



Schleswig-Holstein
Landesamt für
Landwirtschaft, Umwelt
und ländliche Räume

Bericht zur chemischen Situation der Fließgewässer und Seen in Schleswig-Holstein



Schleswig-Holstein. Der echte Norden.



Inhalt

	Abkürzungen	4
	Vorwort	5
1	Einleitung	6
2	Flussgebiete in Schleswig-Holstein	8
3	Rechtliche Rahmenbedingungen	11
4	Monitoringkonzept	14
5	Analytik der Nährstoffe und Spurenstoffe im Landeslabor	18
6	Stoffgruppen und deren Relevanz für Schleswig-Holstein	20
6.1	Nährstoffe	21
6.2	Metalle	21
6.3	Pflanzenschutzmittel und Biozide	23
6.4	Industrie- und Haushaltschemikalien	29
6.5	Human-Arzneistoffe	37
7	Zusammenfassung	40

Inhalt

8	Einzelbetrachtung ausgewählter Spurenstoffe	42
8.1	Arsen	44
8.2	Bentazon	46
8.3	Bisphenol A	48
8.4	Carbamazepin	50
8.5	Coffein	52
8.6	Diclofenac	54
8.7	Diflufenican	56
8.8	Diuron	58
8.9	Flufenacet	60
8.10	Glyphosat und AMPA	62
8.11	Iopamidol	66
8.12	Isoproturon	68
8.13	Mecoprop	70
8.14	Metazachlor	72
8.15	Metolachlor	74
8.16	Metoprolol	76
8.17	Sulfamethoxazol	78
8.18	Terbuthylazin und Desethylterbuthylazin	80
8.19	Terbutryn	84
8.20	Quecksilber	86
9	Literatur	88
10	Kontakte	94
	Impressum	95

Abkürzungen

ACP	allgemein physikalisch-chemische Parameter	mg/kg	Milligramm pro Kilogramm
AF	Assessment Faktor	MS	Messstelle
BDE	bromierte Diphenylether	NAP	Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln
BF	Bewertungsfaktor		
BG	Bestimmungsgrenze	ng/l	Nanogramm pro Liter
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit	OGewV	Oberflächengewässerverordnung
DEHP	Di(2-ethylhexyl)phthalat	OWK	Oberflächenwasserkörper
EPA	US-Environmental Protection Agency	PAK	polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
EZG	Einzugsgebiet	PCB	polychlorierte Biphenyle
FGE	Flussgebietseinheit	PFC	Poly- und Perfluorierte Chemikalien
GCMSMS	Gaschromatographie mit Massenspektrometrie	PFOA	Perfluoroktansäure
HBCDD	Hexabromcyclododecan	PFOS	Perfluoroktansulfonsäure
HCH	Hexachlorcyclohexan	PSM	Pflanzenschutzmittel
JD	Jahresdurchschnitt/mittelwert	PVC	Polyvinylchlorid
KEMP	koordiniertes nationales Elbemessprogramm	SBSE	Stir Bar Sorptive Extraction-Technik
LCMSMS	Flüssigchromatographie mit Massenspektrometrie	SH	Schleswig-Holstein
LLUR	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume	TBT	Tributylzinn
LSH	Landeslabor Schleswig-Holstein	TCPP	Tris(2-chlorisopropyl)phosphat
MELUND	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung	TN _b	Gesamt-Stickstoff
MELUR	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume	TOC	Gesamt-Kohlenstoff
		UQN	Umweltqualitätsnorm
		UQN-V	Umweltqualitätsnorm-Vorschlag
		WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
		µg/l	Mikrogramm pro Liter
		ZHK	zulässige Höchstkonzentration

Bild vorige Doppelseite: Plöner See

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

Flüsse und Seen sind für viele Tiere und Pflanzen ein Lebensraum, der durch Chemikalien in bereits geringen Konzentrationen, sogenannte Spurenstoffe, negativ beeinflusst werden kann. Zu solchen Stoffen gehören Pflanzenschutzmittel, Biozide, Arzneistoffe und weitere Chemikalien, die über die landwirtschaftliche Bewirtschaftung, jeden Einzelnen von uns sowie von Gewerbe-/Industriebetrieben in die Umwelt gelangen. In vielen Gewässern weisen wir zudem erhöhte Nährstoffkonzentrationen nach. Zum Schutz unserer Gewässer hat die Europäische Union daher klare Umweltziele vorgegeben. Ziel der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist es, in jedem Gewässer einen guten Zustand zu erreichen. Nur wenige Flüsse und Seen in Schleswig-Holstein sind momentan in einem ökologisch guten Zustand. Kein Gewässer ist in einem guten chemischen Zustand. Es liegt also noch viel Arbeit vor uns.

Die Abteilung Gewässer des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume ist seit Jahrzehnten u. a. mit dem chemischen Gewässermonitoring in Schleswig-Holstein betraut. Das Landeslabor in Neumünster analysiert die chemischen Inhaltsstoffe in den Wasserproben. Die Befunde zu den Proben werden nach den rechtlichen Vorgaben der bundesweit gültigen Oberflächengewässerverordnung von uns bewertet. In wiederkehrenden Abständen, den sogenannten sechsjährigen Bewirtschaftungszeiträumen, sind wir verpflichtet unsere Ergebnisse und Bewertungen an die Europäische Kommission zu berichten.

Ende 2017 begann das Monitoring für den kommenden Bewirtschaftungszeitraum der Wasserrahmenrichtlinie. Es bietet sich jetzt an, die che-



mische Situation der Flüsse und Seen für die vergangenen Jahre von 2011 bis 2016 in einem kompakten Bericht zusammenzustellen. Denn zahlreiche Fragen sind uns in diesem Zeitraum gestellt worden: Welche Stoffe bzw. Stoffgruppen spielen eine Rolle? Können durch die WRRL alle relevanten, im Gewässer vorkommenden Stoffe bewertet werden? Gibt es weitere Stoffe, die in Schleswig-Holstein häufig nachgewiesen werden, bei denen bisher jedoch die Bewertungsgrundlage fehlt? Welche Quellen gibt es für die Stoffe? Wo gibt es Handlungsbedarf, um durch Maßnahmen eine Verbesserung der Wasserqualität zu erreichen? Mit diesem Bericht geben wir einen Überblick, in welchem Umfang unsere Flüsse und Seen mit Chemikalien belastet sind.

Der Bericht enthält auch eine Einführung in die Rechtsgrundlagen und dem in Schleswig-Holstein angewandten Monitoringkonzept. Der Hauptteil des Berichts besteht in der Auswertung unserer Ergebnisse, unterteilt in die wichtigsten Stoffklassen: Nährstoffe, Metalle, Pflanzenschutzmittel und Biozide, Industrie- und Haushaltschemikalien sowie Human-Arzneistoffe. In Form von Steckbriefen werden abschließend relevante Stoffe kompakt vorgestellt.

Schafflunder
Mühlenstrom



Einleitung 1

Ziel der Wasserrahmenrichtlinie ist es, in allen Oberflächengewässern und Grundwasserkörpern einen guten chemischen und ökologischen Zustand bzw. ein gutes ökologisches Potenzial zu erreichen. Ausschlaggebend für die Zielerreichung sind die Biologie (Lebewesen) sowie das Vorkommen von Schadstoffen im Gewässer. Schadstoffe sind in vielen Gewässern nachzuweisen.

Dieser Bericht stellt die Belastungssituation der Oberflächengewässer Schleswig-Holsteins mit ausgewählten Spurenstoffen dar. Für die Auswahl der betrachteten chemischen Stoffe werden die im Zeitraum 2011 bis 2016 vom Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) ermittelten Daten zugrunde gelegt und falls möglich mit Umweltqualitätsnormen (UQN) der Oberflächengewässerverordnung 2016 verglichen. Dargestellt werden Stoffe, die eine Relevanz für die Gewässerqualität in Schleswig-Holstein haben. Neben geregelten Stoffen, die durch Überschreitungen von UQN auffällig sind, werden auch bisher unregelte Stoffe, wie beispielsweise Arzneistoffe und Pflanzenschutzmittel, betrachtet. Diese Stoffe können gelöst im Wasser, gebunden am Schwebstoff (im Wasser schwebender Feststoff), in Biota (Fische, Muscheln) oder im Sediment (Gewässerboden) vorkommen.

Grundsätzlich werden folgende Stoffklassen von potentiell gewässerrelevanten Stoffen unterschieden:

- Arzneistoffe (Human- und Veterinärarzneimittel)
- Stoffe mit Wirkung auf den Hormonhaushalt
- Pestizide (Biozide und Pflanzenschutzmittel)
- Industrie- und Haushaltschemikalien sowie
- Stoffe aus Konsumprodukten mit umweltrelevanten Eigenschaften
- Schwermetalle



Passader See

Aufgrund der zumeist geringen Konzentrationen werden viele Stoffe als Spurenstoffe oder Mikroschadstoffe bezeichnet.

Unter Spurenstoffen sind organische und anorganische, meist anthropogene Substanzen zusammengefasst, die in den Gewässern in Konzentrationen im Bereich von wenigen Nano- bis Mikrogramm pro Liter ($\mu\text{g/l}$) vorkommen und die bereits in sehr niedrigen Konzentrationen nachteilige Wirkungen auf die aquatischen Ökosysteme haben oder die Gewinnung von Trinkwasser negativ beeinflussen können [IKSR 2010].

Spurenstoffe können entweder diffus oder punktuell in die Gewässer eingetragen werden. Beispiele für Quellen diffuser Einträge sind landwirtschaftliche Flächen, Böden (geogene Quellen), Atmosphäre und Regenwasser. Punktuelle Einträge von Spurenstoffen entstammen beispielsweise gewerblichen Direkteinleitern (z. B. Altlasten), Regenwassereinleitungen und kommunalen Kläranlagen.

Bild S. 6: Osterau



Flussgebiete in
Schleswig-Holstein

2

Abbildung 1:
Flussgebietseinheiten in Schleswig-Holstein mit
Gewässernetz und
Naturräumen



Hydrologisch gliedert sich Schleswig-Holstein in drei Flussgebietseinheiten (FGE) (s. Abbildung 1).

Die **Flussgebietseinheit Eider** umfasst den nord-westlichen Teil Schleswig-Holsteins, bei dem alle Gewässer in die Nordsee entwässern. Die Größe des Gesamteinzugsgebiets der FGE Eider beträgt 9.337 km², davon entfallen 4.730 km² auf Landflächen inklusive Fließgewässer und Seen sowie 4.607 km² auf Küstengewässerflächen.

Geomorphologisch wird die FGE Eider durch die Naturräume Marsch und Geest sowie zu kleinen Anteilen durch den Naturraum östliches Hügelland geprägt. Wichtige Fließgewässer der FGE Eider sind der Bongsieler Kanal (Einzugsgebiet (EZG) 732 km²), Arlau (EZG 286 km²), Eider (EZG 905 km²), Treene (EZG 797 km²) und die Miele (EZG 256 km²). Bedeutende natürliche stehende Gewässer sind der Sankelmarker See mit einer Fläche von 0,6 km², der Bistensee mit einer Fläche von 1,5 km² und der Hohner See mit 0,7 km².

Etwa 43 % der Flächen sind Ackerland und 35 % Grünland. In der FGE Eider gibt es keine Industrieanlagen, die zu erheblichen Gewässerbelastungen führen [MELUR 2015a].

Bild S. 8:
Schafflunder Mühlenstrom (FGE Eider)

Bild unten:
Treene (FGE Eider)





Lachsbach
(FGE Schlei/Trave)

Die **Flussgebietseinheit Schlei/Trave** umfasst eine Landfläche inklusive Fließgewässer und Seen von ca. 6.184 km² (ohne Küstengewässer) und erstreckt sich von der deutsch-dänischen Grenze, mit der Krusau auf dänischer Seite, über den östlichen Teil von Schleswig-Holstein bis auf das Gebiet von Mecklenburg-Vorpommern mit dem Einzugsgebiet der Stepenitz überwiegend im Naturraum östliches Hügelland. Die FGE Schlei/Trave setzt sich aus einigen größeren und vielen kleinen Gewässersystemen zusammen, die unabhängig voneinander direkt oder über eine der Förden in die Ostsee münden.

Die größten Gewässersysteme auf schleswig-holsteinischer Seite sind die Schwentine (EZG 706 km²), die mit einer Länge von ca. 70 km in die Kieler Förde mündet und die Trave (EZG 1.861 km²; ohne Planungseinheit Stepenitz), die mit einer Länge von ca. 113 km in die Lübecker Bucht entwässert. In der FGE Schlei/Trave befinden sich 51 Seen mit einer Größe über 50 ha. Die größten Seen sind der Selenter See mit einer Ausdehnung von ca. 21 km² und der Große Plöner See mit einer Fläche von ca. 29 km².

Die Flächennutzung in der FGE ist zu 60 % Ackerland und zu 11 % Grünland. Insgesamt befinden sich nur wenige Gewerbe- und Industriestandorte in den größeren Städten. Daher

Westensee
(FGE Elbe)

sind die Gewässer dem Eintrag von Schadstoffen aus Punktquellen weit weniger ausgesetzt als in anderen Bundesländern [MELUR 2015c].

Der **schleswig-holsteinische Anteil der FGE Elbe** ist ca. 5.606 km² groß (zuzüglich der zur FGE Elbe gehörigen Küstengebiete im Bereich der Nordsee und des Elbanteils). Er erstreckt sich in West-Ost-Richtung von der Hochseinsel Helgoland entlang der Unterelbe, grenzt an das Bundesland Hamburg und verläuft über das Wehr Geesthacht hinaus bis zur Landesgrenze Mecklenburg-Vorpommerns. Nach Norden zieht sich der Hauptteil ausgehend vom Elbelauf in einem breiten Keil Richtung Ostsee bis auf Höhe der Stadt Eckernförde und der Kieler Förde. Er umfasst den zentralen Teil von Schleswig-Holstein und ist geprägt durch die Naturräume Marsch, hohe und niedere Geest, Niederungen und östliches Hügelland.

Die Hauptgewässer sind die Wasserstraße des Nord-Ostsee-Kanals mit ca. 99 km Länge, die Stör mit ca. 83 km Länge, die Krückau mit einer Länge von ca. 35 km, die Pinnau mit ca. 42 km, die Alster mit ca. 20 km, die Bille mit einer Länge von ca. 39 km sowie die Wasserstraße des Elbe-Lübeck-Kanals mit einer Länge von ca. 62 km, davon 31 km im Einzugsgebiet der Elbe. Insgesamt gibt es 11 Seen mit einer Fläche größer 50 ha. Die größten Seen sind der Wittensee mit einer Fläche von 9,9 km², der Westensee mit 6,9 km² und der Schaalsee mit einer Ausdehnung von 24 km².

Die Landnutzung im schleswig-holsteinischen Teil der FGE Elbe ist zu ca. 41 % durch Acker- und zu 24 % durch Grünlandnutzung geprägt. Bedeutende Industrie im schleswig-holsteinischen Teil der FGE Elbe befindet sich im Raum Brunsbüttel (chemische Industrie) und Glückstadt (Zellstoff- und Papierindustrie) [MELUR 2015b].





Rechtliche Rahmenbedingungen

3



Schluensee

Im Jahr 2000 trat die EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL - 2000/60/EG) mit dem Ziel, eine gute Qualität der Gewässer zu erreichen, in Kraft. Mit der Biologie (Lebewesen im Gewässer) ist das Vorkommen von chemischen Schadstoffen ausschlaggebend für die Zustands- und Potenzialbewertung. Mit der Richtlinie 2008/105/EG über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik gab die EU für alle Mitgliedstaaten verbindliche Umweltqualitätsnormen (UQN) für insgesamt 33 prioritäre Stoffe und fünf „bestimmte andere Schadstoffe“ vor, die zur Beurteilung

Hamenfischerei in der Tideeider



des chemischen Zustands eines Gewässers herangezogen werden. Viele dieser Schadstoffe zeichnen sich dadurch aus, dass sie sich in Organismen anreichern (Bioakkumulation), sehr giftig sind (Toxizität) und sich in der Umwelt nur sehr schlecht abbauen (Persistenz).

Die EG-Richtlinie 2008/105/EG wurde in Deutschland mit der Bundesverordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV) vom 20. Juli 2011 umgesetzt. Die prioritären Stoffe sind in Anlage 7 aufgelistet. Darüber hinaus beinhaltet die OGewV 2011 in Anlage 5 national geregelte Umweltqualitätsnormen für 162 flussgebiets-spezifische Schadstoffe, die zur Beurteilung des ökologischen Zustands und Potentials heranzuziehen sind. Diese UQN wurden national zum Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaft abgeleitet. Generell erfolgt die Ableitung der UQN auf Basis der CIS-Leitlinie 27 [EG 2011].

Im Jahr 2013 erfolgte durch die EU eine Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik (Richtlinie 2013/39/EU). Diese wurde mit der OGewV vom 20. Juni 2016 umgesetzt. In der OGewV 2016 Anlage 8 sind nun UQN für 51 prioritäre, prioritär gefährliche und bestimmte andere Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen geregelt. Auch die national geregelten Umweltqualitätsnormen für flussgebiets-spezifische Schadstoffe (Anlage 6) wurden angepasst und umfassen nun 67 Stoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands und Potentials.

Um den chemischen und ökologischen Zustand bzw. das Potenzial eines Gewässers zu beurteilen, werden die Konzentrationen der Stoffe regelmäßig in der Wasserphase, im Sediment/Schwebstoff und in Biota ermittelt und die Befunde mit den UQN verglichen. Für oberirdische Gewässer (Fließgewässer und Seen) und für Übergangsgewässer (und Küstengewässer) gelten teilweise unterschiedlich strenge UQN. Übergangsgewässer sind Fließgewässer, die den Übergang vom Fließgewässer zum Küstengewässer bilden und dadurch einen Salzgradienten aufweisen.

Bewertungsvorgaben

Zur Beurteilung des chemischen Zustands werden sogenannte **prioritäre Stoffe** der Anlage 8 OGewV 2016 12-mal im Jahr in der Wasserphase bzw. mindestens alle sechs Jahre in Biota (Fische, Muscheln) untersucht. Für diese Stoffe bestehen Jahresdurchschnitts-Umweltqualitätsnormen (JD-UQN) und zulässige Höchstkonzentrationen-Umweltqualitätsnormen (ZHK-UQN). Sie spiegeln die Konzentration eines Schadstoffes im Wasser wider. Daneben liegen für einige Stoffe auch UQN im Muskelgewebe von Fischen oder Muscheln vor (Biota), die aus Gründen des Gesundheits- und Umweltschutzes nicht überschritten werden dürfen. Die Beurteilung von Gewässern hinsichtlich ihres chemischen Zustands erfolgt in Wasserproben und Biota (Fische und Muscheln) und führt zur Bewertung „gut“ oder „nicht gut“.

Flussgebietspezifische Stoffe (Anlage 6 OGewV 2016) werden zur Beurteilung des ökologischen Zustands und Potenzials von Gewässern 4- bis 13-mal im Jahr in der Wasserphase bzw. 1-mal im Jahr im Sediment untersucht. Zur Beurteilung wird anschließend der Jahresmittelwert gebildet und mit der JD-UQN verglichen. Daneben existieren für einige Stoffe auch zulässige Höchstkonzentrationen (ZHK-UQN), die die maximal zulässige Konzentration der Stoffe im Gewässer wiedergeben. Ist eine dieser UQN überschritten, kann der ökologische Zustand bzw. Potenzial des Wasserkörpers nur in einem „mäßigen“ Zustand sein.

Neben den Schadstoffen sind in der OGewV 2016 auch sogenannte Orientierungswerte für **allgemein physikalisch-chemische Qualitätskomponenten** angegeben, die unterstützend für die Einstufung des ökologischen Zustands und Potentials herangezogen werden. In Anla-

ge 7 OGewV 2016 sind die Orientierungswerte aus dem LAWA-AO Arbeitspapier II für verschiedene Gewässertypen übernommen, ab denen der Zustand von „gut“ in „mäßig“ übergeht. Insgesamt sind hier die Parameter Sauerstoff, biochemischer Sauerstoffbedarf, gesamter organischer Kohlenstoff, Chlorid, Sulfat, pH-Wert, Eisen, ortho-Phosphat-Phosphor, Gesamt-Phosphor, Ammonium-Stickstoff, Ammoniak-Stickstoff und Nitrit-Stickstoff geregelt. Nitrat hingegen wird in der Anlage 8 OGewV 2016 mit einer UQN geregelt. Zum Schutz der Meeresgewässer gibt es Bewirtschaftungsziele für Gesamt-Stickstoff. Laut § 14 OGewV 2016 darf der Jahresmittelwert für Gesamt-Stickstoff bei in die Nordsee mündenden Flüssen 2,8 mg/l und bei in die Ostsee mündenden Flüssen 2,6 mg/l an den jeweiligen Süßwassermessstellen am Grenzscheitel limnisch/marin nicht überschreiten.

Barnitz





Monitoringkonzept 4

Innerhalb eines WRRL-Bewirtschaftungszeitraumes von 6 Jahren sollen alle Wasserkörper mit einem Einzugsgebiet von mehr als 10 km² mindestens ein Jahr lang untersucht werden. Ein Oberflächenwasserkörper (OWK) im Sinne der EG-WRRL ist ein einheitlicher und bedeutender Abschnitt eines Oberflächengewässers, z. B. ein See, ein Speicherbecken, ein Fließgewässer oder ein Kanal oder jeweils Teile davon. Die Wasserkörper bilden die kleinste Bewirtschaftungseinheit im Oberflächengewässer, auf die sich die Aussagen der Bestandsaufnahme, Zustandsbeschreibung, Zielfestlegung sowie die Überwachungs- und Maßnahmenprogramme beziehen [MELUR 2015a]. Das Monitoring laut WRRL ist in die Bestandteile Überblicksüberwachung, operative Überwachung und Überwachung zu Ermittlungszwecken unterteilt.

Die **überblicksweise Überwachung** dient der Bewertung des Zustands und langfristiger Veränderungen. In Schleswig-Holstein bestehen 16 Fließgewässer-Überblicksmessstellen, bei denen im Jahr 2013 die Bestandsaufnahme für den ersten Bewirtschaftungszeitraum abgeschlossen wurde; eine überblicksweise Überwachung der Fließgewässer findet alle 6 Jahre statt. Die Überblicksmessstellen werden 2018 erneut untersucht.

Die **operative Überwachung** wird gemäß Anhang V Kap. 1.3.2 WRRL an Wasserkörpern oder Wasserkörpergruppen durchgeführt, welche die gemäß Artikel 4 geltenden Umweltziele wahrscheinlich nicht erfüllen, um das Ausmaß und die Auswirkung der Belastung und die Wirkung der durchgeführten Maßnahmen beurteilen zu können, sowie an Wasserkörpern, in die prioritäre Stoffe eingeleitet werden. Dabei werden solche Qualitätskomponenten überwacht, die auf die vorgenommenen Veränderungen am deutlichsten reagieren. Der Untersuchungsumfang wird während des Bewirtschaftungszeitraums den Erfordernissen angepasst. Weitere Anforderungen an die stoffliche Überwachung ergeben sich aus nationalen Vereinbarungen und anderen EU-Regelungen. Flussgebietsspezifische Schadstoffe und prioritäre Stoffe werden operativ überwacht und bewertet, wenn sie in den Wasserkörper eingeleitet werden (Punktquellen) oder wenn Stoffkonzentrationen signifikant sind, also die halbe Qualitätsnorm überschreiten (diffuse Quellen). Die operative Überwachung findet allgemein in einem dreijährlichen Rhythmus statt.

Ziel der **Überwachung zu Ermittlungszwecken** ist es, Informationen zu Ursachen und Möglichkeiten der Beseitigung von Beeinträchtigungen der Gewässer zu erlangen. Dazu zählt beispielsweise die Ermittlung von Eintragspfaden, wenn die Gründe für die Überschreitungen von Umweltqualitätsnormen unbekannt sind. In Abhängigkeit von der Problemstellung müssen der Untersuchungsumfang und -zeitraum teilweise kurzfristig festgelegt werden [MELUR 2015a].



In Schleswig-Holstein werden jährlich Wasserkörper einer der drei FGE untersucht, dabei werden die FGE geographisch linksdrehend abgearbeitet. Das Fließgewässermonitoring umfasst ca. 150 Fließgewässermessstellen jährlich, die ihrer Bedeutung gemäß auf einen unterschiedlichen Parameterumfang mit unterschiedlicher Frequenz untersucht werden. Die Beprobung erfolgt stichprobenartig (s. Abbildung 2). Die Chemie-Messstellen der Jahre 2011 bis 2016 sind in Abbildung 3 (s. Seite 16) dargestellt.

Abbildung 2: Chemische Probenahme in einem Fließgewässer

Bild S.14: Boot zur Probenahme auf Seen mit Winde und Messequipment

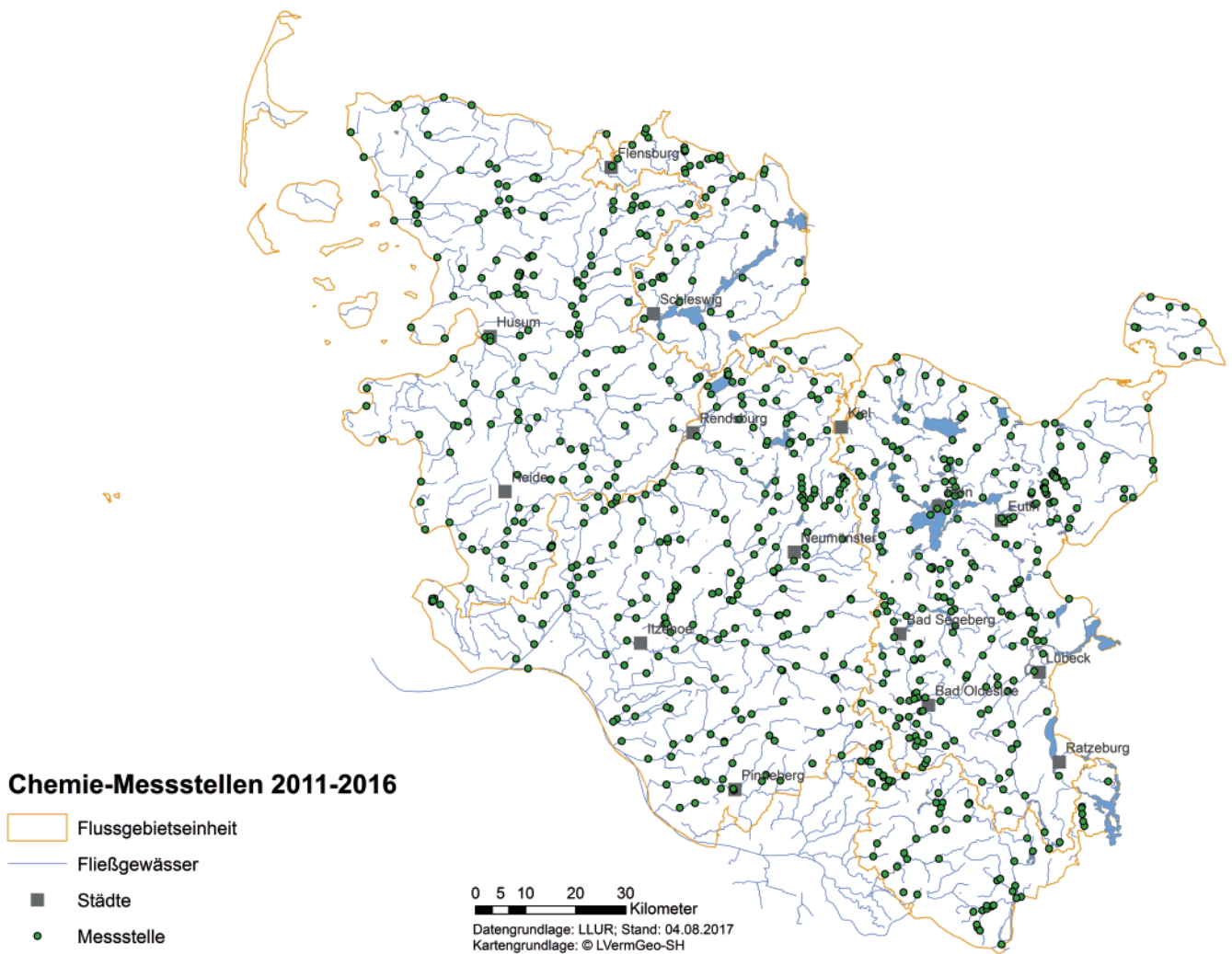


Abbildung 3:
Chemie-Messstellen
in Fließgewässern
Schleswig-Holsteins
der Jahre 2011 bis
2016 (LLUR Stand
04.08.2017)

Im koordinierten nationalen Elbemessprogramm KEMP werden die Messstellen Elbe bei Brunsbüttel und Stör in Heiligenstedten untersucht, sowie Messstellen im Längs- und Querprofil der Tideelbe.

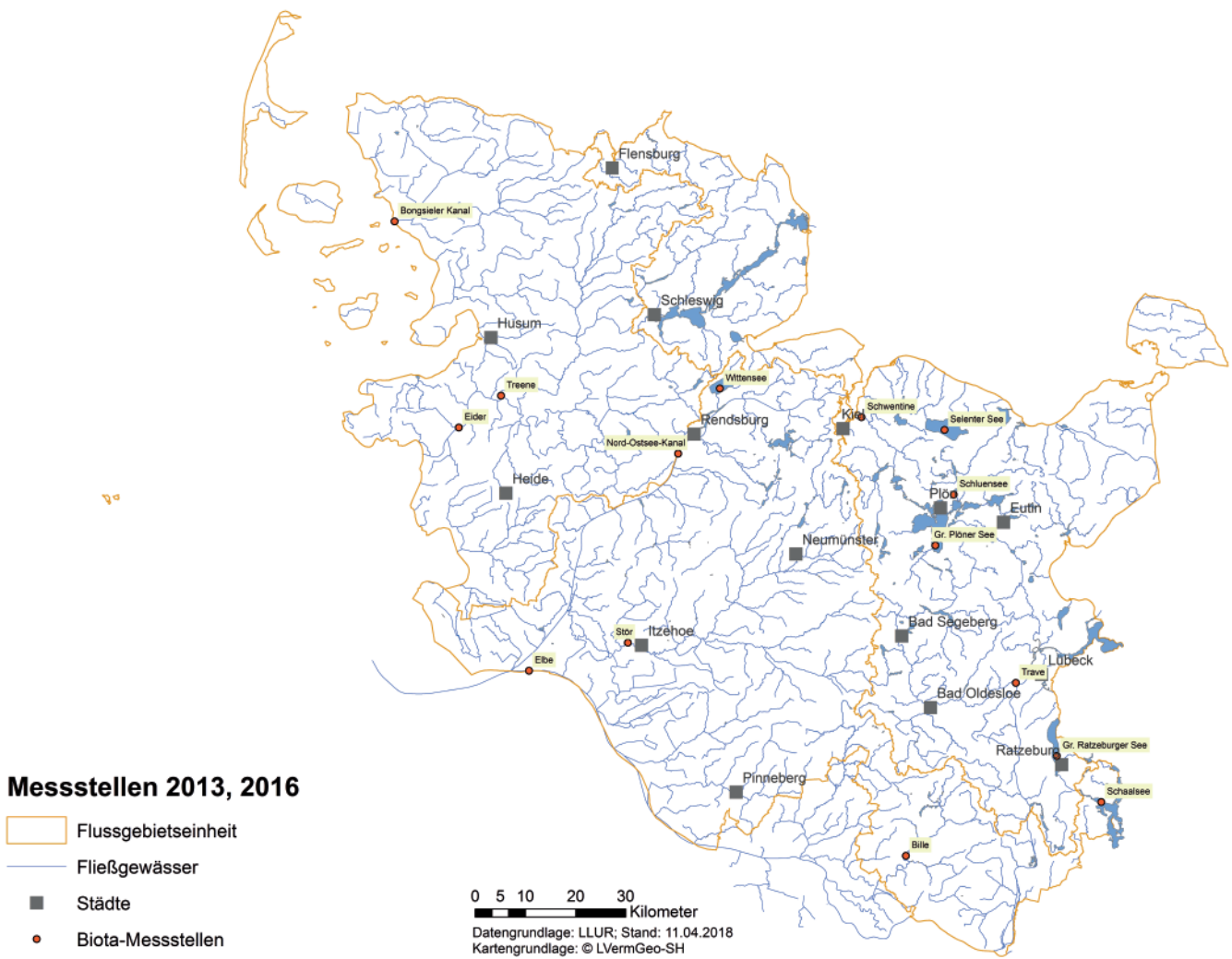
Der Parameterumfang der beiden KEMP-Messstellen ist mit den übrigen Bundesländern der FGE Elbe abgestimmt und höher als im SH-Programm. Dieses ist erforderlich, um die verschiedenen Stoffe gesamtheitlich für die Flussgebiets-einheit vergleichen zu können.

An allen Fließgewässer-Messstellen werden die allgemein physikalisch-chemischen Parameter inkl. Nährstoffe 12-mal im Jahr untersucht.

Das erweiterte Messprogramm, welches vor allem zur Frachtermittlung in Nord- und Ostsee einmündender Gewässer bestimmt ist, sieht weitere stoffliche Untersuchungen (Sulfat, Silikat) und die Messung von Metallen/Schwermetallen 12-mal jährlich vor.

Die Messprogramme bezüglich der organischen Spurenstoffe umfassen 4-mal jährlich Pflanzenschutzmittel (PSM) / Biozide, 12-mal jährlich Organozinn-Verbindungen, 12-mal jährlich polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), sowie 1-mal jährlich Sediment-Untersuchungen auf polychlorierte Biphenyle (PCB). Des Weiteren können beispielsweise bisher unregelte Stoffe, wie Arzneistoffe (4-12-mal jährlich) in einem Sondermonitoring untersucht werden. Die Messwerte werden in der Regel in $\mu\text{g/l}$ (Mikrogramm Stoff pro Liter Wasser) angegeben, dabei entspricht 1 $\mu\text{g/l}$ dem Wert 0,001 mg/l.

Die Untersuchungen der physikalisch-chemischen Parameter im Freiwasser der Seen werden an ein bis drei Messstellen pro See-Wasserkörper jahreszeitbedingt 7-mal pro Jahr durchgeführt. Zudem werden Schwermetalle in der Wasserphase und im Sediment betrachtet. Des Weiteren werden PCB und Organozinn-Verbindungen in den Sedimenten untersucht. Weitere



organische Stoffe/gruppen wie PSM oder Arzneistoffe werden nicht untersucht, da durch das große Wasservolumen der Seen die Verdünnung der Stoffe so hoch ist, dass sie nicht mehr nachgewiesen werden können. Vereinzelt erfolgten stichpunktartige Untersuchungen, um dies zu verifizieren.

Neben Wasser- und Sedimentuntersuchungen wurden in den Jahren 2013 und 2016 auch **Biotauntersuchungen** von Fischen und Muscheln überblicksweise in 8 bzw. 9 Fließgewässern sowie 2016 zusätzlich der Nord-Ostsee-Kanal und 6 Seen durchgeführt (s. Abbildung 4).

Abbildung 4: Biota-Messstellen in Fließgewässern und Seen der Jahre 2013 und 2016

Bothkamper See





Analytik der Nährstoffe und
Spurenstoffe im Landeslabor

5

Nährstoffe

Unter dem Begriff Nährstoffe werden verschiedene Anionen und Kationen aber auch Summenparameter zusammengefasst.

Für die Ionanalytik kommen im Landeslabor Analysenstraßen mit fotometrischer Detektion, titrimetrische Verfahren sowie ionensensitive Elektroden zum Einsatz. Für die Summenparameter wie Gesamt-Phosphor oder Gesamt-Stickstoff ist vor der fotometrischen Detektion ein Aufschluss erforderlich, der die Phosphor- bzw. Stickstoffverbindungen oxidativ in die Anionen Phosphat bzw. Nitrat überführt bevor sie auf den Analysenstraßen bestimmt werden können.

Dieses Verfahren kommt für die Seenprogramme zur Anwendung. Für die Fließgewässer wird Gesamt-Phosphor über ein spektrometrisches Verfahren (Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma), für Gesamt-Stickstoff (TNB) und Gesamt-Kohlenstoff (TOC) ein verbrennungstechnisches Verfahren eingesetzt.

Dabei handelt es sich um etablierte Verfahren, die an die schleswig-holsteinischen Verhältnisse angepasst sind und die Anforderungen (z. B. durch die Wasserrahmenrichtlinie) erfüllen.

Anorganische Spurenstoffe

Anorganische Spurenstoffe sind Metalle wie Blei, Cadmium, Nickel und Quecksilber. In den schleswig-holsteinischen Gewässern ist das Vorkommen vorwiegend natürlichen Ursprunges. Um positive Werte erzeugen zu können, musste sich die Analytik schon immer an diesen niedrigen Gehalten orientieren. Die (analytische) Einhaltung der Vorgaben aus der Wasserrahmenrichtlinie stellt daher bislang keine größeren Probleme dar. Zum Einsatz kommen modernste (Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma), aber auch bereits länger etablierte (Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma, Atomabsorptionsspektrometrie, Atomfluoreszenzspektrometrie) Techniken.

Organische Spurenstoffe

Im Rahmen des Monitoringkonzepts untersucht das Landeslabor Schleswig-Holstein zurzeit ca. 350 meist anthropogen bedingte organische Spurenstoffe in unterschiedlichen Umweltmatrices. Wie in der Rückstandsanalytik üblich werden dabei meist chromatographische Trennverfahren mit einer massenspektrometrischen Detektion eingesetzt.

Einen Schwerpunkt bilden die Pflanzenschutzmittel (PSM) und zunehmend auch ihre Abbaupro-

dukte mit ca. 150 Substanzen. Der Großteil dieser Stoffe wird mittels Flüssigchromatographie (LCMSMS) nach Direktinjektion bestimmt.

Die Messung einer Substanz mittels LCMSMS setzt eine gewisse Wasserlöslichkeit voraus. Stoffe, die diese Eigenschaft nicht aufweisen, werden üblicherweise mittels Gaschromatographie (GC) analysiert. Typische Vertreter sind die schwerflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe wie die Polychlorierten Biphenyle (PCB), Polybromierte Diphenylether (BDE), HCHs, DDTs oder auch ausgewählte PSM und Biozide, wie z. B. Fenpropimorph, Ethofumesat, Irgarol oder Triclosan. Bei diesen Substanzen kommt die Stir Bar Sorptive Extraction-Technik (SBSE) zum Einsatz. Die Verbindung einer sehr effizienten Anreicherung (Ausrühren von 100 ml Probe) und Überleitung der gesamten Analytenmenge zum Detektor (GCMSMS) führt zu außerordentlich niedrigen Bestimmungsgrenzen (z. T. < 0,1 ng/l).

Weitere etablierte Messverfahren betreffen die Substanzklassen der Organozinnverbindungen in Wasser und Sediment, BDE in Wasser und Sediment, Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) in Wasser und Sediment, Alkylphenole und Weichmacher wie das DEHP.

Die analytischen Vorgaben der WRRL weisen z. T. außerordentlich niedrige UQN auf, die durch Interpolation von human- und ökotoxikologischen Testergebnissen festgelegt wurden. So können nicht alle in der WRRL aufgeführten Parameter der Anlagen 6 und 8 der OGEV im Landeslabor mit der ausreichend niedrigen Bestimmungsgrenze erfasst werden. Die Analyse einzelner Parametergruppen muss daher an andere Labore vergeben werden. Hierzu zählen z. B. die Flammenschutzmittel HBCDD und PFC in Wasser, sowie die Dioxine, für die die sogenannte Hochauflösende Massenspektrometrie erforderlich ist, über die das Landeslabor nicht verfügt.

Doch auch die Vergabelabore stoßen im Einzelfall an ihre Grenzen. Daher verständigte man sich z. B. bei den Insektiziden Cypermethrin und Heptachlor darauf, die Messung im LSH zu belassen, obwohl die aktuellen Bestimmungsgrenzen (BG) dieser Parameter die Anforderungen der WRRL deutlich überschreiten. Für diesen Fall erlaubt die Richtlinie den Einsatz der „besten verfügbaren Technik“, was im konkreten Fall die Gaschromatographie in Verbindung mit der Massenspektrometrie ist.

Bild S. 18:
Probenvorbereitung
im Landeslabor



Stoffgruppen und deren
Relevanz für Schleswig-Holstein

6

6.1 Nährstoffe

Nährstoffe beeinflussen den ökologischen Zustand, da sie grundlegend für das Pflanzenwachstum und den Stoffhaushalt in Gewässern sind. Allerdings führt eine zu hohe Nährstoffmenge zu einer Überproduktion von Biomasse (Eutrophierung), die sich schädlich auf die ökologische Funktionsfähigkeit und Lebensgemeinschaften ausübt.

Die Stickstoff- und Phosphorverbindungen werden aus Landwirtschaft und Siedlungsgebieten in Gewässer eingetragen. Der Haupteintrag erfolgt im landwirtschaftlichen Bereich über Dränung und Grundwassereintrag sowie über Oberflächenabschwemmung und Erosion. Aus Siedlungsgebieten werden Nährstoffe durch

punktuellen Einträge über geklärte Abwässer sowie die Kanalnetze eingetragen. Eine kleine Rolle spielt die atmosphärische Deposition direkt als Niederschlag und über Regenwasserabläufe.

Eine detaillierte Auswertung ist dem Bericht: Nährstoffe in Gewässern Schleswig-Holsteins [LLUR 2014] zu entnehmen.

Insgesamt verfehlen etwa 90 % der Wasserkörper für einen oder mehrere physikalisch-chemische Parameter die jeweiligen Orientierungswerte (Zeitraum 2005 bis 2016, jeweils Betrachtung des letzten gemessenen Jahres) (s. Abbildung 5).

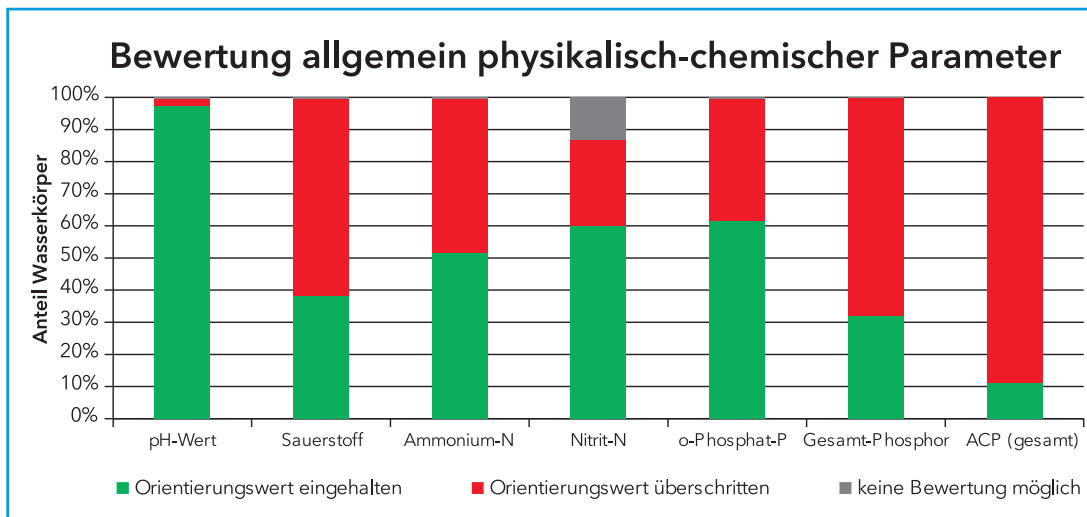


Abbildung 5: Bewertung allgemein physikalisch-chemischer Parameter anhand von Orientierungswerten für 597 Fließgewässer Wasserkörper im Zeitraum 2005 bis 2016. Berücksichtigt wurde jeweils das aktuellste Messjahr (LLUR Stand November 2017)

6.2 Metalle

Blei, Cadmium, Nickel und Quecksilber werden zur Bewertung des **chemischen Zustands** der Gewässer herangezogen. Für diese vier Metalle werden die Konzentrationen in der filtrierten Wasserprobe bestimmt und die Umweltqualitätsnormen (UQN) für oberirdische Gewässer (Fließgewässer und Seen) und für Übergangsgewässer (und Küstengewässer) unterschieden.

Außerdem wird neben dem Jahresmittelwert auch eine zulässige Höchstkonzentration (ZHK-UQN) definiert. Für Quecksilber gibt es zusätzlich eine UQN, die in Biota (Fischfilet) eingehalten werden muss.

Die Verbindungen von **Arsen, Chrom, Silber, Thallium, Kupfer und Zink** werden als flussgebietspezifische Schadstoffe bewertet. Ihre Umweltqualitätsnormen (UQN) für den Jahresmittelwert gelten für alle Gewässerarten gleich. Silber und Thallium werden in filtrierten Wasserproben untersucht. Arsen, Chrom, Kupfer und Zink werden im Schwebstoff oder Sediment untersucht und die Ergebnisse auf die Maßeinheit mg/kg (Milligramm Metall pro Kilogramm Feststoff) bezogen.

Verbindungen der genannten Metalle und des Halbmetalls Arsen kommen in schleswig-holsteinischen Gewässern sowohl natürlich vor, aber

Bild S. 20: Mit dem Wasserschöpfer werden Wasserproben entnommen

auch aufgrund von Einleitungen durch Kläranlagen und Industrieabwasser, Abschwemmungen und Bodenerosion aus der Landwirtschaft (Dünger), Regenwassereinleitungen und durch direkte Deposition (Regen auf das Gewässer).

In den Jahren 2011 bis 2016 wurden 333 Messstellen in Fließgewässern und 72 Messstellen in Seen auf Schwermetalle im Wasser untersucht. Meist werden die UQN eingehalten (s. Tabelle 1). Die Biota-UQN für Quecksilber wird an allen untersuchten Messstellen in den Jahren 2013 und 2016 überschritten, so dass mit Übertragung dieser Ergebnisse auf alle Gewässer der chemische Zustand als nicht gut eingestuft wird. Dies gilt auch für die Quecksilber-Belastung der Seen. Eine detaillierte Auswertung für Quecksilber erfolgt in Kapitel 8. Silber und Thallium wurden bisher überblicksweise an 16 Messstel-

len in Fließgewässern untersucht und die JD-UQN für Silber 1-mal überschritten. Seen wurden nicht auf Silber und Thallium untersucht.

Sedimente wurden in den Jahren 2011 bis 2016 an 239 Fließgewässer- und 65 Seen-Messstellen auf Metalle untersucht. Für Arsen treten häufig UQN-Überschreitungen auf, die in Kapitel 8 näher betrachtet werden. Die höchsten Kupfergehalte wiesen die Gewässer Corbek (540 mg/kg), Schwarze Au (300 mg/kg) und Glinder Au (200 mg/kg) auf. Der höchste Gehalt in Seen wurde mit 103 mg/kg im Großensee ermittelt. Für Chrom lag der höchste Wert mit 480 mg/kg in der Stör bzw. 61 mg/kg im Schöhsee. Die höchsten Zinkgehalte fanden sich in den Sedimenten der Mühlenau (1800 mg/kg), Krückau (910 mg/kg) und Treene (830 mg/kg), sowie bei den Seen im Großensee (469 mg/kg).

Tabelle 1: Bewertung der Metalle bezüglich UQN-Überschreitungen in Fließgewässern und Seen der Jahre 2011-2016

Metall	Bewertung	Analytik	Anzahl Messstellen 2011-2016	Anzahl der UQN-Überschreitungen
Blei	chemischer Zustand	Wasser	333 Fließgewässer, 72 Seen	0
Cadmium	chemischer Zustand	Wasser	333 Fließgewässer, 72 Seen	JD-UQN: 0 ZHK-UQN: 1
Nickel	chemischer Zustand	Wasser	333 Fließgewässer, 72 Seen	0
Quecksilber	chemischer Zustand	Wasser	333 Fließgewässer, 72 Seen	ZHK-UQN: 1
		Biota	9 Fließgewässer, 8 Seen	alle Gewässer werden einheitlich als überschritten bewertet; siehe detaillierte Auswertung in Kapitel 8
Silber	ökologischer Zustand/Potential	Wasser	16 Fließgewässer	1
Thallium	ökologischer Zustand/Potential	Wasser	16 Fließgewässer	0
Arsen	ökologischer Zustand/Potential	Sediment	239 Fließgewässer, 65 Seen	25; siehe detaillierte Auswertung in Kapitel 8
Chrom	ökologischer Zustand/Potential	Sediment	239 Fließgewässer, 65 Seen	0
Kupfer	ökologischer Zustand/Potential	Sediment	239 Fließgewässer, 65 Seen	3
Zink	ökologischer Zustand/Potential	Sediment	239 Fließgewässer, 65 Seen	3

(LLUR Stand August 2017)

6.3 Pflanzenschutzmittel und Biozide

Pflanzenschutzmittel (PSM) werden eingesetzt, um Kulturpflanzen vor pathogenen Mikroorganismen, konkurrierenden Pflanzen und Schädlingsbefall zu schützen. Die eingesetzten PSM können einen oder mehrere Wirkstoffe enthalten. PSM werden entsprechend ihres Einsatzes unterteilt in Herbizide, Fungizide, Insektizide, Akarizide, Pflanzenwachstumsregulatoren und Repellentien, die Abwehr- oder Vergrämungsmittel darstellen.

Herbizide werden verwendet, um Nutzpflanzen vor Ungräsern und Unkräutern zu schützen.

Insektizide werden gegen Insekten eingesetzt, **Fungizide** gegen Pilze, **Akarizide** gegen Spinnen und Milben. **Biozide** haben allgemeinere Wirkung, beispielsweise Bewuchshemmung (Antifouling) gegen Algen und Schimmelpilze, ebenso nutzt man sie als Additive in Kühlmittelkreisläufen und zur allgemeinen Desinfektion. Insbesondere Biozide gelangen oft über Regenwassereinleitungen und Kläranlagenabläufe in Gewässer. Der Begriff Pestizide beinhaltet sowohl PSM als auch Biozide.

Für die Bewertung der Wasserqualität laut OGewV werden die Wirkstoffe in der gesamten, unfiltrierten Wasserprobe gemessen und ihre Konzentrationen in $\mu\text{g/l}$ (Mikrogramm Wirkstoff pro Liter Wasserprobe) angegeben. Bewertet werden der Jahresdurchschnitt aller ermittelten Messwerte (JD-UQN), sowie die zulässige Höchstkonzentration (ZHK-UQN), verglichen mit dem größten Einzelwert der Jahresmessreihe. Wirkstoffe, für die keine Umweltqualitätsnormen festgelegt worden sind, können gemäß einem Vorschlag eines Expertenkreises der Länderar-



beitsgemeinschaft Wasser hilfsweise mit dem Beobachtungswert der Trinkwasserverordnung von $0,1 \mu\text{g/l}$ verglichen werden. PSM und Biozide finden sich sowohl unter den flussgebietspezifischen Schadstoffen als auch unter den EU-weit geregelten prioritären Stoffen.

PSM können bei ihrer Ausbringung (s. Abbildung 6) über verschiedene Pfade in die Gewässer gelangen, punktuell oder diffus.

Punktuelle Einträge erfolgen meist über den Abwasserpfad, beispielsweise nicht zulässig aus Hofabläufen bei der Spritzenreinigung und über Regenwassereinleitung oder über Kläranlagen aufgrund nicht zulässiger Benutzung im häuslichen Bereich, beispielsweise Beseitigung von Unkräutern auf Zuwegen und Terrassen. Auch Biozide, die beispielsweise in Fassadenfarben eingesetzt werden, können mit dem Regenwasser in die Gewässer gelangen.

Abbildung 6: Auf dem Feld ist deutlich der Einsatz eines Herbizides sichtbar. Der Abstand zum Gewässer ist sehr gering. Ein Eintrag kann nicht ausgeschlossen werden.

Bild unten: Die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln kann zu Belastungen in Gewässern führen



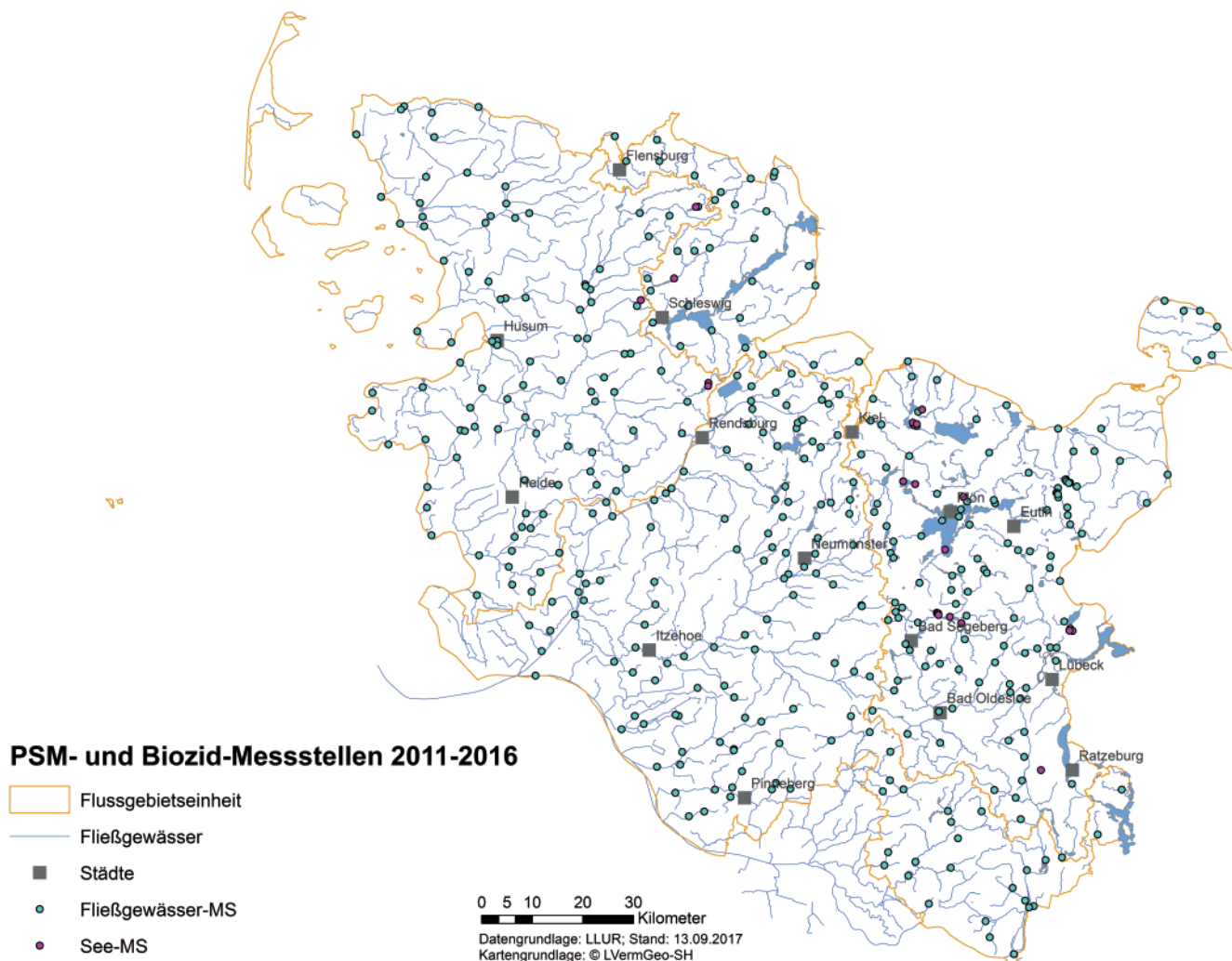


Abbildung 7: Messstellen in Fließgewässern und Seen mit Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittel und Biozide in den Jahren 2011 bis 2016 (LLUR Stand 13.09.2017)

Über den natürlichen Niederschlags- und Abflussprozess des behandelten Ackerbodens erfolgen vier **diffuse Eintragspfade** für PSM in Fließgewässer:

- Eintrag auf Boden und Gewässer durch Abdrift bei der PSM-Ausbringung,
- Oberflächenabschwemmung durch Niederschlagswasser vom Boden ins Gewässer,
- Zwischenabfluss und ggf. Dränabfluss aus der ungesättigten Bodenzone (feuchter Boden) direkt ins Gewässer oder verzögert über den Basisabfluss des Grundwassers,
- nach weiterer Versickerung aus der ungesättigten Bodenzone in die gesättigte Bodenzone erfolgt Grundwasserneubildung und damit auch Grundwasserabfluss ins Gewässer.

Eine quantitative Bewertung der Eintragspfade müsste über umfangreiche Messprogramme für jeden einzelnen Wirkstoff über einen längeren

Zeitraum in unterschiedlichen Gewässern und Landschaftsräumen und bei unterschiedlichen Niederschlagsverhältnissen erfolgen. Der Transport eines PSM-Wirkstoffs über Oberflächen- und Zwischenabfluss hängt von dessen Wasserlöslichkeit und Sorptionsverhalten ab, wobei bei sehr mobilen Stoffen auch die Niederschlagsintensität eine Rolle spielt. In der Praxis zeigt sich, dass im Prinzip alle eingesetzten PSM-Wirkstoffe zeitlich unterschiedlich in Fließgewässern bei Gewässerbeprobungen gefunden werden. Im Wasser von Seen spielen PSM aufgrund der hohen Verdünnung in der Regel keine Rolle.

Im Fokus der Gewässeruntersuchungen und Auswertungen gemäß Umweltqualitätsnormen (UQN) stehen meist die eigentlichen PSM- und Biozid-Wirkstoffe und nicht die Metabolite (Abbauprodukte) der Wirkstoffe. Insgesamt wurden in den Jahren 2011 bis 2016 387 Messstellen in Fließgewässern und 22 Messstellen in Seen auf bis zu 179 Wirkstoffe untersucht (s. Abbildung 7). In der Regel umfasst die Analytik ca. 130 geregelte und unregelte Pflanzenschutzmittel und Biozide.

Von den untersuchten maximal 179 Wirkstoffen wurden 58 nicht nachgewiesen. Für 20 Wirkstoffe traten in diesem Zeitraum insgesamt 303 Überschreitungen der Umweltqualitätsnorm (JD oder ZHK) auf Wasserkörperebene auf (Tabelle 2). Eine detaillierte Betrachtung ausgewählter Wirkstoffe ist in Kapitel 8 zu finden.

In der Tabelle 3 (s. Seite 26) sind die Wirkstoffe mit den häufigsten Nachweisen dargestellt. Die meisten Befunde liegen für Herbizide vor. Dabei sind auch Abbauprodukte, wie der Metabolit Desethylterbutylazin des Herbizids Terbutylazin mit 565 Funden auf dem vierten Rang. Das unregelmäßige Totalherbizid Glyphosat und sein

Metabolit AMPA erfordern eine gesonderte Analytik und werden daher nicht regelmäßig untersucht. In den auf diese beiden Stoffe untersuchten Proben treten sie allerdings in 33 bzw. 64 % der Fälle auf. Das unregelmäßige Insektizid DEET, das in Mückenmitteln verwendet wird, wird seit 2015 untersucht und tritt in 37 % der untersuchten Proben auf.

Auch Seen wurden 2012 auf Wirkstoffe untersucht. In sechs Seen wurde insgesamt 21-mal Glyphosat nachgewiesen. Das Abbauprodukt AMPA wurde in 20 Seen insgesamt 57-mal nachgewiesen. Weitere Wirkstoffe und Abbauprodukte wurden nicht gefunden.

Tabelle 2: Ranking der nach OGeV 2016 geregelten Pflanzenschutzmittel und Biozide anhand ihrer Überschreitungen der UQN (JD und ZHK) in Fließgewässer-Wasserkörpern in den Jahren 2011-2016

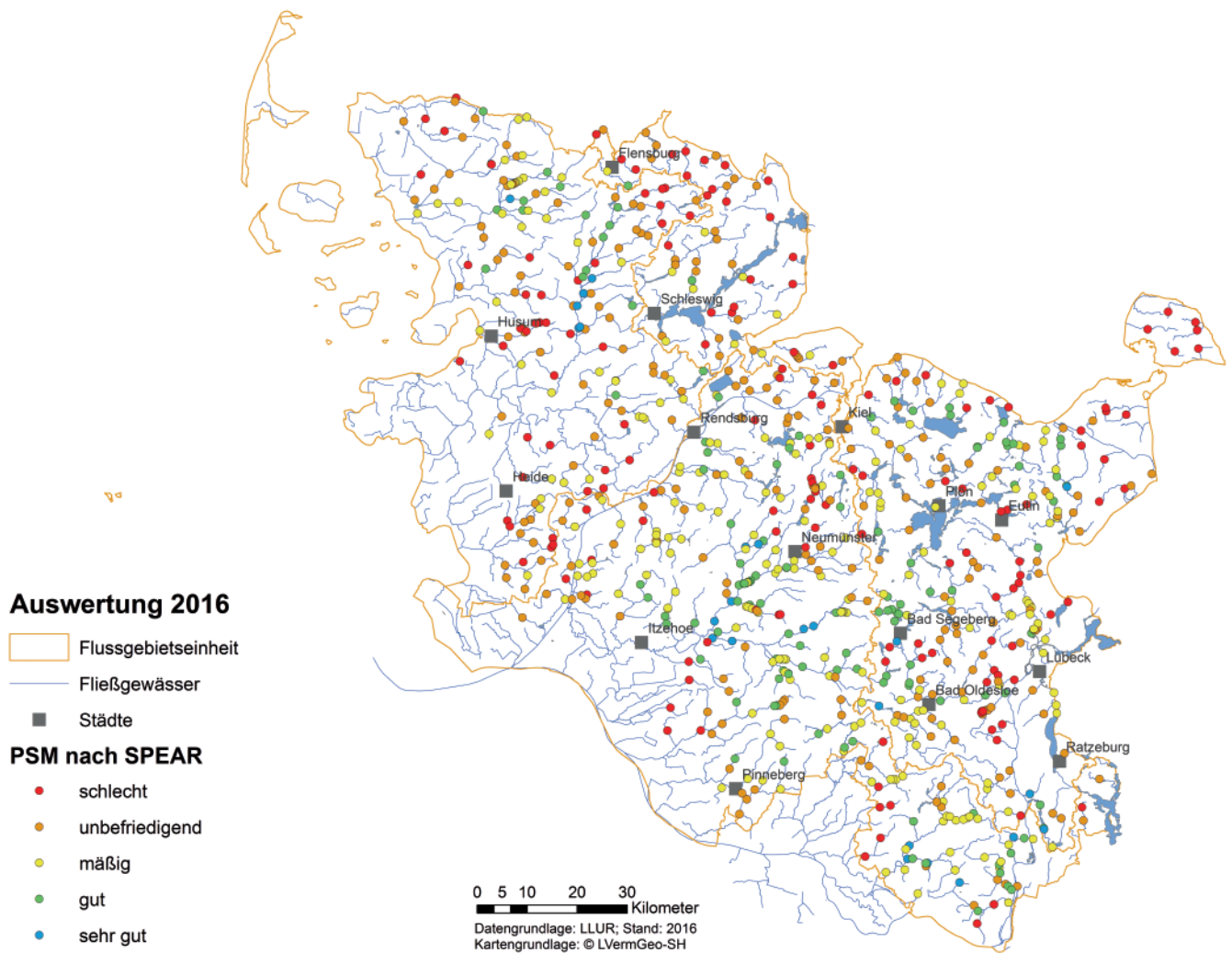
Wirkstoff	Gruppe	Verwendung	Anzahl UQN-Überschreitungen (JD und ZHK) in Wasserkörpern 2011-2016
Flufenacet	PSM	Herbizid	115
Diflufenican	PSM	Herbizid	59
Terbutryn	PSM, Biozid	Herbizid, Schutzmittel	31
Dichlorprop	PSM	Herbizid	19
Nicosulfuron	PSM	Herbizid	18
Metolachlor	PSM	Herbizid	11
Terbutylazin	PSM, Biozid	Herbizid, Schutzmittel	8
Metazachlor	PSM, Biozid	Herbizid	8
Flurtamone	PSM	Herbizid	6
2,4-D	PSM	Herbizid	6
Imidacloprid	PSM, Biozid, Tierarzneistoff	Insektizid	5
Isoproturon	PSM, Biozid	Herbizid, Schutzmittel	4
Cybutryn (Irgarol)	Biozid	Antifoulingmittel	4
Carbendazim	PSM	Fungizid, Metabolit	2
Dimoxystrobin	PSM	Fungizid	2
Diuron	PSM, Biozid	Herbizid, Schutzmittel	1
Fenpropimorph	PSM, Biozid	Fungizid, Holzschutzmittel	1
Metribuzin	PSM	Herbizid	1
Hexazinon	PSM	Herbizid	1
Dimethoat	PSM, Biozid	Akarizid, Insektizid, Metabolit	1

(LLUR Stand August 2017)

Tabelle 3: Übersicht zu den am häufigsten nachgewiesenen Pflanzenschutzmittel- und Biozid-Wirkstoffen in Fließgewässern und Seen in den Jahren 2011-2016

Wirkstoff	Verwendung	Anzahl Fließgewässer und See-Messstellen 2011-2016	Anzahl Untersuchungen 2011-2016	Anzahl Befunde 2011-2016	Prozentanteil Positivbefunde [%]	Maximum [$\mu\text{g/l}$]
Diflufenican*	Herbizid	381	1997	1024	51,3	0,99
Propiconazol*	Fungizid, Holzschutzmittel	381	1990	708	35,6	0,34
Terbuthylazin*	Herbizid, Schutzmittel	380	2005	656	32,7	12
Desethylterbuthylazin	Metabolit	380	2005	565	28,2	0,5
Metazachlor*	Herbizid	380	2005	551	27,5	9,4
Metolachlor*	Herbizid	380	2005	536	26,7	24
Methyldesphenylchloridazon	Metabolit	380	1977	517	26,2	0,83
Triclosan*	Desinfektionsmittel, Schutzmittel	386	2068	499	24,1	0,12
Terbutryn*	Herbizid, Schutzmittel	380	2005	420	21,0	3
Ethofumesat	Herbizid	381	2003	377	18,8	15
Clopyralid	Herbizid	380	1941	368	19,0	2,1
Tebuconazol	Fungizid, Schutzmittel, Holzschutzmittel	380	2005	354	17,7	2,8
Quinmerac	Herbizid	380	1940	347	17,9	4,5
Fluroxypyr	Herbizid	380	1941	328	16,9	3,8
Flufenacet*	Herbizid	380	2005	326	16,3	11
Diethyltoluamid (DEET)	Insektizid, Repellent/ Lockmittel	166	873	319	36,5	0,51
Desphenylchloridazon	Metabolit	380	1908	309	16,2	1,1
Dimethenamid	Herbizid	380	2005	295	14,7	7,4
Bentazon*	Herbizid	380	1940	293	15,1	1,2
Propyzamid	Herbizid	380	2005	290	14,5	4,4
Pendimethalin	Herbizid	381	1991	279	14,0	0,15
Dichlorprop*	Herbizid	380	1941	264	13,6	15
Diuron*	Herbizid, Schutzmittel	380	2005	262	13,1	0,78
AMPA	Metabolit	91	373	240	64,3	0,83
Carbendazim*	Fungizid, Metabolit	380	1977	223	11,3	1,2
Prosulfocarb	Herbizid	380	2005	220	11,0	4
Isoproturon*	Herbizid, Schutzmittel	380	1999	202	10,1	4,1
Irgarol Metabolit M1	Metabolit	323	1762	181	10,3	0,064
Epoxiconazol*	Fungizid	380	2005	148	7,4	0,36
Boscalid	Fungizid	380	1977	147	7,4	0,26
Flurtamone*	Herbizid	380	2005	145	7,2	5
Fenpropimorph*	Fungizid, Holzschutzmittel	240	1178	134	11,4	0,088
Glyphosat	Herbizid	91	373	124	33,2	2,5

Mit * gekennzeichnete Wirkstoffe sind in der OGewV 2016 geregelt. (LLUR Stand August 2017)



Die Untersuchung auf PSM und Biozide wird in der Regel 4-mal im Jahr durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen daher nur stichpunktartig die Belastung der Gewässer mit diesen Wirkstoffen auf. Zudem erlauben der Stichprobenumfang und die Erfassungsmethodik des Monitorings nach WRRL i. d. R. keine belastbare Aussage zu Höchstkonzentrationen und Mischungstoxizitäten sowie zur Saisonalität der Belastung durch PSM.

Da die Probenahme nicht ereignisgesteuert (z. B. nach Starkregenereignissen) in der Vegetationsperiode erfolgt, kann die tatsächliche Höchstkonzentration und auch die Grundbelastung durch PSM nicht sicher abgeschätzt werden. Der Mittelwert aus den Jahresmessungen spiegelt daher nur näherungsweise die ökotoxikologische Belastung der Tiere und Pflanzen im Gewässer durch PSM wider.

Erste Abschätzungen mit Hilfe des SPEAR-Indexes für die Fließgewässer in Schleswig-Holstein (s. Infobox auf Seite 28) deuten auf eine erhebliche

ökotoxikologische Beeinträchtigung der Gewässerbiologie durch PSM hin (s. Abbildung 8).

Ferner werden Gewässer mit einem Einzugsgebiet (EZG) von < 10 km² nicht im operativen Monitoring nach WRRL berücksichtigt. Ein Ziel des Nationalen Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP) ist es daher, den Belastungszustand von Kleingewässern in der Agrarlandschaft zu ermitteln.

In einem vom LLUR durchgeführten Sondermonitoring wurden von April 2015 bis April 2016 drei Kleingewässer über ein Jahr wöchentlich stichprobenartig beprobt und auf ca. 130 PSM-bzw. Biozid-Wirkstoffe und Metabolite untersucht.

Neben Auswertungen bezüglich Umweltqualitätsnormen standen hier auch alternative Bewertungsmethoden, wie der Vergleich mit dem SPEAR-Index, Toxic Units und regulatorisch akzeptablen Konzentrationen im Mittelpunkt.

Abbildung 8: Messstellen in Fließgewässern mit Makrozoobenthos-Untersuchungen, die mit dem SPEAR-Index ausgewertet wurden (LLUR Stand 2016)

Infobox: SPEAR-Index

Die Abkürzung **SPEAR** steht für die englischen Begriffe „**Species at Risk**“. Der SPEAR-Index zeigt die PSM-Belastung von Fließgewässern anhand der Zusammensetzung der wirbellosen Tiere im Gewässer an. Zu den wirbellosen Tieren gehören unter anderem kleine Krebstiere, Wasserschnecken und Wasserinsekten. Der SPEAR-Index für Fließgewässer wurde in Deutschland entwickelt [Liess und von der Ohe 2005].

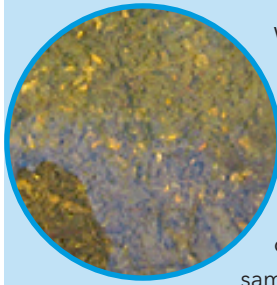
Der SPEAR-Wert einer Messstelle berechnet sich als relative Abundanz empfindlicher Arten:

$$\text{SPEAR} = \frac{\sum_{i=1}^n \log(x_i + 1)y}{\sum_{i=1}^n \log(x_i + 1)}$$

mit n = Anzahl der Taxa, x_i = Abundanz des Taxon i , $y = 1$ wenn Taxon i als empfindlich klassifiziert ist und $y = 0$ wenn Taxon i als unempfindlich klassifiziert ist.

Für die Berechnung werden Monitoringdaten der Makrozoobenthos-Beprobung nach WRRL herangezogen. Die Auswertung erfolgt, wie für die WRRL üblich, nach einer 5-stufigen Skala von „sehr gut“ bis „schlecht“. Je geringer der Anteil sensitive Arten ist, desto niedriger ist der Index und desto schlechter ist die Bewertung. Die grundlegende Idee ist, dass in unbelasteten Gewässern der Anteil empfindlicher Arten hoch ist, d. h. 50 % oder höher. Bei PSM-Belastung mit insektizider Wirkung verringert sich der Anteil empfindlicher Arten und liegt im Extremfall bei 0 %.

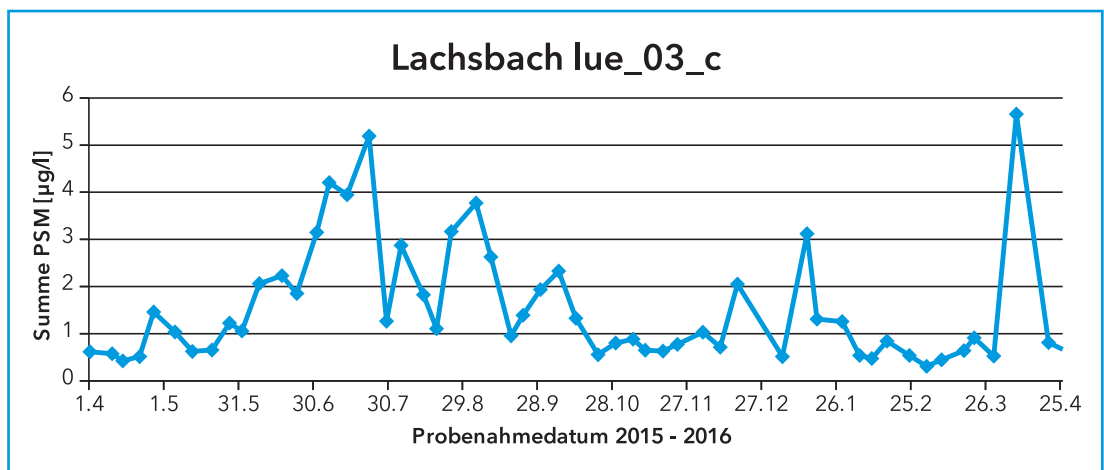
Abbildung 9: Massenhaft abgestorbene Bachflohkrebse auf der Sohle eines Bachs



Wirbellose Tiere, die empfindlich auf PSM reagieren, weisen eine physiologische Sensitivität auf, ihre Entwicklungsgeschwindigkeit wird verlangsamt, ihre Wanderfähigkeit eingeschränkt. Die Habitatnutzung empfindlicher Arten führt zu einer erhöhten Wahrscheinlichkeit einer Exposition durch PSM.

Der SPEAR-Index berücksichtigt, dass bei zunehmender PSM-Belastung der Anteil oder das Vorkommen sensibler Arten abnimmt. PSM-Belastungen im Frühjahr beispielsweise treffen v. a. Arten mit langen Generationszeiten, die sich in dieser Jahreszeit im Wasser entwickeln.

Abbildung 10: Summe der nachgewiesenen Pflanzenschutzmittel und Biozide im Lachsbach während der wöchentlichen Stichprobenahme von April 2015 bis April 2016 im Rahmen eines Sondermonitorings



Die Auswertungen zeigen, dass bei kontinuierlichen Messungen 2015 in den drei Gewässern deutlich mehr PSM und auch in höheren Summenkonzentrationen nachgewiesen wurden als bei Stichprobenmessungen laut WRRL. 4-12-mal jährlich durchgeführte PSM-Messungen können die Gewässerbelastung daher unterschätzen.

Die Höchstkonzentrationen werden zwar in den PSM-Anwendungsmonaten erfasst, aber auch im Winterhalbjahr liegen PSM-Befunde vor (s. Abbildung 10). Je nach Bewertungsmethode stehen unterschiedliche Wirkstoffe mit Überschreitungen im Vordergrund.

6.4 Industrie- und Haushaltschemikalien

Industrie- und Haushaltschemikalien können als Additive (Hilfsstoffe in Produkten, um gewünschte Eigenschaften zu erzielen), Flammschutzmittel, Korrosionsschutz, Komplexbildner (Maskieren von Metallen, beispielsweise in Wasch- und Reinigungsmitteln), Lösungsmittel und Desinfektionsmittel eingesetzt werden oder treten als Verbrennungsprodukte auf. Auch in täglichen Konsumgütern, wie Lebensmitteln und Bedarfsgegenständen, sind Stoffe mit umweltrelevanten Eigenschaften enthalten. Sie können den Gruppen UV-Filter, Moschusduftstoffe, Konservierungsstoffe, Coffein und Nahrungszusatzstoffe, wie künstliche Süßstoffe, zugeordnet werden.

Flammschutzmittel sollen die Ausbreitung von Bränden verlangsamen oder verhindern. Sie werden in elektronischen Geräten und Innenverkleidungen von Fahrzeugen, Polstermöbeln, Teppichen und Dämmmaterialien eingesetzt. Flammschutzmittel werden auch Textilien und Kunststoffprodukten zugesetzt. Zu den Flammschutzmitteln zählen die Kurzkettigen Chlorparaffine bzw. Chloralkane C10 - C13, Polybromierte Diphenylether (BDE), Hexabromcyclododecan (HBCDD) und die Phosphorsäureester (beispielsweise TCPP, TiBP, TBEP, TnBP, TPP). Derzeit stammen 25 % aller Flammschutzmittel aus der Gruppe der halogenierten Flammschutzmittel (bromiert und chloriert) und 20 % aus den sogenannten Organophosphat-Flammschutzmitteln (aromatische und aliphatische Ester der Phosphorsäure) [BAYERISCHES LANDESAMT FÜR GESUNDHEIT UND LEBENSMITTELSICHERHEIT 2015].

Die **Kurzkettigen Chlorparaffine (Chloralkane)** bestehen aus 10 bis 13 zu einer Kette verknüpften Kohlenstoffatomen mit unterschiedlichen Chlorgehalten und sind als prioritäre Stoffgruppe in der OGewV 2016 mit einer JD-UQN von 0,4 µg/l und einer ZHK-UQN von 1,4 µg/l geregelt und werden zur Bewertung des chemischen Zustands herangezogen. Die Eintragswege in Oberflächengewässer sind diffus oder können über Abwasser und durch Ferntransport über den Luftweg erfolgen [UBA 2002]. Im Jahr 2013 wurden 16 Überblicksmessstellen in Fließgewässern auf Chlorparaffine untersucht und diese nicht nachgewiesen. Chlorparaffine stellen somit kein Problem in Schleswig-Holstein dar.

Polybromierte Diphenylether (BDE) bestehen aus einer Vielzahl strukturähnlicher Einzelstoffe unterschiedlichen Bromierungsgrades (Kongeneren), jedoch sind nur drei dieser Stoffe von wirtschaftlicher Bedeutung: PentaBDE, OctaBDE und DecaBDE. PentaBDE wird in flexiblen Polyurethanschäumen eingesetzt (Automobilinnenteile, Polstermöbel und Matratzen und Verpackungsmaterial). OctaBDE wird für bestimmte Polymere verwendet. DecaBDE ist in Textilien enthalten, auch in Vorhängen und Möbeln sowie in vielen Kunststoffen, wie Gehäusen von Elektro- und Elektronikgeräten eingearbeitet.

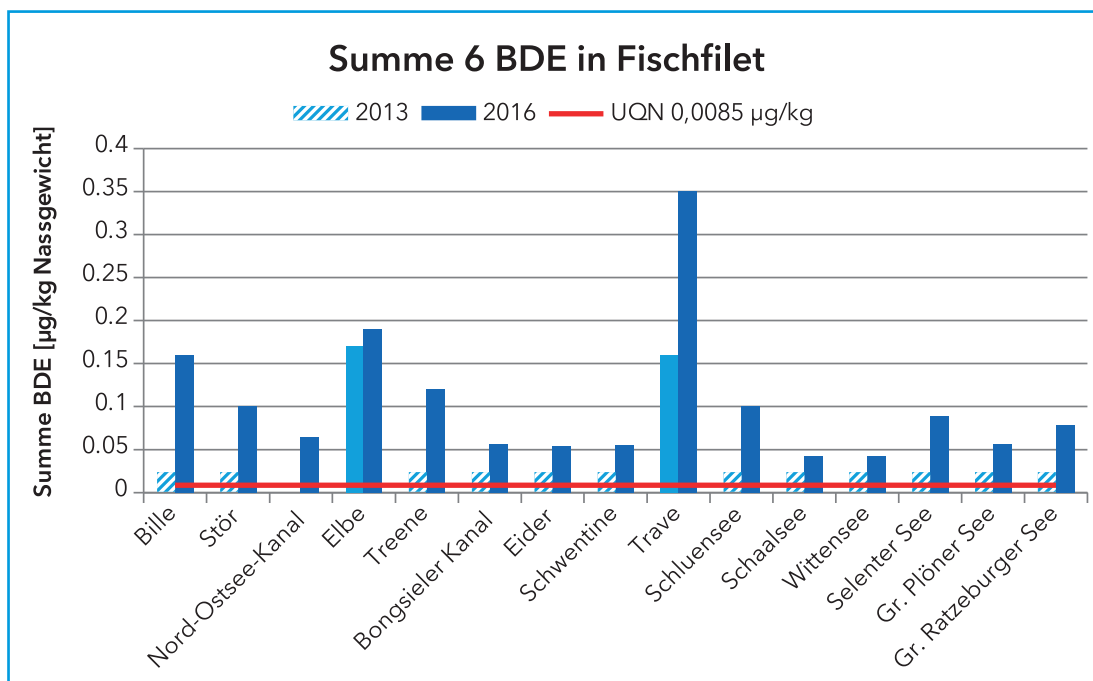


BDE sind als sogenannte additive Flammschutzmittel nicht chemisch in die Polymermatrix der Kunststoffe eingebunden und können auch durch Ausdunsten oder durch Partikelabrieb aus dem Material entweichen. Beim Verbrennen von BDE können giftige bromierte Dibenzodioxine und -furane entstehen. Wegen rückläufiger Anwendung in Europa seit Mitte der 1990er-Jahre sind die Umweltkonzentrationen dieser Stoffe rückläufig [UBA 2002].

Probenahme

BDE werden in der OGewV 2016 als ubiquitäre und prioritäre Stoffe zur Bewertung des chemischen Zustands herangezogen. Die Biota-UQN von 0,0085 µg/kg und die ZHK-UQN von 0,14 bzw. 0,014 µg/l beziehen sich auf die Summe der Konzentrationen der Kongeneren der Nummern BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153 und BDE-154. In der OGewV 2011 waren sie nur mit einer JD-UQN geregelt.

Abbildung 11:
Summe 6 BDE
in Fischfilet 2013
und 2016 in
9 Fließgewässern
und 6 Seen (LLUR
Stand September
2017). Bei schraffierten Balken liegen alle Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze (dargestellt als ½ BG).



In den Jahren 2011 bis 2014 wurden die 6 BDE an 24 Messstellen in der Wasserphase untersucht und nur BDE-153 einmal mit 0,00007 µg/l in der Eider nachgewiesen. Die ZHK-UQN wird somit eingehalten.

Biota-Untersuchungen auf BDE fanden 2013 und 2016 statt, wobei 2013 die Bestimmungsgrenze noch über der UQN lag, so dass keine Bewertung stattfinden konnte. Allein in Elbe und Trave lagen Positivbefunde vor. In 2016 lag die Bestimmungsgrenze hingegen unterhalb der UQN. Hier überschreitet die Summe der 6 BDE nun die sehr niedrige Biota-UQN von 0,0085 µg/kg an allen Messstellen in Fließgewässern und Seen (s. Abbildung 11).

Hexabromcyclododecan (HBCDD) ist wie die BDE ein additives Flammschutzmittel. Es ist in Dämmplatten, als Zusatzstoff in Beton und in elektrischen und elektronischen Produkten sowie in Textilien und Polstermöbeln eingesetzt worden. Für den Einsatz als Flammschutzmittel gibt es seit Mai 2013 mit einjähriger Übergangsphase ein weltweites Herstellungs- und Anwendungsverbot (Stockholmer Übereinkommen über persistente organische Schadstoffe). Für die Verwendung von Dämmplatten in Gebäuden hat die EU eine Zulassung erteilt, wobei der Überprüfungszeitraum am 21. August 2017 ausläuft. In Deutschland gelten HBCDD-haltige Polystyrol-Dämmstoffe seit 1. Oktober 2016 als gefährlicher Abfall und dürfen nicht mehr in Müllverbrennungsanlagen ohne entsprechende Genehmigung entsorgt werden [UBA 2016b].

HBCDD wurde in der OGewV 2016 als ubiquitärer und prioritärer Stoff neu geregelt und wird zur Bewertung des chemischen Zustands herangezogen. Es wurde 2013 an 14 Fließgewässersmessstellen überblicksmäßig untersucht und im Wasser nie nachgewiesen (< 0,0005 µg/l). Die JD- (0,0016 bzw. 0,0008 µg/l) und ZHK-UQN (0,5 bzw. 0,05 µg/l) werden somit eingehalten. Auch in Fischfilet konnte HBCDD bei Untersuchungen 2013 und 2016 nur in der Elbe mit bis zu 0,35 µg/kg nachgewiesen werden. Die Biota-UQN von 167 µg/kg wird deutlich in Fließgewässern und Seen unterschritten. HBCDD stellt somit kein Problem für Schleswig-Holsteinische Gewässer dar.

Für Flammschutzmittel aus der Gruppe der Phosphorsäureester sind keine UQN geregelt. Zum Teil wurden diese in den Jahren 2011 bis 2014 an 16 Fließgewässersmessstellen untersucht. Vor allem TCPP (Tris(2-chlorisopropyl)phosphat), welches in Kunststoffen verwendet wird, wurde in 41 % der Proben nachgewiesen. Der höchste Einzelwert lag bei 0,87 µg/l in der Bille. Die anderen Verbindungen wurden fast nie nachgewiesen. Seen wurden nicht auf diese Stoffgruppe untersucht.

Zu den wichtigsten **Organozinnverbindungen** gehören Dibutylzinn, Tributylzinn und Triphenylzinn. Tributylzinn (TBT) ist die hauptsächliche biozidwirkende Komponente und hat in der Vergangenheit eine weit verbreitete Anwendung als Unterwasseranstrich/Antifoulingmittel bei

Schiffen gefunden. Dadurch soll beispielsweise das dauerhafte Festsetzen von Muscheln am Schiffsrumpf durch Vergiften der anhaftenden Organismen weitgehend verhindert werden. Durch den Verzehr von Fischen und Meeresfrüchten kann Organozinn in den menschlichen Körper gelangen. Weitere Einsatzgebiete für Organozinnverbindungen sind Holz- und Materialschutz, Dämmstoffe, Dichtmassen, Desinfektionsmittel (Fraßschutz vor Ungeziefer), Pflanzenschutzmittel, Additiv (Lichtschutz) in Kunststoffen, Biozidausrüstung in Textilien (u. a. Sportbekleidung, Regenbekleidung). In der EU sind auf diese Weise 19.000 t/Jahr zum Einsatz gekommen [UBA 2017b].

In der OGewV 2016 ist **Triphenylzinn-Kation** mit einer Sediment-UQN von 0,02 mg/kg bzw. einer Wasser-UQN von 0,0005 µg/l geregelt und wird zur Bewertung des ökologischen Zustands/Potentials herangezogen. In der Wasserphase wurde Triphenylzinn in den Jahren 2011 bis 2016 an 17 Fließgewässer-Messstellen untersucht. Es wurde nur 2014 einmal an der Elbe (0,0056 µg/l) und 2-mal an der Stör (max. 0,0004 µg/l) nachgewiesen. Eine Wasser-UQN-Überschreitung lag im Jahresdurchschnitt mit 0,0007 µg/l an der Elbe vor. Insgesamt wurden in den Jahren 2011 bis 2016 237 Fließgewässer-Sedimente auf Triphenylzinn-Kation untersucht und dies in etwa 5 % der Proben nachgewiesen. Der höchste Gehalt lag mit 0,004 mg/kg im Vitzdorfer Graben auf Fehmarn vor, die UQN wurde nie überschritten.

Bezüglich der Wasserphase wurden bei Seen nur der Große Plöner See 2011 bis 2016 und der Behlendorfer See in 2016 beprobt und Triphenylzinn-Kation nur einmal im Großen Plöner See nachgewiesen. In den genannten Jahren wurden zudem Sedimente aus 47 Seen auf Triphenylzinn-Kation untersucht und in 30 % der Proben nachgewiesen. Die UQN wurde nie überschritten, der höchste Gehalt wurde mit 0,012 mg/kg im Behlendorfer See gemessen.

TBT-Kation ist als ubiquitärer und prioritärer Stoff in der OGewV 2016 mit einer JD-UQN von 0,0002 µg/l und einer ZHK-UQN von 0,0015 µg/l geregelt und wird zur Bewertung des chemischen Zustands herangezogen. In den Jahren 2011 bis 2016 wurde TBT an 17 Fließgewässer-Messstellen untersucht und in 40 % der Proben nachgewiesen. Die ZHK-UQN wurde im Jahr 2013 3-mal an der Elbe überschritten. Die JD-

UQN wurde in den Jahren 2013 bis 2016 regelmäßig an der Elbe überschritten. Auch an der Stör wurde die JD-UQN in den Jahren 2014 bis 2016 regelmäßig überschritten.

In Seen wurde TBT-Kation nur im Großen Plöner See 2011 bis 2016 und im Behlendorfer See in 2016 untersucht. Es konnte nur einmal im Großen Plöner See nachgewiesen werden. Eine Überprüfung der UQN-Überschreitung kann aufgrund einer zu geringen Datenlage nicht stattfinden.



Poly- und Perfluorierte Chemikalien (PFC) gehören zur Gruppe der Fluorkohlenwasserstoffe. Sie sind sehr stabil und besitzen einen hydrophilen und einen hydrophoben Teil. PFC haben keinen natürlichen Ursprung und finden aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften (wasser-, fett- und schmutzabweisend) in vielen Bereichen und Verbraucherprodukten Verwendung. Beispiele hierfür sind Outdoorbekleidung, Lebensmittelverpackungen, Hilfsmittel bei der Herstellung von Polytetrafluorethylen (PTFE) und Feuerlöschschäume. Die bekanntesten Vertreter dieser Stoffgruppe sind die Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) und die Perfluoroktansäure (PFOA). Seit 2016 ist PFOS als prioritärer Stoff in der OGewV mit einer Biota-, JD- und ZHK-UQN geregelt.

PFOS wurde in den Jahren 2013 bis 2016 an den 15 Überblicksmessstellen in der Wasserphase untersucht. Der Analysenaufwand ist aufgrund der sehr geringen UQN für PFOS sehr hoch. PFOS wurde an den Überblicksmess-

Probenahme von Schwebstoffen mit der Zentrifuge aus Fließgewässern

stellen der Fließ- und Übergangsgewässer des Landes mit im Mittel sehr geringen Konzentrationen bis zu 5,2 ng/l im Wasser nachgewiesen (s. Tabelle 4). Alle Mittelwerte überschreiten die JD-UQN von 0,65 ng/l bzw. 0,13 ng/l für Übergangsgewässer. Die Überschreitungen der niedrigen UQN für PFOS weisen auf eine flächendeckende Belastung von Fließgewässern durch diese Substanz hin. Die ZHK-UQN von 36 bzw. 7,2 µg/l wurden jedoch nie überschritten. 2016 wurden zudem der Große Segeberger See und der Große Plöner See stichprobenartig auf PFOS untersucht. Hier lagen die Gehalte zwischen 0,24 und 0,44 ng/l.

Zudem wurde PFOS 2013 und 2016 auch in Biota (Fischfilet) in 8 bzw. 9 Fließgewässern und 6 Seen überblicksweise untersucht. Es konnte in 7 Fließgewässern und einem See nachgewiesen

werden. Die Biota-UQN wurde im Jahr 2016 mit 14 µg/kg an der Stör und mit 11 µg/kg an der Trave überschritten (s. Abbildung 12). Beim Vergleich der Wasser- und Biota-Daten fällt auf, dass es zu unterschiedlichen Beurteilungen des chemischen Zustands in den Gewässern kommen kann (Wasser-UQN überschritten, Biota-UQN eingehalten).

Zu den **Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK)** zählen rund 10.000 verschiedene Stoffe. Sie bestehen aus mehrgliedrigen „aromatischen“ Ringen von Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen. PAK entstehen bei jeder Verbrennung von organischer Materie, vor allem durch fossile Brennstoffe. Produkte wie Kraftstoffe und Asphalt fördern die ubiquitäre Verbreitung, so dass man PAK auch im Niederschlagswasser findet [SCHULZ 1995].

Tabelle 4: Jahresmittelwerte für PFOS an 15 Überblicksmesstellen der Jahre 2013 bis 2016

Gewässer	Jahr	Mittelwert [ng/l]	JD-UQN [ng/l]
Bille am Pegel Sachsenwaldau	2013	1,57	0,65
Stör bei Heiligenstedten	2013	2,55	0,65
Stör bei Heiligenstedten	2014	1,03	0,65
Stör bei Heiligenstedten	2015	< 10	0,65
Stör bei Heiligenstedten	2016	0,90	0,65
Osterau bei Baß	2013	1,34	0,65
Elbe bei Brunsbüttel	2014	3,04	0,13
Elbe bei Brunsbüttel	2015	< 10	0,13
Elbe bei Brunsbüttel	2016	2,14	0,13
Eider bei Schleuse Nordfeld	2013	5,22	0,65
Treene bei Friedrichstadt	2013	3,61	0,65
Treene bei Friedrichstadt	2016	0,94	0,65
Bongsieler Kanal	2013	2,07	0,65
Füsinger Au	2013	1,30	0,65
Schwentine an der Mündung	2013	1,66	0,65
Schwartau	2013	1,73	0,65
Kremper Au im Löhrsdorfer Holz	2013	1,18	0,65
Trave in Lübeck-Moisling	2013	1,55	0,65
Trave in Lübeck-Moisling	2016	0,85	0,65
Trave bei Bad Segeberg	2013	1,88	0,65
Kossau bei Scholenfurt	2013	1,36	0,65
Lachsau im Wald	2013	3,57	0,65

(LLUR Stand September 2017)

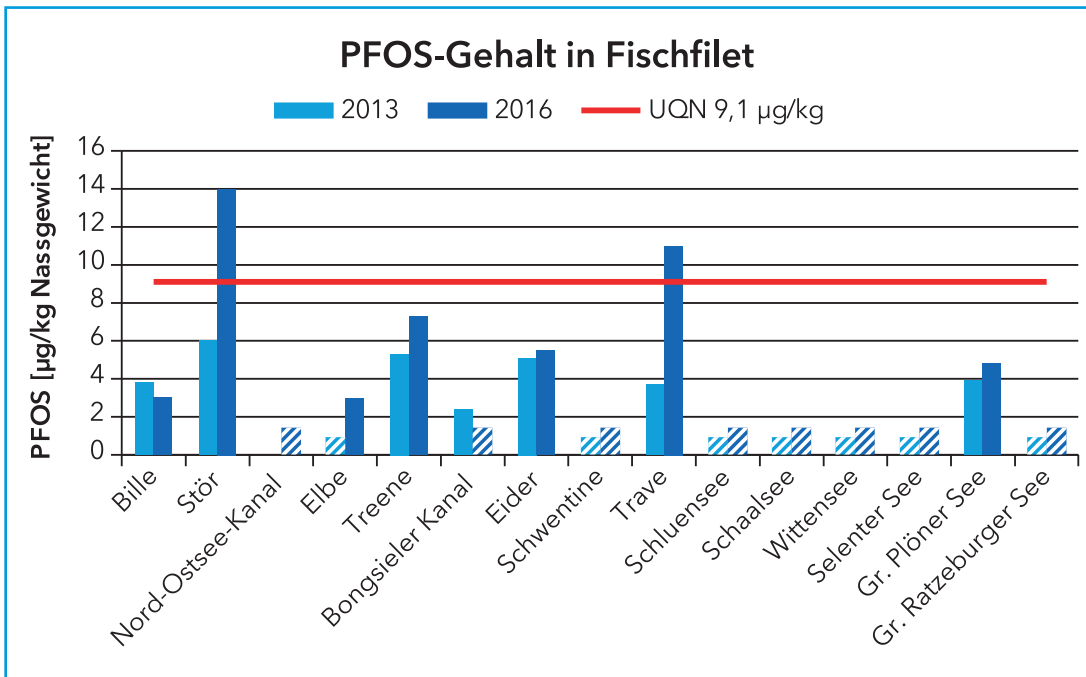


Abbildung 12: PFOS-Gehalt in Fischfilet 2013 und 2016 in 9 Fließgewässern und 6 Seen (LLUR Stand September 2017). Bei schraffierten Balken liegen alle Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze (dargestellt als ½ BG).

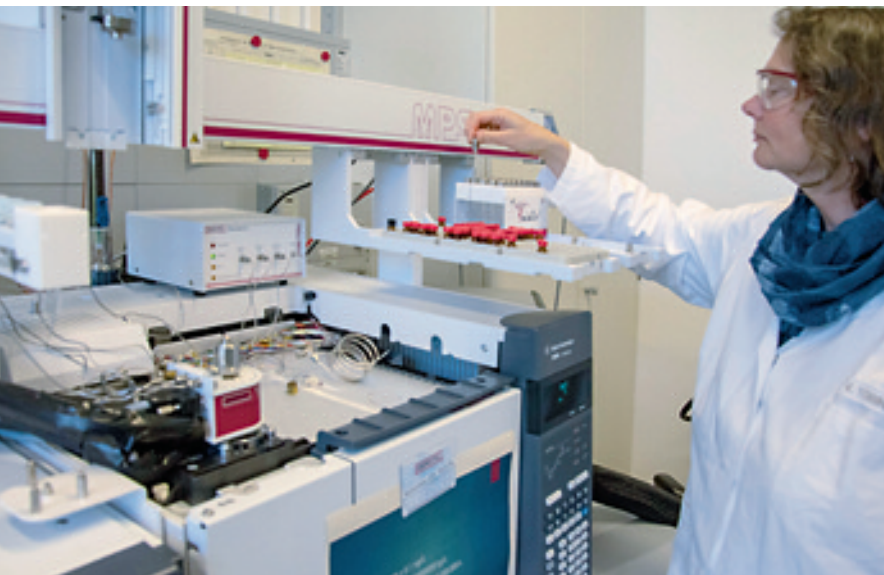
Ihre niedrige Wasserlöslichkeit führt zur Anreicherung in Klärschlamm, Gewässersedimenten und Böden. PAK gelten als krebserregend, mutagen sowie reproduktionstoxisch. Sie bleiben in der Umwelt stabil und sind aufgrund ihrer schlechten Wasser- und guten Fettlöslichkeit bioakkumulierend und wirken daher über längere Zeit toxisch. Benzo[a]pyren gilt als analytischer Leitparameter. Um PAK analytisch zu erfassen, werden 16 repräsentative Stoffe bestimmt, die von der EPA (US-Environmental Protection Agency) als Leitwerte eingestuft wurden [DWA-Regelwerk 2017].

In der OGewV 2016 sind stellvertretend 8 Verbindungen geregelt, die zur Bewertung des chemischen Zustands herangezogen werden. Anthracen hat eine JD- sowie ZHK-UQN von 0,1 µg/l,

die im Wasser nicht überschritten werden darf. Fluoranthren ist mit einer Biota-UQN von 30 µg/kg Nassgewicht in Muscheln, sowie mit einer JD-UQN von 0,0063 µg/l und einer ZHK-UQN von 0,12 µg/l im Wasser geregelt. Naphthalin wird mit einer JD-UQN von 2 µg/l und einer ZHK-UQN von 130 µg/l verglichen. Benzo[a]pyren steht stellvertretend für eine Gruppe von PAK (Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthren, Benzo[k]fluoranthren, Benzo[g,h,i]perylen und Indeno[1,2,3-cd]pyren) und wird anhand einer Biota-UQN von 5 µg/kg Nassgewicht in Muscheln, einer JD-UQN von 0,00017 µg/l sowie einer ZHK-UQN von 0,27 bzw. 0,027 µg/l (Übergangs- und Küstengewässer) geregelt. Phenanthren ist mit einer JD-UQN von 0,5 µg/l geregelt und wird zur Einstufung des ökologischen Zustands bzw. Potentials verwendet.

Elbe bei Geesthacht





Analytik von Spurenstoffen mittels Thermodesorption und Gaschromatographie im Landeslabor

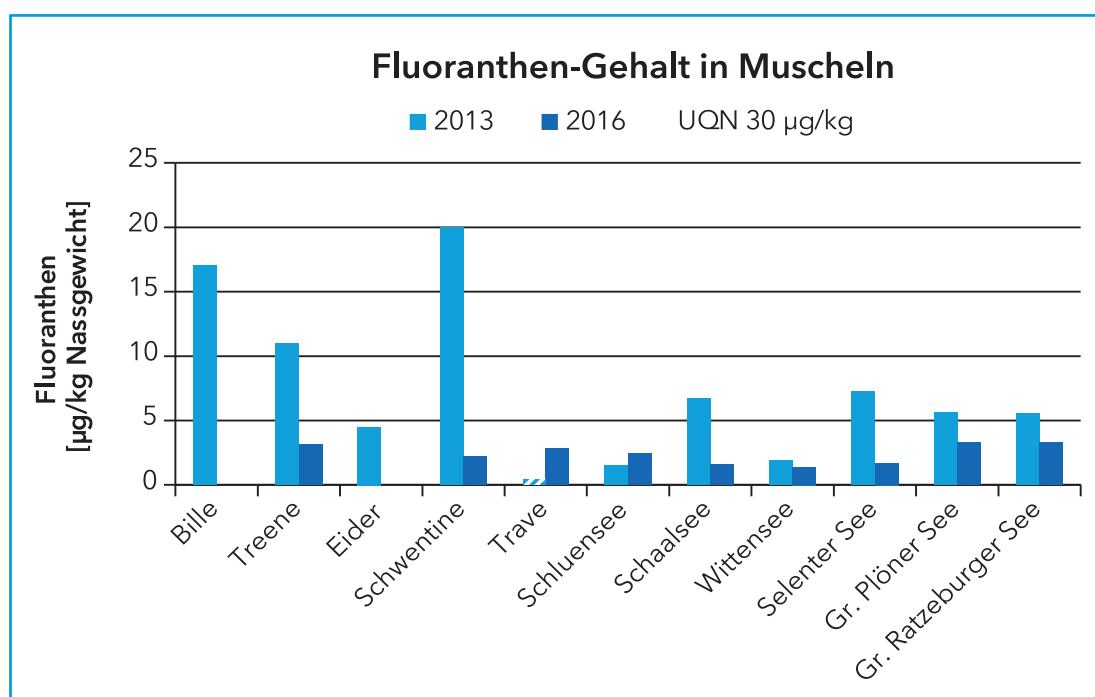
Anthracen wurde in den Jahren 2011 bis 2016 an 16 Fließgewässermessstellen untersucht und in 28 % der Proben nachgewiesen. Die JD- sowie ZHK-UQN wurden nie überschritten. In 2007 wurden 5 Seen auf Anthracen untersucht, dieses aber nie nachgewiesen.

Die Biota-UQN für Fluoranthen wurde 2013 in Muscheln aus 5 Fließgewässern und 6 Seen sowie 2016 in Muscheln aus 3 Fließgewässern und 6 Seen überprüft und an allen Messstellen eingehalten (s. Abbildung 13). In der Wasserphase wurde Fluoranthen im Jahr 2007 in 5 Seen untersucht, aber nie nachgewiesen. In den Jahren 2011 bis 2016 wurden 16 Fließgewässer auf

Fluoranthen in der Wasserphase untersucht und in 33 % der Proben nachgewiesen. Die JD-UQN wurde 8-mal an der Elbe, Stör und Eider überschritten. Die ZHK-UQN wurde nie überschritten.

Die Biota-UQN für Benzo[a]pyren wurde 2013 in Muscheln aus 5 Fließgewässern und 6 Seen sowie 2016 in Muscheln aus 3 Fließgewässern und 6 Seen überprüft (s. Abbildung 14). An der Bille wurde 2013 die UQN überschritten. In 2016 wurden an der Bille keine Muscheln für eine Probenahme gefunden. An den weiteren untersuchten Messstellen konnte in 2016 nie Benzo[a]pyren bei einer Bestimmungsgrenze von 1 µg/kg nachgewiesen werden. In der Wasserphase wurde Benzo[a]pyren im Jahr 2007 in 5 Seen untersucht, aber nie nachgewiesen. In den Jahren 2011 bis 2016 wurden 16 Fließgewässer auf Benzo[a]pyren in der Wasserphase untersucht und in 40 % der Proben nachgewiesen. Die JD-UQN wurde 17-mal (max. 0,016 µg/l) an 11 Gewässern überschritten. Die ZHK-UQN wurde 3-mal mit bis zu 0,037 µg/l an der Elbe überschritten. Bei Betrachtung der Wasserwerte liegt vermutlich ein flächendeckendes Problem für die Einhaltung der JD-UQN vor, diese wird jedoch nur zur Bewertung herangezogen, wenn keine Biota-Untersuchungen für das Gewässer vorliegen. Teilweise sind die Bewertungsergebnisse der Biota- und Wasser-Untersuchungen widersprüchlich. Es sollten daher weitere Untersuchungen durchgeführt werden, um die Aussagen zu verifizieren.

Abbildung 13: Fluoranthen-Gehalt in Muscheln 2013 und 2016 in 5 Fließgewässern und 6 Seen (LLUR Stand September 2017). Bei schraffierten Balken liegen alle Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze (dargestellt als ½ BG).



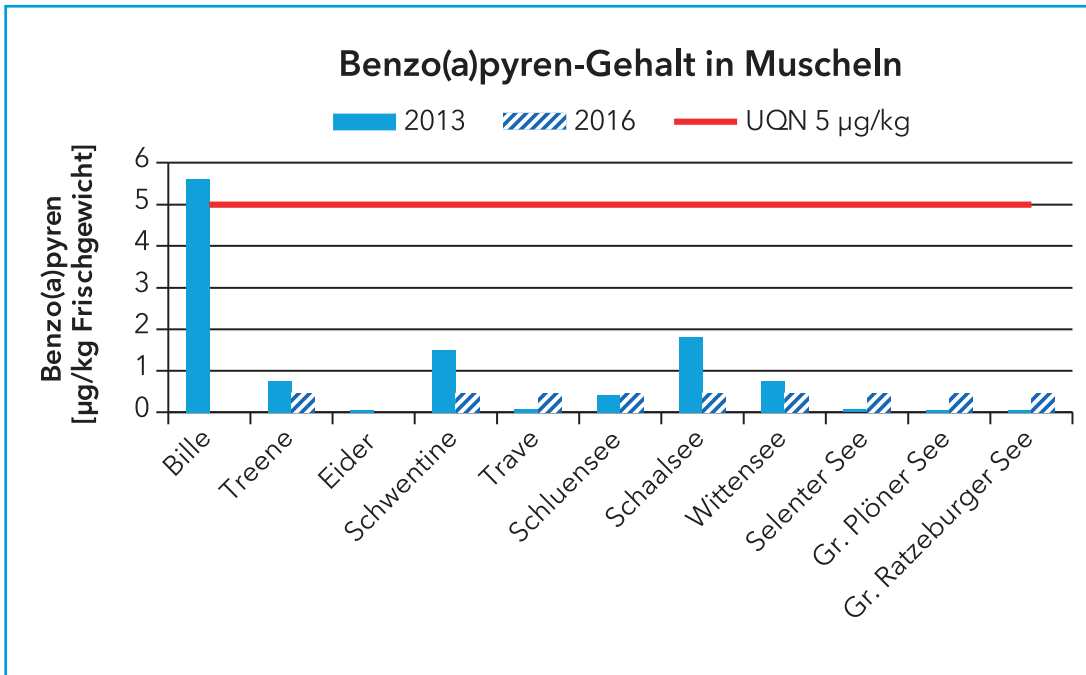


Abbildung 14: Benzo[a]pyren-Gehalt in Muscheln 2013 und 2016 in 5 Fließgewässern und 6 Seen (LLUR Stand September 2017). Bei schraffierten Balken liegen alle Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze (dargestellt als ½ BG).

Auch Benzo[b]fluoranthren, Benzo[k]fluoranthren, Benzo[g,h,i]perylen und Indeno[1,2,3-cd]pyren wurden in den Jahren 2011 bis 2016 an 16 Fließgewässermessstellen im Wasser untersucht. Die ZHK-UQN wurden jeweils an der Elbe und teilweise an der Stör überschritten. In Seen wurden diese PAK 2007 nie nachgewiesen.

Auch Naphthalin wurde 2007 nie in Seen nachgewiesen. In den Jahren 2011 bis 2016 wurden 16 Fließgewässer auf Naphthalin in der Wasserphase untersucht und in 28 % der Proben nachgewiesen. Die JD-UQN und die ZHK-UQN wurden nie überschritten.

Phenanthren wurde in den Jahren 2011 bis 2016 an 16 Fließgewässermessstellen untersucht und in 32 % der Proben nachgewiesen. Die JD-UQN von 0,5 µg/l wurde jedoch nicht überschritten. In Seen wurde Phenanthren nicht untersucht.

Polychlorierte Biphenyle (PCB) gehören zu den schwerflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen. Insgesamt gibt es 209 unterschiedliche Substanzen. Sie wurden ab 1929 hergestellt und dienen

- in geschlossenen Anwendungen als Kühlmittel (Wärmeübertragungsflüssigkeit), als Isoliermittel (Transformatoröle) und als Hydraulikflüssigkeit in der Maschinenindustrie,

- in offenen Anwendungen als Weichmacher und Brandverzögerer für Lacke, Farben, Beschichtungen, Klebstoffe, Dichtungsmassen, Kunststoffe, Kabelisolierungen und Verpackungsmittel.

PCBs sind extrem schwer abbaubar und haben sich über die Atmosphäre weltweit verteilt (ubiquitär). Wegen ihrer Persistenz unterliegen sie der „Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants“ (POPs). In Deutschland wurde die Verwendung 1989 verboten. Nach der EG-Verordnung Nr. 850/2004 vom 29. April 2004 über persistente organische Schadstoffe (sogenannte POP-Verordnung) zählen PCBs zu den Stoffen, deren Herstellung, Inverkehrbringen und Verwendung auch als Bestandteil von Artikeln verboten sind.

PCBs aus elektrotechnischen Anwendungen sind in Deutschland bereits nahezu vollständig entsorgt worden. PCB-haltige Dichtungsmassen und Anstriche können weiterhin anfallen, wenn Bauwerke rückgebaut oder abgerissen werden [UBA 2017a].

PCBs werden zum einen durch ständige Immissionen (Einträge) aus der Luft in Oberflächengewässer eingetragen. Auch sind Einträge aus dem Altlastenbereich, beispielsweise aus schlecht abgedichteten Deponien denkbar. Aufgrund ihrer hohen adsorptiven Eigenschaft reichern sich PCBs in Gewässersedimenten und Böden an.

In der OGewV 2016 sind 6 Vertreter der Gruppe der PCB (28, 52, 101, 138, 153, 180) jeweils mit einer UQN von 0,02 mg/kg im Sediment bzw. Schwebstoff geregelt. Zusätzlich kann eine jeweilige Wasser-JD-UQN von je 0,0005 µg/l angewendet werden, falls eine Erhebung von Schwebstoff- oder Sedimentdaten nicht möglich ist.

In den Jahren 2011 bis 2016 wurden 238 Messstellen in Fließgewässern auf PCB im Sediment bzw. Schwebstoff untersucht. Dabei kam es zu UQN-Überschreitungen an der Pinnau und Krückau. Außerdem wurden 65 Seen-Messstellen auf PCB im Sediment untersucht. Hier gab es UQN-Überschreitungen im Ahrensee, im Bordscholmer See und im Suhrer See.

Weichmacher gehören mit zu den meist verkauften Chemikalien. Sie werden unter anderem in Kabeln und Verpackungsfolien eingesetzt und bewirken, dass die Kunststoffe im Gebrauch weicher und elastischer sind. In der Vergangenheit sind Weichmacher auch in Kinderspielzeug eingesetzt worden. Weich-PVC kann bis zu einem Drittel aus Weichmachern bestehen. Die am häufigsten eingesetzten Weichmacher sind Phthalate. Die bedeutendsten Verbindungen sind DIDP (Di-isodecyl-phthalat), DINP (Di-isononyl-phthalat), DEHP (Di(2-ethylhexyl)phthalat), DBP (Dibutylphthalat) und BBP (Benzylbutylphthalat). DEHP war lange Zeit das am häufigsten verwendete Phthalat. Wegen fortpflanzungsgefährdender Eigenschaften und der diesbezüglichen öffentlichen Diskussion ersetzte die Industrie in den vergangenen Jahren DEHP teilweise durch DINP und DIDP [UBA 2007].

Die Freisetzung von Phthalaten durch Auswaschung oder Abrieb erfolgt überwiegend bei Reinigungsarbeiten, beispielsweise aus dem Unterbodenschutz von Autos, aus Dachfolien, beim Reinigen von PVC-Böden, beim Waschen von PVC-bedruckten Textilien, da die Stoffe chemisch nicht fest an das Weich-PVC gebunden sind. Dabei gelangen Phthalate in das Abwasser. In den Kläranlagen lagern sie sich überwiegend am Klärschlamm an, der danach auf landwirtschaftliche Flächen aufgebracht wird. Die Phthalate wurden vereinzelt im Grundwasser nachgewiesen [UBA 2007].

In der OGewV 2016 ist DEHP als prioritärer Stoff mit einer JD-UQN von 1,3 µg/l geregelt und wird zur Bewertung des chemischen Zustands herangezogen. Es wurde im Jahr 2013 an den 16 Überblicksmessstellen untersucht und in 7 % der Proben nachgewiesen. An der Elbe bei Brunsbüttel und Stör, Heiligenstedten fanden auch in den Jahren 2011 bis 2014 Untersuchungen statt. Es kam zu keinen UQN-Überschreitungen. In Seen wurde DEHP in dieser Zeit nicht untersucht.

In Kosmetika sind **Duft- und Farbstoffe sowie Konservierungsmittel** relevante Stoffe für Gewässer. Moschusverbindungen dienen beispielsweise als Duftstoffe. Das synthetische **Moschus-Xylol** ist in Kosmetika und auch in Duschgels und Haarwaschmitteln eingesetzt worden, aber auch in Hautcremes, Waschmittel oder Weichspüler. Gemäß Europäischer Chemikalienagentur ist Moschus-Xylol besonders besorgniserregend, sehr persistent und bioakkumulativ und seit August 2014 in der EU nicht mehr zulässig [ECHA 2017]. Es wurde in den Jahren 2011 bis 2014 an 24 Fließgewässer-Messstellen untersucht und nie nachgewiesen. In Seen wurde es in dieser Zeit nicht untersucht.

Triclosan ist bakterienhemmend und wird in Kosmetika und Deodorants, in antiseptischen Seifen und Flüssigseifen und als Konservierungsmittel eingesetzt, sowie als Desinfektionsmittel in Arzt- und Zahnarztpraxen und in Krankenhäusern. Auch Matratzen, Sport- und Funktionstextilien werden mit Triclosan behandelt [KRAUTTER 2004].

Triclosan ist in der OGewV 2016 mit einer JD-UQN von 0,02 µg/l (0,002 µg/l für Übergangs- und Küstengewässer) und einer ZHK-UQN von 0,2 µg/l (bzw. 0,02 µg/l) geregelt und wird zur Bewertung des ökologischen Zustands/Potentials herangezogen. Insgesamt wurden in den Jahren 2011 bis 2016 386 Fließgewässermessstellen auf Triclosan untersucht und der Wirkstoff in 24 % der Proben nachgewiesen. Die ZHK-UQN wurde nie überschritten, die JD-UQN wurde insgesamt 8-mal an 7 Gewässern überschritten. Seen wurden bisher nicht auf Triclosan untersucht.

6.5 Human-Arzneistoffe

Zu den Arzneimitteln gehören unter anderem **Analgetika (Schmerzmittel), Antibiotika, Antidiabetika, Antidepressiva, Antiepileptika, Anti-phlogistika (Entzündungshemmer), Betablocker, Lipidsenker und Röntgenkontrastmittel.**

In Deutschland geht man von einer Jahresverbrauchsmenge von etwa 7.000 t Arzneistoffen aus. Etwa drei Viertel dieser Menge besteht aus Analgetika (37 %), Antidiabetika (19 %), Antibiotika (8 %), Röntgenkontrastmittel (5 %) und Antiepileptika (3,5 %) [UBA 2011].

Human-Arzneistoffe und ihre Abbauprodukte gelangen über das kommunale Abwasser in die Kläranlagen. Wegen oft nur unvollständigem Abbau werden sie dann in die Fließgewässer weitergegeben. Die ökotoxikologischen Folgen einer andauernden und zunehmenden Belastung der Gewässer mit Arzneimittelresten sind noch weitgehend unerforscht [UBA 2011].

In einem seit 2017 laufenden Projekt „PrioSH“ der FH Lübeck und dem MELUND wird die Reinigungsleistung verschiedener Kläranlagentypen in Schleswig-Holstein untersucht. Dabei wird auch die Abbauleistung für ausgewählte Arzneistoffe bestimmt. Ergebnisse liegen derzeit noch nicht vor. Das MELUND hat zusammen mit der Ärztekammer, der Apothekerkammer und der



Tierärztekammer Schleswig-Holstein einen Flyer [MELUR 2017a] sowie ein Plakat [MELUR 2017b] zur richtigen Entsorgung von Arzneimitteln in den einzelnen Kreisen Schleswig-Holsteins vorgestellt.

Plakat zur richtigen Entsorgung von Arzneimitteln in Schleswig-Holstein

In der Oberflächengewässerverordnung 2016 sind keine Umweltqualitätsnormen für Arzneistoffe geregelt, daher gibt es auch keine Bewertungsgrundlage. Diclofenac, die Hormone 17α -Ethinylestradiol, 17β -Estradiol und Estron sowie die Antibiotika Erythromycin, Clarithromycin und Azithromycin wurden jedoch im Jahr 2015 in einer Watch-List (Beobachtungsliste) als Schadstoffe für eine unionsweite Überwachung aufgenommen [DURCHFÜHRUNGS-BESCHLUSS (EU) 2015/495 DER KOMMISSION]. Derzeit wird auf EU-Ebene geprüft, ob diese Stoffe als mögliche neue prioritäre Stoffe geregelt werden.

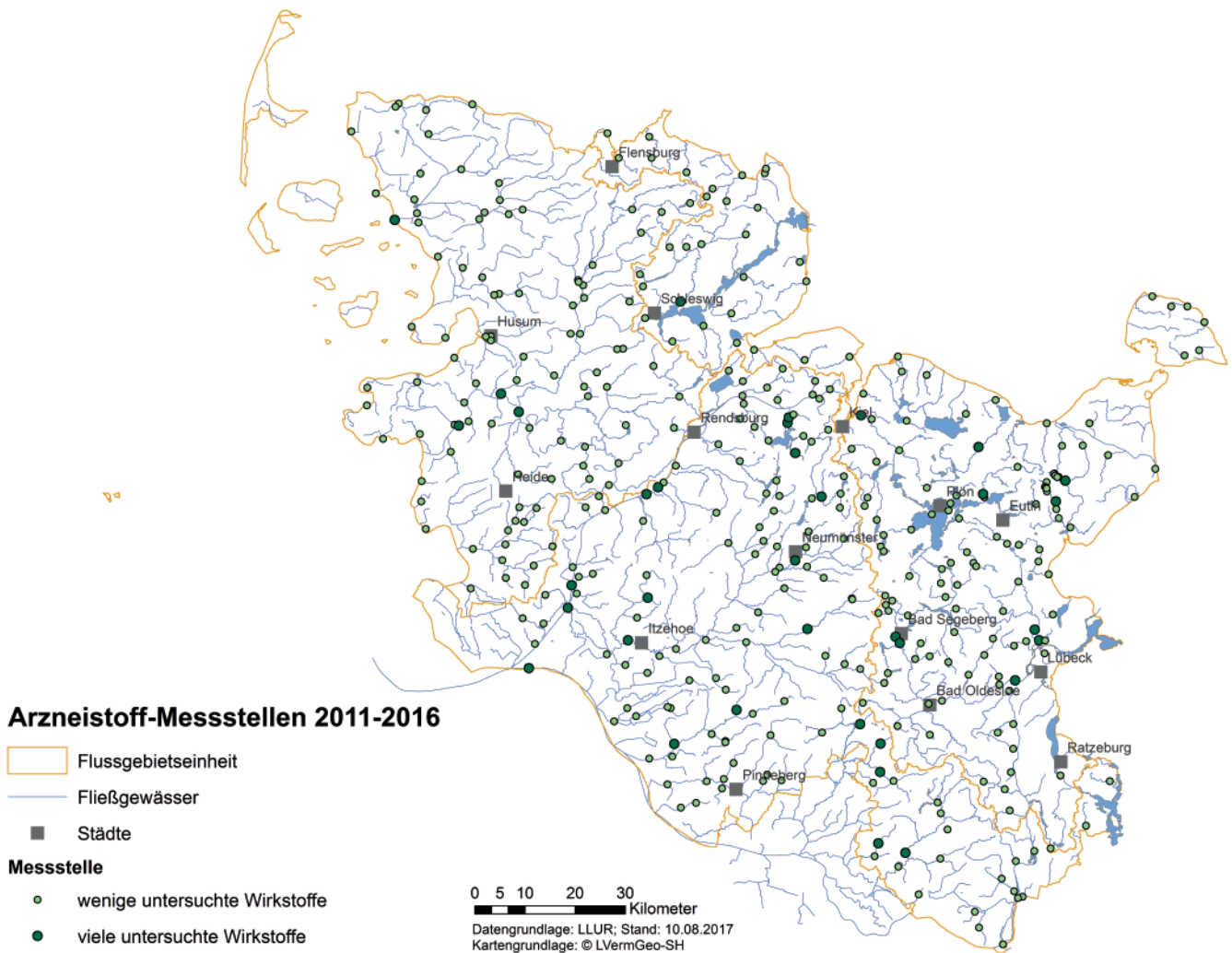


Bild links: Arzneistoffe können über den Abwasserpfad in Gewässer gelangen

**Tabelle 5: Auswertung der Fließgewässeruntersuchungen auf Arzneistoffe
in den Jahren 2011-2016**

Wirkstoff	Verwendung	Anzahl Fließ- gewässer- Messstellen 2011-2016	Anzahl Untersu- chungen 2011-2016	Anzahl Befunde 2011-2016	Prozent- anteil Positivbe- funde [%]	Maxi- mum [µg/l]
Metformin	Antidiabetikum	28	175	161	92,0	4,1
N-Acetylamino-phenazon	Analgetikum	28	175	144	82,3	0,48
Gabapentin	Antiepileptikum	28	175	135	77,1	0,75
N-Formylamino-4-aminoantipyrin	Abbauprodukt von Metamizol	23	105	74	70,5	0,34
Metoprolol	Betablocker	35	361	238	65,9	0,92
Iopamidol	Röntgenkontrastmittel	35	256	158	61,7	1,8
Coffein	Stimulanz	28	175	96	54,9	0,73
Iomeprol	Röntgenkontrastmittel	35	251	136	54,2	0,82
Amidotrizoesäure	Röntgenkontrastmittel	35	256	138	53,9	0,75
Carbamazepin	Antiepileptikum	386	2096	947	45,2	1,5
Estron	Hormon	3	9	4	44,4	0,0013
Sulfamethoxazol	Antibiotikum	35	382	148	38,7	0,11
Sotalol	Betablocker	35	335	106	31,6	0,19
Diclofenac	Antiphlogistikum	35	383	109	28,5	0,59
Benzafibrat	Lipidsenker	10	32	8	25,0	0,068
Phenazon	Antiphlogistikum	35	382	78	20,4	0,047
Iohexol	Röntgenkontrastmittel	35	251	43	17,1	0,82
Iopromid	Röntgenkontrastmittel	35	256	38	14,8	0,47
Bisoprolol	Betablocker	35	362	49	13,5	0,099
Ibuprofen	Antiphlogistikum	35	375	27	7,2	0,21
Bezafibrat	Lipidsenker	35	378	20	5,3	0,034
Naproxen	Antiphlogistikum	35	383	19	5,0	0,53
Imidacloprid	Tierarzneistoff, Insektizid	380	2005	80	4,0	0,4
Atenolol	Betablocker	35	334	10	3,0	0,033
Salbutamol	Antiasthmatikum	35	361	9	2,5	0,046
Primidon	Antiepileptikum	28	184	4	2,2	0,1
Erythromycin	Antibiotikum	35	335	6	1,8	0,042
Diazepam	Psychopharmakon	35	362	6	1,7	0,095
Sulfadiazin	Antibiotikum	28	175	2	1,1	0,76
Trimethoprim	Antibiotikum	28	175	2	1,1	0,2
Propranolol	Betablocker	35	362	3	0,8	0,013
Sulfadimidin	Tierarzneistoff	23	128	1	0,8	0,011
Cypermethrin	Tierarzneistoff, Insektizid	94	598	4	0,7	0,0057
Clarithromycin	Antibiotikum	23	160	1	0,6	0,011
Ketoprofen	Antiphlogistikum	35	382	2	0,5	0,015
Gemfibrozil	Lipidsenker	35	383	2	0,5	0,04
Indometacin	Antiphlogistikum	35	309	1	0,3	0,013

(LLUR Stand August 2017)



Um die Belastung der Gewässer durch Arzneistoffe in Schleswig-Holstein abschätzen zu können, wurden auch ohne Bewertungsgrundlage bzw. Messpflichten nach WRRL Untersuchungen durchgeführt. Dabei fanden an 28 bzw. 35 Messstellen Untersuchungen auf bis zu 60 Arzneistoffe statt. An den übrigen 386 operativen Messstellen wurden meist nur vereinzelte Arzneistoffe untersucht, wenn diese als sogenannte „Beifänge“ in die chemische Analytik von Pflanzenschutzmitteln im Labor integriert werden konnten. In Abbildung 15 sind diese beiden Messstellentypen kartographisch dargestellt. Seen wurden aufgrund der hohen Verdünnung nicht auf Arzneistoffe untersucht.

Von den maximal 60 an einer Messstelle untersuchten Arzneistoffen in Fließgewässern wurden 23 nie nachgewiesen. Die Ergebnisse der anderen 37 Arzneistoffe können Tabelle 5 entnommen werden. Mit 92 % Positivbefunden (Messwerte größer als die Bestimmungsgrenze) wurde das Antidiabetikum Metformin am häufigsten nachgewiesen (28 Messstellen untersucht). Am häufigsten untersucht wurde das Antiepileptikum Carbamazepin (45 % Positivbefunde) sowie der Tierarzneistoff (Tierläuse und Flöhe) und gleichzeitiges Pflanzenschutzmittel (Insektizid) Imidacloprid (4 % Positivbefunde). Eine detaillierte Betrachtung einiger Arzneistoffe ist in Kapitel 8 zu finden.

Abbildung 15: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Arzneistoffe in den Jahren 2011 bis 2016 unterteilt in Messstellen, an denen viele Arzneistoffe untersucht wurden und Messstellen, an denen nur einzelne Arzneistoffe untersucht wurden (LLUR Stand 10.08.2017).



Zusammenfassung 7

1. Schadstoffe können in Oberflächengewässern bereits in Spurenkonzentrationen toxische Wirkungen auf Tiere und Pflanzen haben und mittelbar über verschiedene Nutzungspfade die menschliche Gesundheit beeinträchtigen.
2. In Schleswig-Holstein werden aufgrund der vergleichsweise geringen Ansiedlung von chemischer Industrie nur wenige Schadstoffe in den Gewässern gefunden. Die Schwerpunkte betreffen überwiegend Stoffe aus dem landwirtschaftlichen Bereich.
3. Signifikante Befunde und Überschreitungen von Umweltqualitätsnormen stammen aus unterschiedlichen Quellen.
 - Verluste bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) und Düngemitteln in der **Landwirtschaft** und im gärtnerischen Bereich können zu Gewässerbelastungen mit Pflanzenschutzmittelwirkstoffen und deren Metaboliten führen, ebenso werden Nitrat und Cadmium eingebracht.
 - Über die **atmosphärische Deposition** (Luftpfad) gelangen Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Quecksilber und weitere Metalle in die Gewässer.
 - Tributylzinn stammt aus alten Schiffsanstrichen und Polychlorierte Biphenyle (PCB) aus ihrer früheren Anwendung in Kondensatoren und Hydraulikölen.
 - Über **Abwasser** gelangen einige Schadstoffe in Gewässer, da sie aufgrund ihrer Stabilität praktisch nicht in Kläranlagen abgebaut werden können. Beispiele sind Bromierte Diphenylether, die in technischen Textilien und Kunststoffen als Flammschutzmittel enthalten sind, ebenso Bis(2-ethyl-hexyl)phthalat (DEHP), das als Weichmacher in PVC Verwendung fand und Biozide wie Organozinnverbindungen, mit denen Kleidung bei der Herstellung behandelt worden ist. Arzneistoffe und Hormone werden durch die Ausscheidungen von Patienten ebenfalls über den Abwasserpfad in Gewässer eingebracht, sind in der EU-WRRL jedoch nicht geregelt.
 - Kupfer, Blei von Dacheinfassungen und besonders Zink aus Dachrinnen gelangen über **Regenwasserabläufe** in Gewässer [MELUR 2014].



4. Bei den flussgebietspezifischen Schadstoffen spielen in Fließgewässern noch immer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe die Hauptrolle. In der Schwebstoff- und Sediment-Fraktion werden in einigen Fließgewässern Schwermetalle und PCB nachgewiesen.
5. Bei den prioritären Schadstoffen sind in einigen Fließgewässern neben PSM auch ubiquitäre Schadstoffe überschritten.
6. Bei Biota-Untersuchungen in Fischen ist an den Überblicksmessstellen der Fließgewässer die Umweltqualitätsnorm für Quecksilber überschritten, so dass von einer flächendeckenden Überschreitung mit der Folge eines nicht guten chemischen Zustands ausgegangen wird. Dieses Bewertungsergebnis gilt bundesweit.
7. Einträge von Pflanzenschutzmitteln stellen bei Seen im Wasser keine signifikante Belastung dar. Jedoch wird bei Biota-Untersuchungen in Fischen auch in Seen die Umweltqualitätsnorm für Quecksilber überschritten, so dass von einer flächendeckenden Überschreitung mit der Folge eines nicht guten chemischen Zustands ausgegangen wird.

Wittensee

Bild S. 40: Barnitz



Einzelbetrachtung
ausgewählter Spurenstoffe



In diesem Kapitel werden insgesamt 20 für Schleswig-Holsteinische Gewässer interessante und relevante Stoffe jeweils steckbriefartig vorgestellt.

Die Ausführung erfolgt in alphabetischer Reihenfolge und umfasst:

- Arsen
- Bentazon
- Bisphenol A
- Carbamazepin
- Coffein
- Diclofenac
- Diflufenican
- Diuron
- Flufenacet
- Glyphosat und AMPA
- Iopamidol
- Isoproturon
- Mecoprop
- Metazachlor
- Metolachlor
- Metoprolol
- Sulfamethoxazol
- Terbutylazin und Desethylterbutylazin
- Terbutryn
- Quecksilber

Die Steckbriefe beginnen jeweils mit einer Karte des Stoffes, in der sein Vorkommen in Schleswig-Holstein unterteilt in 5 Konzentrationsbereiche dargestellt wird. Die farbliche Einteilung ist an die jeweils gültige Jahresdurchschnitts-Umweltqualitätsnorm (JD-UQN) angepasst. Liegt für den Stoff keine gültige JD-UQN vor, wird hilfsweise ein UQN-Vorschlag oder der Trinkwasservorgewert von $0,1 \mu\text{g/l}$ für die Farbgestaltung angewandt.



Anschließend folgen die gültige CAS-Nummer und die Zuordnung des Stoffes zu einer Stoffgruppe. Umwelteigenschaften bzw. die potentiellen Eintragspfade in Oberflächengewässer werden beschrieben, genau wie die Verwendung des Stoffes.

Im Anschluss folgen die rechtliche Grundlage zur Bewertung des Stoffes, sowie der Vergleich mit den Befunden in Schleswig-Holstein. Am Ende werden diese Ergebnisse bezüglich ihrer Relevanz für die Oberflächengewässer in Schleswig-Holstein eingeordnet.

Probenahme von Schwebstoffen mit der Zentrifuge aus Fließgewässern

Bild S. 42:
Filtergestelle zur
Probenaufbereitung
im Landeslabor

Steckbrief: Arsen

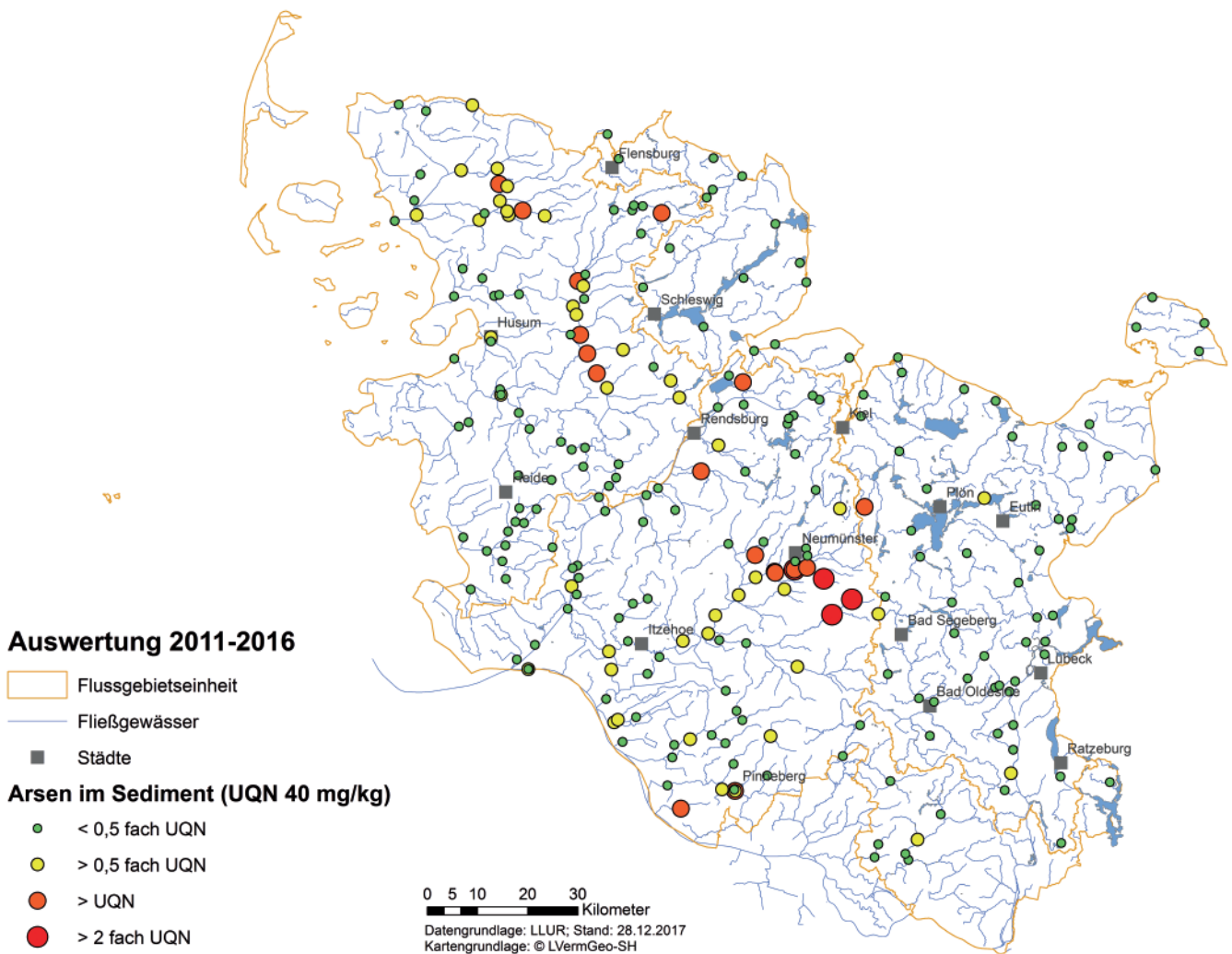


Abbildung 16: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Arsen in Sedimenten und Schwebstoffen in den Jahren 2011-2016 (LLUR Stand 28.12.2017)

CAS-Nr. ▶ 7440-38-2

Stoffgruppe ▶ Metall (Halbmetall)

Umwelteigenschaften; Eintragspfade in Oberflächengewässer ▶ Eintragspfade sind regional Abwasser aus Altbergbau/Metallverhüttung, Altlasten (auch Pflanzen- und Holzschutzmittel) sowie Düngemittel und luftbürtige Verbrennungsimmissionen [RÖMPP 1966]. Die Gehalte, die über Phosphat-Dünger in Böden und Sedimente eingetragen werden können, liegen bei ca. 8 mg/kg. Die Durchschnittsgehalte von Klärschlämmen liegen bei etwa 10 bis 30 mg/kg. Außerdem kommt Arsen natürlich in Mineralisationen vor [GBR Entwurf 2006].

Produktion/Verwendung ▶ Arsenverbindungen wurden häufig als Medikamente zur Bekämpfung von Krankheiten eingesetzt. Außerdem werden bzw. wurden sie bei industriellen Fertigungsprozessen verarbeitet oder sind in Düngemitteln vorhanden. Arsen wird als Bestandteil von Katalysatoren, als Zusatz für Korrosionsschutzmittel, in der Keramik- und Glasindustrie und als Legierungsbestandteil verwendet [LLUR 2011].

Bis in die 1980er Jahre wurde Arsen als Pflanzenschutzmittel und bis 2004 als Holzschutzmittel verwendet. In der Computerindustrie wird Arsen zur Herstellung von Halbleitern benötigt [REICHL 2002].

**Gesetzliche
Rahmenbedingungen/
Umweltvorgaben** ▶

Arsen wird zur Bewertung des ökologischen Zustands herangezogen [OGewV 2016]. Die Umweltqualitätsnorm wird im Schwebstoff bzw. Sediment überprüft.

Relevanzkriterium	Wert / Einheit	Erläuterung
alle Gewässer: Schwebstoff / Sediment	40 mg/kg	OGewV 2011 / 2016

Ergebnisse ▶

In den Jahren 2011-2016 wurde Arsen an 239 Fließgewässer-Messstellen im Schwebstoff oder Sediment untersucht. Arsen führt mit 24 Überschreitungen der UQN im Schwebstoff an 22 Messstellen zu einem „mäßigen“ ökologischen Zustand/Potential. Die höchste gemessene Konzentration betrug 250 mg/kg (04/2011, Radesforder Au). An 65 Seen-MS konnte Arsen in den Jahren 2011-2016 im Sediment nachgewiesen werden. Es gab nur eine Überschreitung der UQN im Großensee (69 mg/kg).

Relevanz für Schleswig-Holstein ▶

Die UQN-Überschreitungen sowie erhöhte Gehalte treten vor allem im Bereich der Stör im Großraum Neumünster auf. Ursache hierfür könnte die ehemalige Lederindustrie und damit verbundene Gerbereiabfälle sein. Die höheren Befunde im Bereich der Treene und der Lecker Au/Soholmer Au wurden auch bei Bodenuntersuchungen in Niederungsbereichen von Fließgewässern der Abteilung 6 des LLUR festgestellt, allerdings in geringerer Größenordnung. Auch die höhere Belastung im Stör-System wurde hier deutlich [GIESKE 2016]. Aufgrund abweichender Korngrößen zwischen Boden- und Sedimentuntersuchungen sowie des teilweise nicht unmittelbaren räumlichen Zusammenhangs zwischen den Probenahmestellen für Sedimente und Boden kann ein direkter Vergleich nicht stattfinden.

Steckbrief: Bentazon

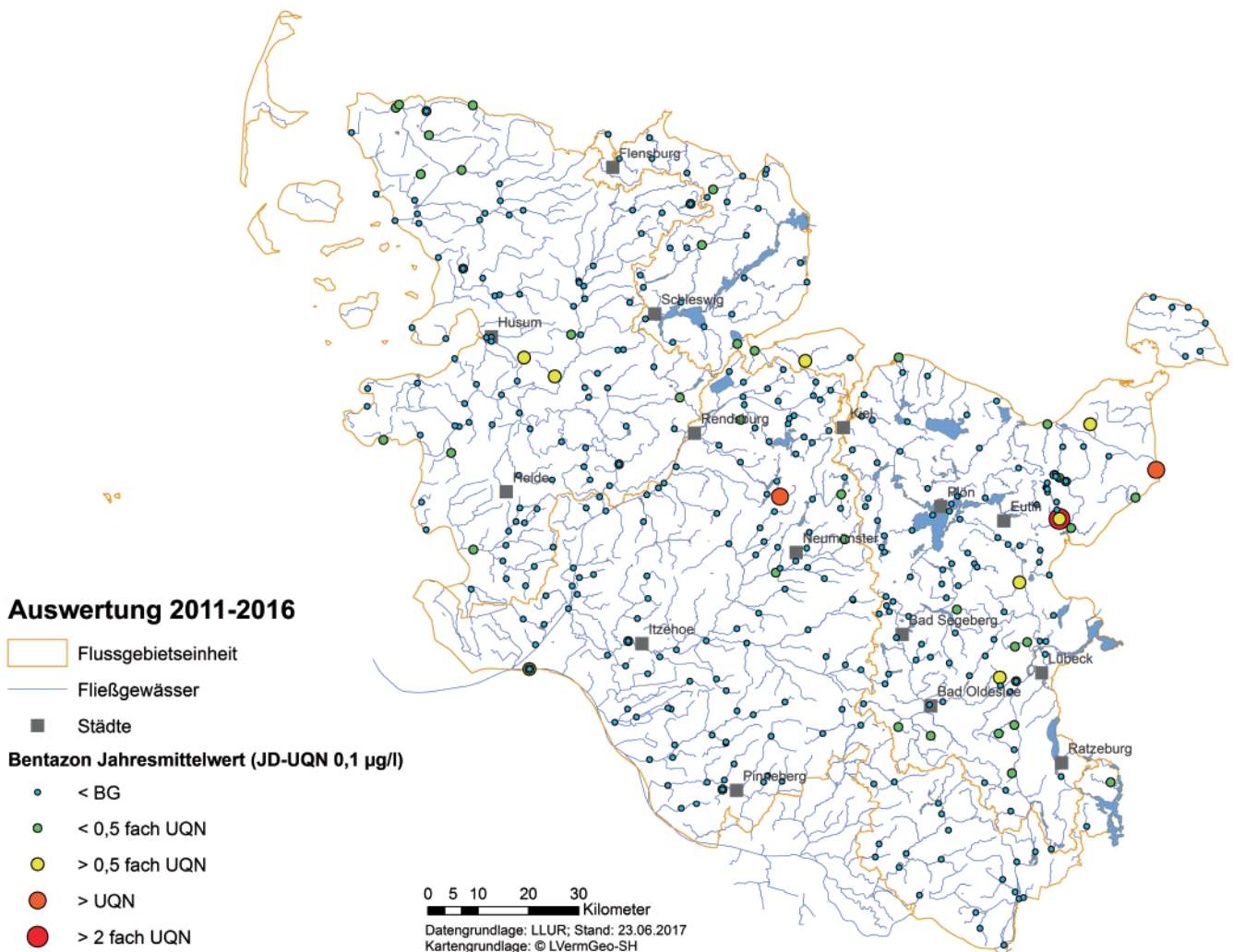


Abbildung 17: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Bentazon in den Jahren 2011-2016 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 23.06.2017)

CAS-Nr. ► 25057-89-0

Stoffgruppe ► PSM - Herbizid (Thiadiazin)

Umwelteigenschaften; Eintragspfade in Oberflächengewässer ► Hohe Wasserlöslichkeit des Stoffes und geringe Adsorptionsfähigkeit an die Bodenmatrix führen zu hoher Mobilität von Bentazon. Verbunden mit einer hohen Stabilität des Wirkstoffs im Wasser entsteht ein erhöhtes Austragspotential für das Grundwasser, solange der Wirkstoff nicht im Boden mikrobiell abgebaut wird. Somit spielen für Bentazon neben Zwischenabfluss und Dränabfluss auch Basisabfluss von Grundwasser als Eintragspfade in Oberflächengewässer eine Rolle [LEWIS et al. 2016].

Der Wirkstoff wird durch Licht nach einigen Stunden zur Hälfte abgebaut. In Gewässern beträgt die Halbwertszeit DT 50 für Bentazon 75 Tage [BASF AG 1990].

Für Säugetiere, Vögel, Wasserpflanzen und Regenwürmer wirkt Bentazon mäßig giftig. Für Fische und Wirbellose sowie Bienen ist es niedrig toxisch eingestuft [BASF AG 1990].

Produktion/Verwendung ► Im Januar 2017 war 1 Mittel mit dem Wirkstoff Bentazon zugelassen [BVL 2017].

Verkauf in Deutschland im Jahr 2015:

Herbizidwirkstoffe insgesamt: 16.815 t, davon sonstige Herbizide: 2.926 t (17 %), davon liegt Bentazon in der Mengenkategorie: 25-100 t [BVL 2016].

Zielkulturen und Einsatzzeitraum:

Bentazon ist ein selektives Kontaktherbizid aus der Gruppe der Thiadiazine. Der Wirkmechanismus verläuft über die Hemmung der Photosynthese von Unkräutern. Bentazon wird bei Kontakt über die grünen Pflanzenteile aufgenommen.

Bentazon wird im Sommer- und Wintergetreide eingesetzt. Kontrolliert werden zweikeimblättrige Unkrautarten in den Kulturen von Sommer- und Wintergetreide, Erbsen, Mais, Kartoffeln, Reis und Soja. Bentazon kann, bedingt durch seinen Wirkmechanismus, nur nach Auflauf (d. h. nach Bildung erster Keimblätter) eingesetzt werden. Die Anwendung erfolgt allein oder kombiniert mit anderen Wirkstoffen [BASF AG 1990].

Gesetzliche Rahmenbedingungen/ Umweltvorgaben ►

Bentazon wird zur Bewertung des ökologischen Zustands herangezogen [OGewV 2016]. Die Umweltqualitätsnorm bezieht sich auf die gesamte Wasserprobe.

Relevanzkriterium	Wert / Einheit	Erläuterung
Oberirdische Gewässer JD-UQN / ZHK-UQN	0,1 µg/l / -	OGewV 2011 / 2016
Übergangsgewässer JD-UQN / ZHK- UQN	0,1 µg/l / -	OGewV 2011 / 2016

Ergebnisse ►

In den Jahren 2011-2016 wurde Bentazon an 380 Fließgewässer-Messstellen untersucht. In 15 % der Proben wurde der Wirkstoff nachgewiesen. Bentazon führt mit 4 Überschreitungen der JD-UQN an 3 Messstellen zu einem „mäßigen“ ökologischen Zustand/Potential. Die höchste gemessene Konzentration betrug 1,2 µg/l (07/2015, Lachsbach). An 27 Seen-MS konnte Bentazon in den Jahren 2007-2008 in 4 Seen in sehr geringen Konzentrationen nachgewiesen werden: Ihlsee (0,03 µg/l), Südensee (0,05 µg/l), Botschlotter See (0,03 µg/l), Speicherbecken Miele (0,06 µg/l). Danach wurden die Untersuchungen in Seen eingestellt.

Relevanz für Schleswig-Holstein ►

Bentazon wurde bislang nur vereinzelt in Schleswig-Holstein nachgewiesen und führte zu wenigen Überschreitungen der UQN.

Steckbrief: Bisphenol A

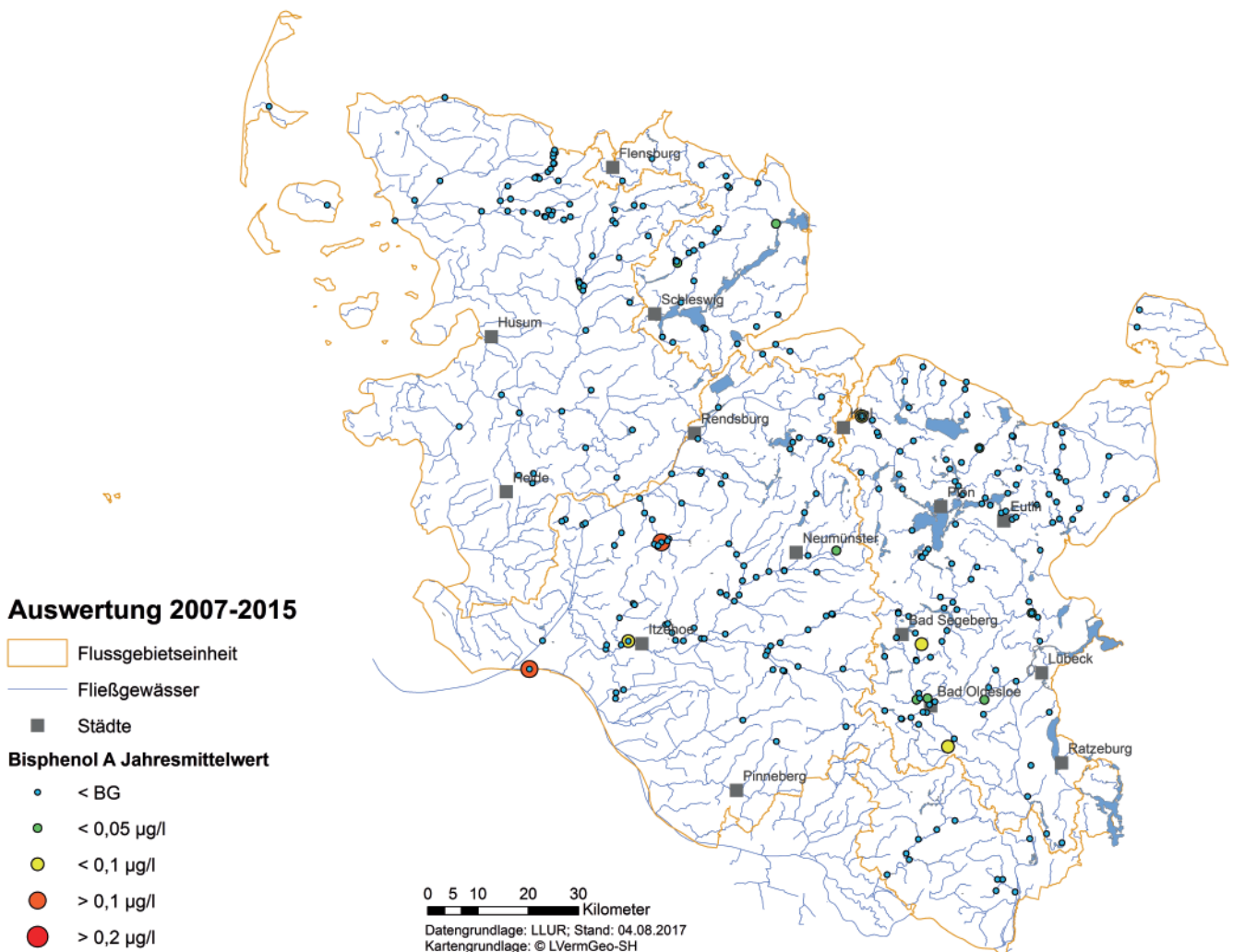


Abbildung 18: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Bisphenol A in den Jahren 2007-2015 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 04.08.2017)

CAS-Nr. ▶ 80-05-7

Stoffgruppe ▶ Industriechemikalie – Ausgangssubstanz bei der Kunststoffherstellung

Umwelteigenschaften; Eintragspfade in Oberflächengewässer ▶ Der Mensch kommt u. a. über die Innenbeschichtung von Konservendosen mit Bisphenol A in Kontakt und kann dieses über Lebensmittelkonsum im Körper aufnehmen. Durch Ausscheidungen gelangt Bisphenol A in Kläranlagen und von dort in Oberflächengewässer. Auch Unternehmen, die Thermopapier produzieren, recyceln oder PVC-Kunststoffe verarbeiten, geben Bisphenol A in die Umwelt ab [UBA 2010].

Die durchschnittliche Abbaurrate für Bisphenol A in Kläranlagen wird mit 80 % angegeben [Margot et al. 2015].

Öffentliche Aufmerksamkeit erhält Bisphenol A durch seine potentielle endokrine Wirkung. Untersuchungen zeigen, dass Bisphenol A die Wirkung weiblicher Sexualhormone verstärkt und die männlicher Sexualhormone sowie der Schilddrüsenhormone hemmt. Die hormonelle Wirkung kann beispielsweise bei Vögeln und Fischen beobachtet werden [UBA 2010].

Produktion/Verwendung ►

Bisphenol A wird zur Herstellung sehr stabiler Kunststoffe, sogenannter Polycarbonate, verwendet. Zum Beispiel bestehen Mobiltelefone oder Motorradhelme aus Polycarbonaten. Außerdem werden sie in vielen Bereichen als Konstruktionswerkstoffe eingesetzt (z. B. für durchsichtige Dachabdeckungen, für Gehäuse von Computern und Wasserkochern) [UBA 2010].

Darüber hinaus werden aus Bisphenol A auch Epoxidharze hergestellt. Diese werden überwiegend als Kleb-, Lack- und Gießharze für Oberflächenbeschichtungen genutzt, darunter auch für die Innenbeschichtung von Metallverpackungen wie beispielsweise Getränke- und Konservendosen [UBA 2010].

Außerdem kann Bisphenol A als Additiv (Zusatzstoff) zur Beschichtung von Thermopapier (Faxpapier, Kassenzettel), beim Herstellen und Verarbeiten von PVC (Polyvinylchlorid)-Kunststoffen und in Bremsflüssigkeiten (Antioxidans) verwendet werden [UBA 2010].

Im Jahr 2006 wurden in Deutschland etwa 840.000 Tonnen Bisphenol A produziert [UBA 2010].

Gesetzliche Rahmenbedingungen/ Umweltvorgaben ►

Es gibt noch keine gesetzlich geregelte Umweltqualitätsnorm für Deutschland und es liegt noch kein Umweltqualitätsnorm-Vorschlag vor. Es wird daher mit dem Trinkwasservorsorgewert von 0,1 µg/l verglichen. Die Schweiz schlägt einen Wert von 0,24 µg/l für den Jahresdurchschnitt und 53 µg/l für die Höchstkonzentration vor [EAWAG 2017].

Ergebnisse ►

Bisphenol A wurde von 2007-2015 an 293 Fließgewässer-Messstellen untersucht. In 6 % der Proben wurde der Wirkstoff nachgewiesen. Die höchste Konzentration der Einzelproben wurde in der Elbe bei Brunsbüttel mit 1 µg/l (05/2015) nachgewiesen. Die höchste Jahresdurchschnittskonzentration wurde im Jahr 2015 mit 0,2 µg/l an der Elbe in Brunsbüttel ermittelt. An 14 untersuchten Seen (2008) wurde Bisphenol A nicht nachgewiesen. Danach wurden die Untersuchungen in Seen eingestellt.

Relevanz für Schleswig-Holstein ►

Bisphenol A tritt nur vereinzelt in Gewässern auf. Der angenommene Trinkwasservorsorgewert von 0,1 µg/l wird nur selten überschritten.

Steckbrief: Carbamazepin

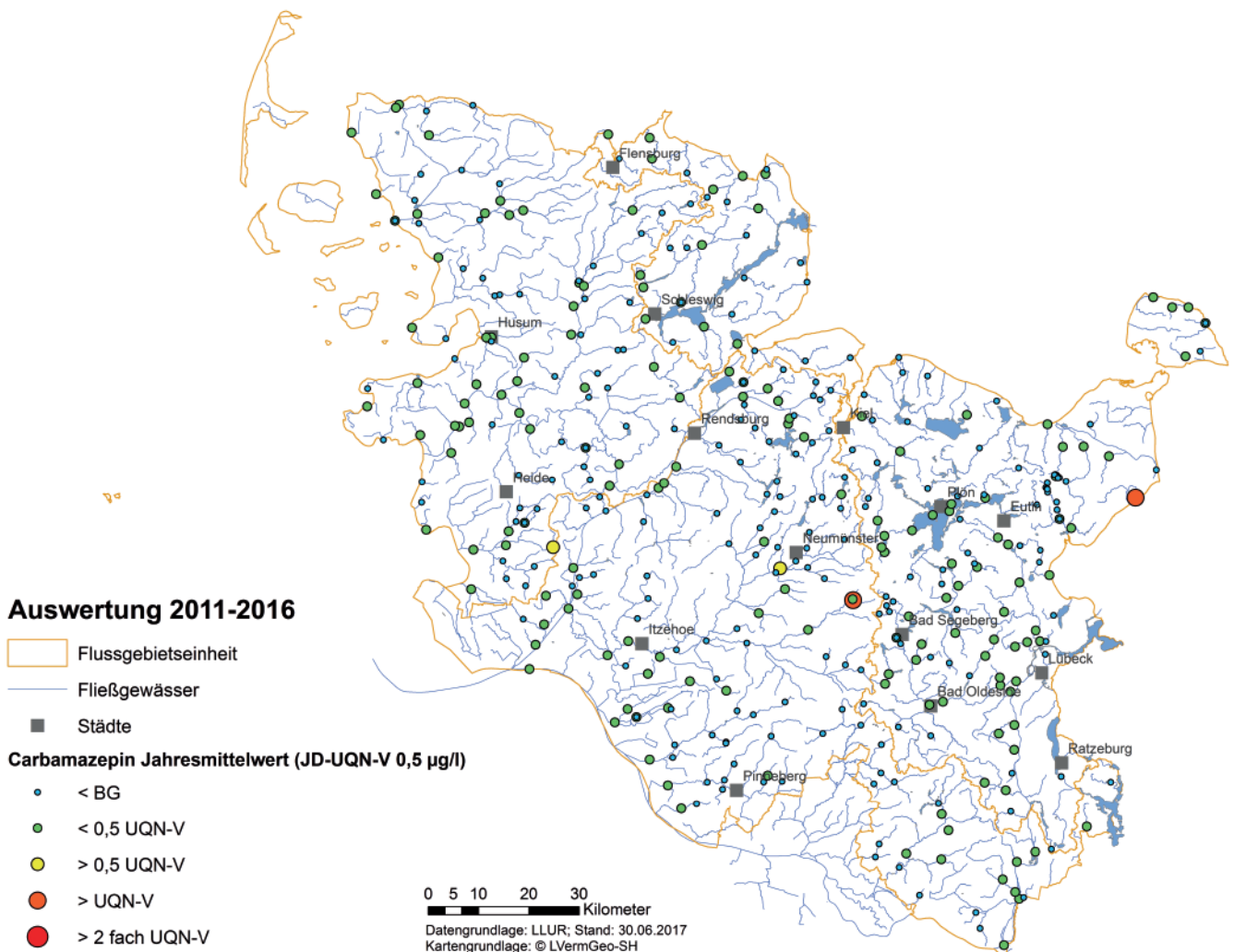


Abbildung 19: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Carbamazepin in den Jahren 2011-2016 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 30.06.2017)

CAS-Nr. ▶ 298-46-4

Stoffgruppe ▶ Arzneimittelwirkstoff - Antiepileptikum (Schmerzmittel)

Umwelteigenschaften; Eintragspfade in Oberflächengewässer ▶ Mit dem Urin von Mensch und Tier gelangen Arzneistoffe sowie deren Stoffwechselprodukte über Kläranlagenabläufe in die Gewässer. Auch nicht verbrauchte Arzneimittel, die unsachgemäß über den Abfluss oder die Toilette entsorgt werden, gelangen über Kläranlagen in Oberflächengewässer. In Kläranlagen werden diese Stoffe nicht vollständig abgebaut. Die durchschnittliche Abbaurate für Carbamazepin in Kläranlagen wird mit 16 % angegeben [Margot et al. 2015].

Produktion/Verwendung ▶ Carbamazepin gehört zur Wirkstoffgruppe der Antiepileptika. Es wird vor allem gegen verschiedene Formen epileptischer und nicht-epileptischer Krampfanfälle (zum Beispiel bei Multipler Sklerose oder Alkoholentzug) eingesetzt. Weitere Anwendungsgebiete sind Nervenschmerzen. Außerdem wird Carbamazepin zur Vorbeugung manischer Phasen angewendet [GELBE LISTE PHARMINDEX 2017]. Der Verbrauch ist rückläufig und betrug 2009 64.270 kg [UBA 2011].

**Gesetzliche
Rahmenbedingungen/
Umweltvorgaben** ▶

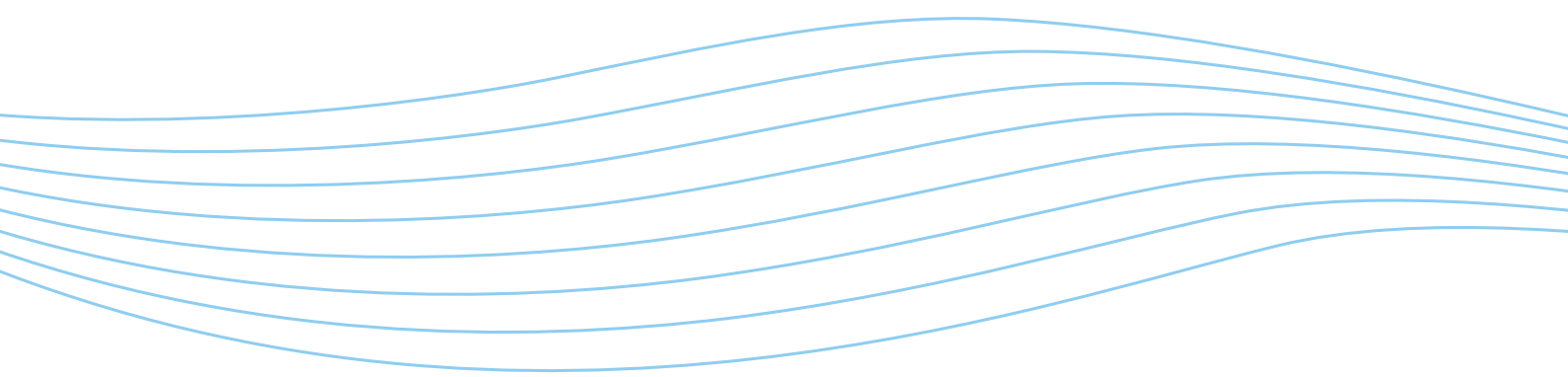
Es gibt noch keine gesetzlich geregelte Umweltqualitätsnorm für Deutschland. Es liegt ein Umweltqualitätsnorm-Vorschlag vor. Er beträgt 0,5 µg/l (Bewertungsfaktor/Sicherheitsfaktor = 50) bezogen auf den Jahresdurchschnitt (JD-UQN-V) und 1.990 µg/l (BF=10) für die zulässige Höchstkonzentration (ZHK-UQN-V) bezogen auf den Maximalwert [UBA 2015].

Ergebnisse ▶

In den Jahren 2011-2016 wurde Carbamazepin an 386 Fließgewässer-Messstellen untersucht. In 45 % der Proben wurde der Wirkstoff nachgewiesen. Die höchste Jahresdurchschnittskonzentration wurde im Jahr 2015 mit 0,86 µg/l im Ringkanal ermittelt. Hier wurde der derzeitige JD-UQN-Vorschlag von 0,5 µg/l überschritten. Insgesamt gab es 2 Messstellen mit Überschreitungen des JD-UQN-Vorschlags. Der Vorschlag für die ZHK-UQN wurde nie überschritten. Die höchste Konzentration der Einzelproben trat im Ringkanal mit 1,5 µg/l (09/2015) auf. Aufgrund der hohen Verdünnung wurde Carbamazepin in Seen nicht untersucht.

Relevanz für Schleswig-Holstein ▶

Carbamazepin wird in vielen Fließgewässern Schleswig-Holsteins nachgewiesen, führt aber nur in Einzelfällen zu einer Überschreitung des JD-UQN-Vorschlags.



Steckbrief: Coffein

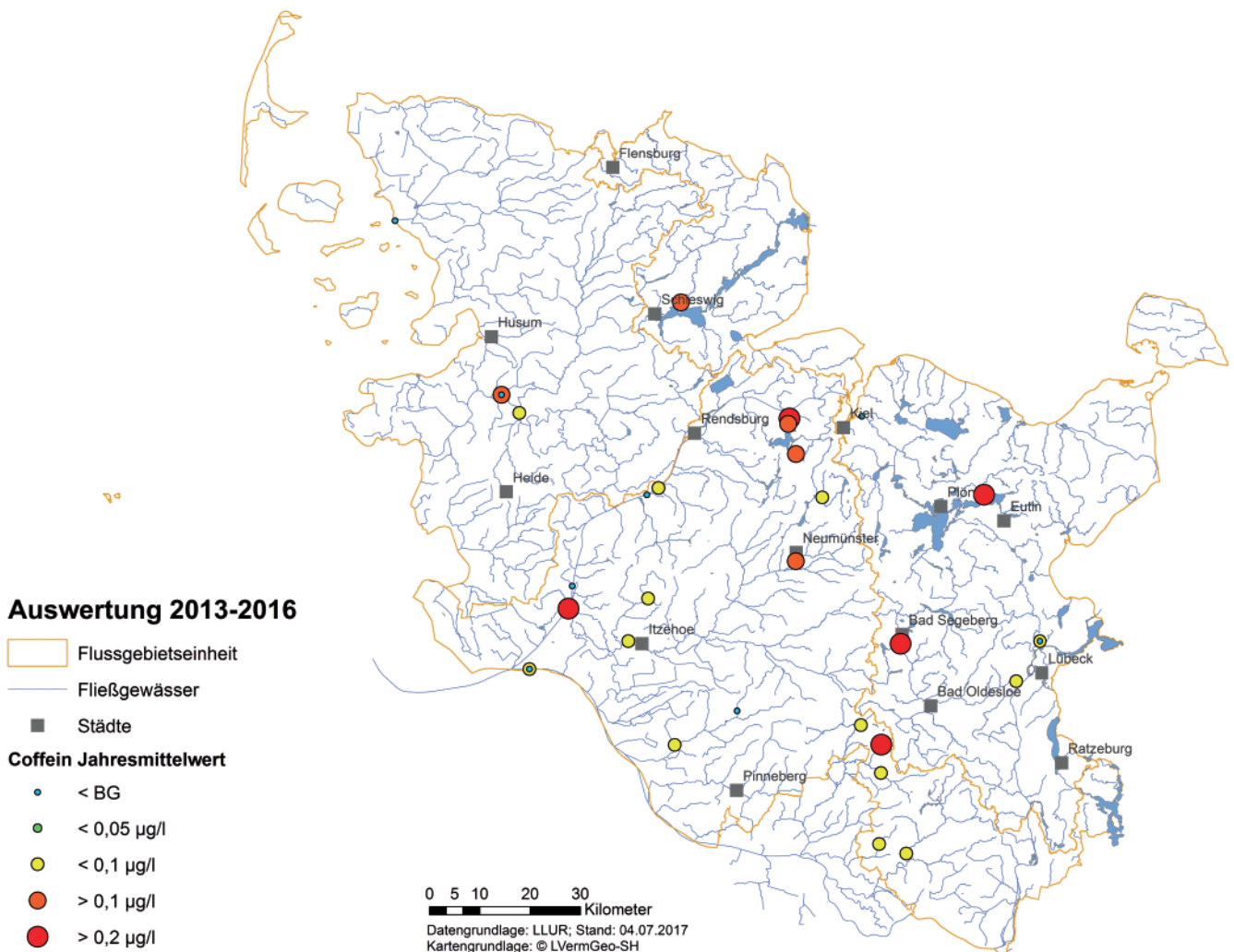


Abbildung 20: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Coffein in den Jahren 2013-2016 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 04.07.2017)

CAS-Nr. ▶ 58-08-2

Stoffgruppe ▶ Genussmittel/Arzneimittelwirkstoff - Stimulanz

**Umwelteigenschaften;
Eintragspfade in
Oberflächengewässer** ▶ Coffein gelangt über den menschlichen Urin ins Abwasser und von dort in Kläranlagen. Die durchschnittliche Abbauraten für Coffein in Kläranlagen wird mit 95 % angegeben [Margot et al. 2015].

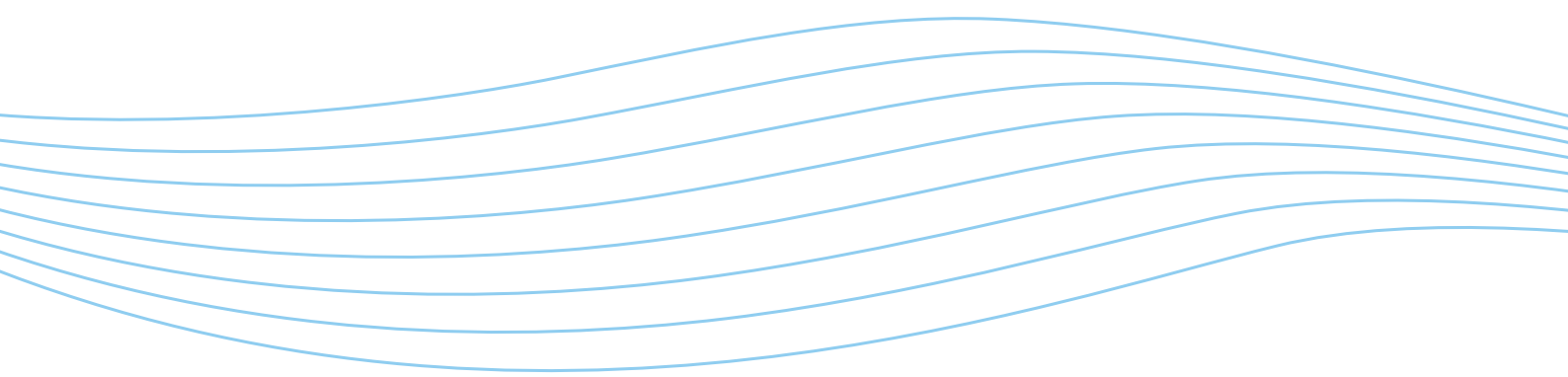
Produktion/Verwendung ▶ Coffein gehört zur Gruppe der Stimulanzien und wirkt anregend und leistungsfördernd auf das zentrale Nervensystem, die Atmung und den Herzkreislauf. Coffein ist ein Naturstoff und kommt in gerösteten Kaffeebohnen vor (1,3 bis 2,9 %), in schwarzem Tee (bis 5 %), in Mate-Tee (0,3 bis 1,5 %) und in der Cola-Nuss (1,5 bis 3,5 %), in Guaranapasta (4 bis 8 %) und in Kakaobohnen (0,05 bis 0,4 %) [OPPLIGER 1998].

**Gesetzliche
Rahmenbedingungen/
Umweltvorgaben** ▶ Es gibt noch keine gesetzlich geregelte Umweltqualitätsnorm für Deutschland und es liegt noch kein Umweltqualitätsnorm-Vorschlag vor. Es wird daher mit dem Trinkwasservorsorgewert von 0,1 µg/l verglichen.

Ergebnisse ► Coffein wurde von 2013-2016 an 28 Fließgewässer-Messstellen untersucht. In 55 % der Proben wurde der Wirkstoff nachgewiesen. Die höchste Konzentration der Einzelproben wurde im Achterwehrer Schifffahrtskanal mit 0,73 µg/l (02/2014) nachgewiesen. Die höchste Jahresdurchschnittskonzentration wurde im Jahr 2013 mit 0,34 µg/l an der Trave ermittelt.

Aufgrund der hohen Verdünnung wurde Coffein nicht in Seen untersucht.

Relevanz für Schleswig-Holstein ► Auch wenn bisher nur wenige Messstellen auf Coffein untersucht wurden, kann davon ausgegangen werden, dass Coffein flächendeckend nachgewiesen werden kann. Zum Teil wird der angenommene Trinkwasservorsorgewert von 0,1 µg/l überschritten.



Steckbrief: Diclofenac

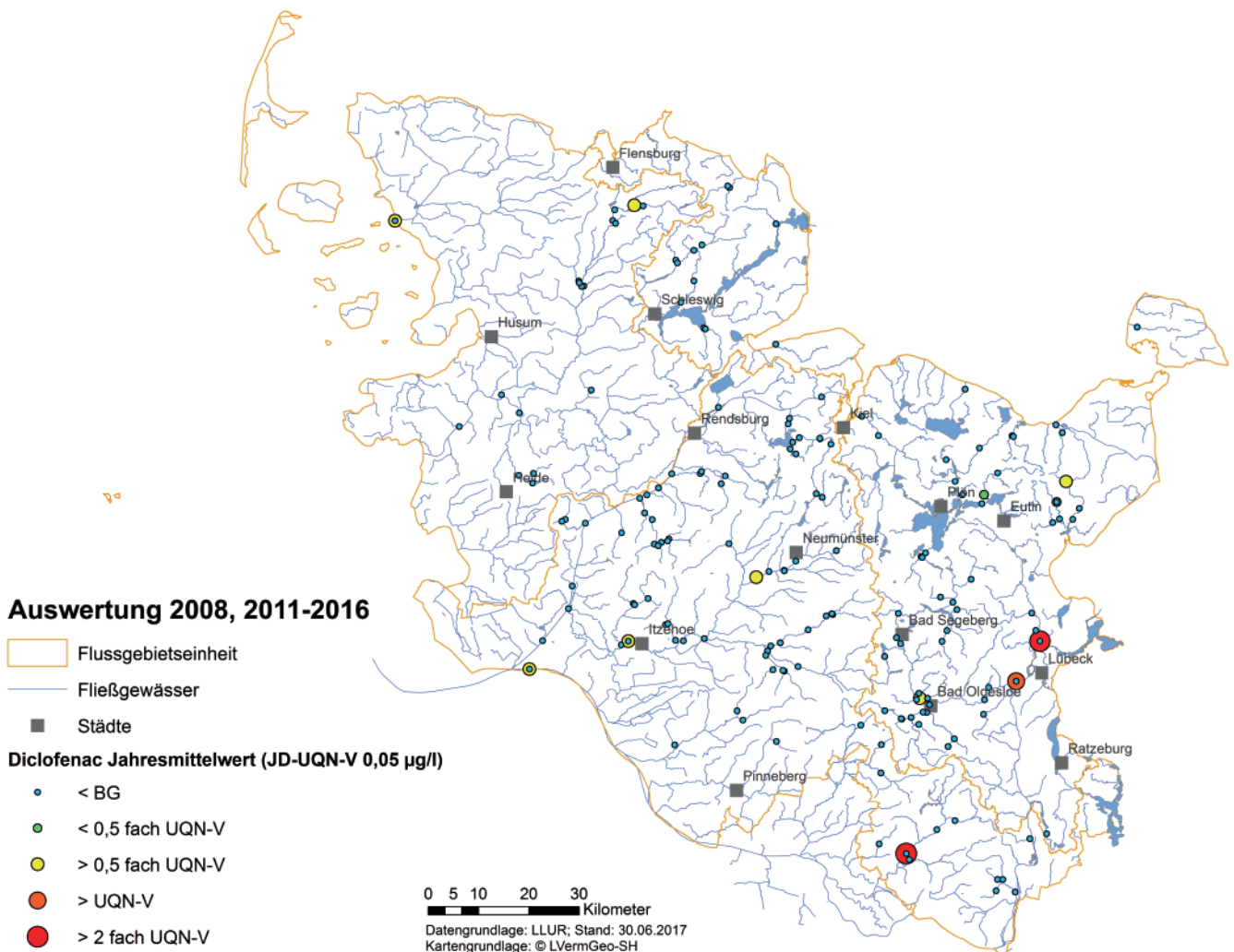


Abbildung 21: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Diclofenac in den Jahren 2008 und 2011-2016 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 30.06.2017)

CAS-Nr. ▶ 15307-86-5

Stoffgruppe ▶ Arzneimittelwirkstoff - Analgetikum (Schmerzmittel)

Umwelteigenschaften; Eintragspfade in Oberflächengewässer ▶ Mit dem Urin von Mensch und Tier gelangen Arzneistoffe sowie deren Stoffwechselprodukte über Kläranlagenabläufe in die Gewässer. Auch nicht verbrauchte Arzneimittel, die unsachgemäß über den Abfluss oder die Toilette entsorgt werden, gelangen über Kläranlagen in Oberflächengewässer.

In Kläranlagen werden diese Stoffe nicht vollständig abgebaut. Die durchschnittliche Abbaurate für Diclofenac in Kläranlagen wird mit 20 % angegeben [Margot et al. 2015].

Daneben kann Diclofenac, angewendet als Tierarzneimittel, auch mit der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern oder bei der Weidehaltung auf die landwirtschaftlichen Flächen gelangen und von dort in Oberflächengewässer eingetragen werden.

Produktion/Verwendung ► Diclofenac gehört zu den Schmerzmitteln (Analgetika) und wirkt gegen Schmerzen und Entzündungen. Typische Anwendungsgebiete sind Gelenkschmerzen infolge von Arthrose oder rheumatoider Arthritis sowie Zerrungen und Prellungen, Kopfschmerzen, Migräne, Regelschmerzen und Fieber [GELBE LISTE PHARMINDEX 2017]. Neben dem Einsatz beim Menschen ist Diclofenac auch als Tierarzneistoff zugelassen.

Der Verbrauch im Jahr 2009 betrug bei leichter Zunahme 91.583 kg [UBA 2011].

**Gesetzliche
Rahmenbedingungen/
Umweltvorgaben** ►

Diclofenac ist Bestandteil der Beobachtungsliste der EU für eine unionsweite Überwachung (WATCH-List) [DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS (EU) 2015/495 DER KOMMISSION]. Es gibt noch keine gesetzlich geregelte Umweltqualitätsnorm für Deutschland. Es liegt ein Umweltqualitätsnorm-Vorschlag vor. Er beträgt 0,05 µg/l (BF=10) bezogen auf den Jahresdurchschnitt (JD-UQN-V) [UBA 2014a].

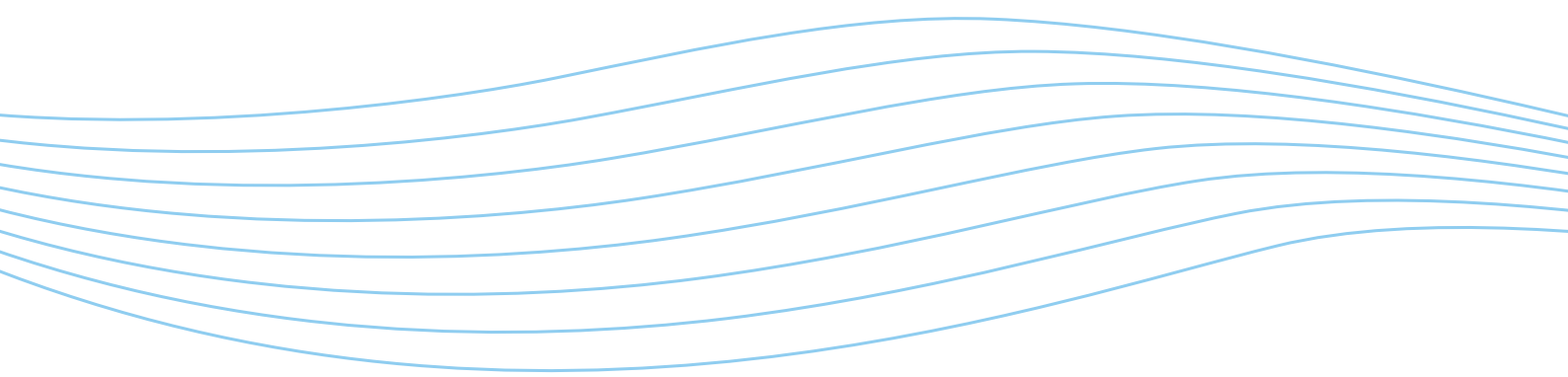
Ergebnisse ►

Diclofenac wurde 2008 und von 2011-2016 an 167 Fließgewässer-Messstellen untersucht. In 18 % der Proben wurde der Wirkstoff nachgewiesen. Die höchste Konzentration der Einzelproben wurde in der Schwartau mit 0,59 µg/l (11/2014) nachgewiesen. Die höchste Jahresdurchschnittskonzentration wurde im Jahr 2012 mit 0,26 µg/l an der Schwartau ermittelt. Hier wurde der derzeitige JD-UQN-Vorschlag von 0,05 µg/l überschritten. Insgesamt gab es 3 Messstellen, an denen der Vorschlag für die JD-UQN insgesamt 8-mal überschritten wurde.

Aufgrund der hohen Verdünnung wurde Diclofenac nicht in Seen untersucht.

Relevanz für Schleswig-Holstein ►

Diclofenac wird in wenigen Gewässern Schleswig-Holsteins nachgewiesen und führt nur in Einzelfällen zu einer Überschreitung des JD-UQN-Vorschlags.



Steckbrief: Diflufenican

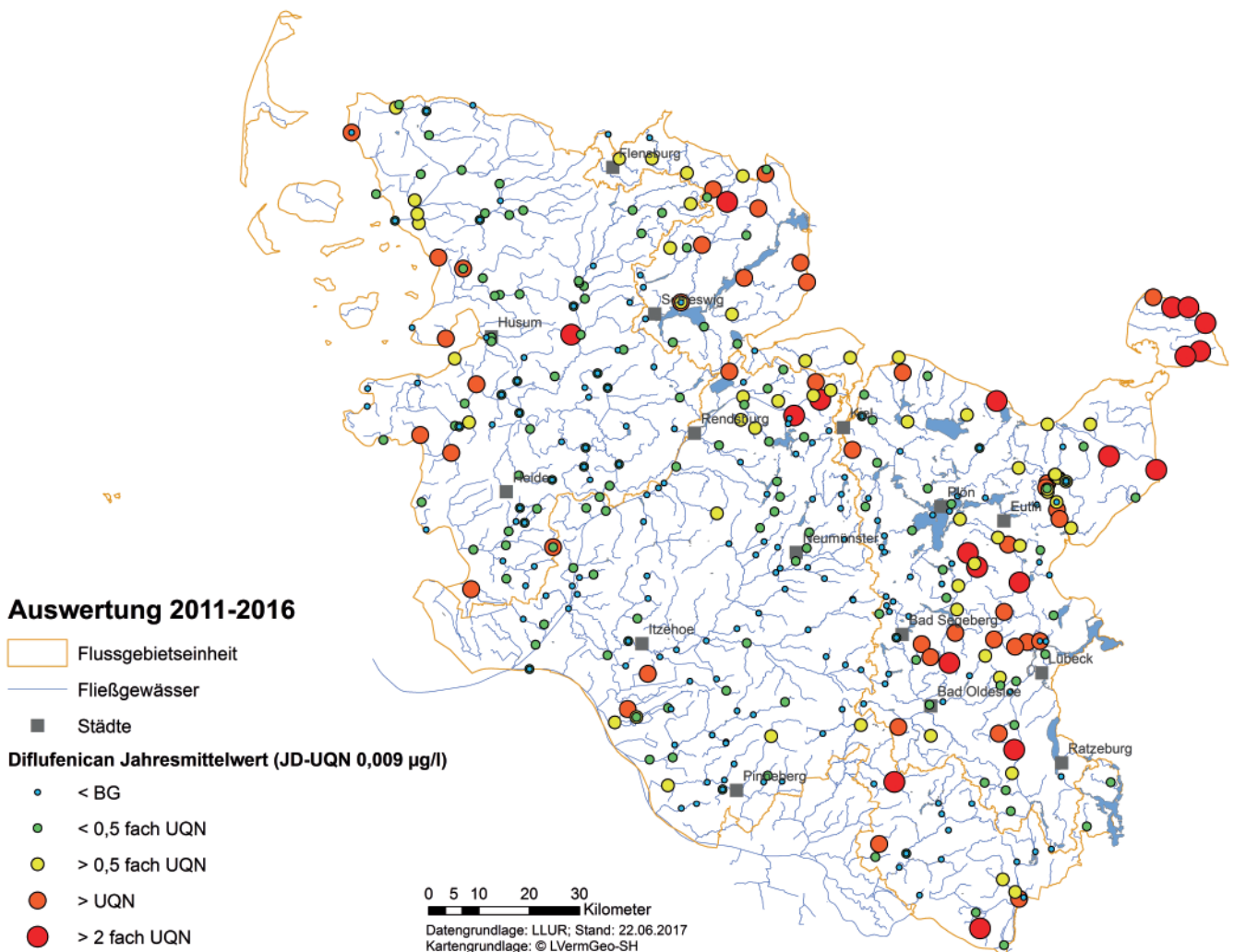


Abbildung 22: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Diflufenican in den Jahren 2011-2016 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 22.06.2017)

CAS-Nr. ► 83164-33-4

Stoffgruppe ► PSM - Herbizid (Carbonsäureamide, Aniline und Pyridine)

Umwelteigenschaften; Eintragspfade in Oberflächengewässer ► Diflufenican hat eine sehr niedrige Wasserlöslichkeit und besitzt eine sehr hohe Adsorptionsfähigkeit an Huminstoffe im Boden. In Wasser und Boden ist es photolytisch (unter Lichteinfluss) und hydrolytisch (chemisch) stabil.

Zwischenabfluss und Eintrag in das Grundwasser spielen aufgrund der beschriebenen Stoffeigenschaften (fehlende Wasserlöslichkeit und hohe Adsorptionsneigung) nur eine geringe Rolle [LEWIS et al. 2016].

Diflufenican ist hoch fischgiftig und algentoxisch, aber mäßig toxisch für Wirbellose, Wasserpflanzen und Regenwürmer. Diflufenican ist nicht bienengefährlich [LEWIS et al. 2016].

Produktion/Verwendung ► Im Januar 2017 waren 21 Mittel mit dem Wirkstoff Diflufenican zugelassen [BVL 2017].

Verkauf in Deutschland im Jahr 2015:

Herbizidwirkstoffe insgesamt: 16.815 t, davon Amide und Anilide: 3.557 t (21,2 %), davon liegt Diflufenican in der Mengenkategorie: 250-1.000 t. [BVL 2016]

Zielkulturen und Einsatzzeitraum:

Diflufenican wird im Wintergetreide Weizen und Gerste im Voraufbau und frühen Nachaufbau eingesetzt, um Gras und breitblättrige Unkräuter zu bekämpfen.

Gesetzliche Rahmenbedingungen/ Umweltvorgaben ►

Diflufenican wird zur Bewertung des ökologischen Zustands herangezogen [OGewV 2016]. Die Umweltqualitätsnorm bezieht sich auf die gesamte Wasserprobe.

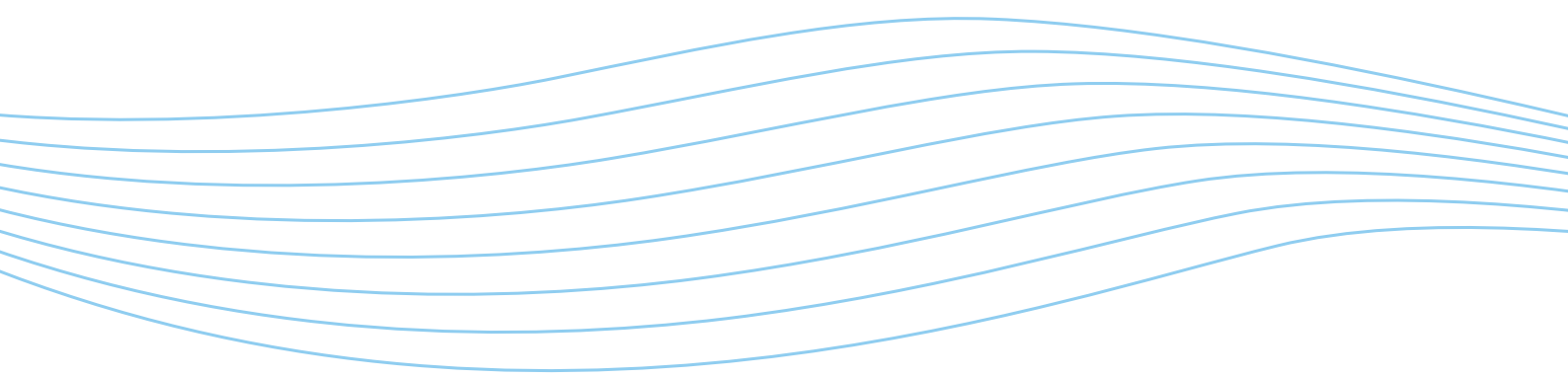
Relevanzkriterium	Wert / Einheit	Erläuterung
Oberirdische Gewässer JD-UQN / ZHK-UQN	0,009 µg/l / -	OGewV 2011 / 2016
Übergangsgewässer JD-UQN / ZHK-UQN	0,009 µg/l / -	OGewV 2011 / 2016

Ergebnisse ► In den Jahren 2011-2016 wurde Diflufenican an 381 Fließgewässer-Messstellen untersucht. In 51 % der Proben wurde der Wirkstoff nachgewiesen. Diflufenican tritt häufig in Fließgewässern Schleswig-Holsteins auf. Im Laufe der Jahre wurde die Analytik immer mehr verbessert, so dass niedrigere Bestimmungsgrenzen erreicht wurden. Daher konnte erst ab 2014 die Anforderung der Bestimmungsgrenze = 30 % UQN erreicht werden. Diflufenican führt mit 69 Überschreitungen der JD-UQN an 62 Messstellen zu einem „mäßigen“ ökologischen Zustand/Potential, tendenziell vermehrt im östlichen Hügelland.

Die höchste Konzentration der Einzelproben trat im Aufraben mit 0,99 µg/l (10/2011) auf. An 27 Seen-MS wurde Diflufenican in den Jahren 2007-2008 nicht nachgewiesen werden. Danach wurden die Untersuchungen in Seen eingestellt.

Relevanz für Schleswig-Holstein ►

Diflufenican tritt flächendeckend, vor allem im östlichen Hügelland auf und führt dort vermehrt zu Überschreitungen der JD-UQN von 0,009 µg/l.



Steckbrief: Diuron

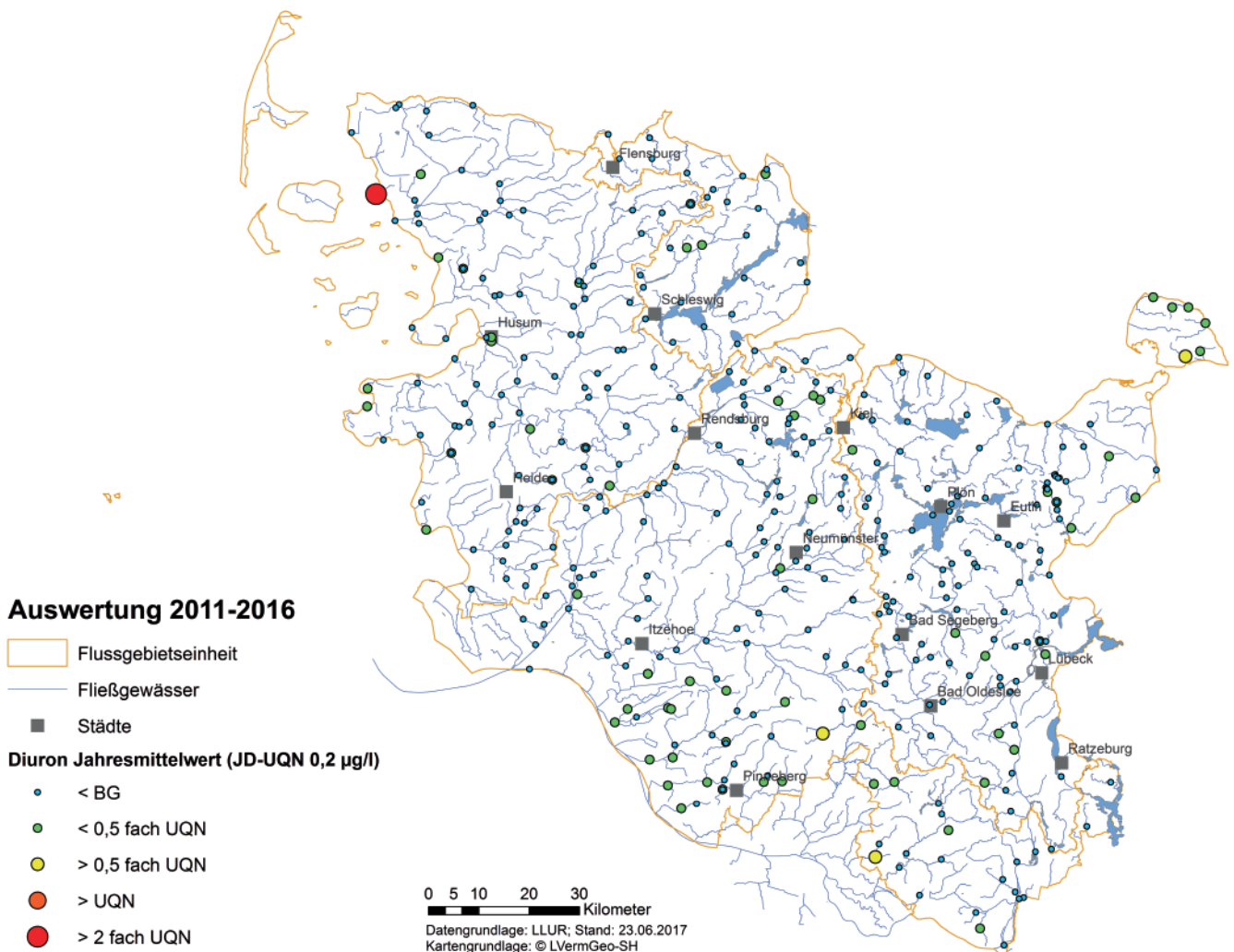


Abbildung 23: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Diuron in den Jahren 2011-2016 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 23.06.2017)

CAS-Nr. ► 330-54-1

Stoffgruppe ► PSM - Herbizid (Phenylharnstoff) und
 Biozid - Beschichtungsschutzmittel, Schutzmittel für Mauerwerk

Umwelteigenschaften; ► Diuron ist im Wasser bei 20 °C im pH-Bereich 4 bis 9 sehr stabil und wird im
 Eintragspfade in Bodeneintragspfade ► Boden unter Sauerstoffeinfluss nur langsam abgebaut. Seine Wasserlöslichkeit
 Oberflächengewässer ► ist niedrig. Im Boden ist es leicht bis mäßig mobil. Da der Wirkstoff seit 2009
 nicht mehr als Pflanzenschutzmittel verwendet werden darf, sind im Gewässer keine diffusen Einträge zu erwarten. Sofern im Siedlungsbereich Anwendung
 von Restmitteln auf Wegen und Plätzen erfolgt, ist hauptsächlich mit Einträgen des Wirkstoffs über die Regenkanalisation in Oberflächengewässer zu rechnen.

Die Zulassung von Diuron als Biozid in Farben kann durch unsachgemäße Handhabung oder Entsorgung einen Eintrag über den Abwasserpfad nach sich ziehen und über den Kläranlagenablauf sporadisch Gewässer verunreinigen. Die durchschnittliche Abbaurate in Kläranlagen wird mit 33 % angegeben [MARGOT et al. 2015].

Aufgrund seiner niedrigen Wasserlöslichkeit gelangt wenig Wirkstoff in den Boden. Da Diuron eine erhöhte Adsorption an Bodenpartikeln erfährt, sind sein Auswaschungspotenzial und damit seine Mobilität nur mäßig und somit das Risiko einer Grundwasserbelastung durch Diuron niedrig. Bei Anwendung auf Kulturen würde als Haupteintragspfad Zwischenabfluss und Drainung infrage kommen.

Bach et al. schätzten 1999 als Haupteintragsquelle in Oberflächengewässer Hofabläufe, als diffuse Quelle wurden jährlich 7 kg über Runoff geschätzt [UBA 2002].

Diuron ist für Algen hochgiftig, für die übrigen Organismen mäßig giftig und nicht bienengefährlich [BAYER AG 1996].

Produktion/Verwendung ▶

Diuron war in Deutschland als PSM-Wirkstoff nur bis 2008 zugelassen. Es besteht eine Zulassung als Biozid als Zusatzstoff in Farben als Alt-Biozid-Wirkstoff, aufgenommen für die Produktart 7 und 10 in das Prüfprogramm (Anhang II EG 1451/2007).

Zielkulturen und Einsatzzeitraum:

Diuron ist ein selektiver Pflanzenschutzwirkstoff, der auch als Totalherbizid einsetzbar ist. Die herbizide Wirkung von Diuron beruht auf der Hemmung der Photosynthese. Diuron wird hauptsächlich über die Wurzeln aufgenommen, über Blatt und Spross nur begrenzt. Mit dem Transpirationsstrom gelangt der Wirkstoff gleichmäßig verteilt in die oberen Teile der Pflanzen. Im Boden ist der Stoff wenig mobil, da er auch in leichten Böden fest an die Bodenmatrix gebunden wird. Eine Verlagerung in tiefere Bodenschichten soll bei praxisgerechter Anwendung nicht zu erwarten sein [BAYER AG 1996].

Hauptsächlich ist Diuron zur Unkrautbekämpfung auf Gleisanlagen, Industriegelände, Wegen und Plätzen eingesetzt worden, ferner in Obst- und Weinbau sowie Kulturen von Zierpflanzen. Diuron wirkt gegen auflaufende und junge Unkräuter, Ungräser und Moose [BAYER AG 1996].

Gesetzliche Rahmenbedingungen/ Umweltvorgaben ▶

Diuron wird zur Bewertung des chemischen Zustands herangezogen [OGewV 2016]. Die Umweltqualitätsnorm bezieht sich auf die gesamte Wasserprobe.

Relevanzkriterium	Wert / Einheit	Erläuterung
Oberirdische Gewässer JD-UQN / ZHK-UQN	0,2 / 1,8 µg/l	OGewV 2011 / 2016
Übergangsgewässer JD-UQN / ZHK- UQN	0,2 / 1,8 µg/l	OGewV 2011 / 2016

Ergebnisse ▶

In den Jahren 2011-2016 wurde Diuron an 380 Fließgewässer-Messstellen untersucht. In 13 % der Proben wurde der Wirkstoff nachgewiesen. Diuron führt mit einer Überschreitung der JD-UQN an einer Messstellen zu einem nicht guten chemischen Zustand. Die ZHK-UQN wurde nie überschritten. Die höchste Konzentration der Einzelproben trat im Dagebüller Hauptsielzug mit 0,78 µg/l (08/2016) auf. An 14 Seen-MS konnte Diuron im Jahr 2008 nie nachgewiesen werden. Danach wurden die Untersuchungen eingestellt.

Relevanz für Schleswig-Holstein ▶

Diuron tritt in Schleswig-Holstein meist nur in geringen Konzentrationen unterhalb der halben UQN auf bzw. kann nicht nachgewiesen werden.

Steckbrief: Flufenacet

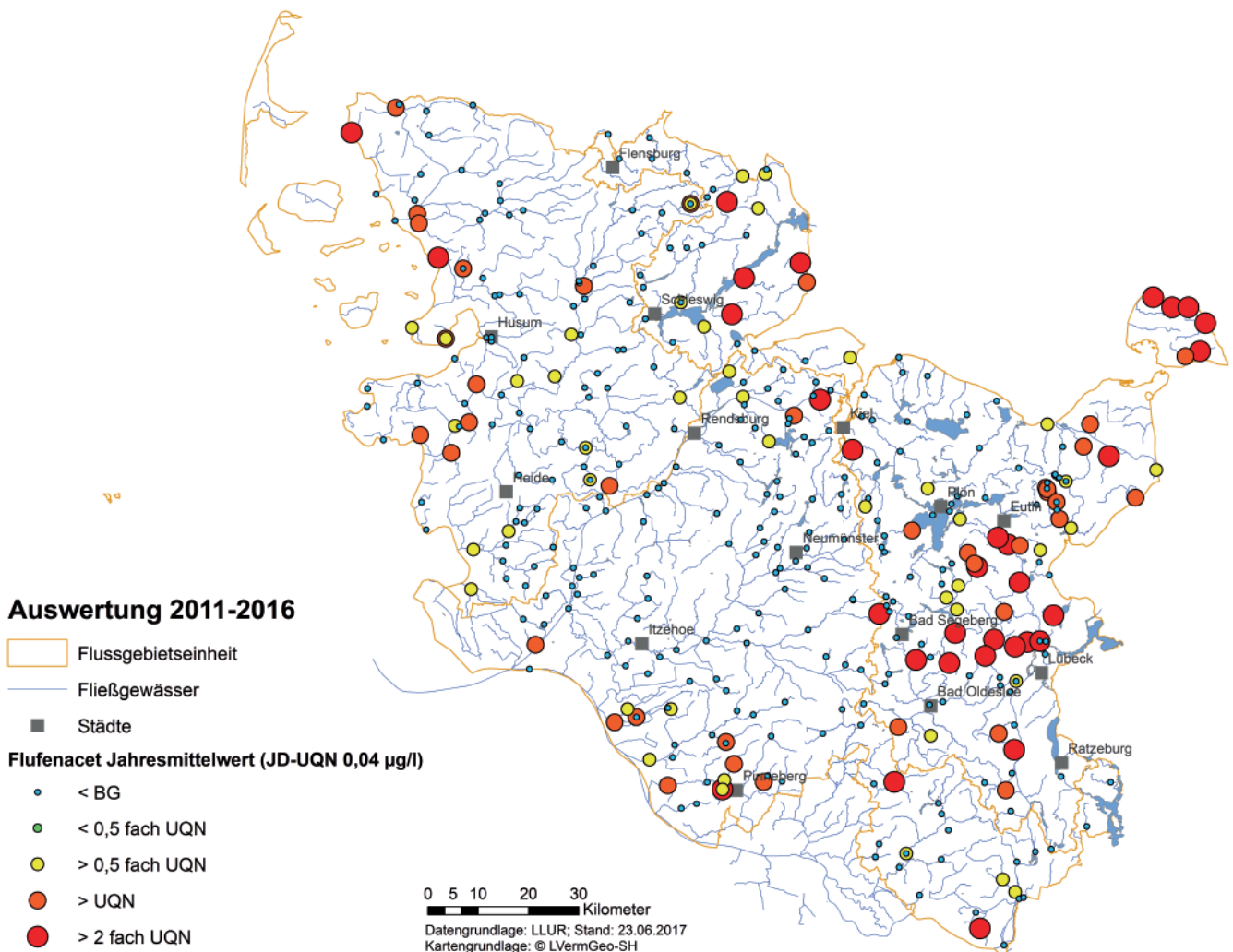


Abbildung 24: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Flufenacet in den Jahren 2011-2016 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 23.06.2017)

CAS-Nr. ▶ 142459-58-3

Stoffgruppe ▶ PSM - Herbizid (Oxyacetamide)

Umwelteigenschaften; ▶
Eintragspfade in
Oberflächengewässer

Flufenacet hat eine mittlere bis geringe Wasserlöslichkeit von 56 mg/l. Die Adsorption an die Bodenmatrix ist erhöht und liegt im mittleren Bereich, ebenso das Auswaschungspotenzial.

Bei leichten und schwach sorptiven Böden wird Flufenacet hauptsächlich über den Zwischenabfluss ins Gewässer eingetragen (Konzentration 82 % und Fracht 68 %). Niedrige bis mittlere Konzentrationen und Frachten werden über das Grundwasser verlagert (Konzentration 17 %; Fracht 25 %). In der Marsch ist mit einer moderaten Verlagerung von Flufenacet über das Sickerwasser zu rechnen, da ein hoher Austrag über den Dränabfluss mittels Makroporen erfolgt [CAU 2011].

Flufenacet ist hochgiftig für Algen und Wasserpflanzen und mäßig giftig für Säugetiere, Vögel, Fische und Wirbellose, sowie Regenwürmer. Der Wirkstoff ist nicht bienengefährlich [LEWIS et al. 2016].

Produktion/Verwendung ▶

Im Januar 2017 waren 10 Mittel mit dem Wirkstoff Flufenacet zugelassen, zwei davon auch im Haus- und Kleingartenbereich [BVL 2017].

Verkauf in Deutschland im Jahr 2015:

Herbizidwirkstoffe insgesamt: 16.815 t, davon Amide und Anilide: 3.557 t, davon liegt Flufenacet in der Mengenkategorie: 250-1.000 t [BVL 2016].

Zielkulturen und Einsatzzeitraum:

Flufenacet verhindert die Mitose und Zellteilung der Zielorganismen. Die Verbindung zeigt eine starke Wirkung auf an Wachstum und Zellteilung beteiligtem Gewebe der Pflanzen, zeigt Wechselwirkungen mit Membranfunktionen und verändert die Permeabilität (Durchlässigkeit) von Zellmembranen [LAWA 2010].

Flufenacet hat ein breites Wirkungsspektrum gegenüber Gräsern und breitblättrigen Unkräutern. Es unterdrückt Ackerfuchsschwanz, Windhalm, einjähriges Rispengras und einjährige und zweikeimblättrige Unkräuter. Flufenacet wird als Voraufbauherbizid in Mais, Winterweizen, Wintergerste, Kartoffelbau und Gemüsebau, sowie im Obstbau und Zierpflanzenbau verwendet [BVL 2017].

Gesetzliche Rahmenbedingungen/ Umweltvorgaben ▶

Flufenacet wird zur Bewertung des ökologischen Zustands herangezogen [OGewV 2016]. Die Umweltqualitätsnorm bezieht sich auf die gesamte Wasserprobe.

Relevanzkriterium	Wert / Einheit	Erläuterung
Oberirdische Gewässer JD-UQN / ZHK-UQN	0,04 / 0,2 µg/l	OGewV 2016
Übergangsgewässer JD-UQN / ZHK-UQN	0,004 / 0,02 µg/l	OGewV 2016

Ergebnisse ▶

In den Jahren 2011-2016 wurde Flufenacet an 380 Fließgewässer-Messstellen untersucht. In 16 % der Proben wurde der Wirkstoff nachgewiesen. Flufenacet führt mit 77 Überschreitungen der JD-UQN an 72 Messstellen zu einem „mäßigen“ ökologischen Zustand/Potential. Die ZHK-UQN wurde 55-mal an 44 Messstellen überschritten. Die höchste Konzentration der Einzelproben trat im Gammendorfer Graben mit 11 µg/l (11/2015) auf.

An 27 Seen-MS konnte Flufenacet in den Jahren 2007-2008 nur einmal im Speicherbecken Miele mit 0,12 µg/l nachgewiesen werden. Danach wurden die Untersuchungen eingestellt.

Relevanz für Schleswig-Holstein ▶

Flufenacet tritt flächendeckend, vor allem im östlichen Hügelland auf und führt dort vermehrt zu Überschreitungen der JD-UQN von 0,04 µg/l.

Steckbrief: Glyphosat und AMPA

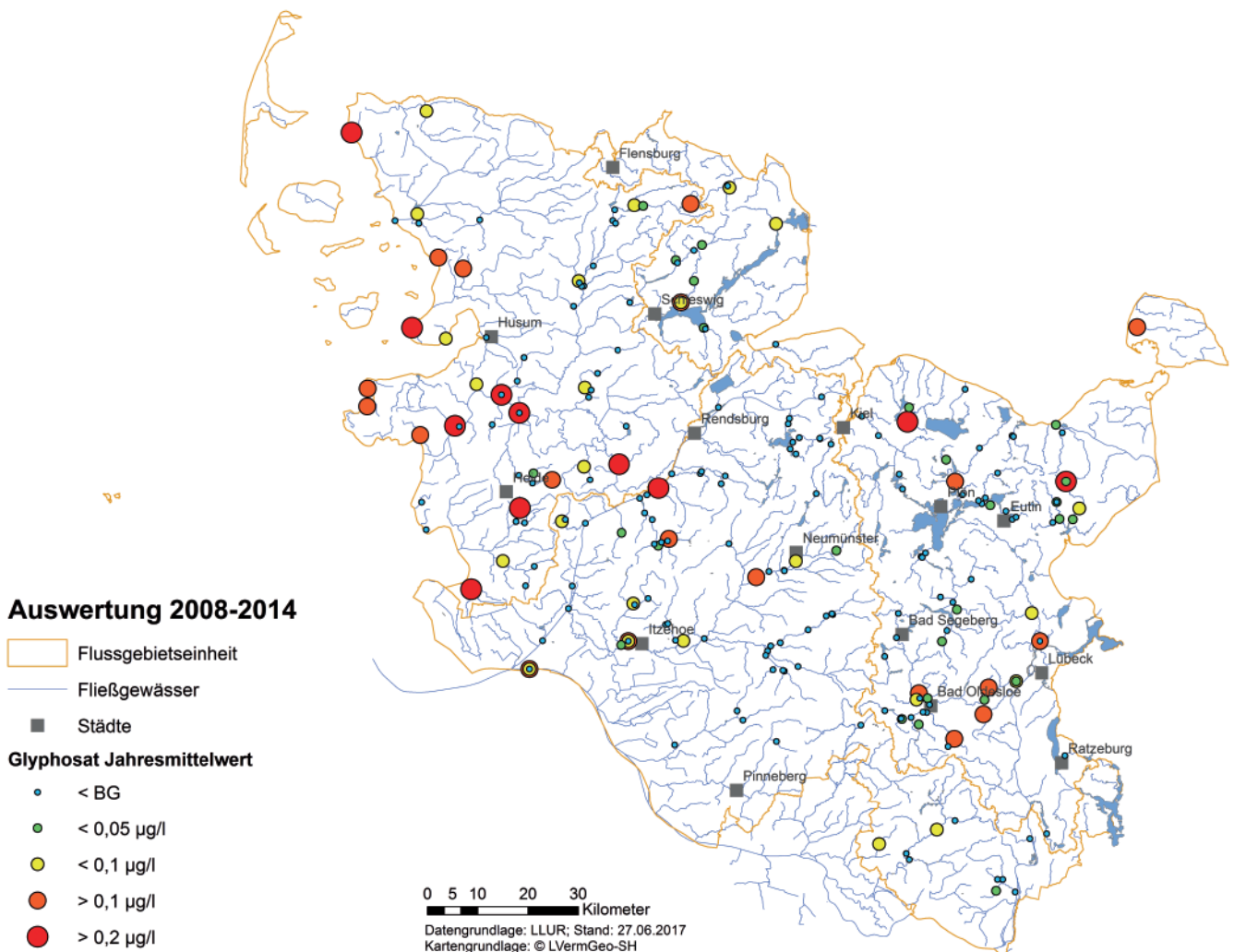


Abbildung 25: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Glyphosat in den Jahren 2008-2014 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 27.06.2017)

CAS-Nr. ▶ 1071-83-6 bzw. 1066-51-9

Stoffgruppe ▶ PSM - Herbizid (Phosphonoglycin) und Metabolit

Umwelteigenschaften; Eintragspfade in Oberflächengewässer ▶ Glyphosat ist in Wasser hoch löslich und zeigt eine nur sehr niedrige Adsorptionsfähigkeit an Bodenpartikeln und eine geringe Mobilität. Der Wirkstoff ist photolytisch und hydrolytisch in Oberflächenwasser stabil und im Boden mäßig stabil. Aufgrund der genannten Eigenschaften ist sein Auswaschungspotenzial ins Grundwasser sehr niedrig. Als Haupteintragspfade in Oberflächengewässer kommen, sofern es sich um Anwendung von Glyphosat auf landwirtschaftlichen Flächen handelt, Zwischenabfluss mit Dränabfluss in Betracht. Bei Einsätzen auf Wegen und Plätzen führt Oberflächenabfluss letztlich über Regenwasserabläufe, Kanalisation und Kläranlagen in Fließgewässer [ICI AGRO 1993]. Die durchschnittliche Abbaurate in Kläranlagen wird mit 30 % angegeben [MARGOT et al. 2015].

Glyphosat ist für Säugetiere und Vögel, Wasserpflanzen und im Boden lebende Tiere wenig giftig sowie bienenungefährlich. Für Fische und Wirbellose sowie Algen ist Glyphosat mäßig giftig [LEWIS et al. 2016].

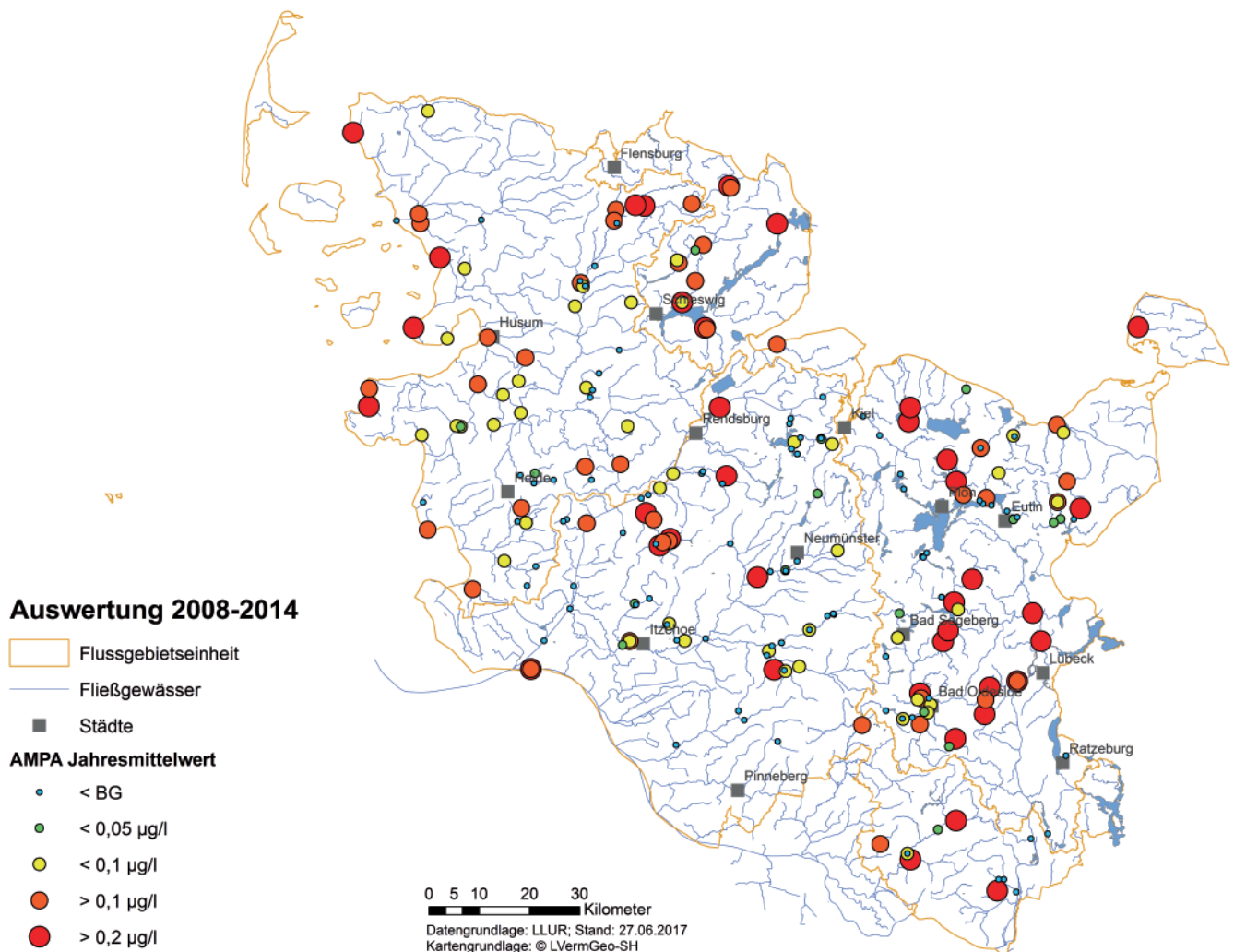


Abbildung 26: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf AMPA in den Jahren 2008-2014 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 27.06.2017)

Aminomethylphosphonsäure (AMPA) ist das Hauptabbauprodukt von Glyphosat in der Bodenzone. Sie hat ähnliche Bodenhaftungseigenschaften wie Glyphosat, ist aber erheblich stabiler. AMPA wird in Böden und Wasser zu Kohlenstoffdioxid abgebaut. Für Böden beträgt die Halbwertszeit DT50 zwischen 44 bis 215 Tagen, für Gewässer beträgt sie 14 Tage [ICI AGRO 1993].

Produktion/Verwendung ►

Im Januar 2017 waren 97 Mittel mit dem Wirkstoff Glyphosat zugelassen; davon sind 48 Mittel in Haus und Kleingarten zulässig [BVL 2017].

Verkauf in Deutschland im Jahr 2015:

Herbizidwirkstoffe insgesamt: 16.815 t, davon Organophosphor-Herbizide 4.883 t (29 %), davon liegt Glyphosat in der Mengenklasse: 2.500-10.000 t [BVL 2016].

Glyphosat liegt auf Platz 2 der Rangliste der Wirkstoffe mit den höchsten Mengen des Inlandsabsatzes im Jahr 2015 für berufliche Verwender und ist damit der am häufigsten verkaufte organische Pflanzenschutzmittelwirkstoff [BVL 2016].

Zielkulturen und Einsatzzeitraum:

Glyphosat ist ein nicht-selektives Totalherbizid aus der Gruppe der Phosphonate. Der Wirkstoff wird nur über Blätter und Stengel (nicht über die Wurzel) aufgenommen und dann in der gesamten Pflanze, auch in den unterirdischen Pflanzenteilen, verlagert. Glyphosat blockiert in den behandelten Pflanzen ein wichtiges Enzym, das die Pflanzen zur Synthese aromatischer Aminosäuren benötigen. Glyphosat ist der einzige bekannte Herbizidwirkstoff, der auf diese Weise arbeitet.

Nach erfolgter Unkrautbeseitigung wird Glyphosat schnell zu AMPA abgebaut. Der Landwirt kann dadurch eine behandelte Fläche nach dem Absterben des Unkrauts nach kurzer Zeit wieder neu bepflanzen oder besäen.

Der Wirkstoff wird gegen einjährige ausdauernde Unkräuter und Ungräser eingesetzt. Er ist besonders geeignet auf Getreide- und Maisstoppeln, ist aber auch auf Wegen und Plätzen sowie Gleisanlagen eingesetzt worden, sowie auch in Gartenbau, Industrie und Privathaushalten [ICI AGRO 1993].

**Gesetzliche Rahmenbedingungen/
Umweltvorgaben** ▶

Für Glyphosat und AMPA liegen noch keine Umweltqualitätsnormen vor. Es wird daher mit dem Trinkwasservorsorgewert von 0,1 µg/l verglichen.

Ergebnisse ▶

Die Analytik für Glyphosat und AMPA erfordert ein eigenes Analyseverfahren im Labor. Da beide Stoffe nicht gesetzlich geregelt sind und überwacht werden müssen, erfolgt die Messung nur sporadisch.

In den Jahren 2008-2014 wurde Glyphosat an 212 Fließgewässer-Messstellen untersucht. Die meisten Untersuchungen fanden 2008 und 2013 statt. In 30 % der Proben wurde der Wirkstoff nachgewiesen. Die höchste Konzentration der Einzelproben trat in der Kremper Au mit 2,5 µg/l (06/2013) auf. An 33 Seen-MS konnte Glyphosat in den Jahren 2008 und 2012 in 24 % der Proben nachgewiesen werden. Die höchste Konzentration der Einzelproben trat im Lanker See mit 0,2 µg/l (06/2008) auf.

In den Jahren 2008-2014 wurde AMPA an 212 Fließgewässer-Messstellen untersucht. Die meisten Untersuchungen fanden 2008 und 2013 statt. In 58 % der Proben wurde der Metabolit nachgewiesen. Die höchste Konzentration der Einzelproben trat in der Barnitz mit 1,9 µg/l (12/2008) auf. Auch AMPA wurde in den Jahren 2008 und 2012 an 33 Seen-MS untersucht und konnte insgesamt in 59 % der Proben nachgewiesen werden. Die höchste Konzentration der Einzelproben trat im Wardersee mit 0,29 µg/l (11/2012) auf.

Relevanz für Schleswig-Holstein ▶

Vor allem das Abbauprodukt AMPA tritt flächendeckend in Schleswig-Holstein auf und überschreitet den angenommenen Trinkwasservorsorgewert von 0,1 µg/l mehrfach.

Bild S. 65:
Eintragsfahne einer Drainage



Steckbrief: Iopamidol

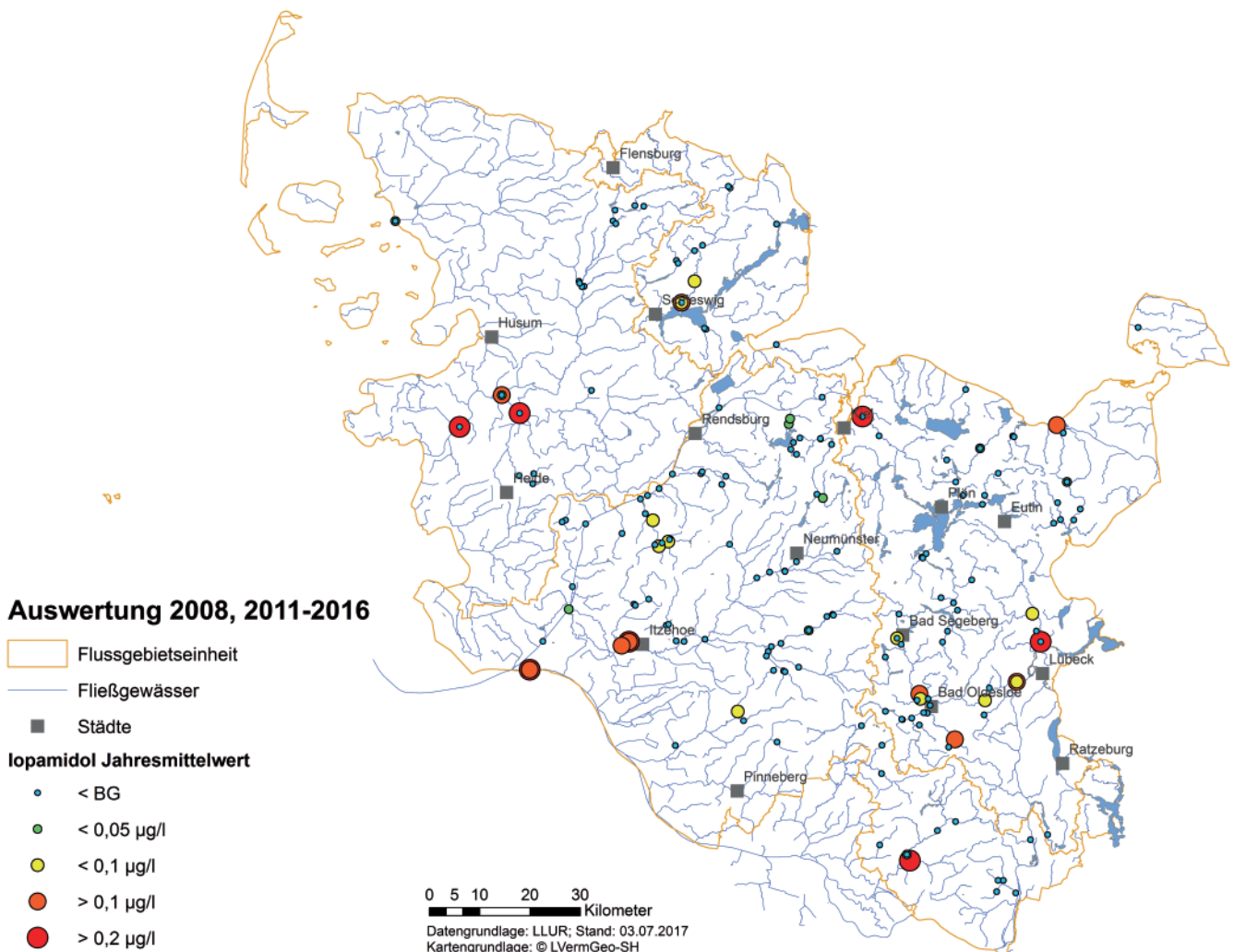


Abbildung 27: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Iopamidol in den Jahren 2008 und 2011-2016 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 03.07.2017)

CAS-Nr. ▶ 60166-93-0

Stoffgruppe ▶ Arzneimittelwirkstoff - Röntgenkontrastmittel

Umwelteigenschaften; Eintragspfade in Oberflächengewässer ▶ Mit dem Urin von Mensch und Tier gelangen Arzneistoffe sowie deren Stoffwechselprodukte über Kläranlagenabläufe in die Gewässer. Auch nicht verbrauchte Arzneimittel, die unsachgemäß über den Abfluss oder die Toilette entsorgt werden, gelangen über Kläranlagen in Oberflächengewässer. In Kläranlagen werden diese Stoffe nicht vollständig abgebaut. Die durchschnittliche Abbaurate für Iopamidol in Kläranlagen wird mit 28 % angegeben [Margot et al. 2015].

Produktion/Verwendung ▶ Iopamidol ist ein iodhaltiges Röntgenkontrastmittel und dient zur Darstellung von Blutgefäßen.

Der Verbrauch im Jahr 2009 betrug bei abnehmenden Verbrauchsmengen 20.149 kg [UBA 2011].

**Gesetzliche Rahmenbedingungen/
Umweltvorgaben** ▶

Es gibt noch keine gesetzlich geregelte Umweltqualitätsnorm für Deutschland und es liegt noch kein Umweltqualitätsnorm-Vorschlag vor. Es wird daher mit dem Trinkwasservorsorgewert von 0,1 µg/l verglichen.

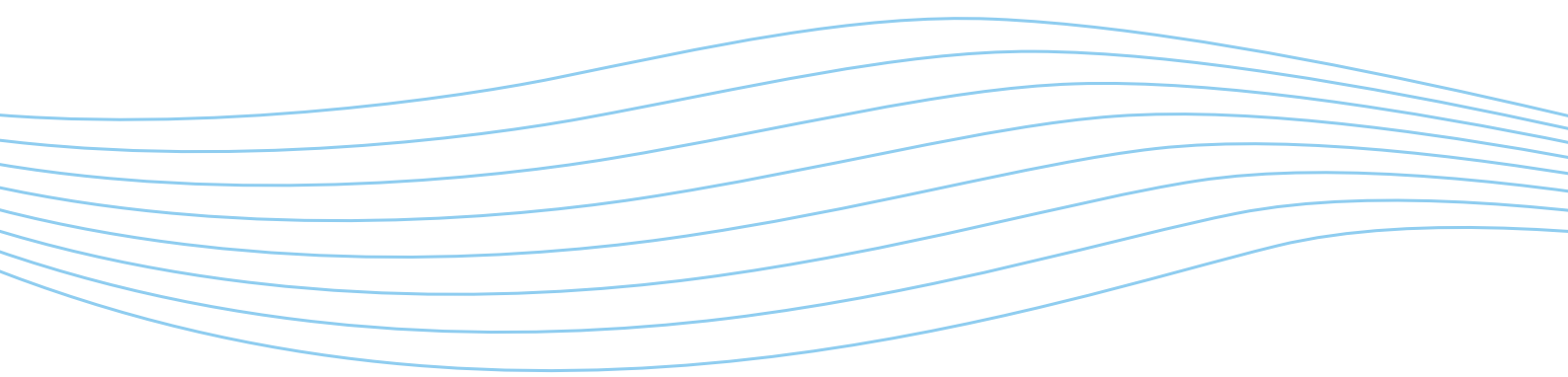
Ergebnisse ▶

lopamidol wurde 2008 und von 2011-2016 an 167 Fließgewässer-Messstellen untersucht. In 39 % der Proben wurde der Wirkstoff nachgewiesen. Die höchste Konzentration der Einzelproben wurde in der Ratzbek mit 2,1 µg/l (06/2008) nachgewiesen. Die höchste Jahresdurchschnittskonzentration wurde im Jahr 2013 mit 0,53 µg/l an der Schwartau ermittelt.

Aufgrund der hohen Verdünnung wurde lopamidol nicht in Seen untersucht.

Relevanz für Schleswig-Holstein ▶

lopamidol wird in wenigen Gewässern Schleswig-Holsteins nachgewiesen und überschreitet den angenommenen Trinkwasservorsorgewert von 0,1 µg/l in Einzelfällen.



Steckbrief: Isoproturon

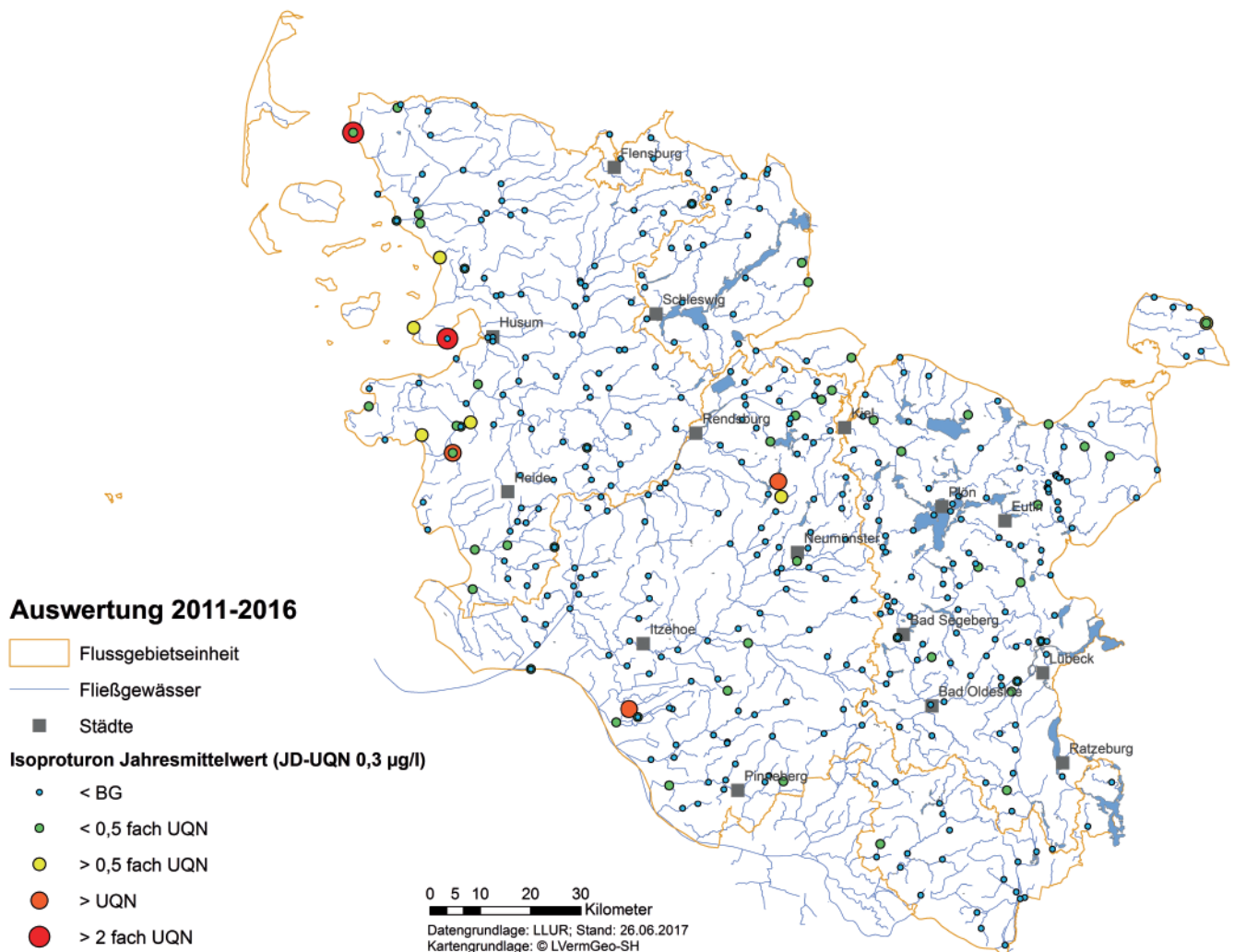


Abbildung 28: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Isoproturon in den Jahren 2011-2016 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 26.06.2017)

CAS-Nr. ▶ 34123-59-6

Stoffgruppe ▶ PSM - Herbizid (Harnstoffderivat) und
 Biozid - Beschichtungsschutzmittel, Schutzmittel für Mauerwerk

Umwelteigenschaften; ▶
Eintragspfade in
Oberflächengewässer

Isoproturon und Didesmethly-Isoproturon sind toxisch für Algen und Wasserpflanzen. Bezüglich Isoproturon ist das Risiko für Organismen in Wasser und Sediment als hoch eingestuft [EFSA Journal 2015]. Das Risiko für Honigbienen und Regenwürmer durch Isoproturon ist niedrig, jedoch wird der Metabolit Desmethly-Isoproturon als toxischer eingestuft als Isoproturon. Für Säugetiere, Vögel, Fische und Wirbellose sowie Algen und Wasserpflanzen ist Isoproturon mäßig giftig [LEWIS et al. 2016]. Wegen der mittleren Wasserlöslichkeit von Isoproturon kommen als Haupteintragspfade in Fließgewässer Zwischenabfluss und Drainagen in Betracht und wegen der niedrigen Adsorptionsfähigkeit des Wirkstoffs ebenso Grundwasser. Bach et al. sahen 1999 für deutsche Gewässer hauptsächlich Punktquellen im Focus. Für jährliche diffuse Einträge schätzte die Arbeitsgruppe: Runoff 1.278 kg, Dränabfluss 947 kg, Abdrift 20 kg [UBA 2002].

Die durchschnittliche Abbauraten in Kläranlagen wird mit 42 % angegeben [MARGOT et al. 2015].

Gemäß BVL besteht ein Risiko für Grundwassereinträge. Isoproturon wird nach dem Chemikalienrecht als karzinogen der Kategorie 2 eingestuft und die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit EFSA schlägt zusätzlich eine Einstufung als reproduktionstoxisch der Kategorie 2 vor.

Produktion/Verwendung ▶

Die Europäische Kommission hat entschieden, die Genehmigungen für Isoproturon nicht zu erneuern, somit erlöschen die Zulassungen durch die BVL für PSM mit Isoproturon zum 30. September 2016 mit Ablauffrist bis 30. September 2017 [DURCHFÜHRUNGSVERORDNUNG (EU) 2016/872].

Verkauf in Deutschland im Jahr 2015:

Herbizidwirkstoffe insgesamt: 16.815 t, davon Harnstoffderivate: 1.503 t (8,9 %), davon liegt Isoproturon in der Mengenkategorie: 250-1.000 t [BVL 2016].

Zielkulturen und Einsatzzeitraum:

Der Wirkmechanismus verläuft über die Hemmung der Photosynthese von Schadgräsern und Unkräutern. Isoproturon wird über die oberirdischen Pflanzenteile und über die Wurzeln aufgenommen. Der Transport des herbiziden Wirkstoffs in der Pflanze erfolgt hauptsächlich im Xylem, weniger im Phloem. Die herbizide Wirkung wird zwei bis drei Wochen nach der Anwendung sichtbar [HOECHST AG].

Isoproturon wird im Sommergetreide (Weizen, Gerste) und Wintergetreide (Weizen, Gerste, Roggen, Triticale) zur Kontrolle von einjährigen Ungräsern (Ackerfuchsschwanz, Windhalm, Einjährige Rispe, Kamille, Vogelmiere) eingesetzt. Der Einsatz erfolgt im Herbst vor Auflauf (d. h. vor oder während der Saat) und nach Auflauf (d. h. nach Bildung erster Keimblätter) und im Frühjahr nach Auflauf. Die Aufwandmengen betragen 1,0 bis 2,0 kg Wirkstoff pro Hektar [HOECHST AG].

Zudem ist Isoproturon als Alt-Biozid-Wirkstoff in den Produktarten Beschichtungsmittel und Schutzmittel für Mauerwerk zugelassen und in das Prüfprogramm für Alt-Biozide (Anhang II der Verordnung (EG) Nr. 1451/2007) aufgenommen worden [Engelmann 2016].

Gesetzliche Rahmenbedingungen/ Umweltvorgaben ▶

Isoproturon wird zur Bewertung des chemischen Zustands herangezogen. Die Umweltqualitätsnorm bezieht sich auf die gesamte Wasserprobe.

Relevanzkriterium	Wert / Einheit	Erläuterung
Oberirdische Gewässer JD-UQN / ZHK-UQN	0,3 / 1 µg/l	OGewV 2011 / 2016
Übergangsgewässer JD-UQN / ZHK-UQN	0,3 / 1 µg/l	OGewV 2011 / 2016

Ergebnisse ▶

In den Jahren 2011-2016 wurde Isoproturon an 380 Fließgewässer-Messstellen untersucht. In 10 % der Proben wurde der Wirkstoff nachgewiesen. Isoproturon führt mit 5 Überschreitungen der JD-UQN an 5 Messstellen zu einem „nicht guten“ chemischen Zustand. Die ZHK-UQN wurde 5-mal an 5 Messstellen überschritten. Die höchste Konzentration der Einzelproben trat im Hamburger Sielzug Ost mit 4,1 µg/l (05/2013) auf. An 14 Seen-MS konnte Isoproturon im Jahr 2008 nur einmal im Dieksee mit 0,04 µg/l nachgewiesen werden. Danach wurden die Untersuchungen eingestellt.

Relevanz für Schleswig-Holstein ▶

Isoproturon wird nur vereinzelt in Schleswig-Holstein nachgewiesen und führt dann meist zu einer UQN-Überschreitung.

Steckbrief: Mecoprop

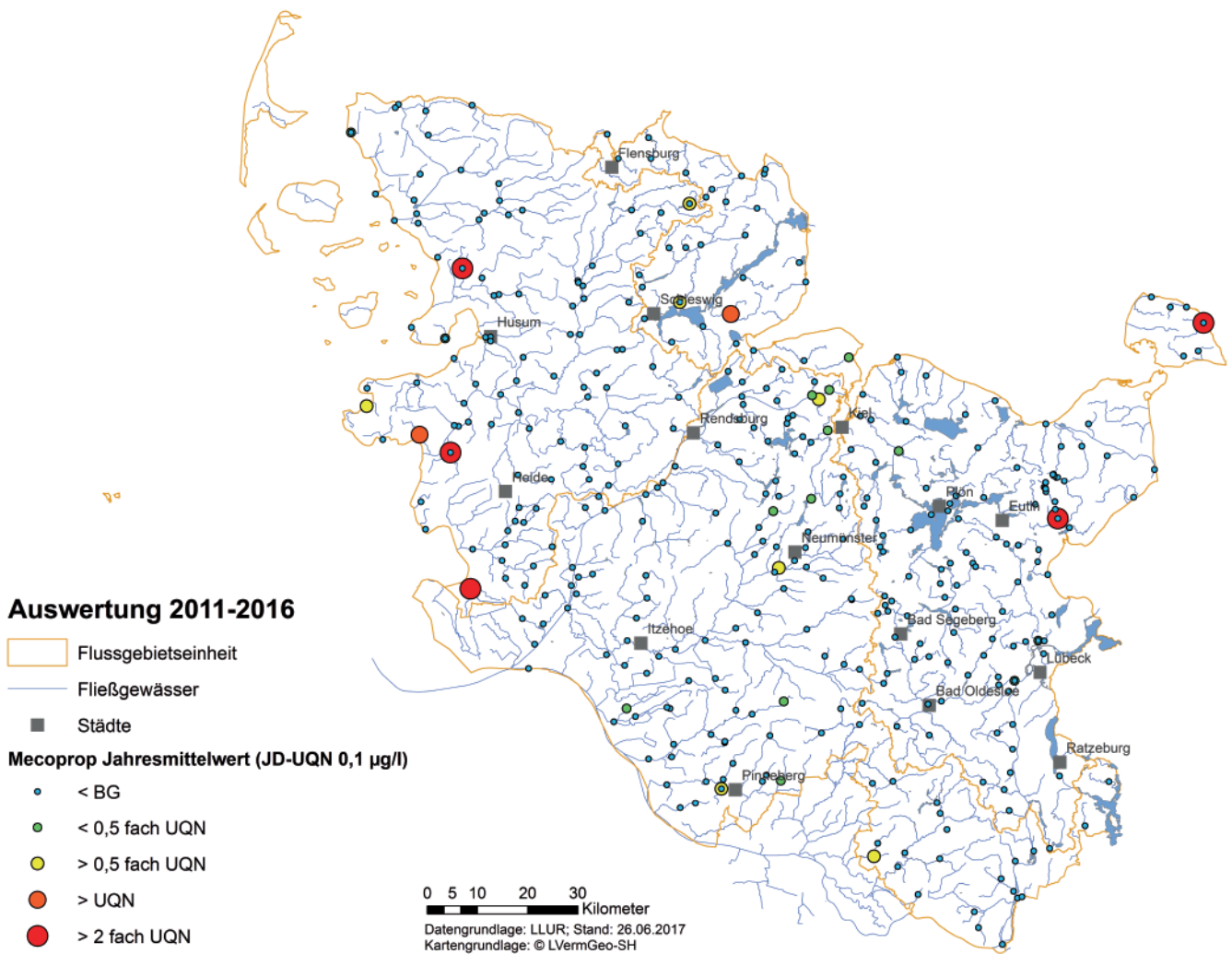


Abbildung 29: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Mecoprop in den Jahren 2011-2016 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 26.06.2017)

CAS-Nr. ► 7085-19-0

Stoffgruppe ► PSM - Herbizid (Aryloxyalkansäure)

Umwelteigenschaften; Eintragspfade in Oberflächengewässer ► Mecoprop-P ist niedrig toxisch für Fische und Wirbellose, sowie Algen und Wasserpflanzen. Der Wirkstoff ist mäßig giftig für Säugetiere und Vögel sowie Regenwürmer und er ist nicht bienengefährlich [LEWIS et al. 2016].

Mecoprop-P hat eine sehr hohe Wasserlöslichkeit und entsprechend eine sehr niedrige Adsorptionsfähigkeit an Bodenpartikel, was der Grund für eine gute Mobilität ist. Aufgrund dieser Eigenschaften besteht ein mittleres Auswaschungspotenzial. Haupteintragspfade sind Zwischenabfluss mit Dränabfluss sowie Grundwasser. Mecoprop-P ist im Oberflächenwasser photolytisch und hydrolytisch stabil [LEWIS et al. 2016].

Ein weiterer Eintragspfad für Mecoprop-P ist die Auswaschung aus Dachbahnen mit Regenwasser, welches direkt oder über Kläranlagen eingeleitet wird. Viele Bitumenbahnen werden mit Mecoprop-P gegen Beschädigung durch

Pflanzenwurzeln geschützt und als wurzelfest „WF“ deklariert. Untersuchungen haben gezeigt, dass von Flachdächern mit wurzelfesten Bitumenbahnen das Herbizid Mecoprop-P ausgewaschen wird und dadurch Gewässer belastet werden können [EAWAG 2009].

Die durchschnittliche Abbaurrate in Kläranlagen wird mit 25 % angegeben [MARGOT et al. 2015].

Produktion/Verwendung ▶

Im Januar 2017 waren 16 Mittel mit dem Wirkstoff Mecoprop zugelassen, viele davon auch im Haus- und Kleingartenbereich [BVL 2017].

Verkauf in Deutschland im Jahr 2015:

Herbizidwirkstoffe insgesamt: 16.815 t, davon Phenoxy-Phytohormone: 857 t (5,1 %), davon liegt Mecoprop-P in der Mengenkategorie: 25 -100 t [BVL 2016].

Zielkulturen und Einsatzzeitraum:

Mecoprop-P wirkt gegen zweikeimblättrige Unkräuter (wie Sternmiere, Wegewich, Klee, Gundermann, Löwenzahn) in Rasenkulturen [PROPLANTA 2017]. Der Wirkstoff wird auch in Bitumenbahnen eingesetzt [EAWAG 2009].

Gesetzliche Rahmenbedingungen/ Umweltvorgaben ▶

Mecoprop wird zur Bewertung des ökologischen Zustands herangezogen [OGewV 2016]. Die Umweltqualitätsnorm bezieht sich auf die gesamte Wasserprobe.

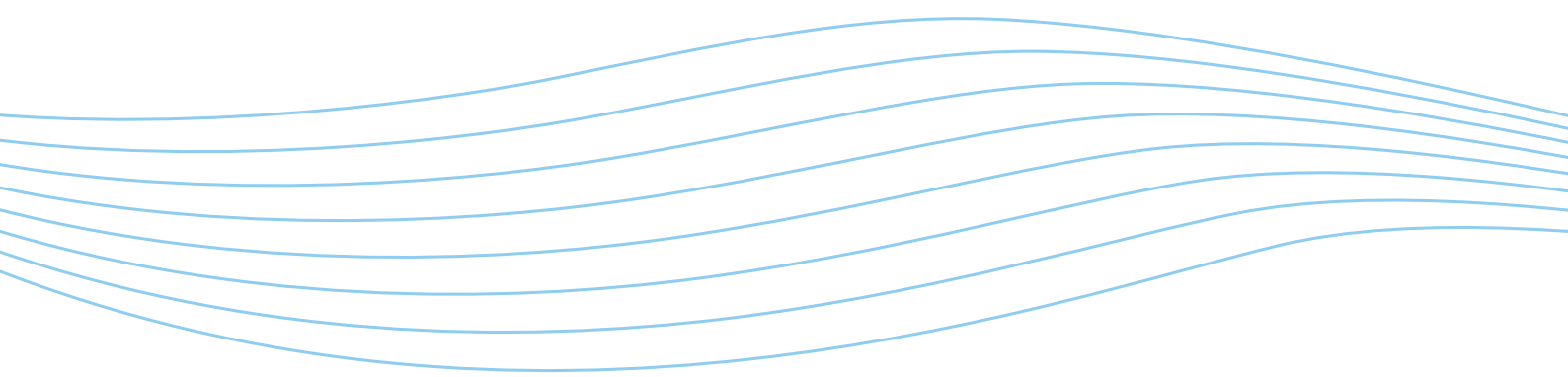
Relevanzkriterium	Wert / Einheit	Erläuterung
Oberirdische Gewässer JD-UQN / ZHK-UQN	0,1 µg/l / -	OGewV 2011 / 2016
Übergangsgewässer JD-UQN / ZHK-UQN	0,1 µg/l / -	OGewV 2011 / 2016

Ergebnisse ▶

In den Jahren 2011-2016 wurde Mecoprop an 380 Fließgewässer-Messstellen untersucht. In 3,5 % der Proben wurde der Wirkstoff nachgewiesen. Mecoprop führt mit 7 Überschreitungen der JD-UQN an 7 Messstellen zu einem „mäßigen“ ökologischen Zustand/Potential. Die höchste Konzentration der Einzelproben trat im Vorfluter bei Presen, Fehmarn mit 4,1 µg/l (06/2011) auf. An 27 Seen-MS konnte Mecoprop in den Jahren 2007-2008 nur einmal im Speicherbecken Miele mit 0,06 µg/l und einmal im Dieksee mit 0,09 µg/l nachgewiesen werden. Danach wurden die Untersuchungen eingestellt.

Relevanz für Schleswig-Holstein ▶

Mecoprop wird nur vereinzelt in Schleswig-Holstein nachgewiesen und führt dann meist zu einer UQN-Überschreitung.



Steckbrief: Metazachlor

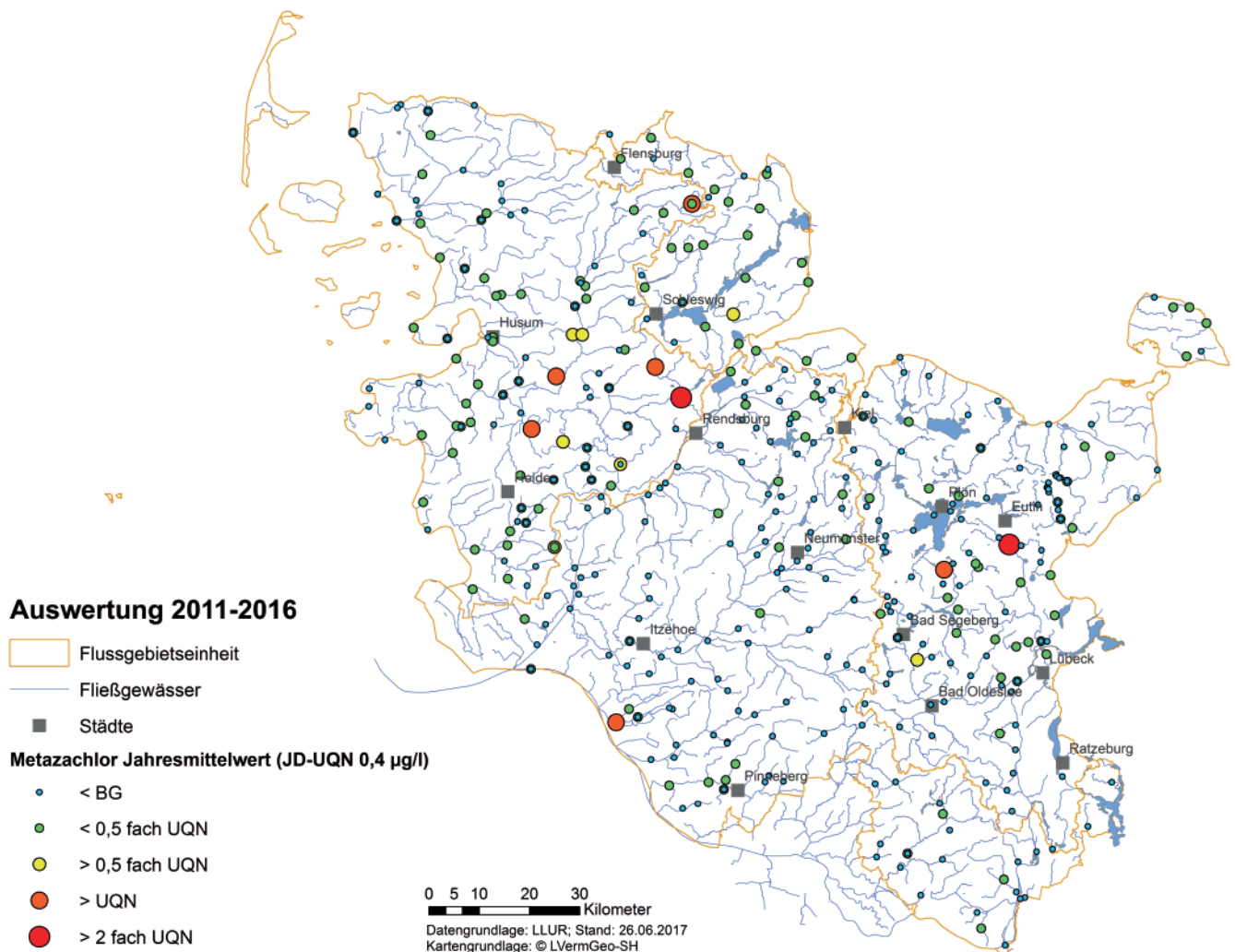


Abbildung 30: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Metazachlor in den Jahren 2011-2016 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 26.06.2017)

CAS-Nr. ▶ 67129-08-2

Stoffgruppe ▶ PSM - Herbizid (Chloracetamid)

Umwelteigenschaften; Eintragspfade in Oberflächengewässer ▶ Metazachlor ist hoch toxisch für Wasserpflanzen, mäßig toxisch gegen Vögel, Fische und Wirbellose sowie Algen und Regenwürmer. Der Wirkstoff ist niedrig toxisch für Säugetiere und nicht bienengefährlich [LEWIS et al. 2016].

Metazachlor hat eine mittlere bis gute Wasserlöslichkeit und wird eher schwach sorbiert und verfügt daher über ein moderates Austragspotential. Im Ergebnis wird nur eine vernachlässigbare Menge Metazachlor über den Oberflächenabfluss ins Gewässer gegeben. Niedrige bis mittlere Konzentrationen und Frachten kommen über die Dränagen und den Zwischenabfluss. Durch den geringen Abfluss des Zwischenabflusses fällt die eingetragene Fracht gegenüber der dazugehörigen Konzentration deutlich geringer aus. Der größte Anteil von Metazachlor gelangt wahrscheinlich über das Grundwasser ins Gewässer [CAU 2011].

Produktion/Verwendung ▶

Im Januar 2017 waren 11 Mittel mit dem Wirkstoff Metazachlor zugelassen [BVL 2017].

Verkauf in Deutschland im Jahr 2015:

Herbizidwirkstoffe insgesamt: 16.815 t, davon Amide und Anilide 3.557 t (21,2 %), davon liegt Metazachlor in der Mengenkategorie: 250-1.000 t [BVL 2016].

Zielkulturen und Einsatzzeitraum:

Metazachlor wird durch die Wurzeln aufgenommen. Der Wirkstoff stört die Zellteilung der behandelten Unkräuter. Dabei hemmt Metazachlor die Fettsäuresynthese [AGCHEM ACCESS LIMITED 2015].

Metazachlor ist ein selektiv wirkendes Herbizid zur Bekämpfung von Unkrautarten und Ungräsern in Winterraps, Sommerraps, Gemüsekohl und Stoppelrüben. Das Herbizid kann im Vor- und Nachauflauf für keimende ein- und zweijährige einkeimblättrige Unkräuter eingesetzt werden. Bei ausreichender Bodenfeuchtigkeit wird der Wirkstoff über die Wurzeln aufgenommen [BASF AG 1990].

Gesetzliche Rahmenbedingungen/ Umweltvorgaben ▶

Metazachlor wird zur Bewertung des ökologischen Zustands herangezogen [OGewV 2016]. Die Umweltqualitätsnorm bezieht sich auf die gesamte Wasserprobe.

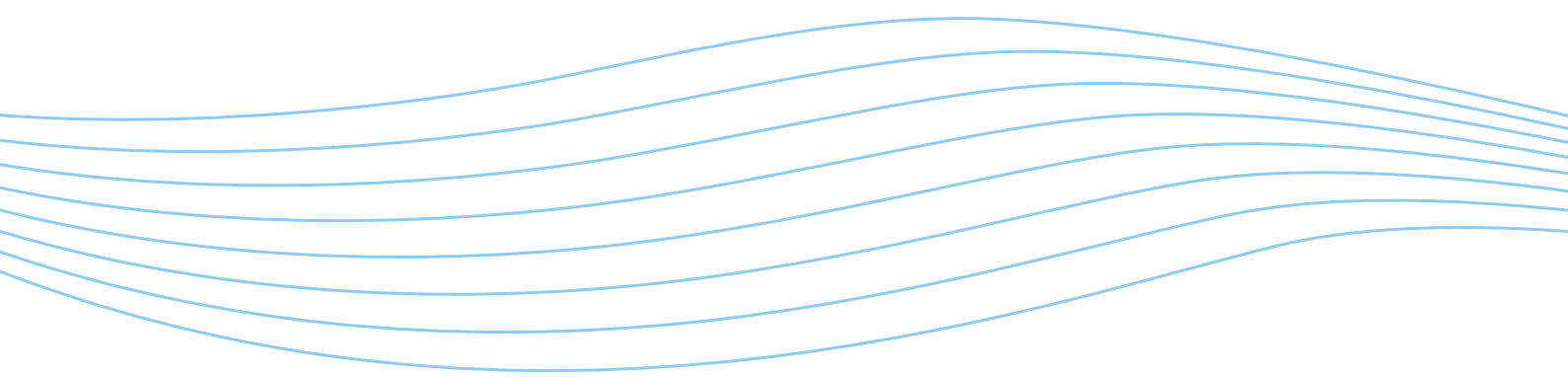
Relevanzkriterium	Wert / Einheit	Erläuterung
Oberirdische Gewässer JD-UQN / ZHK-UQN	0,4 µg/l / -	OGewV 2011 / 2016
Übergangsgewässer JD-UQN / ZHK-UQN	0,4 µg/l / -	OGewV 2011 / 2016

Ergebnisse ▶

In den Jahren 2011-2016 wurde Metazachlor an 380 Fließgewässer-Messstellen untersucht. In 27 % der Proben wurde der Wirkstoff nachgewiesen. Metazachlor führt mit 8 Überschreitungen der JD-UQN an 8 Messstellen zu einem „mäßigen“ ökologischen Zustand/Potential. Die höchste Konzentration der Einzelproben trat in der Schwartau mit 9,4 µg/l (10/2012) auf. An 14 Seen-MS konnte Metazachlor im Jahr 2008 nur einmal im Dieksee mit 0,03 µg/l nachgewiesen werden. Danach wurden die Untersuchungen eingestellt.

Relevanz für Schleswig-Holstein ▶

Metazachlor wird häufig unterhalb der halben UQN nachgewiesen und führt vereinzelt zu UQN-Überschreitungen.



Steckbrief: Metolachlor

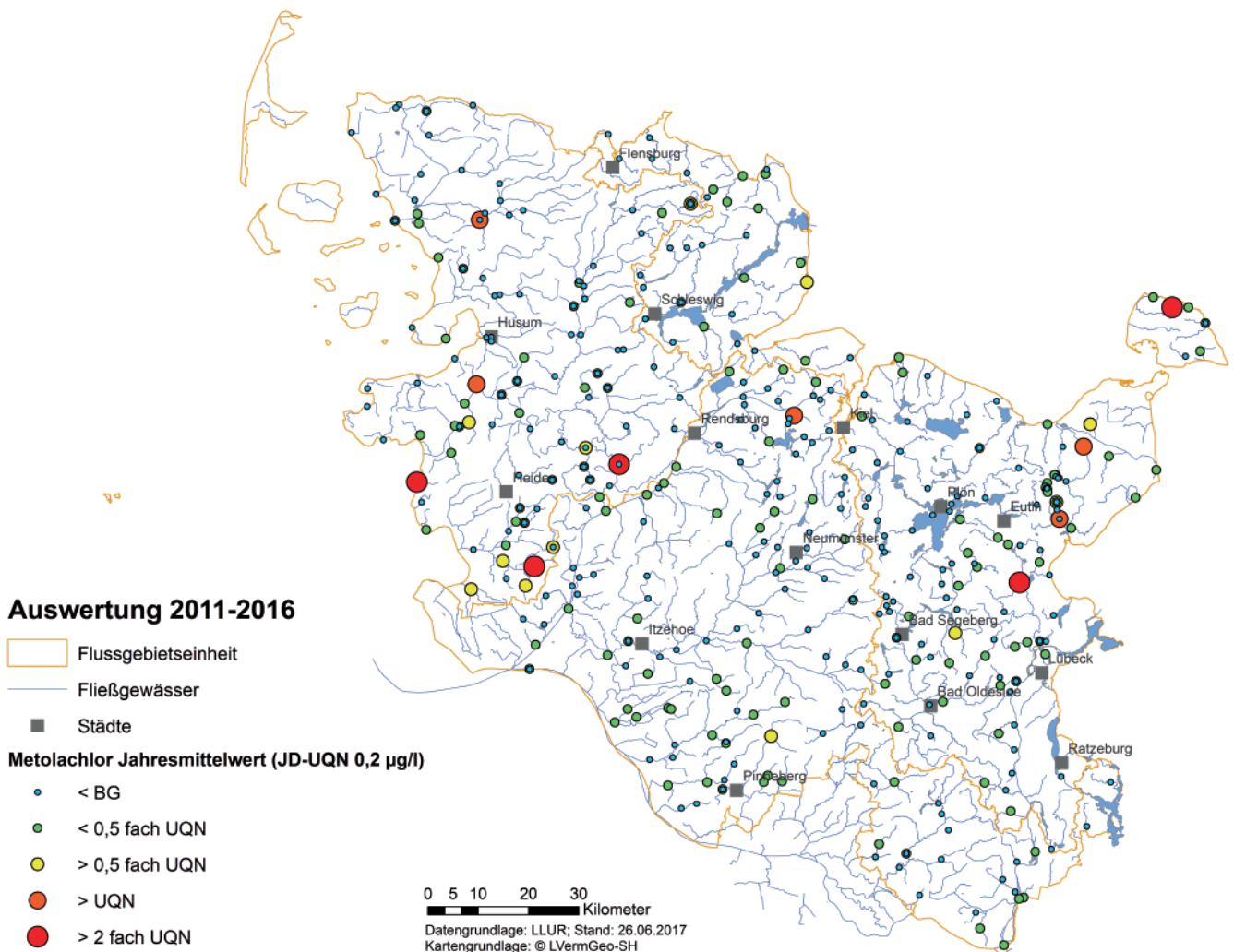


Abbildung 31: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Metolachlor in den Jahren 2011-2016 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 26.06.2017)

CAS-Nr. ► 51218-45-2

Stoffgruppe ► PSM - Herbizid (Chloracetanilide)

Umwelteigenschaften; Eintragspfade in Oberflächengewässer ► Metolachlor hat eine hohe Wasserlöslichkeit. Seine Adsorptionsfähigkeit an Bodenpartikel ist hoch und der Wirkstoff ist mäßig mobil. Somit ist zu erwarten, dass Metolachlor sowohl über Zwischenabfluss und Drainung in Gewässer eingetragen, als auch über das Grundwasser verlagert wird [LEWIS et al. 2016].

Metolachlor ist mäßig giftig gegen Organismen in der Umwelt und niedrig giftig gegen Algen [LEWIS et al. 2016].

Produktion/Verwendung ► Im Januar 2017 waren 4 Mittel mit dem Wirkstoff Metolachlor zugelassen [BVL 2017].

Verkauf in Deutschland im Jahr 2015:

Herbizidwirkstoffe insgesamt: 16.815 t, davon Amide und Anilide 3.557 t (21,2 %), davon liegt s-Metolachlor in der Mengenkategorie: 250-1.000 t [BVL 2016].

Zielkulturen und Einsatzzeitraum:

Metolachlor besteht aus vier gleich zusammengesetzten Molekülen, die sich in der räumlichen Anordnung der Atome unterscheiden. Nur die sogenannten s-Formen sind biologisch wirksam. Man stellt daher synthetisch das s-Metolachlor her, welches durch Hemmung der Zellteilung in den Unkräutern wirkt [CiBA-GEIGY 1994].

s-Metolachlor wird selektiv im Vor- und frühen Nachauflauf in Mais, Soja, Zuckerrüben, Baumwolle und weiteren Kulturen eingesetzt. Bekämpft werden hirseartige Ungräser wie Hühner-, Finger- und Borstenhirse. Die Wirkung beschränkt sich auf die Keimphase und den Auflauf des Keimlings aus der Bodenschicht [CiBA-GEIGY 1994].

Gesetzliche Rahmenbedingungen/ Umweltvorgaben

Metolachlor wird zur Bewertung des ökologischen Zustands herangezogen [OGewV 2016]. Die Umweltqualitätsnorm bezieht sich auf die gesamte Wasserprobe.

Relevanzkriterium	Wert / Einheit	Erläuterung
Oberirdische Gewässer JD-UQN / ZHK-UQN	0,2 µg/l / -	OGewV 2011 / 2016
Übergangsgewässer JD-UQN / ZHK-UQN	0,2 µg/l / -	OGewV 2011 / 2016

Ergebnisse

In den Jahren 2011-2016 wurde Metolachlor an 380 Fließgewässer-Messstellen untersucht. In 27 % der Proben wurde der Wirkstoff nachgewiesen. Metolachlor führt mit 10 Überschreitungen der JD-UQN an 10 Messstellen zu einem „mäßigen“ ökologischen Zustand/Potential. Die höchste Konzentration der Einzelproben trat in der Flörkendorfer Mühlenau mit 24 µg/l (05/2012) auf. An 14 Seen-MS konnte Metolachlor im Jahr 2008 nie nachgewiesen werden. Danach wurden die Untersuchungen eingestellt.

Relevanz für Schleswig-Holstein

Metolachlor wird flächendeckend häufig unterhalb der halben UQN nachgewiesen. Teilweise sind auch Befunde oberhalb der halben UQN zu verzeichnen. Vereinzelt kommt es zu UQN-Überschreitungen.

Steckbrief: Metoprolol

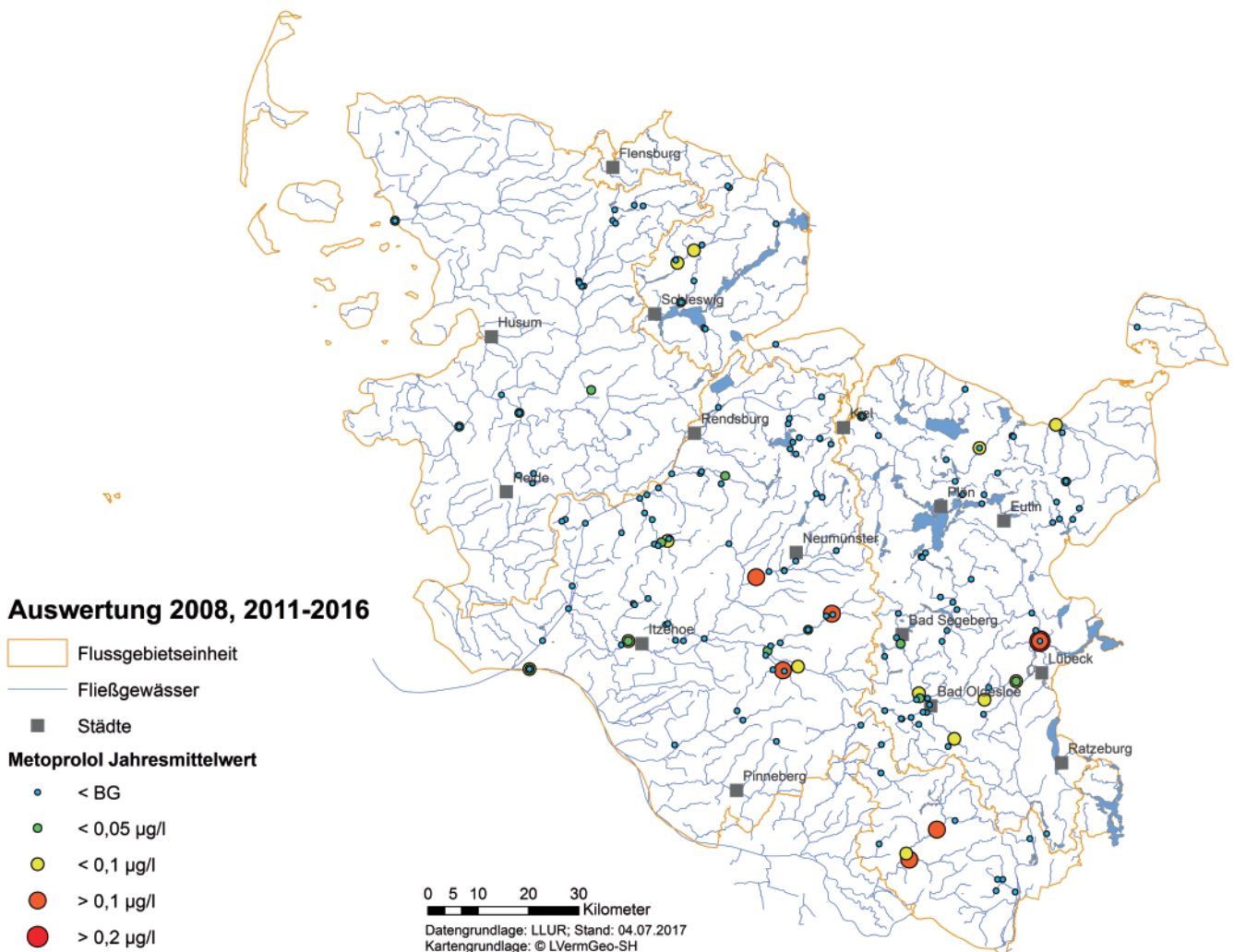


Abbildung 32: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Metoprolol in den Jahren 2008 und 2011-2016 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 04.07.2017)

CAS-Nr. ▶ 37350-58-6

Stoffgruppe ▶ Arzneimittelwirkstoff - Betablocker

Umwelteigenschaften; Eintragspfade in Oberflächengewässer ▶ Mit dem Urin von Mensch und Tier gelangen Arzneistoffe sowie deren Stoffwechselprodukte über Kläranlagenabläufe in die Gewässer. Auch nicht verbrauchte Arzneimittel, die unsachgemäß über den Abfluss oder die Toilette entsorgt werden, gelangen über Kläranlagen in Oberflächengewässer. In Kläranlagen werden diese Stoffe nicht vollständig abgebaut. Die durchschnittliche Abbaurate für Metoprolol in Kläranlagen wird mit 25 % angegeben [Margot et al. 2015].

Produktion/Verwendung ▶ Metoprolol wird als Betablocker zur Behandlung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, insbesondere bei Hypertonie (Bluthochdruck), Herzrhythmusstörungen und koronarer Herzkrankheit (KHK) eingesetzt. Außerdem kann Metoprolol zur Vorbeugung von Migräne verwendet werden [GELBE LISTE PHARMINDEX 2017]

Der Verbrauch im Jahr 2009 betrug bei zunehmenden Verbrauchsmengen 153.125 kg [UBA 2011].

**Gesetzliche Rahmenbedingungen/
Umweltvorgaben** ▶

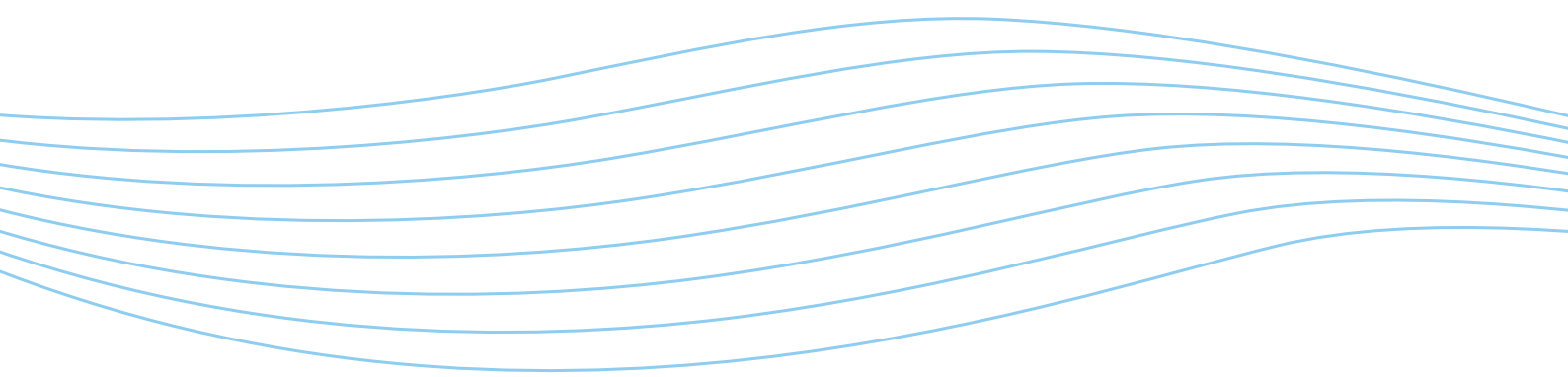
Es gibt noch keine gesetzlich geregelte Umweltqualitätsnorm für Deutschland. Es liegt ein Umweltqualitätsnorm-Vorschlag vor. Er beträgt 43 µg/l (AF=10) bezogen auf den Jahresdurchschnitt und 180 µg/l (AF = 10) bezogen auf den Maximalwert [UBA 2014b].

Ergebnisse ▶

Metoprolol wurde 2008 und von 2011 bis 2016 an 167 Fließgewässer-Messstellen untersucht. In 42 % der Proben wurde der Wirkstoff nachgewiesen. Die höchste Konzentration der Einzelproben wurde in der Ratzbek mit 2 µg/l (06/2008) nachgewiesen. Die höchste Jahresdurchschnittskonzentration wurde im Jahr 2014 mit 0,32 µg/l an der Schwartau ermittelt. Die Vorschläge für die Umweltqualitätsnorm wurden nicht überschritten. Aufgrund der hohen Verdünnung wurde Metoprolol nicht in Seen untersucht.

Relevanz für Schleswig-Holstein ▶

Metoprolol wird vereinzelt nachgewiesen, der hohe UQN-Vorschlag jedoch nie überschritten.



Steckbrief: Sulfamethoxazol

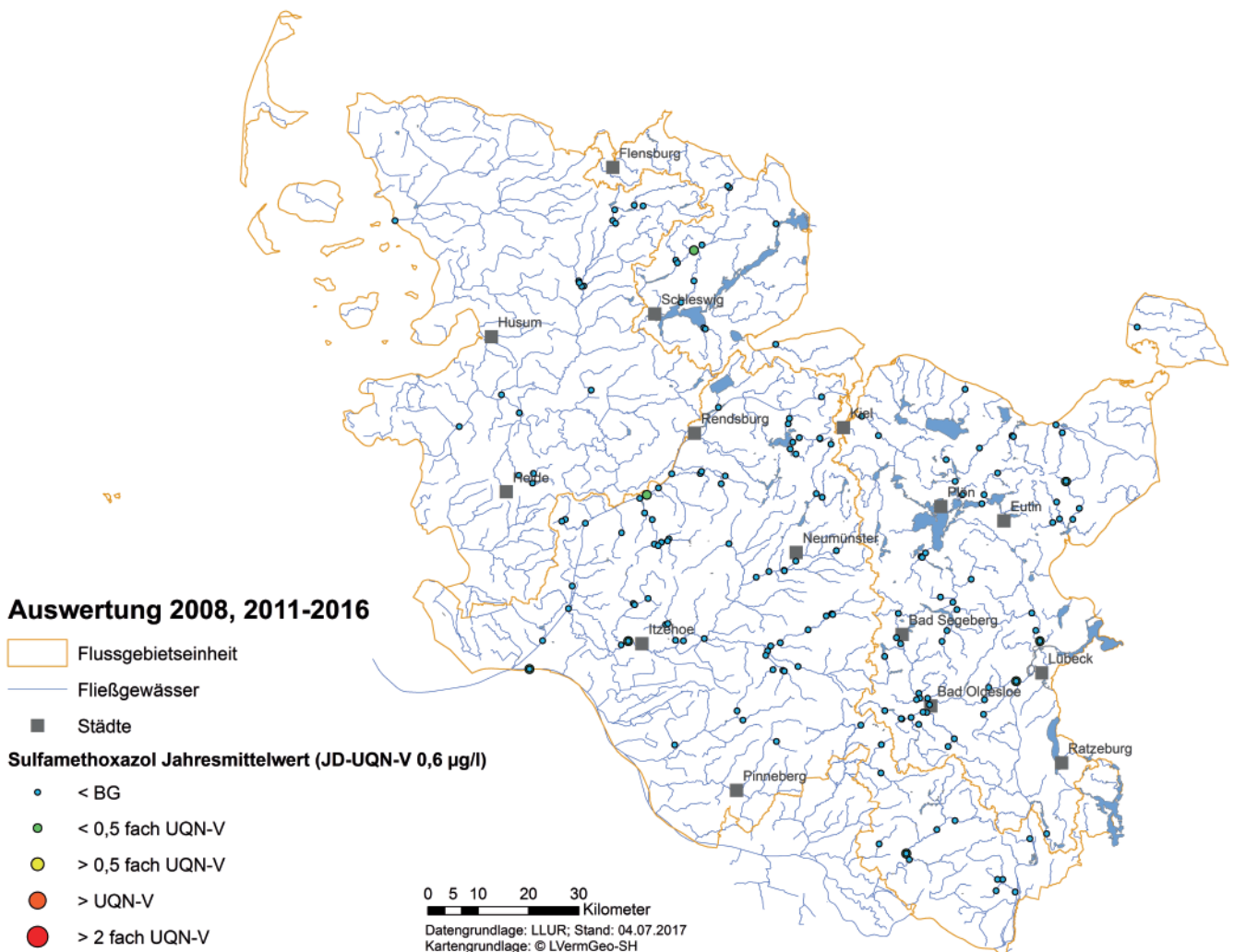


Abbildung 33: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Sulfamethoxazol in den Jahren 2008 und 2011-2016 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 04.07.2017)

CAS-Nr. ► 723-46-6

Stoffgruppe ► Arzneimittelwirkstoff - Antibiotikum

**Umwelteigenschaften;
Eintragspfade in
Oberflächengewässer** ►

Mit dem Urin von Mensch und Tier gelangen Arzneistoffe sowie deren Stoffwechselprodukte über Kläranlagenabläufe in die Gewässer. Auch nicht verbrauchte Arzneimittel, die unsachgemäß über den Abfluss oder die Toilette entsorgt werden, gelangen über Kläranlagen in Oberflächengewässer. In Kläranlagen werden diese Stoffe nicht vollständig abgebaut. Die durchschnittliche Abbaurate für Sulfamethoxazol in Kläranlagen wird mit 44 % angegeben [Margot et al. 2015].

Produktion/Verwendung ►

Sulfamethoxazol wird als Antibiotikum gegen bakterielle Infektionskrankheiten wie z. B. Blasenentzündungen eingesetzt.

Der Verbrauch im Jahr 2009 betrug bei abnehmenden Verbrauchsmengen 34.948 kg [UBA 2011].

**Gesetzliche
Rahmenbedingungen/
Umweltvorgaben** ▶

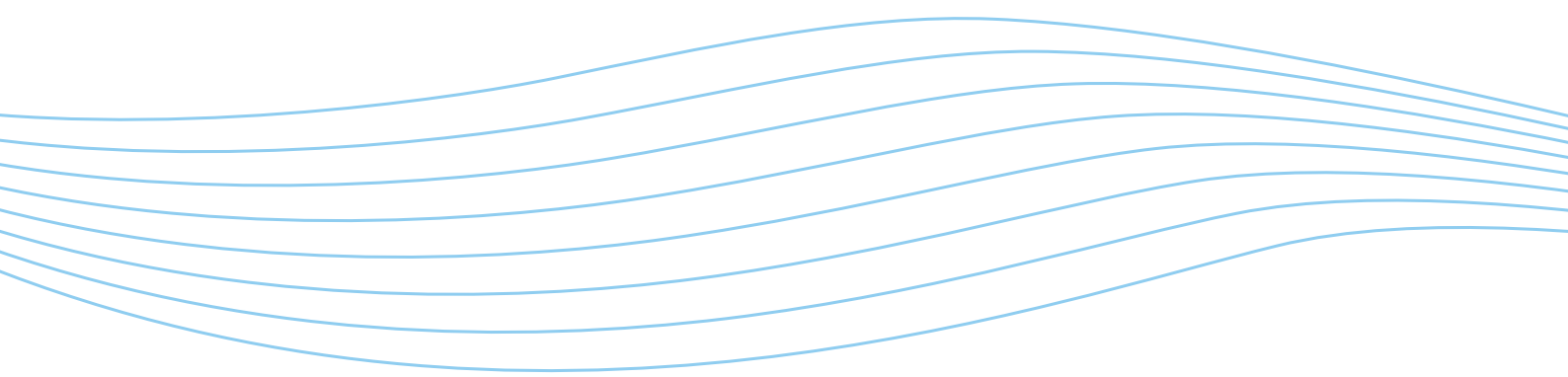
Es gibt noch keine gesetzlich geregelte Umweltqualitätsnorm für Deutschland. Es liegt ein Umweltqualitätsnorm-Vorschlag vor. Er beträgt 0,6 µg/l (AF=10) bezogen auf den Jahresdurchschnitt und 2,7 µg/l (AF = 10) bezogen auf den Maximalwert [UBA 2014c].

Ergebnisse ▶

Sulfamethoxazol wurde 2008 und von 2011-2016 an 167 Fließgewässer-Messstellen untersucht. In 24 % der Proben wurde der Wirkstoff nachgewiesen. Die höchste Konzentration der Einzelproben wurde in der Schwartau mit 0,4 µg/l (06/2008) nachgewiesen. Die höchste Jahresdurchschnittskonzentration wurde im Jahr 2008 mit 0,17 µg/l an der Schwartau ermittelt. Die Vorschläge für die Umweltqualitätsnorm wurden nicht überschritten. Aufgrund der hohen Verdünnung wurde Sulfamethoxazol nicht in Seen untersucht.

Relevanz für Schleswig-Holstein ▶

Sulfamethoxazol wird nur in wenigen Gewässern nachgewiesen und der UQN-Vorschlag nie überschritten.



Steckbrief: Terbutylazin und Desethylterbutylazin

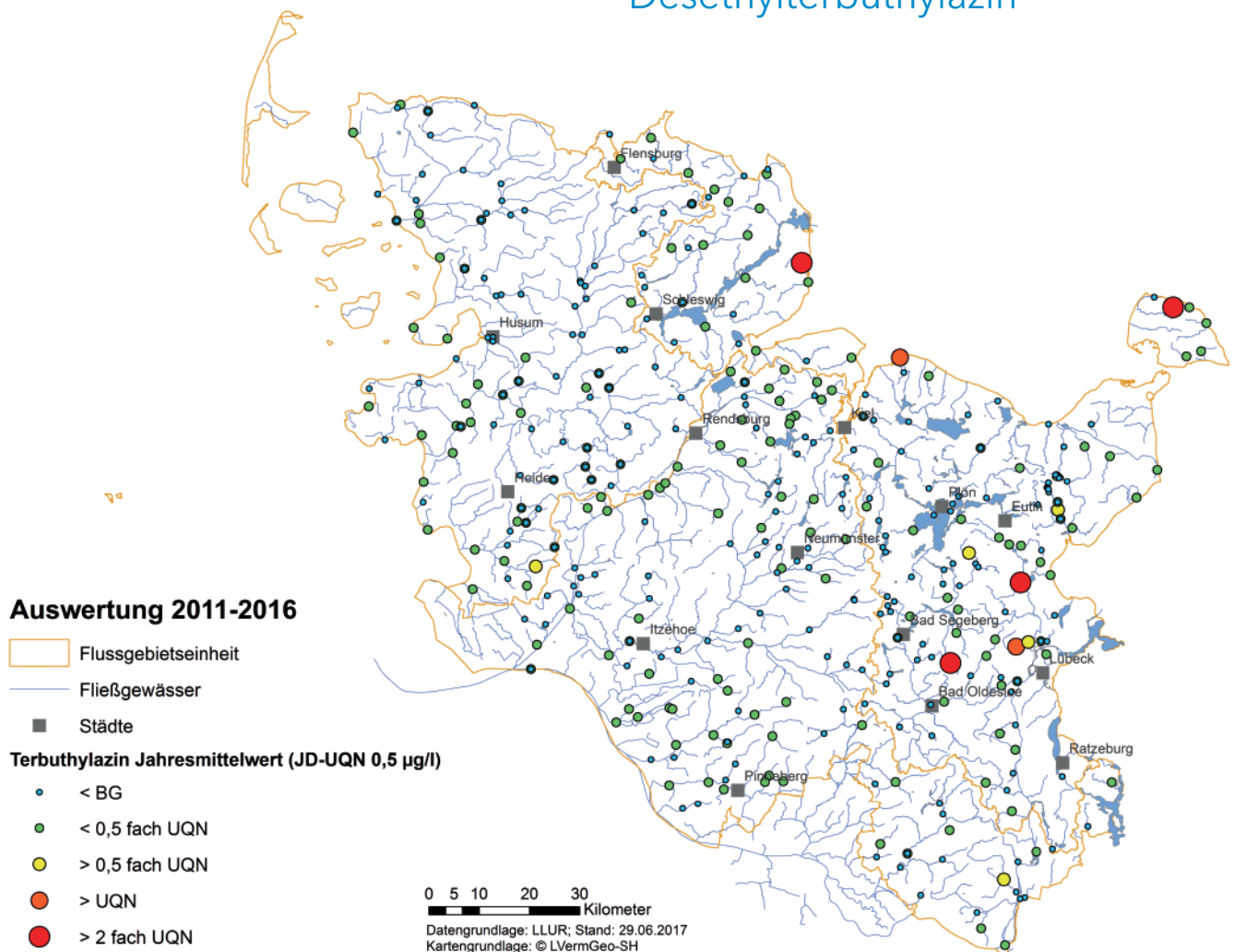


Abbildung 34: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Terbutylazin in den Jahren 2011-2016 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 29.06.2017)

CAS-Nr. ► 5915-41-3 bzw. 30125-63-4

Stoffgruppe ► PSM - Herbizid (Triazine) und Metabolit

Umwelteigenschaften; Eintragspfade in Oberflächengewässer ► Die akute Toxizität ist für Terbutylazin und seinen Metaboliten Desethylterbutylazin für alle untersuchten Spezies gemäßigt [LEWIS et al. 2016].

Terbutylazin ist wenig wasserlöslich und sein Metabolit Desethylterbutylazin mäßig wasserlöslich. Terbutylazin verfügt über eine hohe Adsorptionsfähigkeit an Huminstoffe im Boden, sein Metabolit dagegen über eine niedrige Adsorptionsfähigkeit. Wirkstoff und Metabolit sind im Oberflächenwasser photolytisch und hydrolytisch stabil, allerdings im Boden nicht stabil [LEWIS et al. 2016]. Für Terbutylazin und seinen Metaboliten Desethylterbutylazin sind Zwischenabfluss mit Dränabfluss mögliche Eintragspfade in Oberflächengewässer. Auch sind beide im Boden ausreichend mobil, um in das Grundwasser verlagert werden zu können. [CiBA-GEIGY 1992].

Die durchschnittliche Abbaurate in Kläranlagen wird mit 24 % angegeben [MARGOT et al. 2015].

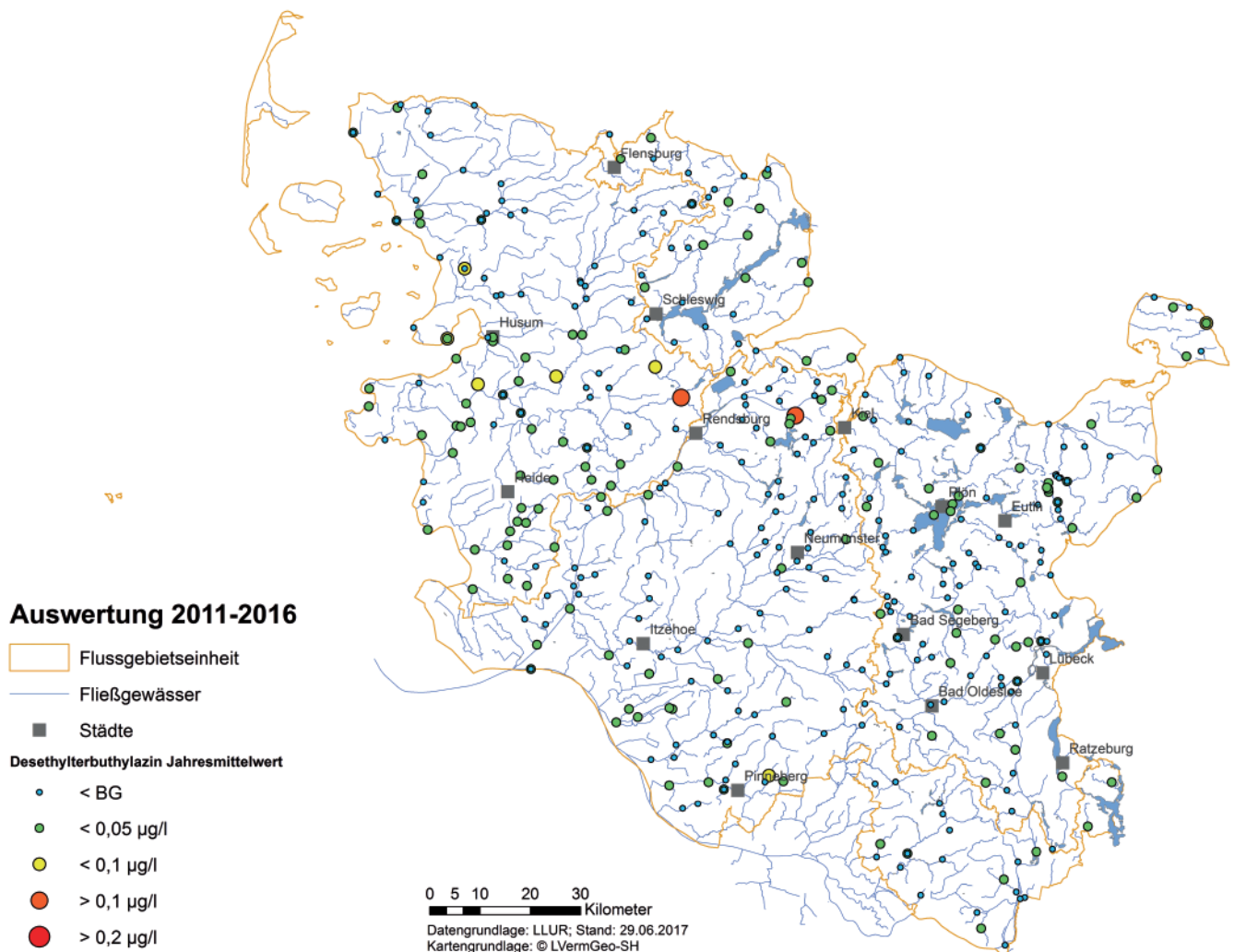


Abbildung 35: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Desethylterbuthylazin in den Jahren 2011-2016 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 29.06.2017)

Produktion/Verwendung ▶

Im Januar 2017 waren 12 Mittel mit dem Wirkstoff Terbuthylazin zugelassen [BVL 2017].

Verkauf in Deutschland im Jahr 2015:

Herbizidwirkstoffe insgesamt: 16.815 t, davon Triazine und Triazinone 1.929 t (11,5 %), davon liegt Terbuthylazin in der Mengenkategorie: 250-1.000 t. Terbuthylazin liegt auf Platz 10 der Rangliste der Wirkstoffe mit den höchsten Mengen des Inlandsabsatzes im Jahr 2015 für berufliche Verwender [BVL 2016].

Zielkulturen und Einsatzzeitraum:

Terbuthylazin ist ein Herbizid, Mikrobizid und Algizid. Es agiert in den Chloroplasten der Blattgewebezellen. Dabei stört der Wirkstoff den Elektronentransport im Photosystem II und hemmt dadurch die Photosynthese des Unkrauts [CiBA-GEIGY 1992].

Terbuthylazin wird gegen einjährige zweikeimblättrige Unkrautarten eingesetzt. Anwendungskulturen sind Mais, Kartoffelbau, Erbsen, Getreide, Wein, Äpfel und Zitrusfrucht. Nichtlandwirtschaftliche Anwendungen sind in der Forstwirtschaft.

Der Wirkstoff wird über Wurzel und Blätter aufgenommen und ist somit im Voraufbau und im Nachaufbau einsetzbar [CiBA-GEIGY 1992].

**Gesetzliche Rahmenbedingungen/
Umweltvorgaben** ▶

Terbuthylazin wird zur Bewertung des ökologischen Zustands herangezogen [OGewV 2016]. Die Umweltqualitätsnorm bezieht sich auf die gesamte Wasserprobe.

Relevanzkriterium	Wert / Einheit	Erläuterung
Oberirdische Gewässer JD-UQN / ZHK-UQN	0,5 µg/l / -	OGewV 2011 / 2016
Übergangsgewässer JD-UQN / ZHK-UQN	0,5 µg/l / -	OGewV 2011 / 2016

Für Desethylterbuthylazin liegt keine Umweltqualitätsnorm vor. Es wird daher mit dem Trinkwasservorsorgewert von 0,1 µg/l verglichen.

Ergebnisse ▶

In den Jahren 2011-2016 wurde Terbuthylazin an 380 Fließgewässer-Messstellen untersucht. In 33 % der Proben wurde der Wirkstoff nachgewiesen. Terbuthylazin führt mit 6 Überschreitungen der JD-UQN an 6 Messstellen zu einem „mäßigen“ ökologischen Zustand/Potential. Die höchste Konzentration der Einzelproben trat in der Flörkendorfer Mühlenau mit 12 µg/l (05/2012) auf. An 14 Seen-MS konnte Terbuthylazin im Jahr 2008 nie nachgewiesen werden. Danach wurden die Untersuchungen eingestellt.

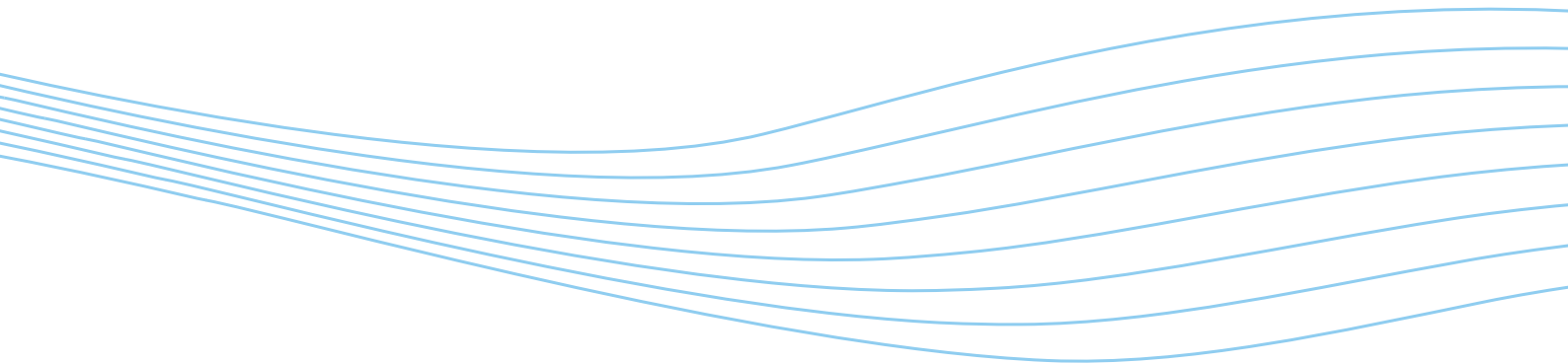
In den Jahren 2011-2016 wurde Desethylterbuthylazin an 380 Fließgewässer-Messstellen untersucht. In 28 % der Proben wurde der Metabolit nachgewiesen. Die höchste Konzentration der Einzelproben trat im Hamburger Sielzug Ost mit 0,5 µg/l (08/2015) auf. Auch Desethylterbuthylazin wurde im Jahr 2008 an 14 Seen-MS untersucht und konnte nie nachgewiesen werden. Danach wurden die Untersuchungen eingestellt.

Relevanz für Schleswig-Holstein ▶

Terbuthylazin wird flächendeckend häufig unterhalb bzw. oberhalb der halben UQN nachgewiesen. Vereinzelt kommt es zu UQN-Überschreitungen. Für Desethylterbuthylazin ergibt sich ein ähnliches Bild. Der hilfsweise herangezogene Trinkwasservorsorgewert von 0,1 µg/l wird vereinzelt überschritten.



Bodenerosion



Steckbrief: Terbutryn

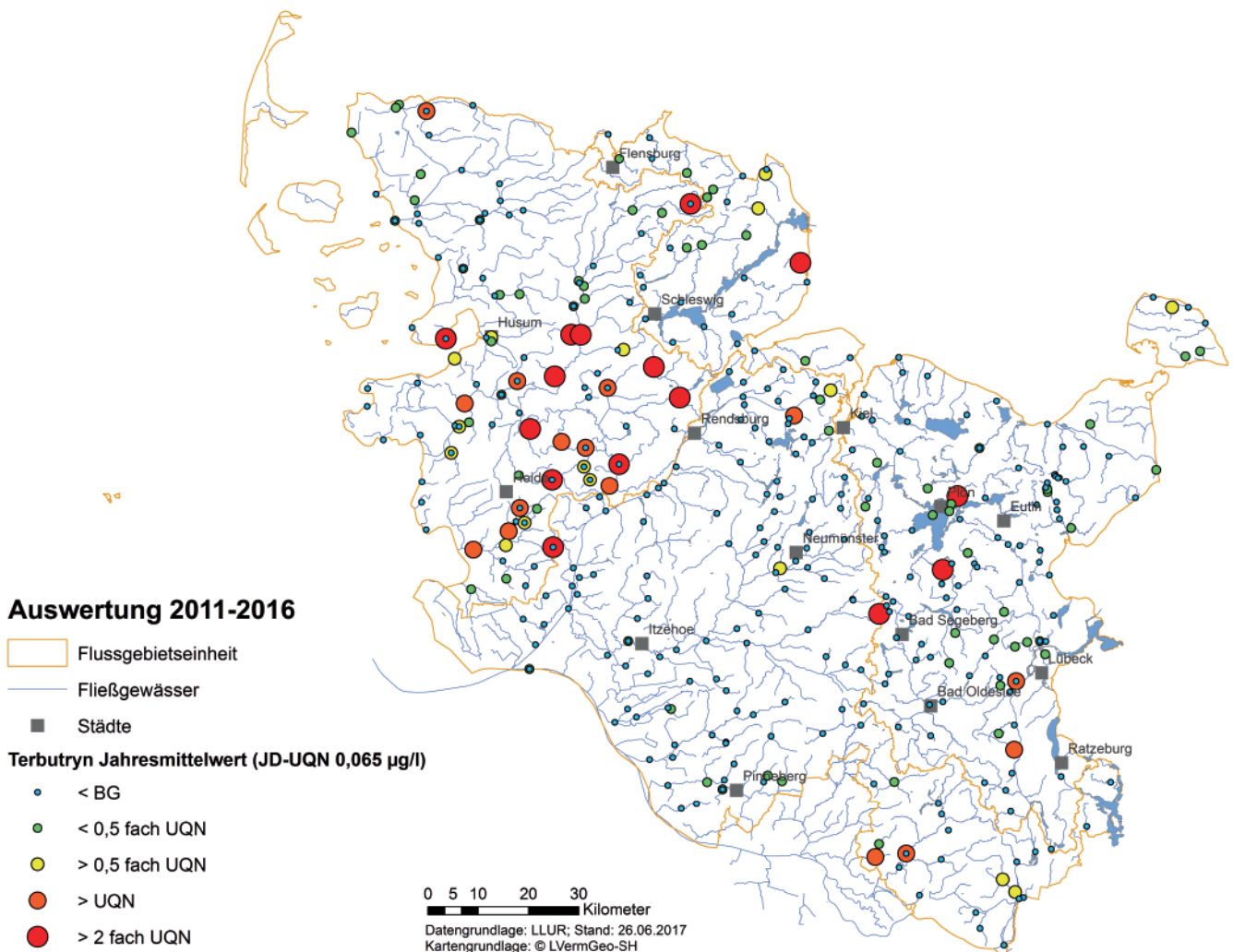


Abbildung 36: Messstellen in Fließgewässern mit Untersuchungen auf Terbutryn in den Jahren 2011-2016 dargestellt als Jahresmittelwert (LLUR Stand 26.06.2017)

CAS-Nr. ▶ 886-50-0

Stoffgruppe ▶ PSM - Herbizid (Triazin) und Biozid - Beschichtungsschutzmittel, Schutzmittel für Fasern, Leder, Gummi und polymerisierte Materialien, Schutzmittel für Mauerwerk

Umwelteigenschaften; ▶ Terbutryn hat ein sehr toxisches Potential für Algen. Der Wirkstoff ist niedrig giftig für Säugetiere und Vögel und mäßig giftig für Fische und Wirbellose. Terbutryn beeinflusst mäßig Regenwürmer und ist nicht bienengefährlich [LEWIS et al. 2016].
Eintragspfade in
Oberflächengewässer

Terbutryn wird im Boden abhängig von Temperatur und Bodenfeuchte mit einer Halbwertszeit DT50 von 1 bis 4 Wochen abgebaut. Gemäß Hersteller ist Terbutryn immobil, d. h. auch nach extrem starker Beregnung seien Rückstände und Hauptabbauprodukte im Sickerwasser nicht nachweisbar [CIBA-GEIGY 1994].

Aufgrund seiner Anwendung in Dispersionsfarben wird aber ein langsames, stetiges Auswaschen befürchtet, das zu Einträgen in Boden, Oberflächen- und Grundwasser führen kann.

Die durchschnittliche Abbauraten in Kläranlagen wird mit 60 % angegeben [MARGOT et al. 2015].

Produktion/Verwendung ▶ Terbutryn hat aktuell keine landwirtschaftlichen Mittelzulassungen als Pflanzenschutzmittelwirkstoff (Zulassungen nur bis 2002). Es ist als Alt-Biozid-Wirkstoff für die Produktarten Beschichtungsschutzmittel, Schutzmittel für Fasern, Leder, Gummi und polymerisierte Materialien sowie als Schutzmittel für Mauerwerk in das Prüfprogramm (Anhang II der Verordnung (EG) Nr. 1451/2007) aufgenommen worden [Engelmann 2016].

Zielorganismen und Einsatzzeitraum:

Terbutryn kommt beispielsweise als Algizid in Dispersionsfarben zum Einsatz. Der Wirkmechanismus verläuft über die Hemmung der Photosynthese durch Störung des Elektronentransportes im Photosystem II [CiBA-GEIGY 1994].

Terbutryn ist früher im landwirtschaftlichen Bereich unmittelbar nach der Saat (im Voraufbau) in Erbsen und Wintergetreide eingesetzt worden zur Kontrolle von keimenden einjährigen Ungräsern und breitblättrigen Unkräutern, ebenso im Mais als Unterblattbehandlung. Beispiele für den Einsatz waren Sternmiere, Mohnblumen, jährliches Wiesengras, Heckensenf, Lupinen. Einzelne Unkrautarten können Resistenzen bilden [CiBA-GEIGY 1994].

Gesetzliche Rahmenbedingungen/ Umweltvorgaben ▶

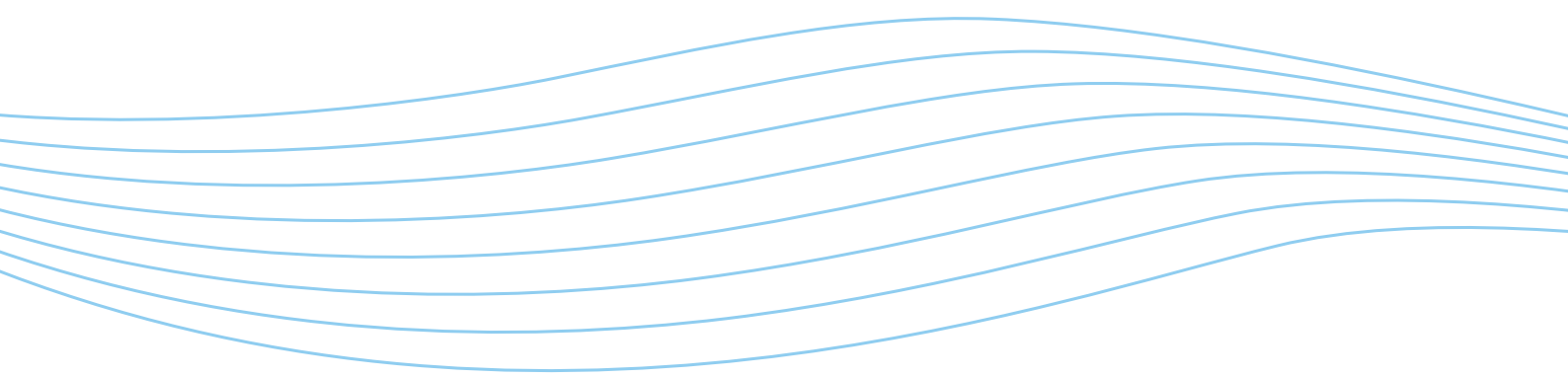
Terbutryn wird zur Bewertung des chemischen Zustands herangezogen [OGewV 2016]. Die Umweltqualitätsnorm bezieht sich auf die gesamte Wasserprobe.

Relevanzkriterium	Wert / Einheit	Erläuterung
Oberirdische Gewässer JD-UQN / ZHK-UQN	0,065 / 0,34 µg/l	OGewV 2016
Übergangsgewässer JD-UQN / ZHK-UQN	0,0065 / 0,034 µg/l	OGewV 2016

Ergebnisse ▶ In den Jahren 2011-2016 wurde Terbutryn an 380 Fließgewässer-Messstellen untersucht. In 21 % der Proben wurde der Wirkstoff nachgewiesen. Terbutryn führt mit 30 Überschreitungen der JD-UQN an 30 Messstellen zu einem „nicht guten“ chemischen Zustand. Die ZHK-UQN wurde 23-mal an 18 Messstellen überschritten. Die höchste Konzentration der Einzelproben trat in der Löstrupau mit 3 µg/l (06/2015) auf. An 14 Seen-MS konnte Terbutryn im Jahr 2008 nie nachgewiesen werden. Danach wurden die Untersuchungen eingestellt.

Relevanz für Schleswig-Holstein ▶

Terbutryn tritt gehäuft in den Regionen Husum-Schleswig-Rendsburg-Heide auf und führt dort vermehrt zu Überschreitungen der UQN. Eine Ursache für dieses Muster konnte bisher nicht gefunden werden.



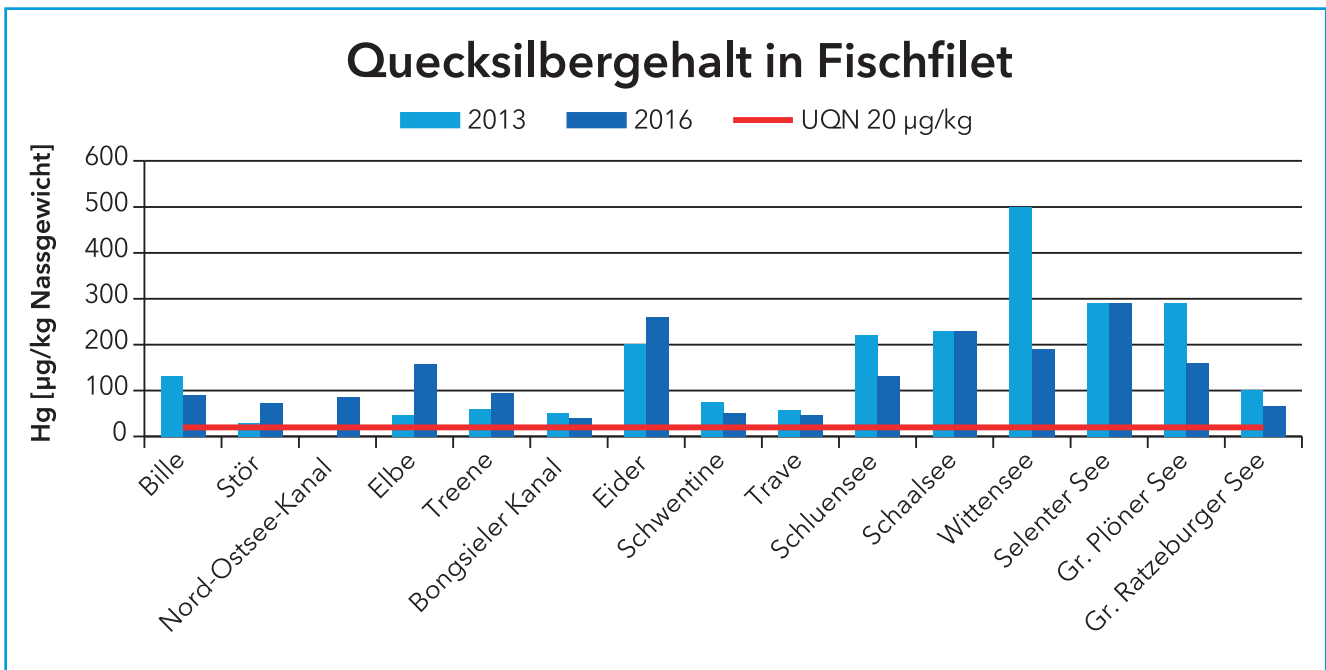


Abbildung 37: Quecksilbergehalt in Fischfilet 2013 und 2016 in 9 Fließgewässern und 6 Seen (LLUR Stand September 2017)

CAS-Nr. ► 7439-97-6

Stoffgruppe ► Metall

**Umwelteigenschaften;
Eintragspfade in
Oberflächengewässer** ►

Quecksilberverbindungen sind aufgrund von Bindungen an die Schwefelwasserstoffgruppen der Eiweißstoffe giftig für Bakterien. Besonders toxisch sind daher organische Quecksilberverbindungen, wenn sie mit der Nahrung aufgenommen werden. Sie entstehen in der Nahrungskette und führen zu giftigem Methylquecksilber [JAPANISCHES UMWELTMINISTERIUM 2002].

In Gewässern kann Quecksilber zu Methylquecksilber durch Mikroorganismen biosynthetisiert werden und sich in Fischen anreichern [REICHL 2002].

Quecksilber ist über den Luftpfad und die Niederschlagsdeposition allgegenwärtig und wird weltweit verteilt. Bedeutende Quecksilberemissionen stammen aus der Kohleverbrennung. Quecksilber stammt aber auch aus natürlichen Quellen und wird zum Beispiel bei Vulkanausbrüchen, aus Geysiren oder Wald- oder Steppenbränden freigesetzt. In Fließgewässern reichert es sich stark an Feststoffen an [UBA 2016a].

Produktion/Verwendung ►

Elementares Quecksilber ist zur Füllung von Barometern, Blutdruckmessern und Thermometern verwendet worden. Es diente zum Lösen von Gold und Silber (Amalgame) aus Sanden und wurde zur Spiegelherstellung benutzt. Mit vielen Metallen bildet Quecksilber Amalgame, so erhärtet Zinnsilber-Amalgam rasch und eignet sich zur Zahnplombenherstellung. Quecksilber bzw. Quecksilberverbindungen werden in der Elektrotechnik, bei der Produktion von Chlor und Alkalilaugen und in der Medizin als Zahn amalgam verwendet [REICHL 2002].

**Gesetzliche Rahmenbedingungen/
Umweltvorgaben** ▶

Quecksilber ist nach Anhang X der Richtlinie 2000/60/EG als prioritär gefährlicher Stoff eingestuft. Es wird zur Bewertung des chemischen Zustands herangezogen [OGewV 2016].

Relevanzkriterium	Wert / Einheit	Erläuterung
Oberirdische Gewässer JD-UQN / ZHK-UQN	0,05 µg/l / 0,07 µg/l	OGewV 2011
Übergangsgewässer JD-UQN / ZHK- UQN	0,05 µg/l / 0,07 µg/l	OGewV 2011
Oberirdische Gewässer JD-UQN / ZHK-UQN	- / 0,07 µg/l	OGewV 2016
Übergangsgewässer JD-UQN / ZHK-UQN	- / 0,07 µg/l	OGewV 2016
Biota (Nassgewicht)	20 µg/kg	OGewV 2011/ 2016

Bei Quecksilber bezieht sich die Umweltqualitätsnorm auf die gelöste Konzentration, d.h. die gelöste Phase einer Wasserprobe, die durch Filtration durch einen 0,45-µm-Filter oder eine gleichwertige Vorbehandlung gewonnen wird.

Die Biota-Umweltqualitätsnorm wird im Fischfilet (Muskelfleisch) ermittelt und ist ausschlaggebend für die Zustandsbewertung.

Ergebnisse ▶

In den Jahren 2013 und 2016 wurden 8 bzw. 9 Fließgewässer und 6 Seen stellvertretend auf Quecksilber in Fischfilet untersucht. Alle gemessenen Werte lagen oberhalb der Biota-UQN von 20 µg/kg. Die höchsten Gehalte in Fischfilet wurden bei den Fließgewässern mit 260 µg/kg in der Eider und bei den Seen mit 500 µg/kg im Wittensee gemessen. Die niedrigsten Gehalte verzeichnen die Stör mit 29 µg/kg bzw. der Große Ratzeburger See mit 66 µg/kg. Bundesweit wird der chemische Zustand einheitlich aufgrund der Biota-UQN Überschreitungen als „nicht gut“ bewertet.

Zudem wurde in den Jahren 2011-2016 auch die Wasserphase an 333 Fließgewässer-Messstellen auf Quecksilber untersucht. In 86 % der Proben wurde es nachgewiesen. Die höchste Konzentration der Einzelproben trat in der Elbe mit 0,093 µg/l (09/2016) auf und überschritt die ZHK-UQN.

In den Jahren 2011-2016 wurde Quecksilber an 72 See-Messstellen in der Wasserphase untersucht. In 52 % der Proben wurde es nachgewiesen. Die ZHK wurde nie überschritten. Die höchste Konzentration der Einzelproben trat im Barkauer See mit 0,013 µg/l (03/2015) auf.

Relevanz für Schleswig-Holstein ▶

Aufgrund der ubiquitären Verteilung von Quecksilber wird der chemische Zustand in Schleswig-Holstein bzw. in ganz Deutschland als „nicht gut“ eingestuft. Die Biota-Untersuchungen belegen, dass vermutlich alle Gewässer mit Quecksilber belastet sind. In der Wasserphase kommt es hingegen nur zu einer Überschreitung der ZHK-UQN.



A

AGCHEM ACCESS LIMITED (2015): Metazachlor, <http://www.agchemaccess.com/Metazachlor>, Cedar House, 41 Thorpe Road Norwich Norfolk NR1 1ES, zuletzt abgerufen: 10.05.2017

B

BASF AG (1990): Bentazon, Informationen zum Wirkstoff, BASF AG, Limburgerhof, 16 S

BASF AG (1990): Metazachlor, Informationen zum Wirkstoff, BASF AG, Limburgerhof, 16 S

BAYER AG (1996): Diuron, Informationen zum Wirkstoff, Bayer AG, Leverkusen, 16 S

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR GESUNDHEIT UND LEBENSMITTELSICHERHEIT (2015): Humane Toxikokinetikstudie zum Weichmacher/Flammschutzmittel Tris(2-butoxyethyl)phosphat (TBEP), Erlangen, aktualisiert am 17.09.2015

BVL (2016): Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland, Ergebnisse der Meldungen gemäß § 64 Pflanzenschutzgesetz für das Jahr 2015, www.bvl.bund.de/psmstatistiken, Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Braunschweig, 19.08.2016, zuletzt abgerufen: 10.05.2017

BVL (2017): Online-Datenbank für Pflanzenschutzmittel: http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/01_ZugelPSM/01_OnlineDatenbank/psm_online_DB_node.html, Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Braunschweig, zuletzt abgerufen: 10.05.2017

C

CIBA-GEIGY (1992): Terbutylazin, Informationen zum Wirkstoff, Ciba-Geigy, Frankfurt/M., 17 S

CIBA-GEIGY (1994): Metolachlor, Informationen zum Wirkstoff, Ciba-Geigy, Frankfurt/M., 18 S

CIBA-GEIGY (1994): Terbutryn, Informationen zum Wirkstoff, Ciba-Geigy, Frankfurt/Main, 18 S

CAU (FOHRER, N., DIETRICH, A.; SCHULZ, F.; TREPEL, M.) (2011): F+E-Vorhaben „Modellierung des Pflanzenschutzmittel-Wirkstofftransportes (Herbizide) in Fließgewässern im Rahmen des operativen Monitorings“, Christian-Albrechts-Universität, Kiel

D

DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS (EU) 2015/495 DER KOMMISSION vom 20. März 2015 zur Erstellung einer Beobachtungsliste von Stoffen für eine unionsweite Überwachung im Bereich der Wasserpolitik gemäß der Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, Amtsblatt der Europäischen Union, 24.03.2015

DURCHFÜHRUNGSVERORDNUNG (EU) 2016/872 DER KOMMISSION vom 1. Juni 2016 zur Nichterneuerung der Genehmigung für den Wirkstoff Isoproturon gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und zur Änderung der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission, Amtsblatt der Europäischen Union, 02.06.2016

DWA-Regelwerk (2017): Merkblatt DWA-M 517 - Gewässermonitoring - Strategien und Methoden zur Erfassung der physikalisch-chemischen Beschaffenheit von Fließgewässern, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. . (DWA), Hennef, 74 S

E

EAWAG (2009): Mecoprop in Bitumenbahnen - Auswaschung von Mecoprop aus Bitumenbahnen und Vorkommen im Regenkanal, Forschungsbericht, EAWAG, Dübendorf, Schweiz

EAWAG (2017): Qualitätskriterienvorschläge Oekotoxzentrum, <http://www.oekotoxzentrum.ch/expertenservice/qualitaetskriterien/qualitaetskriterienvorschlaege-oekotoxzentrum/>, EAWAG, Dübendorf, Schweiz, zuletzt abgerufen: 17.07.2017

Bild S. 88:
Bramau

ECHA (2017): Informationen zu 5-tert-butyl-2,4,6-trinitro-m-xylene, <https://echa.europa.eu/de/substance-information/-/substanceinfo/100.001.210>, Europäische Chemikalienagentur, Helsinki, Finnland, zuletzt abgerufen: 03.01.2018

EFSA Journal (2015): Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance isoproturon, European Food Safety Authority, EFSA Journal Volume 13, Issue 8 August 2015 4206, John Wiley & Sons, Inc.

ENGELMANN, U. (2016): Biozid-Wirkstoffe in kommunalen Abwassereinleitungen in Sachsen, KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, 2016 (63) Nr. 5, Seiten 388-402

EG (2011): Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance Document No. 27 Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards, Europäische Gemeinschaft, 203 S

G

GBR (2006): Geochemischer Atlas Bundesrepublik Deutschland - Verteilung anorganischer und organischer Parameter in Oberflächenwässern und Bachsedimenten (Entwurf 2006), Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, unveröffentlicht

GELBE LISTE PHARMINDEX (2017): <https://www.gelbe-liste.de/>, Herausgeber: Medizinische Medien Informations GmbH, Neu-Isenburg, zuletzt abgerufen: 30.06.2017

GIESKE, M. (2016): Schadstoffgehalte im Boden in Niederungsbereichen von Fließgewässern in Schleswig-Holstein; Az.: 621-5812.1; Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Flintbek, 16.11.2016, unveröffentlicht

H

HOECHST AG (k.A.): Isoproturon, Informationen zum Wirkstoff, Hoechst AG, Frankfurt/M., 20 S

ICI AGRO (1993): Glyphosate-trimesium, Informationen zum Wirkstoff, Zeneca GmbH, Geschäftsbereich Agro, Frankfurt/Main, 15 S

IKSR, Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (2010): Strategie Mikroverunreinigungen - Strategie für die Siedlungs- und Industrieabwässer, Bericht Nr. 181, IKSR, Koblenz

J

JAPANISCHES UMWELTMINISTERIUM (2002): Minamata Disease: The History and Measures, <http://www.env.go.jp/en/chemi/hs/minamata2002/>, Japanisches Umweltministerium, 2002, zuletzt abgerufen: 12.05.2017

K

KRAUTTER, M. (2004): Triclosan - gefährlicher Bakterienkiller in Gebrauchsartikeln, Greenpeace e.V., Hamburg

L

LAWA (2010): Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Expertenkreis „Stoffe“: Stoffdatenblatt: Flufenacet Stand 15. März 2010

LAWA AO (Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“) (2015): Arbeitspapier II: Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch chemische Qualitätskomponenten zur unterstützenden Bewertung von Wasserkörpern entsprechend EG-WRRL, LAWA-AO Rahmenkonzeption Monitoring Teil B Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen, Stand 09.01.2015

LEWIS, K.A., Tzilivakis, J., Warner, D. and Green, A. (2016): An international database for pesticide risk assessments and management. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 22(4): 1050-1064. DOI: 10.1080/10807039.2015.1133242

LISS, M., von der Ohe, P.C. (2005): Analyzing effects of pesticides on invertebrate communities in streams. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 24 (4), 954-965.

LLUR (2011): Hintergrundwerte stofflich gering beeinflusster Böden Schleswig-Holsteins, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Flintbek, Dezember 2011

LLUR (2014): Nährstoffe in Gewässern Schleswig-Holsteins, Entwicklung und Bewirtschaftungsziele, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Flintbek, Juli 2014

M

MARGOT, J., Rossi, L., Barry, D.A., Holliger, C. (2015): A review of the fate of micropollutants in wastewater treatment plants, *WIREs Water*, Volume 2, Issue 5, September/Oktober 2015, Seiten 457-487, DOI: 10.1002/wat.2.1090

MELUR (2014): Erläuterungen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Schleswig-Holstein - Beurteilung chemischer Stoffe in oberirdischen Binnengewässern, erstellt durch LLUR, Stand Dezember 2014

MELUR (2015a): Bewirtschaftungsplan (gem. Art. 13 EG-WRRL bzw. § 83 WHG) der FGE Eider, 2. Bewirtschaftungszeitraum 2016 - 2021, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Kiel, Stand 22.12.2015

MELUR (2015b): Erläuterungen zum Bewirtschaftungsplan (gem. Art. 11 EG-WRRL bzw. § 83 WHG) des SH-Anteils der FGE Elbe, 2. Bewirtschaftungszeitraum 2016 - 2021, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Kiel, Stand 22.12.2015

MELUR (2015c): Bewirtschaftungsplan (gem. Art. 13 EG-WRRL bzw. § 83 WHG) der FGE Schlei/Trave, 2. Bewirtschaftungszeitraum 2016 - 2021, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Kiel, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin, Stand 22.12.2015

MELUR (2017a): Der richtige Umgang mit Arzneimitteln für gutes Wasser in unseren Gewässern, zuletzt abgerufen am 23.08.2017
https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/W/wasserrahmenrichtlinie/Downloads/flyerArzneimittelentsorgung.pdf?__blob=publicationFile&v=1, Stand 15.02.2017

MELUR (2017b): Plakat zur Arzneimittelentsorgung, zuletzt abgerufen am 23.08.2017
https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/W/wasserrahmenrichtlinie/Downloads/posterArzneimittelentsorgung.pdf;jsessionid=78258701DBFFF0E6C2549A095D734DF4?__blob=publicationFile&v=2, Stand 15.02.2017

O

Oberflächengewässerverordnung (OGewV) (2011): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer vom 20. Juli 2011 - veröffentlicht im Bundesgesetzblatt Jahrgang 2011 Teil I Nr. 37, ausgegeben zu Bonn am 25. Juli 2011, Bundesanzeiger Verlag GmbH, Köln

Oberflächengewässerverordnung (OGewV) (2016): Verordnung zum Schutz von Oberflächengewässern vom 20. Juni 2016 - veröffentlicht im Bundesgesetzblatt Jahrgang 2016 Teil I Nr. 28, ausgegeben zu Bonn am 23. Juni 2016, Bundesanzeiger Verlag GmbH, Köln

OPPLIGER, P. (1998): Der grüne Tee, Midena-Verlag, Augsburg, 104 S

P

PROPLANTA (2017): Informationszentrum für die Landwirtschaft, www.proplanta.de, Proplanta GmbH & Co. KG, Stuttgart, zuletzt aufgerufen: 12.05.2017

R

REICHL, F.-X. (2002): Taschenatlas der Toxikologie. 2. Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart

RICHTLINIE 2008/105/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG, Amtsblatt der Europäischen Union, 24.12.2008

RICHTLINIE 2013/39/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der Europäischen Union, 24.08.2013

RÖMPP (1966): Prof. Dr. Hermann Römpp, Chemie Lexikon, Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart

S

SCHULZ, F. (1995): Ein Jahrzehnt Beobachtung der Niederschlagsbeschaffenheit in Schleswig-Holstein 1985 - 1994, Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten, Kiel, 66 S

U

UBA (2002): Ermittlung der Quellen für die prioritären Stoffe nach Artikel 16 der Wasserrahmenrichtlinie und Abschätzung ihrer Eintragsmenge in die Gewässer in Deutschland, Texte 68/2002, Umweltbundesamt, Berlin, Dezember 2002

UBA (2007): Phthalate - Die nützlichen Weichmacher mit den unerwünschten Eigenschaften, Hintergrundpapier, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Februar 2007, 25 S

UBA (2010): Bisphenol A - Massenchemikalie mit unerwünschten Nebenwirkungen, Hintergrundpapier, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Juli 2010, 18 S

UBA (2011): Zusammenstellung von Monitoringdaten zu Umweltkonzentrationen von Arzneimitteln, Texte 66/2011, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Oktober 2011

UBA (2014a): EQS Datasheet, Environmental Quality Standard Diclofenac, Draft 24.02.2014 Version 2, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Februar 2014

UBA (2014b): EQS Datasheet, Environmental Quality Standard Metoprolol, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Mai 2014

UBA (2014c): EQS Datasheet, Environmental Quality Standard Sulfamethoxazol, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Mai 2014

UBA (2015): Revision der Umweltqualitätsnormen der Bundes-Oberflächengewässerverordnung nach Ende der Übergangsfrist für Richtlinie 2006/11/EG und Fortschreibung der europäischen Umweltqualitätsziele für prioritäre Stoffe, Texte 47/2015, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Juni 2015

UBA (2016a): Quecksilber - Risiko für Mensch und Umwelt?, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/quecksilber-risiko-fuer-mensch-umwelt>, Umweltbundesamt, Dessau, 04.05.2016, zuletzt abgerufen: 27.06.2017

UBA (2016b): Wie werden HBCD-haltige Dämmstoffe abfallrechtlich eingestuft?, <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/wie-werden-hbcd-haltige-daemmstoffe-abfallrechtlich>, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 25.07.2016, zuletzt abgerufen: 14.09.2017

UBA (2017a): POP-haltige Abfälle, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/abfallarten/gefaehrliche-abfaelle/pop-pcb-haltige-abfaelle#textpart-1>, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 31.08.2017, zuletzt abgerufen: 02.01.2018

UBA (2017b): Chemikalien in der Umwelt, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/chemikalien-in-der-umwelt>, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, zuletzt abgerufen: 12.05.2017

Bilder:
S. 93 Schwartau,
S. 94/95 Stör



10 Kontakte

Bei Fragen zu den Themen Monitoring und Spurenstoffe in Fließgewässern und Seen geben folgende Institutionen Auskunft.

- **Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR)**
Abteilung 4 Gewässer, Dezernate 41 und 43
- **Oberste Wasserbehörde und Oberste Küstenschutzbehörde**
Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung (MELUND)
des Landes Schleswig-Holstein
Abteilung 4 - Wasserwirtschaft, Meeres- und Küstenschutz

Impressum

Herausgeber:

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und
ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
Abteilung Gewässer
Hamburger Chaussee 25, 24220 Flintbek
[https://www.schleswig-
holstein.de/DE/Themen/W/wasserrahmenlinie.html](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Themen/W/wasserrahmenlinie.html)

Die Landesregierung im Internet:

www.schleswig-holstein.de

Ansprechpartner: Maren Jarosch, Dr. Matthias Brunke

Gestaltung: DesignContor, Eckernförde

Druck: hansadruck, Kiel · **Auflage:** 1.000 Stück

Diese Broschüre wurde auf 100 % Recyclingpapier
gedruckt.

November 2018

Fotonachweis:

LLUR: Mandy Bahnwart (S. 14, 17, 20, 41), Dr. Matthias
Brunke (Titelseite, S. 5-13, 23, 28, 31, 33, 40, 42, 43,
65, 83, 88, 93, 94/95), Dagmar Lukas (15), Gudrun
Plambeck (S. 2/3), Joachim Stuhr (S. 12); Landeslabor:
(S. 18, 34); MELUND: Annette Steffens (S. 29), S. 37

Autor: Maren Jarosch

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeits-
arbeit der schleswig-holsteinischen Landesregierung
herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von
Personen, die Wahlwerbung oder Wahlhilfe betreiben,
im Wahlkampf zum Zwecke der Wahlwerbung verwen-
det werden. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer be-
vorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer
Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Lan-
desregierung zu Gunsten einzelner Gruppen verstan-
den werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die
Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder
zu verwenden.



www.wrrl.schleswig-holstein.de

