

Ableitung von Umweltqualitätsnormen für Biota und erste Einordnung anhand von Ergebnissen der Umweltprobenbank

Dieter Schudoma und Christa Schröter-Kermani

1 Einleitung

Ziel der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG) ist es, dass die Qualität der Oberflächengewässer einen guten Zustand erreicht. Um beurteilen zu können, wann sich ein Gewässer in einem chemisch guten Zustand befindet, bedarf es Qualitätsnormen zur Beurteilung von bestehenden stofflichen Belastungen. Neben dem Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaften des Süßwassers und des Meeres sind auch die Endglieder der aquatischen Nahrungskette und die Gesundheit des Menschen bei der Ableitung dieser Normen zu betrachten (Abb. 1). Die im Jahr 2000 verabschiedete Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) enthielt keine methodischen Vorgaben, wie Umweltqualitätsnormen (UQN) für Prioritäre Stoffe abzuleiten und zu berechnen sind. Das erste Methodenkonzept wurde von LEPPER (2005) im Auftrag der Europäischen Kommission entwickelt. Es berücksichtigt vor allem das methodische Vorgehen zur Ableitung einer Predicted No Effect Concentration (PNEC) bei der europäischen Alt- und Neustoffbewertung. Inzwischen wurde das Konzept zur Ableitung von UQN (engl. EQS - Environmental Quality Standards) weiterentwickelt. Unter anderem wurde die Ableitung von UQN für Metalle, Biota und Sedimente fortgeschrieben und an die aktuellen Leitdokumente zur REACH-Verordnung (EG/1907/2006) angepasst. Das Leitdokument „Technical Guidance for Deriving Environmental Quality Standards“ (TG EQS) (EC 2011) ist vom wissenschaftlichen Komitee der EU SCHER (2010) begutachtet worden und dient für



Prioritäre Stoffe als Grundlage für das Erstellen von EQS-Dossiers. Aus den Qualitätsstandards (QS), die für die relevanten Schutzgüter berechnet werden, sollte der QS für das empfindlichste Schutzgut als umfassende UQN für „Prioritäre Stoffe“ verwendet werden. Im TG EQS wird auch empfohlen, es für die Ableitung von UQN für flussgebietspezifische Stoffe einzusetzen, insbesondere da hierfür im Anhang V, Kapitel 1.2.6 der WRRL nur einige grundlegende Vorgaben zum methodischen Vorgehen gemacht werden.

Abb. 1:

Schutzgüter und Entwicklung von Umweltqualitätsnormen,
Bildquelle: Harro Maas; Titelbild in Umweltbundesamt (1993)

2 Ableitungsmethoden

2.1 Stoffauswahl für die Entwicklung von Qualitätsstandards für Biota

Qualitätsstandards für Biota (QS_{biota}) sind für die Stoffe abzuleiten, die im Gewässer vorkommen und im besonderen Maße, z. B. in Fischen, akkumulieren. Das Leitdokument TG EQS sieht folgende in Abb. 2 dargestellten Schwellenwerte und Stoffeigenschaften vor, die eine Ableitung von Werten auslösen. Vor allem wenn gemessene Werte für den Biomagnifikationsfaktor (BMF) >1 sind, d. h. der Stoff reichert sich über die trophischen Ebenen an; oder der Biokonzentrationsfaktor (BCF) oder der Bioakkumulationsfaktor (BAF) ≥ 100 sind, ist eine Ableitung eines (QS_{biota}) vorgesehen. Der BCF beschreibt die Aufnahme eines Stoffes im Fisch über die Wasserphase. Der Bioakkumulationsfaktor beschreibt die Aufnahme über die Wasserphase und die Nahrung.

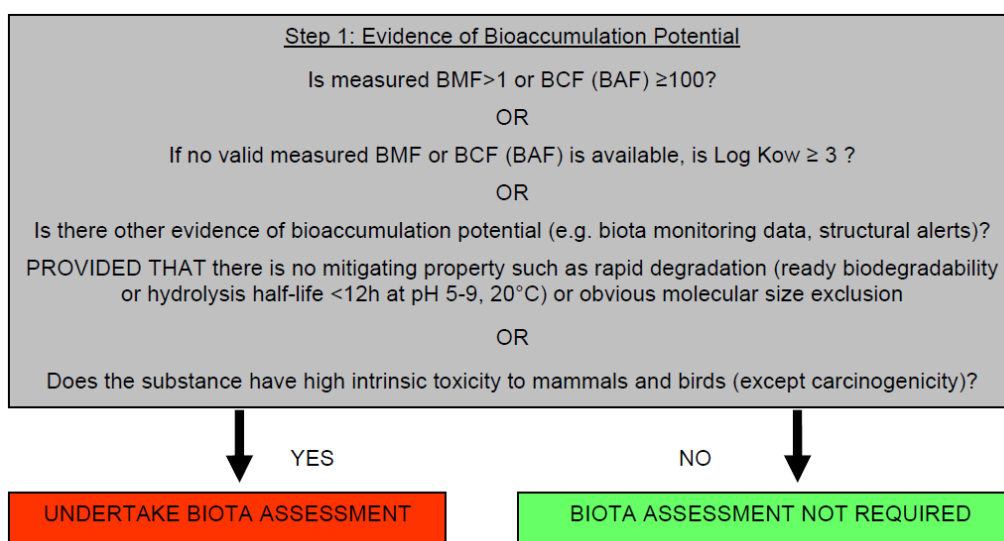


Abb. 2: Auslösewerte für die Ableitung eines Qualitätsstandards für Biota (Quelle: EC 2011)

2.2 Ableitung von QS für Wildtiere

Ausgehend von der Dosis, die bei oraler Stoffaufnahme im Labor keinen nachteiligen Effekt für das Versuchstier, z. B. bei Ratten oder Hühnervögeln, hat ($NOAEL_{\text{oral}}$), wird ein QS zum Schutz von Wildtieren wie folgt berechnet: Der $NOAEL_{\text{oral}}$ wird mit dem Verhältnis von Körpergewicht zur täglichen Futtermenge (bw/DFI) multipliziert, um die NOEC für das Futter zu erhalten. Liegen nur Angaben für den $NOAEL_{\text{oral}}$ vor, werden im TG EQS (Table 4.1) festgelegte „Conversion factors“ (bw/DFI) für die untersuchte Testspezies verwendet. Der niedrigste NOEC für das Tierfutter wird als TOX_{oral} ausgewählt und durch den entsprechenden Sicherheitsfaktor dividiert. Der Sicherheitsfaktor AF_{oral} ist in Abhängigkeit von der Testdauer des Tierversuchs zu wählen (Tabelle 1). Der Sicherheitsfaktor beinhaltet dabei auch, dass das Futter von Labortieren einen höheren Energiegehalt als der Energiegehalt des Futters von Wildtieren besitzt.

$$NOEC_{\text{oral}} = NOAEL_{\text{oral}} \frac{bw}{DFI}$$

- $NOEC_{\text{oral}}$ = no observed effect concentration ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ food);
- $NOAEL_{\text{oral}}$ = no observed adverse effect level [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{bw} \cdot \text{d}^{-1}$];
- DFI = daily food intake ($\text{g food} \cdot \text{d}^{-1}$); and
- bw = body weight (g).

$$QS_{biota, secpois, fw} = \frac{TOX_{oral}}{AF_{oral}} \quad - \quad \text{secpois} = \text{secondary poisoning}$$

Bei Stoffen, die eine Biomagnifikation zeigen, ist für den marinen Bereich noch zusätzlich die Biomagnifikation zu berücksichtigen, da es Säugetiere gibt, die sich teilweise von anderen Säugetieren ernähren. Dies berücksichtigt, dass die Überwachung aber auf Grundlage der Konzentration in Fisch erfolgt.

$$QS_{biota, secpois, sw} = \frac{TOX_{oral}}{AF_{oral} \cdot BMF_2}$$

Tabelle 1

Sicherheitsfaktor AF_{oral} für Berechnung einer $QS_{biota, secpois}$ bei der Standardmethode

TOX_{oral}	Duration of test	AF_{oral}
$NOEC_{oral, birds}$	chronic	30
$NOEC_{oral, mammals}$	28 days	300
	90 days ^a	90
	chronic	30

^a for consideration of reproduction studies

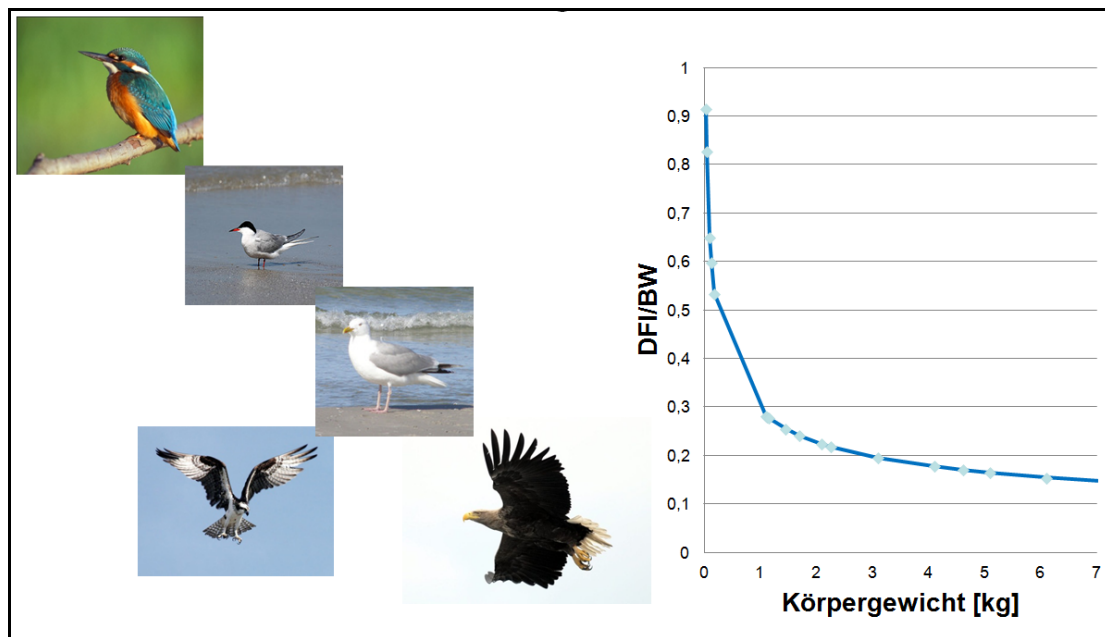


Abb. 3: Verhältnis Futtergewicht zu Körpergewicht bei fischfressenden Vögeln (Bildquellen ¹)

¹ Bildquellen:

Eisvogel http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/ff/f1/Alcedo_atthis_2_%28Lukasz_Lukasik%29.jpg
 Silbermöwe http://www.umweltprobenbank.de/upb_static/paperclip/images/10169/normal.jpg?1259685367
 Flusseeeschwalbe http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Common_Tern.jpg
 Fischadler <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0f/OspreyNASA.jpg>
 Seeadler <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8f/Seeadler-flug.jpg/300px-Seeadler-flug.jpg>

In einer verfeinerten Methode kann aus der niedrigsten Dosis $NOAEL_{oral}$ für Labortiere sowie der Nahrungsaufnahme und des Körpergewichts von Wildtieren die $QS_{biota,secpois}$ für relevante Schlüsselarten berechnet werden. Schlüsselarten sind beispielsweise Arten, die sich fast ausschließlich von Fischen oder anderen Wasserorganismen ernähren und täglich viel Nahrung im Vergleich zum Körpergewicht benötigen. Abbildung 3 zeigt das Verhältnis vom Futtergewicht zum Körpergewicht in Abhängigkeit vom Körpergewicht. Der Eisvogel mit einem Körpergewicht von etwa 35 bis 40 g frisst täglich eine Futtermenge (überwiegend Fisch), die bis zu 90 % seines eigenen Körpergewichtes entspricht. Der Fischadler mit einem Körpergewicht von etwa 1,5 bis 2 kg frisst täglich ein Fischgewicht, das bis zu 20 % seines eigenen Körpergewichtes beträgt.

$$NOEC_{wildlife} = NOAEL_{laboratory} * (bw_{wildlife}/DFI_{wildlife})$$

Bei den Säugetieren ist für den Süßwasserbereich der Fischotter und der Nerz als Schlüsselart zu nennen. Die verfügbaren Werte für das Verhältnis bw/DFI für Wildtiere reichen für Vögel von 1,1 bis 9 und für Säugetiere von 3,9 bis 10 (EC 2012). Der niedrigste berechnete $NOEC_{wildlife}$ wird dann durch einen reduzierten Sicherheitsfaktor AF_{oral} (s. Tabelle 2) dividiert. Der Sicherheitsfaktor soll u. a. artspezifische Empfindlichkeiten berücksichtigen.

Tabelle 2

Sicherheitsfaktor AF_{oral} für Berechnung einer $QS_{biota,secpois}$ bei der verfeinerten Methode

TOX_{oral}	Duration of test	AF_{oral}
$NOEC_{oral, birds}$	Chronic	10
$NOEC_{oral, mammals}$	28days ^a	100
	90days	30
	Chronic	10

2.3 EQS Biota für „Fischereiprodukte“ zum Schutz der menschlichen Gesundheit

EQS Biota können auf der Übernahme von bestehenden Grenzwerten, z. B. in Richtlinien des Rates oder auf Ableitung eines $QS_{biota, hh, food}$ ($\mu g \cdot kg^{-1}$) Frischgewicht, basieren. Wenn kein Grenzwert vorliegt, wird der $QS_{biota, hh, food}$ aus einer tolerierbaren Schwellendosis „TL - threshold level ($\mu g \cdot kg^{-1} \cdot bw \cdot d^{-1}$)“ berechnet. Der TL kann beispielweise auf einem ADI (Acceptable Daily Intake) oder TDI (Tolerable Daily Intake) der WHO basieren oder aus einer $NOAEL_{oral}$ dividiert durch einen Sicherheitsfaktor (assessment factor, AF) ermittelt werden. Die Berechnung des $QS_{biota, hh, food}$ berücksichtigt folgende Annahmen: Aufnahme über Fischkonsum $\leq 10\%$ des TL, Körpergewicht Mensch (70 kg) und Konsum von Fisch- und Fischereiprodukten ($0.115 \text{ kg} \cdot d^{-1}$).

$$QS_{biota, hh, food} = \frac{0.1 \cdot TL \cdot 70}{0.115}$$

$QS_{biota, hh, food}$ = Risiko des Menschen durch den Verzehr von Fischprodukten

Die Annahme, dass die Schwellendosis nur zu 10 % über Fischereiprodukte ausgeschöpft werden soll, und die Annahmen zum Verzehr von Fischereiprodukten von 115 g pro Tag, führen zu konservativen Qualitätsstandards, die ein hohes Sicherheitsniveau für alle Verbrauchergruppen bieten.

2.4 Berechnung der korrespondierenden Wasserkonzentration

Um die QS für Biota mit den QS zum Schutz der AQL vergleichen zu können oder ggf. auch in der Wasserphase überwachen zu können, ist eine Übertragung auf die Wasserphase notwendig.

$$QS_{\text{freshwater}} = QS_{\text{biota, hh}} / (BCF \times BMF)$$

$$QS_{\text{saltwater}} = QS_{\text{biota, hh}} / (BCF \times BMF1 \times BMF2)$$

Wenn keine Werte für den BMF1 und BMF2 vorliegen, ist ein Vorgabewert von 5 anzuwenden. Die Übertragung auf einen QS_{biota} für die Wasserphase ist dann allerdings nur eine konservative Abschätzung.

3 Vorliegende Umweltqualitätsnormen für Biota

Tabelle 3

Zusammenstellung der Umweltqualitätsnormen für Biota

Stoff / Stoffgruppe	UQN-Biota [µg/kg FG]	
	Human health	secondary poisoning
OGewV und RiLi 2008/105/EC		
Hexachlorbenzol	10	16,7
Hexachlorbutadien	12,2	55
Quecksilber	500	20
Vorschlag Tochterrichtlinie Prioritäre Stoffe COM (2011) 876		
Dicofol	134	33
∑ Dioxine/Furane/dl-PCB	0,008 TEQ	0,0012 TEQ
Fluoranthen	30	11522
Heptachlor und -epoxid	0,0067	33
Hexabromcyclododecan	6100	167
PFOS	33	9,1
PBDE	0,0085	44
∑ BDE 28, 47, 99, 100, 153, 154		
PAK	2 (Fisch)	Keine Daten verfügbar
∑ B(a)P, B(b)F, B(k)F, Ind(1,2,3-cd)P	10 (Muscheln)	

In der Richtlinie 2008/105/EG wurden bereits Biota-UQN für die drei Stoffe Hexachlorbenzol, Hexachlorbutadien und Quecksilber festgelegt. Für acht weitere Stoffe wurden Normen für Biota im Entwurf der Tochterrichtlinie Prioritäre Stoffe vorgeschlagen, die auf der Basis der Schutzgüter menschliche Gesundheit oder Wildtier „secondary poisoning“ abgeleitet

wurden (s. Tabelle 3). In der Regel liegen die QS für beide Schutzgüter etwa in der gleichen Größenordnung. Die Unterschiede sind vor allem im methodischen Vorgehen bei der Ableitung begründet (toxikologische Endpunkte, Sicherheitsfaktoren, Fischverzehr). So wird zum Beispiel die kanzerogene Wirkung von Stoffen für das Schutzgut Wildtier nicht berücksichtigt. Hierdurch sind die Unterschiede zwischen den QS für die beiden Schutzgüter sehr groß.

Am Beispiel von PFOS ist in Tabelle 4 dargestellt, auf welcher Grundlage der QS für Biota abgeleitet wurde, und in Tabelle 5 sind die spezifischen QS für alle zu betrachtenden Schutzgüter aufgelistet. Hierbei zeigt sich, dass der Fischkonsum bei PFOS das empfindlichste Schutzgut darstellt.

Tabelle 4
Ableitung der Biota-QS für PFOS (EU 2011)

QS _{biota, sp}	Relevante Studie	Assessment Factor	vorläufiger QS _{biota, sp} [µg·kg ⁻¹ _{biota ww}]	Quelle
Wildtier (secondary poisoning)	Makaken, Körpergewicht NOAEL 0.15mg/kg CF (bw/DFI) 20 NOEC 3mg/kg food	90	33	SEACAT et al. (2002)
QS _{biota, hh}	Relevante Studie	Assessment Factor und TL	vorläufiger QS _{biota, hh} [µg·kg ⁻¹ _{biota ww}]	Quelle
Human health	Makaken, Hormonspiegel, NOAEL 0.03 mg.kg ⁻¹ _{bw.d⁻¹}	200 TDI 150 ng.kg ⁻¹ _{bw.d⁻¹} EFSA (2008)	9.1	SEACAT et al. (2002) EFSA (2008)

Tabelle 5
Schutzgutspezifische Qualitätsstandards für PFOS (EU 2011)

Protection objective	Unit	Value
Pelagic community (freshwater)	[µg l ⁻¹]	AA-QS 0.23
Pelagic community (marine waters)	[µg l ⁻¹]	AA-QS 0.023
Benthic community (freshwater)	[µg kg ⁻¹ _{dw}]	-
	[µg l ⁻¹]	-
Benthic community (marine)	[µg kg ⁻¹ _{dw}]	-
	[µg l ⁻¹]	-
Predators (secondary poisoning)	[µg kg ⁻¹ _{biota ww}]	33
	[µg l ⁻¹]	0.002 (freshwaters) 0.00047 (marine waters)
Human health via consumption of fishery products	[µg kg ⁻¹ _{biota ww}]	9.1
	[µg l ⁻¹]	0.00065 (freshwaters) 0.00013 (marine waters)
Human health via consumption of water	[µg l ⁻¹]	0.52

4 Konzepte zur Überwachung der Umweltqualitätsnormen für Biota

Die Richtlinie 2008/105/EG macht keine spezifischen Angaben, wie die Biota-UQN im Einzelfall zu überwachen sind. Der LAWA-AO²-Expertenkreis hat daher eine Konzeption für Biota-Untersuchungen zur Überwachung von UQN erarbeitet, die von der LAWA beschlossen und zur Anwendung empfohlen wird (LAWA 2012). Beispielhaft sind die für ein Monitoring empfohlenen Fischarten in Süßwasser in Tabelle 6 gelistet. Grundlagen für die Konzeption waren das TG EQS (EC 2011), der CIS-Leitfaden zum Monitoring von Sediment und Biota (EC 2010), die Erfahrungen mit Biomonitoring in einzelnen Bundesländern sowie die Arbeiten der Umweltprobenbank des Bundes.

Tabelle 6

Ranking-Liste von Fischarten für Binnen- und Übergangsgewässer für ein Biota-Monitoring (LAWA 2012)

Ranking-Nr.	Fischart	Empfohlene praktikable Größen und vermutliche Altersklasse
Fließgewässer		
1	Döbel	23 - 30 cm (3 - 4 Jahre)
2	Brassen	20 - 27 cm (3 - 4 Jahre)
3	Flussbarsch	15 - 20 cm (3 - 4 Jahre)
4	Rotauge	15 - 20 cm (3 - 5 Jahre)
5	Bachforelle*	22 - 29 cm (3 - 4 Jahre)
6	Aal	40 - 50 cm (etwa 8 Süßwasserjahre sowie mindestens 2 Larvaljahre im Salzwasser)
Übergangsgewässer		
1	Stint (Wanderform)	15 - 18 cm (3 - 4 Jahre)
2	Hering	22 - 25 cm (3 - 4 Jahre)
3	Flunder	25 - 27 cm (3 - 4 Jahre)
Stehende Gewässer		
1	Flussbarsch	15 - 20 cm (3 - 4 Jahre)
2	Brassen	20 - 27 cm (3 - 4 Jahre)
3	Rotauge	15 - 20 cm (3 - 5 Jahre)
4	Hecht	40 - 50 cm (3 - 4 Jahre)
5	„Kleinmaränen“	18 - 20 cm (3 - 4 Jahre)
6	„Großmaränen“	28 - 35 cm (3 - 4 Jahre)
7	Seesaibling	20 - 29 cm (3 - 4 Jahre)

* in den von Salmoniden dominierten Fließgewässerregionen

5 Ergebnisse der Umweltprobenbank

Die Umweltprobenbank des Bundes (UPB) sammelt regelmäßig Brassen von insgesamt 16 Probenahme­flächen der Flüsse Rhein, Saar, Donau, Elbe und den Elbe-Nebenflüssen Saale und Mulde. Als Referenzstandort (weitgehend unbelastet durch industrielle und kommunale Einträge) wurde der Belauer See ausgewählt. Die Probenahme von jeweils 20 Brassen der Zielaltersklasse 8 bis 12 Jahre erfolgt im Spätsommer nach Beendigung der Laichperiode.

² LAWA-AO = Ständiger Ausschuss Oberirdische Gewässer und Küstengewässer (AO) der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

Die Fische werden vor Ort biometrisch (Länge, Gewicht etc.) charakterisiert und sezirt. Die Muskulaturen und Lebern eines Standortes werden jeweils zu Poolproben vereinigt und tiefkalt vermahlen. Das Homogenat wird zu Teilproben von ca. 10 g Frischgewicht portioniert und über flüssig-Stickstoff eingelagert. Desweiteren beprobt und archiviert die UPB im limnischen Bereich auch Dreikantmuscheln und Schwebstoff. Vor der Einlagerung wird das Probenmaterial auf ein festgelegtes Spektrum an Elementen, Chlorkohlenwasserstoffen (CKW) und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) analysiert.

Auf Anforderung von Politik oder Wissenschaft werden archivierte Proben im sogenannten retrospektiven Monitoring genutzt – zur rückblickenden Feststellung von Konzentrationsniveaus und -trends relevanter Schadstoffe.

Insgesamt liegen in der UPB Daten zu 10 der 11 (festgelegten und vorgeschlagenen) Biota-Umweltqualitätsnormen vor – nur Dicofol wurde in UPB-Proben bisher nicht analysiert. Anhand der in Brassenmuskulaturen und Dreikantmuscheln über den Zeitraum 1995 bis 2011 nachgewiesenen Konzentrationen wurde die Relevanz der Biota-UQN für Oberflächengewässer eingeschätzt (Tabelle 7).

Tabelle 7

Einschätzung der Relevanz von Biota-UQN anhand von Ergebnissen der UPB

Stoff /Stoffgruppe	UQN-Biota [µg/kg FG]	Relevanz anhand von UPB-Daten
verbindlich		
Hexachlorbenzol	10	hoch – 60% Überschreitung
Hexachlorbutadien	55	keine – 0% Überschreitung
Quecksilber	20	sehr hoch – 100% Überschreitung
vorgeschlagen		
Dicofol	33	nicht gemessen
∑ Dioxine/Furane/dl-PCB	0,008 TEQ	hoch – 52% Überschreitung
Fluoranthen	30	niedrig – 9% Überschreitung
Heptachlor und -epoxid	0,0067	BG >> UQN
Hexabromcyclododecan	167	keine – 0% Überschreitung
PFOS	9,1	sehr hoch – 94% Überschreitung
PBDE ∑ BDE 28, 47, 99, 100, 153, 154	0,0085	sehr hoch – 100% Überschreitung
PAK ∑ B(a)P, B(b)F, B(k)F, Ind(1,2,3-cd)P	10 (Muscheln)	hoch – 47% Überschreitung

Für Hexachlorbutadien und Hexabromcyclododecan lagen alle gemessenen Konzentrationen in Brassenmuskulaturen deutlich unterhalb der jeweiligen Biota-UQN; für Heptachlor und dessen Abbauprodukt Heptachlorepoxid liegt die Bestimmungsgrenze des analytischen Verfahrens mindestens um einen Faktor 15 oberhalb der UQN, so dass keine Einschätzung der Relevanz möglich ist.

Die Relevanz von Hexachlorbenzol und ∑Dioxine/Furane/dl-PCB wird als hoch eingestuft, da 60 bzw. 50 % der untersuchten Brassenmuskulaturproben Konzentrationen oberhalb der Biota-UQN aufwiesen. Im Falle von Hexachlorbenzol nehmen die Konzentrationen im Untersuchungszeitraum an nahezu allen UPB-Standorten signifikant ab.

Die höchste Relevanz ergab sich bei Quecksilber, Perfluoroktansulfonat (PFOS) und den polybromierten Diphenylethern (PDBE), da für diese Stoffe/Stoffgruppen in allen oder nahezu allen Fischproben Konzentrationen oberhalb der Biota-UQN gemessen wurden. Allerdings gibt es Unterschiede hinsichtlich der Wahrscheinlichkeiten die Normen mittel- oder langfristig einzuhalten. Hinsichtlich PFOS ist es sehr wahrscheinlich, dass die Qualitätsstandards in absehbarer Zeit erreicht werden, da seit dem Jahr 2008 an nahezu allen UPB-Standorten eine signifikante Abnahme der Gehalte in Brassenmuskulatur beobachtet wird und zahlreiche aktuelle Veröffentlichungen die Wirksamkeit der Beschränkungs- und Verbotsmaßnahmen von PFOS bestätigen.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die UPB kann die in der WRRL geforderten „statistisch robusten“ Daten zur Überprüfung der Prioritären Stoffe nicht liefern. Allerdings ermöglicht das standardisierte Monitoring wertvolle Aussagen zum Langzeittrend und zum Verhalten insbesondere der „neuen“ Stoffe im bundesweiten Überblick.

Das Monitoring von Biota sollte an das relevante Schutzgut der Biota-Qualitätsnorm angepasst sein. Für die Trendermittlung könnten auch Schwebstoff/Sediment- und ggf. Passivsammler genutzt werden. Es bedarf der regelmäßigen Prüfung, ob Biota-UQN für weitere Stoffe erforderlich sind – insbesondere wenn persistente, bioakkumulierende und toxische (PBT) Stoffe in die Gewässer eingetragen werden. Die WRRL sieht in Art. 16 (4) vor, dass die Liste der prioritären Stoffe alle vier Jahre zu überprüfen ist.

Literatur

EC (2011): TECHNICAL GUIDANCE FOR DERIVING ENVIRONMENTAL QUALITY STANDARDS. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance Document No. 27, Technical Report - 2011 - 055. <https://circabc.europa.eu/sd/d/0cc3581b-5f65-4b6f-91c6-433a1e947838/TGD-EQS%20CIS-WFD%2027%20EC%202011.pdf>

EC (2012): Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directives 2000/60/EC and 2008/105/EC as regards priority substances in the field of water policy. COM(2011) 876 final http://ec.europa.eu/environment/water/water-dangersub/pdf/com_2011_876.pdf (letzter Zugriff 23.05.2013).

EC (2010): Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Guidance Document No. 25 on Chemical Monitoring of Sediment and Biota under the Water Framework Directive“. <https://circabc.europa.eu/sd/d/7f47ccd9-ce47-4f4a-b4f0-cc61db518b1c/Guidance%20No%2025%20-%20Chemical%20Monitoring%20of%20Sediment%20and%20Biota.pdf> (letzter Zugriff 23.05.2013).

EU (2008): RICHTLINIE 2008/105/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpollitik 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, L 348, 84-97

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:348:0084:0097:DE:PDF>
(letzter Zugriff 23.05.2013).

EU (2011): PFOS EQS dossier. Priority substances, Communication & Information Resource Centre Administrator (CIRCA), Brussels, 19. 1. 2011,

<https://circabc.europa.eu/sd/d/027ff47c-038b-4929-a84c-da3359acecee/PFOS%20EQS%20dossier%202011.pdf> (letzter Zugriff 23.05.2013).

Lepper, P. (2005): Manual on the Methodological Framework to Derive Environmental Quality Standards for Priority Substances in accordance with Article 16 of the Water Framework Directive (2000/60/EC), <https://circabc.europa.eu/sd/d/62ffe555-2e87-44ff-8e82-83cb73219c0f/EQS%20Manual%20-%20Methodology%20-%202014%2010%2005.pdf>
(letzter Zugriff 23.05.2013).

LAWA (2012): LAWA-AO Rahmenkonzeption Monitoring, Teil B Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen Arbeitspapier IV.3 „Konzeption für Biota-Untersuchungen zur Überwachung von Umweltqualitätsnormen gemäß RL 2008/105/EG“, Stand: März.2012. http://www.saarland.de/dokumente/thema_wasser/RAKONIV.3.pdf
(letzter Zugriff 23.05.2013).

SCHER - Scientific Committee on Health and Environmental Risks (2010): Opinion on the Chemicals and the Water Framework Directive: Technical Guidance for Deriving Environmental Quality Standards.

http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/environmental_risks/docs/scher_o_127.pdf
(letzter Zugriff 23.05.2013).

Umweltbundesamt (1993): Warnsignale aus dem Wattenmeer. Berlin

Kontakt:

Dieter Schudoma

Umweltbundesamt

FG IV 2.4 Wassergefährdende Stoffe -

Ökotoxikologielabor

Schichauweg 58

12307 Berlin

Tel.: 030/ 8903 4225

Fax: 030/ 8903 4233

E-Mail: dieter.schudoma@uba.de

1981-1985

FH Giessen-Friedberg

Dipl.-Ing. Umwelt- und Hygienetechnik (FH)

1989-1994

TU Berlin

Dipl.-Ing. Technischer Umweltschutz (TU)

seit 1986

Technischer Angestellter des Umweltbundesamtes