



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, geändert durch 2013/39/EU

Stand: 27.10.2016

Die LAWA hat auf ihrer 153. Sitzung am 16./17.03.2017 das vorliegende Arbeitspapier zur Kenntnis genommen und den Ländern zur Anwendung empfohlen.

1 Veranlassung

In der Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 16. Dezember 2008 (UQN-Richtlinie), geändert durch die Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 12. August 2013 (Abl. L 226 vom 24.8.2013 S. 1) sind Umweltqualitätsnormen (UQN) im Bereich der Wasserpolitik festgelegt. Ein Teil dieser Umweltqualitätsnormen ist in Biota zu überwachen. In Artikel 3 Abs. 3 ist geregelt, unter welchen Bedingungen sich Mitgliedstaaten dafür entscheiden können, die UQN in anderen Matrices oder Taxa zu überwachen als in Anhang I Teil A festgelegt. In der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – OGewV) vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373) wird hiervon kein Gebrauch mehr gemacht. Nach der geänderten Richtlinie 2008/105/EG Artikel 3 Abs. 2 Satz 1 wenden Mitgliedstaaten, die ein Biotamonitoring durchführen, folgende UQN in folgenden Biota an:

Tab. 1: Liste von Stoffen mit Umweltqualitätsnormen (UQN) für Biota, Matrix für welche die UQN gilt und zugehöriges Schutzgut

Stoffname	Umweltqualitätsnorm (UQN) [µg/kg Nassgewicht]	Matrix	Schutzgut
Bromierte Diphenylether (BDE)	0,0085	Fische	Menschliche Gesundheit
Fluoranthren	30	Weichtiere Krebstiere	Menschliche Gesundheit
Hexachlorbenzol (HCB)	10	Fische	Menschliche Gesundheit
Hexachlorbutadien (HCBD)	55	Fische	Wildtier „secondary poisoning“
Quecksilber (Hg)	20	Fische	Wildtier „secondary poisoning“
Benzo(a)pyren (PAK)	5	Weichtiere Krebstiere	Menschliche Gesundheit
Dicofol	33	Fische	Wildtier „secondary poisoning“
Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS)	9,1	Fische	Menschliche Gesundheit
Dioxine und dioxin-ähnliche Verbindungen (PCDD/F+dl-PCB)	0,0065	Fische Weichtiere Krebstiere	Menschliche Gesundheit
Hexabromcyclododecan (HBCDD)	167	Fische	Wildtier „secondary poisoning“
Heptachlor und Heptachlorepoxyd	0,0067	Fische	Menschliche Gesundheit

Die OGewV vom 20. Juni 2016 sieht in §§ 6 und 6a sowie in den Anlagen 8 und 9 folgende Grundsätze des Biotamonitorings vor:

BDE, Fluoranthren und PAK sind ab 2016, Dicofol, PFOS, PCDD/F+dl-PCB, HBCDD sowie Heptachlor und Heptachlorepoxyd ab 2019 zu untersuchen. Vorgegebene Intervalle und Frequenzen im Biotamonitoring sind in Tabelle 2 auf der Grundlage der OGewV vom 20. Juni 2016 zusammengefasst.

Tab.2: Intervalle und Frequenzen für das Biotamonitoring

Stoffgruppe	Intervalle			Frequenz
	Überblicks- überwachung	Operative Überwachung	Trendmonitoring	
Alle Stoffe mit Biota-UQN	mindestens 1-mal in 6 Jahren	mindestens 1-mal in 3 Jahren	mindestens 1-mal in 3 Jahren*	1 bis 2-mal pro Jahr
BDE, Hg, PFOS, PAK, PCDD/F+dIPCB	Wenn statistisch solide Überwachungsgrundlage vorhanden, weniger intensive Überwachung möglich. Mindestumfang: alle Trendmonitoringstellen alle 3 Jahre			1 bis 2-mal pro Jahr

*In das Trendmonitoring sind auch weitere Stoffe einzubinden.

Einige für das Monitoring wichtige Vorgaben, wie beispielsweise welches Gewebe bei Fischen untersucht, welches Alter der Fische bevorzugt und welche Fischarten herangezogen werden sollen, enthält die OGeWV vom 20. Juni 2016 nicht.

Das Guidance Document No. 32 on biota monitoring (the implementation of EQS_{Biota}) under the framework directive liefert hier wichtige Hinweise, die bei der Erarbeitung dieses Dokumentes berücksichtigt wurden. Da 7 von 11 UQN aufgrund des Schutzgutes „menschliche Gesundheit“ festgelegt wurden, wurde die deutsche Monitoringstrategie primär auf dieses Schutzgut ausgelegt: Stoffgehalte werden nicht im ganzen Fisch, sondern im essbaren Teil, dem Filet, bestimmt. Damit wird das Risiko für fischfressende Tiere durch Quecksilber überschätzt, da dieses im Gesamtfisch weniger stark angereichert wird als im Filet. Das Risiko des „secondary poisoning“ von Wildtieren durch HCBd, HCB, HBCDD, PFOS und möglicherweise Dioxinen und dioxinähnlichen Verbindungen wird dadurch gegebenenfalls unterschätzt. Nach ersten Untersuchungen des UBA ist die Fettnormierung zumindest bei den lipophilen Stoffen eine Möglichkeit, von der Belastung in der Muskulatur (Filet) auf den Gesamtfisch hochzurechnen.

Damit die Monitoringergebnisse bundesweit vergleichbar sind, ist eine möglichst weitgehende Harmonisierung der Methoden anzustreben. In dem vorliegenden Konzept werden die für die Überwachung der UQN in Biota maßgeblichen Randbedingungen definiert.

Länder, die auch für die nach dem geänderten Artikel 3 Abs. 6 der Richtlinie 2008/105/EG, umgesetzt durch § 11 Abs. 1 der OGeWV vom 20. Juni 2016, zusätzlich geforderte langfristige Trendermittlung Biota-Untersuchungen durchführen, können dieselben Proben wie für die Überwachung der UQN verwenden, sofern die Anforderungen an die UQN-Überwachung eingehalten werden. Das Trendmonitoring ist Thema des RAKON-Arbeitspapiers IV.2 „Empfehlungen zur langfristigen Trendermittlung nach der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer“ vom Februar 2016.

Beim Monitoring zu Ermittlungszwecken, der Suche nach dem Grund der Belastung, kann es zielführend sein von der in diesem Papier beschriebenen Vorgehensweise abzuweichen. Möglicherweise sind hier Muscheluntersuchung oder die Untersuchung des Gesamtfisches vorzuziehen. Auch Sediment- oder Schwebstoffuntersuchungen und der Einsatz von Passivsammlern können zu Ermittlungszwecken sinnvoll sein, sind aber nicht zur Überwachung der Biota-UQN geeignet. Bei der Kommunikation von Ergebnissen sind solche grundlegenden Abweichungen unbedingt mit zu erwähnen.

2 Methodik

Der Wunsch nach vergleichbaren Ergebnissen innerhalb Deutschlands erfordert ein weitgehend einheitliches, für alle Bundesländer praktikables und leistbares Verfahren. Die vorgeschlagene Methodik berücksichtigt eine Vielzahl fachlicher Anforderungen und Erfahrungen einzelner Länder aus etablierten Überwachungsprogrammen auch für das Schutzgut „menschliche Gesundheit“.

Die vorgeschlagene Vorgehensweise ist im Rahmen wissenschaftlicher Studien weiter zu verifizieren. Daten zum Akkumulationsverhalten verschiedener Arten und Altersklassen sowie in verschiedenen trophischen Ebenen liegen nicht in ausreichender Dichte vor. Die Kenntnisse zur Verteilung der Schadstoffe im Fischgewebe und deren Verhältnis zur Belastung „Gesamtfisch“ sind bislang unzureichend und sollten grundlegend untersucht werden. Dies wird als zwingend erforderlich angesehen, da nur so die Relevanz der Schadstoffbelastung für fischfressende Tiere und somit deren ökotoxikologischen Relevanz besser eingeschätzt werden können. Aus dieser Erkenntnis sind dann ggfs. weitere Festlegungen abzuleiten.

Eine Überwachung von Umweltqualitätsnormen in Krebsen wird derzeit nicht empfohlen, da in Deutschland hierzu keine Erfahrungen vorliegen. Dioxine und dioxin-ähnliche Verbindungen sollten in Fischen überwacht werden.

Tab. 3: Empfohlene Matrix und Frequenz zur Überwachung der Umweltqualitätsnormen (UQN) in Biota

Stoffname	Matrix	Frequenz
Bromierte Diphenylether (BDE)	Fische	1-mal pro Jahr
Fluoranthren	Weichtiere (Muscheln)	mindestens 1-mal pro Jahr
Hexachlorbenzol (HCB)	Fische	1-mal pro Jahr
Hexachlorbutadien (HCBd)	Fische	1-mal pro Jahr
Quecksilber (Hg)	Fische	1-mal pro Jahr
Benzo(a)pyren (PAK)	Weichtiere (Muscheln)	mindestens 1-mal pro Jahr
Dicofol	Fische	1-mal pro Jahr
Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS)	Fische	1-mal pro Jahr
Dioxine und dioxinähnliche Verbindungen (PCDD/F+dl-PCB)	Fische	1-mal pro Jahr
Hexabromcyclododecan (HBCDD)	Fische	1-mal pro Jahr
Heptachlor und Heptachlorepoxyd	Fische	1-mal pro Jahr

2.1 Binnen- und Übergangsgewässer

2.1.1 Messstellenauswahl

Grundsätzlich werden Untersuchungen an allen Überblicksmessstellen, die sich für ein Biotamonitoring eignen, durchgeführt. Ebenso sollten besondere Belastungsschwerpunkte ins Monitoringkonzept aufgenommen werden.

Wenn prioritäre Stoffe, die in Biota zu untersuchen sind, in Oberflächenwasserkörper über die ubiquitäre Belastung hinaus eingeleitet oder eingetragen werden, so werden im Rahmen der operativen Überwachung weitere Messstellen, die für den Oberflächenwasserkörper repräsentativ sind, überwacht. Im Falle eines diffusen Eintrages ist eine fachlich begründete Gruppierung von Oberflächenwasserkörpern zulässig.

2.1.2 Probenahme aus dem Gewässer

Die Probenahme der Fische muss nach der Laichzeit saisonal vergleichbar erfolgen, bevorzugt im Juni–Oktober. Die Fische können mit Netzen und Reusen, durch Elektrofischerei und mit der Angel von fischereilich geschultem Personal gefangen werden. Bei der Elektrofischerei zur Aufnahme der Fischfauna im Rahmen der Bewertung des ökologischen Zustandes nach WRRL kann u.U. nicht die notwendige Anzahl der angestrebten Individuen gewonnen werden, so dass nicht immer eine homogene Altersgruppe zustande kommt. Die Netzfischerei fischt bestimmte Größenklassen (häufig Kohorten – Fische eines gleichen Jahrgangs) und ist daher effektiver, wenn sie an der Probennahmestelle möglich ist. Beim Einsatz von Stellnetzen ist zu beachten, dass die Fische in Abständen von bis zu 12 Stunden entnommen werden müssen, um überwiegend lebende oder frisch tote Fische zu gewinnen. Fische, bei denen bereits autolytische Prozesse erkennbar sind, sind für das Monitoring nicht geeignet.

Auch Muscheln reichern einige Stoffe im Jahresverlauf verschieden stark an. Daher ist auch hier darauf zu achten, dass die Probenahme immer zur selben Jahreszeit erfolgt. Eine Probennahme im Zuge der Makrozoobenthosaufnahme oder der Makrophytenkartierung bietet sich an, sofern ein passives Monitoring durchgeführt wird. Falls ein aktives Monitoring geplant ist, kann auf Erfahrungen aus Bayern (Exposition von *Dreissena polymorpha* über 6 Monate) (http://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/akkumulationsmonitoring/index.htm) oder der Umweltprobenbank (Exposition von *Dreissena polymorpha* über 12 Monate) (www.umweltprobenbank.de) zurückgegriffen werden.

2.1.3 Probengewinnung und Probencharakterisierung

Um Proben verschiedener Gewässer und Zeitpunkte vergleichen zu können, ist es wichtig, die Proben genau zu definieren und zu charakterisieren, da unterschiedliche Stoffgehalte nicht nur von der Höhe der Exposition, sondern bekanntermaßen auch von der untersuchten Art und deren trophischer Ebene im Nahrungsnetz abhängig sind (z. B. artspezifische Unterschiede der Fettanlagerung, im Ernährungsverhalten etc.). Alter, Länge und Gewicht, Fettgehalt, sowie der Ernährungs- und Gesundheitszustand der beprobten Individuen wirken sich ebenfalls auf die Stoffgehalte aus. Um die im „Guidance Document No. 32 on biota monitoring“ vorgeschlagene Normierung auf eine trophische Ebene sowie Trockengewicht bzw. Fettgehalt vornehmen zu können, ist die Bestimmung von Trockengewicht und Fettgehalt erforderlich.

2.1.3.1. Individuenzahl

Zumindest bis die Streuung für die einzelnen Parameter innerhalb des beprobten Tierkollektivs bekannt ist, wird je Messstelle bzw. Fanggebiet angestrebt mindestens 10 möglichst gleich alte Individuen einer Muschel- oder Fischart zu entnehmen, um eine hinreichend repräsentative Bewertung vornehmen zu können. Bei Folgeuntersuchungen ist darauf zu achten, dass in etwa wieder dasselbe Größen- bzw. Altersspektrum derselben Art beprobt wird.

Fische: Je homogener die gefangenen Fische bezüglich Größe bzw. Alter und Probenahmestelle sind (optimal: aus einer Kohorte), desto eher kann notfalls auch eine geringere Anzahl für die Bewertung herangezogen werden.

Muscheln: Insbesondere wenn kleine Muschelarten beprobt werden, empfiehlt es sich mit größeren Tierzahlen zu arbeiten, damit die nötige Probenmenge für die Analytik bereitgestellt werden kann.

2.1.3.2 Fische: Artenspektrum, Altersklassen, Untersuchungsgewebe, Begleitgrößen

In „Supplementary Guidance for the Implementation of EQS_{Biota}“ wird vorgeschlagen, Fische zu untersuchen, die in Bezug zum Schutzziel relevant sind. Dies bedeutet, dass bevorzugt Fische, die den trophischen Ebenen 3 bzw. 4 zugeordnet sind, als geeignet erachtet werden. Das Artenspektrum der Fische ist von den Gewässertypen bzw. der Morphologie der Gewässer abhängig. Bevorzugt werden sollen Fischarten, die möglichst standorttreu sind und in genügender Anzahl vorkommen. Andererseits ist jedoch anzustreben, bundesweit möglichst wenige Fischarten zu betrachten, um eine hohe Vergleichbarkeit erreichen zu können.

Die Auswahl der vorzugsweise zu untersuchenden Zielarten sollte sich an folgenden Kriterien orientieren:

- möglichst weite Verbreitung in den unterschiedlichen Fließgewässertypen bzw. Regionen innerhalb Deutschlands („von den Forellenregionen in Gebirgsbächen bis zur Brassenregion in den Marschengewässern“),
- Vorkommen in genügender Abundanz an möglichst allen Probenstellen eines Untersuchungsgebietes
- keine seltenen und oder gesetzlich geschützten Arten,
- praktikable Größen im Hinblick auf die Probengewinnung und die erforderliche Menge des Probenmaterials,
- Fangbarkeit mit üblichen fischereilichen Methoden muss gewährleistet sein.

Um eine relevante Belastung für menschliche und tierische Konsumenten zu erfassen, gleichzeitig die aktuelle Belastungssituation im Gewässer abzubilden und die benötigte Gewebemenge zu erhalten, sollten die Fische ein Alter von mindestens 3 Jahren haben. Für die UQN-Überwachung ist eine größere Streuung des Alters akzeptabel, während für das Trendmonitoring nur Fische jeweils eines Jahrgangs beprobt werden sollten. Bei jungen Fischen streut die Längen-Altersbeziehung weniger als bei älteren Fischen. Da die exakte Altersbestimmung der Fische vor Ort nicht möglich ist, kann bei allen Fischen außer Aalen im Freiland mit einer Längen-Altersbeziehung gearbeitet werden. Es ist empfehlenswert die Längen-Altersbeziehung für jedes untersuchte Gewässer mindestens zu Beginn der Untersuchungen zu ermitteln. Diese ist in Abhängigkeit von Nahrungsangebot,

Raubdruck und Temperaturregime je nach Gewässer verschieden und ist auch zeitlichen Änderungen unterworfen. Die regelmäßige Bestimmung des Alters aller Fische anhand harter oder verknöchertes Strukturen im Labor wird daher empfohlen. Sofern nicht bei jeder Probenahme das Alter aller Fische bestimmt wird, sollte die Beziehung zwischen Alter (Anzahl „Annuli“, Winterringe) und Länge an den jeweiligen Messstellen in regelmäßigen Abständen anhand der Schuppen, Otolithen oder anderer Hartteile überprüft werden. Die Angabe erfolgt als Alter [Jahre]. Dabei bedeutet z.B. „3 Jahre“ dasselbe wie „3-sömmrig“ oder „2+“.

In Tabelle 4 sind die bevorzugt zu untersuchenden Fischarten, die die oben genannten Kriterien am besten erfüllen, und die zugehörige trophische Stufe aufgeführt. Eine Priorität der zu untersuchenden Fischarten ist nicht festgelegt. Sämtliche aufgeführten Fischarten sind gleichwohl geeignet. Zudem sind den jeweiligen Fischarten jeweils Längenbereiche zugeordnet, die einen Orientierungswert für die jeweiligen Altersklassen liefern. Diese Angaben stammen aus Untersuchungsprogrammen und den fischereilichen Standardwerken von Bauch (Bauch, G. [1953]: Die einheimischen Süßwasserfische. Neumann Verlag, Radebeul und Berlin, S. 187), Schindler (Schindler, O. [1953]: Unsere Süßwasserfische. Franckh'sche Verlagsbuchhandlung, W. Keller & Co., Stuttgart, S. 222) sowie Riedel (Riedel, D. [1974]: Fisch und Fischerei. Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 287).

Tab. 4: Liste von Fischarten für Binnen- und Übergangsgewässer

Fischart	Empfohlene praktikable Größen und vermutliche Altersklasse	Trophische Stufe nach www.fishbase.org
Fließgewässer		
Döbel	23–30 cm (3–4 Jahre)	2,7 ± 0,1
Brassen	20–27 cm (3–4 Jahre)	3,1 ± 0,1
Flussbarsch	15–20 cm (3–4 Jahre)	4,4 ± 0,0
Rotauge	15–22 cm (3–5 Jahre)	3,0 ± 0,0
Bachforelle*	22–29 cm (3–4 Jahre)	3,4 ± 0,1
Übergangsgewässer		
Stint (Wanderform)	15–18 cm (3–4 Jahre)	3,5 ± 0,42
Hering	22–25 cm (3–4 Jahre)	3,4 ± 0,1
Flunder	25–27 cm (3–4 Jahre)	3,3 ± 0,2
Stehende Gewässer		
Flussbarsch	15–20 cm (3–4 Jahre)	4,4 ± 0,0
Brassen	20–27 cm (3–4 Jahre)	3,1 ± 0,1
Rotauge	15–22 cm (3–5 Jahre)	3,0 ± 0,0
Hecht	40–50 cm (3–4 Jahre)	4,1 ± 0,4
„Kleinmaränen“	18–20 cm (3–4 Jahre)	3,1 ± 0,17
„Großmaränen“	28–35 cm (3–4 Jahre)	3,1 ± 0; 3,5 ± 0,1
Seesaibling	20–29 cm (3–4 Jahre)	4,4 ± 0,5

* nur in den von Salmoniden dominierten Fließgewässerregionen

Die konkrete Auswahl der für die Untersuchungen heranzuziehenden Fischarten, Altersklassen und Individuenzahlen erfolgt insbesondere unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten und in Abwägung der für die Untersuchungen anzustrebenden Mindestanzahl an Fischen einer Größen- bzw. Altersklasse (z. B. Rotaugen 19 cm +/- 1 oder 2 cm) sowie deren Stetigkeit. Sofern möglich sind aus Gründen der bundesweiten Vergleichbarkeit der Ergebnisse die Arten aus Tabelle 4 bevorzugt zu untersuchen

Zur Probencharakterisierung werden an jedem Fisch folgende Parameter erhoben, welche für die Interpretation der Analysenergebnisse von immanenter Bedeutung sind:

- Gewicht [g]
- Gesamtlänge (Kopfe bis Schwanzspitze) [cm]
- Korpulenzfaktor (aus Gewicht und Länge zu berechnen)
- Fettgehalt der zu untersuchenden Probe (Einzel- oder Poolprobe)
- Trockengewicht der zu untersuchenden Probe (Einzel- oder Poolprobe)
- Alter

und möglichst

- Geschlecht
- Angaben zum Gesundheitszustand bei Auffälligkeiten

Die Schadstoffgehalte werden zumindest in der Muskulatur (Filet, ohne Haut, mit Unterhautfettgewebe) bestimmt. Da die Verteilung eines Stoffes innerhalb eines Filets nicht homogen ist, werden stets komplette Filets (ohne Haut, mit Unterhautfettgewebe) vor der Analytik homogenisiert. Beim Filetieren oder Sezieren muss daher darauf geachtet werden, dass möglichst wenig Muskulatur auf der Karkasse verbleibt und das Unterhautfettgewebe komplett von der Lederhaut abgetrennt wird. Da einige der zu untersuchenden Stoffe in Abhängigkeit von Fettgehalt des Fisches akkumulieren, ist in allen Proben, in welchen lipophile Substanzen (BDE, HCB, HCBd, Dicofo, PCDD/F+dl-PCB, HBCDD) bestimmt werden, der Fettgehalt zu bestimmen, um weitere Betrachtungen anstellen zu können (z.B. Normierung, um eine optimale Vergleichbarkeit zu gewährleisten). Es ist eine Methode zur Gesamtfettbestimmung zu wählen, die auch für magere Fische geeignet ist. Diese wird im RAKON-Arbeitspapier IV.1 "Untersuchungsverfahren für chemische und physikalisch-chemische Qualitätskomponenten" festgelegt, damit die Ergebnisse bundeseinheitlich vergleichbar sind.

Grundsätzlich sind auch Kenntnisse zur Belastung des „Gesamtfisches“ sowie zur Leber wünschenswert. Die Leber stellt aufgrund ihrer Größe und ihrer zentralen Rolle im Stoffwechsel ein für Untersuchungen geeignetes Organ dar. Gleichzeitig werden dort bestimmte Schadstoffe wie z.B. PFOS und lipophile Substanzen in der Regel stärker angereichert als in der Muskulatur. Daher wird empfohlen, möglichst ebenfalls Leberproben zu asservieren, um für weiterführende Betrachtungen darauf zurückgreifen zu können.

Es können sowohl Pool- als auch Einzelproben untersucht werden. Poolproben werden von der Mehrzahl der Bundesländer bevorzugt, um den Aufwand und die Kosten der chemischen Analytik in Grenzen zu halten. Poolproben dürfen nur aus Fischen einer Art hergestellt werden. Während für das Trendmonitoring möglichst nur Fische jeweils eines Jahrgangs beprobt werden sollten (Siehe RAKON-Arbeitspapier IV.2, Empfehlungen zur langfristigen Trendermittlung nach der Verordnung zu Schutz der Oberflächengewässer),

ist für die UQN-Überwachung in Ausnahmefällen eine größere Streuung des Alters in der Poolprobe akzeptabel. Je inhomogener die gefangenen Fische bezüglich ihres Alters sind, desto angezeigt ist das Einzelprobenverfahren.

Anhand der hier beschriebenen, nicht trivialen Probengewinnung und -vorbereitung wird ersichtlich, dass die Befischung, Aufnahme der morphometrischen Fischdaten und Probennahme des Gewebes durch fischereilich und biologisch geschultes Personal durchgeführt werden müssen.

2.1.3.3 Muscheln: Artenspektrum, Altersklassen, Untersuchungsgewebe, Begleitgrößen

Sofern ein passives Muschelmonitoring durchgeführt wird, kann dies aufgrund des Artenschutzes nicht mit einheimischen Großmuscheln erfolgen.

Da auch bei Muscheln nicht auszuschließen ist, dass Stoffe altersabhängig akkumulieren, ist darauf zu achten, dass das Alter der Muscheln mitbestimmt wird. Das Alter der Muscheln sollte nach Altnöder (Altnöder, K., 1926: Beobachtungen über die Biologie von *Margaritifera margaritifera*.- Arch.f. Hydrobiol. 17, 423-491, Stuttgart.), über die Anzahl der Zuwachsstreifen bzw. Wachstumsringe, was bei jüngeren Muscheln zu verlässlichen Ergebnissen führt, oder einem vergleichbaren Verfahren, ermittelt werden. Falls eine Altersbestimmung (z.B. bei Verwendung von Dreikantmuscheln) nicht möglich ist, so sollte immer dieselbe Größenklasse beprobt werden. Aus Gründen der Vergleichbarkeit mit dem Fischschadstoffmonitoring ist die Untersuchung von 3-5-jährigen Muscheln anzustreben.

Das zu untersuchende Gewebe ist der gesamte Muschelweichkörper. Insbesondere bei einem Monitoring mit *Dreissena sp.* oder *Corbicula sp.* sind Poolproben von 50–100 Tieren empfehlenswert, um die nötige Probenmenge für die Analytik bereitstellen zu können. Damit ist automatisch auch eine statistisch gut abgesicherte Aussage zur Belastung der gesamten Population möglich.

Folgende, die Probe charakterisierende Begleitgrößen sind mindestens aufzunehmen:

- Länge, (Höhe, Breite) [mm]
- Gesamtgewicht mit Schale (Einzeltier oder mittleres Gewicht einer Muschel bei Poolprobe) [g]
- Weichkörpergewicht (Einzeltier oder mittleres Gewicht einer Muschel bei Poolprobe) [g]

2.1.4 Bewertung

Nach der Anlage 8 der OGerwV vom 20.Juni 2016 sollen, sofern an einer Probenstelle Ergebnisse für einzelne Individuen vorliegen, die Messwerte logarithmiert, daraus das arithmetische Mittel gebildet und das entlogarithmierte Mittel mit der UQN verglichen werden. Gehalte, bei denen die Bestimmungsgrenze unterschritten wird, werden näherungsweise mit dem Gehalt der halben Bestimmungsgrenze berücksichtigt. Liegt hierbei der Mittelwert unter der Bestimmungsgrenze, so wird als arithmetischer Mittelwertwert $<$ Bestimmungsgrenze angegeben. Bei Summenparametern, wie z.B. bei den BDE, wird bei einer Unterschreitung der Bestimmungsgrenze das Ergebnis der betreffenden Stoffe gleich Null gesetzt.

Mischprobenbefunde, d.h. Poolproben, die aus aliquoten Gewebemengen gleich alter Individuen einer Art von einer Messstelle und für einen Probenahmezeitraum bestehen, werden direkt mit der jeweiligen UQN bewertet.

2.2 Küstengewässer

Die für die Binnen- und Übergangsgewässer beschriebene Methodik ist prinzipiell – bis auf die zu untersuchenden Fischarten – auch auf den Küstenbereich von Nord- und Ostsee übertragbar. Hierbei wird auf die in dem Bund/Länder-Messprogramm für die Nord- und Ostsee enthaltenen Fischarten verwiesen.

2.2.1 Artenspektrum und Altersklassen

In der Nord- und Ostsee können die in Tabelle 5 aufgeführten Fischarten zur Untersuchung herangezogen werden. Es sollten jedoch möglichst Aalmuttern zur Untersuchung verwendet werden, um eine gute Vergleichbarkeit der von den einzelnen Institutionen erhobenen Biota-Daten erreichen zu können. Da Aalmuttern im Spätherbst und Winter laichen, ist für diese Fischart eine Probenahme im zeitigen Frühjahr zu bevorzugen. Können in bestimmten Regionen keine oder eine zu geringe Anzahl Aalmuttern gefangen werden, so ist ersatzweise eine andere Fischart entsprechend der Tabelle 5 zu wählen. In den weitgehend ausgesüßten Bodden und Haffen der Ostsee sind erfahrungsgemäß größere Bestände an Rotaugen, Flussbarsche und Brassen vorhanden, während die übrigen in Tab. 5 aufgeführten Arten fehlen.

Tab. 5: Liste von Fisch- und Muschelarten für Küstengewässer

Fischart	empfohlene praktikable Größen und vermutliche Altersklasse	Trophische Stufe nach www.fishbase.org
Aalmutter	20–30 cm (3–4 Jahre)	3,5 ± 0,49
Flunder	25–27 cm (3–4 Jahre)	3,3 ± 0,2
Dorsch/Kabeljau	40–45 cm (3 Jahre)	4,1 ± 0,2
Hering	21–23 cm (3 Jahre)	3,4 ± 0,1
Kliesche	20–25 cm (3–5 Jahre)	3,4 ± 0,64
Scholle	18–26 cm (3–4 Jahre)	3,2 ± 0,50
Rotauge**	15–22 cm (3–5 Jahre)	3,0 + 0,0
Flussbarsch**	15–20 cm (3–4 Jahre)	4,4 ± 0,0
Brassen**	20–27 cm (3–4 Jahre)	3,1 ± 0,1

** nur Ostsee

Muschelart	empfohlene praktikable Größen und vermutliche Altersklasse	Trophische Stufe nach www.fishbase.org
Miesmuschel***	4–6 cm (3–5 Jahre)	2 (per definitionem)
Dreikantmuschel	1–2 cm (3–5 Jahre)	2 (per definitionem)

*** Es können bei den Miesmuscheln bezüglich der Längen und der Altersstruktur starke Schwankungen auftreten.

Das Land Schleswig-Holstein führt in Abweichung von dieser Empfehlung in seinen Küstengewässern keine Fisch-, sondern ausnahmslos Miesmuscheluntersuchungen zur Überwachung von UQN durch. Miesmuscheln zeichnen sich durch besondere Standort-treue aus.

2.2.2 Weitere Monitoringkriterien

Die für den Binnenbereich formulierten Kriterien, wie die Messstellenauswahl, Überwachungsfrequenzen, Herstellung von repräsentativen Proben, die Individuenzahl und die Bewertung sind grundsätzlich auch auf die Küstengewässer zu übertragen.

Hinsichtlich der zu untersuchenden Muscheln bieten sich in diesen Regionen bevorzugt Miesmuscheln an. Für die Bodden und Haffe der Ostsee können für die Untersuchungen auch Dreikantmuscheln herangezogen werden.

Bei der Auswahl der Messstellen bzw. Fanggebiete sollten bevorzugt Überblicks-messstellen, aber auch Messstellen des Bund/Ländermessprogramms für die Meeres-umwelt von Nord- und Ostsee sowie von OSPAR und HELCOM berücksichtigt werden, um langjährig vorliegende Datenreihen für die Trendbetrachtung weiter nutzen zu können.