



LAWA-AO

Rahmenkonzeption Monitoring

Teil B

Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen

Arbeitspapier IV.3

Konzeption für Biota-Untersuchungen
zur Überwachung von Umweltqualitätsnormen
nach der Verordnung zum Schutz von Oberflächengewässern
vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373)

Stand: 14.02.2020

Die LAWA hat auf ihrer 160. Sitzung am 17./18.09.2020 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 (AbI. 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 (neuer 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 | Ubiquitäre Stoffe nach OGewV |
|--|---|------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Bromierte Diphenylether (BDE) | 0,0085 | Fische | Menschliche Gesundheit | X |
| Fluoranthen | 30 | Weichtiere Krebstiere | Menschliche Gesundheit | |
| Hexachlorbenzol (HCB) | 10 | Fische | Menschliche Gesundheit | |
| Hexachlorbutadien (HCBd) | 55 | Fische | Wildtier Sekundärvergiftung | |
| Quecksilber (Hg) | 20 | Fische | Wildtier Sekundärvergiftung | X |
| Benzo(a)pyren (PAK) | 5 | Weichtiere Krebstiere | Menschliche Gesundheit | X |
| Dicofol | 33 | Fische | Wildtier Sekundärvergiftung | |
| Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS) | 9,1 | Fische | Menschliche Gesundheit | X |
| Dioxine und dioxin-ähnliche Verbindungen (PCDD/F+dl-PCB) | 0,0065 (TEQ 2005) | Fische Weichtiere Krebstiere | Menschliche Gesundheit | X |
| Hexabromcyclohexan (HBCDD) | 167 | Fische | Wildtier Sekundärvergiftung | X |
| Heptachlor und Heptachlorepoxyd | 0,0067 | Fische | Menschliche Gesundheit | X |

Zur Überwachung von Umweltqualitätsnormen in Krebsen liegen derzeit in Deutschland keine Erfahrungen vor. Süßwassermuscheln werden in der Regel nicht vom Menschen gegessen. Daher sollen Dioxine und dioxinähnliche Verbindungen vorzugsweise in Fischen, PAK und Fluoranthen vorzugsweise in Muscheln überwacht werden.

Die OGewV vom 20. Juni 2016 sieht in §§ 7 und 8 sowie in den Anlagen 8 und 9 Grundsätze des Biotamonitorings vor. 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 |
| ubiquitäre Stoffe nach OGewV | 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. Das Trendmonitoring kann sowohl in Sedimenten/Schwebstoffen, als auch in Biota durchgeführt werden.

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 entsprechend des RAKON-Arbeitspapiers IV.2 „Empfehlungen zur langfristigen Trendermittlung nach der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer“ vom Februar 2016 durchzuführen. Für das Trendmonitoring legt die OGewV vom 20. Juni 2016 in Anlage 13 Folgendes fest: „Bei Fischen sind je Fischart mindestens zehn Individuen einer definierten Größenklasse, möglichst drei Jahre alt, für Messungen in der Muskulatur und/oder der Leber zu verwenden. Die Untersuchung von Poolproben ist ebenfalls zulässig.“ Eine Trendermittlung ist auch für die Beantragung einer Fristverlängerung aufgrund natürlicher Gegebenheiten oder Beantragung weniger strenger Umweltziele notwendig. Die Vorhersage, wann die UQN für Hg voraussichtlich eingehalten wird bzw. welcher Hg-Gehalt im Fisch 2027 erwartet wird erfolgt mit Hilfe der mittleren jährlichen Abnahme der Hg-Gehalte im Fisch („LAWA-Handlungsempfehlung zur Ableitung der bis 2027 erreichbaren Quecksilberwerte in Fischen (PDB AO 17)“). Für die Bestimmung der mittleren jährlichen Abnahme aus den Daten der Trendermittlung sollte diese im Idealfall mit derselben Fischart und gleichen Größenklasse erfolgen, wie die Untersuchungen zur UQN-Überwachung. Die Probenahme zur Trendermittlung muss gegebenenfalls an ausgewählten Messstellen zeitlich verdichtet erfolgen.

Einige für das Monitoring zur Überwachung der Biota-UQN 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 sieben von elf UQN aufgrund des Schutzzutes „menschliche Gesundheit“ festgelegt wurden, wurde die deutsche Monitoringstrategie primär auf dieses Schutzzut 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. Daher erfolgt entsprechend der „LAWA-Handlungsempfehlung zur Ableitung der bis 2027 erreichbaren Quecksilberwerte in Fischen (PDB AO 17)“ eine Umrechnung auf den

Gesamtfisch-Hg-Gehalt durch Multiplikation des Filet-Hg-Gehaltes mit dem Faktor 0,75. Das Risiko des „secondary poisoning“ von Wildtieren durch PBDE, HCB, HCBDD, PFOS sowie Dioxinen und dioxinähnlichen Verbindungen wird bei der Untersuchung von Filets dagegen gegebenenfalls unterschätzt. Im Rahmen des UBA-Projekts („Konzept zur Implementierung der neuen Umweltqualitätsnormen für prioritäre Stoffe in Fischen (Richtlinie 2013/39/EU), Forschungskennzahl 3715 22 200 0; <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/konzept-zur-implementierung-der-neuen>) wurden Schadstoffkonzentrationen sowohl in Filet- als auch in Ganzfischproben (berechnet aus Filet- und Restfischproben) bestimmt, so dass Umrechnungsfaktoren bzw. -gleichungen abgeleitet werden konnten. Hiermit ergibt sich die Möglichkeit, entsprechende schutzgutspezifische Umrechnungen vorzunehmen, wenn nur Filet oder nur Ganzfisch untersucht werden. Allerdings ist zu prüfen, inwieweit die Umrechnungen auf weitere Gewässer und andere Fischarten übertragbar sind.

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.

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 möglichst 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. Erste Untersuchungen wurden im Rahmen eines Forschungsvorhabens des Umweltbundesamtes durchgeführt („Konzept zur Implementierung der neuen Umweltqualitätsnormen für prioritäre Stoffe in Fischen (Richtlinie 2013/39/EU), Forschungskennzahl 3715 22 200 0). Darin wurden Daten zum Akkumulationsverhalten verschiedener Arten und Altersklassen sowie in verschiedenen trophischen Ebenen ermittelt. Außerdem wurden Untersuchungen zur Verteilung einer Reihe von prioritären Stoffen im Fischfilet und deren Verhältnis zur Belastung im „Gesamtfisch“ durchgeführt. Mit Hilfe dieser Daten ist es möglich, die Relevanz der Schadstoffbelastung für fischfressende Tiere und somit deren ökotoxikologischen Relevanz besser einzuschätzen.

2.1 Binnen- und Übergangsgewässer

2.1.1 Messstellenauswahl

Grundsätzlich werden Untersuchungen an allen Überblicksmessstellen, die sich für ein Biomonitoring eignen, durchgeführt. Vorhandene Kenntnisse zum Vorkommen von Fischen

und Muscheln werden bei der Auswahl der Messstelle berücksichtigt. Daher kann die Messstelle für das Biota-Monitoring von der Lage der Messstelle zum chemischen Monitoring abweichen. Insbesondere ist darauf zu achten, dass die Messstelle nicht zu nah am Mündungsbereich liegt, damit die Gefahr, dass aus einem anderen Gewässer zugewanderten Fische gefangen werden, minimiert wird.

Zusätzlich zu den Überblicksmessstellen können im Rahmen der operativen Überwachung weitere Messstellen überwacht werden. Dies ist dann notwendig, wenn prioritäre Stoffe, die in Biota zu untersuchen sind, in die Oberflächenwasserkörper eingeleitet oder eingetragen werden und dieser Eintrag über die ubiquitäre Belastung hinaus geht. Im Falle von diffusem Eintrag 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 von Juni bis Oktober. Die Fische können mit Netzen und Reusen, durch Elektrofischerei und mit der Angel von fischereilich geschultem Personal gefangen werden. Werden bei der Elektrofischerei zur Aufnahme der Fischfauna im Rahmen der Bewertung des ökologischen Zustandes nach WRRL nicht die notwendige Anzahl der angestrebten Individuen einer Größenklasse gefangen, so dass keine homogene Altersgruppe zustande kommt, ist gegebenenfalls ein erhöhter Befischungsaufwand notwendig. Die Netzfischerei fischt bestimmte Größenklassen (häufig Kohorten – Fische eines gleichen Jahrgangs) und ist daher effektiver, sofern sie an der Probennahmestelle möglich ist. Beim Einsatz von Stellnetzen ist zu beachten, dass die Fische in Abständen von bis zu zwölf 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. Aufgrund der artenschutzrechtlichen Bestimmung ist ein passives Monitoring mit Großmuscheln meist nicht möglich. Falls ein aktives Monitoring durchgeführt wird, beträgt die Mindestexpositionszeit sechs Wochen. Auf Erfahrungen aus Bayern (Exposition von *Dreissena polymorpha* über sechs Monate) (<http://www.lfu.bayern.de>) oder der Umweltprobenbank (Exposition von *Dreissena polymorpha* über zwölf Monate) (www.umweltprobenbank.de) kann dabei zurückgegriffen werden. Beim aktiven Monitoring dürfen Neozoen nur an Stellen ausgebracht werden, die bereits mit der gleichen Art besiedelt sind. Beim Einsetzen von Teichmuscheln ist sehr genau darauf zu achten, dass es sich um die heimische Art und nicht um die häufig in der Aquaristik angebotene und sich inzwischen invasiv in heimischen Gewässern ausbreitende Chinesische Teichmuschel handelt (Vorsicht: zum Teil werden auch falsche Zertifikate durch Lieferanten ausgehändigt).

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 Fettsäureanlagerung, im Ernährungsverhalten etc.). Alter, Länge und Gewicht,

Fettgehalt, sowie der Ernährungs- und Gesundheitszustand der beprobten Individuen wirken sich ebenfalls auf die Stoffgehalte aus. Um gegebenenfalls die im „Guidance Document No. 32 on biota monitoring“ vorgeschlagene Normierung auf Trockengewicht bzw. Fettgehalt vornehmen zu können, ist die Bestimmung von Trockengewicht und Fettgehalt bei der Untersuchung der entsprechenden Proben 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 zehn 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 ein vergleichbares 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 Individuenanzahl 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, Altersklasse, 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 ausreichender Abundanz an möglichst vielen 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 gleichzeitig eine relevante Belastung für menschliche und tierische Konsumenten zu erfassen, die aktuelle Belastungssituation im Gewässer abzubilden und die benötigte Gewebemenge zu erhalten, sollten die Fische ein Alter von mindestens 3 Jahren haben. Für die reine 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 Bestimmung des Alters aller Fische anhand harter oder verknöcherteter 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-sömrig“ oder „2+“.

In Tabelle 3 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 bevorzugte Altersklasse von 3 - 4 Jahren 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. 3: Liste von Fischarten für Binnen- und Übergangsgewässer

| Fischart | vermutliche Größe der bevorzugten Altersklasse (3-4 Jahre, 2+/3+) | Trophische Stufe nach www.fish-base.org |
|---|---|--|
| Fließgewässer | | |
| <i>Perca fluviatilis</i> (Flussbarsch) | 15–20 cm | 4,4 ± 0,0 |
| <i>Rutilus rutilus</i> (Rotauge, Plötze) | 15–22 cm | 3,0 ± 0,0 |
| <i>Squalius cephalus</i> (Döbel, Aitel) | 23–30 cm | 2,7 ± 0,1 |
| <i>Abramis abramas</i> (Brassen, Blei, Brachse) | 20–27 cm | 3,1 ± 0,1 |
| <i>Salmo trutta</i> (Bachforelle)* | 22–29 cm | 3,4 ± 0,1 |
| Übergangsgewässer | | |
| <i>Osmerus eperlanus</i> (Stint, Wanderform) | 15–18 cm | 3,5 ± 0,42 |
| <i>Clupea harengus</i> (Hering) | 22–25 cm | 3,4 ± 0,1 |
| <i>Platichthys flesus</i> (Flunder) | 25–27 cm | 3,3 ± 0,2 |
| Stehende Gewässer | | |
| <i>Perca fluviatilis</i> (Flussbarsch) | 15–20 cm | 4,4 ± 0,0 |
| <i>Rutilus rutilus</i> (Rotauge, Plötze) | 15–22 cm | 3,0 ± 0,0 |
| <i>Esox lucius</i> (Hecht) | 40–50 cm | 4,1 ± 0,4 |
| <i>Coregonus sp.</i> (Kleinmaränen) | 18–20 cm | 3,1 ± 0,17 |
| <i>Coregonus sp.</i> (Großmaränen) | 28–35 cm | 3,1 ± 0; 3,5 ± 0,1 |
| <i>Salvelinus alpinus</i> (Seesaibling) | 20–29 cm | 4,4 ± 0,5 |
| <i>Abramis abramas</i> (Brassen, Blei, Brachse) | 20–27 cm | 3,1 ± 0,1 |

* 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 3 bevorzugt zu untersuchen.

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

- Fischart
- Fischgewicht [g]
- Gesamtlänge (Kopfe bis Schwanzspitze) [cm]
- Korpulenzfaktor (aus Gewicht und Länge zu berechnen)

und möglichst

- Fischalter
- Geschlecht
- Tatsächliche trophische Position
- Angaben zum Gesundheitszustand bei Auffälligkeiten

Folgende Informationen sollten für jede analysierte Probe erfasst werden:

- Untersuchtes Gewebe
- Fettgehalt der zu untersuchenden Probe (Einzel- oder Poolprobe)
- Trockengewicht der zu untersuchenden Probe (Einzel- oder Poolprobe)
- Angaben, ob Einzelfische oder Mischproben untersucht wurden;
bei Mischproben: Fischanzahl und Art der Mischprobenbildung (gewichtet nach Fischmassenanteil oder gleiche Anteile)
- Stoffe
bei Mittelwertbildungen aus Einzelproben: Mittelwerte der Stoffkonzentrationen, Art der Mittelwertberechnung bei Einzelfischen (gewichtet nach Fischmassen oder gleiche Anteile), Standardabweichungen

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, Dicofol, 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 – Anlage 3" festgelegt, damit die Ergebnisse bundeseinheitlich vergleichbar sind.

Grundsätzlich sind auch Kenntnisse zur Belastung des „Gesamtfisches“ sowie zur Leber wünschenswert. Die Leber stellt aufgrund 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 (ggf. auch als Poolprobe, um genügend Probenmaterial zu erhalten), 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 einer Art und 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 angezeigter ist das Einzelprobenverfahren.

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

2.1.3.3 Muscheln: Artenspektrum, Altersklasse, 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 art- und/oder altersabhängig akkumulieren, ist darauf zu achten, dass die Art und das Alter der Muscheln bestimmt werden. 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 3-4-jährigen Muscheln anzustreben. Gemäß OGeV sind die Muscheln vor der Aufbereitung 2 Tage zu hälttern. Erste Erfahrungen deuten darauf hin, dass die Stoffgehalte jedoch keinen signifikanten Unterschied zu ungehälterten Muscheln aufweisen.

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] (Einzeltier oder mittlere Maße einer Muschel bei Poolproben)

- Weichkörpergewicht [g] (Einzeltier oder mittleres Gewicht einer Muschel bei Poolproben)

2.1.4 Bewertung

Nach der Anlage 8 der OGewV 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 der Berechnung von Summenparametern, wie z. B. bei den BDE, werden Konzentrationen von Einzelstoffen kleiner Bestimmungsgrenze für die Berechnung der Summe 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. Beim Vorliegen mehrerer Poolproben aus einem Untersuchungsjahr wird der arithmetische Mittelwert der gemessenen Konzentrationen gebildet und mit der Biota-UQN verglichen.

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, welche im Wesentlichen aus den Vorgaben der Meereschutzkonventionen OSPAR und HELCOM resultieren, verwiesen.

2.2.1 Artenspektrum und Altersklassen

In der Nord- und Ostsee können die in Tabelle 4 aufgeführten Fischarten zur Untersuchung herangezogen werden. In den weitgehend ausgesüßten Bodden und Haffern der Ostsee sind erfahrungsgemäß größere Bestände an Rotaugen, Flussbarschen und Brassen vorhanden, während die übrigen in Tabelle 4 aufgeführten Arten fehlen können. Je nach zugrundeliegender Regionalkonvention gibt es teilweise unterschiedliche Empfehlungen bzgl. Fischart, Größenklasse und Geschlecht, welche bei der Auswahl für die Schadstoffuntersuchungen zu berücksichtigen sind. Aufgrund der sich teilweise überschneidenden Vorgaben, des erheblichen Monitoringaufwands und möglicherweise bereits vorhandenen Zeitreihen werden alle drei in Tabelle 4 aufgeführten Empfehlungen als gleichwertig betrachtet. Durch Einhaltung der RaKon-Empfehlungen ist einerseits eine gewisse Vergleichbarkeit zu den Fließ- und Übergangsgewässern gegeben. Andererseits erlauben die OSPAR/HELCOM-Empfehlungen einen besseren Vergleich innerhalb der jeweiligen Regionalkonvention und somit auch mit anderen (internationalen) Küstengewässern.

Tab. 4: Liste von Fischarten für Küstengewässer

| Fischart | RAKON Vermutliche Größe (bevorzugtes Alter) | OSPAR Vermutliche Größe (bevorzugtes Alter) | HELCOM Vermutliche Größe (bevorzugtes Alter) | Trophische Stufe nach www.fish- base.org |
|--|---|---|--|--|
| <i>Zoarces viviparus</i> (Aalmutter) | 20–30 cm (3–4 Jahre) | Keine** (2–3 Jahre) | Keine** (2–3 Jahre) | 3,5 ± 0,49 |
| <i>Platichthys flesus</i> (Flunder) | 25–27 cm (3–4 Jahre) | 15–35 cm** (1–3 Jahre) | 15–35 cm** (1–3 Jahre) | 3,3 ± 0,2 |
| <i>Gadus morhua</i> (Dorsch/Kabeljau) | 40–45 cm (3–4 Jahre) | 25–40 cm (1–3 Jahre) | 25–40 cm (1–3 Jahre) | 4,1 ± 0,2 |
| <i>Merlangius merlangus</i> (Wittling) | - | 20–35 cm** (2–3 Jahre) | - | 4,4 ± 0,2 |
| <i>Merluccius merluccius</i> (Seehecht) | - | 20–35 cm** (2–3 Jahre) | - | 4,4 ± 0,0 |
| <i>Clupea harengus</i> (Hering) | 21–23 cm (3–4 Jahre) | Keine (1–2 Jahre) | 15–30 cm (1–2 Jahre) | 3,4 ± 0,1 |
| <i>Limanda limanda</i> (Kliesche) | 20–25 cm (3–4 Jahre) | 18–30 cm** (1–3 Jahre) | 18–30 cm** (1–3 Jahre) | 3,4 ± 0,64 |
| <i>Pleuronectes platessa</i> (Scholle) | 18–26 cm (3–4 Jahre) | 20–30 cm** (1–3 Jahre) | - | 3,2 ± 0,50 |
| <i>Rutilus rutilus</i> (Rotauge)* | 15–22 cm (3–4 Jahre) | - | - | 3,0 ± 0,0 |
| <i>Perca fluviatilis</i> (Flussbarsch)* | 15–20 cm (3–4 Jahre) | - | 15–20 cm** (2–5 Jahre) | 4,4 ± 0,0 |
| <i>Abramis abramis</i> (Brassen)* | 20–27 cm (3–4 Jahre) | - | - | 3,1 ± 0,1 |

* nur Ostsee

** nur (bzw. bevorzugt) weibliche Tiere

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 (aber ggf. auch Pazifische Austern) an. Für die mixohalinen Bodden und Haffe der Ostsee können für die Untersuchungen auch andere Muschelarten, z.B. *Dreissena spec.*, herangezogen werden.

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