



lebensministerium.at

GZÜV

Trendermittlung von Schadstoffen in Biota 2010





lebensministerium.at

Verfasser:

Karin Deutsch (Abt. VII/1)

Dietmar Krämer (Abt. VII/1)

Titelbild:

Copyright ©:

Wolfgang Hauer (BAW - IGF)

Auftraggeber, Herausgeber, Verleger:

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Abt. VII/1 – Nationale Wasserwirtschaft

Wien 2012

Inhalt

| | |
|--|-----------|
| 1. Allgemeines | 3 |
| 2. Messstellen | 4 |
| 3. Methodik Biota | 5 |
| 3.1. Fischauswahl | 5 |
| 3.2. Frequenz..... | 6 |
| 3.3. Untersuchungsgewebe..... | 6 |
| 4. Bewertungskriterien | 6 |
| 5. Analysenmethoden | 7 |
| 5.1. Lyophilisierung und Probenvorbereitung | 8 |
| 5.2. Analytik | 8 |
| 5.2.1. Quecksilber | 8 |
| 5.2.2. Organochlorverbindungen | 8 |
| 5.2.3. Organozinnverbindungen | 8 |
| 5.2.4. Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)..... | 9 |
| 5.2.5. Polybromierte Diphenylether (PBDE) | 9 |
| 5.3. Analytische Kenngrößen | 10 |
| 6. Ergebnisse Biota 2010 | 11 |
| 6.1. Längen und Gewichtsverteilung der untersuchten Fische 2010..... | 11 |
| 6.2. Messergebnisse 2010 | 13 |
| 6.1.1. Quecksilber | 13 |
| 6.1.2. Organochlorverbindungen | 14 |
| 6.1.3. Organozinnverbindungen | 17 |
| 6.1.4. Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)..... | 18 |
| 6.1.5. Polybromierte Diphenylether (PBDE) | 18 |
| 7. Zusammenfassung | 19 |
| 8. Literatur | 21 |
| Anlage 1: Messtellenfotos und Lageskizzen | 22 |
| Anlage 2: Tabelle der Analyseergebnisse | 27 |

1. Allgemeines

Die Richtlinie 2008/105/EG über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik fordert in Artikel 3 Absatz 3 die Mitgliedstaaten auf, für die langfristige Trendermittlung bezüglich der Konzentrationen von jenen, in der Richtlinie angeführten Prioritären Stoffe zu sorgen, die dazu neigen, sich in Sedimenten und/oder Biota anzusammeln. In der Richtlinie werden 14 Stoffe (Stoffgruppen) genannt, denen hierbei besondere Beachtung zu schenken ist.

Nähere Details, in welchem Kompartiment – Wasser, Sediment oder Biota – diese Verbindungen, zu messen wären, werden in der Richtlinie nicht angegeben. Für den Zweck der Erfassung von Langzeittrends scheinen jedoch Sediment und/oder Biota die besser geeigneten Matrices zu sein, da diese eine integrierte Erfassung von Stoffströmen über längere Zeiträume und Einzugsgebiete ermöglichen.

Die Zuordnung in welchem Kompartiment, d.h. Biota oder Sediment, die angesprochenen Schadstoffe zu untersuchen sind erfolgt für das in Österreich durchzuführende Trendmonitoringmessprogramm (siehe Tabelle 1) auf Basis der Ergebnisse einer vom Fraunhofer-Institut 2007 durchgeführten Studie (RÜDEL et al., 2007) sowie des EU-Leitfadens „Guidance on Chemical Monitoring of Sediment and Biota“ (EC, 2010). Hierbei wurden die chemischen Eigenschaften der Verbindungen (v.a. die Wasserlöslichkeit – angegeben über den Oktanol-Wasser-Koeffizient ($\log K_{OW}$) und die Bioakkumulationseigenschaft – angegeben über den Biokonzentrationsfaktor (BCF) als Quotient der Konzentration im Organismus zur Konzentration im Wasser) für die Zuordnung berücksichtigt.

Tabelle 1: Untersuchungsumfang Trendmonitoring

| Qualitätskomponente | Oktanol-Wasser-Koeffizient ($\log K_{OW}$)* | Biokonzentrationsfaktor (BCF)* | Frequenz | Überwachung in Fischen | Überwachung in Sediment |
|---|---|--------------------------------|--------------|------------------------|-------------------------|
| Anthracen | 4,5 | 162-1440 | alle 3 Jahre | | 1x/Jahr |
| Blei | $\log K_D$ 5,1-5,6 | | alle 3 Jahre | | 1x/Jahr |
| Bromierte Diphenylether (Summe) | 6,6 | 14.350-1363.000 | alle 3 Jahre | 1x/Jahr | |
| Cadmium | $\log K_D$ 3,6-4,7 | | alle 3 Jahre | | 1x/Jahr |
| C10-C13 Chloralkane | 4,4-8,7 | 1.173-40.900 | | | |
| Di-(2-ethyl-hexylphthalat (DEHP) | 7,5 | 737-2.700 | alle 3 Jahre | 1x/Jahr | |
| Fluoranthren | 5,2 | 1.700-10.000 | alle 3 Jahre | | 1x/Jahr |
| Hexachlorbenzol | 5,7 | 2.040-230.000 | alle 3 Jahre | 1x/Jahr | |
| Hexachlorbutadien | 4,9 | 1,4-29.000 | alle 3 Jahre | 1x/Jahr | |
| Hexachlorcyclohexan | 3,7-4,1 | 220-1.300 | alle 3 Jahre | 1x/Jahr | |
| Pentachlorbenzol | 5,2 | 1.100-260.000 | alle 3 Jahre | 1x/Jahr | |
| Polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthren Benzo(k)fluoranthren Benzo(g,h,i)-perylene Indeno(1,2,3-cd)-pyren | 5,8-6,7 | 9 - 22.000 | alle 3 Jahre | | 1x/Jahr |
| Quecksilber | $\log K_D$ 4,9-5,3 | | alle 3 Jahre | 1x/Jahr | 1x/Jahr |
| Tributylzinnverbindungen | 3,1-4,1 | 500-52.000 | alle 3 Jahre | 1x/Jahr | |

*Werte wurden dem EU-Leitfaden No.25 „Guidance on Chemical Monitoring of Sediment and Biota“ (EC, 2010) entnommen.

Mit der Novelle 2010 der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV) wurde die Verpflichtung zur Trendermittlung als Teil der überblicksweisen Überwachung in das System der Gewässerzustandsüberwachung aufgenommen.

Das GZÜV-Trenduntersuchungsprogramm wurde 2010 erstmals in Biota durchgeführt. Im Folgenden sollen Methodik und Ergebnisse näher dargestellt werden.

Die Erhebung in Sedimenten wird auf Grund noch offener Fragen betreffend die Methodik auf 2013 verschoben. Die Ergebnisse eines derzeit laufenden Projektes sollen zur Methodenevaluierung hierzu noch abgewartet werden.

2. Messstellen

Die Erhebung ist unter dem Aspekt der großräumigen Erfassung von Flusseinzugsgebieten beim Verlassen des österreichischen Staatsgebiets gemäß GZÜV an folgenden 4 Messstellen vorgesehen:

- Donau – Hainburg (FW31000377),
- Drau – Lavamünd (FW21500097),
- Mur – Spielfeld (FW61400137) und
- Inn – Erl (FW73200987).

Für das Untersuchungsjahr 2010 wurde zusätzlich auch die Messstelle

- Donau – Jochenstein (FW40607017)

in das Messprogramm mit aufgenommen. Die Ergebnisse dieser Donaumesstelle bei Eintritt ins österreichische Staatsgebiet dienen zur möglichst breiten Erfassung von Hintergrunddaten im Grenzbereich Deutschland/Österreich für allfällige Plausibilitätsüberprüfungen. Bei der Abschätzung und Bewertung, welche Anteile von etwaigen Stoffbelastungen auf dem österreichischen Staatsgebiet entstanden sind, stellen sie eine wertvolle Datengrundlage dar.

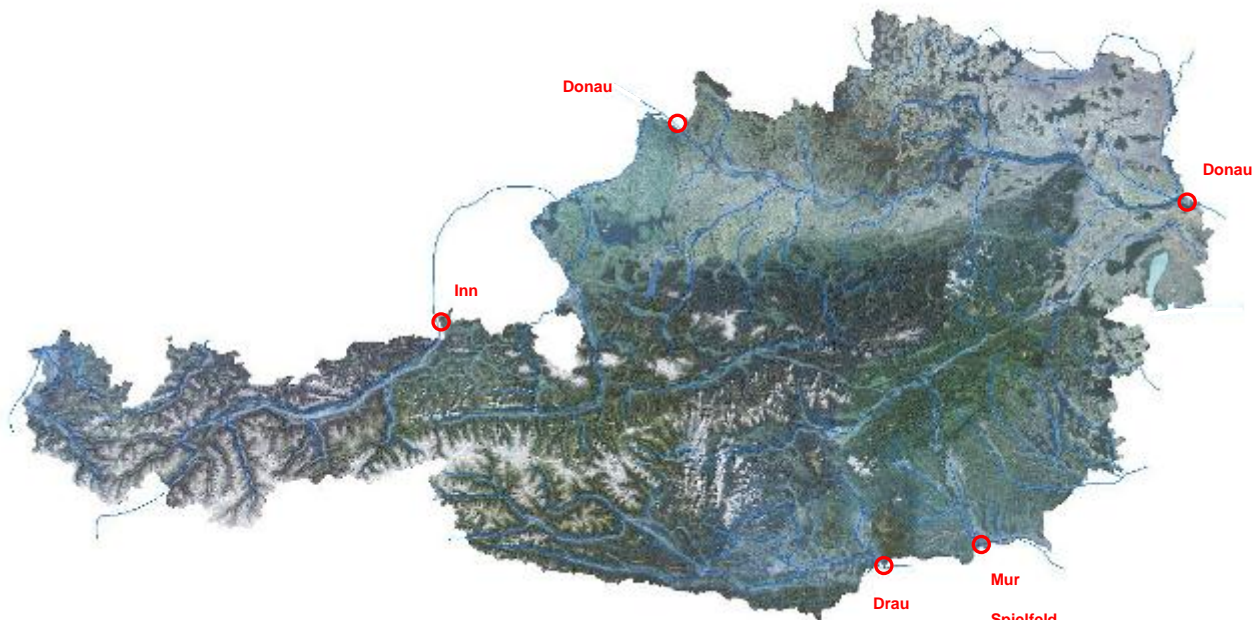


Abbildung 1: Lage der ausgewählten Messstellen an den wichtigsten Grenzübertrittsprofilen

Abbildung 1 zeigt die Lage der Messstellen an den wesentlichen Grenzübertrittspunkten der Großen Flüsse. In Tabelle 2 sind die zentralen Informationen zum Gewässer und zur Lage der Messstellen zusammengefasst. Im Anhang (Anlage 1) finden sich Lageskizzen und Fotos der einzelnen Messstellen.

Tabelle 2: Lage und charakteristische Daten der ausgewählten Messstellen

| | Donau Jochenstein | Donau Hainburg | Drau Lavamünd | Mur Spielfeld | Inn Erl |
|-------------------------------|--|---|-------------------------------------|---|--|
| GZÜV-ID | FW40607017 | FW31000377 | FW21500097 | FW61400137 | FW73200987 |
| MQ [m³/s] | 1440 | 2000 | 280 | 203 | 356 |
| Breite bei MQ [m] | 300 | 300 | 110 | 110 | 120 |
| FOZ | 9 | 9 | 7 | 7 | 7 |
| EZG [km²] | 77424,50 | 130757,23 | 11048,79 | 9526,59 | 13310,23 |
| BMN Meridian | M31 | M34 | M31 | M34 | M28 |
| Rechtswert | 477310 | 799036 | 643310 | 696606 | 362230 |
| Hochwert | 375910 | 336368 | 168046 | 174736 | 285165 |
| Seehöhe [m] | 290 | 138 | 348 | 244 | 464 |
| Flusskilometer | 2203,8 | 1878,9 | 412,5 | 57,9 | 204 |
| Bioregion | Donau | Donau | Gr. Alpine Flüsse | Gr. Alpine Flüsse | Gr. Alpine Flüsse |
| Lage in Bioregion | Granit u. Gneisgebiet (GG) | Östliche Flach- und Hügelländer (FH) | Inneralpine Beckenlandschaften (IB) | Grazer Feld (GF) | Bayerisch-österreichisches Alpenvorland (AV) |
| Saprobieller Grundzustand | 1,75 | 2,00 | 1,75 | 1,75 | 1,75 |
| Trophischer Grundzustand(PhB) | me2 | me2 | me1 | me2 | mt |
| Fischbioregion | 7 Granit u. Gneisgebiet der Böhmisches Masse | 5 Östliche Flach- und Hügelländer und Grazer Feld | 4 Inneralpine Beckenlandschaften | 5 Östliche Flach- und Hügelländer und Grazer Feld | 6 Bayerisch-österreichisches Alpenvorland und Flysch |
| Biozönotische Region Fische | Epipotamal (EP) groß | EP groß | EP groß | EP groß | EP groß |
| Abflussregime | winternival | winternival | - | gemäßigt nival | nivo glazial |

3. Methodik Biota

Eine wesentliche Voraussetzung von Trenduntersuchungen ist die weitest mögliche Standardisierung, vor allem hinsichtlich der zu untersuchenden Organismenart, deren Größe und des zu untersuchenden Gewebes, um über die Jahre vergleichbare Ergebnisse zu bekommen.

Für das in Österreich durchzuführende Trendmonitoring wurden folgende Studien für die Ableitung der methodischen Vorgaben berücksichtigt:

- Machbarkeitsstudie „Strategie für ein stoffangepasstes Monitoring“ (RÜDEL et al, 2007)
- Pilotstudie „Monitoring von Schadstoffen in Biota“ (UHL et al., 2010)
- EU-Leitfaden „Guidance on Chemical Monitoring of Sediment and Biota“(EC, 2010)

3.1. Fischauswahl

Das österreichische Biotamonitoring basiert auf Wildfängen (passives Monitoring) von Fischen. Hierbei hat sich als am besten geeigneter Fisch das Aitel (*Squalius cephalus*) herausgestellt. Das Aitel hat folgende Vorteile:

- es kommt üblicherweise an den zu untersuchenden Stellen in ausreichender Zahl in der erforderlichen Größenklasse vor,
- es kommt natürlicherweise vor und wird nicht besetzt,
- es handelt sich um keine seltene oder geschützte Art

Für die Untersuchung werden Aitel der Größenklasse 25-30 cm (mit einem Mindestgewicht von 150g) herangezogen. Es wird dabei von einem durchschnittlichen Alter von 3-4 Jahren ausgegangen. Da die Anreicherung von Schadstoffen in Fischen vom Laichstatus beeinflusst wird, ist die Entnahme einheitlich nach der Laichzeit vorzunehmen.

Zur Erfassung der im Rahmen von Trendberechnungen erforderlichen Variabilität der Ergebnisse werden pro Messstellen jeweils 7 Einzelfische untersucht.

Sollten keine Aitel vorhanden sein, sind ersatzweise andere Salmoniden mit einem durchschnittlichen Alter von 3-4 Jahren heranzuziehen. Bei der Trendberechnung und Diskussion ist dies zu berücksichtigen.

Für den Untersuchungsdurchgang 2010 wurden die Fische größtenteils im Rahmen der GZÜV-Befischungen zur Erhebung des fischökologischen Zustands mitentnommen. Die Fische wurden tiefgekühlt und an das Analysenlabor verschickt.

3.2 Frequenz

Die Untersuchung erfolgt gemäß den Vorgaben der Richtlinie 2008/105/EG über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik alle 3 Jahre.

3.3. Untersuchungsgewebe

Da die Schadstoffeigenschaften wesentlichen Einfluss darauf haben, in welchem Gewebe sich ein Stoff anreichert, hat die Auswahl des Untersuchungsgewebes einen erheblichen Einfluss auf die Ergebnisse. Die untersuchten Stoffe (siehe Tabelle 3) reichern sich in verschiedenen Organen an, die Analytik für das vorliegende Trendmonitoringprogramm erfolgt daher unter Verwendung des Gesamtfisches.

4. Bewertungskriterien

Neben der Darstellung von langfristigen Trends sollen die Ergebnisse der Biotauntersuchungen auch hinsichtlich der Einhaltung von Umweltqualitätszielen geprüft werden.

In der RL 2008/105/EG, die mit der Novelle der QZV Chemie OG (BGBl. II 465/2010) in nationales Recht übernommen wurde, sind nur für die Parameter Quecksilber und Quecksilberverbindungen, Hexachlorbenzol und Hexachlorbutadien Umweltqualitätsnormen für Biota formuliert. Für Quecksilber und Quecksilberverbindungen wurden 20µg/kg Frischgewicht, für Hexachlorbenzol 10µg/kg Frischgewicht und für Hexachlorbutadien 55µg/kg Frischgewicht festgelegt.

Für den Großteil der untersuchten Stoffe liegen jedoch keine Umweltqualitätsnormen für Biota vor. Um auch hier Bewertungskriterien zu erhalten, wurden in der Studie des Fraunhofer-Institutes (RÜDEL et al., 2007) basierend auf den in der RL 2008/105 angeführten Umweltqualitätsnormen für Wasser für alle betroffenen Stoffe durch die Analyse der Toxizitätsdaten sowie Informationen zu Bioakkumulation und Persistenz gemäß dem Methodenhandbuch der Europäischen Kommission (LEPPER, 2005) Bewertungskriterien (siehe Tabelle 3) abgeleitet. Diese Bewertungskriterien wurden bei der Darstellung der Ergebnisse (Kapitel 6) berücksichtigt.

5. Analysenmethoden

2010 wurden die Analysen vom Umweltbundesamt Wien durchgeführt. Die hierbei verwendeten Analysenmethoden werden im Folgenden unter Punkt 5.1 - 5.2. kurz beschrieben, Tabelle 3 stellt hierzu eine Zusammenfassung folgender Inhalte dar:

- die CAS-Nr. und Kurzbezeichnung der Methode,
- die mit der angegebenen Analysenmethode erreichten Bestimmungsgrenzen (BG),
- die Bewertungskriterien (BK) bzw. Umweltqualitätsnormen (UQN), - siehe Kapitel 4 und
- den Quotienten von erreichter Bestimmungsgrenze zum Umweltqualitätsziel bzw. Bewertungskriterium (BG/UQN), - siehe hierzu die Diskussion in Kapitel 6.

Tabelle 3: Untersuchungsumfang Biotamonitoring – Bestimmungsgrenzen und Bewertungskriterien

| Qualitätskomponente | CAS-Nr. | Methode | BG [µg/kg] | UQN bzw. BK [µg/kg] | BG/UQN |
|--|------------------------|---------|---------------|------------------------|--------|
| Quecksilber (gesamt) | 7439-97-6 | CV-AAS | 6 | 20 | 0,30 |
| Hexachlorbenzol | 118-74-1 | GC-MS | 0,25 | 10 | 0,025 |
| Hexachlorbutadien | 87-68-3 | GC-MS | 1 | 55 | 0,018 |
| p,p'-DDT | 50-29-3 | GC-MS | 0,25 | 30 | 0,0083 |
| DDT gesamt Summe von: | | | | 30 | |
| p,p'-DDT | 50-29-3 | GC-MS | 0,25 | | 0,0083 |
| o,p'-DDT | 789-02-6 | | 0,25 | | 0,0083 |
| p,p'-DDE | 72-55-9 | | 0,25 | | 0,0083 |
| Pentachlorbenzol | 608-93-5 | GC-MS | 0,5 | 367 | 0,0014 |
| Hexachlorcyclohexan (Summe von 5 Isomeren) | 608-73-1 | GC-MS | 5 | 33 | 0,15 |
| Aldrin | 309-00-3 | GC-MS | 0,5 | 30 | 0,017 |
| Endrin | 72-20-8 | GC-MS | 0,5 | 30 | 0,017 |
| Dieldrin | 60-57-1 | GC-MS | 0,5 | 30 | 0,017 |
| Isodrin | 465-73-6 | GC-MS | 0,5 | 101 | 0,0050 |
| Monobutylzinnverbindungen als Monobutylzinnkation | 78763-54-9 | GC-MS | 2 | - | - |
| Dibutylzinnverbindungen als Dibutylzinn.Kation | 683-18-1 14488-53-0 | GC-MS | 2 | 14 | 0,14 |
| Tributylzinnverbindungen als Tributylzinn.Kation | 688-73-3 36643-28-4 | GC-MS | 2 | 1,2 | 1,67 |
| Tetrabutylzinn | 1461-25-2 | GC-MS | 2 | 10 | 0,20 |
| Diphenylzinnverbindungen als Diphenylzinn.Kation | | GC-MS | 2 | - | - |
| Triphenylzinnchlorid als Triphenylzinn.Kation | 639-58-7 688-34-8 | GC-MS | 2 | 8 | 0,25 |
| Di-(2-ethyl-hexyphthalat (DEHP)) | 117-81-7 | GC-MS | 30 | 3200 | 0,0094 |
| Polybromierte Diphenylether: Summe der Kongenere | 32534-81-9 | | | | |
| PBDE 28 (2,4,4'-Tribromdiphenylether) | 41318-75-6 | GC-MS | 50 | 274 | 0,18 |
| PBDE 47 (2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether) | 5436-43-1 | | 50 | | |
| PBDE 99 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether) | 60348-60-9 | | 50 | | |
| PBDE 100 (2,2',4,4',6-Pentabromdiphenylether) | 189084-64-8 | | 50 | 274 | 0,18 |
| PBDE 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether) | 68631-49-2 | | 50 | | |
| PBDE 154 (2,2',4,4',5,6'-Hexabromdiphenylether) | 207122-15-4 | | 50 | | |

5.1. Lyophilisierung und Probenvorbereitung

Die übermittelten Fische wurden gewogen und durch Lyophilisierung (Gefriertrocknung) schonend getrocknet.

Die getrockneten Fische wurden zur Bestimmung des Trockenmasseanteils gewogen, einzeln mittels einer Rotorschwingmühle kleiner 0,5mm gemahlen und homogenisiert. Die nachfolgenden Analysen der Gesamtfischproben wurden nach Aufschluss (für Quecksilber) bzw. Extraktion für die organischen Schadstoffe durchgeführt.

5.2. Analytik

5.2.1. Quecksilber

Der Quecksilbergehalt wurde mittels Fließinjektions-Kaltdampf-Atomabsorptionsspektrometrie (CV-AAS) auf Basis der ÖNORM EN 1483 bestimmt (Reduktion im sauren Medium mit Natriumborhydrid).

Arbeitsschritte:

Der Aufschluss von jeweils 0,3g Probe erfolgte mittels mikrowellenunterstütztem Druckaufschluss unter Verwendung von Salpetersäure und Wasserstoffperoxid.

QS-Maßnahmen:

Das zertifizierte Referenzmaterial NIST 2976 wurde pro Aufschlussreihe begleitend mitgeführt und analysiert, des Weiteren wurden Blindwertbestimmungen und unabhängige Wiederholbestimmungen durchgeführt. Die Wiederfindung wurde mittels dotierter Proben überprüft.

5.2.2. Organochlorverbindungen

Hexachlorbenzol, Hexachlorbutadien, Hexachlorcyclohexan, DDT, Pentachlorbenzol, Aldrin, Endrin, Dieldrin und Isodrin

Die Bestimmung erfolgte mittels gekoppelter Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) auf Basis der Norm DIN ISO 10382 (EI+ Mode, Multiple Ion Detection).

Arbeitsschritte:

Zugabe der deuterierten bzw. ^{13}C markierten Surrogatstandards

Ultraschallextraktion der Probe mit n-Hexan

Reinigung mittels Kieselgel, Gelpermeationschromatographie und Aluminiumoxid

Quantifizierung nach der externen Standardmethode unter Zugabe eines Injektionsstandards und

Wiederfindungskorrektur über die zugesetzten deuterierten bzw. ^{13}C markierten Surrogatstandards.

QS-Maßnahmen:

Pro Aufarbeitungsserie wurde ein Blindwert analysiert. Es wurden Doppelbestimmungen ausgewählter Proben durchgeführt. Die Wiederfindungskontrolle erfolgte durch die zugesetzten deuterierten bzw. ^{13}C markierten Surrogatstandards in jeder Probe. Zusätzlich wurde die Wiederfindung anhand von dotierten Proben überprüft.

5.2.3. Organozinnverbindungen

Monobutyl-, Dibutyl-, Tributyl- und Tetrabutylzinn sowie Diphenyl- und Triphenylzinn

Die Bestimmung erfolgte mittels gekoppelter Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) auf Basis der Norm ISO 23161 (EI+ Mode, Multiple Ion Detection).

Arbeitsschritte:

- Zugabe eines internen Standards
- Extraktion mit einem organischen Lösungsmittel unter Zusatz eines Komplexbildungsmittels
- Zugabe von Acetatpuffer
- Derivatisierung mit Natriumtetraethylborat
- Extraktion mit n-Hexan
- Reinigung mittels Kieselgel, Gelpermeationschromatographie und Aluminiumoxid
- Quantifizierung nach der internen Standardmethode.

QS-Maßnahmen:

Pro Aufarbeitungsserie wurde ein Blindwert analysiert. Es wurden Doppelbestimmungen ausgewählter Proben durchgeführt. Pro Aufarbeitungsserie wurde die Wiederfindung alternierend mittels zertifizierten Referenzmaterials oder dotierter Proben überprüft.

5.2.4. Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)

Die Bestimmung von DEHP erfolgte mittels gekoppelter Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) auf der Basis der Norm DIN CEN/TS 16183 (EI+ Mode, Multiple Ion Detection).

Arbeitsschritte:

- Reinigung und Deaktivierung sämtlicher Glasgeräte
- Zusatz von deuterierten Phthalaten als Surrogatstandards
- Extraktion der Probe mit Ethylacetat
- Säulenchromatographische Reinigung mit Aluminiumoxid
- Quantifizierung nach der externen Standardmethode unter Zugabe eines Injektionsstandards und Wiederfindungskorrektur über die zugesetzten deuterierten Surrogatstandards.

QS-Maßnahmen:

Pro Aufarbeitungsserie wurde ein Blindwert analysiert. Es wurden Doppelbestimmungen ausgewählter Proben durchgeführt. Die Wiederfindungskontrolle erfolgte durch die zugesetzten deuterierten Surrogatstandards in jeder Probe. Zusätzlich wurde die Wiederfindung anhand von dotierten Proben überprüft.

5.2.5. Polybromierte Diphenylether (PBDE)

PBDE 28, PBDE 47, PBDE 99, PBDE 100, PBDE 153 und PBDE 154

Die Analyse der polybromierten Diphenylether wurde mit GC-HRMS (EI+ Mode, Multiple Ion Detection, Massenauflösung 8000–9000) durchgeführt.

Arbeitsschritte:

- Zugabe von 6 ¹³C markierten PBDE Kongeneren (Surrogatstandards) zur homogenisierten Probe
- ASE Extraktion mit Toluol/Ethanol (65/35)
- Mehrstufige säulenchromatographische Reinigung mittels Celite/H₂SO₄, Mischbett (Kieselgel/H₂SO₄, Kieselgel, Kieselgel/NaOH) und Aluminiumoxid
- Zugabe eines Injektionsstandards
- Qualitative Bestimmung und Quantifizierung nach der Isotopenverdünnungsmethode bzw. der internen Standardmethode

QS-Maßnahmen:

Die Wiederfindung von ¹³C markierten Surrogatstandards in jeder Probe wurde überprüft. Pro Aufarbeitungsserie wurde ein Blindwert analysiert. An einem internationalen Lebensmittel-ringversuch zur Analyse von polybromierten Diphenylethern wurde teilgenommen.

5.3. Analytische Kenngrößen

Die für die in Tabelle 3 angeführten Substanzen vom Labor des Umweltbundesamtes erreichten Bestimmungsgrenzen erfüllen in nahezu allen Fällen die Forderung der RL 2009/90/EG (Richtlinie zur Festlegung technischer Spezifikationen für die chemische Analyse und die Überwachung des Gewässerzustandes) der Europäischen Kommission, wonach die Bestimmungsgrenze höchstens 30% der festgelegten Umweltqualitätsnorm betragen darf.

In Abbildung 2 sind die Verhältnisse zwischen Bestimmungsgrenze (BG) und Umweltqualitätsnorm (UQN) bzw. Bewertungskriterium (BK) in logarithmischer Skala dargestellt (vgl. dazu auch Tabelle 3).

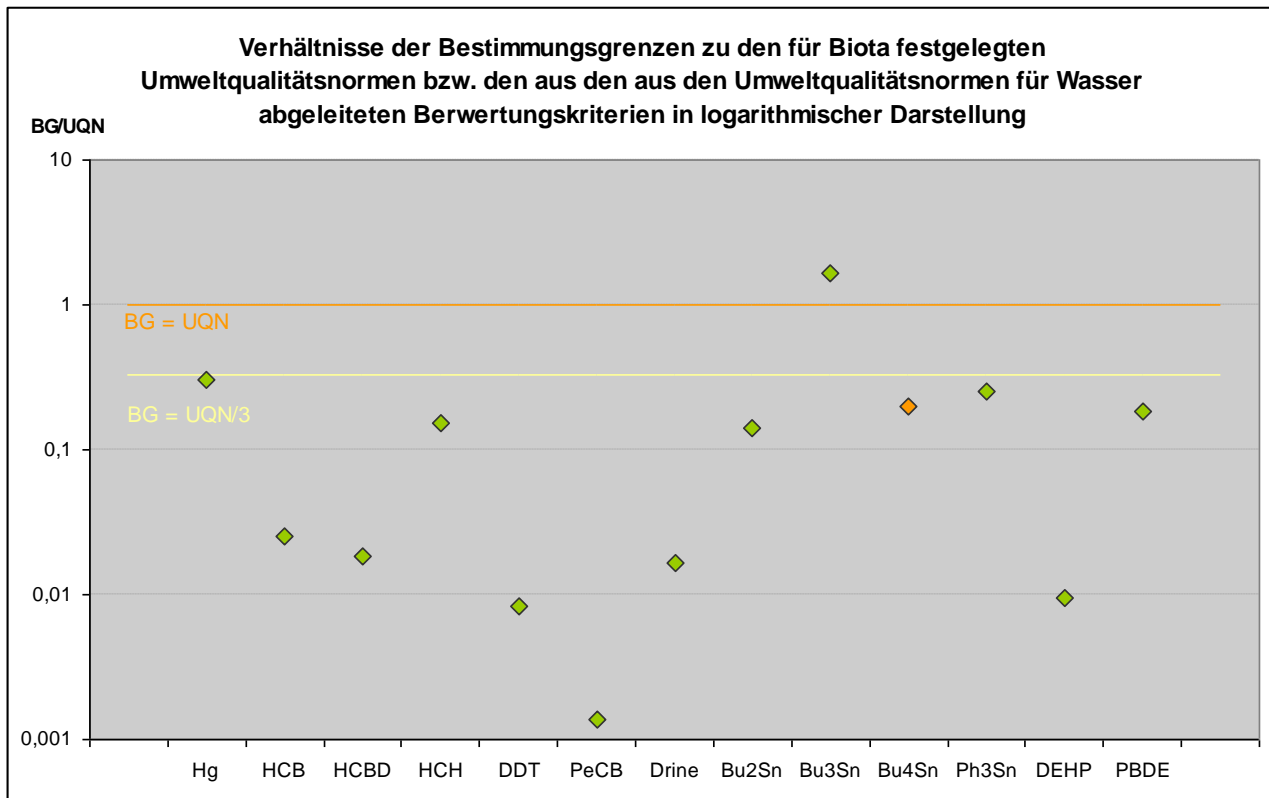


Abbildung 2: Verhältnisse der Bestimmungsgrenzen zu den für Biota festgelegten Umweltqualitäts-normen (UQN) bzw. den aus den UQN für Wasser abgeleiteten Bewertungskriterien (BK); Abkürzungen: „Hg“: Quecksilber, „HCB“: Hexachlorbenzol, „HCBD“: Hexachlorbutadien, „HCH“: Hexachlorcyclohexan (Summe der 5 Isomere), „DDT“: Dichlordiphenyltrichlorethan (Summe der Isomere o,p'-DDT, p,p'-DDT u. p,p'-DDE), „PeCB“: Pentachlorbenzol, „Drine“: Summe von Aldrin, Endrin, Dieldrin und Isodrin, „Bu₂Sn“: Dibutylzinn, „Bu₃Sn“: Tributylzinn, „Bu₄Sn“: Tetrabutylzinn, „Ph₃Sn“: Triphenylzinn, „Bu₂Sn“: Dibutylzinn, „DEHP“: Di(2-ethylhexyl)phthalat, „PBDE“: Polybromierte Diphenylether (Summe der Isomere 28, 47, 99, 100, 153 u. 154)

Lediglich im Fall von Tributylzinn (Bu₃Sn) ist die Bestimmungsgrenze nicht ausreichend niedrig um diese Forderung zu erfüllen. Für diesen Parameter liegt die erreichbare Bestimmungsgrenze bei 2,0µg/kg, das aus der Umweltqualitätsnorm für Wasser abgeleitete Bewertungskriterium beträgt hingegen 1,2µg/kg. Auf Grund der Tatsache, dass sich jedoch die Nachweisgrenze mit 1 µg/kg unter dem Bewertungskriterium befindet, ist eine Aussage (wenn auch statistisch gesehen mit einer geringeren Sicherheit) über das Auftreten bzw. Nichtauftreten des Stoffes möglich

6. Ergebnisse Biota 2010

6.1. Längen und Gewichtsverteilung der untersuchten Fische 2010

Umseitige Abbildungen 3 und 4 zeigen die Längen und Gewichtsverteilung der zur Untersuchung im Jahr 2010 herangezogenen Fische. Während in den ersten 4 Gewässerstrecken ausreichend Aiteln (*Squalius cephalus*) gefangen werden konnten, mussten am Inn ersatzweise Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*) herangezogen werden. Dennoch standen für Erl nur 4 Versuchsfische zur Verfügung.

Die Anreicherung von chemischen Substanzen im Fisch ist neben der Konzentration von der Expositionsdauer, d.h. vom Alter des Fisches abhängig. Es wurde daher versucht, einheitlich große Fische mit einer Länge zwischen 22 und 30cm entsprechend einem Alter von etwa 3 Jahren für die Analyse zu gewinnen.

Die Befischung erfolgte nach Abstimmung mit den Fischereiberechtigten und wurde in Spielfeld vom 3.-4. 10., in Lavamünd vom 10.-13. 10., in Hainburg am 16. 10., in Jochenstein am 30. 11. und in Erl am 11. 11. durchgeführt.

Die in Mur, Drau und Donau gefangenen Aitel (je 7 Fische für die Analysen und 1-7 Rückstellproben) hatten bis auf eine Ausnahme eine Länge zwischen 24 und 30cm und wogen zwischen 155 und 360g, wobei die Fische aus Lavamünd und Hainburg etwas kleiner, jene aus Jochenstein am größten waren. Im Inn wurde nur ein Aitel gefischt, der allerdings weit größer (41cm) und schwerer (1,25kg) war als die an den anderen Stellen entnommenen Exemplare. Die 3 im Inn gefangenen Regenbogenforellen waren 32-34cm lang und wiesen ein Gewicht zwischen 520 und 660g auf.

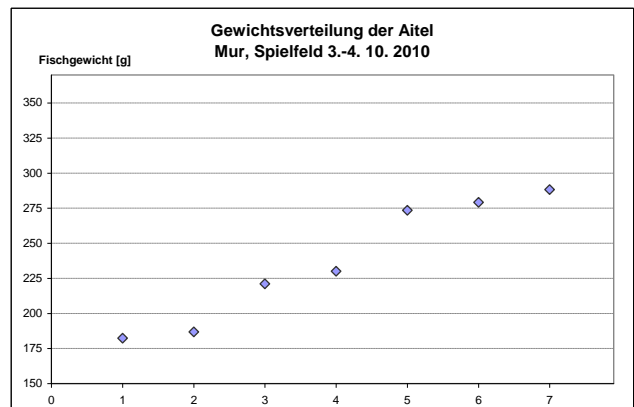
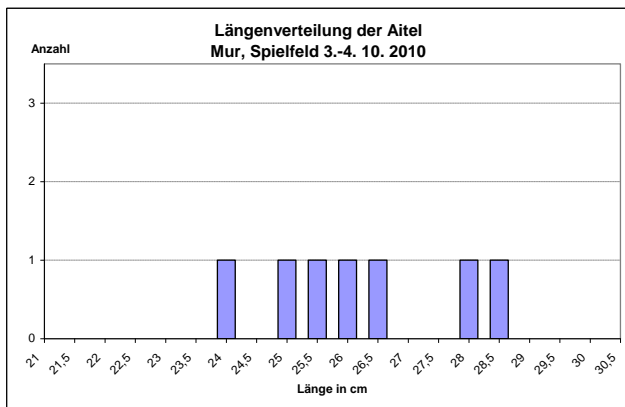
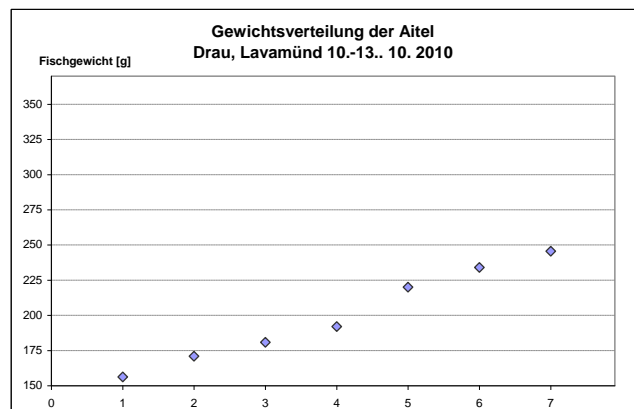
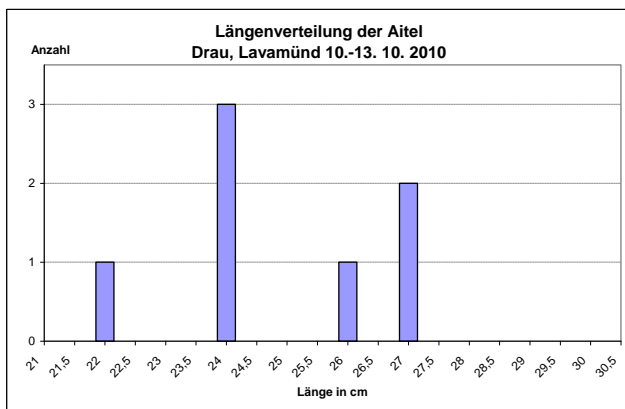
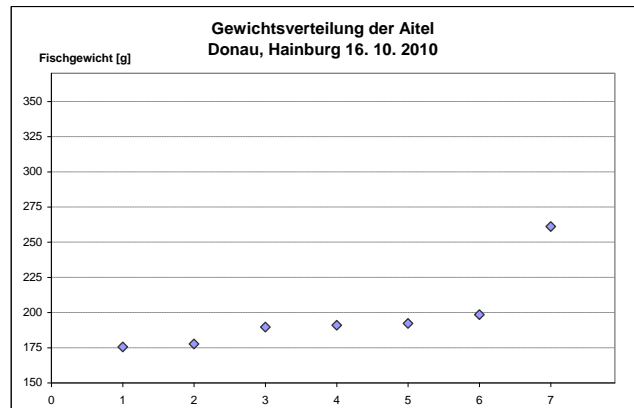
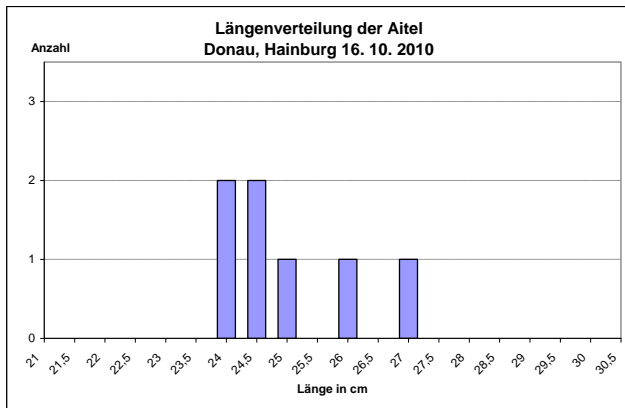
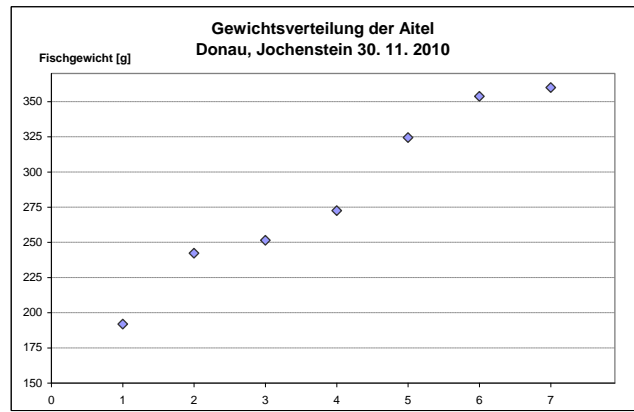
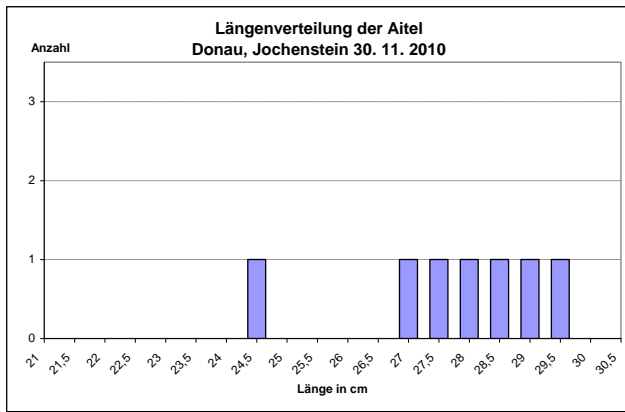


Abbildung 3: Längen- und Gewichtsverteilung der Versuchsfische an den Stellen Spielfeld (Mur), Lavamünd (Drau), Hainburg (Donau) und Jochenstein (Donau)

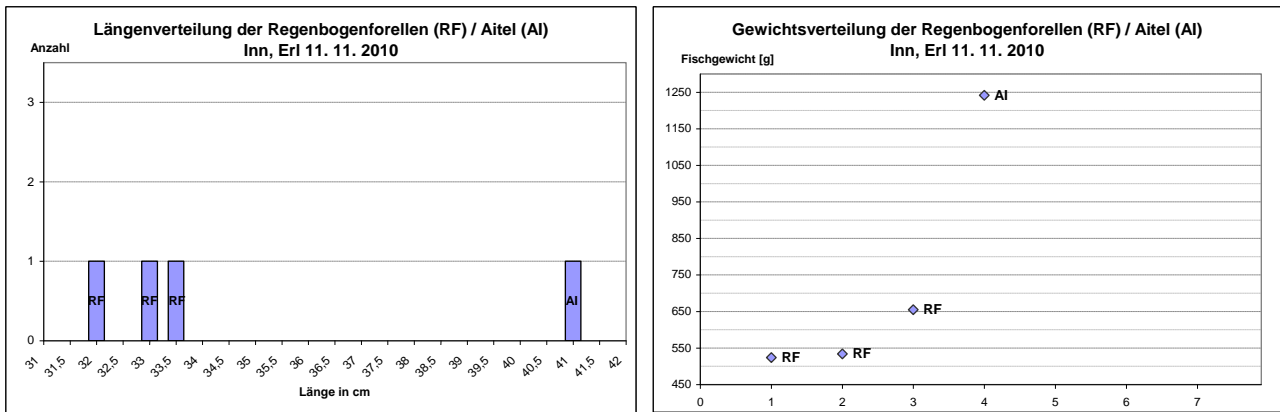


Abbildung 4: Längen- und Gewichtsverteilung der Versuchsfische an der Stelle Erl (Inn)

6.2. Messergebnisse 2010

Die Auswertung der Messergebnisse erfolgte gemäß den Vorgaben der RL 2009/90 EG der Kommission bzw. der Qualitätszielverordnung Chemie OG i.d.g.F. 2010. Bei der Berechnung der Mittelwerte wurden alle Gehalte unter der Bestimmungsgrenze (BG) auf den Wert BG/2 gesetzt, bei der Summenbildung wurden Gehalte unter der Bestimmungsgrenze gleich 0 gesetzt. Die Bewertungskriterien sind in Tab. 3 angeführt

6.1.1. Quecksilber

Die Bestimmungsgrenze für Quecksilber mit der Kaltampf-Atomabsorptionsmethode lag bei $6\mu\text{g}/\text{kg}$. Quecksilber wurde in allen Proben in gut quantifizierbarer Menge gefunden (siehe Abb.5).

Die Umweltqualitätsnorm von $20\mu\text{g}/\text{kg}$ wurde in allen Einzelproben erreicht bzw. überschritten.

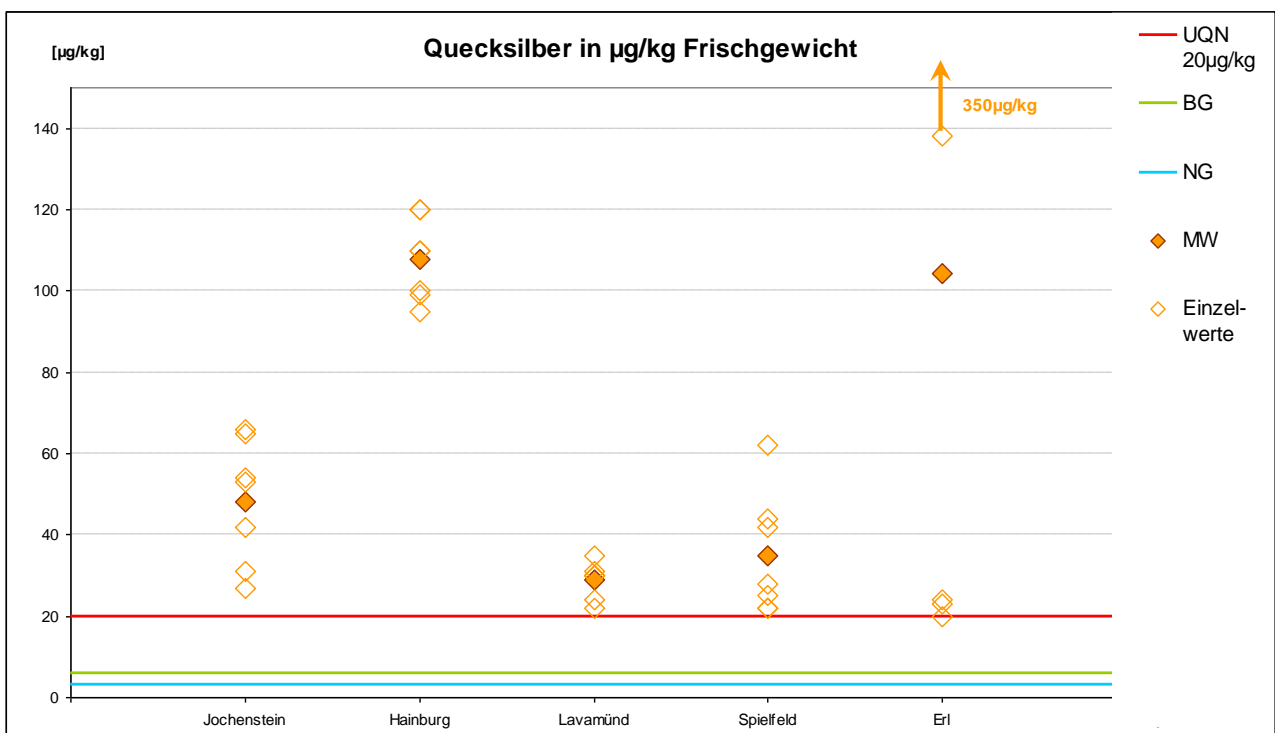


Abbildung 5: Quecksilbergehalte der einzelnen Proben und messstellenweise daraus berechnete arithmetische Mittelwerte (MW) im Vergleich zu Bestimmungs- bzw. Nachweisgrenze (BG bzw. NG) und der für Biota festgelegten Umweltqualitätsnorm (UQN) von $20\mu\text{g}/\text{kg}$

Die Quecksilbergehalte der Fische einer Messstelle zeigten eine jeweils geringe Streuung (zwischen 4 und 15µg/kg entsprechend etwa 10-40%), die Mittelwerte der einzelnen Befunde wiesen zwischen den Messstellen aber Unterschiede auf (zwischen knapp 30 und knapp 110µg/kg). In Hainburg war die Quecksilberbelastung etwas höher als an den übrigen Messstellen. Besonders hoch war der Quecksilbergehalt in dem im Inn bei Erl gefangenen Aitel. Dass dieser hohe Wert gerade beim mit Abstand größten und schwersten Versuchsfisch festgestellt wurde, kann als Hinweis auf die Anreicherung von Quecksilber im Organismus gelten, die etwas höheren Gehalte in den Hainburger Fischen sind dadurch aber nicht erklärbar, da die Fische aus Hainburg die kleinsten und leichtesten waren (vgl. Abbildung 3). Die im Inn gefangenen Regenbogenforellen wiesen eine Quecksilberbelastung auf, die an bzw. knapp über der Umweltqualitätsnorm lag und mit der an den anderen Messstellen gefischten Aiteln vergleichbar war. Der hohe Mittelwert am Inn (104µg/kg) ist unter diesen Umständen zu relativieren.

6.1.2. Organochlorverbindungen

Hexachlorbenzol, Hexachlorbutadien, DDT (p,p'-DDE in allen Proben, p,p'-DDT nur in wenigen und o,p'-DDT nur in einer) und Pentachlorbenzol wurden bei einer Mehrzahl der Untersuchungen in quantifizierbaren Mengen gefunden.

6.1.2.1. Hexachlorbenzol

Für Hexachlorbenzol ergaben sich Mittelwerte von 0,3 - 4,4µg/kg, wobei die höchsten Gehalte in Lavamünd festgestellt wurden (siehe Abb.6).

Die Umweltqualitätsnorm von 10µg/kg FG wurde an allen Stellen unterschritten.

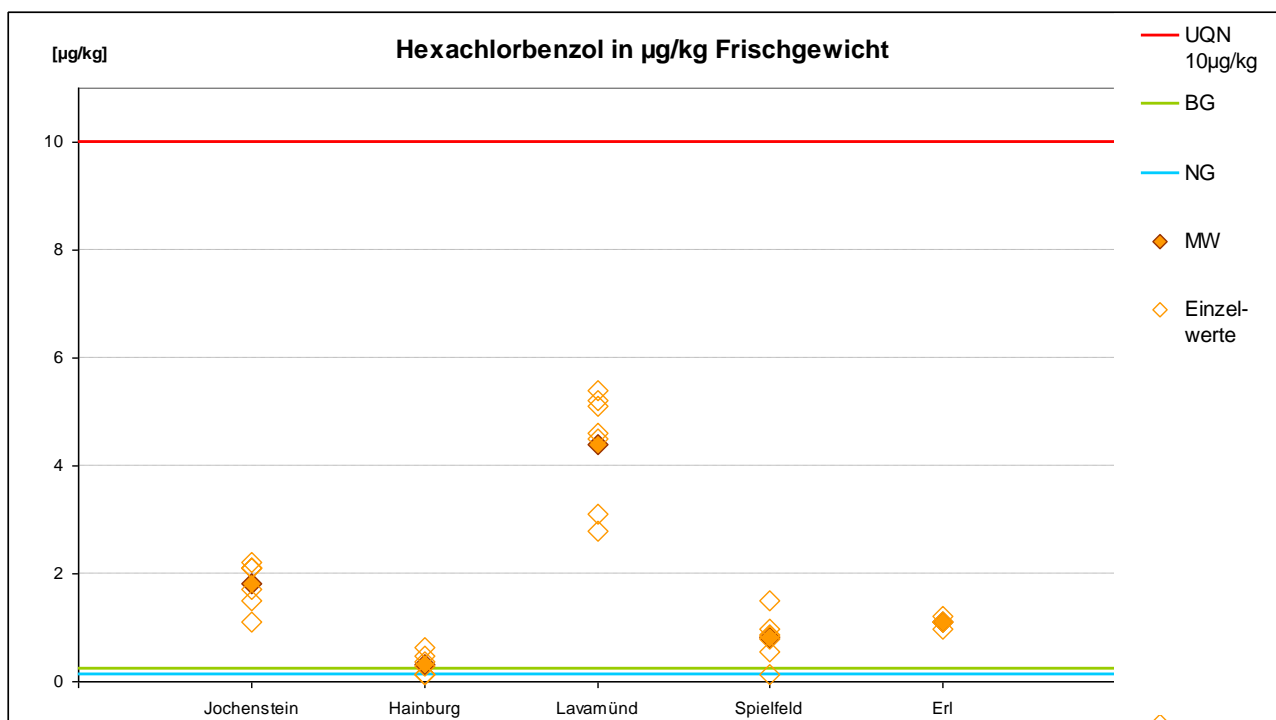


Abbildung 6: Gehalte der einzelnen Proben an Hexachlorbenzol und messstellenweise daraus berechnete arithmetische Mittelwerte im Vergleich zu Bestimmung- bzw. Nachweisgrenze (BG bzw. NG) und der für Biota festgelegten Umweltqualitätsnorm (UQN) von 10µg/kg

6.1.2.2. Hexachlorbutadien

Hexachlorbutadien lag in Erl in keiner, in Hainburg in einer, in Spielfeld und Jochenstein ein 2 Proben in quantifizierbarer Menge vor. In Lavamünd lieferten alle Proben ein reelles Ergebnis. Die unter Anwendung der Konvention gemäß RL 2009/90/EG errechneten Mittelwerte lagen zwischen 0,5 und 5,8µg/kg.

Die Umweltqualitätsnorm von 55µg/kg FG wurde an allen Stellen unterschritten (siehe Abb.7).

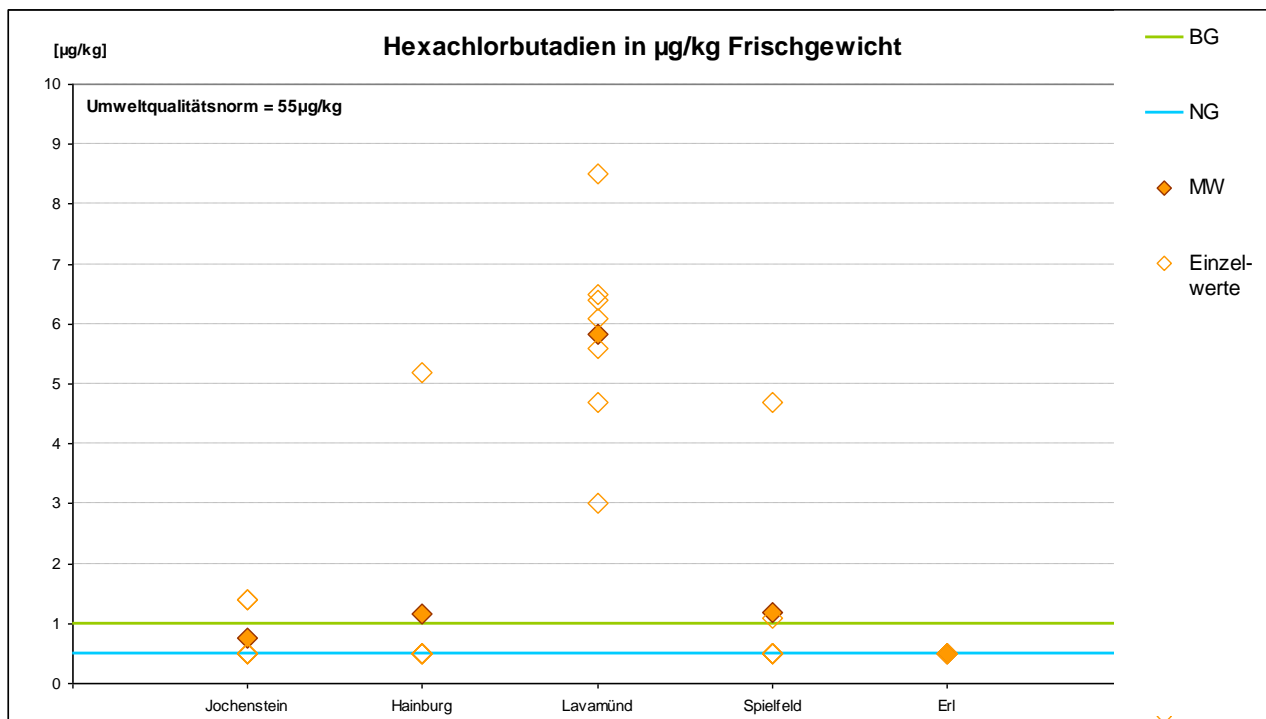


Abbildung 7: Gehalte der einzelnen Proben an Hexachlorbutadien und messstellenweise daraus berechnete arithmetische Mittelwerte im Vergleich zu Bestimmungs- bzw. Nachweisgrenze (BG bzw. NG) und der für Biota festgelegten Umweltqualitätsnorm (UQN) von 55µg/kg

6.1.2.3. Hexachlorcyclohexan

Der Parameter wurde als Summe der 5 Isomere (α -, β -, γ -, δ - und ϵ -Hexachlorcyclohexan) bestimmt. Die Bestimmungsgrenze von 5µg/kg wurde nie, die Nachweisgrenze von 2,5µg/kg nur bei einer einzigen Untersuchung überschritten.

Das Bewertungskriterium von 33µg/kg FG wurde an allen Stellen deutlich unterschritten

6.1.2.4. DDT

Bei der Summe der DDT Isomeren und ihrer Metabolite ergaben sich zwischen den Messstellen sehr einheitliche Mittelwerte (zwischen 3,3 und 6,1µg/kg), wobei p,p'-DDE den Hauptbeitrag zur Summe leistete (siehe Abb.8). p,p'-DDT wurde in einer Probe aus der Donau bei Hainburg und in den Proben aus dem Inn in Gehalten zwischen 0,8 und 1,2µg/kg gefunden und war in den meisten anderen Proben wie auch o,p'-DDT nicht nachweisbar.

Das Bewertungskriterium von 30µg/kg FG wurde an allen Stellen deutlich unterschritten.

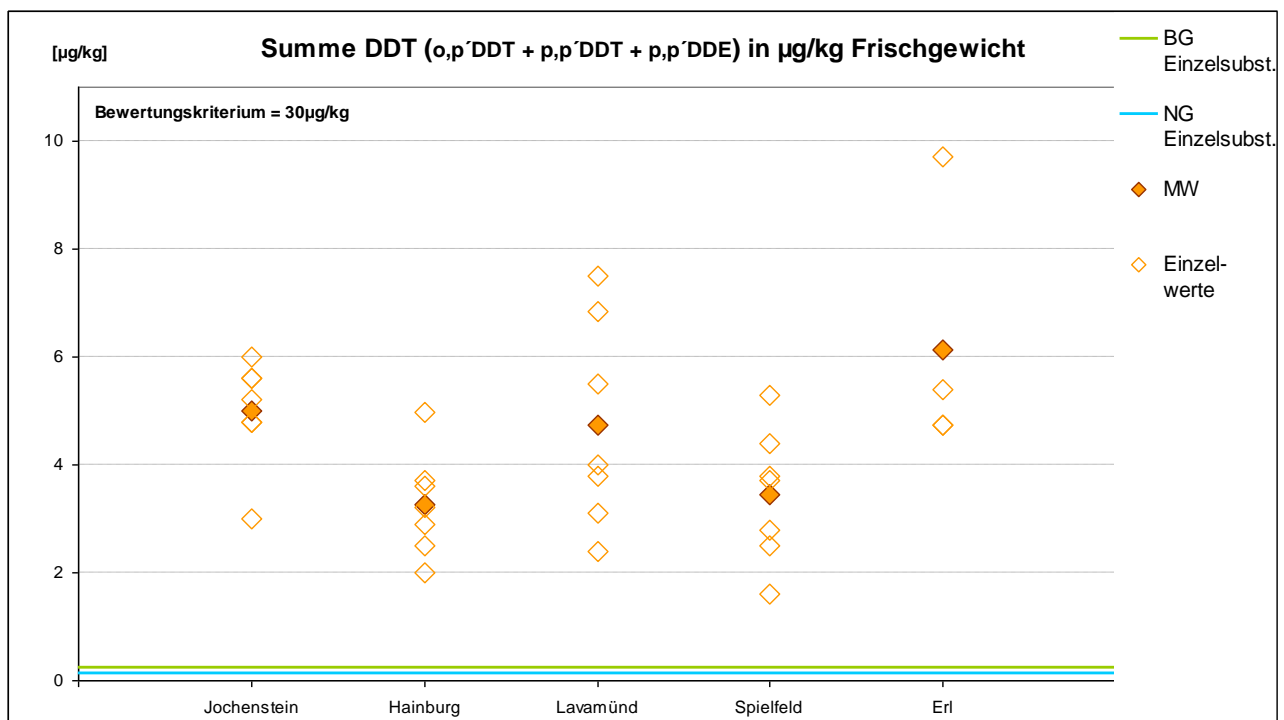


Abbildung 8: Gehalte der einzelnen Proben an DDT und dessen Metaboliten (Summe *o,p'*-DDT, *p,p'*-DDT und *p,p'*-DDE) und messstellenweise daraus berechnete arithmetische Mittelwerte im Vergleich zu Bestimmungs- bzw. Nachweisgrenze (BG bzw. NG) und dem für Biota abgeleiteten Bewertungskriterium (BK) von 30µg/kg

6.1.2.5. Drine

Die Cyclodien-Pestizide Aldrin, Endrin, Dieldrin und Isodrin waren i.a. nicht nachweisbar (Nachweisgrenze 0,25µg/kg). Endrin war lediglich in einer Probe aus Hainburg mit 1,0µg/kg messbar, Dieldrin lag in den Regenbogenforellen aus dem Inn in Gehalten von 1,1 bis 1,2µg/kg vor (im Aitel aus dem Inn war Dieldrin nicht nachweisbar).

Auch für diese Stoffe wurden die Bewertungskriterien von 30µg/kg für Aldrin, Endrin und Dieldrin bzw. 101µg/kg für Isodrin bei weitem unterschritten.

6.1.2.6. Pentachlorbenzol

Pentachlorbenzol trat in Gehalten bis 3,3µg/kg auf (siehe Abb.9). In Spielfeld und Lavamünd wiesen alle Proben quantifizierbare Gehalte auf, in Hainburg 6 und in Jochenstein 3. In den Proben aus dem Inn konnte Pentachlorbenzol zwar nachgewiesen aber in keinem Fall quantifiziert werden. Die Mittelwerte ergaben sich zu <0,5µg/kg in Jochenstein, 0,9µg/kg in Spielfeld, 1,0µg/kg in Hainburg und 2,4µg/kg in Lavamünd.

Das Bewertungskriterium von 367µg/kg FG wurde an allen Stellen deutlich unterschritten.

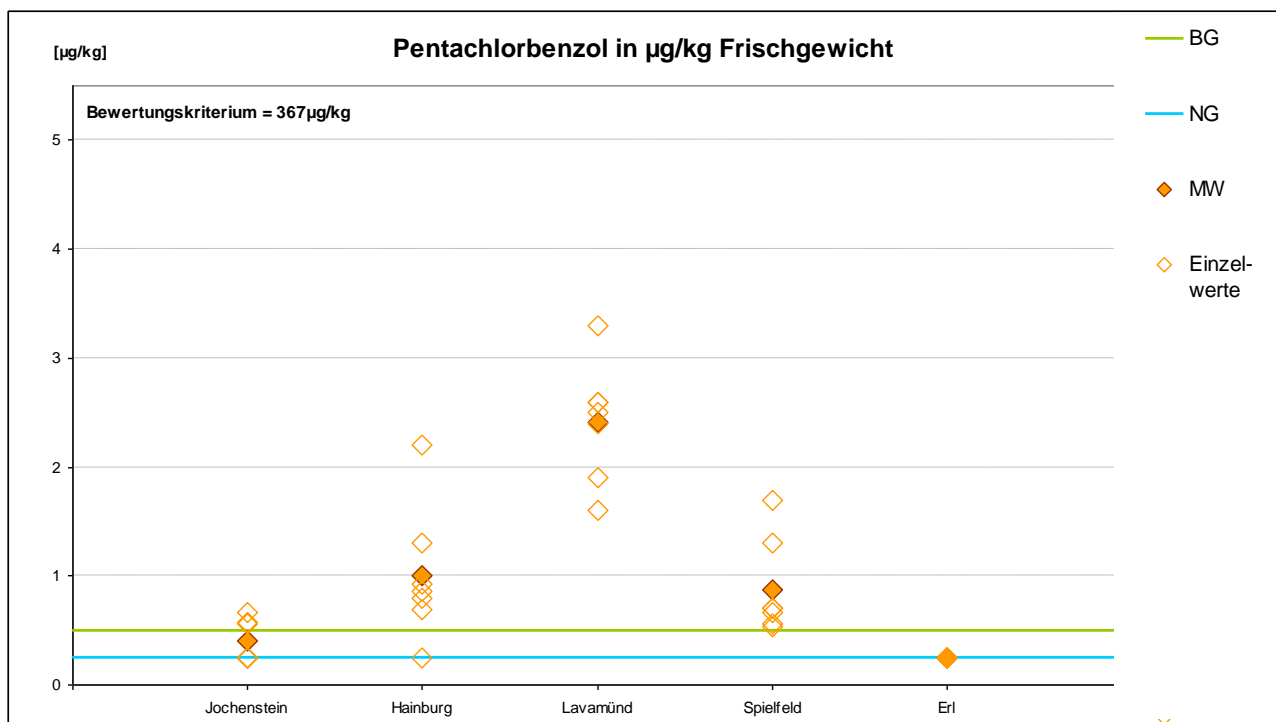


Abbildung 9: Gehalte der einzelnen Proben an Pentachlorbenzol und messstellenweise daraus berechnete arithmetische Mittelwerte im Vergleich zu Bestimmungs- bzw. Nachweisgrenze (BG bzw. NG) und dem für Biota abgeleiteten Bewertungskriterium (BK) von 367µg/kg

6.1.3. Organozinnverbindungen

Untersucht wurden die Verbindungen Monobutyl-, Dibutyl-, Tributyl- und Tetrabutylzinn sowie Diphenyl- und Triphenylzinn.

6.1.3.1. Butylzinnverbindungen

Bei den Butylzinnverbindungen traten mit Ausnahme von 2 Messwerten für Monobutylzinn für je eine Probe aus Jochenstein und aus Erl, die der Bestimmungsgrenze von 2µg/kg entsprachen, keine quantifizierbaren Gehalte auf. 122 von 128 Bestimmungen ergaben Gehalte unter der Nachweisgrenze. Insbesondere die für die Trendbeobachtung vorgeschriebenen Tributylzinnverbindungen waren nicht detektierbar.

Die Bewertungskriterien (vgl. Tabelle 3) wurden in keinem Fall erreicht, wenngleich anzumerken ist, dass für diesen Parameter die erreichbare Bestimmungsgrenze bei 2,0µg/kg, das aus der Umweltqualitätsnorm für Wasser abgeleitete Bewertungskriterium hingegen 1,2µg/kg beträgt (vgl. Abbildung 2). Da sich jedoch über 95 % der Werte unter der Nachweisgrenze mit 1 µg/kg und somit unter dem Bewertungskriterium befindet, ist eine Aussage (wenn auch statistisch gesehen mit einer geringeren Sicherheit) über das Nichtauftreten des Stoffes möglich

6.1.3.2. Phenylzinnverbindungen

Bei den Phenylzinnverbindungen war Diphenylzinn in keiner Probe nachweisbar, Triphenylzinn konnte in Spielfeld, Lavamünd und Erl ebenfalls nicht nachgewiesen werden. In der Donau lagen in Jochenstein in 3 Proben Gehalte zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze vor, in Hainburg konnte Triphenylzinn in allen Proben nachgewiesen werden, in 2 davon in quantifizierbaren Mengen (2,4 bzw. 3,1µg/kg).

Die Bewertungskriterien (vgl. Tabelle 3) wurden in keinem Fall erreicht.

6.1.4. Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)

DEHP war an allen Messstellen in einigen Proben nicht nachweisbar, in anderen traten Gehalte bis zu 170 µg/kg auf (siehe Tab.10). Die Mittelwerte lagen an fast allen Messstellen im Bereich der Bestimmungsgrenze von 30 µg/kg, in Jochenstein lag sie mit 58 µg/kg etwas darüber.

Das Bewertungskriterium von 3.200 µg/kg konnte in allen Fällen leicht eingehalten werden.

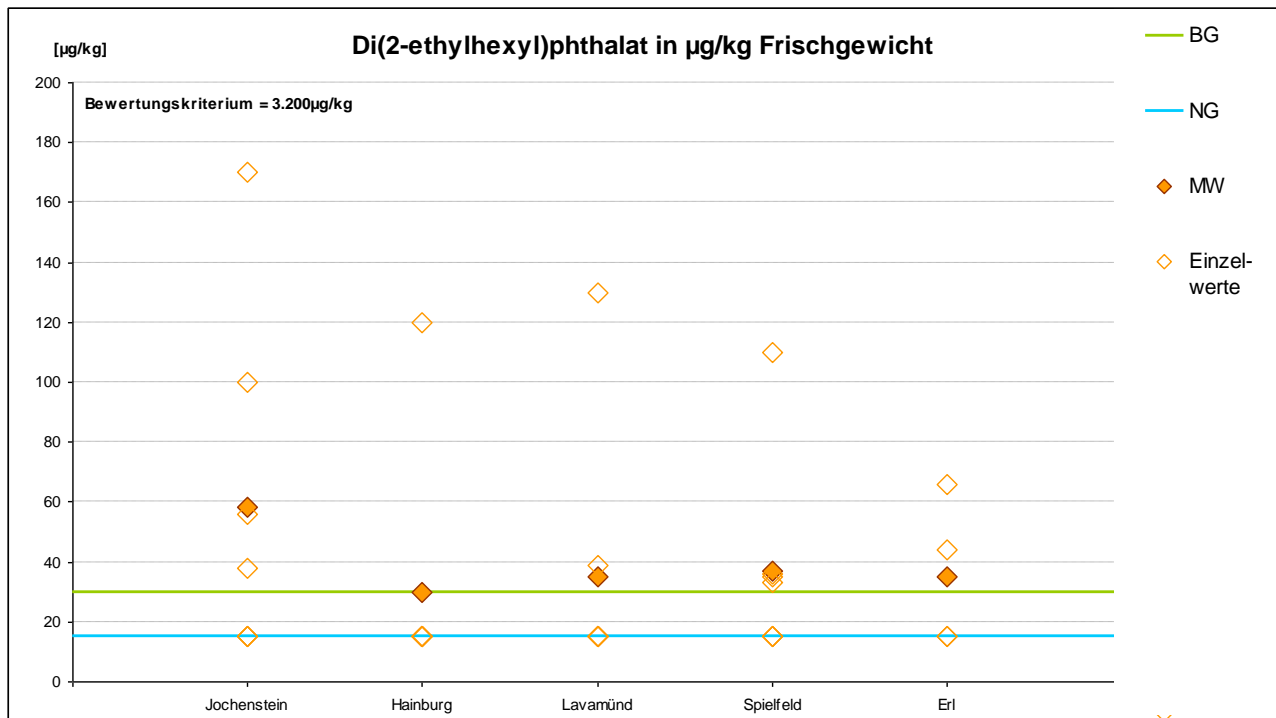


Abbildung 10: Gehalte der einzelnen Proben an Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP) und messstellenweise daraus berechnete arithmetische Mittelwerte im Vergleich zu Bestimmungs- bzw. Nachweisgrenze (BG bzw. NG) und dem für Biota abgeleiteten Bewertungskriterium (BK) von 3200 µg/kg

6.1.5. Polybromierte Diphenylether (PBDE)

In keiner der 128 Proben lag eines der 6 untersuchten Kongenere (PBDE 28 (2,4,4'-Tribromdiphenylether), PBDE 47 (2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether), PBDE 99 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether), PBDE 100 (2,2',4,4',6-Pentabromdiphenylether), PBDE 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether) und PBDE 154 (2,2',4,4',5,6'-Hexabromdiphenylether)) in nachweisbaren Mengen vor (NG: 25 µg/kg).

Das Bewertungskriterium von 274 µg/kg war damit sicher eingehalten.

7. Zusammenfassung

Mit dem Trenduntersuchungsprogramm wurden 2010 erstmals Schadstoffe in Biota im Rahmen der GZÜV untersucht. Die hierbei gemachten Erfahrungen und Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die 2010 durchgeführten Erhebungen zeigten, dass die angewendete Methodik zur Trenderfassung grundsätzlich gut geeignet ist.
- Das Trendmonitoringmessprogramm wurde 2010 an 5 Messstellen durchgeführt (siehe Tabelle 2 und Anlage 1)
 - Donau/Jochenstein
 - Donau/Hainburg
 - Drau/Lavamünd
 - Mur/Spielfeld
 - Inn/Erl
- Das Biotamonitoring basiert auf der Verwendung von Aiteln (*Squalius cephalus*). Dieser heimische Fisch hat den Vorteil, dass er nicht besetzt wird und man auf Grund von Fischerhebungen der vergangenen Jahren davon ausgehen konnte dass er an den zu untersuchenden Stellen in ausreichender Zahl vorkommt. Bei den Befischungen 2010 bestätigte sich dies für 4 von 5 Messstellen. Mit Ausnahme der Entnahmestelle Inn/Erl konnten an allen ausgewählten Messstellen nach Art und Größe/Alter für die Untersuchung geeignete Fische gefangen werden. Für die Stelle Inn/Erl wurden 2010 ersatzweise zusätzlich auch Regenbogenforellen herangezogen. Für die Messstelle Inn/Erl werden die Untersuchungen in den kommenden Jahren zeigen, ob es sich hierbei um eine einmalige Situation gehandelt hat, oder ob man generell für diese Messstelle für Trenderfassungen auf andere Fischarten ausweichen muss.
- In Summe wurden 19 verschiedene Einzelparameter bzw. Stoffgruppen untersucht. Die hierbei verwendeten Analysemethoden erreichten, mit Ausnahme des Parameters Tributylzinn, die gemäß der EU-RL 2009/90/EG (RL zur Festlegung technischer Spezifikationen für die chemische Analyse und die Überwachung des Gewässerzustandes) erforderliche Analysengenauigkeit, das heißt die Bestimmungsgrenze war kleiner als 30% vom Bewertungskriterium bzw. der Umweltqualitätsnorm (siehe hierzu auch Tabelle 3 bzw. Abbildung 2). Bei den Tributylzinnverbindungen sind auf Grund des sehr niedrigen Bewertungskriteriums (1,2 µg/kg) die Anforderungen an die Analytik sehr hoch, mit der angewendeten Analysemethodik konnte zumindest erreicht werden, dass die Nachweisgrenze mit 1 µg/kg im Bereich des Bewertungskriteriums lag.
- Die Untersuchungsergebnisse der 5 Messstellen sind in Tabelle 4 zusammenfassend dargestellt. Neben der Darstellung des niedrigsten und höchsten Messwertes (Messwerte Min-Max) für die einzelnen Parameter wurden die Ergebnisse auch hinsichtlich der Einhaltung von Umweltqualitätszielen oder sonstigen Bewertungskriterien geprüft. Für die Parameter Hexachlorbenzol, Hexachlorbutadien und Quecksilber liegen gemäß den Vorgaben der QZV Chemie OG (BGBl. II 465/2010) Umweltqualitätsnormen für Biota vor. Für den Großteil der untersuchten Stoffe liegen jedoch keine Umweltqualitätsnormen für Biota vor. Um auch hier Bewertungskriterien zu erhalten, wurden in der Studie des Fraunhofer-Institutes (RÜDEL et al., 2007) basierend auf den in der RL 2008/105 angeführten Umweltqualitätsnormen für Wasser für alle betroffenen Stoffe durch die Analyse der Toxizitätsdaten sowie Informationen zu Bioakkumulation und Persistenz gemäß dem Methodenhandbuch der Europäischen Kommission (LEPPER, 2005) Bewertungskriterien (siehe Tabelle 3) abgeleitet. Diese Bewertungskriterien wurden bei der Darstellung der Ergebnisse berücksichtigt. Die Einzelergebnisse sind in Anlage 2 aufgelistet.

Tabelle 4: Messergebnisse im Vergleich mit Umweltqualitätszielen bzw. Bewertungskriterien

| Qualitätskomponente | CAS-Nr. | Messwerte Min – Max [µg/kg FG] | UQN bzw. BK [µg/kg FG] | Messwerte über UQN bzw. BK |
|--|------------------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Quecksilber (gesamt) | 7439-97-6 | 20 – 350 | 20 | 31 (97%) |
| Hexachlorbenzol | 118-74-1 | <0,25 – 5,4 | 10 | 0 |
| Hexachlorbutadien | 87-68-3 | [0,5] – 8,5 | 55 | 0 |
| p,p'-DDT | 50-29-3 | [0,125] – 1,2 | 30 | 0 |
| DDT gesamt | | 1,6 – 9,7 | | 0 |
| Summe von: | | | | |
| p,p'-DDT | 50-29-3 | [0,125] – 1,2 | 30 | 0 |
| o,p'-DDT | 789-02-6 | [0,125] – 0,85 | 30 | 0 |
| p,p'-DDE | 72-55-9 | 1,6 – 8,5 | 30 | 0 |
| Pentachlorbenzol | 608-93-5 | <0,5 – 3,3 | 367 | 0 |
| Hexachlorcyclohexan (Summe von 5 Isomeren) | 608-73-1 | [2,5] – <5 | 33 | 0 |
| Aldrin | 309-00-3 | [0,25] – <0,5 | 30 | 0 |
| Endrin | 72-20-8 | [0,25] – 0,99 | 30 | 0 |
| Dieldrin | 60-57-1 | [0,25] – 1,20 | 30 | 0 |
| Isodrin | 465-73-6 | [0,25] – <0,5 | 101 | 0 |
| Monobutylzinnverbindungen als Monobutylzinnkation | 78763-54-9 | [1] – 2,0 | - | 0 |
| Dibutylzinnverbindungen als Dibutylzinn.Kation | 683-18-1 14488-53-0 | [1] – [1] | 14 | 0 |
| Tributylzinnverbindungen als Tributylzinn.Kation | 688-73-3 36643-28-4 | [1] – <2 | 1,2 | 0 |
| Tetrabutylzinn | 1461-25-2 | [1] – [1] | 10 | 0 |
| Diphenylzinnverbindungen als Diphenylzinn.Kation | | [1] – [1] | - | 0 |
| Triphenylzinchlorid als Triphenylzinn.Kation | 639-58-7 688-34-8 | [1] – 3,1 | 8 | 0 |
| Di-(2-ethyl-hexyphthalat (DEHP)) | 117-81-7 | [15] – 150 | 3200 | 0 |
| Polybromierte Diphenylether: Summe der Kongenere | 32534-81-9 | [25] – [25] | | |
| PBDE 28 (2,4,4'-Tribromdiphenylether) | 41318-75-6 | [25] – [25] | 274 | 0 |
| PBDE 47 (2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether) | 5436-43-1 | [25] – [25] | 274 | 0 |
| PBDE 99 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether) | 60348-60-9 | [25] – [25] | 274 | 0 |
| PBDE 100 (2,2',4,4',6-Pentabromdiphenylether) | 189084-64-8 | [25] – [25] | 274 | 0 |
| PBDE 153 (2,2',4,4',5,5'- Hexabromdiphenylether) | 68631-49-2 | [25] – [25] | 274 | 0 |
| PBDE 154 (2,2',4,4',5,6'- Hexabromdiphenylether) | 207122-15-4 | [25] – [25] | 274 | 0 |

- Für den Großteil der Parameter konnte für alle 5 GZÜV-Stellen die ausgezeichnete Wasserqualität bestätigt werden. Die Ergebnisse zeigen Schadstoffgehalte deutlich unterhalb der Umweltqualitätsnormen (UQN) bzw. der nach LEPPER aus den Wasser-UQN abgeleiteten Bewertungskriterien.
- Einzige Ausnahme stellen hierbei die Ergebnisse für den Parameter Quecksilber dar, 97 % der Messwerte liegen über der Umweltqualitätsnorm für Biota. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist jedoch zu berücksichtigen, dass es sich bei dem Biotagrenzwert für Quecksilber um ein äußerst niedriges Umweltqualitätsziel handelt, welches vor allem zum Schutz der Fischfressenden Räuber („Sekundärvergiftung“) unter der Berücksichtigung von zusätzlichen Sicherheitsfaktoren abgeleitet wurde. Der im Lebensmittelbereich anzuwendende Grenzwert von 500µg/kg FG wurde in keinen

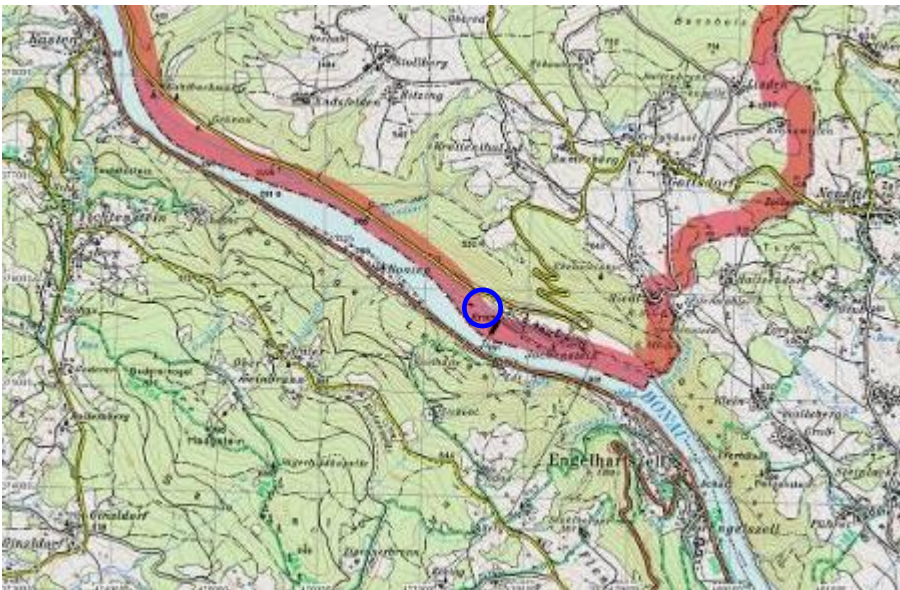
Fall überschritten. Die beobachteten Überschreitungen werden jedoch auch von vielen anderen EU-Ländern bestätigt. Die Tatsache, dass Überschreitungen auch in nicht belasteten Gebieten beobachtet wurden, deutet auf einen hohen ubiquitären Anteil, der über einen globalen atmosphärischen Quecksilbertransport und die daraus resultierende Quecksilberdeposition eingetragen wird. Hier werden die Untersuchungen in den kommenden Jahren zeigen, wie sich die bestehenden rechtlichen Instrumente zur Reduktion von Quecksilberemissionen in den Biotamessergebnissen niederschlagen.

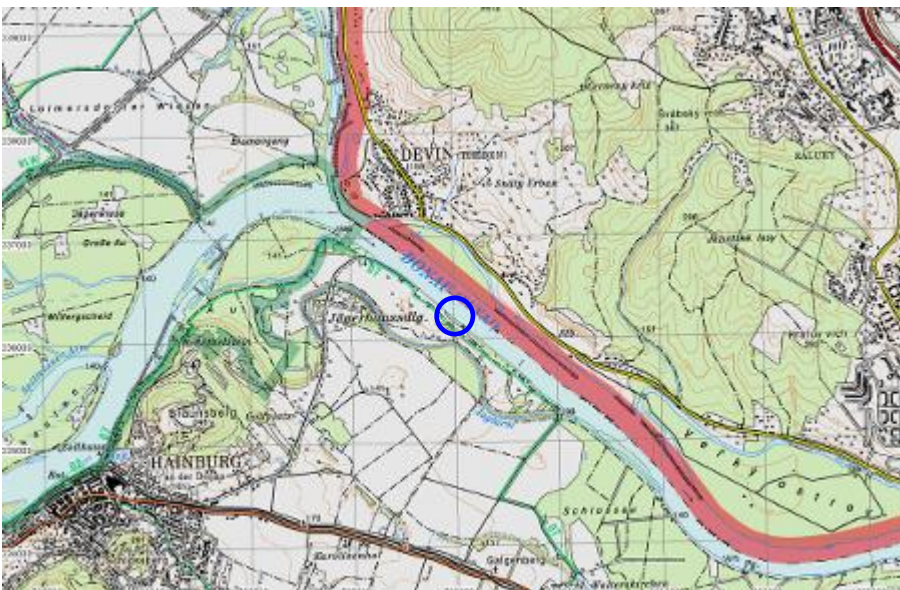
8. Literatur

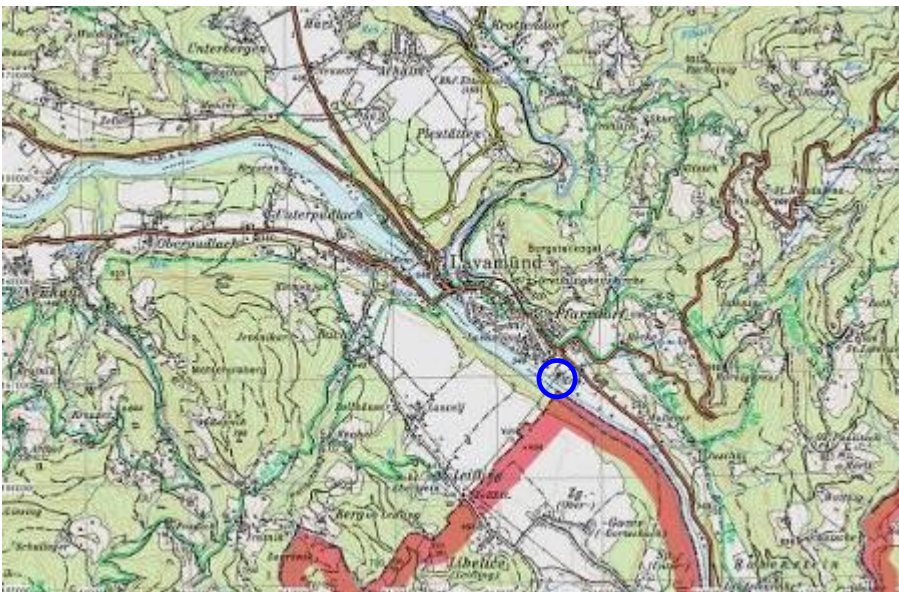
- RÜDEL H., FLIEDNER A., HERRCHEN M. (2007): Machbarkeitsstudie: Strategie für ein stoffangepasstes Wasser-Monitoring – Erfassung potentiell sorbierender und akkumulierender Stoffe in anderen Kompartimenten (Biota, Sediment, Schwebstoffe). Fraunhofer-Institut. Abschlussbericht für das BMLFUW
- EC 2010. 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
- UHL M., OFFENTHALER I., HARTL W., VALLANT B., MOCHE W., KONECNY R., CLARA M., SCHARF S., HAUNSCHMID R., SCHABUSS M., ZORNIG H. (2010): Monitoring von Schadstoffen in Biota. Umweltbundesamt. Abschlussbericht für das BMLFUW
- 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)

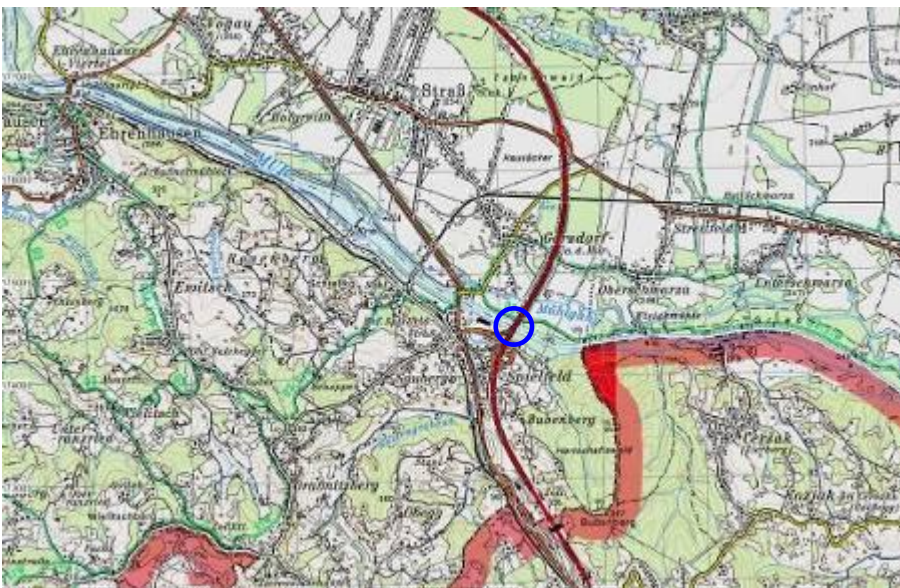
Anlage 1: Messtellenfotos und Lageskizzen

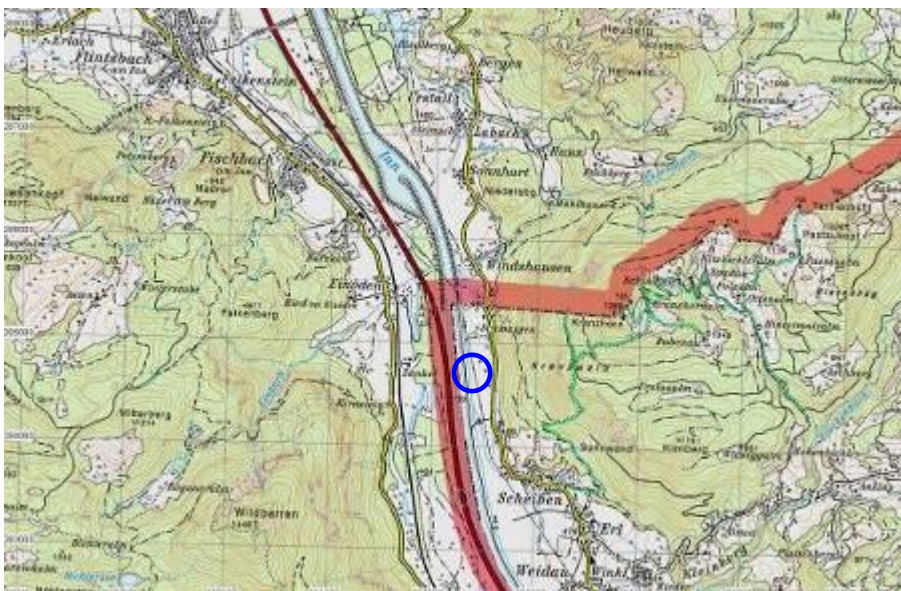
Donau, Jochenstein - FW40607017











Anlage 2: Tabelle der Analyseergebnisse

| Proben- bezeichnung | Länge gesamt | Fisch- gewicht netto | Trocken- masse | Hg | HCb | HCBD | Summe HCH | o,p'-DDT | p,p'-DDE | p,p'-DDT | Summe DDT | PeCB | Aldrin | Endrin | Dieldrin | Isodrin | BuSn | Bu ₂ Sn | Bu ₃ Sn | Bu ₄ Sn | Ph ₃ Sn | Ph ₃ Sn | DEHP | PBDE28 | PBDE47 | PBDE99 | PBDE100 | PBDE153 | PBDE154 | |
|------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|-------|-------|-------|--------------|----------|----------|----------|--------------|-------|--------|--------|----------|---------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|-------|
| Einheit | cm | g | % | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg |
| BG | | | | 6 | 0,25 | 1 | 5 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 30 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | |
| NG | | | | 3 | 0,125 | 0,5 | 2,5 | 0,125 | 0,125 | 0,125 | | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 15 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | |
| UQN bzw. BK | | | | 20 | 10 | 55 | 33 | 30 | 30 | 30 | 30 | 367 | 30 | 30 | 30 | 101 | | 14 | 1,2 | 10 | | | 8 | 3200 | 274 | 274 | 274 | 274 | 274 | 274 |
| Spielfeld 1 | 25,5 | 182,4 | 27,1 | 42 | 0,55 | 4,7 | [2,5] | [0,125] | 1,6 | [0,125] | 1,6 | 1,3 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | 33 | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Spielfeld 2 | 28 | 288,3 | 34,9 | 22 | 0,86 | [0,5] | [2,5] | [0,125] | 3,8 | [0,125] | 3,8 | 0,56 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | 36 | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Spielfeld 3 | 26,5 | 230,1 | 29,3 | 25 | 0,84 | <1 | [2,5] | [0,125] | 4,4 | 0,88 | 5,3 | 0,53 | [0,25] | <0,5 | <0,5 | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [15] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Spielfeld 4 | 26 | 273,5 | 31,3 | 28 | 0,98 | <1 | [2,5] | [0,125] | 2,5 | [0,125] | 2,5 | 0,70 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | 35 | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Spielfeld 5 | 28,5 | 279,2 | 25,5 | 62 | <0,25 | <1 | [2,5] | [0,125] | 2,0 | 0,79 | 2,8 | 0,66 | <0,5 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [15] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Spielfeld 6 | 25 | 186,9 | 27,9 | 22 | 0,78 | <1 | [2,5] | [0,125] | 3,9 | 0,50 | 4,4 | 0,70 | [0,25] | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <2 | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | <30 | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Spielfeld 7 | 24 | 221,1 | 32,6 | 44 | 1,5 | 1,1 | [2,5] | [0,125] | 3,2 | 0,52 | 3,7 | 1,7 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | 110 | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Lavamünd 1 | 26 | 234,1 | 29,5 | 31 | 4,5 | 6,4 | [2,5] | [0,125] | 7,5 | [0,125] | 7,5 | 2,4 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | <30 | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Lavamünd 2 | 22 | 156,2 | 29,6 | 30 | 4,6 | 6,1 | [2,5] | [0,125] | 3,1 | [0,125] | 3,1 | 2,6 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | <30 | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Lavamünd 3 | 24 | 192,0 | 29,6 | 22 | 5,1 | 5,6 | [2,5] | 0,85 | 6,0 | [0,125] | 6,9 | 2,5 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | 39 | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Lavamünd 4 | 27 | 220,0 | 30,2 | 30 | 5,2 | 6,5 | [2,5] | [0,125] | 5,5 | [0,125] | 5,5 | 2,6 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | <30 | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Lavamünd 5 | 24 | 180,8 | 30,8 | 24 | 5,4 | 8,5 | [2,5] | [0,125] | 4,0 | [0,125] | 4,0 | 3,3 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | 130 | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Lavamünd 6 | 24 | 171,0 | 28,5 | 35 | 2,8 | 3,0 | [2,5] | [0,125] | 2,4 | [0,125] | 2,4 | 1,6 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [15] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Lavamünd 7 | 27 | 245,6 | 28,9 | 30 | 3,1 | 4,7 | [2,5] | [0,125] | 3,8 | [0,125] | 3,8 | 1,9 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [15] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Hainburg 1 | 24,5 | 198,5 | 30,6 | 120 | 0,28 | [0,5] | [2,5] | <0,25 | 3,2 | <0,25 | 3,2 | 1,3 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | <2 | [1] | [1] | [1] | [1] | <2 | [15] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Hainburg 2 | 24,5 | 177,7 | 28,0 | 110 | <0,25 | <1 | [2,5] | [0,125] | 2,9 | [0,125] | 2,9 | 0,69 | [0,25] | 0,99 | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | <2 | [15] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Hainburg 3 | 24 | 192,2 | 30,1 | 110 | <0,25 | [0,5] | [2,5] | [0,125] | 2,5 | [0,125] | 2,5 | 0,93 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | <2 | [15] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Hainburg 4 | 27 | 261,1 | 28,7 | 120 | 0,64 | [0,5] | [2,5] | [0,125] | 4,0 | 0,98 | 5,0 | 2,2 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | <2 | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | 2,4 | [15] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Hainburg 5 | 25 | 175,5 | 27,0 | 99 | 0,47 | [0,5] | [2,5] | [0,125] | 3,7 | [0,125] | 3,7 | 0,86 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | <2 | [15] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Hainburg 6 | 26 | 191,0 | 27,0 | 100 | 0,36 | [0,5] | [2,5] | [0,125] | 3,6 | [0,125] | 3,6 | 0,80 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | <2 | [15] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Hainburg 7 | 24 | 189,7 | 27,8 | 95 | <0,25 | 5,2 | [2,5] | [0,125] | 2,0 | [0,125] | 2,0 | <0,5 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | 3,1 | 120 | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Jochenstein 1 | 29 | 360,0 | 29,9 | 31 | 2,1 | <1 | [2,5] | [0,125] | 6,0 | <0,25 | 6,0 | <0,5 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [15] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Jochenstein 2 | 28,5 | 353,8 | 31,2 | 54 | 2,1 | 1,4 | [2,5] | [0,125] | 5,6 | [0,125] | 5,6 | 0,56 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | <2 | 56 | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Jochenstein 3 | 29,5 | 324,5 | 27,5 | 66 | 1,7 | [0,5] | [2,5] | [0,125] | 5,6 | [0,125] | 5,6 | <0,5 | [0,25] | <0,5 | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [15] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Jochenstein 4 | 27 | 242,3 | 30,7 | 65 | 2,2 | 1,4 | [2,5] | [0,125] | 4,8 | <0,25 | 4,8 | 0,57 | [0,25] | [0,25] | <0,5 | [0,25] | 2 | [1] | [1] | [1] | [1] | <2 | 170 | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Jochenstein 5 | 28 | 251,5 | 31,1 | 27 | 2,1 | <1 | [2,5] | [0,125] | 3,0 | [0,125] | 3,0 | 0,66 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | 38 | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Jochenstein 6 | 27,5 | 272,5 | 31,3 | 42 | 1,1 | [0,5] | [2,5] | [0,125] | 5,2 | [0,125] | 5,2 | <0,5 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | <30 | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Jochenstein 7 | 24,5 | 191,9 | 26,7 | 53 | 1,5 | [0,5] | [2,5] | [0,125] | 4,8 | <0,25 | 4,8 | <0,5 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | <2 | [1] | [1] | <2 | 100 | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Er1 | 41 | 1241,6 | 30,3 | 350 | 1,1 | [0,5] | [2,5] | [0,125] | 8,5 | 1,2 | 9,7 | <0,5 | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [15] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Er2 (RF) | 32 | 534,1 | 32,2 | 24 | 1,2 | [0,5] | <5 | [0,125] | 3,9 | 0,83 | 4,7 | <0,5 | [0,25] | [0,25] | 1,2 | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | 66 | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Er3 (RF) | 33 | 524,0 | 30,8 | 20 | 1,1 | [0,5] | [2,5] | [0,125] | 4,5 | 0,90 | 5,4 | <0,5 | [0,25] | [0,25] | 1,1 | [0,25] | 2 | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | 44 | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |
| Er4 (RF) | 33,5 | 655,0 | 32,1 | 23 | 0,97 | [0,5] | [2,5] | [0,125] | 3,9 | 0,84 | 4,7 | <0,5 | [0,25] | [0,25] | 1,2 | [0,25] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | [1] | <30 | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | [25] | |

UQN: Umweltqualitätsnorm, BK: Bewertungskriterium, „Hg“: Quecksilber, „HCb“: Hexachlorbenzol, „HCBD“: Hexachlorbutadien, „ Summe HCH“: Hexachlorcyclohexan (Summe der 5 Isomere), „PeCB“: Pentachlorbenzol, „Bu₂Sn“: Dibutylzinn, „Bu₃Sn“: Tributylzinn, „Bu₄Sn“: Tetrabutylzinn, „Ph₃Sn“: Triphenylzinn, „Bu₂Sn“: Dibutylzinn, „DEHP“: Di(2-ethylhexyl)phthalat, „PBDE“: Polybromierte Diphenylether (Summe der Isomere 28, 47, 99, 100, 153 u. 154)

Schadstoffkonzentration – Angabe in µg/kg FG

