

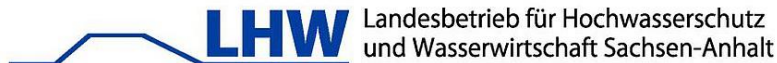
Bericht Dezember 2016

**Konzept zur Erarbeitung von Maßnahmen zur Reduktion diffuser Einträge von Pflanzenschutzmitteln (PSM) in Oberflächengewässer am Beispiel des Pilotgebietes Querne/Weida**

Mit der Teilaufgabe:

**„Vertiefende Gewässeruntersuchungen in Kleinzugsgebieten (Projekt Querne/Weida), Teil Fließgewässer, Sedimente“**

Im Auftrag des Landesamts für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt.



**Verantwortliche Wissenschaftler des Konsortiums:**  
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ

Department System Ökotoxikologie, Leipzig

Dr. Saskia Knillmann

Dipl.-Ing. Oliver Kaske

Prof. Dr. Matthias Liess

Department Wirkungsorientierte Analytik, Leipzig

Dr. Martin Krauss

Dr. Roman Gunold

Dr. Werner Brack

**Beratende Aufgaben:**

Department Ökologische Chemie, Leipzig

Dr. Albrecht Paschke



## Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Inhaltsverzeichnis.....  | 2  |
| <b>1. Zusammenfassung</b> .....  | 8  |
| <b>2. Veranlassung und Zielstellung</b> .....                                | 9  |
| 2.1. Untersuchungsgebiet Querne/Weida.....                                   | 10 |
| <b>3. Material und Methoden</b> .....  | 11 |
| 3.1. Schöpfprobe LHW.....  | 13 |
| 3.2. Schöpfprobe UFZ.....  | 13 |
| 3.3. Ereignisgesteuerte Probenahme (Event-Driven Sampling – EDS).....        | 13 |
| 3.4. Wochenmischprobe LLG/UFZ.....   | 14 |
| 3.5. Passivsammler (Typ <i>Chemcatcher</i> ).....                            | 15 |
| 3.5.1. Überblick Passivsammler.....  | 15 |
| 3.5.2. Vorbereitung und Ausbringung der Chemcatcher.....                     | 15 |
| 3.6. Entnahme von Sedimentproben.....  | 17 |
| 3.7. Instrumentelle Analytik und Auswertung.....                             | 18 |
| 3.7.1. Substanzauswahl für die Analytik.....                                 | 18 |
| 3.7.2. Analyse der Wasserproben mit LC-HRMS.....                             | 20 |
| 3.7.3. Aufbereitung und Analyse der Chemcatcher-Extrakte mit LC-HRMS.....    | 21 |
| 3.7.4. Analyse der Sedimentproben mit LC-HRMS und TOC.....                   | 24 |
| 3.8. Ökotoxikologische Effektbewertung.....                                  | 25 |
| 3.8.1. Toxische Einheiten (Toxic Unit –TU).....                              | 25 |
| 3.8.2. SPEAR <sub>pesticides</sub> .....                                     | 27 |
| 3.8.3. Andere Indizes zur allgemeinen Degradation (ASTERICS).....            | 28 |
| 3.9. Gewässergüte und Abiotikparameter.....                                  | 29 |
| 3.10. Landnutzung.....   | 29 |
| <b>4. Ergebnisse und Diskussion</b> .....                                    | 30 |
| 4.1. Vergleich der Methoden zur Expositionsmessung.....                      | 30 |
| 4.1.1. Positivbefunde.....   | 30 |
| 4.1.2. Messbereiche im Vergleich.....  | 32 |
| 4.1.3. Vergleich für Einzelsubstanzen und Standorte.....                     | 33 |
| 4.2. Vorkommen und Konzentrationen von Abwassermarkern in Wasserproben.....  | 36 |
| 4.3. Vorkommen und Konzentrationen von PSM-Wirkstoffen.....                  | 39 |
| 4.4. Herkunft und Eintragspfade der PSM.....                                 | 46 |
| 4.5. Vorkommen und Konzentrationen von PSM-Wirkstoffe in Sedimentproben..... | 46 |
| 4.6. Effektbewertung der Pflanzenschutzmittel-Exposition.....                | 49 |
| 4.6.1. Ökotoxikologisch relevante Substanzen.....                            | 49 |
| 4.6.2. Einschätzung der PSM-Konzentration nach Umweltqualitätskriterien..... | 51 |
| 4.7. Zusammenhang zwischen PSM-Exposition und ökologischen Effekten.....     | 55 |
| 4.7.1. SPEAR <sub>pesticides</sub> .....                                     | 55 |
| 4.7.2. Allgemeine Degradation und andere Indizes.....                        | 57 |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 4.7.3.    | Strukturgröße und andere Abiotikparameter .....           | 58        |
| 4.7.4.    | Landnutzung .....   | 59        |
| <b>5.</b> | <b>Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen .....</b> | <b>60</b> |
| <b>6.</b> | <b>Referenzen .....</b>                                   | <b>62</b> |
| <b>7.</b> | <b>Tabellarische Anhänge.....</b>                         | <b>66</b> |

## I. Abkürzungsverzeichnis

|         |   |
|---------|---|
| ACN     | Acetonitril   |
| AD      | Allgemeine Degradation  |
| BSB     | Biologischer Sauerstoffbedarf   |
| CA      | Celluloseacetat   |
| DOC     | Dissolved Organic Carbon (gelöster organischer Kohlenstoff)   |
| EPT     | Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera  |
| EDS     | Event-Driven Sampling (ereignisgesteuerte Probenahme)   |
| IS      | Interner Standard   |
| LC-HRMS | Hochleistungsflüssigchromatographie mit hochauflösendem Massenspektrometer  |
| LC50    | Lethale Konzentration mit 50% Mortalität des Referenzorganismus   |
| LDPE    | Low-Density PolyEthylene (Polyethen geringer Dichte)  |
| LHW     | Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt  |
| LLG     | Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt   |
| MDL     | Methodenachweisgrenze (Method detection limit)  |
| MeOH    | Methanol  |
| MZB     | Makrozoobenthos   |
| PE      | Polyethylen   |
| PES     | Polyethersulfon   |
| PRC     | Performance Reference Compounds (Referenzsubstanzen für Passivsammler)  |
| PS      | Polysulfon  |
| PSM     | Pflanzenschutzmittel  |
| PTFE    | Polytetrafluorethen   |
| SDB-RPS | Styrene Divinylbenzene – Reversed Phase Sulfonate (Polystyrol-Divinylbenzol – Umkehrphase mit Sulfonsäuregruppen; SPE-Material) |
| SPE     | Solid-Phase Extraction (Festphasenextraktion)   |
| SPEAR   | SPEcies At Risk (Bioindikator für Fließgewässer)  |
| SI      | Saprobienindex  |
| TOC     | Total organic carbon (Gesamtkohlenstoff)  |
| TP      | Transformationsprodukte   |
| TU      | Toxic Unit (Toxische Einheit aus dem Verhältnis von Schadstoff- zu Effektkonzentration von einem Referenzorganismus)            |
| UFZ     | Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung   |
| WRRL    | Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union   |

## II. Abbildungsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1: Übersichtskarte des Kleineinzugsgebietes Querne/Weida mit den untersuchten Messstellen. ....   | 10 |
| Abbildung 2: Überblick über die Probenahme-Zeitpunkte für die sechs Messstellen mit chemischen und biologischen Analysen. ....  | 12 |
| Abbildung 3: Beispiel für die Installation von Passivsammlern (Chemcatcher, unten), ereignisgesteuerte Probenehmer (EDS, Braunglasflaschen) und PFM (rechts von der hinteren Braunglasflasche). ....                                  | 14 |
| Abbildung 4: Chemcatcher Teflongehäuse .....  | 16 |
| Abbildung 5: Installation der Chemcatcher im Gewässer, die Sammelphase zeigt nach unten. ....   | 17 |
| Abbildung 6: Einteilung der Zielsubstanzen nach Wirkspektrum und Herkunft oder Verwendung. ....   | 19 |
| Abbildung 7: Gipskartuschen, präpariert für Fixierung im Gewässer (links) und nach Ausbringung (rechts) .....   | 24 |
| Abbildung 8: Klassifizierung von Invertebratengemeinschaften in landwirtschaftlich geprägten Räumen in Anlehnung an die Wasserrahmenrichtlinie (Beketov et al. 2009). ....  | 28 |
| Abbildung 9: Überblick maximale Positivbefunden pro Probenahme an den zwei Hauptstandorten. ....  | 31 |
| Abbildung 10: Überblick maximale Positivbefunde pro Probenahme für alle vorliegenden Probenahme-methoden an den Messstellen Klaustalgraben (313670), Weidenbach (312592) und Weitzschkerbach (313207, 312593). ....                   | 32 |
| Abbildung 11: Vergleich der Konzentrations-Messbereiche für Schöpfproben und ereignisgesteuerte Proben (EDS) über alle Wirkstoffgruppen hinweg (Herbizid, Insektizid, Fungizid) und getrennt für die einzelnen Wirkstoffgruppen. .... | 33 |
| Abbildung 12: Konzentrationen von Bentazon und Tebuconazol in allen Probenahmemethoden der Standorte Kriebuschbach (N-00525) und Querne/Weida (N-00523). ....   | 35 |
| Abbildung 13: Konzentrationen von Terbutylazin und MCPA in allen Probenahmemethoden des Standorts Querne/Weida (N-00523). ....  | 36 |
| Abbildung 14: Häufigkeit der Positivbefunde von elf der 18 Abwassermarker in Wochenmischproben, Schöpfproben und ereignisgesteuerten Proben (Messdaten des UFZ). Messdaten des UFZ. ....  | 37 |
| Abbildung 15: Konzentrationen der am häufigsten detektierten Abwassermarker in Wochenmischproben, Schöpfproben und ereignisgesteuerten Proben (Messdaten des UFZ). ....   | 38 |
| Abbildung 16: Konzentrationen von Abwassermarkern in ereignisgesteuerten Proben und Schöpfproben an vier Messstellen (Messdaten des UFZ). ....  | 39 |
| Abbildung 17: Positivbefunde der 20 am häufigsten detektierten PSM-Wirkstoffe in Wochenmischproben (Wochenproben), Schöpfproben und ereignisgesteuerten Proben. ...   | 40 |
| Abbildung 18: Konzentrationen Mecoprop, Chlormequat und Terbutylazin in Wochenmischproben (Wochenproben), ereignisgesteuerten Proben des UFZ und Schöpfproben des UFZ. ....   | 41 |
| Abbildung 19: Schiefe der Häufigkeitsverteilung der Konzentrationen über alle Proben für die detektierten Substanzen und Beispiele für Häufigkeitsverteilungen von Konzentrationen mit unterschiedlicher Schiefe. ....                | 43 |

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 20: Konzentrationen von Atrazin und Metolachlor in den verschiedenen Probenahme-methoden an allen chemisch untersuchten Messstellen (Messdaten des UFZ).<br>.....  | 44 |
| Abbildung 21: Konzentrationen von Metazachlor ESA und Terbutryn in den verschiedenen Probenahme-methoden an allen chemisch untersuchten Messstellen (Messdaten des UFZ).<br>.....  | 45 |
| Abbildung 22: Konzentrationen der häufigsten PSM-Wirkstoffe in Sedimentproben. ....  | 47 |
| Abbildung 23: Konzentrationen von Flurtamon, Terbutylazin, Prothioconazole-desthio und Isoproturon in den einzelnen Proben (zwei Probenahmezeitpunkte pro Messstelle, 03.05.2016 und 01.06.2016, außer Weidenbach mit einer Probe vom 03.05.2016)..... | 48 |
| Abbildung 24: Anzahl der Überschreitungen der Umweltqualitätsnorm-Werte (UQN), der RAK-Werte (UBA 2016) und der akuten bzw. chronischen Qualitätskriterien des Schweizer Ökotoxenzentrums (AQK bzw. CQK).....  | 54 |
| Abbildung 25: Zusammenhang zwischen dem Indikator $SPEAR_{pesticides}$ und der gemessenen Belastung als $TU_{max}$ auf Basis von ereignisgesteuerten Proben (A) und Schöpfproben (B) für die Messkampagne Querne/Weida.....                            | 56 |
| Abbildung 26: Darstellung der gemessenen Parameter pH, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und Temperatur für alle Stellen bis auf die Referenzstelle (N-00524, keine Daten). ....   | 59 |
| Abbildung 27: Zusammenhang zwischen dem Indikator $SPEAR_{pesticides}$ , EPT [%], Score für Allgemeine Degradation (AD) und dem Anteil an Ackerland. ....  | 60 |

### III. Tabellenverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Tabelle 1: Überblick über die Messstellen. ....  | 11 |
| Tabelle 2: Parameter zur Abschätzung der Sammelrate in Abhängigkeit von der Fließgeschwindigkeit .....   | 23 |
| Tabelle 3: Übersicht zur Interpretation der TU-Werte ( $TU_{\max}$ oder $TU_{\text{Summe}}$ ) nach Liess und von der Ohe (2005). ....  | 26 |
| Tabelle 4: Überblick über die aufgenommenen Abiotikparameter und Bestimmungsmethoden. ....   | 29 |
| Tabelle 5: Maximalkonzentration und Positivbefunde von PSM-Wirkstoffen nach den verschiedenen Probenahmemethoden. Dargestellt sind die Substanzen mit den höchsten Maximalkonzentrationen..... | 42 |
| Tabelle 6: Überblick über alle PSM-Wirkstoffe, welche mit einer $TU > -4$ im Untersuchungsgebiet und Untersuchungszeitraum in ereignisgesteuerten Proben detektiert wurden. ....               | 51 |
| Tabelle 7: Anzahl der Proben mit einer oder mehr Überschreitungen von Qualitätswerten für Oberflächen-gewässer nach Probenahmemethode (nur UFZ) und Messstelle. ....                           | 53 |
| Tabelle 8: Berechnete $SPEAR_{\text{pesticides}}$ -Werte für die drei MZB-Aufnahmen im März, Mai und Juni 2016 an den elf untersuchten Messstellen. ....                                       | 56 |
| Tabelle 9: Korrelationsmatrix von $SPEAR_{\text{pesticides}}$ und den verschiedenen ökologischen Indizes auf der Basis von allen MZB-Probenahmen in März, Mai und Juni 2016. ....              | 58 |
| Tabelle 10: Ergebnis der linearen Regressionen zwischen $TU_{\max}$ (ereignisgesteuerte Proben März bis Anfang Juni) und den ökologischen Indizes im Juni. ....                                | 58 |
| Tabelle 11: Probestellen und Zeitpunkt der Entnahme der UFZ-Schöpfproben. ....   | 66 |
| Tabelle 12: Probestellen und Zeitpunkt der Entnahme der ereignisgesteuerten Proben sowie Installationshöhe über Normalwasserpegel der entnommenen Flasche. ....                                | 67 |
| Tabelle 13: Zeitpunkte der Chemcatcher-Probenahme und Expositionszeit im Gewässer... ..  | 68 |
| Tabelle 14: Überblick über alle gemessenen Stoffe, Anwendungsbereich, Nachweisgrenzen und Qualitätskriterien.....  | 70 |
| Tabelle 15: Taxa-Liste pro Messstelle über alle drei MZB-Probenahmen. Die Zuweisung der DV-Nummern basiert auf Mauch et al. (2003). ....   | 73 |

## 1. Zusammenfassung

In dem laufenden Projekt „Konzept zur Erarbeitung von Maßnahmen zur Reduktion diffuser Einträge von Pflanzenschutzmitteln (PSM) in Oberflächengewässer am Beispiel des Pilotgebietes Querne/Weida“ wurden durch das UFZ-Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung Freiland-Untersuchungen zur Pflanzenschutzmittel (PSM)-Exposition und dem Zusammenhang mit ökologischen Effekten an ausgewählten Probestellen durchgeführt und ausgewertet.

Für die Erfassung der PSM-Exposition wurden an zwei Probestellen (Kriebuschbach: N-00525 und Querne/Pegelhaus: N-00523) fünf verschiedene Probenahmemethoden angewendet. Die Probenahmemethoden umfassten in der Studie Schöpfproben (UFZ und LHW), Wochenmischproben (betreut durch das LLG in Zusammenarbeit mit der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg), ereignisgesteuerte Proben (UFZ), Passivsammler (UFZ) und Sedimentproben (UFZ). An vier zusätzlichen Probestellen wurden ebenfalls Schöpfproben, ereignisgesteuerte Proben und Sedimentproben gemessen. Im Bezug auf die ökologischen Effekte wurden für insgesamt elf Stellen Daten zu den Invertebratengemeinschaften ausgewertet. Verschiedene Indikatoren, wie zum Beispiel der  $SPEAR_{pesticides}$ -Indikator oder der Saprobienindex, wurden berechnet und auf Zusammenhänge mit der PSM-Exposition untersucht.

Die Ergebnisse zeigen, dass mit der ereignisgesteuerten Probenahme an vier von fünf Messstellen, wo es zu Abflussereignissen kam, die meisten Substanzen nachgewiesen wurden. Darüber hinaus wurden die Konzentrationsspitzen für die Wirkstoffgruppen Insektizide und Herbizide mit der ereignisgesteuerten Probenahme im Durchschnitt um einen Faktor von 3-4 besser als bei den Schöpfproben erfasst. In allen Proben konnte zudem ein Eintrag von ungeklärtem häuslichen Abwasser anhand charakteristischer Markersubstanzen nachgewiesen werden. Aufgrund der Daten war es leider nicht möglich zu klären, in welchem Umfang der PSM-Einsatz in Haus- und Kleingärten oder der Einsatz von Biozidprodukten zur Gesamtbelastung im Gewässer beiträgt.

Mit Hinblick auf das Makrozoobenthos (MZB) stellten Insektizid-Wirkstoffe (Neonicotinoide und Pirimicarb) die wichtigsten Substanzen dar, welche an mehreren Stellen und mit den höchsten toxischen Einheiten (TU) detektiert wurden. Für die ermittelten TU auf Basis der ereignisgesteuerten Probenahmen konnte ein signifikanter Zusammenhang mit den berechneten  $SPEAR_{pesticides}$ -Werten nachgewiesen werden. Im Vergleich dazu konnte kein eindeutiger Zusammenhang zwischen TU auf Basis der Schöpfproben und den  $SPEAR_{pesticides}$ -Werten beobachtet werden. Weitere ökologische Indikatoren (EPT [%], Deutscher Faunaindex, Saprobienindex, Allgemeine Degradation) waren mit  $SPEAR_{pesticides}$  interkorreliert, zeigten selber aber bis auf den Saprobienindex (SI) keine signifikanten



Abhängigkeiten von der gemessenen TU-Belastung auf Basis der ereignisgesteuerten Proben. Der Zusammenhang zwischen TU und SI wird darauf zurückgeführt, dass der Indikator neben der Saprobie vermutlich auch von der im Gewässer vorhandenen PSM-Toxizität beeinflusst wird.

## 2. Veranlassung und Zielstellung

Zur Unterstützung der Ziele der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), einen guten chemischen und ökologischen Zustand der Gewässer zu erreichen, sind im Maßnahmenprogramm für den 2. Bewirtschaftungszeitraum folgende Maßnahmen enthalten:

- wasserkörperbezogenes Monitoring der maßgebenden Belastungen bezüglich PSM,
- Untersuchungen in einem Kleineinzugsgebiet zur Verminderung von Sediment- und PSM-Einträgen,
- Officialberatung der Landwirte und Information in den Winterveranstaltungen.

Über ein Monitoring sind im Rahmen der Ermittlungsüberwachung die Grund- und Oberflächenwasserproben der Wasserkörper in einem „nicht guten Zustand“ auf die relevanten Wirkstoffe entsprechend abgestimmter Listen zu untersuchen.

Mit dem Ziel, einen Beratungsansatz für die Landwirte zu erarbeiten und eine Wirksamkeitsabschätzung von Reduzierungsmaßnahmen diffuser PSM-Einträge vorzunehmen, wird von der LLG das Ziel verfolgt, in enger Kooperation mit dem LHW und weiteren Institutionen (Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle) ein PSM-Monitoring beispielhaft für das Pilotgebiet Querne/ Weida aufzubauen.

Unter Bezugnahme auf das „Konzept zur Erarbeitung von Maßnahmen zur Reduktion diffuser Pflanzenschutz-mittel(PSM)-Einträge in Oberflächengewässer am Beispiel des Pilotgebietes Querne/Weida“ (LLG vom 19.05.15), wurden in der vorliegenden Studie ergänzende Untersuchungen an elf Messstellen im Einzugsgebiet vorgenommen und beschrieben. Die ergänzenden Untersuchungen umfassen an sechs der elf Messstellen die chemische Messung von Wasser-und Sedimentproben im Bezug auf PSM-wirkstoffe und Abwassermarkern. Darüber hinaus wurden an den elf Messstellen Makrozoobenthos (MZB)- Proben genommen, bewertet und in Zusammenhang mit den chemischen Analysen gestellt.

In dem vorliegenden Projekt wurden Wirkstoffe aus verschiedenen Anwendungsbereichen (Landwirtschaft, Siedlungsbereich) und auch Biozidwirkstoffe gemeinsam untersucht. Zur besseren Übersicht wird im Folgenden der Begriff PSM oder PSM-Wirkstoff verwendet und bezieht sich auf alle untersuchten Substanzen bis auf Abwassermarker oder Pharmaka.

## 2.1. Untersuchungsgebiet Querne/Weida

Das Einzugsgebiet der Querne/Weida liegt mit einer Gesamtfläche von 247 km<sup>2</sup> westlich der Städte Halle und Merseburg. Die Landnutzung im Einzugsgebiet ist vorwiegend landwirtschaftlich (Wurbs 2005), aber in dem Gebiet befinden sich auch größere Siedlungen, wie zum Beispiel Querfurt (Abbildung 1).

In der untersuchten Region herrscht ein warm-gemäßigtes Klima vor. Das Gebiet ist vergleichsweise niederschlagsarm, da es auf der Lee-Seite des Harzes liegt. Die jährliche Niederschlagshöhe beträgt etwa 525 mm (DWD-Wetterstation Querfurt), während sie im Westharz und in den hoch gelegenen Orten des Mittelgebirges über 1200 mm misst. Das Niederschlagsmaximum wird im Sommer mit einem hohen Anteil von Starkregenereignissen erreicht. Diese Starkregenereignisse zeichnen sich durch ihre Erosionsgefährdung und damit einem einhergehenden Eintrag von PSM in die umliegenden Gewässer aus (Wurbs 2005). Durch das niederschlagsarme Klima kommt es zudem zu einer hohen innerjährlichen Abflussvariabilität und dem Austrocknen kleiner Zuflüsse in Trockenphasen. Aufgrund der fruchtbaren Schwarzerdeböden der Querfurter Platte wird das Land zu einem hohen Anteil ackerbaulich genutzt. Die wichtigsten Feldfrüchte stellen dabei Getreide, Zuckerrübe und Raps dar (LLG). Die im Projekt untersuchten Messstellen befinden sich vor allem im südlichen Teil des Einzugsgebiets (bis Schraplau, Stedten) und wurden in Abbildung 1 dargestellt.

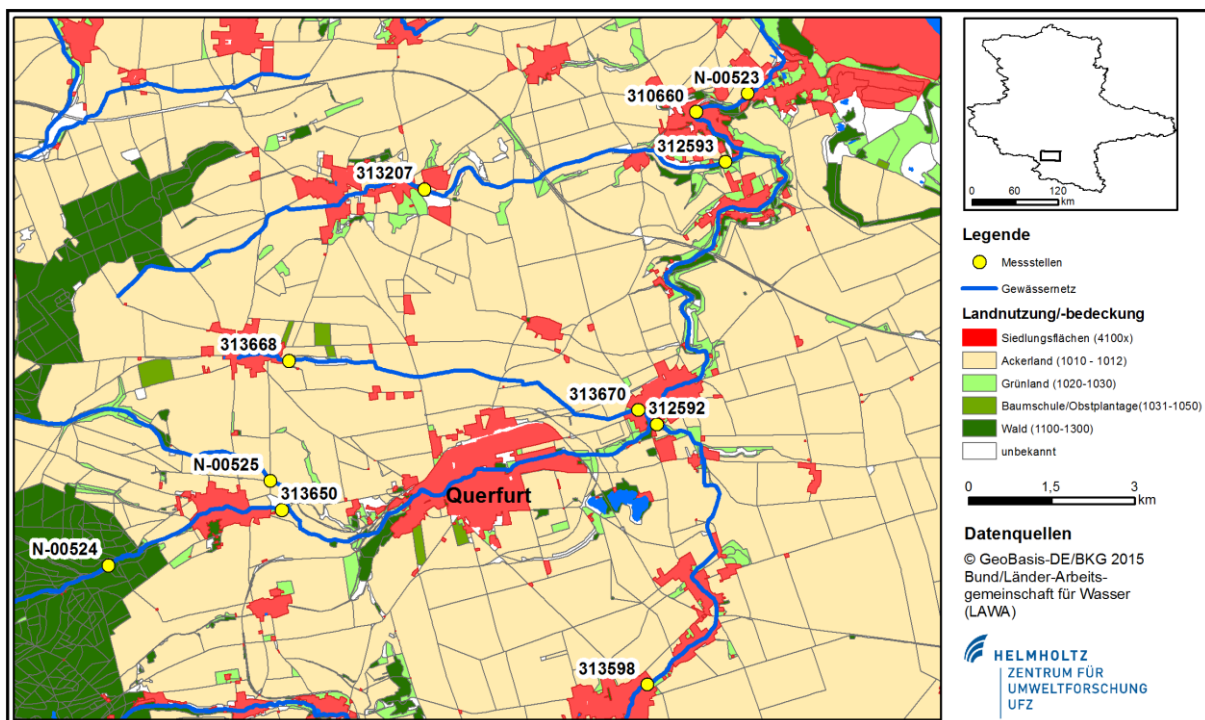


Abbildung 1: Übersichtskarte des Kleineinzugsgebietes Querne/Weida mit den untersuchten Messstellen

### 3. Material und Methoden

An sechs Messstellen wurden verschiedene Probenahmemethoden angewandt und hinsichtlich ihrer Wirkstoffspektren und erfassten Konzentrationsbereiche verglichen. Zusätzlich zu den bereits im laufenden Projekt eingesetzten Methoden (Schöpfproben und Wochenmischproben) wurden über das UFZ Schöpfproben genommen und Aliquote der Wochenmischproben im Sinne eines Laborvergleichs im Department Wirkungsorientierte Analytik des UFZ untersucht. Im Folgenden werden diese Proben als Schöpfprobe UFZ und Wochenmischprobe UFZ bezeichnet.

Darüber hinaus wurden weitere Probenahmemethoden auf ihre Eignung für das behördliche Überwachungsprogramm getestet. Die weiteren Methoden umfassten ereignisgesteuerte Proben, Passivsammler und Sedimentproben. Die Probenahmemethoden werden in den folgenden Abschnitten im Detail erklärt.

Einschränkend muss vermerkt werden, dass aufgrund des Projektumfangs und des bereits bestehenden Messprogramms nicht alle sechs Stellen mit allen Methoden untersucht wurden. An den zwei Hauptstellen, Kriebuschbach (N-00525) und Querne/ Pegelhaus (N-00523), wurden alle Probenahmemethoden (ereignisgesteuerte Proben, Wochenmischproben, Schöpfproben, Passivsammler, Sedimentproben) angewendet und ausgewertet. An der Messstelle Kriebuschbach (N-00525) konnte jedoch keine ereignisgesteuerte Probe genommen werden, da es hier zu keinem Abflussereignis kam. An den vier weiteren Stellen (313670, 312592, 312593, 313207) wurden mindestens einmal im Untersuchungszeitraum ereignisgesteuerte Proben und zu jeder ereignisgesteuerten Probe eine Schöpfprobe genommen. An allen sechs Messstellen wurden zudem monatliche Schöpfproben vom LHW und Sedimentproben ausgewertet. Eine Übersicht zu allen Untersuchungen (einschließlich MZB) ist in Tabelle 1 gegeben. Abbildung 2 veranschaulicht die Probenahme-Zeitpunkte an den sechs Messstellen, für welche chemische und biologische Proben erhoben wurden.

**Tabelle 1: Überblick über die Messstellen.**

Angegeben sind Gewässernamen, Messstellennummern, Koordinaten und durchgeführte Probenahmen für die vertiefenden Gewässeruntersuchungen im Querne/ Weida-Einzugsgebiet.

| Gewässer      | Messstellen-nummer, LHW | Hochwert Biologie (LHW) | Rechtswert Biologie (LHW) | Hochwert Chemie (LHW) | Rechtswert Chemie (LHW) | MZB-Proben (LHW)    | Proben, LHW/ LLG        | Proben, UFZ                     |
|---------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Kriebuschbach | N-00525                 | 5695343                 | 677477                    | 5695343               | 677477                  | 1 x März, Mai, Juni | WOMI, wöchentlich (LLG) | EDS, PS, Sed, Schöpf, TOC, WOMI |
| Querne/Weida  | 310660                  | 5701985                 | 685146                    | 5701985               | 685146                  | 1 x März, Mai, Juni | Schöpf, monatlich (LHW) | keine Messung                   |
| Querne/Weida  | 313650                  | 5694823                 | 677678                    | 5694823               | 677678                  | 1 x März, Mai, Juni | Schöpf, monatlich (LHW) | keine Messung                   |

## Vertiefende Gewässeruntersuchungen - Projekt Querne/Weida

| Gewässer         | Messtellen-nummer, LHW | Hochwert Biologie (LHW) | Rechtswert Biologie (LHW) | Hochwert Chemie (LHW) | Rechtswert Chemie (LHW) | MZB-Proben (LHW)    | Proben, LHW/ LLG        | Proben, UFZ                     |
|------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Querne/Weida     | N-00523                | 5702311                 | 686083                    | 5702311               | 686083                  | 1 x März, Mai, Juni | WOMI, wöchentlich (LLG) | EDS, PS, Sed, Schöpf, TOC, WOMI |
| Querne/Weida     | N-00524                | 5693826                 | 674562                    | 5693826               | 674562                  | 1 x März, Mai, Juni | keine Messung           | keine Messung                   |
| Weidenbach       | 312592                 | 5696389                 | 684425                    | 5696361               | 684436                  | 1 x März, Mai, Juni | Schöpf, monatlich (LHW) | 1 x EDS, Sed, Schöpf, TOC       |
| Weidenbach       | 313598                 | 5691676                 | 684271                    | 5691676               | 684271                  | 1 x März, Mai, Juni | Schöpf, monatlich (LHW) | keine Messung                   |
| Weitzschker Bach | 312593                 | 5701076                 | 685684                    | 5701076               | 685684                  | 1 x März, Mai, Juni | Schöpf, monatlich (LHW) | EDS, Sed, Schöpf, TOC           |
| Weitzschker Bach | 313207                 | 5700593                 | 680259                    | 5700593               | 680259                  | 1 x März, Mai, Juni | Schöpf, monatlich (LHW) | EDS, Sed, Schöpf, TOC           |
| Klaustalgraben   | 313668                 | 5697508                 | 677809                    | 5697508               | 677809                  | 1 x März, Mai, Juni | Schöpf, monatlich (LHW) | keine Messung                   |
| Klaustalgraben   | 313670                 | 5696617                 | 684100                    | 5696617               | 684100                  | 1 x März, Mai, Juni | Schöpf, monatlich (LHW) | EDS, Sed, Schöpf, TOC           |

PS = Passivsammler

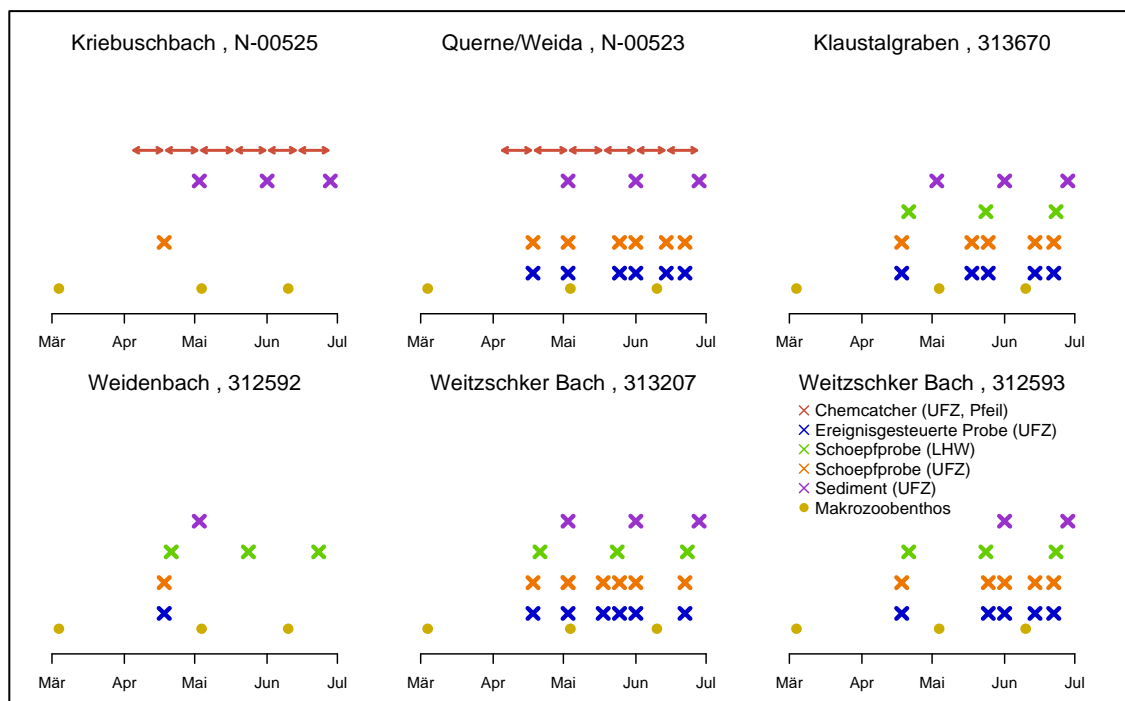
EDS = ereignisgesteuerte Probe (*event driven sampling*)

WOMI = Wochenmischprobe

Schöpf = Schöpfprobe

Sed = Sedimentproben

TOC = Total organic carbon (Kohlenstoffgehalt)



**Abbildung 2: Überblick über die Probenahme-Zeitpunkte für die sechs Messstellen mit chemischen und biologischen Analysen**

Die Höhe der Punkte (y-Achse) und Pfeile haben keine Aussage. Die Passivsammler-Proben (Chemcatcher) sind als Pfeile dargestellt, weil diese Proben jeweils über einen Zeitraum von 14 Tagen exponiert wurden.

Wochenmischproben wurden nicht dargestellt, da die Proben durchgehend im Auftrag der LLG beprobt wurden.

### 3.1. Schöpfprobe LHW

Die „Schöpfprobe LHW“ ist Teil des behördlichen Messprogramms und wurde während des Untersuchungszeitraums einmal im Monat zu einem fixen Termin durch Mitarbeiter des LHW entnommen und durch ein akkreditiertes Umweltlabor analysiert. Sie stellt die bisher übliche, von den Behörden durchgeführte Methode dar. Die Entnahme der Schöpfproben erfolgt nach DIN 38402-15:2010-04 (2010). Die Analyse erfolgte direkt mit der unfiltrierten Wasserphase, aber nach Absetzung der Schwebstoffe.

### 3.2. Schöpfprobe UFZ

Die Entnahme der Schöpfproben durch das UFZ wurde vorzugsweise direkt, spätestens jedoch innerhalb von 5 Tagen (einmal) nach einem Regenereignis durchgeführt (zeitgleich mit der Entnahme der ereignisgesteuerten Proben, siehe Kapitel 3.3). Somit erfolgte die Schöpfprobe UFZ kurz nach einem PSM-Abflussereignis im Gewässer, während die Schöpfprobe LHW unabhängig von der jeweiligen Niederschlagssituation entnommen wurde. Dazu wurden an jeder Probestelle vier 2 mL-Braunglas-Schraubvials mit je einem Milliliter einer entnommenen Schöpfprobe gefüllt. Diese wurden während des Transports gekühlt und anschließend bis zur Analyse (vgl. Kapitel 3.7.2) eingefroren. Die Zeitpunkte der Entnahme der UFZ-Schöpfproben können der Abbildung 2 und der Tabelle 11 im Anhang entnommen werden.

### 3.3. Ereignisgesteuerte Probenahme (Event-Driven Sampling – EDS)

Die ereignisgesteuerte Probenahme ist die einzige Möglichkeit, um während des Ansteigens des Gewässerpegels nach Starkregen Wasserproben mit der biologisch relevanten Spitzenbelastung zu erhalten (Liess et al. 2001). Eine einfache und effektive Methode wurde erstmals von Liess und von der Ohe (2005) beschrieben. Dazu wurden drei 1 L-Braunglasflaschen in unterschiedlicher Höhe über dem normalen Wasserpegel angebracht (siehe Abbildung 3). Die Installationshöhen richten sich dabei an den zu erwartenden Wasserständen entsprechend des Verlaufs der Uferlinie. Erreicht der Wasserstand den Einlassstutzen einer Flasche, füllt sich diese langsam, indem die in der Flasche befindliche Luft über ein dünnes Rohr entweicht. Ein- und Auslassrohr sind so schmal konzipiert, dass ein Austausch der Probe auch bei Überflutung der Flasche vernachlässigbar gering ausfällt. Nach Einholen der Flaschen wurden diese während des Transportes gekühlt und bis zur Analyse eingefroren. Die Zeitpunkte der ereignisgesteuerten Probenahme können im Anhang in Tabelle 12 eingesehen werden. Zur Analyse (siehe auch Kapitel 4.2) wurden aus den Flaschen 1 mL-Aliquote in 2 mL-Braunglas-Schraubvials überführt.



**Abbildung 3: Beispiel für die Installation von Passivsammlern (Chemcatcher, unten), ereignisgesteuerte Probenehmer (EDS, Braunglasflaschen) und PFM (rechts von der hinteren Braunglasflasche)**

#### 3.4. Wochenmischprobe LLG/UFZ

Bei der Wochenmischprobe wurde über einen gekühlten automatischen Sammler alle drei Stunden ein Probenvolumen von 125 mL entnommen und zu einer Tagesprobe in PE-Probenahmegefäßen vereinigt. Aus den Aliquoten von sieben Tagesproben mit einem Volumen von jeweils 1 L wurde manuell eine Wochenmischprobe hergestellt. Mit dieser Methode werden zwar Regenereignisse erfasst, jedoch erhält man für jede Woche zeitgemittelte Durchschnittskonzentrationen, also keine Maximalkonzentrationen. Die Wochenmischproben wurden nach Vereinigung geteilt. In einem Aliquot wurde im Rahmen des behördlichen Messprogramms das gleiche Substanzspektrum wie in den LHW-Schöpfproben durch das gleiche akkreditierte Umweltlabor analysiert. Das zweite Aliquot wurde tiefgefroren und zur Analyse an das UFZ übergeben. Für die dortige Analyse wurden Aliquote von 1 mL in 2 ml-Braunglas-Schraubvials überführt und analog zu den UFZ-Schöpfproben analysiert (siehe auch Kapitel 3.7.2.).

### 3.5. Passivsammler (Typ Chemcatcher)

#### 3.5.1. *Überblick Passivsammler*

Passivsammler stellen eine interessante Alternative zu herkömmlichen Wasserprobenahmen dar. Dabei wird die Diffusion von Zielsubstanzen in eine Sammelphase ausgenutzt. Je nach Art des Sammlers können diese einige Tage bis Wochen im Gewässer verbleiben und erfassen mit relativ geringem Aufwand den chemischen Zustand über einen längeren Zeitraum. Analog zu den Wochenmischproben müssen auch hier mögliche Abbauvorgänge während der Ausbringungszeit des Passivsammlers beachtet werden (z. B. Hydrolyse, Biofouling). In diesem Projekt wurde als Passivsammler der Typ Chemcatcher in polarer Konfiguration für PSM eingesetzt (Stephens et al. 2005).

#### 3.5.2. *Vorbereitung und Ausbringung der Chemcatcher*

Mit dem Chemcatcher wurde ein für den Einsatz im Gewässer geeignetes Gehäuse aus Polytetrafluorethen (PTFE) entwickelt, mit dem sich kommerziell verfügbare Festphasenextraktionsscheiben als Sammelphase für die passive Probenahme einsetzen lassen. (Kingston et al. 2000). Die Verfügbarkeit verschiedener Sorbensmaterialien ermöglicht den Einsatz des Chemcatchers für ein weites Spektrum an Analyten (Stephens et al. 2005; Persson et al. 2001; Vrana et al. 2005; de la Cal et al. 2008).

Chemcatcher bestehen aus einem dreiteiligen Teflongehäuse (siehe Abbildung 4) in dem eine SPE-Sammelphase (Festphasenextraktion) eingelassen ist. Die hier verwendete Empore SDB-RPS Disk von 3M (St. Paul, MN, USA) wird nach außen durch eine diffusionslimitierende Supor 200 Polyethersulfon-Membran (PES) von Pall (Dreieich, Deutschland) geschützt. Diese Konfiguration des Chemcatchers ermöglicht die Erfassung von polaren PSM-Wirkstoffen. Die Chemcatcher wurden im Labor konditioniert und im Kühlschrank bei 4 °C bis zur Ausbringung gelagert. Der Transport erfolgte ebenfalls gekühlt bei 4 °C.



**Abbildung 4: Chemcatcher Teflongehäuse**

Links: Unterteil; Mitte: Gewinde-Ring zur Fixierung der SDB-RPS Empore Disk und der darüber liegenden PES-Membran auf dem Unterteil; rechts: Transportdeckel.

Am Einsatzort wurden die Chemcatcher an einem Gitter mit Kabelbindern so befestigt, dass die Sammelphase nach unten zeigt, damit diese während der Zeit im Gewässer nicht von Sedimenten bedeckt wird. Im Anschluss wurde der Transportdeckel entfernt und das Gitter mit dem Chemcatcher ca. 5 - 10 cm über dem Gewässerboden frei umströmt an einer Eisenstange montiert (siehe Abbildung 5). Es wurden an den zwei Probestellen Kriebuschbach (N-00525) und Querne/Weida Pegelhaus (N-00523) jeweils drei Chemcatcher pro Probenahme für eine Doppelbestimmung für etwa 14 Tage exponiert. Um eine eventuell auftretende Kontamination der Chemcatcher während des Transportes und der Ausbringung oder Einholung zu erfassen, wurde während der Prozedur ein vierter Chemcatcher als Feldkontrolle (Trip Blank) mitgeführt und dieser während der Feldarbeiten an der Luft exponiert, anschließend wieder verschlossen und bis zur Extraktion gekühlt bei 4 °C aufbewahrt. Die ausgebrachten Passivsammler wurden nach der Expositionszeit aus dem Gewässer entnommen, wieder mit dem Transportdeckel verschlossen und gekühlt bis zur Extraktion bei 4 °C aufbewahrt. Eine Übersicht über die ausgebrachten Chemcatcher und deren Expositionszeiten sind der Tabelle 13 im Anhang zu entnehmen.





**Abbildung 5: Installation der Chemcatcher im Gewässer, die Sammelphase zeigt nach unten**

### 3.6. Entnahme von Sedimentproben

Schadstoffe liegen in aquatischen Ökosystemen nicht ausschließlich gelöst in der Wasserphase vor. Insbesondere lipophile Substanzen werden gut von Schwebstoffpartikeln sorbiert und können durch Sedimentation im Litoral angereichert werden. In der Folge von Niederschlagsereignissen können erhöhte Durchflussmengen im Fließgewässer zu einer Mobilisierung der oberen Sedimentschichten und der erneuten Freisetzung der enthaltenen Schadstoffe führen, zudem kommt es zu direkten Einträgen von Bodenmaterial durch Erosion von landwirtschaftlichen Nutzflächen.

Mit den in diesem Projekt eingesetzten Methoden zur Beprobung der Wasserphase ist eine Bewertung dieser Effekte nicht möglich. Die passive Probenahme mit dem Chemcatcher erfolgt über einen Diffusionsgradienten zwischen Wasser- und Sammelphase und erfasst daher ausschließlich frei gelöste Schadstoffe. Bei der Analyse der Schöpf-, Wochenmisch- und ereignisgesteuerten Proben werden neben der Wasserphase (gelöste Schadstoffe) auch kolloidale Schwebstoffe (sorbierte Schadstoffe) erfasst, die sich aufgrund ihrer geringen Partikelgröße nicht auf dem Boden des Probengefäßes absetzen. An größeren Partikeln haftende Schadstoffe können durch keine der bislang vorgestellten Probenahmemethoden erfasst werden.

Um dieses Kompartiment dennoch in die Untersuchung mit einzubeziehen, wurden monatliche Proben der oberen Sedimentschichten der untersuchten Fließgewässer entnommen. Während der Probenahme wurden mit einer Edelstahl-Schöpfkelle auf einem Abschnitt von etwa 10 m an verschiedenen Stellen die oberste Schicht (ca. 1 cm)

Feinsediment vom Gewässergrund entnommen und in ein LDPE-Probengefäß überführt. Das Endvolumen der gewonnenen Suspension aus Wasser und Sediment betrug je Messstelle ca. 0,5 L. Nach der Entnahme wurde das Sediment gekühlt transportiert und anschließend bis zur Aufarbeitung für die Analyse eingefroren. Für die Aufarbeitung im Labor wurden die Sedimentproben gefriergetrocknet und anschließend trocken auf 63 µm (Klassengrenze Feinsand/Schluff) gesiebt. Der organische Kohlenstoffgehalt (TOC) wurde durch katalytische Oxidation mit einem Thermo Scientific FLASH 2000 Elementaranalyzer bestimmt.

Die Extraktion der Sedimentproben wurde nach einer hausinternen Vorschrift mittels beschleunigter Lösemittelextraktion an einem ASE200-Gerät (Dionex) durchgeführt. Für die Aufarbeitung wurde die zu extrahierende Sedimentmenge so gewählt, dass jede Probe einen TOC-Gehalt von 50 mg enthielt. Die Sedimentprobe wurde mit Diatomeenerde gemischt und in 11 mL-ASE-Extraktionzellen gefüllt.

Es wurde eine dreistufige Extraktion mit (1) Ethylacetat:Aceton 50:50 (100°C, zwei Zyklen, *Extrakt 1*), (2) Aceton:Ameisensäure 100:1 (80°C, zwei Zyklen, *Extrakt 2*) und (3) Methanol:10 mM Natriumborat 90:10 (80°C, zwei Zyklen, *Extrakt 3*) durchgeführt.

*Extrakt 1* wurde mittels Normalphasen-Säulenchromatographie über eine Kieselgel/Alumina-Säule fraktioniert. Dazu wurde der Extrakt auf 0,75 g Kieselgel aufgebracht und am Rotationsverdampfer zur Trockene eingengt. Der so präparierte Extrakt wurde auf eine Glassäule, gefüllt mit 1,5 g Kieselgel (3% deaktiviert, unten) und 1,0 g Alumina (6% deaktiviert, oben), aufgebracht und sequentiell mit 11 ml n-Hexan, 7,5 ml n-Hexan/Dichlormethan 3:1, 15 ml Dichlormethan und 10 ml Methanol eluiert. Für die Analytik der Zielsubstanzen wurden 3,75 ml des Hexan/Dichlormethan-Eluats, 7,5 ml des Dichlormethan-Eluats und 5 ml des Methanol-Eluats vereinigt und nahe zur Trockne eingengt. Der Extrakt wurde in 500 µl Methanol rekonstituiert und über einen Spritzenfilter 0,45 µm in ein 2 ml-Braunglas-Schraubvial filtriert.

*Extrakte 2 und 3* wurden vereinigt und der pH-Wert mit 7 N Ammoniaklösung in Methanol auf ca. 4,5 eingestellt. Das Lösungsmittel wurde im Rotationsverdampfer nahe bis zur Trockene eingengt, der Extrakt in 500 µl Methanol rekonstituiert und über einen Spritzenfilter 0,45 µm in ein 2 ml-Braunglas-Schraubvial filtriert. Bis zur Analyse wurden die Extrakte bei -20°C gelagert. Ein Methodenblindwert, bestehend aus Diatomeenerde, wurde mit der gleichen Methode extrahiert und aufgearbeitet.

### 3.7. Instrumentelle Analytik und Auswertung

#### 3.7.1. *Substanzauswahl für die Analytik*

Die Substanzauswahl für die Analytik des UFZ erfolgte basierend auf der bereitgestellten „Parameterliste Querne“ des LHW, ergänzt um weitere häufig auftretende PSM und deren

Transformationsprodukte, Veterinärantibiotika (Sulfonamide und Monensin), Biozide und Transformationsprodukte, weit verbreitete, nicht mehr zugelassene PSM-Wirkstoffe (Altwirkstoffe) sowie Markersubstanzen für häusliches Abwasser (Arzneimittel, Korrosionsschutzmittel, Süßstoffe). Das Substanzspektrum umfasst insgesamt 93 Stoffe, die für alle Probenahmemethoden analysiert wurden (Beschreibung der Stoffe, siehe Tabelle 14). Die Schnittmenge mit den im Auftrag des LHW/LLG analysierten PSM-Wirkstoffen beträgt 37 Substanzen.

Basierend auf Daten zur Stoffzulassung wurden die PSM-Wirkstoffe in ausschließlich landwirtschaftliche, nur im urbanen Bereich eingesetzte Stoffe (PSM-Wirkstoffe/Biozidwirkstoffe für Klein- und Hausgärten oder für den Einsatz im Materialschutz) sowie gleichermaßen in beiden Bereichen eingesetzte Stoffe eingeteilt. Eine Zusammenstellung aller in die Untersuchung einbezogenen Zielsubstanzen mit Angaben zur Toxizität in aquatischen Ökosystemen, Umweltqualitätskriterien für Oberflächengewässer (Umweltqualitätsnormen - UQN bzw. UQN-Vorschläge, akute und chronische Qualitätskriterien des Schweizer Ökotoxizitätszentrums – AQK/CQK, sowie regulatorisch akzeptable Konzentrationen -RAK- des Umweltbundesamtes, welche aus dem Endpunkt mit der niedrigsten Wirkkonzentration geteilt durch den zugehörigen Sicherheitsfaktor abgeleitet werden, aber keinen rechtlich verbindlichen Status im Monitoring von Oberflächengewässern haben (EFSA 2013, UBA 2016), physikochemischen Eigenschaften sowie Methodennachweisgrenzen (MDL) für Wasser und Passivsammler ist in Tabelle 13 zusammengestellt.

Die Einteilung der Zielsubstanzen entsprechend ihres jeweiligen Wirkspektrums sowie ihrer Kategorisierung nach Herkunft oder Verwendung ist in Abbildung 6 graphisch dargestellt:

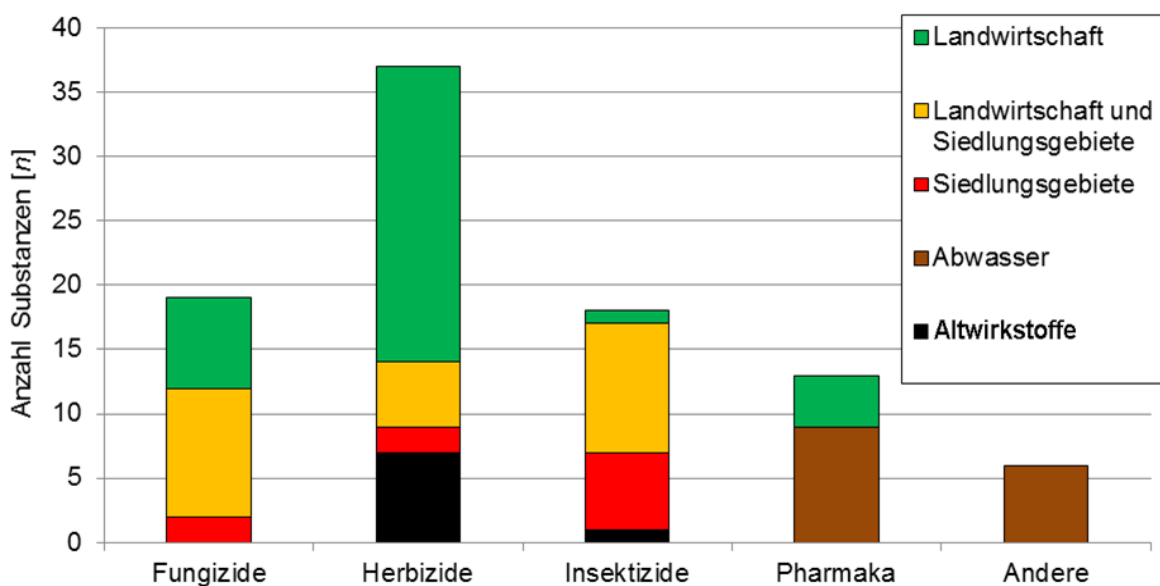


Abbildung 6: Einteilung der Zielsubstanzen nach Wirkspektrum und Herkunft oder Verwendung

Das in diesem Forschungsvorhaben untersuchte Substanzspektrum setzt sich demnach hauptsächlich aus PSM zusammen, wovon wiederum ein Großteil ausschließlich (grün) oder teilweise (orange) in der Landwirtschaft angewendet wird. Bei den Arzneimitteln können die meisten Zielsubstanzen ausschließlich der Humanmedizin zugeordnet werden, deren Eintrag ins Gewässer fast ausschließlich über häusliches Abwasser in die Oberflächengewässer gelangt. Bei den unter "Andere" zusammengefassten Analyten handelt es sich um synthetische Süßstoffe (Cyclamat, Saccharin, Sucralose), Korrosionsschutzmittel (Methylbenzotriazol und Benzotriazol) sowie um Triethylcitrat, welches als Lebensmittelzusatzstoff, Weichmacher und in Kosmetikprodukten verwendet wird. Für die meisten Substanzen betragen die MDL-Werte höchstens 30% der entsprechenden Umweltqualitätsnorm-Konzentrationen. Lediglich für Diflufenican (MDL 15 ng/l, UQN 9 ng/l, RAK 25 ng/l), Imidacloprid (MDL 2 ng/l, UQN 2 ng/l) und Fipronil (MDL 1.5 ng/l, RAK 0.77 ng/l) liegen sie unterhalb der geforderten Schwelle.

### 3.7.2. Analyse der Wasserproben mit LC-HRMS

Für alle durch das UFZ analysierten Schöpf-, Wochenmisch- und ereignisgesteuerten Proben wurde dieselbe Vorschrift angewendet. Alle Wasserproben wurden unfiltriert, aber nach Absetzung der Schwebstoffe auf dem Glasboden, verwendet. Die Proben wurden bis zur Messung bei -20 °C aufbewahrt.

Die Aliquote mit einem Volumen von jeweils 1 mL wurden für die Probenaufgabe in 2 ml-Braunglas-Schraubvials mit 25 µL MeOH, 25 µL einer Mischlösung von 40 isotopenmarkierten internen Standards (4 ng/ml, resultierende Endkonzentration 100 ng/l in der Probe) und 10 µL Ammoniumformiat-Puffer (2 mol/L; pH 3.5) versetzt.

Die Messung erfolgte mittels LC-HRMS an einem Thermo Ultimate 3000 LC, welches über eine ESI-Quelle an ein QExacte Plus MS (Thermo) gekoppelt war. Nach Injektion von 100 µL Probenvolumen wurde zur Trennung über eine C<sub>18</sub>-Säule (Phenomenex Kinetex c18 EVO, 50 x 2,1 mm, 2,6 µm Partikelgröße, mit Vorsäule 5 x 2;1 mm und 0;2 µm In-line-Filter) ein Wasser-MeOH-Gradient (beide Eluenten mit 0,1 % v/v Ameisensäure) mit einer Temperatur von 40 °C verwendet.

Die Messung am QExacte erfolgte in getrennten Läufen im positiven und negativen Modus. In beiden Fällen wurden eine Kombination aus Full Scan (m/z-Bereich 100 - 1000) bei einer Massenauflösung von 70.000 und datenunabhängiger MS/MS-Fragmentierung (DIA, data-independent acquisition) mit Isolationsbreiten von m/z = 50 (m/z-Bereich 100 - 450) bzw. m/z = 280 (m/z-Bereich 450 - 1000) bei einer Massenauflösung von 35.000 verwendet. Für die Kalibrierung wurden Standardlösungen in Matrix mit (filtriertem) Wasser aus dem anthropogen unbelasteten Wormsgraben (Oberharz), in MeOH gelösten Standards der Zielsubstanzen, den isotopenmarkierten internen Standards sowie Puffer analog zu den

Proben hergestellt. Der Kalibrierstufen umfassten die Analytkonzentrationen 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000 und 2000 ng/l. Überschritt eine Substanzkonzentration den höchsten Kalibrierstandard um mehr als 10 %, wurden die Probe entsprechend mit Wasser (LC-grade) verdünnt und erneut gemessen.

Zur Quantifizierung der einzelnen Substanzen wurden extrahierte Ionenchromatogramme des Full Scans (7 ppm Fensterbreite) verwendet, während die Isotopenmuster sowie 1 - 2 diagnostische MS/MS-Fragmente zur eindeutigen Identifizierung herangezogen wurden. Da nicht für jeden Analyten der entsprechende isotope markierte interne Standard zur Verfügung stand, wurde eine interne Quantifizierung jeweils über den internen Standard durchgeführt, dessen Retentionszeit die geringste Abweichung zu der des Analyten aufwies.

### 3.7.3. *Aufbereitung und Analyse der Chemcatcher-Extrakte mit LC-HRMS*

#### *Aufbereitung der exponierten Chemcatcher für die Analyse*

Die Aufarbeitung der polaren Chemcatcher für die Flüssigchromatographie erfolgte nach der geringfügig abgewandelten Vorschrift (polarer Chemcatcher für PSM-Wirkstoffe) der University of Portsmouth:

1. Chemcatcher wenn möglich am Probenort mit Probenwasser, sonst mit Milli-Q-Wasser abspülen.
2. Deckel und Oberteil des Chemcatchers in sauberer Umgebung abschrauben.
3. PES-Membran mit einer Edelstahlpinzette aufnehmen und verwerfen.
4. SDB-RPS-Disk in 25 mL-Schliffkolben überführen. 5 mL Aceton und 1 mL einer methanolischen Desisopropylatrazin-D5-Lösung (1 ng/ $\mu$ L) als Aufarbeitungsstandard hinzugeben und 15 min im Ultraschallbad extrahieren. Dabei darauf achten, dass der Stopfen nur locker aufsitzt und nicht durch den Dampfdruck des Acetons herausgedrückt wird!
5. Einen Spritzenfilter an einer ungefüllten SPE-Kartusche aus Glas befestigen (0,45  $\mu$ m CA-Filter; Sartorius, Göttingen, Deutschland), ein sauberes Evaporationsgefäß (Einengfinger) darunterstellen.
6. Den 25 mL-Schliffkolben aus dem Ultraschallbad nehmen, Außenseite abtrocknen und den Extrakt durch die vorbereitete Glaskartusche filtern. Der aceton-haltige Extrakt wird im Stickstoffstrom auf ca. 1 mL eingengt.
7. 5 mL MeOH in den 25 mL-Schliffkolben mit der SDB-RPS-Disk geben und 15 min im Ultraschallbad extrahieren.
8. Diesen Extrakt durch die Glaskartusche mit dem Spritzenfilter zu dem bereits eingengten Aceton-Extrakt geben und erneut im Stickstoffstrom abdampfen lassen. Den

25 mL-Schliffkolben erneut mit 5 mL MeOH füllen, 15 min ins Ultraschallbad stellen und durch die Glaskartusche filtern.

9. Der vereinigte Extrakt wird im Stickstoffstrom auf ca. 0,45 mL reduziert, dabei wird der Rand des Evaporationsgefäßes wiederholt mit MeOH gespült.
10. 100 µL einer methanolischen 10 ng/µL Lösung des internen Standards Atrazin-D5 werden als Volumenkontrolle zupipettiert, der Extrakt mit einer Pasteurpipette auf 1 mL aufgefüllt, homogenisiert und in ein 1,5 mL Braunglas-Schraubvial überführt.

Die Analyse der Chemcatcher-Extrakte erfolgte nach Zugabe des Internen Standard-Gemisches (Konzentration im Vial: 50 ng/ml) und Verdünnung im Verhältnis 1 : 2 (70 % MeOH zu 30 % Wasser im Vial) mit der gleichen LC-HRMS-Methode, die auch für die Wasserproben (Schöpf-, Wochenmisch- und ereignisgesteuerte Proben) verwendet wurde, jedoch wurde ein geringeres Injektionsvolumen von 10 µL injiziert. Die Kalibrierung der Analyten erfolgte mit einer Verdünnungsreihe der Standardlösung in 70 % MeOH zu 30 % Wasser.

#### *Auswertung der Chemcatcher-Ergebnisse*

Die Ergebnisse der instrumentellen Analytik liefern die Konzentrationen der untersuchten Zielsubstanzen im Chemcatcher-Extrakt. Dadurch lässt sich leicht die Analytmenge ermitteln, die der Chemcatcher während seiner Ausbringung aus dem umströmenden Gewässer adsorbiert hat. Damit dieser Wert dem Anwender Rückschlüsse auf die Analytkonzentration im Gewässer ermöglicht, wird in der Regel auf experimentelle Sammelraten zurückgegriffen, die zum Beispiel in einem kontrollierten Laborversuch (Kalibrierversuch) ermittelt werden können. Mit der Sammelrate  $R_S$  und der vom Chemcatcher akkumulierte Analytmenge  $m_S$  kann die Analytkonzentration im Gewässer nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$c_{TWA} = \frac{m_S}{R_S \cdot t}$$

Der Wert  $c_{TWA}$  bezeichnet die zeitgemittelten Durchschnittskonzentrationen während der Ausbringungszeit des Chemcatchers und kann am ehesten mit einer Mischprobe verglichen werden. Daher ist gerade bei schwankenden Konzentrationen im Gewässer eine schnelle Ansprechzeit des Chemcatcher von Bedeutung.

Die Sammelrate ist substanzspezifisch und variiert zudem mit äußeren Faktoren wie Wassertemperatur und insbesondere Fließgeschwindigkeit, was bei vielen Probenahmestellen in unterschiedlichen Gewässern umfangreiche Kalibrierdaten erfordern würde. Angesichts des umfangreichen Substanzspektrums im behördlichen Gewässermonitoring stellt dies einen enormen Kosten- und Arbeitsaufwand da, der einem

flächendeckenden Einsatz im Wege steht. In der praktischen Anwendung hat sich jedoch gezeigt, dass die substanzspezifischen Sammelraten im Vergleich zu anderen Faktoren vernachlässigbar sind. Unter denselben Expositionsbedingungen kann daher in guter Näherung eine Sammelrate für alle Substanzen angenommen werden (Escher et al. 2011). Allerdings wird durch den Chemcatcher nur der undissoziierte Anteil eines Analyten erfasst, auch durch biologischen Abbau oder Hydrolyse eines bereits gesammelten Analyten während der weiteren Exposition des Chemcatchers wird die eigentliche Wasserkonzentration unterschätzt. In der Praxis ist für die entsprechenden Substanzen eine niedrigere Sammelrate anzunehmen.

Experimentell ermittelte Sammelraten aus der Fachliteratur zeigen, dass die Sammelrate in erster Linie von der Fließgeschwindigkeit des Gewässers abhängt und nur geringfügig von der Wassertemperatur beeinflusst wird. Die Berechnung der Sammelrate in diesem Projekt erfolgte daher in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Fließgeschwindigkeit im Zeitraum der jeweiligen Exposition der Chemcatcher. Dafür wurde eine lineare Regression mit in der Literatur verfügbaren Sammelraten in Abhängigkeit von der Fließgeschwindigkeit durchgeführt. Für Substanzen mit potentiell niedrigerer Sammelrate wurde eine zweite Regression mit Literaturwerten durchgeführt, in die nur Substanzen mit folgenden Eigenschaften einbezogen wurden:  $\log D_{OW} < 1$  und Wasserlöslichkeit  $\log S_W > 1$  mol/L, außerdem instabile Substanzen mit einer Halbwertszeit  $t_{1/2} < \text{Expositionszeit}$  (14 Tage). Die Parameter der beiden Regressionsgleichungen sind in Tabelle 2 angegeben (Münze et al. 2015; Orlinskiy et al. 2015).

**Tabelle 2: Parameter zur Abschätzung der Sammelrate in Abhängigkeit von der Fließgeschwindigkeit**

| Sammelrate $R_s$ | Regressionsgleichung     | Parameter |        | max. $R_s$ bei |
|------------------|--------------------------|-----------|--------|----------------|
|                  | $R_s$ [L/d] ~ $v$ [cm/s] | $a$       | $b$    | $v$ [cm/s]*    |
| HOCH             | $R_s = a v + b$          | 0,0084    | 0,0138 | 20             |
| NIEDRIG          |                          | 0,0047    | 0,0004 | 30             |

\* bei höheren Fließgeschwindigkeiten erfolgt kein weiterer Anstieg der Sammelrate

### *Ermittlung der durchschnittlichen Fließgeschwindigkeit*

Zur Berechnung der Sammelraten wird die durchschnittliche Fließgeschwindigkeit herangezogen, die im Zeitraum der Exposition am Chemcatcher vorliegt. Die Messung der Fließgeschwindigkeit erfolgte *in situ* an jeder Probenahmestelle und für jede Ausbringung mit dem Einsatz von sogenannten Gipskartuschen (Plaster Flow Monitor - PFM), die zu Beginn des Forschungsvorhabens für die gesamte Untersuchung nach folgender Vorschrift präpariert wurden (O'Brien et al. 2009):

160 g KFO-Dentalgips 30 : 100 (Walter Stöber, Gotha, BRD) wird in 80 mL bidestilliertes Wasser klumpenfrei eingerührt und sofort in einen 120 mL-Plastikzylinder (Maße:

42 x 105 mm; Sarstedt AG & CO., Nürnberg, BRD) gegossen. Der komplett mit Gips befüllte Plastikzylinder wird sofort verschlossen und an seiner Rückseite mit einer Schlaufe zur Befestigung am Probenort versehen (Abbildung 7).



**Abbildung 7: Gipskartuschen, präpariert für Fixierung im Gewässer (links) und nach Ausbringung (rechts)**

Je eine ausgewogene Gipskartusche wird am Probenort geöffnet und in unmittelbarer Nähe der Chemcatcher so angebracht, dass sie denselben Strömungsbedingungen wie die Chemcatcher ausgesetzt ist. Sofort nach der Einholung wird die Gipskartusche wieder verschlossen (um weiteren Gewichtsverlust durch Austrocknen zu verhindern) und im Labor erneut gewogen. Der durch Auswaschung des Gipses verursachte Gewichtsverlust  $k_{\text{PFM}}$  wird zur Berechnung der durchschnittlichen Fließgeschwindigkeit  $v_{\text{PFM}}$  nach folgender Gleichung herangezogen (O'Brien et al. 2011):

$$v_{\text{PFM}} = \frac{k_{\text{PFM}} - 0,065}{0,164}$$

$v_{\text{PFM}}$  = durchschnittliche Fließgeschwindigkeit [cm/s]

$k_{\text{PFM}}$  = täglicher Gewichtsverlust [g/d]

#### 3.7.4. Analyse der Sedimentproben mit LC-HRMS und TOC

Zur Messung von *Extrakt 1* und *Extrakt 2+3* wurden jeweils ein 90  $\mu\text{l}$ -Aliquot in ein 2 ml-Braunglas-Schraubvial mit 200  $\mu\text{l}$ -Insert überführt und 10  $\mu\text{l}$  einer Lösung von 40



isotopenmarkierten internen Standards (1 µg/ml) zugegeben. Es wurde die gleiche LC-HRMS-Methode wie für die Wasserproben eingesetzt, jedoch wurde ein Injektionsvolumen von 5 µl verwendet. Zur Kalibrierung wurden neun Kalibrierstandards im Konzentrationsbereich von 0,1 bis 250 ng/ml im Vial jeweils für Extrakt 1 und Extrakt 2+3 in den entsprechenden Extraktionslösungsmitteln, wie sie nach der ASE vorliegen, angesetzt und analog den Sedimentproben aufgearbeitet.

### 3.8. Ökotoxikologische Effektbewertung

Die Gewässer im Einzugsgebiet wurden neben den Schadstoff-Konzentrationen auch im Bezug auf ökologische Effekte untersucht. Als Nicht-Ziel-Gemeinschaft im Gewässer wurden hierfür Makroinvertebraten, auch als Makrozoobenthos (MZB) bekannt, gewählt. Nach Vereinbarung mit dem LHW als Auftraggeber, wurden an insgesamt elf Probestellen drei MZB-Probenahmen von einem LHW-Unterauftragnehmer nach den Vorgaben der WRRL durchgeführt. Die Probenahmen erfolgten einmal vor Belastung (März 2016) und zweimal während der Belastungsperiode (Mai und Juni 2016). Das MZB wurde nach Vorgabe auf Art-Niveau bestimmt und ausgezählt. Die Abundanzen der Makroinvertebraten wurden als Abundanzklassen und Individuen pro m<sup>2</sup> angegeben. Eine Übersicht zu den detektierten Taxa pro Messstelle ist in Tabelle 15 gegeben. Die genauen Abundanzen pro Probenahme wurden gemeinsam mit den chemischen Analysen in einer Excel-Tabelle zusammengefügt und dem LHW übergeben.

Für die MZB-Gemeinschaften an allen elf Stellen wurden verschiedene Indikatoren, wie zum Beispiel  $SPEAR_{pesticides}$ , der Saprobienindex (SI) oder die allgemeine Degradation (AD) berechnet. Für die sechs Probestellen, wo PSM und MZB gemeinsam erfasst wurden, erfolgte eine ökotoxikologische Bewertung auf Basis der ereignisgesteuerten Proben und Schöpfproben, da diese Daten für fast alle untersuchten Probestellen vorlagen (Ausnahme Kriebuschbach). Zusätzlich zu den sechs Messstellen wurde eine Referenzstelle im Wald oberhalb von Querfurt in die chemisch-biologischen Analysen einbezogen (N-00524).

#### 3.8.1. *Toxische Einheiten (Toxic Unit – TU)*

Die toxische Einheit ist ein Maß für die Toxizität einer gemessenen PSM-Konzentration und dem substanzspezifischen  $LC_{50}$  für *Daphnia magna* (Peterson 1994). Bei der Stoffgruppe der Neonicotinoide wird jedoch ein aquatisches Insekt (Standardtestorganismus *Chironomus riparius*) oder *Hyalella azteca* als Referenzorganismus verwendet, da die Insekten oder *H. azteca* sensitiver auf die Neonicotinoide reagieren als Daphnien. Zur Bewertung einer PSM-

Mischung an einer Probestelle wird entweder die toxischste Substanz  $TU_{max}$  identifiziert oder für das gesamte Substanzgemisch die  $TU_{Summe}$  berechnet (Schäfer et al. 2007; Liess und von der Ohe 2005).

Zur Ermittlung der maximalen toxischen Belastung ( $TU_{max}$ ) jeder Probestelle und jedes Probedatums, wird zunächst die TU für jede Substanz ( $i$ ) anhand der gemessenen Konzentrationen ( $c_i$ ) und dem akuten  $LC_{50i}$  für *Daphnia magna* mit unten aufgeführter Gleichung 1 berechnet. Die  $TU_{max}$  wird anschließend anhand der Substanz mit dem höchsten TU-Wert ermittelt.

$$TU_i = \log\left(\frac{c_i}{LC50_i}\right) \quad (1)$$

Für die Ermittlung der Toxizität des Stoffgemisches an jeder Probestelle, wird zusätzlich die  $TU_{Summe}$  berechnet. Die Berechnung der Summen-TU ( $TU_{Summe}$ ) an jeder Probestelle wird auf Basis aller gemessenen PSM-Konzentrationen pro Probenahme mit folgender Formel 2 ermittelt:

$$TU_{Summe} = \log \prod_{i=1}^n \frac{c_i}{LC50_i} \quad (2)$$

wobei n die Anzahl aller gemessenen PSM-Konzentrationen angibt,  $c_i$  die Konzentration pro Substanz i und  $LC50_i$  die akute, lethale Konzentration pro Substanz i, wo eine Mortalität von 50% beim Referenzorganismus unter Laborbedingungen gemessen wurde (*Daphnia magna* oder *Chironomus riparius*).

Die TU-Werte sind logarithmiert und geben die Belastung der Probestellen wieder, wie in Tabelle 3 veranschaulicht wird.

**Tabelle 3: Übersicht zur Interpretation der TU-Werte ( $TU_{max}$  oder  $TU_{Summe}$ ) nach Liess und von der Ohe (2005).**

| Toxic Unit (TU) | Belastung  |
|-----------------|--|
| - 5             | unbelastete Referenzstelle                         |
| - 4             | kaum   |
| - 3             | gering   |
| - 2             | mittel   |
| - 1             | hoch   |
| 0               | dramatisch (entspricht dem $LC_{50}$ Referenzwert) |

### 3.8.2. $SPEAR_{pesticides}$

$SPEAR_{pesticides}$  (Species At Risk) ist ein eigenschafts-basierter Bioindikator, der spezifischen Umweltstress mit der Ausprägung von Arteigenschaften in aquatischen Lebensgemeinschaften verbindet (Liess und von der Ohe 2005). Die Häufigkeit des Auftretens der entsprechenden Arteigenschaften in einer Gemeinschaft ist ein quantitatives Maß für die Stärke und die ökologische Wirkung des spezifischen Umweltstresses. Die weitere Entwicklung zu  $SPEAR_{pesticides}$  erfolgte anhand eines Datensatzes von Fließgewässern in der Region Braunschweig mit einer ereignisgesteuerten Expositions-Erfassung und mehrfachem MZB-Monitoring (Liess und von der Ohe 2005). Anschließend wurde das Indikatorsystem europaweit und weltweit durch Freilandstudien validiert (Schäfer et al. 2012; Schäfer et al. 2007). Auch in künstlichen Fließgewässern (Mesokosmen) wurde die Anwendbarkeit des SPEAR-Indexes untersucht (Liess und Beketov 2011). Der  $SPEAR_{pesticides}$ -Index wird nach folgender Formel 3 berechnet:

$$SPEAR_{pesticides} = \frac{\sum_{i=1}^n \log(x_i + 1) \cdot y}{\sum_{i=1}^n \log(x_i + 1)} \cdot 100 \quad (3)$$

wobei  $n$  die Anzahl aller aufgenommenen Taxa angibt,  $x_i$  die Abundanz pro Taxon  $i$  und  $y$  (0/1) wird auf 1 gesetzt, wenn die Art als PSM-sensitiv eingestuft wird (Liess und von der Ohe 2005).

Der  $SPEAR_{pesticides}$ -Wert indiziert damit den Anteil der Individuen aller sensitiven Arten in einer aquatischen Gemeinschaft. Durch die Wahl der entsprechenden Eigenschaftskombinationen sind in unbelasteten Gewässern etwa 50% der Individuen als sensitive Arten klassifiziert. Entsprechend des Auftretens von Invertebratengemeinschaften in ländlichen Räumen wurde in Anlehnung an die Wasserrahmenrichtlinie ein fünf-stufiges Klassifizierungssystem abgeleitet (Beketov et al. 2009), wie es in Abbildung 8 dargestellt ist. Zusätzlich ist für den  $SPEAR_{pesticides}$ -Indikator bekannt, dass die Präsenz von Refugien im Oberlauf der Messstelle einen positiven Einfluss auf die MZB-Gemeinschaften haben und somit dem PSM-Effekt bis zu einem gewissen Grad entgegenwirken können (Orlinskiy et al. 2015; Schäfer et al. 2012). Ein Refugium stellt einen unbelasteten Abschnitt im Oberlauf dar, wodurch sensitive Arten in den Unterlauf migrieren können. Aufgrund der wenigen Stellen wurde jedoch in den hier vorgestellten Untersuchungen auf eine Unterteilung der Stellen nach dem Vorhandensein von Refugien verzichtet.

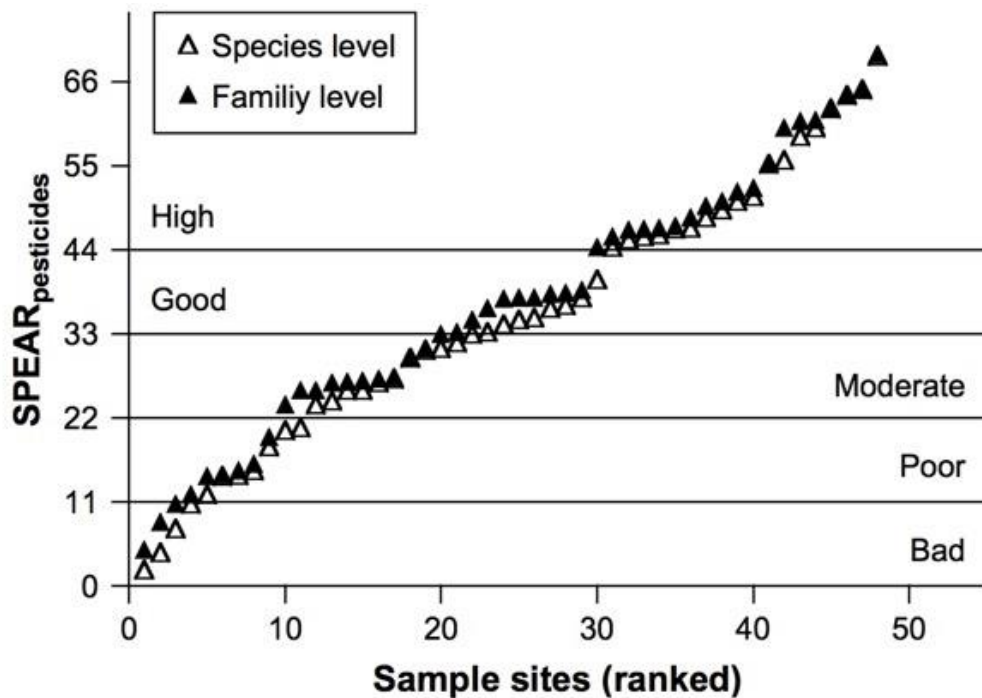


Abbildung 8: Klassifizierung von Invertebratengemeinschaften in landwirtschaftlich geprägten Räumen in Anlehnung an die Wasserrahmenrichtlinie (Beketov et al. 2009)

### 3.8.3. Andere Indizes zur allgemeinen Degradation (ASTERICS)

Als zusätzliches Bewertungskriterium für die Probestellen wurde das Modul „Allgemeine Degradation“ mit der ASTERICS-Software (Version 4.04) berechnet (Meier et al. 2006). Dieses Modul besteht aus einzelnen Indikatoren, welche miteinander verrechnet werden und als Ergebnis eine Einstufung auf einer 5-skaligen Qualitätsklasse („sehr gut“ bis „schlecht“) liefern. Das Modul spiegelt dabei die Wirkung von Stressoren wie Degradation der Gewässermorphologie, PSM und Landnutzung auf die benthische Invertebratengemeinschaft wieder. Folgende Indikatoren wurden somit zusätzlich zum SPEAR<sub>pesticides</sub>-Indikator berechnet und ausgewertet:

1. Deutscher Faunaindex (DFI)
2. Anteil der EPT-Arten (EPT [%])
3. Epirhithral-Anteil (Epirhithral [%])
4. Rheoindex
5. Saprobienindex (SI)
6. Score für die Allgemeine Degradation (AD)

### 3.9. Gewässergüte und Abiotikparameter

Die Aufnahme der Abiotikparameter erfolgte zu den Zeitpunkten der Ausbringung/Einholung der Passivsammler und der ereignisgesteuerten Proben. Folgende, in **Tabelle 4** dargestellte Parameter wurden dabei aufgenommen und als Excel-Tabelle übergeben:

**Tabelle 4: Überblick über die aufgenommenen Abiotikparameter und Bestimmungsmethoden**

| Parameter            | Methode  |
|----------------------|--|
| Gelöster Sauerstoff  | Portavo® 907 Multi (Knick Elektronische Messgeräte GmbH & Co. KG, Berlin, Germany) |
| Sauerstoff-Sättigung | Portavo® 907 Multi (Knick Elektronische Messgeräte GmbH & Co. KG, Berlin, Germany) |
| pH-Wert              | Portavo® 907 Multi (Knick Elektronische Messgeräte GmbH & Co. KG, Berlin, Germany) |
| Leitfähigkeit        | Portavo® 907 Multi (Knick Elektronische Messgeräte GmbH & Co. KG, Berlin, Germany) |
| Wassertemperatur     | Portavo® 907 Multi (Knick Elektronische Messgeräte GmbH & Co. KG, Berlin, Germany) |
| Wassertiefe          | Metermaß   |

### 3.10. Landnutzung

Die angrenzende Landnutzung im Oberlauf der Probestellen wurde anhand aktuell verfügbarer ATKIS-Daten (Erhebung 2015) bestimmt. Dafür wurde in ArcGIS 10.1 eine Pufferzone von 100 m auf jeder Uferseite bis 1,5 km im Oberlauf der Probestelle gebildet und diese mit den ATKIS-Landnutzungsdaten verschnitten. Diese Bestimmung der Landnutzung in der angrenzenden Pufferzone erfolgte auf Basis vorheriger Studien, die gezeigt haben, dass innerhalb des 100m-Puffers und der 1,5 km oberhalb der Probestelle ein direkter Einfluss der Landnutzung auf die MZB-Gemeinschaft beobachtet werden konnte (Bunzel et al. 2014). Die Erfassung der Landnutzung erfolgte mit einem Fokus auf Landwirtschaft (ATKIS-Objektart 43001) und Siedlungsflächen (ATKIS-Objektarten 41002, 41006 und 41008). Für die ackerbaulichen Flächen wurden in der Objektart 43001 die Flächen der „Wertarten“ 1010 (Ackerland), 1011 (Streuobstacker) und 1012 (Hopfen) von als ackerbauliche Landnutzung betrachtet. Für die Messstellen mit einem hohen Anteil an Ackerland (Anteil „Wertart“ 1010 > 80% der Fläche der Objektart 43001) wurde der Flächenanteil der Objektart 43001 an der Gesamtfläche im Puffer berechnet. Nur für die Messstelle Querne/Weida Pegelhaus war der Anteil an Ackerland in der Objektart 43001 < 80%. Deswegen wurde hier der Flächenanteil von der „Wertart“ 1010 an der Gesamtfläche direkt berechnet.

Für die Siedlungsflächen wurden die drei oben genannten ATKIS-Objektarten zu einer Gesamtsiedlungsfläche aufaddiert und der Anteil an der Gesamtfläche im Puffer berechnet.

Für die Referenzstelle (N-00524) wurde als Landnutzung in der Pufferzone 0% Ackerland und 0% Siedlungsfläche angenommen.

## **4. Ergebnisse und Diskussion**

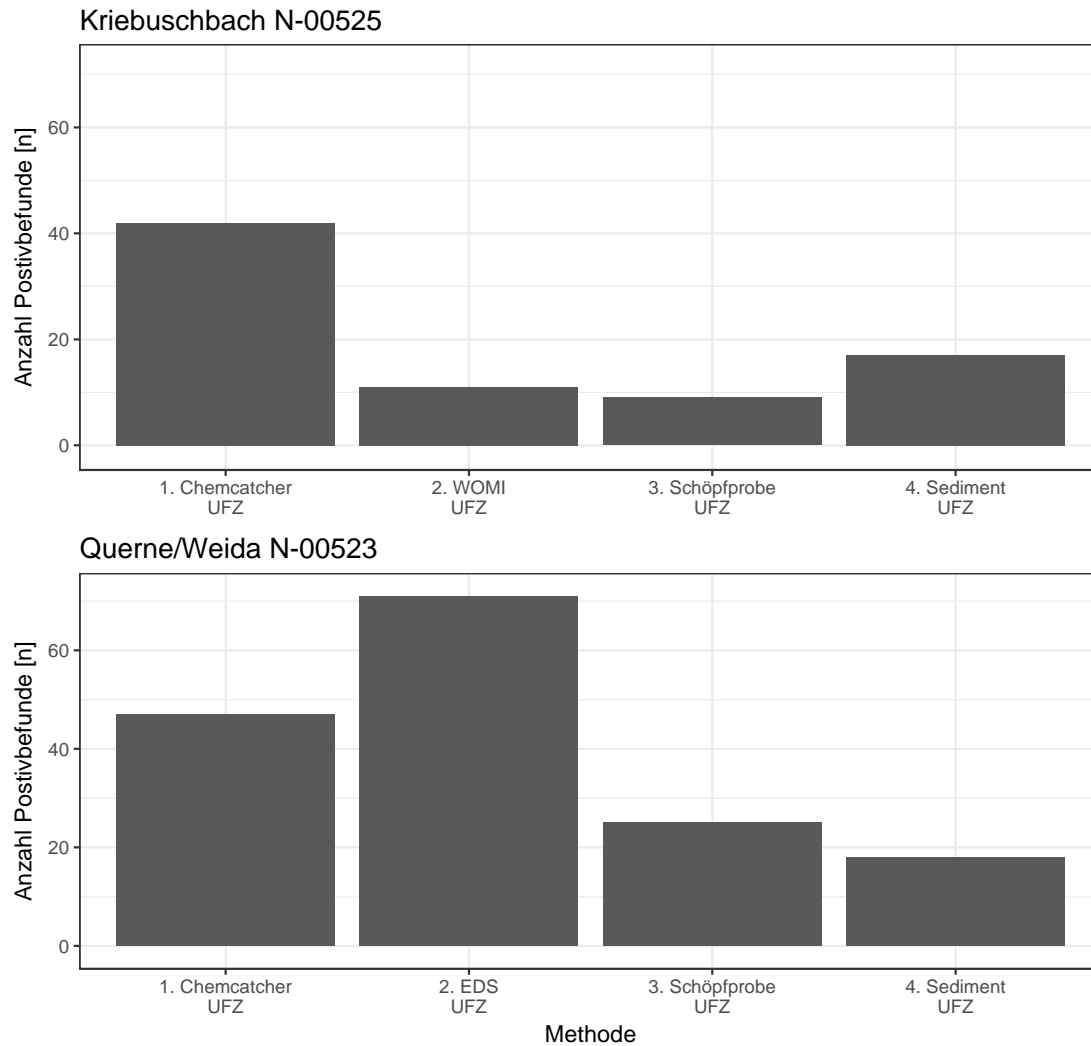
### 4.1. Vergleich der Methoden zur Expositionsmessung

Der Vergleich der einzelnen Probenahmemethoden erwies sich zum Teil schwierig, da nicht alle Arten von Probenahmemethoden für alle Probestellen durchgeführt wurden. So traten am Standort Kriebuschbach keine Abflussereignisse auf und für das UFZ waren keine Wochenmischproben des Standorts Querne/Weida verfügbar. Zudem waren in den Wochenmischproben der LLG und den LHW-Schöpfproben die Bestimmungsgrenzen für einige Substanzen über 10 ng/l, was zu vielen fehlenden Konzentrationen im niedrigen Bereich führte. Aus diesem Grund fokussiert der allgemeine Vergleich der einzelnen Messmethoden vor allem auf die Anzahl an Positivbefunden (= Anzahl der detektierten Stoffe pro Probenahme und Probestelle) und die Messbereiche für die einzelnen Probenahmemethoden. Im Abschnitt 4.1.3 werden für wenige Stoffe und Standorte weitere Vergleiche beschrieben.

#### *4.1.1. Positivbefunde*

Für den Überblick zu den detektierten Substanzen nach den verschiedenen Probenahmemethoden, wurden die maximalen Positivbefunde pro Probenahme an jeder Messstelle verglichen. Dieser Vergleich der maximalen Positivbefunde sagt etwas darüber aus, wie viele Stoffe bei welcher Probenahmemethode über dem Detektionslimit erfasst wurden. Die Höhe der Konzentration oder ökotoxikologische Relevanz spielt bei dieser Darstellung keine Rolle. Die Schöpfproben aus dem behördlichen Überwachungsprogramm des LHW und Wochenmischproben, welche nicht vom UFZ gemessen wurden, wurden bei dem Vergleich nicht berücksichtigt, da das Stoffspektrum kleiner und das Bestimmungslimit höher war. Diese Unterschiede zwischen den Messungen am UFZ und über den LHW, bzw. LLG beeinträchtigen die direkte Vergleichbarkeit der Probenahmemethoden und erfordern eine Diskussion, welche über die eigentlichen Fragestellungen der vorliegenden Studie hinausführt.

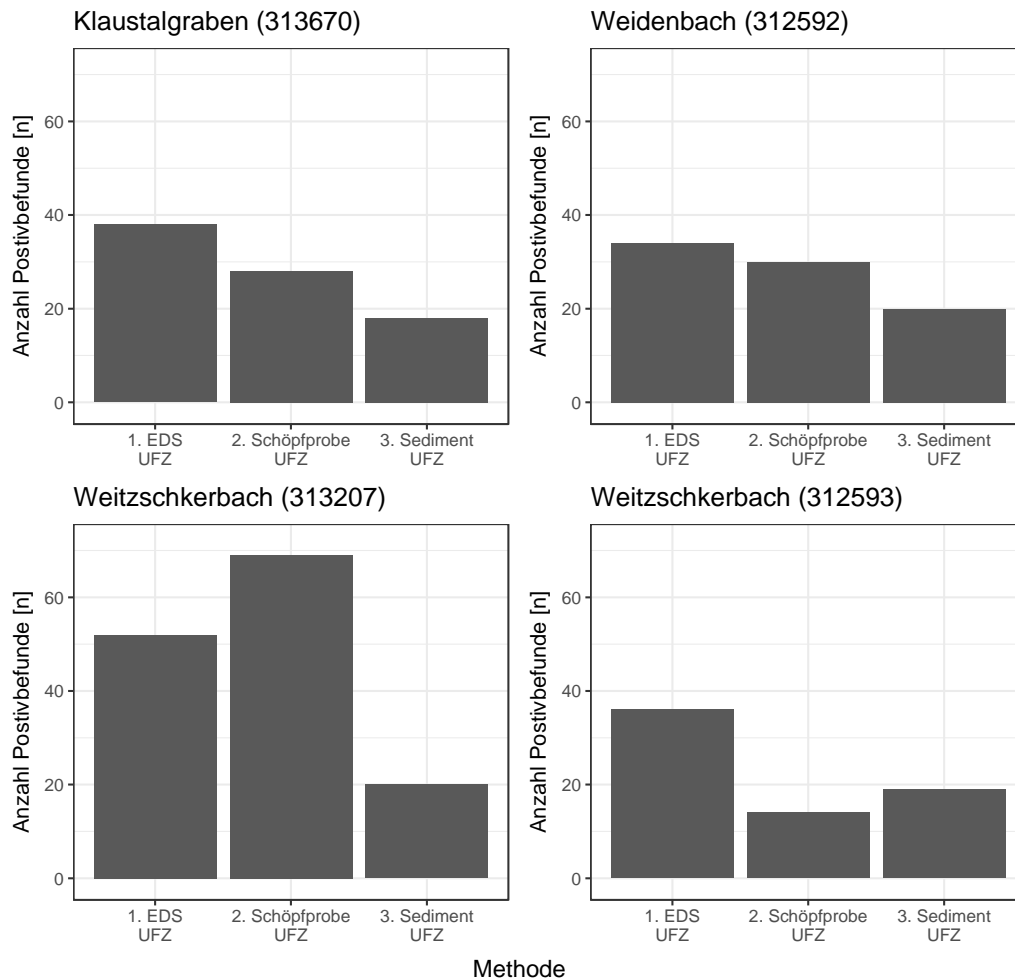
Bei dem Vergleich der Positivbefunde an den zwei Hauptprobestellen (Abbildung 9) konnte beobachtet werden, dass die meisten PSM-Wirkstoffe mit den Passivsammlern und ereignisgesteuerten Proben detektiert wurden. Das entspricht den Ausgangserwartungen, da Passivsammler und ereignisgesteuerte Proben so genommen wurden, um Eintragsereignisse von PSM direkt zu erfassen.



**Abbildung 9: Überblick maximale Positivbefunden pro Probenahme an den zwei Hauptstandorten**

Die Darstellung umfasst Passivsammler (Chemcatcher), Wochenmischproben (WOMI), Schöpfproben, ereignisgesteuerte Proben (EDS) und Sedimentproben an den Messstellen Kriebuschbach (N-00525) und Querne/Pegelhaus (N-00523). Es wurden hier nur Proben verglichen, welche am UFZ gemessen und ausgewertet wurden.

Bei den Probestellen am Klaustalgraben, Weidenbach und Weitzschkerbach zeigt sich ein ähnliches Bild. Bis auf eine Probestelle wurden bei den ereignisgesteuerten Proben die höchsten Positivbefunde pro Probenahme detektiert (Abbildung 10). Nur bei der Probestelle am Weitzschkerbach (313207) wurden mehr Substanzen in der Schöpfprobe als in der ereignisgesteuerten Probe gemessen. Da die Schöpfproben vom UFZ aber jeweils sehr kurz nach einem Ereignis (siehe Kapitel 3.2) genommen wurden, lässt sich so die Ähnlichkeit der Anzahl der detektierten Substanzen erklären.



**Abbildung 10: Überblick maximale Positivbefunde pro Probenahme für alle vorliegenden Probenahmemethoden an den Messstellen Klaustalgraben (313670), Weidenbach (312592) und Weitzschkerbach (313207, 312593)**

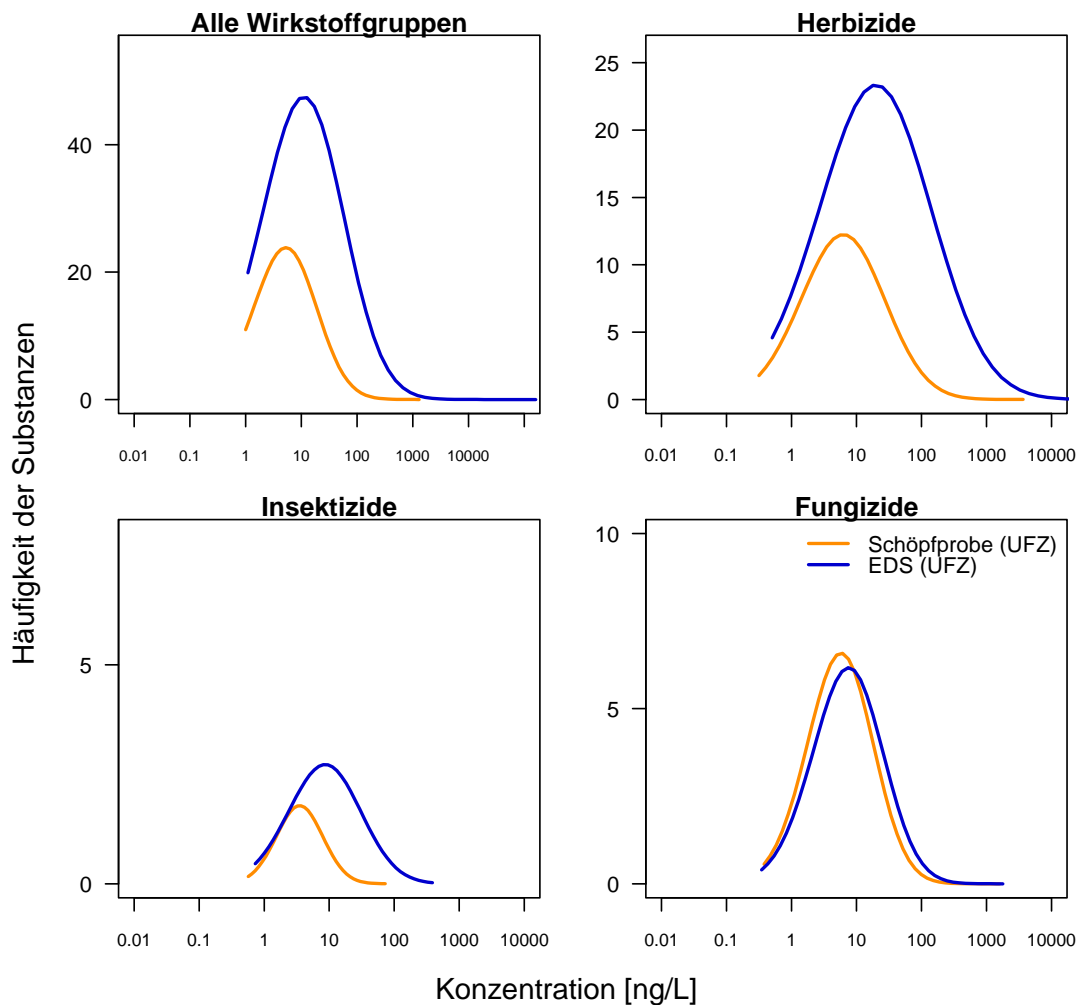
#### 4.1.2. Messbereiche im Vergleich

Im folgenden Kapitel wurden die Messbereiche der UFZ-Schöpfproben und ereignisgesteuerten Proben verglichen, welche an allen chemisch-ökologisch untersuchten Messstellen (Ausnahme Kriebuschbach) gemessen wurden.

Bei dem Vergleich der Messmethoden wurde die Häufigkeitsverteilung aller gemessenen Wirkstoffkonzentrationen pro Methode über alle Probenahme-Standorte und den gesamten Untersuchungszeitraum erfasst. Es zeigte sich, dass in den ereignisgesteuerten Proben im Vergleich zu den Schöpfproben höhere Konzentrationen (Konzentrationspitzen, im Durchschnitt etwa 3-4 mal höher) detektiert wurden. Dieser Unterschied ist besonders deutlich für die Gruppe der Herbizide und Insektizide. Im Vergleich dazu liegen bei den Fungiziden die Messbereiche für die einzelnen Probenahmemethoden relativ ähnlich (Abbildung 11). Diese Ähnlichkeit kann daran liegen, dass sich Fungizide, Herbizide und



Insektizide in ihrer Anwendung und den Eintragspfaden in die Gewässer unterscheiden. Genauere Ursachen müssten jedoch hier noch besser analysiert werden.



**Abbildung 11: Vergleich der Konzentrations-Messbereiche für Schöpfproben und ereignisgesteuerte Proben (EDS) über alle Wirkstoffgruppen hinweg (Herbizid, Insektizid, Fungizid) und getrennt für die einzelnen Wirkstoffgruppen**

Die Kurven entsprechen den Häufigkeitsverteilungen aller gemessenen Wirkstoffkonzentrationen pro Probenahmemethode über alle Messstellen.

#### 4.1.3. Vergleich für Einzelsubstanzen und Standorte

Ein Vergleich der Probenahmemethoden wird im Folgenden für einzelne Standorte und Einzelsubstanzen mit einer großen Zahl an Positivbefunden durchgeführt. Abbildung 12 zeigt einen Vergleich für die Konzentrationen von Bentazon und Tebuconazol in allen Proben der Standorte Kriebuschbach (N-00525) und Querne/Weida (N-00523), Abbildung 13 einen Vergleich der Konzentrationen von Terbutylazin und MCPA am Standort Querne/Weida (N-00523). Es zeigt sich häufig eine akzeptable Übereinstimmung der aus den Passivsammlern abgeschätzten Wasserkonzentrationen in der Größenordnung der gemessenen Konzentrationen in den Mischproben. Dies trifft insbesondere für den Standort Kriebuschbach zu, an

dem keine größeren Abflussereignisse stattfanden (wenngleich die Datenlage hier sehr dünn ist), wie durch das Fehlen von ereignisgesteuerten Probenahmen belegt wird. Für Fenpropimorph lagen die anhand der Passivsammler geschätzten Konzentrationen erheblich über denjenigen der Wochenmischproben, was eventuell auf Verluste der relativ hydrophoben Substanzen ( $\log K_{OW}$  um 5) an den Leitungen und PE-Flaschen der automatischen Probennehmer hindeutet, die häufig zu Sorptionsverlusten hydrophober Substanzen führen (Hebig et al., 2014). Allerdings kann auch eine Überschätzung der Wasserkonzentrationen anhand der Passivsammler nicht ausgeschlossen werden. Umgekehrt liegen die mittels Passivsammler geschätzten Konzentrationen von sehr hydrophilen Substanzen (Benzotriazol, Süßstoffe) deutlich unter den direkt gemessenen Wasserkonzentrationen, da ihre Aufnahme in die Passivsammler vermutlich überschätzt wird. Die Bestimmung der Konzentrationen in den gleichen Wochenmischproben durch UFZ und LLG zeigt insgesamt eine gute Übereinstimmung der Messwerte.

Durch die ereignisgesteuerten Proben wurden häufig Konzentrationsspitzen erfasst, welche sich in den Passivsammler- und Wochenmischproben teilweise durch höhere Konzentrationen im betreffenden Zeitraum widerspiegeln (z.B. für Bentazon am 01.06.2016, in welchen das Ereignis vom 24.05.2016 mit erfasst ist). Einzelne Schöpfproben zeigen zum Teil auch Konzentrationsspitzen an, welche im Nachgang einer ereignisgesteuerten Probe (UFZ) oder zufällig an Tagen mit Spitzenkonzentrationen (z.B. Schöpfproben LHW in der Querne/Weida vom 24.05.2016) genommen wurden.

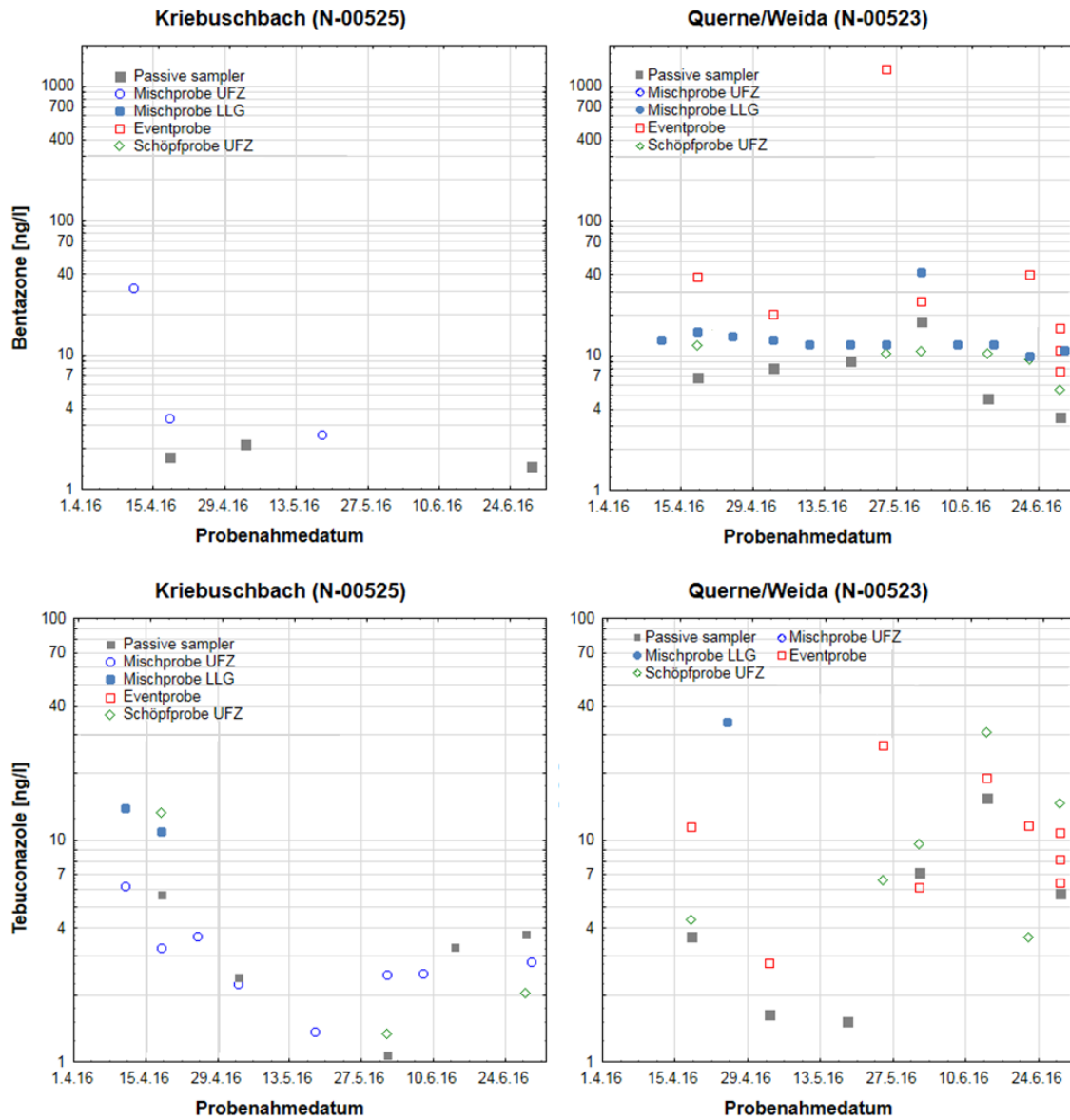
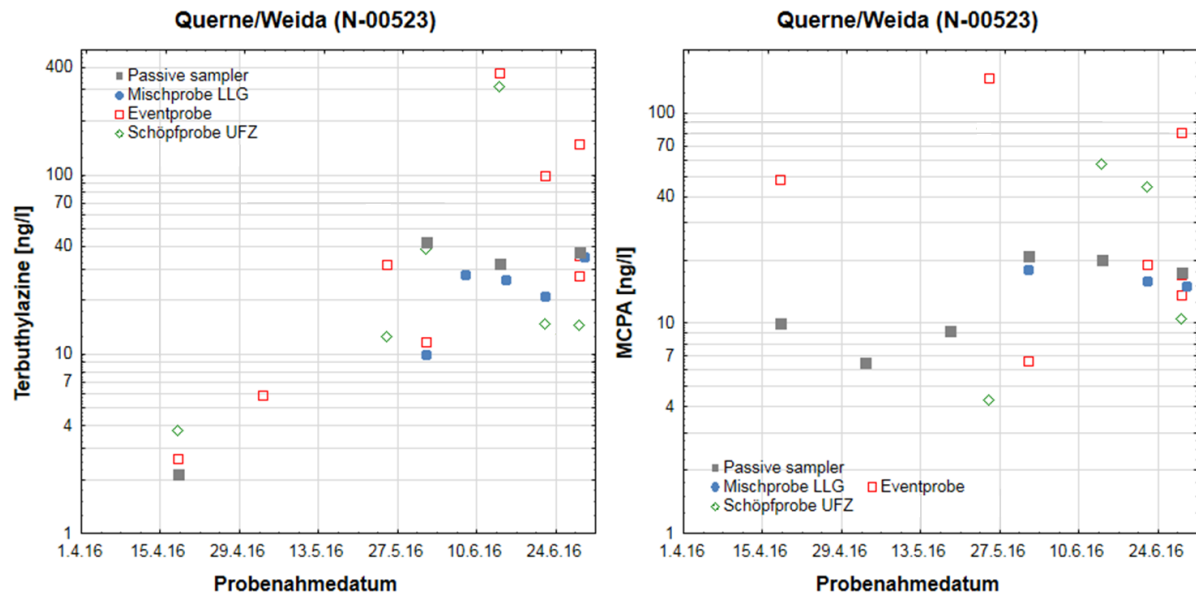


Abbildung 12: Konzentrationen von Bentazon und Tebuconazol in allen Probenahmemethoden der Standorte Kriebusbach (N-00525) und Querne/Weida (N-00523)

Dargestellt ist jeweils das Enddatum der Probenahme bei Passivsammlern und Wochenmischproben.

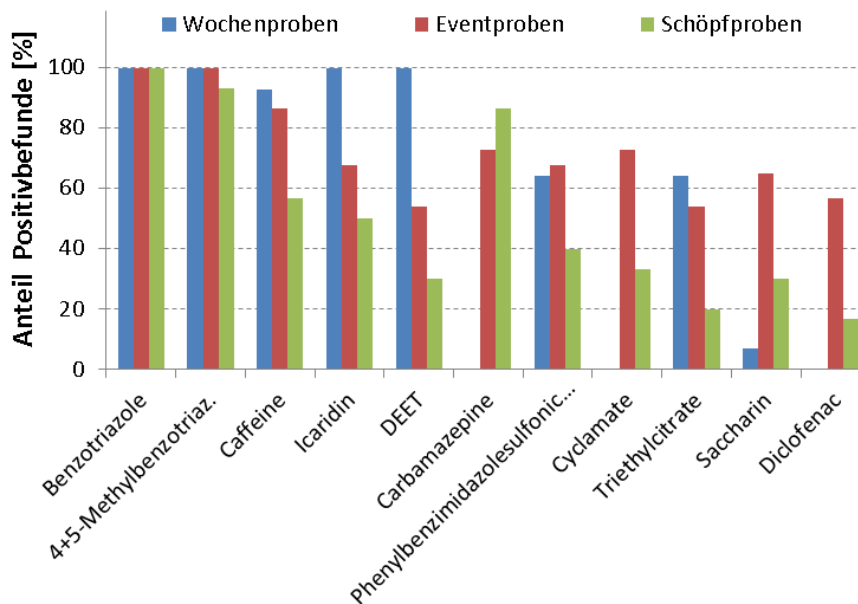


**Abbildung 13: Konzentrationen von Terbutylazin und MCPA in allen Probenahmemethoden des Standorts Querne/Weida (N-00523)**

Dargestellt ist jeweils das Enddatum der Probenahme bei Passivsammlern und Wochenmischproben.

#### 4.2. Vorkommen und Konzentrationen von Abwassermarkern in Wasserproben

Die Untersuchung einer Reihe von Abwassermarkern soll Rückschlüsse darauf erlauben, in welchem Umfang häusliches Abwasser in die untersuchten Fließgewässer eingetragen wird. Die Detektionshäufigkeit für die häufigsten Substanzen ist in Abbildung 14 dargestellt. Benzotriazol konnte in allen untersuchten Proben nachgewiesen werden, die (chromatographisch nicht getrennten) Isomere 4- und 5-Methylbenzotriazol in nahezu allen Proben. Diese Korrosionsschutzmittel werden neben industriellen Anwendungen vor allem in Haushalts-Spülmaschinenmitteln eingesetzt. Koffein und der UV-Filter Phenylbenzimidazol-sulfonsäure wurden ebenfalls in der Mehrzahl der Proben gefunden, der Weichmacher Triethylcitrat und der Süßstoff Saccharin in einer niedrigeren Anzahl. Dagegen konnten die Arzneimittel Carbamazepin, Diclofenac und der Süßstoff Cyclamat ausschließlich in den ereignisgesteuerten Proben und Schöpfproben nachgewiesen werden. Die Detektionshäufigkeiten der anderen sieben untersuchten Abwassermarker lagen dagegen zwischen 0 % (Sulfamethoxazol, 2-Hydroxycarbamazepin) und 2,5 % (Diphenhydamin, Acetyl-Sulfamethoxazol, Sucralose, Triclosan) bzw. bei 12 % (Sulfapyridin).



**Abbildung 14: Häufigkeit der Positivbefunde von elf der 18 Abwassermarker in Wochenmischproben, Schöpfproben und ereignisgesteuerten Proben (Messdaten des UFZ). Messdaten des UFZ**

Ein Großteil der Einwohner im Einzugsgebiet ist an die Kläranlage (KA) Rollsdorf oder KA Karsdorf zur zentralen Abwasserreinigung angeschlossen. Für alle Gewässer im Untersuchungsgebiet wurde aber auch über den LHW angegeben, dass Einwohner vereinzelt dezentral an die Abwasserentsorgung angeschlossen waren (Stand 2014). Allein für den Klaustalgraben wurde nur ein dezentraler Anschluss aller Einwohner angegeben.

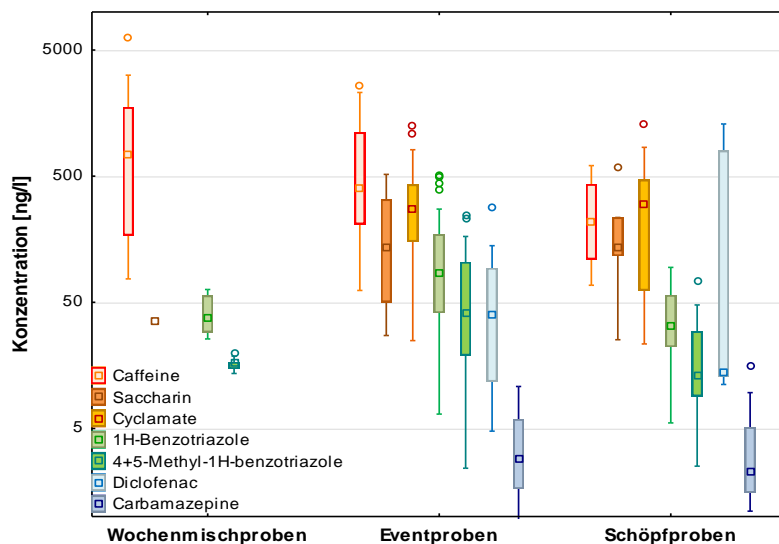
Die Konzentrationen der Abwassermarker (Abbildung 15) lagen allgemein in den ereignisgesteuerten Proben und Schöpfproben in ähnlichen Größenordnungen. Die Medianwerte waren in den ereignisgesteuerten Proben für die meisten Substanzen etwas höher. Dagegen waren mit Ausnahme von Koffein die Mediankonzentrationen, wie auch Detektionshäufigkeiten in den Wochenmischproben deutlich niedriger. Zwischen den einzelnen Probestellen zeigten sich keine erkennbaren Unterschiede der Konzentrationen.

Diese Befunde belegen klar, dass es über den gesamten Probenahme-Zeitraum auch zu einem Eintrag von häuslichem Abwasser in die untersuchten Fließgewässer kam. Das Auftreten von Koffein, wie auch der Süßstoffe Cyclamat und Saccharin in relativ hohen Konzentrationen, zeigt einen Eintrag von unbehandeltem Abwasser an, da diese Substanzen in Kläranlagen zu >90% abgebaut werden (Buerge et al. 2003; Scheurer et al. 2011).

Mögliche Ursachen der Belastung mit ungeklärtem Abwasser sind daher zum einen Einträge aus undichten Abwasserkanalsystemen oder aus Regenentlastungen von Mischkanalisationen, sofern die Siedlungen an die zentrale Abwasserentsorgung angeschlossen sind. Für Siedlungen, welche nicht an zentralisierte Abwasserentsorgungen angeschlossen sind (Beispiel Einzugsgebiet Klaustalgraben), können erlaubte Direkteinleitungen von

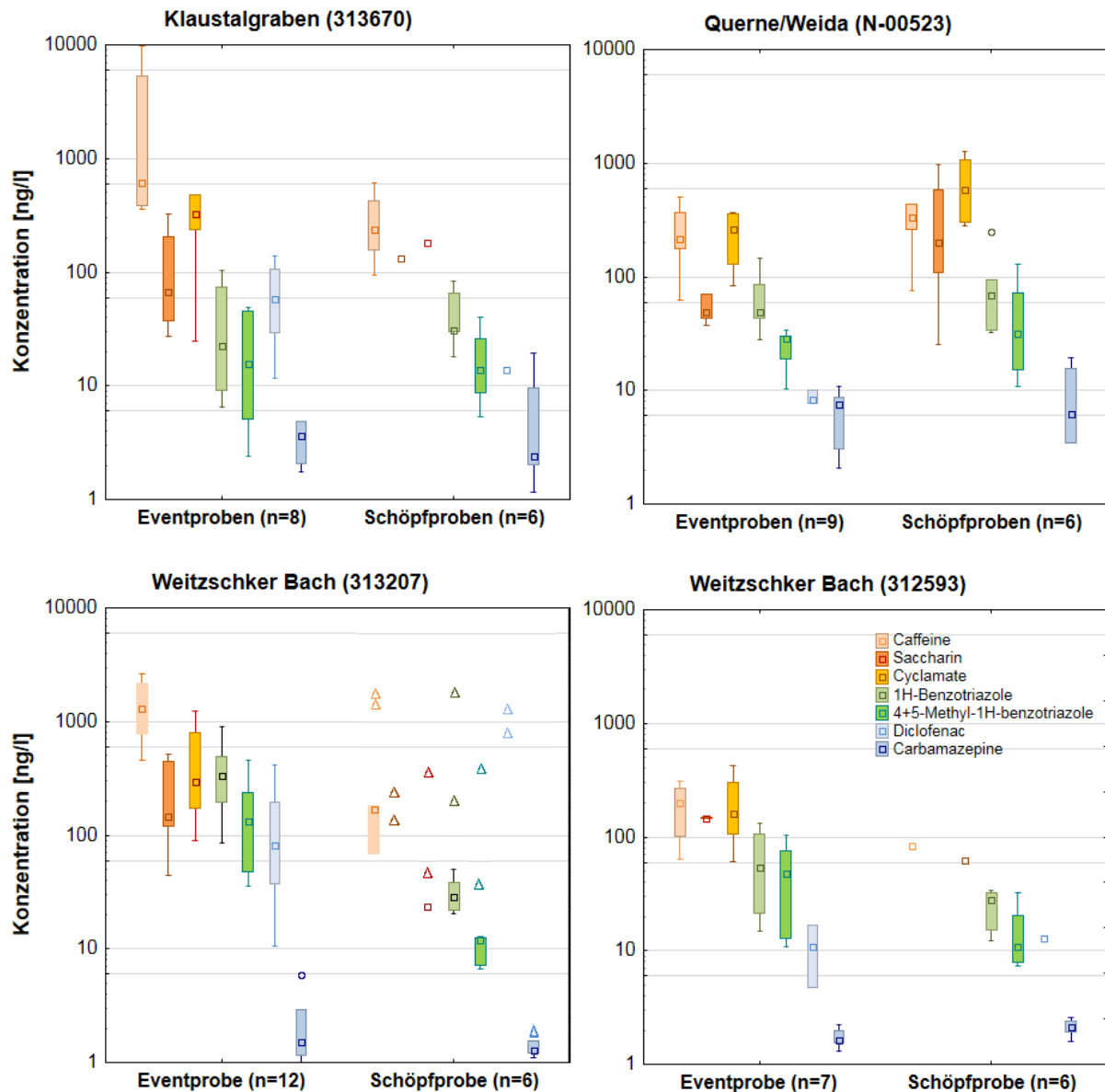
häuslichem Abwasser oder Austräge von behandeltem Abwasser aus Kleinkläranlagen über den Grundwasserpfad oder Entwässerungsgräben (sogenannte „Bürgermeistergräben“) erfolgen.

Basierend auf den gefundenen Carbamazepin-Konzentrationen im Bereich zwischen 1 ng/l und meist unter 10 ng/l liegt der Anteil an häuslichem Abwasser in den Proben im niedrigen Prozent- oder im Promillebereich, wenn man die typischen Konzentrationen von Carbamazepin in Kläranlagenzulauf in Deutschland von etwa 0,5-1 µg/l (Bahlmann et al., 2014; LUBW, 2014) auch für häusliches Abwasser im Untersuchungsgebiet zugrunde legt. Im Vergleich der einzelnen Standorte wiesen die Proben aus dem Kriebuschbach die niedrigsten Konzentrationen an Abwassermarkern auf. Es konnten in den Wochenmischproben und Schöpfproben nur Koffein, Benzotriazol/Methylbenzotriazol sowie Saccharin nachgewiesen werden. Trotz des Bachverlaufs außerhalb geschlossener Ortschaften sind abwasserbürtige Spurenstoffe in den Proben zu finden, wobei die genaue Quelle im Rahmen des Projektes nicht identifiziert werden konnte. Alle anderen Standorte liegen flussabwärts von Siedlungen, was die höheren Konzentrationen an Abwassermarkern erklärt. Die tendenziell höchsten Konzentrationen wurden in den ereignisgesteuerten Proben des Weitzschker Baches unterhalb von Farnstädt (313207) gefunden, die im Unterlauf dieses Baches (312593) durch Verdünnung geringer waren (Abbildung 16). Im Vergleich der Schöpfproben und ereignisgesteuerten Proben für die einzelnen Standorte zeigen Klaustalgraben und Querne/Weida ähnliche Konzentrationsbereiche, im Weitzschker Bach waren kaum Unterschiede zwischen Schöpf- und ereignisgesteuerten Proben zu erkennen. Dies deutet auf unterschiedliche Eintragsdynamiken der Abwassermarker an den Standorten hin.



**Abbildung 15: Konzentrationen der am häufigsten detektierten Abwassermarker in Wochenmischproben, Schöpfproben und ereignisgesteuerten Proben (Messdaten des UFZ)**

Medianwerte (Quadrate), 25-75-Perzentile (Boxes), Ausreißerbereich (75-Perzentil + 1.5 x (75-Perzentil - 25-Perzentil); Whisker) sowie Ausreißer (Kreise).



**Abbildung 16: Konzentrationen von Abwassermarkern in ereignisgesteuerten Proben und Schöpfproben an vier Messstellen (Messdaten des UFZ)**

Für den Standort Weidenbach (312592) lagen nur eine Schöpfprobe und eine ereignisgesteuerte Probe vor, für den Standort Kriebuschbach (N-00525) zwar sechs Schöpfproben, jedoch keine ereignisgesteuerte Probe, weshalb diese hier nicht dargestellt sind. Die offenen Dreiecke für den Standort Weitzschker Bach (313207) stellen zwei Schöpfproben vom 03.05.2016 dar, welche direkt während eines Abflussereignisses genommen wurden.

#### 4.3. Vorkommen und Konzentrationen von PSM-Wirkstoffen

Von den 71 in die Untersuchung einbezogenen PSM-Wirkstoffen und Bioziden oder Transformationsprodukten konnten insgesamt 63 in mindestens einer Probe detektiert werden. In Abbildung 17 ist die Anzahl der Positivbefunde für die 20 am häufigsten detektierten Substanzen dargestellt. Diese umfassen vor allem landwirtschaftlich eingesetzte

Herbizide und deren Transformationsprodukte (Terbutylazin und zwei TPs, Metolachlor und des TP Metolachlor-Ethansulfonsäure, Ethofumesat, Bentazon, Metamitron) sowie in der Landwirtschaft und/oder Siedlungsbereich eingesetzte Fungizide (Azol-Fungizide Epoxiconazol, Tebuconazol und das aktive TP Prothioconazol-desthio, sowie Boscalid und Azoxystrobin). Unter den im Siedlungsbereich eingesetzten Bioziden wurden Carbendazim und Terbutryn in etwa 90% aller Schöpfproben und ereignisgesteuerten Proben gefunden. In über 70% der Proben waren zudem Atrazin und zwei TPs zu finden, die nach wie vor in niedrigen Konzentrationen (Median < 10 ng/l, Maximum < 40 ng/l) aus Böden und Grundwasser in Fließgewässer eingetragen werden.

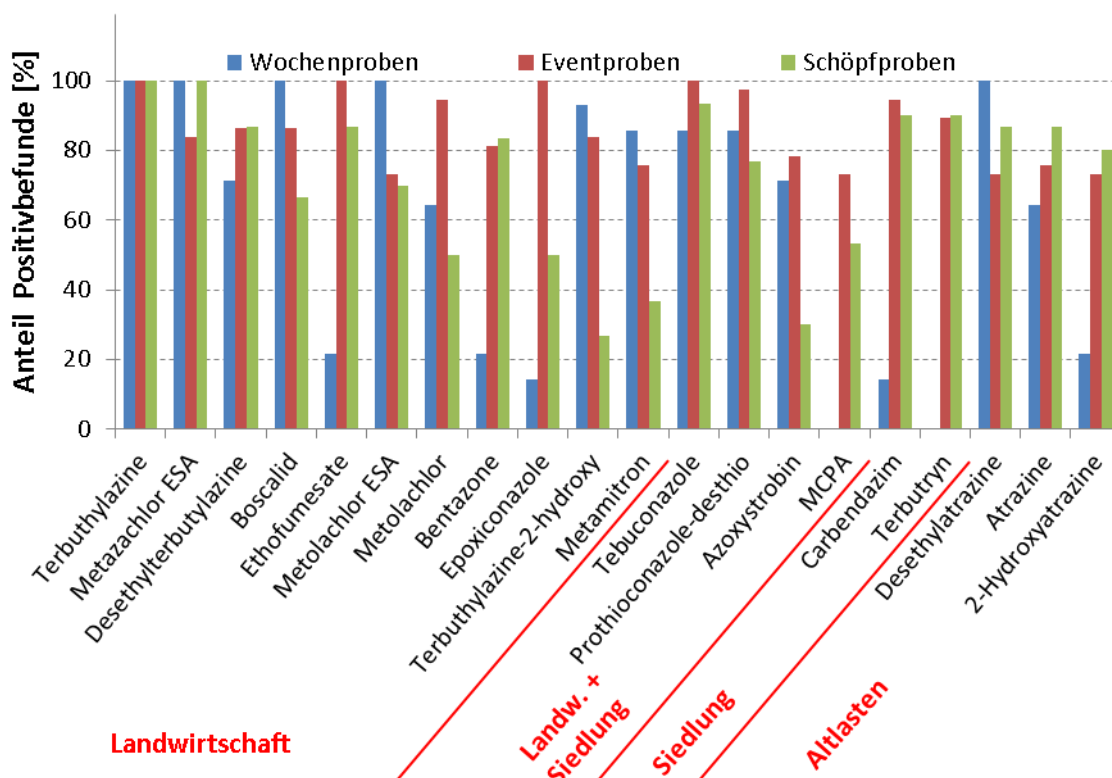
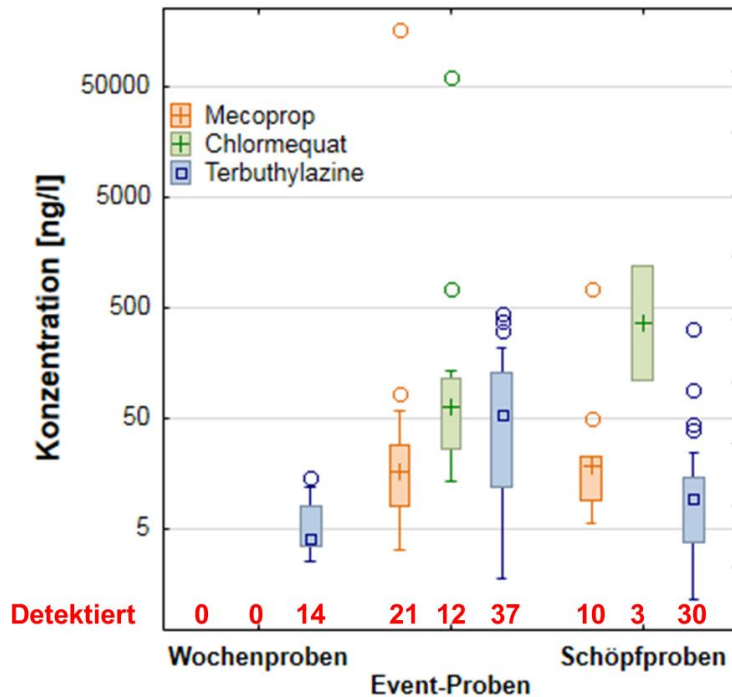


Abbildung 17: Positivbefunde der 20 am häufigsten detektierten PSM-Wirkstoffe in Wochenmischproben (Wochenproben), Schöpfproben und ereignisgesteuerten Proben

Die Konzentrationen der meisten PSM-Wirkstoffe zeigten eine sehr große Spannweite der Konzentrationen mit einzelnen Maximalkonzentrationen bis zu 160 µg/l, exemplarisch ist dies für Mecoprop, Chlormequat und Terbutylazin in Abbildung 18 dargestellt. Die Spitzenkonzentrationen traten dabei in den meisten Fällen in den ereignisgesteuerten Proben auf (Tabelle 5), wobei die ereignisgesteuerte Probe Weidenbach vom 18.04.2016 für die Mehrzahl der Spitzenkonzentrationen verantwortlich war (Mecoprop, Chlormequat, MCPA, Metamitron, Metazachlor ESA, Metolachlor, Tebuconazol, Quinmerac, Isoproturon,



Chlorotoluron, Ethofumesat und Spiroxamine). Unter den Substanzen mit den höchsten Spitzenkonzentrationen dominierten landwirtschaftlich eingesetzte Herbizide und Fungizide.



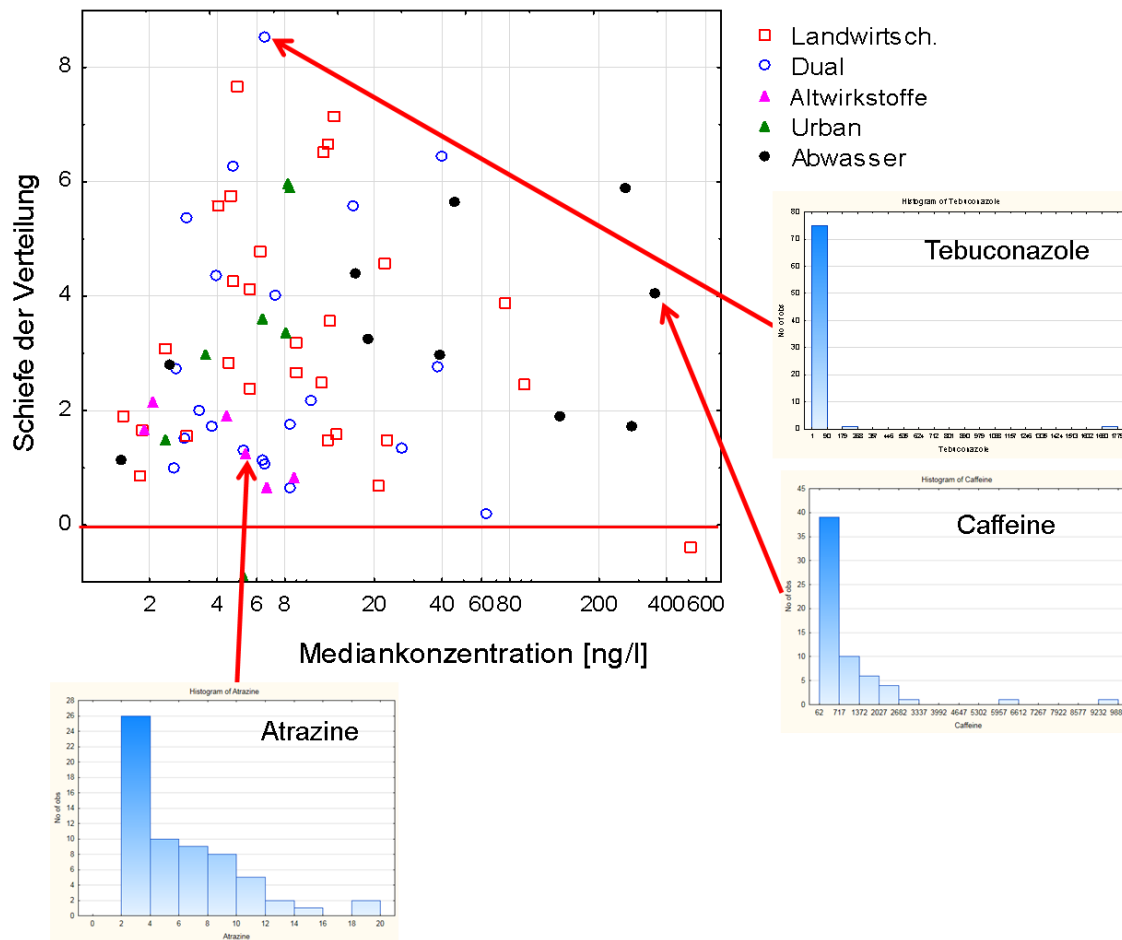
**Abbildung 18: Konzentrationen Mecoprop, Chlormequat und Terbuthylazin in Wochenmischproben (Wochenproben), ereignisgesteuerten Proben des UFZ und Schöpfproben des UFZ**

Dargestellt sind Medianwerte (Quadrate/Kreuze), 25-75-Perzentile (Boxes), Ausreißerbereich (75-Perzentil + 1.5 x (75-Perzentil - 25-Perzentil); Whisker) sowie Ausreißer (Kreise). Die Anzahl der Positivbefunde ist in roter Schrift aufgeführt.

Einzelne Substanzen (z.B. Quinmerac, Bifenox-Säure) wiesen dabei in Einzelproben hohe Konzentrationen auf, während sie in den meisten anderen Proben nicht detektiert werden konnten. Die große Variabilität der Konzentrationen in Zusammenhang mit wenigen hohen Konzentrationen resultiert in einer ausgeprägten Rechtsschiefe der Häufigkeitsverteilungen (Abbildung 19), welche sowohl landwirtschaftliche als auch im Siedlungsbereich eingesetzte Substanzen, jedoch auch abwasserbürtige Substanzen betrifft. Eine Ausnahme bilden die Altwirkstoffe, die eine geringere Variabilität der Konzentrationen zeigen. Dies bedeutet, dass sowohl landwirtschaftlich als auch im Siedlungsbereich eingesetzte Stoffe einer Regenereignisgetriebenen Dynamik in kleinen Fließgewässern unterliegen.

**Tabelle 5: Maximalkonzentration und Positivbefunde von PSM-Wirkstoffen nach den verschiedenen Probenahmemethoden. Dargestellt sind die Substanzen mit den höchsten Maximalkonzentrationen.**

| Substanz                 | Maximalkonzentrationen (ng/l) |                            |               | Positivbefunde              |                                   |                      |
|--------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------|
|                          | Wochenmisch-proben            | Ereignis-gesteuerte Proben | Schöpf-proben | Wochenmisch h-proben (n=14) | Ereignis-gesteuerte Proben (n=37) | Schöpf-proben (n=30) |
| Mecoprop                 |                               | 161027                     | 745           |                             | 21                                | 10                   |
| Chlormequat              |                               | 60623                      | 1157          |                             | 12                                | 3                    |
| MCPA                     |                               | 18104                      | 666           |                             | 27                                | 16                   |
| Metamitron               | 40                            | 8755                       | 326           | 12                          | 28                                | 11                   |
| Metazachlor ESA          | 2341                          | 184                        | 1575          | 14                          | 31                                | 30                   |
| Metolachlor              | 5                             | 1841                       | 281           | 9                           | 35                                | 15                   |
| Tebuconazol              | 6                             | 1779                       | 243           | 12                          | 37                                | 28                   |
| Quinmerac                | 6                             | 1678                       | 22            | 1                           | 2                                 | 4                    |
| 2,4-D                    | 1297                          | 1547                       | 609           | 4                           | 13                                | 9                    |
| Bentazone                | 32                            | 1338                       | 191           | 3                           | 30                                | 25                   |
| Metalaxyl                | 7                             | 1206                       | 5             | 1                           | 19                                | 11                   |
| Isoproturon              | 1                             | 1196                       | 72            | 1                           | 19                                | 12                   |
| Metribuzin               |                               | 1136                       | 10            |                             | 9                                 | 7                    |
| Chlorotoluron            | 7                             | 932                        | 38            | 1                           | 1                                 | 6                    |
| Bifenox free acid        |                               | 902                        | 517           |                             | 1                                 | 2                    |
| Flufenacet               |                               | 620                        | 6             |                             | 30                                | 10                   |
| Terbuthylazine-2-hydroxy | 15                            | 576                        | 64            | 13                          | 31                                | 8                    |
| Terbutryn                |                               | 553                        | 39            |                             | 33                                | 27                   |
| Ethofumesat              | 21                            | 541                        | 211           | 3                           | 37                                | 26                   |
| Spiroxamine              |                               | 533                        | 18            |                             | 12                                | 5                    |
| Boscalid                 | 14                            | 43                         | 503           | 14                          | 32                                | 20                   |
| Terbuthylazin            | 15                            | 429                        | 313           | 14                          | 37                                | 30                   |



**Abbildung 19: Schiefe der Häufigkeitsverteilung der Konzentrationen über alle Proben für die detektierten Substanzen und Beispiele für Häufigkeitsverteilungen von Konzentrationen mit unterschiedlicher Schiefe** Zunehmend positive Werte zeigen zunehmende Rechtsschiefe im Vergleich zur Normalverteilung (Schiefe = 0) an.

Für die meisten häufiger detektierten Substanzen sind die Konzentrationsunterschiede zwischen den Standorten nicht größer als diejenigen zwischen den verschiedenen Proben an einem Standort. Dies gilt sowohl für Altwirkstoffe wie Atrazin (Abbildung 20), welche vorrangig über den Grundwasserpfad eingetragen werden, als auch für viele derzeit eingesetzte Substanzen (Beispiel Metolachlor in Abbildung 20). Für die hier präsentierte Auswahl an Probestellen sind für die meisten Substanzen die Konzentration im Kriebuschbach am niedrigsten, im Weidenbach am höchsten, was auch für die Konzentrationen in den Schöpfproben LHW bestätigt wird (nicht dargestellt). Metazachlor ESA tritt dagegen in den höchsten Konzentrationen im Kriebuschbach auf (Abbildung 21), was auf spezifische Quellen hindeutet, jedoch waren die Konzentrationen der Ausgangssubstanz Metazachlor niedriger als an anderen Standorten. Da Metazachlor v.a. als Grundwasser-TP auftritt, scheint ein Eintrag über Grundwasser und/oder die ungesättigte Bodenzone der Haupteintragspfad in den Kriebuschbach zu sein, was auch das Ausbleiben von größeren Abflussereignissen im Untersuchungszeitraum bestätigt.

Dagegen zeigen siedlungsbürtige Substanzen wie Terbutryn die geringsten Konzentrationen im Kriebuschbach (im Einklang mit den niedrigsten Konzentrationen der Abwassermarker) sowie im Weidenbach (Abbildung 21), die höchsten Konzentrationen tendenziell im Weitzschker Bach unterhalb von Farnstädt.

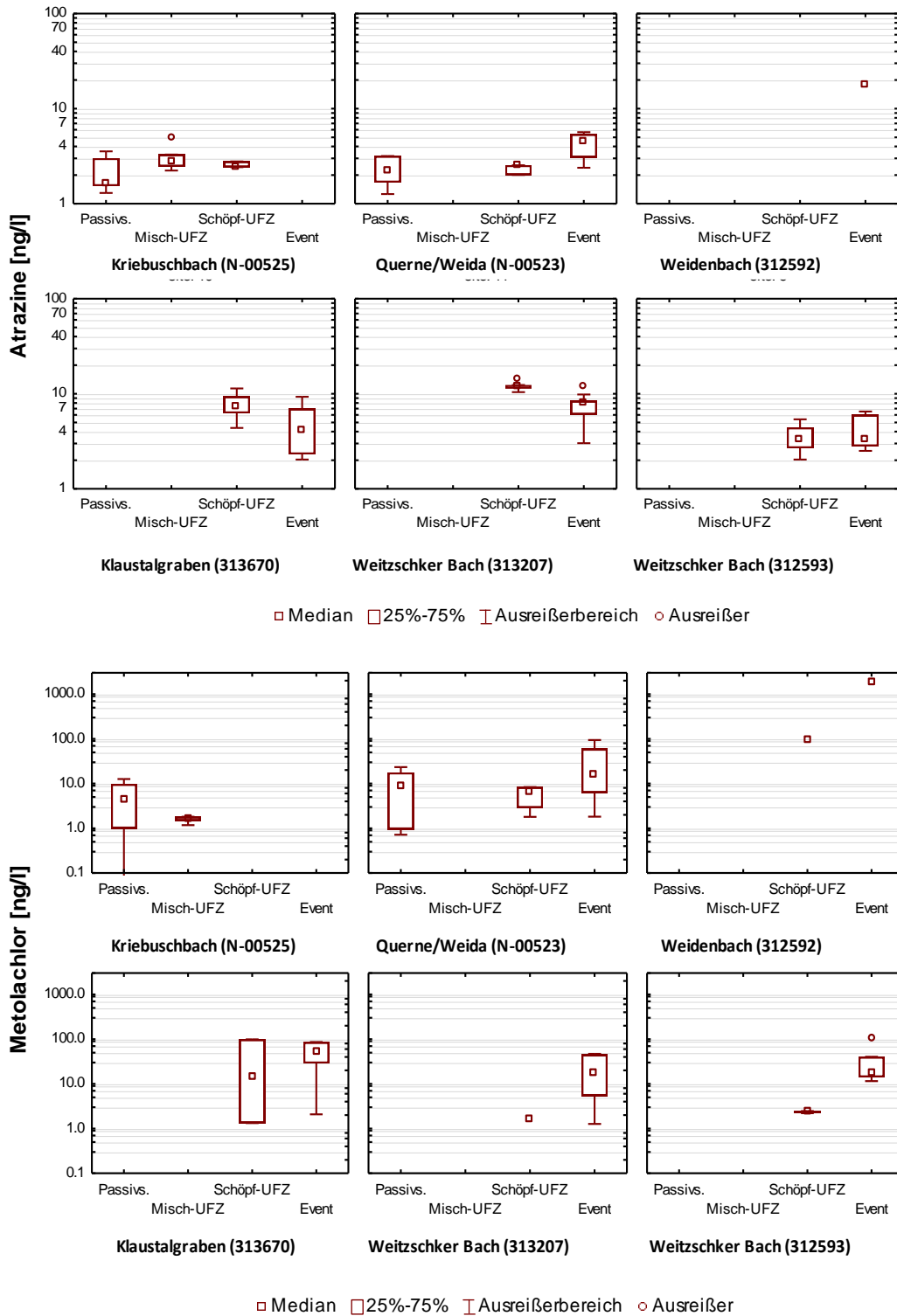


Abbildung 20: Konzentrationen von Atrazin und Metolachlor in den verschiedenen Probenahme-methoden an allen chemisch untersuchten Messstellen (Messdaten des UFZ)

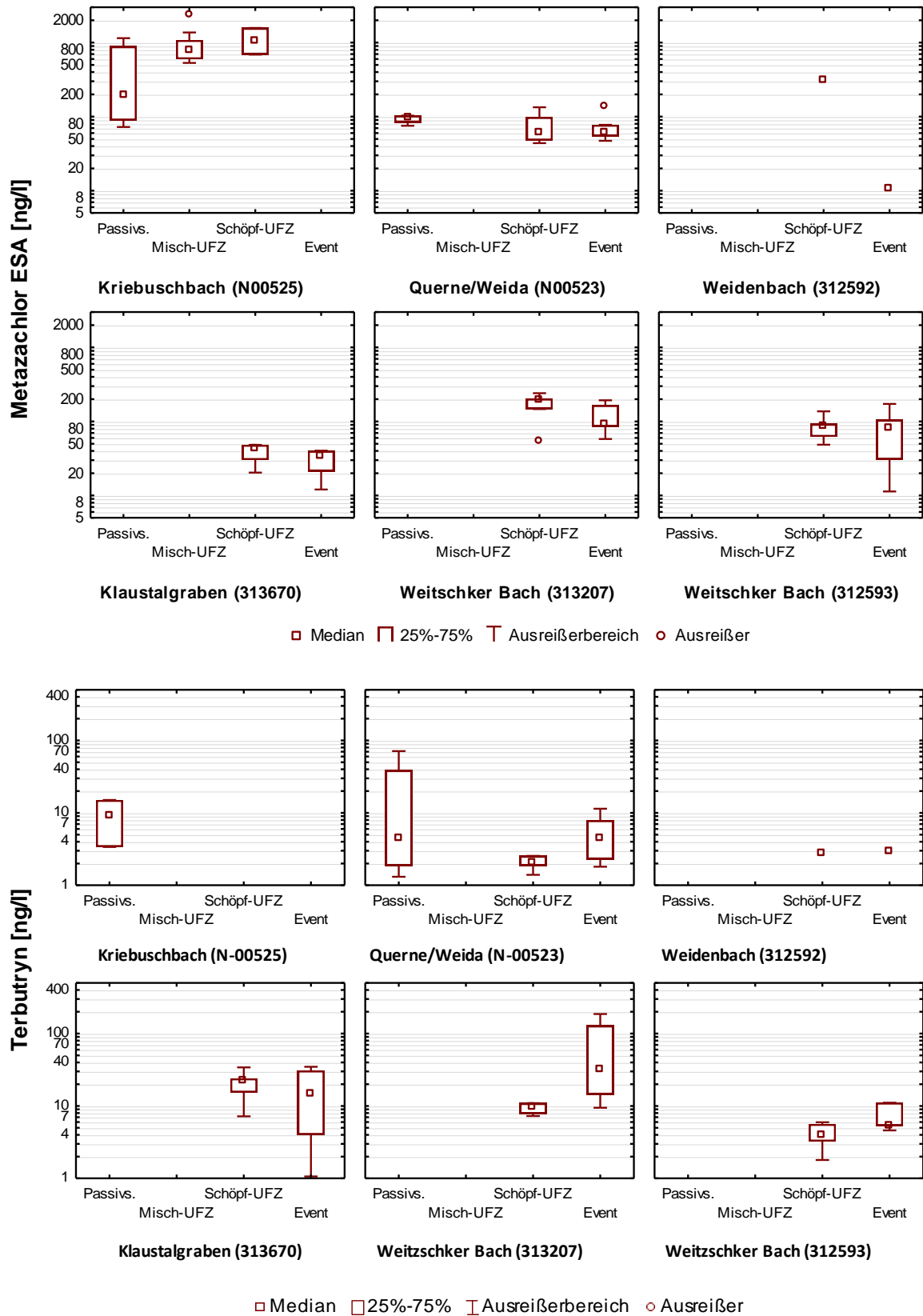


Abbildung 21: Konzentrationen von Metazachlor ESA und Terbutryn in den verschiedenen Probenahme-methoden an allen chemisch untersuchten Messstellen (Messdaten des UFZ)

#### 4.4. Herkunft und Eintragspfade der PSM

Im Hinblick auf die sowohl landwirtschaftlich als auch im Siedlungsbereich eingesetzten PSM war auf der Grundlage des vorliegenden Datensatzes keine eindeutige Zuordnung möglich, welche Substanzen vorwiegend aus dem landwirtschaftlichen bzw. Siedlungsbereich eingetragen wurden. Es wurden verschiedene multivariate statistische Analysemethoden wie z.B. Hauptkomponenten- oder Clusteranalyse getestet, basierend auf der Hypothese, dass die landwirtschaftlichen bzw. im Siedlungsbereich eingesetzten Substanzen jeweils separate Gruppen bilden und sich die in beiden Bereichen eingesetzten Substanzen jeweils einer Gruppe zuordnen.

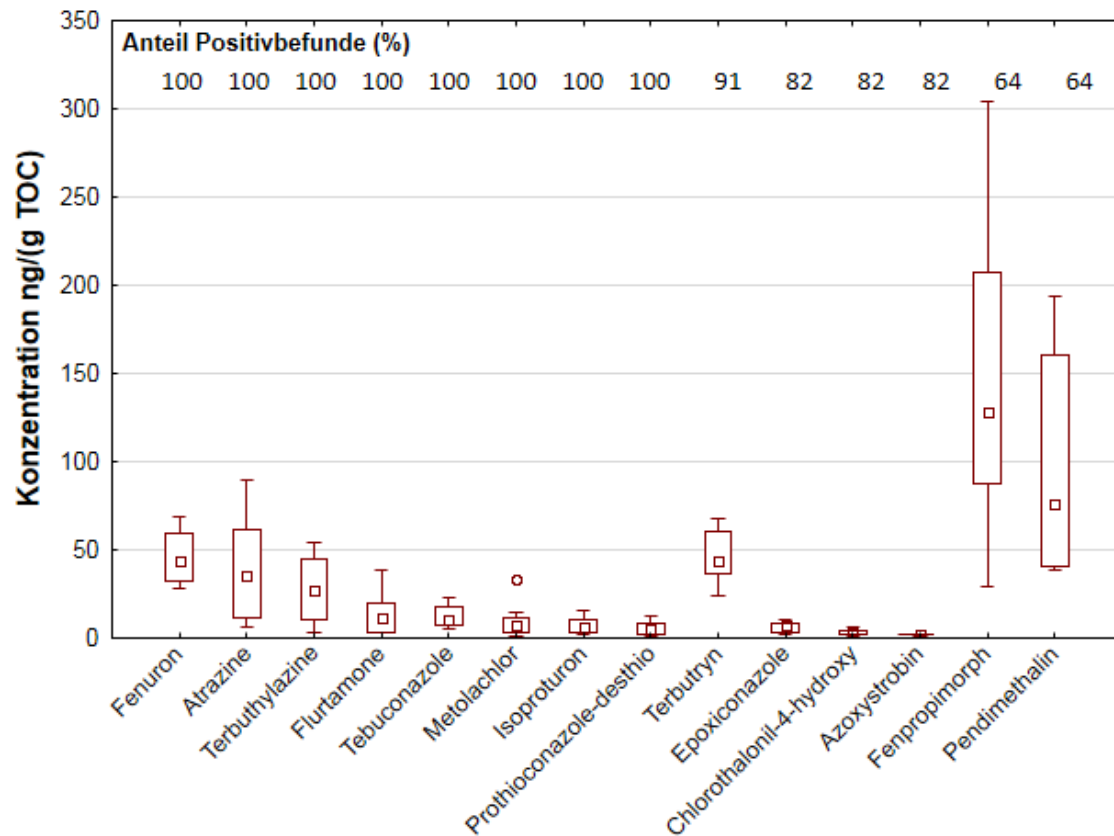
Diese Hypothese konnte nicht bestätigt werden, da bei Einbeziehung unterschiedlicher Messstellen bzw. Probenahmemethoden (Schöpf- und ereignisgesteuerte Proben) die Gruppierung jeweils sehr unterschiedlich ausfiel. Eine Messstellen-spezifische Auswertung war aufgrund des zu kleinen Stichprobenumfangs ebenfalls nicht möglich.

#### 4.5. Vorkommen und Konzentrationen von PSM-Wirkstoffe in Sedimentproben

In den Sedimentproben konnten insgesamt 37 der 71 untersuchten Substanzen in mindestens einer Probe detektiert werden. Die Konzentrationsverteilungen der am häufigsten detektierten Substanzen sind in Abbildung 22 dargestellt, vier Beispiele für Konzentrationen in den einzelnen Proben in Abbildung 23. Während viele der gefundenen Stoffe auch in den Wasserproben weit verbreitet waren (Atrazin, Terbutylazin, Tebuconazol, Terburyn, Prothioconazol-desthio), konnten einige Stoffe zusätzlich gefunden werden, wie etwa das nicht mehr zugelassene Herbizid Fenuron in allen Proben oder das Herbizid Pendimethalin in sieben von elf Proben. Während einige der Substanzen eine recht homogene Verteilung der Konzentrationen in den Proben aufwiesen, zeigten andere Substanzen eine hohe Variabilität (Fenpropimorph, Pendimethalin, Abbildung 22 und 23), oder Prochloraz (eine Probe, 246 ng/(g TOC) und Chlormequat (2 Proben, 151 bzw. 4 ng/(g TOC)). Auch unterschieden sich die Konzentrationen vieler Stoffe an derselben Probenstelle zwischen den Probenahmeterminen 05.03. und 01.06.2016, was auf eine erhebliche Dynamik der Sedimente in kleinen Fließgewässern hindeutet. Zwischen den einzelnen Standorten konnten keine systematischen Unterschiede im Hinblick auf die Höhe der Belastung und die Anzahl der detektierten Substanzen (zwischen 20 und 29) festgestellt werden.

Üblicherweise wird davon ausgegangen, dass sich in Sedimenten vorwiegend hydrophobe Substanzen im Vergleich zur Wasserphase anreichern, wie es zum Beispiel für Pendimethalin (log D 4.8 bei pH 7) der Fall ist, welches nicht in der Wasserphase gefunden wurde. In den untersuchten Proben konnten dagegen auch sehr hydrophile Substanzen wie

Chlormequat (log D -3.3 bei pH 7), Metazachlor ESA (log D -0.74 bei pH 7) oder Metolachlor ESA (log D -0.26 bei pH 7) gefunden werden. Dies lässt vermuten, dass es nach Eintragsereignissen von frischem Bodenmaterial auch eine Sedimentbelastung mit hydrophilen Substanzen möglich ist, welche sich im weiteren Zeitverlauf durch Desorption vermindert.



**Abbildung 22: Konzentrationen der häufigsten PSM-Wirkstoffe in Sedimentproben**

Dargestellt sind Medianwerte (Quadrate/Kreuze), 25-75-Perzentile (Boxes), Ausreißerbereich (75-Perzentil + 1.5 x (75-Perzentil - 25-Perzentil); Whisker) sowie Ausreißer (Kreise).

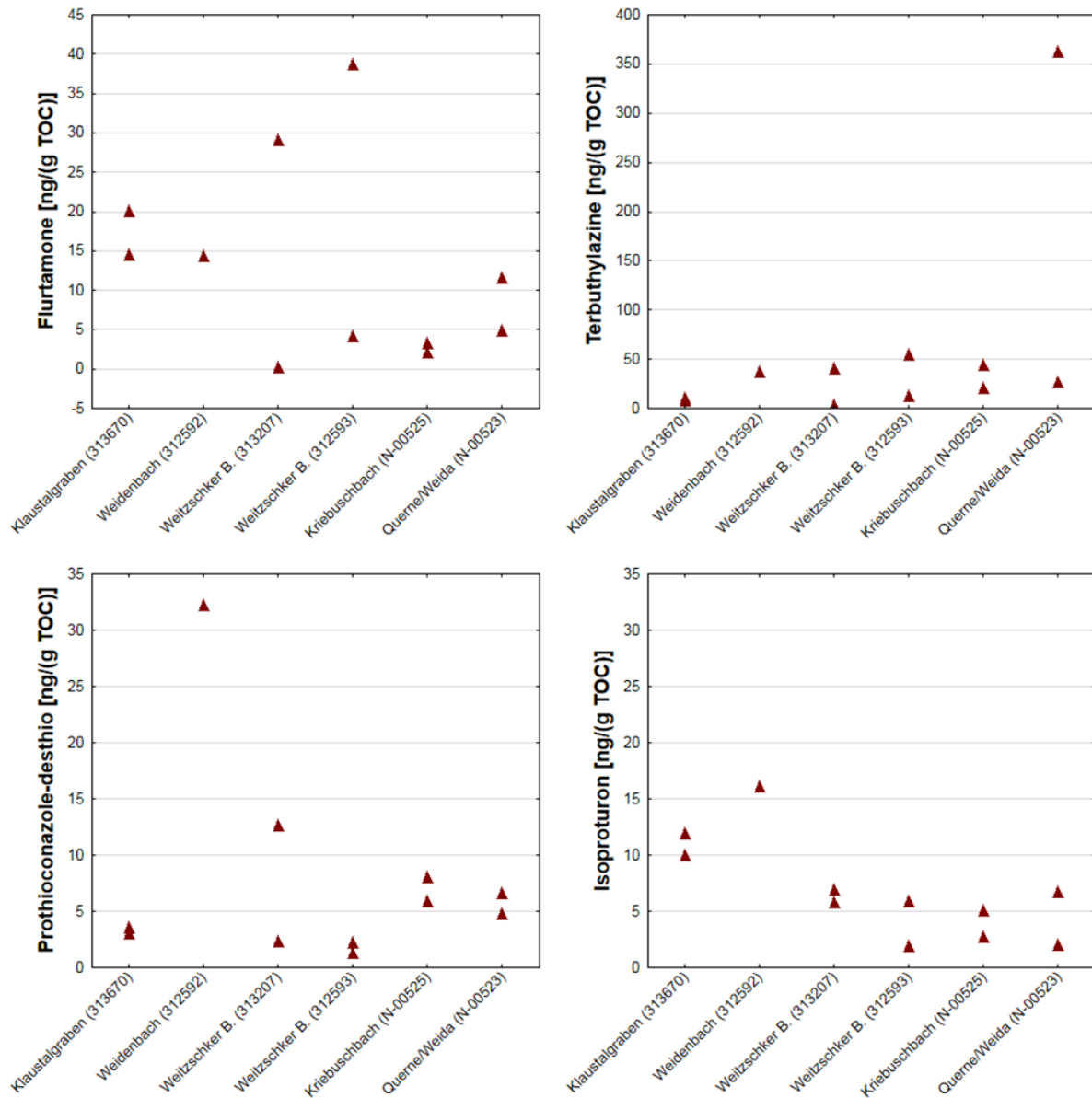


Abbildung 23: Konzentrationen von Flurtamon, Terbutylazin, Prothioconazole-desthio und Isoproturon in den einzelnen Proben (zwei Probenahmezeitpunkte pro Messstelle, 03.05.2016 und 01.06.2016, außer Weidenbach mit einer Probe vom 03.05.2016)



#### 4.6. Effektbewertung der Pflanzenschutzmittel-Exposition

##### 4.6.1. *Ökotoxikologisch relevante Substanzen*

Zur ökotoxikologischen Bewertung der gemessenen Substanzen wurden alle gemessenen Konzentrationen in toxische Einheiten (TU, siehe Kapitel 5.1) umgerechnet und nach ihrer Relevanz für die einzelnen Probestellen sortiert. In Tabelle 5 sind für jede Messstelle, an welcher ereignisgesteuerte Proben genommen und ausgewertet wurden, die Wirkstoffe mit einer  $TU > 4$  für den gesamten Untersuchungszeitraum dargestellt. Die Auswertungen der TU beziehen sich im folgenden Abschnitt nur auf die ereignisgesteuerten Proben, da mit dieser Probenahmemethode oftmals die meisten Positivbefunde und höchsten Konzentrationen detektiert wurden (siehe auch Abbildung 9 und 10).

Beim Vergleich der Messstellen kann beobachtet werden, dass Insektizid-Wirkstoffe, wie zum Beispiel Neonicotinoide (Clothianidin, Acetamiprid, Thiacloprid) oder das Fungizid Carbendazim an allen Probestellen die höchsten TU ausmachen (Tabelle 6). Bis auf die Probestelle am Weidenbach wurden Herbizid-Wirkstoffe nur mit vergleichsweise geringen TU gemessen. Die geringe Bedeutung der Herbizid-Wirkstoffe in den vorliegenden Auswertungen basiert vor allem auf der Verwendung von Invertebraten als Referenzorganismen, welche relativ insensitive gegenüber Herbiziden sind.

Der Nachweis von Neonicotinoiden im Querne/Weida Einzugsgebiet ist sehr bedeutsam, da diese Insektizide aufgrund ihrer Toxizität, Mobilität und Persistenz ein großes Problem für Nicht-Ziel-Organismen darstellen (Morrissey et al. 2015). Freilandstudien haben zudem gezeigt, dass Neonicotinoide nicht nur durch Oberflächenabfluss, sondern auch durch Punktquellen (Beispiel Kläranlagen, Münze et al. im Review) in Oberflächengewässer eingetragen werden. Aufgrund der hohen Gefährdung von Nicht-Ziel-Organismen wurden von der EU bereits für Clothianidin, Imidacloprid und Thiamethoxam Teilverbote erlassen (EU-Durchführungsverordnung Nr. 485/2013 vom 24. Mai 2013). Jedoch konnten auch die eingeschränkten Insektizide zum Teil im Querne/Weida- Einzugsgebiet in umweltrelevanten Konzentrationen gefunden werden.

Eine aktuelle Studie des Instituts für nachhaltige Landwirtschaft (INL) ermittelte im Auftrag des LHW ein PSM-Wirkstoffranking für das Land Sachsen-Anhalt (Heyer 2015). Das PSM-Wirkstoffranking basiert auf verschiedenen Parametern, wie zum Beispiel PSM-Verkaufszahlen, Anwendungsdaten und Anbaustrukturen aus der Landwirtschaft und auch Umwelteigenschaften der einzelnen PSM-Wirkstoffe. Laut dem Ranking von Heyer (2015) umfassen die wichtigsten PSM-Wirkstoffe vor allem Herbizide und Fungizide. Dieses Ranking findet sich auch zum Teil in den detektierten Maximalkonzentrationen aus Tabelle 5 wieder.

Mit Blick auf die TU zeigt sich jedoch ein anderes Bild. Ökotoxikologisch relevante Herbizidkonzentrationen für die Makroinvertebraten wurden in der folgenden Studie nur am Weidenbach gefunden. Insektizide erscheinen im Vergleich zu den Ergebnissen der vorliegenden Studie erst auf den hinteren Rängen (Beispiel Thiacloprid: Rang 67 oder Dimethoat: Rang 47). Diese Unterschiede können daran liegen, dass Insektizide in relativ geringen Mengen angewendet werden, aber wie zum Beispiel Neonicotinoide sehr mobil und toxisch für wirbellose Tiere sind. Darüber hinaus erfassen die TU nicht nur die detektierte Konzentration im Fließgewässer, sondern auch die direkte Toxizität für aquatische Organismen, wobei in der Studie von Heyer (2015) vor allem Anwendungsmengen und physiko-chemische Umwelteigenschaften berücksichtigt wurden.

Ähnliche Unterschiede konnten auch mit Blick auf die ermittelten Eintragswahrscheinlichkeiten für einzelne PSM-Wirkstoffe nach Heyer (2015) beobachtet werden. Für Wirkstoffe, wie zum Beispiel Thiacloprid, Pirimicarb oder Mecoprop, konnten mittlere bis hohe Eintragswahrscheinlichkeiten für das Querne/Weida-Einzugsgebiet gefunden werden. Im Vergleich dazu wurde Clothianidin trotz geringer Eintragswahrscheinlichkeiten an mehreren Stellen und mit hohen TU gemessen. Die Eintragswahrscheinlichkeiten nach Heyer (2015) beziehen sich auf Vergleichsgebiete, wodurch es natürlich zu Abweichungen kommen kann.

Die unterschiedlichen Ansätze zeigen, dass die Relevanz der einzelnen PSM-Wirkstoffe von den spezifischen Fragestellungen abhängt. Ist es das Ziel, wie in der hier präsentierten Studie, PSM bezüglich ihrer potentiellen Effekte für aquatische Gemeinschaften zu bewerten, so spielen ökotoxikologische Referenzdaten eine wichtige Rolle.

**Tabelle 6: Überblick über alle PSM-Wirkstoffe, welche mit einer TU > -4 im Untersuchungsgebiet und Untersuchungszeitraum in ereignisgesteuerten Proben detektiert wurden**

\* LW = Anwendung in der Landwirtschaft

| Probestelle            | Messtelle | Wirkstoff    | Wirkstoff Klasse | Anwendung* | TU    | Rang |
|------------------------|-----------|--------------|------------------|------------|-------|------|
| Weitzschkerbach        | 313207    | Thiacloprid  | Insektizid       | Dual       | -2,98 | 1    |
| Weitzschkerbach        | 313207    | Acetamiprid  | Insektizid       | Dual       | -3,59 | 2    |
| Weitzschkerbach        | 313207    | Imidacloprid | Insektizid       | Dual       | -3,71 | 3    |
| Weitzschkerbach        | 313207    | Carbendazim  | Fungizid         | Urban      | -3,96 | 4    |
| Klaustalgraben         | 313670    | Carbendazim  | Fungizid         | Urban      | -3,40 | 1    |
| Klaustalgraben         | 313670    | Acetamiprid  | Insektizid       | Dual       | -3,61 | 2    |
| Querne/Weida Pegelhaus | N-00523   | Clothianidin | Insektizid       | Dual       | -1,82 | 1    |
| Querne/Weida Pegelhaus | N-00523   | Pirimicarb   | Insektizid       | Dual       | -3,28 | 2    |
| Querne/Weida Pegelhaus | N-00523   | Isoproturon  | Herbizid         | Dual       | -3,65 | 3    |
| Querne/Weida Pegelhaus | N-00523   | Thiacloprid  | Insektizid       | Dual       | -3,86 | 4    |
| Weitzschkerbach        | 312593    | Clothianidin | Insektizid       | Dual       | -3,56 | 1    |
| Weitzschkerbach        | 312593    | Carbendazim  | Fungizid         | Urban      | -3,85 | 2    |
| Weidenbach             | 312592    | Clothianidin | Insektizid       | Dual       | -1,76 | 1    |
| Weidenbach             | 312592    | Pirimicarb   | Insektizid       | Dual       | -2,32 | 2    |
| Weidenbach             | 312592    | Chlormequat  | Herbizid         | LW         | -2,44 | 3    |
| Weidenbach             | 312592    | Mecoprop     | Herbizid         | Dual       | -2,79 | 4    |
| Weidenbach             | 312592    | Metamitron   | Herbizid         | LW         | -2,81 | 5    |
| Weidenbach             | 312592    | Isoproturon  | Herbizid         | Dual       | -2,92 | 6    |
| Weidenbach             | 312592    | Thiacloprid  | Insektizid       | Dual       | -3,15 | 7    |
| Weidenbach             | 312592    | Tebuconazol  | Fungizid         | Dual       | -3,20 | 8    |
| Weidenbach             | 312592    | Thiamethoxam | Insektizid       | Dual       | -3,37 | 9    |
| Weidenbach             | 312592    | Carbendazim  | Fungizid         | Urban      | -3,44 | 10   |

Urban = Anwendung im Siedlungsbereich

Dual = Anwendung in der Landwirtschaft und im Siedlungsbereich

#### 4.6.2. Einschätzung der PSM-Konzentration nach Umweltqualitätskriterien

Für 28 der untersuchten Substanzen lagen Umweltqualitätsnormen beziehungsweise Umweltqualitätsnorm-Vorschläge vor, für 40 RAK-Werte des Umweltbundesamtes, und für 34 bzw. 35 Substanzen akute bzw. chronische Qualitätskriterien des Schweizer Ökotoxizentrums. Die gefundenen Überschreitungen dieser Werte für die einzelnen Substanzen und Probenahmemethoden sind in Abbildung 24 zusammengestellt.

Für 15 Substanzen wurde in keiner Probe eine Überschreitung der UQN-Werte festgestellt, für 13 Substanzen in mindestens einer ereignisgesteuerten Probe oder Schöpfprobe. In den Wochenmischproben wurden keine Überschreitungen der UQN-Werte festgestellt. Die UQN-Überschreitungen der anderen Probenahmemethoden betreffen in erster Linie landwirtschaftlich genutzte Herbizide, zudem das Insektizid Imidacloprid und die Fungizide

Fenpropimorph und Tebuconazol. Für Diflufenican und Imidacloprid lagen die MDL-Werte der eingesetzten Methode etwa um den Faktor drei über den UQN-Werten, so dass für diese Stoffe eine noch höhere Anzahl an Überschreitungen möglich ist.

Im Hinblick auf die RAK-Werte zeigen sich Überschreitungen vor allem bei Insektiziden, wie zum Beispiel Thiacloprid in zehn Proben, sowie in wenigen Fällen bei Herbiziden und Fungiziden. Während die akuten Qualitätskriterien (AQK) nur in jeweils einer Probe von einer Substanz überschritten werden, zeigen die chronischen Qualitätskriterien (CQK) Überschreitungen für Diclofenac in elf Proben, für mehrere Herbizide in einer bis fünf Proben sowie für Tebuconazol und die Neonicotinoide Imidacloprid und Thiacloprid. Insgesamt werden alle Qualitätswerte in den häufigsten Fällen in ereignisgesteuerten Proben, gefolgt von Schöpfproben überschritten.

Die sehr unterschiedlichen Ergebnisse im Hinblick auf die Überschreitung von Qualitätswerten für Fließgewässer spiegeln zum einen Datenlücken wieder (z.B. gibt es keinen UQN-Wert für Thiacloprid), zum anderen die unterschiedlichen Methoden und Datengrundlagen zur Ableitung solcher Werte, worauf jedoch im Rahmen dieses Berichts nicht detailliert eingegangen werden soll.

Überschreitungen der Qualitätswerte traten an allen untersuchten Standorten auf (Tabelle 7), am häufigsten am Standort Weitzschker Bach (313207). In den meisten Proben betrafen diese Überschreitungen eine oder zwei, selten drei Substanzen, in der ereignisgesteuerten Probe Weidenbach (312592) vom 18.04.2016 wurden jedoch insgesamt für elf Substanzen UQN-Werte, für sieben Substanzen RAK-Werte und für 10 Substanzen CQK-Werte überschritten.

Die Überschreitungen der Qualitätskriterien passen zum Teil zu den gemessenen TU-Werten in Tabelle 6. Neonicotinoide (Imidacloprid, Thiacloprid), wurden mit  $TU > 4$  gemessen und zeigten auch bei den RAK-Werten und CQK-Werten Überschreitungen an. Konzentrationen für Tebuconazol und Herbizide (Mecoprop) wurden bei fast allen Qualitätskriterien überschritten. Für Clothianidin jedoch, für was die höchsten TU in der Querne und im Weidenbach gemessen wurde, konnten nur bei den RAK-Werten Überschreitungen ermittelt werden. Die RAK-Werte basieren insbesondere bei Insektizid-Wirkstoffen auch auf Effektkonzentrationen von aquatischen Invertebraten (*Daphnia magna*, Insekten) und können so die ähnlichen Ergebnisse erklären.

**Tabelle 7: Anzahl der Proben mit einer oder mehr Überschreitungen von Qualitätswerten für Oberflächengewässer nach Probenahmemethode (nur UFZ) und Messstelle**

|                           | RAK  |     |        | UQN  |     |        | CQK  |     |        |
|---------------------------|------|-----|--------|------|-----|--------|------|-----|--------|
|                           | WOMI | EDS | Schöpf | WOMI | EDS | Schöpf | WOMI | EDS | Schöpf |
| Klaustalgraben (313670)   | NA   | 1   | 2      | NA   | 3   | 5      | NA   | 1   | 0      |
| Weidenbach (312592)       | NA   | 1   | 1      | NA   | 1   | 1      | NA   | 1   | 1      |
| Weitzschker Bach (313207) | NA   | 7   | 1      | NA   | 6   | 2      | NA   | 10  | 1      |
| Weitzschker Bach (312593) | NA   | 1   | 0      | NA   | 4   | 1      | NA   | 4   | 0      |
| Querne/Weida (N-00523)    | NA   | 4   | 1      | NA   | 3   | 2      | NA   | 5   | 2      |
| Kriebuschbach (N-00525)   | 2    | NA  | 0      | 0    | NA  | 0      | 3    | NA  | 0      |

RAK = Regulatorisch akzeptable Konzentrations-Werte des UBA (Stand 2016)

UQN = Umweltqualitätsnorm

CQK = chronisches Qualitätskriterium des Schweizer Ökotoxenzentrums,

NA= nicht analysiert

WOMI = Wochenmischproben

EDS = Ereignisgesteuerte Proben

Schöpf = Schöpfproben

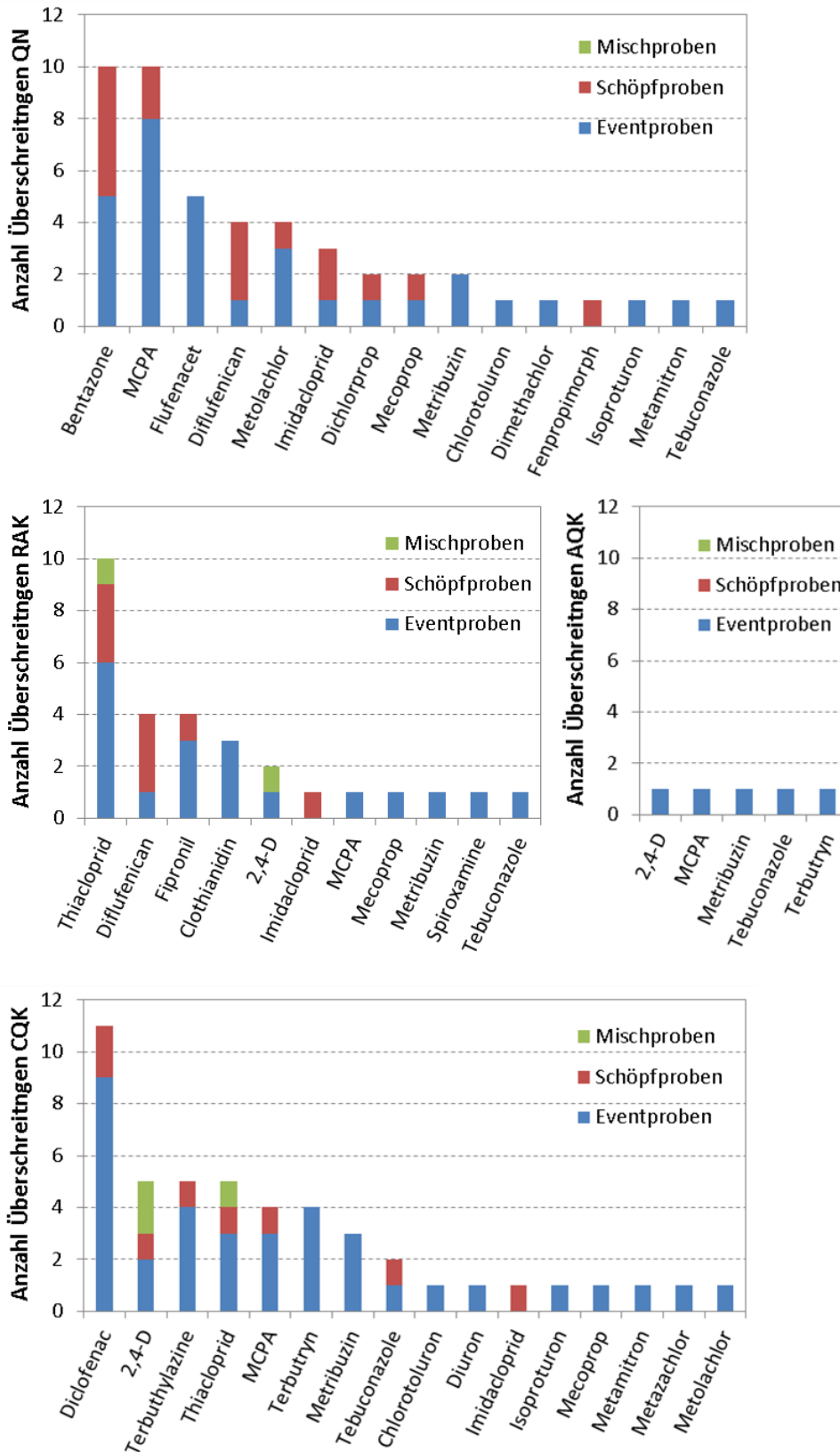


Abbildung 24: Anzahl der Überschreitungen der Umweltqualitätsnorm-Werte (UQN), der RAK-Werte (UBA 2016) und der akuten bzw. chronischen Qualitätskriterien des Schweizer Ökotoxizitätszentrums (AQK bzw. CQK)

Die Proben umfassen Wochenmischproben, Ereignisgesteuerte Proben (Eventproben) und Schöpfproben, welche am UFZ analysiert wurden.

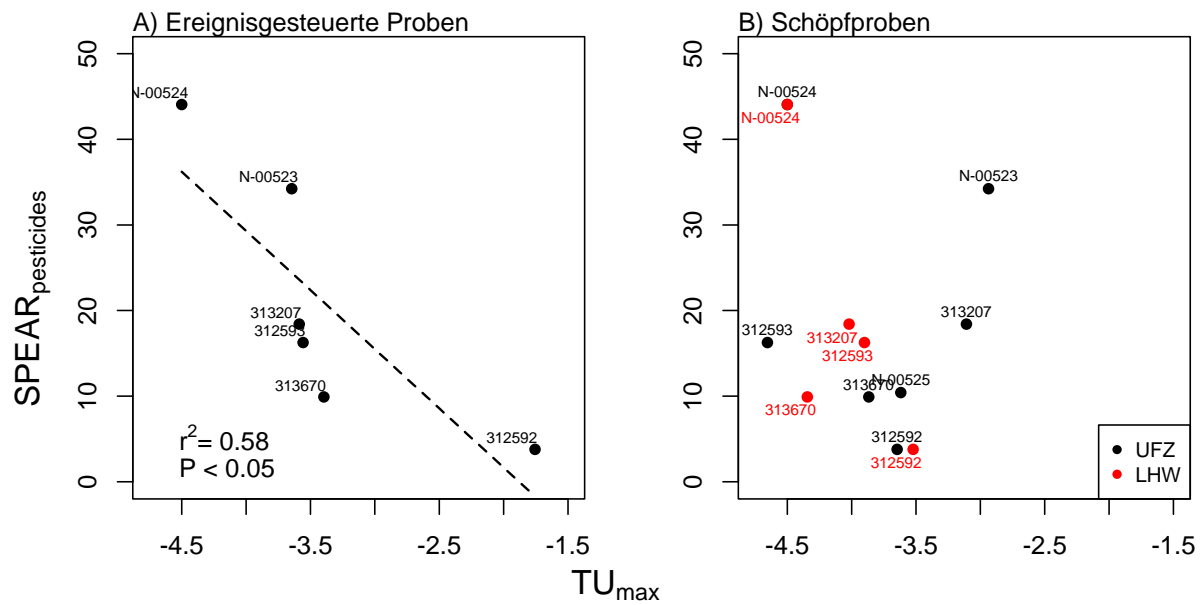
#### 4.7. Zusammenhang zwischen PSM-Exposition und ökologischen Effekten

##### 4.7.1. $SPEAR_{pesticides}$

Der  $SPEAR_{pesticides}$ -Indikator wurde für die elf Probestellen im März (vor Belastung), Mai und Juni (während der Belastung) berechnet. Auch nach der dritten MZB-Probenahme im Juni wurden noch PSM-Einträge detektiert (Abbildung 2), für den Zusammenhang zwischen Exposition und  $SPEAR_{pesticides}$  haben wir jedoch lediglich die bis Anfang Juni gemessene PSM-Konzentrationen berücksichtigt, welche vor der MZB-Probenahme erfolgten und somit zeitlich zueinander passen. Für die Referenzstelle (N-00524) im Wald wurde dabei auch ohne chemischen Analysen ein TU-Wert von -4,5 (= keine Belastung) angenommen. Aus den Untersuchungen wird ein signifikanter Zusammenhang zwischen  $SPEAR_{pesticides}$  und  $TU_{max}$  basierend auf ereignisgesteuerten Proben deutlich. Dieser Zusammenhang wurde an den Probestellen während oder kurz nach (MZB-Probenahme im Juni) einem Belastungsereignis beobachtet. Im Vergleich dazu konnte kein Zusammenhang zwischen  $TU_{max}$  aus Schöpfproben und  $SPEAR_{pesticides}$  festgestellt werden (Abbildung 25). Der Zusammenhang auf Basis der ereignisgesteuerten Proben lässt sich damit erklären, dass ereignisgesteuerte Proben darauf ausgelegt sind, die ökologisch relevanten maximalen PSM-Konzentrationen im Gewässer zu erfassen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Maximalkonzentrationen die MZB-Effekte besser erklären können, als die Konzentrationen aus den Schöpfproben.

Neben  $TU_{max}$  (basierend auf der Substanz mit dem höchsten TU-Wert) wurden auch Relationen zwischen  $TU_{Summe}$  (Summe aller TU-Werte in einer Mischung) und  $SPEAR_{pesticides}$  untersucht. Da die Zusammenhänge ähnlich, jedoch zwischen  $TU_{max}$  und  $SPEAR_{pesticides}$  leicht besser waren, wird hier nur  $TU_{max}$  dargestellt. Die Ähnlichkeit zwischen  $TU_{max}$  und  $TU_{Summe}$  kann durch die ökotoxikologische Dominanz weniger/ einzelner Wirkstoffkonzentrationen in einer Mischung verursacht werden.

Gleichermaßen wurde der Zusammenhang zwischen  $TU_{max}$  und  $SPEAR_{pesticides}$  vor Belastung untersucht, um Hinweise auf Langzeiteffekte zu erfassen. Die  $SPEAR_{pesticides}$ -Werte im März waren jedoch noch sehr niedrig und führten damit eher zu einer Verbesserung des  $SPEAR_{pesticides}$ -Werts während bzw. nach der Belastung im Juni (Tabelle 8). Die niedrigen Werte im März können daran liegen, dass die Proben zu früh genommen wurden und so die einzelnen MZB-Populationen noch nicht gut entwickelt, bzw. vorhanden waren. Existierende Langzeiteffekte vor Belastungen sind jedoch aus anderen Freilandstudien bekannt (Liess und von der Ohe 2005; Orłinskiy et al. 2015) und resultieren (i) aus langen Generationszeiten oder (ii) verzögerter Wiedererholung unter biotischen sowie abiotischen Stressbedingungen sensibler Arten (Knillmann et al. 2012, Liess und Foit 2010). Diese Faktoren verhindern, dass sich geschädigte Fließgewässertaxa innerhalb von einem Jahr oder wenigen Monaten erholen können.



**Abbildung 25: Zusammenhang zwischen dem Indikator  $SPEAR_{pesticides}$  und der gemessenen Belastung  $TU_{max}$  auf Basis von ereignisgesteuerten Proben (A) und Schöpfproben (B) für die Messkampagne Querne/Weida**

Für die Bestimmung von  $TU_{max}$  wurden PSM-Konzentrationen bis Anfang Juni erfasst und mit dem  $SPEAR_{pesticides}$ -Wert von Mitte Juni korreliert. Messstellennummern wurden über dem Messpunkt vermerkt. Für die signifikante Regressionsanalyse ist die Regressionsgerade,  $r^2$  und der p-Wert angegeben.

**Tabelle 8: Berechnete  $SPEAR_{pesticides}$ -Werte für die drei MZB-Aufnahmen im März, Mai und Juni 2016 an den elf untersuchten Messstellen**

| Gewässer                        | Messstelle | Datum    | $SPEAR_{pesticides}$ |
|---------------------------------|------------|----------|----------------------|
| Klaustalgraben                  | 313668     | 04.03.16 | 0,00                 |
| Klaustalgraben                  | 313668     | 03.05.16 | 0,00                 |
| Klaustalgraben                  | 313668     | 09.06.16 | 0,00                 |
| Klaustalgraben                  | 313670     | 04.03.16 | 5,93                 |
| Klaustalgraben                  | 313670     | 03.05.16 | 12,97                |
| Klaustalgraben                  | 313670     | 09.06.16 | 9,91                 |
| Kriebuschbach                   | N-00525    | 04.03.16 | 20,00                |
| Kriebuschbach                   | N-00525    | 04.05.16 | 18,30                |
| Kriebuschbach                   | N-00525    | 10.06.16 | 10,41                |
| Querne / Weida                  | N-00523    | 08.03.16 | 21,43                |
| Querne / Weida                  | N-00523    | 03.05.16 | 17,27                |
| Querne / Weida                  | N-00523    | 09.06.16 | 34,23                |
| Querne / Weida (Referenzstelle) | N-00524    | 04.03.16 | 48,72                |
| Querne / Weida (Referenzstelle) | N-00524    | 04.05.16 | 51,96                |
| Querne / Weida (Referenzstelle) | N-00524    | 10.06.16 | 44,07                |
| Querne / Weida                  | 313650     | 04.03.16 | 8,88                 |
| Querne / Weida                  | 313650     | 04.05.16 | 17,01                |



| Gewässer         | Messstelle | Datum    | SPEAR <sub>pesticides</sub> |
|------------------|------------|----------|-----------------------------|
| Querne / Weida   | 313650     | 10.06.16 | 17,56                       |
| Querne/Weida     | 310660     | 04.03.16 | 8,11                        |
| Querne/Weida     | 310660     | 04.05.16 | 15,21                       |
| Querne/Weida     | 310660     | 10.06.16 | 28,22                       |
| Weidenbach       | 313598     | 08.03.16 | 0,00                        |
| Weidenbach       | 313598     | 03.05.16 | 12,42                       |
| Weidenbach       | 313598     | 09.06.16 | 10,69                       |
| Weidenbach       | 312592     | 08.03.16 | 0,00                        |
| Weidenbach       | 312592     | 03.05.16 | 4,39                        |
| Weidenbach       | 312592     | 09.06.16 | 3,78                        |
| Weitzschker Bach | 312593     | 08.03.16 | 11,31                       |
| Weitzschker Bach | 312593     | 03.05.16 | 19,89                       |
| Weitzschker Bach | 312593     | 09.06.16 | 16,27                       |
| Weitzschker Bach | 313207     | 09.03.16 | 3,57                        |
| Weitzschker Bach | 313207     | 02.05.16 | 19,75                       |
| Weitzschker Bach | 313207     | 09.06.16 | 18,41                       |

#### 4.7.2. Allgemeine Degradation und andere Indizes

Neben dem Indikator SPEAR<sub>pesticides</sub> wurden über die ASTERICS-Software weitere Effekt-Indikatoren berechnet, um mögliche Interkorrelationen mit SPEAR<sub>pesticides</sub> und der PSM-Exposition zu erfassen. Die zusätzlich ausgewerteten Indikatoren umfassen den Deutschen Faunaindex (DFI), EPT [%], Rheoindex, Epirithral [%], SI für Sauerstoffzehrung und den Score für allgemeine Degradation (AD). Die Einzelergebnisse zu den Indikatoren wurden zusammen mit den anderen Messdaten als Excel-Tabelle dem LHW übergeben.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Indikator SPEAR<sub>pesticides</sub> auch signifikant mit den anderen biologischen Indikatoren zusammenhängt (Tabelle 9). Zusätzlich wurden signifikante Korrelationen zwischen den verschiedenen Indikatoren (Tabelle 9) identifiziert. Im Vergleich dazu wurden jedoch bis auf den SI keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den oben genannten Indizes und der gemessenen PSM-Exposition gefunden (Tabelle 10). Die Zusammenhänge zwischen den Indikatoren und SI mit TU<sub>max</sub> können daher resultieren, dass viele Stressoren aus dem Siedlungsbereich und der Landwirtschaft (Beispiel Nährstoffe, Verschlechterung der Strukturgüte, PSM, Abwassereinträge) gleichzeitig auftreten und somit interkorreliert sind. Zudem scheint der SI auch auf PSM-Belastung zu reagieren.

Entsprechend empfehlen wir in zukünftigen Untersuchungen die Spezifität des SI zu identifizieren, da dieser Index offensichtlich neben der Saprobie auch von der im Gewässer vorhandenen PSM-Toxizität beeinflusst wird.

Die relativ geringe Probenanzahl von sechs, bzw. elf Messstellen ermöglicht an dieser Stelle keine genauere Interpretation der Interkorrelationen und müsste mit weiteren chemisch-biologischen Daten sowie Sauerstoffminimalwerten für den SI ergänzend untersucht werden.

**Tabelle 9: Korrelationsmatrix von SPEAR<sub>pesticides</sub> und den verschiedenen ökologischen Indizes auf der Basis von allen MZB-Probenahmen in März, Mai und Juni 2016**

|                        | SPEAR | DFI   | Epirhithral [%] | Rheoindex | EPT [%] | AD    | SI    |
|------------------------|-------|-------|-----------------|-----------|---------|-------|-------|
| <b>SPEAR</b>           | 1,00  | 0,81  | 0,15            | 0,31      | 0,83    | 0,73  | -0,68 |
| <b>DFI</b>             | 0,81  | 1,00  | 0,11            | 0,40      | 0,78    | 0,78  | -0,75 |
| <b>Epirhithral [%]</b> | 0,15  | 0,11  | 1,00            | -0,07     | 0,13    | 0,36  | -0,10 |
| <b>Rheoindex</b>       | 0,31  | 0,40  | -0,07           | 1,00      | 0,40    | 0,55  | -0,52 |
| <b>EPT [%]</b>         | 0,83  | 0,78  | 0,13            | 0,40      | 1,00    | 0,71  | -0,71 |
| <b>AD</b>              | 0,73  | 0,78  | 0,36            | 0,55      | 0,71    | 1,00  | -0,53 |
| <b>Saprobienindex</b>  | -0,68 | -0,75 | -0,10           | -0,52     | -0,71   | -0,53 | 1,00  |

**Tabelle 10: Ergebnis der linearen Regressionen zwischen TU<sub>max</sub> (ereignisgesteuerte Proben März bis Anfang Juni) und den ökologischen Indizes im Juni**

| Indikator                   | TU <sub>max</sub> (R <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| DFI                         | N.S.                                |
| Epirhithral [%]             | N.S.                                |
| Rheoindex                   | N.S.                                |
| EPT [,%]                    | N.S.                                |
| Score AD                    | N.S.                                |
| Saprobienindex              | 0,68 *                              |
| SPEAR <sub>pesticides</sub> | 0,58 *                              |

N.S. = nicht signifikant

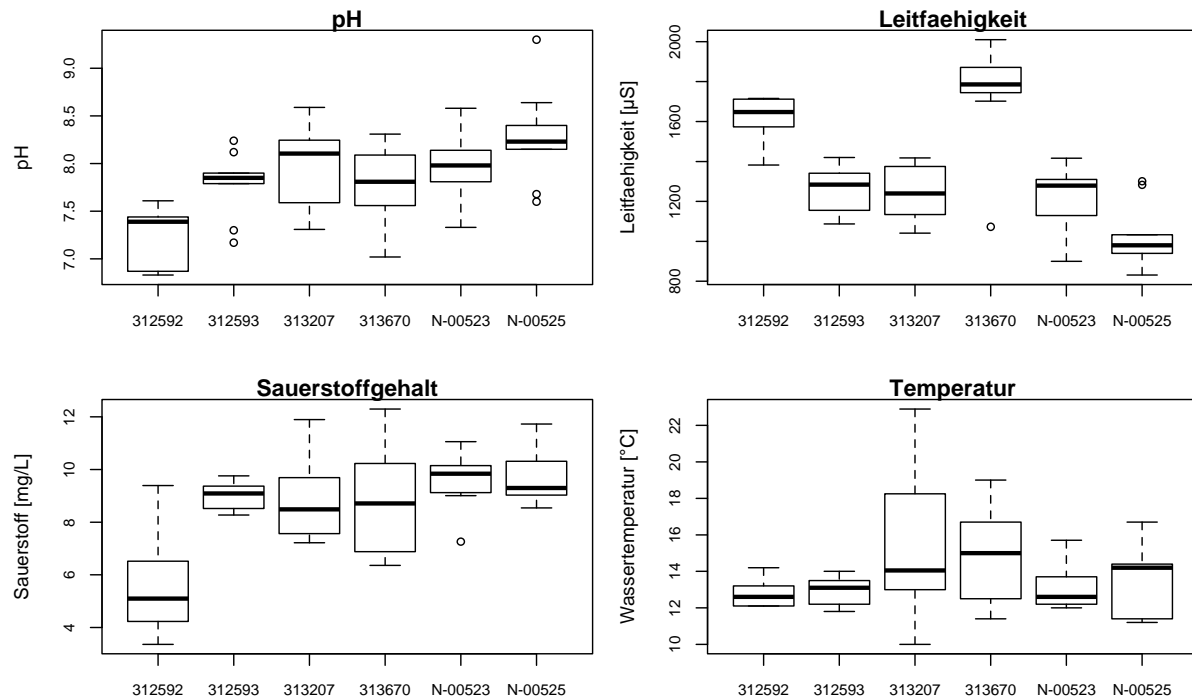
\* = P < 0,05

#### 4.7.3. Strukturgüte und andere Abiotikparameter

Hinsichtlich der Strukturgüte wurde nach dem LAWA-Verfahren für alle Messstellen die gleiche Gesamtstrukturgüte von Klasse 6 angegeben. Klasse 6 steht dabei für „sehr stark veränderte“ Gewässerstrukturen, wie zum Beispiel durch Eingriffe in den Gewässerverlauf, Uferverbau oder stark veränderte Landnutzung im Auebereich (LAWA 1999).

Daher stellt die Gewässerstruktur einen zusätzlichen Stressfaktor für die MZB-Gemeinschaften an allen Probestellen dar (Bunzel et al. 2014). Es können jedoch keine Interaktionen mit der PSM-Belastung oder den Effekt-Indikatoren ausgewertet werden, da alle Probestellen nach der LAWA-Einteilung die gleiche Gewässerstrukturgüte aufzeigen. Hinsichtlich der gemessenen abiotischen Parameter pH-Wert, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und Temperatur wurden hingegen für die sechs ökologisch-chemisch untersuchten Stellen deutliche Unterschiede gemessen (Abbildung 26). Besonders die Stelle am Weidenbach

(312592) zeigte im Vergleich zu den anderen Messstellen geringe Sauerstoffgehalte, niedrige pH-Werte und eine erhöhte Leitfähigkeit im Untersuchungszeitraum. An der Weidenbach-Messstelle wurden ebenfalls die niedrigsten  $\text{SPEAR}_{\text{pesticides}}$ -Werte gemessen. Davon abgesehen konnten jedoch keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den abiotischen Messwerten und dem Indikator  $\text{SPEAR}_{\text{pesticide}}$  ermittelt werden.



**Abbildung 26: Darstellung der gemessenen Parameter pH, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und Temperatur für alle Stellen bis auf die Referenzstelle (N-00524, keine Daten)**

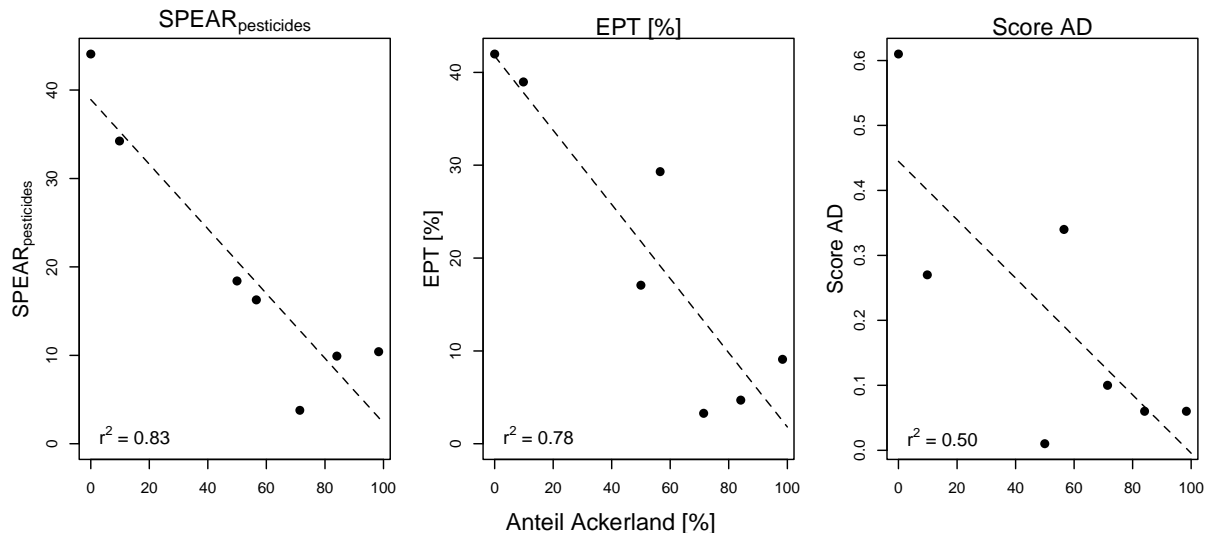
Die Werte wurden über alle Messzeitpunkte pro Messstelle gemittelt dargestellt.

#### 4.7.4. Landnutzung

$\text{SPEAR}_{\text{pesticides}}$  wurde auch auf eine Abhängigkeit von dem Anteil an Ackerland oder Siedlungsfläche analysiert. Während kein Einfluss der Siedlungsfläche auf  $\text{SPEAR}_{\text{pesticides}}$  zu beobachten war, so ist der Zusammenhang zwischen  $\text{SPEAR}_{\text{pesticides}}$  und dem Anteil an Ackerland im Oberlauf sehr signifikant (Abbildung 27).

Zusätzlich wurde untersucht, ob signifikante Zusammenhänge zwischen der Landnutzung und den Indikatoren DFI, EPT [%], SI sowie dem Score für allgemeine Degradation (AD) beobachtet werden können. Für den Flächenanteil an Siedlung und den Indizes wurde kein Zusammenhang detektiert. Bezüglich des Anteils an Ackerland konnte ein signifikanter Zusammenhang mit dem Anteil an EPT-Arten und dem SI nachgewiesen werden (Abbildung 27). Beide Zusammenhänge sind jedoch schwächer als die Abhängigkeit des  $\text{SPEAR}_{\text{pesticides}}$ -Indikators vom Anteil an Ackerland. Zudem deutet der Zusammenhang zwischen dem Anteil

an Ackerland und AD darauf hin, dass die AD auch durch eine PSM-belastung hervorgerufen sein kann. Für zukünftige Arbeiten wäre es daher interessant, die genauen Parameter zu identifizieren, welche eine ökologische Degradation letztendlich verursachen.



**Abbildung 27: Zusammenhang zwischen dem Indikator  $SPEAR_{pesticides}$ , EPT [%], Score für Allgemeine Degradation (AD) und dem Anteil an Ackerland**

Für die signifikanten Regressionsanalysen ist die Regressionsgerade und  $R^2$  angegeben.

## 5. Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen

Der Vergleich der Probenahmemethoden zeigt deutliche Unterschiede hinsichtlich der Positivbefunde und der Konzentrationsmessbereiche für alle PSM-Wirkstoffe, aber auch für einzelne Wirkstoffgruppen. Für die ereignisgesteuerten Proben konnten in den meisten Fällen (vier von fünf Messstellen mit Abflussereignissen) die höchsten Positivbefunde sowie die höchsten Konzentrationen an PSM-Wirkstoffen nachgewiesen werden. Zudem war der Zusammenhang zwischen  $SPEAR_{pesticides}$  und der PSM-Exposition basierend auf den ereignisgesteuerten Proben signifikant ( $r^2 = 0.58$ ), der Zusammenhang mit den Schöpfproben nicht. Daraus lässt sich ableiten, dass die Konzentrationsspitzen vorrangig den ökologischen Effekt in den untersuchten Gewässern erklären können und somit verstärkt für eine ökologische Bewertung von Gewässern herangezogen werden sollten. Auch Passivsammler sind trotz der Unsicherheiten bei der Umrechnung von Wasserkonzentrationen geeignet, um mittlere Expositionen abzuschätzen. Jedoch sind auch substanzspezifische Unterschiede zu kontinuierlicher Beprobung mit automatischen Sammlern möglich.

Aus ökotoxikologischer Sicht wurden insbesondere Insektizide (Neonicotinoide, Pirimicarb) in Konzentrationen gemessen, welche negative Effekte auf die Struktur und Diversität der Invertebratengemeinschaften haben. Auch das Fungizid Carbendazim wurde an mehreren

Messstellen detektiert, jedoch mit geringeren TU-Werten als die Insektizide.

Ökotoxikologisch relevante Herbizidkonzentrationen hinsichtlich der Makroinvertebraten wurden im Vergleich nur am Weidenbach gefunden. Anhand der Daten konnte nicht eindeutig geklärt werden, in welchem Umfang der PSM-Einsatz in Haus- und Kleingärten bzw. der Einsatz von Biozidprodukten zur Exposition und den ökologischen Effekten beiträgt. Das Auftreten des nur noch in Biozidprodukten zugelassenen Fungizids Carbendazim zeigt aber, dass auch Einträge aus dem Siedlungsbereich (durch Oberflächenabfluss oder Abwasser) berücksichtigt werden müssen. Hier sind weitere Untersuchungen zu den Eintragungswegen von Substanzen aus dem Siedlungsbereich notwendig, die jedoch eine detaillierte, ortsspezifische Erfassung der Eintragswege (Oberflächenabfluss, Kleinkläranlagen, undichte Kanalsysteme, Direkteinleiter) einschließen müssen.

Die ökologische Gewässergüte im Querne/Weida-Einzugsgebiet lässt sich aufgrund des SPEAR<sub>pesticides</sub>-Indikators als sehr gut (Referenzstelle) bis schlecht (Weidenbach, Klaustalgraben) einordnen. Trotz des geringen Probestellenumfanges konnte für den eigenschaftsbasierten Indikator SPEAR<sub>pesticides</sub> ein deutlicher Zusammenhang mit der PSM-Exposition und dem Anteil an Ackerland nachgewiesen werden. Zwar wurden auch Interkorrelationen zwischen SPEAR<sub>pesticides</sub> und anderen biologischen Effektindizes festgestellt, jedoch konnte bis auf den Saprobienindex (SI) kein signifikanter Zusammenhang mit der PSM-Exposition auf Basis der ereignisgesteuerten Proben detektiert werden. Die Korrelation von SPEAR<sub>pesticides</sub> und SI kann durch das gemeinsame Auftreten von Stressoren (PSM-Belastung, Sauerstoffzehrung) hervorgerufen werden. Weiterhin scheint der Saprobienindex durch die PSM-Belastung im Gewässer beeinflusst zu werden. Diese Kreuzempfindlichkeit sollte Gegenstand zukünftiger Untersuchungen sein.

Es konnte mit der Studie gezeigt werden, dass die beobachteten ökologischen Effekte mit der PSM-Exposition zusammenhängen und eintragsvermindernde Maßnahmen die chemische und ökologische Gewässergüte langfristig verbessern könnten (Verminderung von Abwassereinfluss oder Einträgen aus der Landwirtschaft). Weitere Maßnahmen, welche bereits zur Umsetzung der EU-Richtlinie 2009/128/EC diskutiert werden, können auf eine Reduktion der PSM-Anwendungen spezifischer Wirkstoffe oder PSM allgemein, sowie die Förderung nicht-chemischer Alternativen zum Pflanzenschutz abzielen.

Die Ergebnisse der ergänzenden Untersuchungen im Querne/Weida-Einzugsgebiet stellen letztendlich auch eine wertvolle Datengrundlage für andere Projekte, wie zum Beispiel Vorhaben zur Umsetzung des Nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von PSM, dar. Eine Teilstudie befasst sich dabei im Auftrag des Umweltbundesamtes mit der Konzeption eines repräsentativen Monitorings zur Belastung von Kleingewässern in der Agrarlandschaft, wobei unter anderem über das UFZ die Daten der vorliegenden Studie einfließen werden.

## 6. Referenzen

- Beketov, M.A., Foit, K., Schäfer, R.B., Schriever, C.A., Sacchi, A., Capri, E., Biggs, J., Wells, C., Liess, M. (2009) SPEAR indicates pesticide effects in streams - Comparative use of species- and family-level biomonitoring data. *Environmental Pollution* 157, 1841-1848.
- Buerge, I. J., T. Poiger, M. D. Müller and H.-R. Buser (2003). "Caffeine, an Anthropogenic Marker for Wastewater Contamination of Surface Waters." *Environmental Science & Technology* 37(4): 691-700.
- Bunzel, K., Liess, M., Kattwinkel, M. (2014) Landscape parameters driving aquatic pesticide exposure and effects. *Environmental Pollution* 186, 90-97
- de la Cal, A., Kuster, M., de Alda, M.L., Eljarrat, E., Barceló, D. (2008) Evaluation of the aquatic passive sampler Chemcatcher for the monitoring of highly hydrophobic compounds in water. *Talanta* 76, 327-332.
- Deutsches Institut für Normung (2010) Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Allgemeine Angaben (Gruppe A) - Teil 15: Probenahme aus Fließgewässern. Beuth Verlag, Berlin.
- Escher, B.I., Lawrence, M., Macova, M., Mueller, J.F., Poussade, Y., Robillot, C., Roux, A., Gernjak, W. (2011) Evaluation of Contaminant Removal of Reverse Osmosis and Advanced Oxidation in Full-Scale Operation by Combining Passive Sampling with Chemical Analysis and Bioanalytical Tools. *Environmental Science & Technology* 45, 5387-5394.
- Europäische Kommission (2000) RICHTLINIE 2000/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik
- Heyer, W., (2015) PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt. Privates Institut für nachhaltige Landwirtschaft GmbH.
- Kingston, J.K., Greenwood, R., Mills, G.A., Morrison, G.M., Persson, L.B. (2000) Development of a novel passive sampling system for the time-averaged measurement of a range of organic pollutants in aquatic environments. *Journal of Environmental Monitoring* 2, 487-495.
- Knillmann, S., Stampfli, N.C., Noskov, Y.A., Beketov, M.A., Liess, M. (2012) Interspecific competition delays recovery of *Daphnia* spp. populations from pesticide stress. *Ecotoxicology* 21, 1039-1049.
- LAWA, Wasser, L. (1999) Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland, Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer.

- LHW, L.f.H.u.W.S.-A., (2015) Fortschreibung des Konzeptes zum Umgang mit Schadstoffen im Grundwasser und Oberflächenwasser in Sachsen-Anhalt aus diffusen und Punktquellen (2015 – 2021).
- Liess, M., von der Ohe, P.C. (2005) Analyzing effects of pesticides on invertebrate communities in streams. *Environmental Toxicology and Chemistry* 24, 954-965.
- Liess, M., Schäfer, R.B., Schriever, C.A. (2008) The footprint of pesticide stress in communities - species traits reveal community effects of toxicants. *Science of the Total Environment* 406, 484-490.
- Liess, M., Beketov, M. (2011) Traits and stress - keys to identify community effects at low toxicant level. *Ecotoxicology* 20, 1328-1340.
- Liess, M., Schulz, R., Berenzen, N., Nanko-Drees, J., Wogram, J., (2001) Pesticide contamination and macroinvertebrate communities in running waters in agricultural areas, UBA Texte 65. Umweltbundesamt, Berlin, p. 227.
- Liess, M., Foit, K. (2010) Intraspecific competition delays recovery of population structure. *Aquatic Toxicology* 97, 15-22.
- Mauch, E., Schmedtje, U., Maetze, A. & Fischer, F. (2003) Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands. Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 01/03.388 S.
- Meier, C., Haase, P., Rolaufts, P., Schindehütte, K., Schöll, F., Sundermann, A., Hering, D., (2006) Methodisches Handbuch Fließgewässerbewertung: Handbuch zur Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern auf der Basis des Makrozoobenthos vor dem Hintergrund der EG-Wasserrahmenrichtlinie.
- Morrissey, C.A., Mineau, P., Devries, J.H., Sanchez-Bayo, F., Liess, M., Cavallaro, M.C., Liber, K. (2015) Neonicotinoid contamination of global surface waters and associated risk to aquatic invertebrates: A review. *Environment International* 74, 291-303.
- Münze, R., Orlinskiy, P., Gunold, R., Paschke, A., Kaske, O., Beketov, M.A., Hundt, M., Bauer, C., Schüürmann, G., Möder, M., Liess, M. (2015) Pesticide impact on aquatic invertebrates identified with Chemcatcher® passive samplers and the SPEAR pesticides index. *Science of The Total Environment* 537, 69-80.
- Münze, R., Hannemann, C., Orlinskiy, P., Gunold, R., Paschke, A., Foit, K., Becker, J., Kaske, O., Paulsson, E., Peterson, M., Jernstedt, H., Kreuger, J., Schüürmann, G., Liess, M., (in Press) Point source pollution by pesticides affects the structure and functional role of stream macroinvertebrate communities. *Science of the Total Environment*.
- O'Brien, D., Chiswell, B., Mueller, J.F. (2009) A novel method for the in situ calibration of flow effects on a phosphate passive sampler. *Journal of Environmental Monitoring* 11, 212-219.

- O'Brien, D., Bartkow, M., Mueller, J.F. (2011) Determination of deployment specific chemical uptake rates for SDB-RPD Empore disk using a passive flow monitor (PFM). *Chemosphere* 83, 1290-1295.
- Ockleford, C. D. (2013) Guidance on tiered risk assessment for plant protection products for aquatic organisms in edge-of-field surface waters. *EFSA Journal*, 11(7).
- Orlinskiy, P., Münze, R., Beketov, M., Gunold, R., Paschke, A., Knillmann, S., Liess, M. (2015) Forested headwaters mitigate pesticide effects on macroinvertebrate communities in streams: Mechanisms and quantification. *Science of The Total Environment* 524–525, 115-123.
- Persson, L.B., Morrison, G.M., Friemann, J.U., Kingston, J., Mills, G., Greenwood, R. (2001) Diffusional behaviour of metals in a passive sampling system for monitoring aquatic pollution. *Journal of Environmental Monitoring* 3, 639-645.
- Peterson D.R. (1994) Calculating the aquatic toxicity of hydrocarbon mixtures. *Chemosphere* 29:2493–2506.
- Reichenberger, S., Bach, M., Skitschak, A., Frede, H.G. (2007) Mitigation strategies to reduce pesticide inputs into ground- and surface water and their effectiveness; A review. *Science of the Total Environment* 384, 1-35.
- Schäfer, R.B., von der Ohe, P.C., Rasmussen, J., Kefford, B.J., Beketov, M.A., Schulz, R., Liess, M. (2012) Thresholds for the Effects of Pesticides on Invertebrate Communities and Leaf Breakdown in Stream Ecosystems. *Environmental Science & Technology* 46, 5134-5142.
- Scheurer, M., H. J. Brauch and F. T. Lange (2009) Analysis and occurrence of seven artificial sweeteners in German waste water and surface water and in soil aquifer treatment (SAT). *Analytical and Bioanalytical Chemistry* **394**(6): 1585-1594.
- Schulz, R., Peall, S.K.C., Dabrowski, J.M., Reinecke, A.J. (2001) Current-use insecticides, phosphates and suspended solids in the Lourens River, Western Cape, during the first rainfall event of the wet season. *Water SA* 27, 65-70.
- Stephens, B.S., Kapernick, A., Mueller, J., Eaglesham, G. (2005) Aquatic passive sampling of herbicides on naked particle loaded membranes: Accelerated measurement and empirical estimation of kinetic parameters. *Environmental Science and Technology* 39, 8891-8897.
- Thurman, E.M., Snavelly, K. (2000) Advances in solid-phase extraction disks for environmental chemistry. *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 19, 18-26.
- UBA-RAK-Liste (Stand 15.11.2016) und Erläuterungen zur RAK-Liste. <https://webetox.uba.de/webETOX/index.do> (Abfragedatum 27.02.2017).



- Vrana, B., Mills, G., Greenwood, R., Knutsson, J., Svensson, K., Morrison, G. (2005) Performance optimisation of a passive sampler for monitoring hydrophobic organic pollutants in water. *Journal of Environmental Monitoring* 7, 612-620.
- Wurbs, D., (2005) Vergleichende Untersuchungen zu den Folgewirkungen von Klima- und Landnutzungsänderungen auf den Wasserhaushalt in Flusseinzugsgebieten. ULB Sachsen-Anhalt.

## 7. Tabellarische Anhänge

Tabelle 11: Probestellen und Zeitpunkt der Entnahme der UFZ-Schöpfproben

| Messstellenummer | Gewässer         | Datum      |
|------------------|------------------|------------|
| 313670           | Klaustalgraben   | 18.04.2016 |
|                  |                  | 18.05.2016 |
|                  |                  | 25.05.2016 |
|                  |                  | 14.06.2016 |
|                  |                  | 22.06.2016 |
| 312592           | Weidenbach       | 18.04.2016 |
| 313207           | Weitzschker Bach | 18.04.2016 |
|                  |                  | 03.05.2016 |
|                  |                  | 03.05.2016 |
|                  |                  | 18.05.2016 |
|                  |                  | 25.05.2016 |
|                  |                  | 01.06.2016 |
| 312593           | Weitzschker Bach | 22.06.2016 |
|                  |                  | 18.04.2016 |
|                  |                  | 25.05.2016 |
|                  |                  | 01.06.2016 |
|                  |                  | 14.06.2016 |
| N-00525          | Kriebuschbach    | 22.06.2016 |
| N-00523          | Querne/Weida     | 18.04.2016 |
|                  |                  | 03.05.2016 |
|                  |                  | 25.05.2016 |
|                  |                  | 01.06.2016 |
|                  |                  | 14.06.2016 |
|                  |                  | 22.06.2016 |

**Tabelle 12: Probestellen und Zeitpunkt der Entnahme der ereignisgesteuerten Proben sowie Installationshöhe über Normalwasserpegel der entnommenen Flasche**

Bei jeder Entnahme wurden wieder neue Flaschen ausgebracht.

| Messstelle | Gewässer         | Datum      | Flaschenhöhe | Niederschlagsereignis        |
|------------|------------------|------------|--------------|------------------------------|
| 312592     | Weidenbach       | 18.04.2016 | 5 cm         | 15.-17.04.2016               |
| 313670     | Klaustalgraben   | 18.04.2016 | 5 cm         | 15.-17.04.2016               |
| 313207     | Weitzschker Bach | 18.04.2016 | 5 cm         | 15.-17.04.2016               |
| 313207     | Weitzschker Bach | 18.04.2016 | 15 cm        | 15.-17.04.2016               |
| 312593     | Weitzschker Bach | 18.04.2016 | 5 cm         | 15.-17.04.2016               |
| N-00523    | Querne/Weida     | 18.04.2016 | 5 cm         | 15.-17.04.2016               |
| 313207     | Weitzschker Bach | 03.05.2016 | 5 cm         | 24.-28.4.2016/<br>03.05.2016 |
| N-00523    | Querne/Weida     | 03.05.2016 | 5 cm         | 24.-28.4.2016/<br>03.05.2016 |
| 313207     | Weitzschker Bach | 18.05.2016 | 5 cm         | 14.-16.5.2016                |
| 313670     | Klaustalgraben   | 18.05.2016 | 5 cm         | 14.-16.5.2016                |
| 313207     | Weitzschker Bach | 25.05.2016 | 5 cm         | 22.-24.5.2016                |
| 313207     | Weitzschker Bach | 25.05.2016 | 15 cm        | 22.-24.5.2016                |
| 313670     | Klaustalgraben   | 25.05.2016 | 5 cm         | 22.-24.5.2016                |
| 312593     | Weitzschker Bach | 25.05.2016 | 5 cm         | 22.-24.5.2016                |
| N-00523    | Querne/Weida     | 25.05.2016 | 5 cm         | 22.-24.5.2016                |
| 313207     | Weitzschker Bach | 01.06.2016 | 5 cm         | 27.-29.5.2016                |
| 313207     | Weitzschker Bach | 01.06.2016 | 15 cm        | 27.-29.5.2016                |
| 312593     | Weitzschker Bach | 01.06.2016 | 5 cm         | 27.-29.5.2016                |
| N-00523    | Querne/Weida     | 01.06.2016 | 5 cm         | 27.-29.5.2016                |
| 312593     | Weitzschker Bach | 14.06.2016 | 5 cm         | 12.-14.6.2016                |
| N-00523    | Querne/Weida     | 14.06.2016 | 5 cm         | 12.-14.6.2016                |
| 313670     | Klaustalgraben   | 14.06.2016 | 5 cm         | 12.-14.6.2016                |
| 313670     | Klaustalgraben   | 14.06.2016 | 15 cm        | 12.-14.6.2016                |
| 312593     | Weitzschker Bach | 22.06.2016 | 5 cm         | 17.-21.6.2016                |
| N-00523    | Querne/Weida     | 22.06.2016 | 5 cm         | 17.-21.6.2016                |
| 313207     | Weitzschker Bach | 22.06.2016 | 5 cm         | 17.-21.6.2016                |
| 313207     | Weitzschker Bach | 22.06.2016 | 15 cm        | 17.-21.6.2016                |
| 313670     | Klaustalgraben   | 22.06.2016 | 5 cm         | 17.-21.6.2016                |

Tabelle 13: Zeitpunkte der Chemcatcher-Probenahme und Expositionszeit im Gewässer

| Proben-Nummer | Messstelle | Gewässer                       | Ausbringung      | Einholung        | Expositionszeit [h] | Bemerkung         |            |
|---------------|------------|--------------------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|------------|
| Cc 1          | N-00525    | Kriebuschbach                  | 04.04.2016 11:00 | 18.04.2016 13:00 | 338                 |                   |            |
| Cc 2          |            |                                | 04.04.2016 11:00 | 18.04.2016 13:00 | 338                 |                   |            |
| Cc 3          |            |                                | 04.04.2016 11:00 | 18.04.2016 13:00 | 338                 |                   |            |
| Cc 4          |            |                                |                  |                  |                     |                   | Trip blank |
| Cc 5          | N-00523    | Querne/<br>Weida,<br>Pegelhaus |                  |                  |                     | Trip blank        |            |
| Cc 6          |            |                                | 04.04.2016 16:00 | 18.04.2016 16:00 | 336                 |                   |            |
| Cc 7          |            |                                | 04.04.2016 16:00 | 18.04.2016 16:00 | 336                 |                   |            |
| Cc 8          |            |                                | 04.04.2016 16:00 | 18.04.2016 16:00 | 336                 |                   |            |
| Cc 25         |            | -                              |                  |                  |                     | Fabrication Blank |            |
| Cc 26         |            | -                              |                  |                  |                     | Fabrication Blank |            |
| Cc 43         | N-00525    | Kriebuschbach                  | 18.04.2016 13:00 | 03.05.2016 12:00 | 359                 |                   |            |
| Cc 44         |            |                                | 18.04.2016 13:00 | 03.05.2016 12:00 | 359                 |                   |            |
| Cc 45         |            |                                |                  |                  |                     |                   | Trip blank |
| Cc 46         |            |                                | 18.04.2016 13:00 | 03.05.2016 12:00 | 359                 |                   |            |
| Cc 47         | N-00523    | Querne/<br>Weida,<br>Pegelhaus |                  |                  |                     | Trip blank        |            |
| Cc 48         |            |                                | 18.04.2016 16:00 | 03.05.2016 16:30 | 361                 |                   |            |
| Cc 49         |            |                                | 18.04.2016 16:00 | 03.05.2016 16:30 | 361                 |                   |            |
| Cc 50         |            |                                | 18.04.2016 16:00 | 03.05.2016 16:30 | 361                 |                   |            |
| Cc 51         |            | -                              |                  |                  |                     | Fabrication Blank |            |
| Cc 52         |            | -                              |                  |                  |                     | Fabrication Blank |            |
| Cc 69         | N-00525    | Kriebuschbach                  | 03.05.2016 12:00 | 18.05.2016 12:25 | 360                 |                   |            |
| Cc 70         |            |                                |                  |                  |                     |                   | Trip blank |
| Cc 71         |            |                                | 03.05.2016 12:00 | 18.05.2016 12:25 | 360                 |                   |            |
| Cc 72         |            |                                | 03.05.2016 12:00 | 18.05.2016 12:25 | 360                 |                   |            |
| Cc 73         | N-00523    | Querne/Wei<br>da,<br>Pegelhaus | 03.05.2016 16:30 | 18.05.2016 17:05 | 361                 |                   |            |
| Cc 74         |            |                                |                  |                  |                     |                   | Trip blank |
| Cc 75         |            |                                |                  |                  |                     |                   |            |
| Cc 76         |            |                                |                  |                  |                     |                   |            |
| Cc 93         | N-00525    | Kriebuschbach                  | 18.05.2016 12:25 | 01.06.2016 16:00 | 340                 |                   |            |
| Cc 94         |            |                                | 18.05.2016 12:25 | 01.06.2016 16:00 | 340                 |                   |            |
| Cc 95         |            |                                | 18.05.2016 12:25 | 01.06.2016 16:00 | 340                 |                   |            |
| Cc 96         |            |                                |                  |                  |                     |                   | Trip blank |
| Cc 97         | N-00523    | Querne/<br>Weida,<br>Pegelhaus | 18.05.2016 17:05 | 01.06.2016 12:00 | 331                 |                   |            |
| Cc 98         |            |                                | 18.05.2016 17:05 | 01.06.2016 12:00 | 331                 |                   |            |
| Cc 99         |            |                                |                  |                  |                     |                   | Trip blank |
| Cc 100        |            |                                | 18.05.2016 17:05 | 01.06.2016 12:00 | 331                 |                   |            |
| Cc 101        |            | -                              |                  |                  |                     | Fabrication       |            |

## Vertiefende Gewässeruntersuchungen - Projekt Querne/Weida

| Proben-Nummer | Messstelle | Gewässer                       | Ausbringung      | Einholung        | Expositionszeit [h] | Bemerkung  |
|---------------|------------|--------------------------------|------------------|------------------|---------------------|------------|
|               |            |                                |                  |                  |                     | Blank      |
| Cc 102        | N-00525    | Kriebusch-bach                 | 01.06.2016 16:00 | 14.06.2016 11:50 | 308                 |            |
| Cc 103        |            |                                | 01.06.2016 16:00 | 14.06.2016 11:50 | 308                 |            |
| Cc 104        |            |                                |                  |                  |                     | Trip blank |
| Cc 105        |            |                                | 01.06.2016 16:00 | 14.06.2016 11:50 | 308                 |            |
| Cc 106        | N-00523    | Querne/<br>Weida,<br>Pegelhaus | 01.06.2016 12:00 | 14.06.2016 10:32 | 311                 |            |
| Cc 107        |            |                                | 01.06.2016 12:00 | 14.06.2016 10:32 | 311                 |            |
| Cc 108        |            |                                |                  |                  |                     | Trip blank |
| Cc 109        |            |                                | 01.06.2016 12:00 | 14.06.2016 10:32 | 311                 |            |
| Cc 128        | N-00525    | Kriebusch-bach                 | 14.06.2016 11:50 | 28.06.2016 15:30 | 337                 |            |
| Cc 129        |            |                                | 14.06.2016 11:50 | 28.06.2016 15:30 | 337                 |            |
| Cc 130        |            |                                | 14.06.2016 11:50 | 28.06.2016 15:30 | 337                 |            |
| Cc 131        |            |                                |                  |                  |                     | Trip blank |
| Cc 132        | N-00523    | Querne/Wei<br>da,<br>Pegelhaus | 14.06.2016 10:32 | 28.06.2016 12:30 | 338                 |            |
| Cc 133        |            |                                | 14.06.2016 10:32 | 28.06.2016 12:30 | 338                 |            |
| Cc 134        |            |                                |                  |                  |                     | Trip blank |
| Cc 135        |            |                                | 14.06.2016 10:32 | 28.06.2016 12:30 | 338                 |            |

Tabelle 14: Überblick über alle gemessenen Stoffe, Anwendungsbereich, Nachweisgrenzen und Qualitätskriterien

| Substanz                       | Klasse <sup>1)</sup> | Quelle <sup>2)</sup> | log K <sub>ow</sub> <sup>3)</sup> | log D <sub>ow</sub> pH 8 <sup>3)</sup> | MDL Wasser [ng/l] <sup>4)</sup> | MDL Chemcatcher [ng/l] <sup>5)</sup> | UQN [ng/l] <sup>6)</sup> | UBA RAK [ng/l] <sup>6)</sup> | AQK [ng/l] <sup>6)</sup> | CQK [ng/l] <sup>6)</sup> | LC <sub>50</sub> <i>D.magna</i> [ng/L] |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| 1,2-Benzisothiazolinone        | F                    | Dual                 | 1.41                              | 1.41                                   | 14                              | 2                                    |                          |                              |                          |                          | 4.40E+06                               |
| 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid | H                    | Dual                 | 2.84                              | -0.72                                  | 3                               | 0.2                                  |                          | 1100                         | 1300                     | 200                      | 6.54E+07                               |
| 2-Hydroxy-Atrazine             | H-TP                 | AW                   | -0.74                             | -1.22                                  | 2                               | 0.5                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| 2-Hydroxycarbamazepine         | P-TP                 | Abw.                 | 2.01                              | 2.00                                   | 2                               | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| 3,5,6-Trichloro-2-pyridinol    | I-TP                 | Dual                 | 0.96                              | -1.01                                  | 1.7                             | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          | 1.04E+07                               |
| 4-/5-Methylbenzotriazole       | Sonst.               | Abw.                 | 1.77                              | 1.66                                   | 1.2                             | 0.2                                  |                          |                              | 425000                   | 20000                    |  |
| Acetamidrid                    | I                    | Dual                 | 1.06                              | 1.06                                   | 1.5                             | 0.1                                  |                          | 240                          |                          |                          | 2.09E+04                               |
| Acetyl-sulfamethoxazole        | P-TP                 | Abw.                 | 1.06                              | -0.65                                  | 4.5                             | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Ametryn                        | H                    | AW                   | 3.04                              | 3.04                                   | 1.5                             | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          | 3.40E+07                               |
| Atrazine                       | H                    | AW                   | 2.66                              | 2.66                                   | 2                               | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          | 3.73E+07                               |
| Azoxystrobin                   | F                    | Dual                 | 3.54                              | 3.54                                   | 1                               | 0                                    |                          | 550                          | 550                      | 200                      | 2.50E+07                               |
| Bentazone                      | H                    | LW                   | 2.04                              | 0.04                                   | 2                               | 0.1                                  | 100                      | 535000                       | 470000                   | 270000                   | 1.25E+08                               |
| Benzotriazole                  | Sonst.               | Abw.                 | 1.48                              | 1.33                                   | 3                               | 0.5                                  |                          |                              | 158000                   | 19000                    |  |
| Bifenox free acid              | H-TP                 | LW                   | 4.57                              | 1.43                                   | 5                               | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Boscalid                       | F                    | LW                   | 4.69                              | 4.69                                   | 1.5                             | 0.1                                  |                          | 12500                        | 11600                    | 11600                    | 5.33E+06                               |
| Caffeine                       | Sonst.               | Abw.                 | 0.28                              | 0.28                                   | 35                              | 2.5                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Carbamazepine                  | P                    | Abw.                 | 2.28                              | 2.28                                   | 0.8                             | 0.1                                  |                          |                              | 2000000                  | 2000                     |  |
| Carbendazim                    | F                    | Urban                | 1.62                              | 1.62                                   | 1.3                             | 2                                    | 200                      | 150                          | 700                      | 440                      | 2.30E+05                               |
| Chloridazon                    | H                    | LW                   | 0.92                              | 0.92                                   | 1.5                             | 0.1                                  | 100                      |                              | 190000                   | 10000                    | 1.32E+08                               |
| Chlormequat                    | H                    | LW                   | -3.04                             | -3.04                                  | 7                               | 0.1                                  | (100)                    |                              |                          |                          |  |
| Chlorothalonil-4-hydroxy       | F-TP                 | Dual                 | 3.46                              | 0.31                                   | 1.2                             | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Chlorotoluron                  | H                    | LW                   | 2.48                              | 2.48                                   | 2                               | 0.1                                  | 400                      | 2300                         | 2400                     | 600                      | 6.70E+07                               |
| Chloroxuron                    | H                    | AW                   | 3.26                              | 3.26                                   | 1                               | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          | 2.95E+06                               |
| Clothianidin                   | I                    | LW                   | 0.23                              | -0.36                                  | 1.8                             | 0.3                                  |                          | 7                            |                          |                          | 2.20E+04                               |
| Cyclamate                      | Sonst.               | Abw.                 | -0.01                             | -3.50                                  | 20                              | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Cyproconazole                  | F                    | Dual                 | 2.95                              | 2.95                                   | 2                               | 0.2                                  |                          |                              | 1250                     | 1250                     | 2.20E+07                               |
| Desethylatrazine               | H-TP                 | AW                   | 1.54                              | 1.54                                   | 2                               | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Desethylterbutylazine          | H-TP                 | LW                   | 1.96                              | 1.96                                   | 2                               | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          | 4.20E+07                               |
| Desisopropylatrazine           | H-TP                 | AW                   | 1.26                              | 1.26                                   | 3                               | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Diazinone                      | I                    | AW                   | 3.80                              | 3.80                                   | 1                               | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          | 1.12E+03                               |
| Dichlorprop                    | H                    | LW                   | 3.06                              | -0.49                                  | 4                               | 0.1                                  |                          |                              | 20                       | 12                       | 5.83E+06                               |
| Diclofenac                     | P                    | Abw.                 | 4.48                              | 1.00                                   | 4.5                             | 0.3                                  | 100                      |                              |                          |                          |  |
| Diethyltoluamid (DEET)         | I                    | Urban                | 2.24                              | 2.24                                   | 1.5                             | 0.1                                  |                          |                              |                          | 50                       | 7.50E+07                               |
| Difenoconazole                 | F                    | Dual                 | 4.00                              | 4.00                                   | 3.5                             | 0.1                                  |                          | 360                          |                          |                          | 7.70E+05                               |
| Diflufenican                   | H                    | Dual                 | 4.10                              | 4.06                                   | 15                              | 0.5                                  | <b>9</b>                 | <b>25</b>                    |                          |                          | 2.40E+05                               |
| Dimethachlor                   | H                    | LW                   | 2.63                              | 2.63                                   | 1                               | 0.1                                  | 50                       | 3500                         |                          |                          | 2.40E+07                               |
| Dimethenamid                   | H                    | LW                   | 2.45                              | 2.45                                   | 1.2                             | 0.1                                  |                          | 1350                         |                          |                          | 1.20E+07                               |
| Dimethoate                     | I                    | Dual                 | 1.03                              | 1.03                                   | 1.8                             | 0.2                                  | 100                      | 4000                         | 977                      | 70                       | 2.90E+06                               |
| Diphenhydramine                | P                    | Abw.                 | 3.71                              | 2.88                                   | 5                               | 2.5                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Diuron                         | H                    | Urban                | 2.75                              | 2.75                                   | 1.5                             | 0.1                                  | 200                      | 790                          | 250                      | 70                       | 8.40E+06                               |
| Epoxiconazole                  | F                    | LW                   | 3.72                              | 3.72                                   | 1.5                             | 0.1                                  | 200                      | 537.5                        | 240                      | 200                      | 8.69E+06                               |

## Vertiefende Gewässeruntersuchungen - Projekt Querne/Weida

| Substanz                         | Klasse <sup>1)</sup> | Quelle <sup>2)</sup> | log K <sub>ow</sub> <sup>3)</sup> | log D <sub>ow</sub> pH 8 <sup>3)</sup> | MDL Wasser [ng/l] <sup>4)</sup> | MDL Chemcatcher [ng/l] <sup>5)</sup> | UQN [ng/l] <sup>6)</sup> | UBA RAK [ng/l] <sup>6)</sup> | AQK [ng/l] <sup>6)</sup> | CQK [ng/l] <sup>6)</sup> | LC <sub>50</sub> <i>D.magna</i> [ng/L] |
|----------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| Ethofumesate                     | H                    | LW                   | 2.14                              | 2.14                                   | 2                               | 0.1                                  |                          | 24000                        | 260000                   | 3100                     | 1.40E+07                               |
| Fenpropimorph                    | F                    | Dual                 | 5.03                              | 4.94                                   | 1.5                             | 0.2                                  | 20                       | 195                          |                          |                          | 2.24E+06                               |
| Fenuron                          | H                    | AW                   | 1.24                              | 1.24                                   | 1                               | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Fipronil                         | I                    | Urban                | 3.71                              | 3.71                                   | 1.5                             | 0.1                                  |                          | <b>0.77</b>                  |                          |                          | 1.00E+05                               |
| Fipronil desulfinyl              | I-TP                 | Urban                | 4.56                              | 4.56                                   | 1                               | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Fipronil sulfide                 | I-TP                 | Urban                | 4.80                              | 4.80                                   | 1.2                             | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Fipronil sulfone                 | I-TP                 | Urban                | 4.86                              | 4.86                                   | 0.8                             | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Flufenacet                       | H                    | LW                   | 3.01                              | 3.01                                   | 1                               | 0.1                                  | 40                       | 2400                         |                          |                          | 3.09E+07                               |
| Flurtamone                       | H                    | LW                   | 3.90                              | 3.90                                   | 1                               | 0.1                                  | 100                      | 990                          |                          |                          | 1.30E+07                               |
| Icaridin                         | I                    | Urban                | 1.87                              | 1.87                                   | 2                               | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          | 1.00E+08                               |
| Imidacloprid                     | I                    | Dual                 | 0.38                              | 0.38                                   | 2                               | 0.1                                  | <b>2</b>                 | 9                            | 100                      | 13                       | 4.44E+04                               |
| Imidacloprid-guanidine           | I-TP                 | Dual                 | 0.17                              | 0.06                                   | 2                               | 1.5                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Imidacloprid-urea                | I-TP                 | Dual                 | 0.90                              | 0.90                                   | 2                               | 0.2                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Isoproturon                      | H                    | Dual                 | 2.45                              | 2.45                                   | 1.2                             | 0.1                                  | 300                      | 1300                         | 1700                     | 640                      | 1.00E+06                               |
| MCPA                             | H                    | Dual                 | 2.55                              | -0.95                                  | 2                               | 0.2                                  |                          | 9000                         | 6400                     | 660                      | 1.80E+08                               |
| Mecoprop                         | H                    | Dual                 | 2.97                              | -0.74                                  | 3                               | 0.1                                  | 100                      | 160000                       | 187000                   | 3600                     | 1.00E+08                               |
| Metalaxyl                        | F                    | LW                   | 1.88                              | 1.88                                   | 1.7                             | 0                                    | 120000                   | 46000                        | 98000                    | 98000                    | 4.04E+07                               |
| Metamitron                       | H                    | LW                   | 0.87                              | 0.87                                   | 2.5                             | 0.6                                  | 4000                     | 38000                        | 39000                    | 4000                     | 5.70E+06                               |
| Metazachlor                      | H                    | LW                   | 2.28                              | 2.28                                   | 1.5                             | 0.1                                  | 400                      | 880                          | 280                      | 20                       | 3.30E+07                               |
| Metazachlor ESA                  | H-TP                 | LW                   | -0.48                             | -3.98                                  | 10                              | 0.6                                  |                          |                              |                          |                          | 9.38E+07                               |
| Metolachlor                      | H                    | LW                   | 3.22                              | 3.22                                   | 1                               | 0.1                                  | 200                      |                              | 3300                     | 690                      | 1.66E+07                               |
| Metolachlor ESA                  | H-TP                 | LW                   | 0.16                              | -3.34                                  | 2                               | 0.4                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Metolachlor OA                   | H-TP                 | LW                   | 2.03                              | -1.72                                  | 4                               | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Metribuzin                       | H                    | LW                   | 1.50                              | 1.50                                   | 2                               | 0.1                                  | 200                      | 584                          | 870                      | 58                       | 5.21E+07                               |
| Monensin                         | PV                   | LW                   | 3.50                              | 0.05                                   | 10                              | 0.2                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Pendimethalin                    | H                    | LW                   | 4.83                              | 4.83                                   | 15                              | 0.5                                  | 270                      | 630                          |                          |                          | 2.69E+06                               |
| Phenylbenzimidazolesulfonic acid | Sonst.               | Abw.                 | 0.54                              | -2.96                                  | 6                               | 0.5                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Pirimicarb                       | I                    | Dual                 | 1.73                              | 1.73                                   | 4                               | 0.7                                  | 90                       | 90                           | 1800                     | 90                       | 1.70E+04                               |
| Prochloraz                       | F                    | LW                   | 4.08                              | 4.08                                   | 1.5                             | 1                                    |                          | 5000                         |                          |                          | 4.51E+06                               |
| Propiconazole                    | F                    | Dual                 | 3.52                              | 3.52                                   | 2                               | 0.1                                  | 1000                     | 2000                         |                          |                          | 4.90E+06                               |
| Prothioconazole-desthio          | F-TP                 | Dual                 | 3.06                              | 3.06                                   | 1.3                             | 0.1                                  |                          | 334                          |                          |                          |  |
| Pyraclostrobin                   | F                    | LW                   | 4.07                              | 4.07                                   | 1                               | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          | 1.60E+04                               |
| Quinmerac                        | H                    | LW                   | 2.77                              | -0.37                                  | 3                               | 0.3                                  |                          | 316000                       |                          |                          | 1.00E+08                               |
| Quinoxifen                       | F                    | LW                   | 5.62                              | 5.62                                   | 1.5                             | 0.1                                  | 150                      |                              |                          |                          | 8.00E+04                               |
| Saccharin                        | Sonst.               | Abw.                 | 0.70                              | -1.30                                  | 15                              | 0.2                                  |                          |                              |                          |                          | 1.00E+08                               |
| Spiroxamine                      | F                    | LW                   | 4.78                              | 3.94                                   | 2                               | 2                                    |                          | 130                          |                          |                          | 6.80E+06                               |
| Sucralose                        | Sonst.               | Abw.                 | -0.17                             | -0.17                                  | 120                             | 70                                   |                          |                              |                          |                          |  |
| Sulfadimethoxine                 | PV                   | LW                   | 1.46                              | -0.53                                  | 3                               | 0.1                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Sulfamethazine                   | PV                   | LW                   | 0.44                              | 0.04                                   | 1.5                             | 1                                    |                          |                              | 30000                    | 30000                    |  |
| Sulfamethoxazole                 | P (PV)               | Abw.                 | 0.65                              | -0.97                                  | 1                               | 0.1                                  |                          |                              | 2700                     | 600                      |  |
| Sulfapyridine                    | P                    | Abw.                 | 0.47                              | 0.26                                   | 1.1                             | 0.2                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Sulfathiazole                    | PV                   | LW                   | 0.42                              | -0.39                                  | 5                               | 0.5                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Tebuconazole                     | F                    | Dual                 | 3.74                              | 3.74                                   | 1                               | 0.1                                  | 1000                     | 578                          | 1400                     | 240                      | 2.79E+06                               |

## Vertiefende Gewässeruntersuchungen - Projekt Querne/Weida

| Substanz                | Klasse <sup>1)</sup> | Quelle <sup>2)</sup> | log K <sub>ow</sub> <sup>3)</sup> | log D <sub>ow</sub> pH 8 <sup>3)</sup> | MDL Wasser [ng/l] <sup>4)</sup> | MDL Chemcatcher [ng/l] <sup>5)</sup> | UQN [ng/l] <sup>6)</sup> | UBA RAK [ng/l] <sup>6)</sup> | AQK [ng/l] <sup>6)</sup> | CQK [ng/l] <sup>6)</sup> | LC <sub>50</sub> <i>D.magna</i> [ng/L] |
|-------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| Terbutylazine           | H                    | LW                   | 2.99                              | 2.99                                   | 1                               | 0.1                                  | 500                      | 1200                         | 1280                     | 220                      | 2.12E+07                               |
| Terbutryn               | H                    | Urban                | 3.35                              | 3.35                                   | 1                               | 0.7                                  |                          |                              | 340                      | 65                       | 7.10E+06                               |
| Terbutylazine-2-hydroxy | H-TP                 | LW                   | -0.39                             | -0.84                                  | 2.5                             | 1                                    |                          |                              |                          |                          | 2.80E+06                               |
| Thiacloprid             | I                    | Dual                 | 1.22                              | 1.22                                   | 1                               | 0.1                                  |                          | 4                            | 80                       | 10                       |  |
| Thiacloprid amide       | I-TP                 | Dual                 | 0.37                              | 0.37                                   | 1.5                             | 0.2                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Thiamethoxam            | I                    | Dual                 | -0.33                             | -0.33                                  | 1.5                             | 0.7                                  |                          | 43                           | 1400                     | 42                       | 3.50E+04                               |
| Triclosan               | F                    | Urban                | 5.27                              | 5.21                                   | 6                               | 0.2                                  |                          |                              | 20                       | 20                       | 3.90E+05                               |
| Triethylcitrate         | Sonst.               | Abw.                 | 1.09                              | 1.09                                   | 50                              | 1.3                                  |                          |                              |                          |                          |  |
| Trifloxystrobin         | F                    | Dual                 | 4.85                              | 4.85                                   | 2.5                             | 0.1                                  |                          | 86                           |                          |                          | 1.10E+04                               |

<sup>1)</sup> Klasse: F – Fungizide; H – Herbizide; I – Insektizide; Sonst. - Sonstige; P – Pharmaka; PV – Veterinärpharmaka, TP - Transformationsprodukt

<sup>2)</sup> Einsatzbereiche/Eintragspfade: **Dual**: Verwendung in Landwirtschaft und Hausgärten/als Biozid; **LW**: Verwendung in der Landwirtschaft; **Urban**: Verwendung als Biozid in Siedlungsgebieten, Eintrag über Oberflächenabfluss oder häusliches Abwasser; **Abw**: Eintrag über häusliches Abwasser; **AW**: Altwirkstoff (nicht mehr zugelassen; Eintrag z.B. über Grundwasser)

<sup>3)</sup> K<sub>ow</sub>: Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizient bzw. D<sub>ow</sub>: pH-abhängiger K<sub>ow</sub>, beide berechnet mit ACD/Labs Percepta.

<sup>4)</sup> Method Detection Limit (Methodennachweisgrenze) der Schöpf-, Wochenmisch- und ereignisgesteuerten Proben

<sup>5)</sup> Method Detection Limit der Chemcatcher-Proben (bezogen auf die Wasserkonzentration)

<sup>6)</sup> Umweltqualitätswerte für (kleine) Fließgewässer: **UQN**: Umweltqualitätsnormen bzw. UQN-Vorschläge; **UBA RAK**: RAK-Werte des Umweltbundesamtes (UBA 2016); **AQK** bzw. **CQK**: Akute und Chronische Qualitätskriterien des Schweizer Ökotoxenzentrums.



**Tabelle 15: Taxa-Liste pro Messstelle über alle drei MZB-Probenahmen. Die Zuweisung der DV-Nummern basiert auf Mauch et al. (2003)**

| Gewässer       | Messstelle verbal | Messstelle | Klasse/Ordnung    | Taxon                              | DV-Nummer |
|----------------|-------------------|------------|-------------------|------------------------------------|-----------|
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Coleoptera        | Haliplus lineatocollis             | 3         |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Coleoptera        | Agabus paludosus                   | 48        |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Coleoptera        | Agabus didymus                     | 49        |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Coleoptera        | Anacaena globulus                  | 129       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Coleoptera        | Agabus                             | 165       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Coleoptera        | Anacaena limbata                   | 172       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Coleoptera        | Elmis aenea                        | 289       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Coleoptera        | Laccobius bipunctatus              | 694       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Coleoptera        | Hydrophilidae                      | 888       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Coleoptera        | Ochthebius                         | 10014     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Coleoptera        | Anacaena bipustulata               | 10100     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Coleoptera        | Elodes                             | 20163     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Coleoptera        | Elodes minuta-Gruppe               | 20607     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Crustacea         | Gammarus pulex                     | 1002      |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Crustacea         | Proasellus coxalis                 | 1107      |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Ptychoptera                        | 260       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Ceratopogonidae                    | 493       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Pilaria                            | 498       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Stratiomyidae                      | 555       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Prodiamesa olivacea                | 604       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Dixa nebulosa                      | 705       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Paratanytarsus                     | 10041     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Psectrocladius                     | 10044     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Pseudolimnophila                   | 10092     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Sciomyzidae                        | 10127     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Anopheles                          | 10149     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Simulium (Nevermannia)             | 10191     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Apsectrotanypus trifascipennis     | 10385     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Conchapelopia                      | 10396     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Conchapelopia melanops             | 10397     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Macropelopia nebulosa              | 10409     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Micropsectra                       | 10411     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Orthocladius                       | 10413     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Paratendipes albimanus             | 10421     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Diamesa insignipes                 | 10557     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Paracladius conversus              | 10704     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Micropsectra atrofasciata          | 10889     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Tvetenia                           | 10919     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Zavrelimyia                        | 20002     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Simulium ornatum-Gruppe            | 20033     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Limnophyes                         | 20067     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Orthocladius (Euorthocladius)      | 20080     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Procladius (Holotanypus)           | 20081     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Eukiefferiella devonica/ilkeyensis | 20179     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Diptera           | Helius                             | 20489     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Ephemeroptera     | Baetis rhodani                     | 107       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Ephemeroptera     | Baetis vernus                      | 278       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Gastropoda        | Potamopyrgus antipodarum           | 1036      |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Gastropoda        | Radix balthica                     | 1409      |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Gastropoda        | Physella acuta                     | 1958      |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Heteroptera       | Hydrometra stagnorum               | 96        |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Heteroptera       | Gerris lacustris                   | 134       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Heteroptera       | Velia                              | 474       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Heteroptera       | Nepa cinerea                       | 657       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Heteroptera       | Velia saulii                       | 10250     |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Hirudinea         | Erpobdella octoculata              | 1000      |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Hirudinea         | Haemopsis sanguisuga               | 1025      |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Hirudinea         | Erpobdella vilnensis               | 1266      |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Lamellibranchiata | Pisidium subtruncatum              | 1075      |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Lamellibranchiata | Pisidium casertanum                | 1102      |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Lamellibranchiata | Pisidium personatum                | 1979      |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Odonata           | Ischnura elegans                   | 159       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Odonata           | Coenagrionidae                     | 909       |

## Vertiefende Gewässeruntersuchungen - Projekt Querne/Weida

| Gewässer       | Messstelle verbal | Messstelle | Klasse/Ordnung    | Taxon                               | DV-Nummer |
|----------------|-------------------|------------|-------------------|-------------------------------------|-----------|
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Oligochaeta       | Oligochaeta                         | 1938      |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Trichoptera       | Anabolia nervosa                    | 14        |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Trichoptera       | Hydropsyche saxonica                | 116       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Trichoptera       | Limnephilus lunatus                 | 220       |
| Klaustalgraben | 4                 | 313670     | Turbellaria       | Dugesia gonocephala                 | 1011      |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Acari             | Hydrachnidia                        | 15273     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Coleoptera        | Platambus maculatus                 | 21        |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Coleoptera        | Limnius volckmari                   | 28        |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Coleoptera        | Agabus paludosus                    | 48        |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Coleoptera        | Agabus didymus                      | 49        |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Coleoptera        | Elmis maugetii                      | 79        |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Coleoptera        | Anacaena globulus                   | 129       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Coleoptera        | Agabus                              | 165       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Coleoptera        | Anacaena limbata                    | 172       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Coleoptera        | Elmis aenea                         | 289       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Coleoptera        | Laccobius bipunctatus               | 694       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Coleoptera        | Elodes minuta-Gruppe                | 20607     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Crustacea         | Gammarus pulex                      | 1002      |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Crustacea         | Asellus aquaticus                   | 1004      |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Orthoclaadiinae                     | 106       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Ptychoptera                         | 260       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Chironomus                          | 409       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Ceratopogonidae                     | 493       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Eleoophila                          | 496       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Pilaria                             | 498       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Ptychoptera lacustris               | 510       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Oxycera                             | 541       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Prodiamesa olivacea                 | 604       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Tanytarsini                         | 605       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Odontomyia                          | 726       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Simulium                            | 762       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Oxycera pardalina                   | 838       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Psectrocladius                      | 10044     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Pseudolimnophila                    | 10092     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Simulium (Nevermannia) angustitarse | 10174     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Apsectrotanypus trifascipennis      | 10385     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Conchapelopia                       | 10396     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Conchapelopia melanops              | 10397     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Micropsectra                        | 10411     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Orthocladus                         | 10413     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Thienemanniella                     | 10444     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Paracladius conversus               | 10704     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Micropsectra atrofasciata           | 10889     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Syrphidae                           | 20050     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Orthocladus (Euorthocladus)         | 20080     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Tipula (Yamatotipula)               | 20117     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Chironomus riparius-Gruppe          | 20201     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Heliopsis                           | 20489     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Diptera           | Tanytarsus                          | 20530     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Ephemeroptera     | Baetis rhodani                      | 107       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Ephemeroptera     | Baetis vernus                       | 278       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Gastropoda        | Galba truncatula                    | 1020      |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Gastropoda        | Potamopyrgus antipodarum            | 1036      |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Gastropoda        | Radix balthica                      | 1409      |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Heteroptera       | Velia caprai                        | 147       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Heteroptera       | Velia                               | 474       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Heteroptera       | Nepa cinerea                        | 657       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Heteroptera       | Velia saulii                        | 10250     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Hirudinea         | Glossiphonia complanata             | 1017      |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Hirudinea         | Haemopsis sanguisuga                | 1025      |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Hirudinea         | Erpobdella vilnensis                | 1266      |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Lamellibranchiata | Pisidium nitidum                    | 1056      |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Lamellibranchiata | Pisidium casertanum                 | 1102      |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Lamellibranchiata | Pisidium personatum                 | 1979      |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Nematoda          | Nematoda                            | 5008      |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Odonata           | Orthetrum                           | 615       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Oligochaeta       | Limnodrilus hoffmeisteri            | 1093      |

## Vertiefende Gewässeruntersuchungen - Projekt Querne/Weida

| Gewässer       | Messstelle verbal | Messstelle | Klasse/Ordnung    | Taxon                         | DV-Nummer |
|----------------|-------------------|------------|-------------------|-------------------------------|-----------|
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Oligochaeta       | Oligochaeta                   | 1938      |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Oligochaeta       | Naididae                      | 5891      |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Trichoptera       | Hydropsyche angustipennis     | 125       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Trichoptera       | Plectrocnemia conspersa       | 144       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Trichoptera       | Halesus radiatus              | 194       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Trichoptera       | Limnephilus lunatus           | 220       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Trichoptera       | Ithytrichia lamellaris        | 714       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Trichoptera       | Limnephilus nigriceps         | 860       |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Trichoptera       | Limnephilini                  | 20923     |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Turbellaria       | Dugesia gonocephala           | 1011      |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Turbellaria       | Turbellaria                   | 1276      |
| Kriebuschbach  | 10                | N-00525    | Turbellaria       | Dugesia                       | 1946      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Coleoptera        | Orectochilus villosus         | 26        |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Coleoptera        | Elmis maugetii                | 79        |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Coleoptera        | Elmis                         | 112       |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Coleoptera        | Elmis aenea                   | 289       |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Coleoptera        | Limnius                       | 359       |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Coleoptera        | Elodes minuta-Gruppe          | 20607     |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Crustacea         | Gammarus pulex                | 1002      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Crustacea         | Asellus aquaticus             | 1004      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Diptera           | Dicranota                     | 132       |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Diptera           | Eloeophila                    | 496       |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Diptera           | Prodiamesa olivacea           | 604       |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Diptera           | Tanytarsini                   | 605       |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Diptera           | Simulium                      | 762       |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Diptera           | Paratanytarsus                | 10041     |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Diptera           | Micropsectra apposita         | 10135     |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Diptera           | Orthocladius                  | 10413     |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Diptera           | Polypedilum convictum         | 10425     |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Diptera           | Potthastia gaedii             | 10565     |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Diptera           | Brillia flavifrons            | 10584     |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Diptera           | Parametricnemus stylatus      | 10715     |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Diptera           | Cladotanytarsus mancus-Gruppe | 20037     |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Diptera           | Cladotanytarsus               | 20057     |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Diptera           | Orthocladius (Euorthocladius) | 20080     |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Diptera           | Tanytarsus                    | 20530     |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Ephemeroptera     | Ephemerella ignita            | 1         |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Ephemeroptera     | Baetis rhodani                | 107       |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Ephemeroptera     | Baetis vernus                 | 278       |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Gastropoda        | Potamopyrgus antipodarum      | 1036      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Hirudinea         | Erpobdella octoculata         | 1000      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Hirudinea         | Glossiphonia complanata       | 1017      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Hirudinea         | Erpobdella vilnensis          | 1266      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Lamellibranchiata | Pisidium milium               | 1074      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Lamellibranchiata | Pisidium subtruncatum         | 1075      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Oligochaeta       | Tubificidae                   | 1013      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Oligochaeta       | Psammoryctides barbatus       | 1077      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Oligochaeta       | Tubifex tubifex               | 1087      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Oligochaeta       | Limnodrilus hoffmeisteri      | 1093      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Oligochaeta       | Lumbricidae                   | 1099      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Oligochaeta       | Stylodrilus heringianus       | 1106      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Oligochaeta       | Limnodrilus                   | 1110      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Oligochaeta       | Potamothenis hammoniensis     | 1191      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Oligochaeta       | Nais elinguis                 | 5003      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Trichoptera       | Hydropsyche                   | 9         |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Trichoptera       | Halesus digitatus/tesselatus  | 15        |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Trichoptera       | Chaetopteryx villosa          | 42        |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Trichoptera       | Hydropsyche saxonica          | 116       |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Trichoptera       | Limnephilidae                 | 126       |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Trichoptera       | Halesus radiatus              | 194       |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Trichoptera       | Lepidostoma hirtum            | 207       |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Trichoptera       | Limnephilus lunatus           | 220       |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Trichoptera       | Hydroptila                    | 331       |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Trichoptera       | Rhyacophila-Rhyacophila       | 611       |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Trichoptera       | Hydropsyche siltalai          | 848       |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Trichoptera       | Hydropsyche instabilis        | 849       |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Trichoptera       | Lype reducta                  | 858       |

## Vertiefende Gewässeruntersuchungen - Projekt Querne/Weida

| Gewässer       | Messstelle verbal | Messstelle | Klasse/Ordnung    | Taxon                                 | DV-Nummer |
|----------------|-------------------|------------|-------------------|---------------------------------------|-----------|
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Trichoptera       | Lepidostoma basale                    | 30291     |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Turbellaria       | Dendrocoelum lacteum                  | 1007      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Turbellaria       | Dugesia gonocephala                   | 1011      |
| Querne / Weida | 11                | N-00523    | Turbellaria       | Dugesia                               | 1946      |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Coleoptera        | Platambus maculatus                   | 21        |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Coleoptera        | Elmis maugetii                        | 79        |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Coleoptera        | Elmis                                 | 112       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Coleoptera        | Elmis aenea                           | 289       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Coleoptera        | Elodes minuta-Gruppe                  | 20607     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Crustacea         | Gammarus pulex                        | 1002      |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Crustacea         | Asellus aquaticus                     | 1004      |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Dixa                                  | 70        |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Dicranota                             | 132       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Tipula s. l.                          | 146       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Ptychoptera                           | 260       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Ceratopogonidae                       | 493       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Eloophila                             | 496       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Prodiamesa olivacea                   | 604       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Tanytarsini                           | 605       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Psectrocladius                        | 10044     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Micropsectra apposita                 | 10135     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Apsectrotanytus trifascipennis        | 10385     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Conchapelopia                         | 10396     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Micropsectra                          | 10411     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Orthocladius                          | 10413     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Paratendipes albimanus                | 10421     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Polypedilum scalaenum                 | 10429     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Heterotrissocladius marcidus          | 10659     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Parametricnemus stylatus              | 10715     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Paratrissocladius excerptus           | 10723     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Micropsectra atrofasciata             | 10889     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Tvetenia                              | 10919     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Zavrelimyia                           | 20002     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Orthocladius (Euorthocladius)         | 20080     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Microtendipes chloris/pedellus-Gruppe | 20196     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Chironomus riparius-Gruppe            | 20201     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Brillia bifida                        | 20496     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Diptera           | Ceratopogoninae/Palpomyiinae          | 20965     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Ephemeroptera     | Ephemerella danica                    | 47        |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Ephemeroptera     | Baetis rhodani                        | 107       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Ephemeroptera     | Centroptilum luteolum                 | 252       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Ephemeroptera     | Leptophlebia submarginata             | 20929     |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Heteroptera       | Gerris lacustris                      | 134       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Heteroptera       | Velia                                 | 474       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Hirudinea         | Erpobdella vilnensis                  | 1266      |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Lamellibranchiata | Pisidium milium                       | 1074      |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Lamellibranchiata | Pisidium subtruncatum                 | 1075      |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Lamellibranchiata | Pisidium casertanum                   | 1102      |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Lamellibranchiata | Pisidium personatum                   | 1979      |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Megaloptera       | Sialis fuliginosa                     | 249       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Nematomorpha      | Gordius                               | 1134      |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Oligochaeta       | Eiseniella tetraedra                  | 1092      |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Oligochaeta       | Lumbriculidae                         | 1937      |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Plecoptera        | Leuctra                               | 29        |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Plecoptera        | Nemoura (excl. N. cinerea)            | 142       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Plecoptera        | Nemoura cinerea                       | 225       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Plecoptera        | Capnia                                | 280       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Trichoptera       | Chaetopteryx villosa                  | 42        |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Trichoptera       | Hydropsyche saxonica                  | 116       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Trichoptera       | Rhyacophila nubila                    | 117       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Trichoptera       | Rhyacophila fasciata                  | 119       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Trichoptera       | Plectrocnemia conspersa               | 144       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Trichoptera       | Halesus radiatus                      | 194       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Trichoptera       | Silo pallipes                         | 265       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Trichoptera       | Sericostoma personatum/schneideri     | 408       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Trichoptera       | Lithax obscurus                       | 446       |
| Querne / Weida | 12                | N-00524    | Trichoptera       | Potamophylax cingulatus               | 784       |

## Vertiefende Gewässeruntersuchungen - Projekt Querne/Weida

| Gewässer         | Messstelle verbal | Messstelle | Klasse/Ordnung    | Taxon                          | DV-Nummer |
|------------------|-------------------|------------|-------------------|--------------------------------|-----------|
| Querne / Weida   | 12                | N-00524    | Trichoptera       | Hydropsyche instabilis         | 849       |
| Querne / Weida   | 12                | N-00524    | Trichoptera       | Lype reducta                   | 858       |
| Querne / Weida   | 12                | N-00524    | Trichoptera       | Beraeodes minutus              | 965       |
| Querne / Weida   | 12                | N-00524    | Turbellaria       | Dugesia gonocephala            | 1011      |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Coleoptera        | Haliplus lineatocollis         | 3         |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Coleoptera        | Agabus didymus                 | 49        |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Coleoptera        | Hydrobius fuscipes             | 95        |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Coleoptera        | Haliplus                       | 102       |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Coleoptera        | Anacaena globulus              | 129       |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Coleoptera        | Agabus                         | 165       |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Coleoptera        | Anacaena limbata               | 172       |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Coleoptera        | Anacaena lutescens             | 588       |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Coleoptera        | Laccobius bipunctatus          | 694       |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Coleoptera        | Hydrophilidae                  | 888       |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Coleoptera        | Ilybius                        | 985       |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Crustacea         | Gammarus pulex                 | 1002      |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Crustacea         | Proasellus coxalis             | 1107      |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Tipula lateralis               | 271       |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Ceratopogonidae                | 493       |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Pilaria                        | 498       |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Stratiomyidae                  | 555       |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Prodiamesa olivacea            | 604       |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Tanytarsini                    | 605       |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Dixa dilatata                  | 687       |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Cricotopus                     | 10036     |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Cryptochironomus               | 10037     |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Eukiefferiella                 | 10039     |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Anopheles                      | 10149     |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Simulium ornatum               | 10187     |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Apsectrotanypus trifascipennis | 10385     |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Conchapelopia                  | 10396     |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Conchapelopia melanops         | 10397     |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Macropelopia nebulosa          | 10409     |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Psectrotanypus varius          | 10432     |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Monopelopia tenuicalcar        | 10515     |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Zavrelimyia nubila             | 10550     |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Paracladius conversus          | 10704     |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Micropsectra atrofasciata      | 10889     |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Limnophyes                     | 20067     |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Procladius (Holotanypus)       | 20081     |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Diptera           | Chironomus riparius-Gruppe     | 20201     |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Ephemeroptera     | Baetis rhodani                 | 107       |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Gastropoda        | Galba truncatula               | 1020      |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Gastropoda        | Radix balthica                 | 1409      |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Gastropoda        | Physella acuta                 | 1958      |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Gastropoda        | Stagnicola                     | 1963      |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Heteroptera       | Velia                          | 474       |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Hirudinea         | Erpobdella octoculata          | 1000      |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Hirudinea         | Helobdella stagnalis           | 1008      |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Hirudinea         | Erpobdella vilnensis           | 1266      |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Lamellibranchiata | Pisidium personatum            | 1979      |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Oligochaeta       | Tubificidae                    | 1013      |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Oligochaeta       | Tubifex tubifex                | 1087      |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Oligochaeta       | Lumbriculus variegatus         | 1094      |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Oligochaeta       | Lumbriculidae                  | 1937      |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Oligochaeta       | Nais elinguis                  | 5003      |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Trichoptera       | Goera pilosa                   | 190       |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Trichoptera       | Limnephilus lunatus            | 220       |
| Weidenbach       | 6                 | 312592     | Turbellaria       | Dugesia lugubris/polychroa     | 1177      |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Coleoptera        | Limnius volckmari              | 28        |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Coleoptera        | Elmis maugetii                 | 79        |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Coleoptera        | Elmis                          | 112       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Coleoptera        | Limnebius truncatellus         | 218       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Coleoptera        | Elmis aenea                    | 289       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Coleoptera        | Elodes minuta-Gruppe           | 20607     |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Crustacea         | Gammarus pulex                 | 1002      |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Diptera           | Limoniidae                     | 120       |

## Vertiefende Gewässeruntersuchungen - Projekt Querne/Weida

| Gewässer         | Messstelle verbal | Messstelle | Klasse/Ordnung    | Taxon                               | DV-Nummer |
|------------------|-------------------|------------|-------------------|-------------------------------------|-----------|
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Diptera           | Dicranota                           | 132       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Diptera           | Ptychoptera                         | 260       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Diptera           | Eloephila                           | 496       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Diptera           | Prodiamesa olivacea                 | 604       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Diptera           | Dixa nebulosa                       | 705       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Diptera           | Simulium                            | 762       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Diptera           | Eukiefferiella                      | 10039     |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Diptera           | Psectrocladius                      | 10044     |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Diptera           | Simulium (Nevermannia) angustitarse | 10174     |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Diptera           | Simulium ornatum                    | 10187     |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Diptera           | Micropsectra                        | 10411     |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Diptera           | Polypedilum convictum               | 10425     |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Diptera           | Odontomesa fulva                    | 10580     |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Diptera           | Parametriocnemus stylatus           | 10715     |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Diptera           | Micropsectra atrofasciata           | 10889     |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Diptera           | Tvetenia                            | 10919     |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Diptera           | Brillia bifida                      | 20496     |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Ephemeroptera     | Baetis rhodani                      | 107       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Gastropoda        | Radix balthica                      | 1409      |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Heteroptera       | Velia caprai                        | 147       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Heteroptera       | Nepa cinerea                        | 657       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Hirudinea         | Theromyzon tessulatum               | 1057      |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Hirudinea         | Erpobdella vilnensis                | 1266      |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Lamellibranchiata | Pisidium subtruncatum               | 1075      |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Lamellibranchiata | Pisidium casertanum                 | 1102      |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Lamellibranchiata | Pisidium personatum                 | 1979      |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Oligochaeta       | Tubificidae                         | 1013      |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Oligochaeta       | Psammoryctides barbatus             | 1077      |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Oligochaeta       | Tubifex tubifex                     | 1087      |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Oligochaeta       | Lumbricidae                         | 1099      |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Plecoptera        | Nemurella pictetii                  | 228       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Trichoptera       | Hydropsyche                         | 9         |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Trichoptera       | Chaetopteryx villosa                | 42        |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Trichoptera       | Tinodes                             | 105       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Trichoptera       | Hydropsyche saxonica                | 116       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Trichoptera       | Rhyacophila nubila                  | 117       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Trichoptera       | Limnephilidae                       | 126       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Trichoptera       | Plectrocnemia conspersa             | 144       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Trichoptera       | Halesus radiatus                    | 194       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Trichoptera       | Silo nigricornis                    | 264       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Trichoptera       | Hydropsyche instabilis              | 849       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Trichoptera       | Micropterna lateralis/sequax        | 978       |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Trichoptera       | Lepidostoma basale                  | 30291     |
| Weitzschker Bach | 8                 | 312593     | Turbellaria       | Dugesia gonocephala                 | 1011      |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Coleoptera        | Halipilus lineatocollis             | 3         |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Coleoptera        | Anacaena globulus                   | 129       |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Coleoptera        | Anacaena limbata                    | 172       |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Coleoptera        | Elmis aenea                         | 289       |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Coleoptera        | Helophorus obscurus                 | 319       |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Coleoptera        | Helophorus minutus                  | 566       |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Coleoptera        | Anacaena bipustulata                | 10100     |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Coleoptera        | Elodes minuta-Gruppe                | 20607     |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Crustacea         | Gammarus pulex                      | 1002      |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Crustacea         | Asellus aquaticus                   | 1004      |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Diptera           | Tipulidae                           | 123       |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Diptera           | Dicranota                           | 132       |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Diptera           | Pilaria                             | 498       |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Diptera           | Psectrocladius                      | 10044     |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Diptera           | Simulium (Nevermannia) angustitarse | 10174     |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Diptera           | Simulium ornatum                    | 10187     |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Diptera           | Apsectrotanypus trifascipennis      | 10385     |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Diptera           | Brillia bifida                      | 20496     |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Ephemeroptera     | Baetis rhodani                      | 107       |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Ephemeroptera     | Baetis vernus                       | 278       |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Heteroptera       | Hydrometra stagnorum                | 96        |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Heteroptera       | Velia caprai                        | 147       |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Heteroptera       | Notonecta                           | 150       |

## Vertiefende Gewässeruntersuchungen - Projekt Querne/Weida

| Gewässer         | Messstelle verbal | Messstelle | Klasse/Ordnung    | Taxon                   | DV-Nummer |
|------------------|-------------------|------------|-------------------|-------------------------|-----------|
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Heteroptera       | Nepa cinerea            | 657       |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Heteroptera       | Corixidae               | 10150     |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Heteroptera       | Plea minutissima        | 10343     |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Hirudinea         | Helobdella stagnalis    | 1008      |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Hirudinea         | Haemopsis sanguisuga    | 1025      |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Hirudinea         | Erpobdella vilnensis    | 1266      |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Lamellibranchiata | Pisidium subtruncatum   | 1075      |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Lamellibranchiata | Pisidium casertanum     | 1102      |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Odonata           | Calopteryx splendens    | 124       |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Odonata           | Calopteryx              | 310       |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Oligochaeta       | Tubificidae             | 1013      |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Oligochaeta       | Psammoryctides barbatus | 1077      |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Oligochaeta       | Tubifex tubifex         | 1087      |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Oligochaeta       | Eiseniella tetraedra    | 1092      |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Oligochaeta       | Lumbricidae             | 1099      |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Trichoptera       | Limnephilidae           | 126       |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Trichoptera       | Limnephilus             | 148       |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Trichoptera       | Limnephilus lunatus     | 220       |
| Weitzschker Bach | 7                 | 313207     | Trichoptera       | Limnephilus extricatus  | 351       |