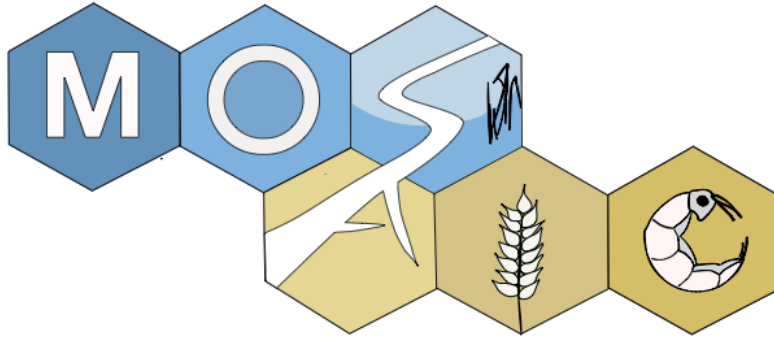


Stefan Lorenz, Fee Nanett Trau, Nanina Tron, Marlen Heinz

Julius Kühn-Institut (JKI) – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen  
Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Berlin

## **MOSAIC – Biodiversitätsplattform des Julius Kühn-Instituts zur Gewässerforschung**



Berichte aus dem Julius Kühn-Institut

Themenheft

# Gewässer 223

## **Kontaktadresse/ Contact**

Dr. Stefan Lorenz  
Julius Kühn-Institut (JKI)  
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen  
Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz  
Königin-Luise-Str. 19  
14195 Berlin-Dahlem  
Germany

E-Mail: [stefan.lorenz@julius-kuehn.de](mailto:stefan.lorenz@julius-kuehn.de)

Telefon: +49 (0) 30 8304 - 2330

Telefax: +49 (0) 30 8304 - 2503

Wir unterstützen den offenen Zugang zu wissenschaftlichem Wissen.  
Die Berichte aus dem Julius Kühn-Institut erscheinen daher als OPEN ACCESS-Zeitschrift.

We advocate open access to scientific knowledge.  
Reports from the Julius Kühn Institute are therefore published as open access journal.

Berichte aus dem Julius Kühn-Institut sind online verfügbar unter <https://ojs.openagrar.de/index.php/BerichteJKI>  
Reports from the Julius Kühn Institute are available free of charge under  
<https://ojs.openagrar.de/index.php/BerichteJKI>

## **Herausgeber / Editor**

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Quedlinburg, Deutschland  
Julius Kühn Institute, Federal Research Centre for Cultivated Plants, Quedlinburg, Germany

**ISSN 1866-590X**

**ISBN 978-3-95547-126-2**

**DOI 10.5073/20221209-085459**



© Der Autor/ Die Autoren 2022.

Dieses Werk wird unter den Bedingungen der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (CC BY 4.0) zur Verfügung gestellt (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>).



© The Author(s) 2022.

This work is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>)

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	4
Abstract.....	5
Die MOSAIC Datenbank als Instrument zur Vernetzung der Forschungsdaten zu Gewässer- und Biodiversitätsschutz am JKI.....	7
Der Aufbau der MOSAIC Datenbank.....	9
Exemplarische Auswertemöglichkeiten durch MOSAIC.....	14
Fazit.....	20
Literatur .....	21

## Zusammenfassung

Das Julius Kühn-Institut führt im Rahmen des Nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln seit vielen Jahren ein Monitoring zur Erhebung des chemischen und biologischen Zustands von Kleingewässern in der Agrarlandschaft durch. Die in diesem Zuge erhobenen Datenmengen führt das Julius Kühn-Institut in der Datenbank *MOSAIC - monitoring of small waters for aquatic invertebrates and agrochemicals* zusammen. Hierdurch ergeben sich vielfältige Auswertemöglichkeiten, die Rückschlüsse zu landwirtschaftlichen Einflüssen auf die Biodiversität ermöglichen. MOSAIC ermöglicht die Abfrage komplexer Informationen hinsichtlich des toxischen Stresses von Agrochemikalien, der Nährstoffbelastung sowie vorliegender Habitat- und Standortfaktoren zu allen wichtigen Gruppen wirbelloser Organismen (sog. Makrozoobenthos) in Kleingewässern der Agrarlandschaft. MOSAIC beruht auf dem in den Biowissenschaften weit verbreiteten objektrelationalen Datenbanksystem PostgreSQL, welches plattformunabhängig genutzt werden kann. Die Datenbank entspricht den Anforderungen eines qualitätsgesicherten Forschungsdatenmanagements und gewährleistet eine effiziente und nachhaltige Nutzung der Daten.

Der Bericht stellt die Struktur und Funktion der MOSAIC Datenbank sowie die enthaltenen Daten und Auswertemöglichkeiten vor. MOSAIC enthält primär Informationen über die Zusammensetzung des Makrozoobenthos und die Pflanzenschutzmittelbelastung von derzeit 192 stehenden Kleingewässern (<1 ha Fläche). Daneben sind Daten zur Pflanzenschutzmittelbelastung von 51 Probenahmestandorten in fließenden Kleingewässern enthalten. Die Probenahmestandorte befinden sich direkt auf oder neben landwirtschaftlichen Nutzflächen und teilweise an Standorten ohne landwirtschaftliche Nutzung. Darüber hinaus enthält die Datenbank Informationen über physikochemische Wasserparameter, Nährstoffbelastungen der Gewässer, Habitatbeschreibungen, sowie Informationen zu den umgebenden landwirtschaftlichen Nutzflächen. MOSAIC wird kontinuierlich mit weiteren Daten laufender sowie neuer Projekte zur Biodiversität und den Auswirkungen von Landwirtschaft und Agrochemikalien auf den ökologischen Zustand von stehenden und fließenden Kleingewässern aktualisiert.

Die MOSAIC Datenbank stellt ein leistungsstarkes, dynamisches und flexibles Repositorium für die Forschungsdaten des Julius Kühn-Instituts in den Themenfeldern Pflanzenschutz, Gewässerschutz und Biodiversität dar. Sie ermöglicht zum Beispiel Auswertungen hinsichtlich der Toxizitäten von Pflanzenschutzmitteln gegenüber verschiedenen Gruppen von Gewässerorganismen oder Modellierungen zum Verbreitungsgebiets und den Artenreichtum verschiedener Gruppen von Kleingewässerorganismen. Die MOSAIC Datenbank trägt dazu bei, Datenlücken zur biologischen Vielfalt von Gewässerorganismen in den sehr zahlreich vorkommenden, aber in der Wasser- und Naturschutzpolitik von der Überwachung ausgenommenen, stehenden Kleingewässern zu schließen. Darüber hinaus können Ursache-Wirkungs-Beziehungen zum vermuteten Biodiversitätsrückgang in stehenden Kleingewässern in Agrarlandschaften hergestellt werden. Die bestehende Datenbanklandschaft zur Biodiversität der Gewässerorganismen und Gewässerinsekten in Fließgewässern und Seen wird mit der MOSAIC Datenbank zur Biodiversität von Wirbellosen in Kleingewässern um ein wichtiges Element ergänzt.

**Stichwörter:** Artenvielfalt, Insektenmonitoring, Kleingewässer, Landnutzung, Landwirtschaft, Lebensräume und Biotope, Pflanzenschutzmittel, Wasserqualität

## Abstract

As part of the National Action Plan for the Sustainable Use of Plant Protection Products, the Julius Kühn Institute has for many years been carrying out monitoring activities to survey the chemical and biological status of small waters in the agricultural landscape. The Julius Kühn-Institut compiles the data collected in this context in the database *MOSAIC - monitoring of small waters for aquatic invertebrates and agrochemicals*. This provides a wide range of evaluation options that enable to draw conclusions on the agricultural influences on biodiversity. MOSAIC enables the retrieval of complex information regarding the toxic stress of agrochemicals, the nutrient load as well as existing habitat and site factors for all important groups of benthic invertebrate organisms (so-called macrozoobenthos) in small water bodies in the agricultural landscape. MOSAIC is based on the object-relational database system PostgreSQL, which is widely used in the life sciences and can be used platform-independently. The database complies with quality-assured research data management and ensures efficient and sustainable subsequent use of the data.

This report presents the structure and function of the MOSAIC database as well as the data and evaluation options it contains. MOSAIC primarily contains information on the composition of the benthic invertebrate community and the pesticide load of currently 192 small standing waters (<1 ha surface area). In addition, data on the pesticide contamination of 51 sampling sites in flowing small water bodies are included. The sampling sites are located directly on or next to agricultural land and partly at sites without agricultural use. Furthermore, the database contains information on physicochemical water parameters and nutrient loads of the water bodies, habitat descriptions, as well as information on the surrounding agricultural land. MOSAIC is continuously updated with further data from ongoing and new projects on biodiversity and the impact of agriculture and agrochemicals on the ecological status of small standing and flowing waters.

The MOSAIC database is a powerful, dynamic and flexible repository for the Julius Kühn Institute's research data in the fields of plant protection, water pollution control and biodiversity. It enables, for example, the assessment of the toxicity of pesticides and their temporal course towards different groups of aquatic organisms, or modelling of the distribution range and species richness of different groups of small aquatic organisms. The MOSAIC database contributes to fill data gaps on the biodiversity of aquatic organisms in small standing waters, which are very abundant but excluded from monitoring in water and nature conservation policy. In addition, cause-effect relationships to the presumed decline in biodiversity can now also be established in small standing waters in agricultural landscapes. The existing database landscape on the biodiversity of aquatic organisms and aquatic insects in flowing waters and lakes is complemented by an important element with the MOSAIC database on the biodiversity of invertebrates in small waters.

**Keywords:** agriculture, biodiversity, habitats and biotopes, insect monitoring, land use, plant protection products, small water bodies, water quality



## Die MOSAIC Datenbank als Instrument zur Vernetzung der Forschungsdaten zu Gewässer- und Biodiversitätsschutz am JKI

Das Julius Kühn-Institut (JKI) leistet seit vielen Jahren substanzielle Beiträge zum Biodiversitätsmonitoring auf regionaler und nationaler Ebene. Im Rahmen des Nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP) (BMEL 2013) werden parallel Daten zum chemischen und biologischen Monitoring von Kleingewässern in der Agrarlandschaft aufgenommen. Im Zuge dessen sind bereits große Datenmengen erhoben worden. Eine Vernetzung dieser Daten ermöglicht Rückschlüsse zu landwirtschaftlichen Einflüssen auf die Biodiversität und wird so zu einem größeren Informationsgewinn beitragen. Das JKI nutzt hierzu die Datenbank *MOSAIC - monitoring of small waters for aquatic invertebrates and agrochemicals*, die sowohl die Monitoring- als auch Forschungsdaten des JKI als Schnittstelle für vielfältige Auswertemöglichkeiten zusammenführt (**Abbildung 1**). So können Informationen und Daten für die Öffentlichkeit bereitgestellt und spezifische Analysen im Rahmen der Politikberatung durchgeführt werden. Ebenso können weitere Synergieeffekte zwischen verschiedenen Fachinstitutionen entstehen und gefördert werden. Aufbau und Struktur der Datenbank gewährleisten unter anderem die Sicherheit und Integrität der Daten, erleichtern die Verknüpfung von JKI-internen Daten und die automatisierte Datenanalyse und ermöglichen die zukünftige online Veröffentlichung der Daten als Linked Open Data<sup>1</sup> nach den FAIR-Data Prinzipien<sup>2</sup>. Die MOSAIC Datenbank ist somit ein integraler Bestandteil des qualitätsgesicherten Forschungsdatenmanagements entsprechend der JKI Leitlinien zum Umgang mit Forschungsdaten (JKI 2019) und ermöglicht eine vielfältige Nachnutzung der Daten.

Bei der Analyse von Biodiversitätsdaten müssen verschiedene Aspekte wie beispielsweise räumliche und zeitliche Zusammenhänge sowie Standortbedingungen berücksichtigt werden. Aufgrund ihrer Komplexität, stellt der Umgang mit Biodiversitätsdaten somit eine besondere Herausforderung dar. Die aufgenommenen Daten sind zum Teil sehr umfangreich und umfassen unterschiedliche analoge und digitale Formate. Die Überführung der Daten in ein einheitliches Datenbankformat ermöglicht die Analyse der Daten und deren Interpretation sowie auch die Modellierung theoretischer Szenarien. Diese bilden dann wissenschaftliche Grundlagen, auf denen unter anderem auch politische Entscheidungen getroffen werden können und Auswirkungen von Maßnahmen evidenzbasiert abzuschätzen sind.

In den letzten Jahrzehnten wurden daher umfassende Datensätze zur Biodiversität verschiedener Organismengruppen zusammengestellt und über Open Access verfügbar gemacht. Die wohl bekannteste Plattform ist die Global Biodiversity Information Facility (GBIF, [www.gbif.org](http://www.gbif.org)). Allerdings sind dort im Vergleich zu anderen Datensätzen besonders zur Biodiversität von wirbellosen Gewässerorganismen und Gewässerinsekten kaum Daten verfügbar (TWARDOSCHLEB et al., 2021). Die Bedeutung von Süßwasserinsekten sowohl im aquatischen als auch im terrestrischen Bereich ist jedoch immens (BAXTER et al., 2005; COVICH et al., 1999) und ihre Populationen gehen aufgrund des globalen Wandels bereits weltweit zurück (REID et al., 2019).

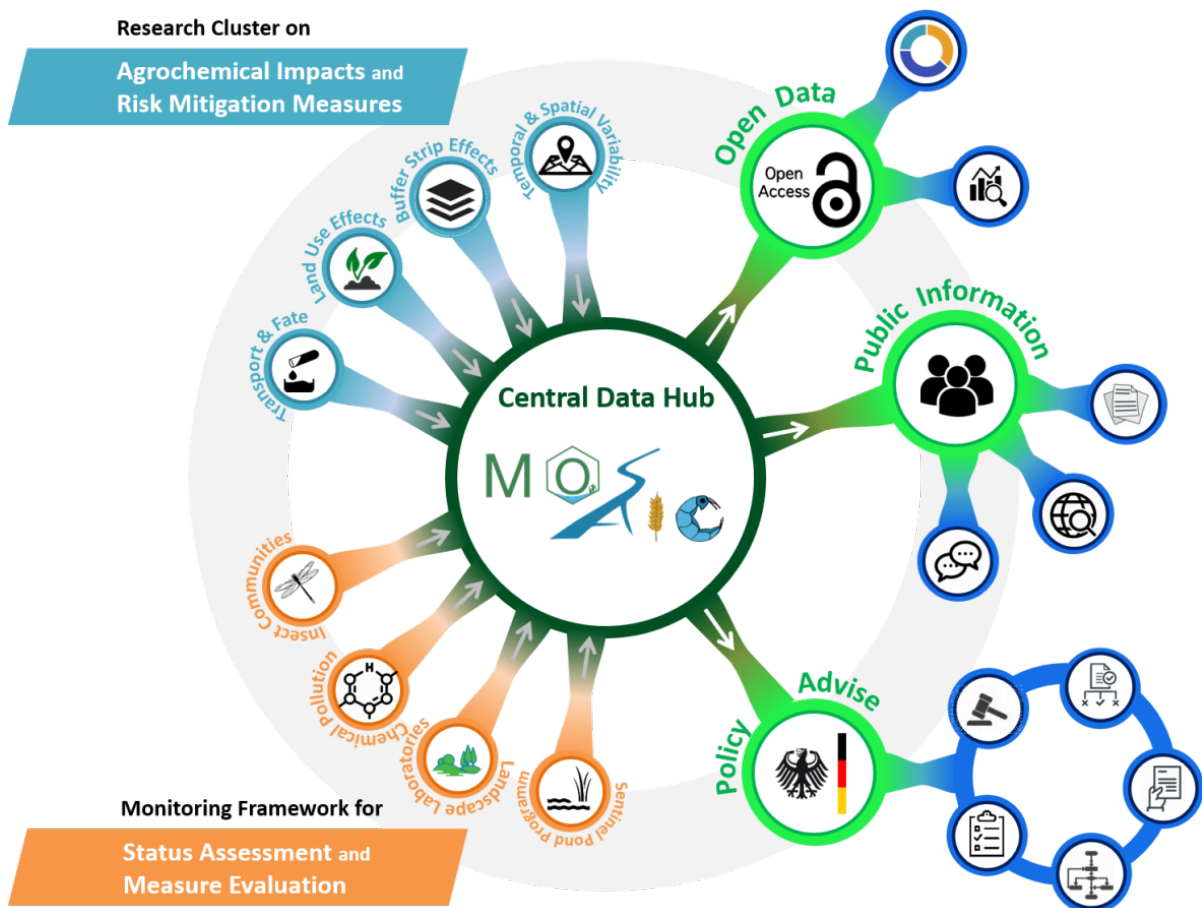
---

<sup>1</sup> Der Begriff „Linked Open Data“ beschreibt eine Struktur, in der die Daten online frei verfügbar sind, in einem nichtproprietären, freien Format vorliegen, einen Unified Resource Identifier (URI) besitzen und mit anderen Daten verknüpft sind.

<sup>2</sup> Die FAIR-Data Prinzipien umfassen 14 Kriterien um Daten möglichst auffindbar, zugänglich, interoperabel und nachnutzbar („Findable, Accessible, Interoperable und Reusable“) zu machen (WILKINSON et al., 2016). Ein besonderer Fokus liegt hierbei darauf, die Daten maschinenlesbar zu machen, um die Bewältigung der weiter wachsenden Datenmengen zu ermöglichen.



Ein Großteil der neben GBIF verfügbaren Datenbanken für wirbellose Gewässerorganismen umfasst die Beschreibungen von funktionellen Eigenschaften der Organismen in verschiedenen Regionen/ Kontinenten (MAASRI et al., 2019; SARREMEJANE et al., 2020; SCHMIDT-KLOIBER & HERING, 2015) oder enthalten biologische (z. T. auch chemische) Daten aus Flüssen, Seen, Übergangs- und Küstengewässern (FURSE et al., 2006, HERING et al., 2004, MOE et al., 2013, TWARDOSCHLEB et al., 2021). Biodiversitätsdaten aus stehenden Kleingewässern finden sich in diesen europäischen und amerikanischen Datenbanken bisher keine. Aussagen zum generellen Zustand der Biodiversität in stehenden Kleingewässern sind daher kaum oder nur zeitlich und räumlich eingeschränkt möglich.



**Abbildung 1** Die MOSAIC Datenbank als zentrale Plattform der Data Governance im Forschungsbereich Gewässerschutz des JKI. Eingehende Daten der Forschungsthemen und Monitoringprogramme können so spezifisch als OpenData, Öffentlichkeitsinformationen oder für die Politikberatung bereitgestellt werden.

Kleingewässer wurden in der Forschung und der Wasser- und Naturschutzpolitik aufgrund ihrer geringen Größe bisher weitgehend vernachlässigt (DOWNING, 2008). Wahrscheinlich gibt es weltweit etwa  $3,2 \times 10^9$  stehende Kleingewässer mit einer Größe von 100-1000 m<sup>2</sup> und einer Gesamtfläche von etwa 0,8 Milliarden km<sup>2</sup> (DOWNING, 2008). Diese tragen aufgrund ihrer großen Anzahl zu mindestens einem Drittel aller global wichtigen Prozessen und Stoffflüssen bei, welche aquatische Ökosysteme (inklusive der Weltmeere) auf dem Planeten bereitstellen (DOWNING, 2008; HOLGERSON & RAYMOND, 2016; HORNBACH et al., 2020). Über den Zustand ihrer Biodiversität existieren erhebliche Wissenslücken (MEINIKMANN et al., 2021), obwohl bekannt ist, dass mehrere einzelne Kleingewässer auf Landschaftsebene zu einer höheren Artenvielfalt beitragen als ein großes stehendes Gewässer mit gleicher Fläche (BOIX et al., 2012; BIGGS et al., 2016; HILL et al., 2018).



Die mangelnde Datenverfügbarkeit ist besonders problematisch im Hinblick auf Fragen zum vermuteten Biodiversitätsrückgang in diesen Ökosystemen, welche über Ursache-Wirkungs-Beziehungen beantwortet werden sollen. Die Landwirtschaft wird als eine der Hauptursachen mit dem gegenwärtigen Schwund an terrestrischen Insekten in Verbindung gebracht (SÁNCHEZ-BAYO & WYCKHUYS, 2019). Für Süßwasser-Insekten wurde jedoch eine Langzeit-Zunahmen der Individuenzahlen vor allem im Nordamerikanischen Raum beobachtet (VAN KLINK et al., 2020). Da eine Vielzahl der Kleingewässer in Agrarlandschaften zu finden ist (MEINIKMANN et al. 2021), ist es nötig biologische Bestandsaufnahmen mit Daten zu verschiedenen Belastungssituationen verknüpfen zu können. In Deutschland werden solche Ansätze bspw. mit der MODELKEY Datenbank realisiert, die Monitoringdaten aus drei Flusseinzugsgebieten enthält (BRACK et al., 2005). Solche Datenbanken ermöglichen bspw. den Vergleich ökologischer Bewertungsmethoden vor dem Hintergrund der Umweltverschmutzung (VON DER OHE et al., 2007). Für stehende Kleingewässer in Agrarlandschaften existieren solche Ansätze bisher nicht, werden jedoch mehr denn je benötigt (MEINIKMANN et al., 2021). Ziel dieses Berichtes ist es, die am JKI entwickelte Datenbank *MOSAIC - monitoring of small waters for aquatic invertebrates and agrochemicals* vorzustellen und einen Überblick über die im Rahmen von MOSAIC gesammelten Daten zu geben. Im Einzelnen werden folgende Ziele verfolgt:

- (1) die Datenverwaltung in MOSAIC zu beschreiben,
- (2) Struktur und Inhalt der MOSAIC Datenbank zu beschreiben und
- (3) Auswertemöglichkeiten für verschiedene Fragestellungen beispielhaft aufzuzeigen.

## Der Aufbau der MOSAIC Datenbank

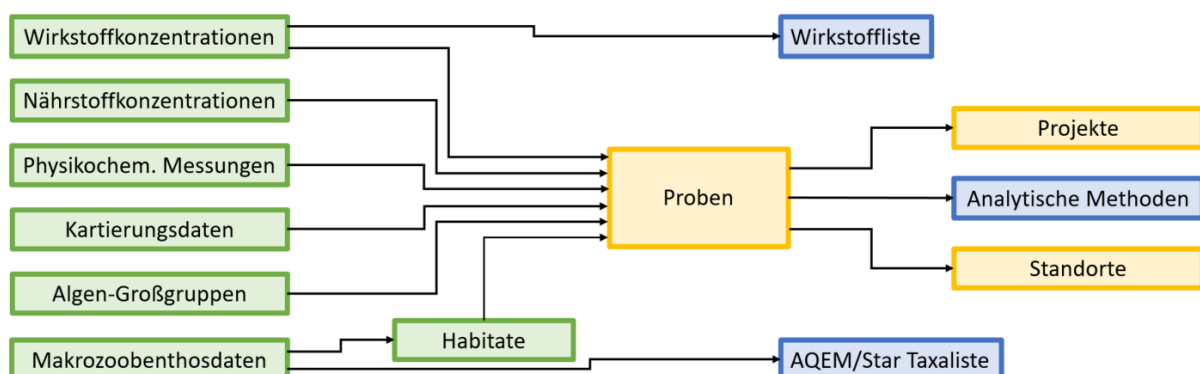
Als Datenbankmanagementsystem (DBMS) für MOSAIC wurde das in den Biowissenschaften weit verbreitete objektrelationale PostgreSQL (THE POSTGRESQL GLOBAL DEVELOPMENT GROUP 1996) gewählt. Es ist Plattform-unabhängig und bekannt für seine hohe Datenintegrität, Datensicherheit und Kompatibilität mit anderen Datenbanksystemen. PostgreSQL bietet zusätzlich viele Lösungen für die direkte Einbindung anderer Anwendungen, wie etwa R und GIS. So wird für statistische und räumliche Analysen ein direkter Zugriff auf die Daten ermöglicht, ohne zuvor eine zeitaufwendige Auswahl und Aufbereitung durchführen zu müssen.

Zukünftige Studien und Projekte des JKI im Gewässerschutz können direkt in die MOSAIC Datenbank implementiert werden, womit schließlich auch ohne zusätzlichen Aufwand Meta-Analysen von Daten unterschiedlicher Herkunft möglich sein werden. Außerdem können bei Bedarf vorliegende Altdatenbestände sukzessive in die Datenbank eingepflegt werden, um so die nachhaltige Nachnutzung auch dieser Daten zu gewährleisten. Gerade solche Altdaten beinhalten Informationen, die im Hinblick auf Langzeitbeobachtungen und Modellentwicklungen von unschätzbarem Wert sind. Um auch die Vernetzung innerhalb des JKI zu fördern, kann die hier erarbeitete Datenbank als Basis für Plattform-Ansätze dienen, in die weitere Datensätze anderer Fachinstitute aufgenommen werden können, oder an die andere Fachinstitute mit ihren Datenbanken anknüpfen können.

Alle verwendeten Softwarepakete sind frei verfügbare Open Source Projekte, veröffentlicht unter der GNU General Public License ([gpl-2.0](https://www.gnu.org/licenses/gpl-2.0.html)). Die Entwicklung des Datenmodells, also der Struktur der Daten und ihrer Verknüpfungen, wurde unter Berücksichtigung der räumlichen, zeitlichen und thematischen

Bezüge untereinander, sowie der zeitlichen Verfügbarkeit der Daten und unter Vermeidung von Redundanzen durchgeführt. Damit ist sie eine auf die Bedürfnisse der Gewässerschutz-Forschung des JKI zugeschnittene Lösung. Die vorliegenden Daten wurden normalisiert, indem sie aus den digital oder analog vorliegenden komplexen Dokumenten in die Entitäten<sup>3</sup> des Datenmodells extrahiert und untereinander mit Relationen verknüpft wurden. Aus diesem Entwurf ergibt sich die logische Datenstruktur der MOSAIC Datenbank. Sie besteht in ihrer Basis aus 14 untereinander verknüpften Einzeltabellen (**Abbildung 2**), welche grob in 3 Teilbereiche aufgeteilt sind: (i) methodische Daten, (ii) projektbezogene Daten und (iii) erhobene Daten. Alle Einzeldaten sind innerhalb der Datenbank über die Zuordnung zu einer Probe mittels Proben-ID eindeutig zu identifizieren und zeitlich und räumlich miteinander verknüpft. Die **Proben** stellen die zentrale Datensammlung dar, über die alle einzelnen Entitäten miteinander verknüpft sind. Hierüber sind alle Einzelwerte bis zum Projekt zurückzuverfolgen.

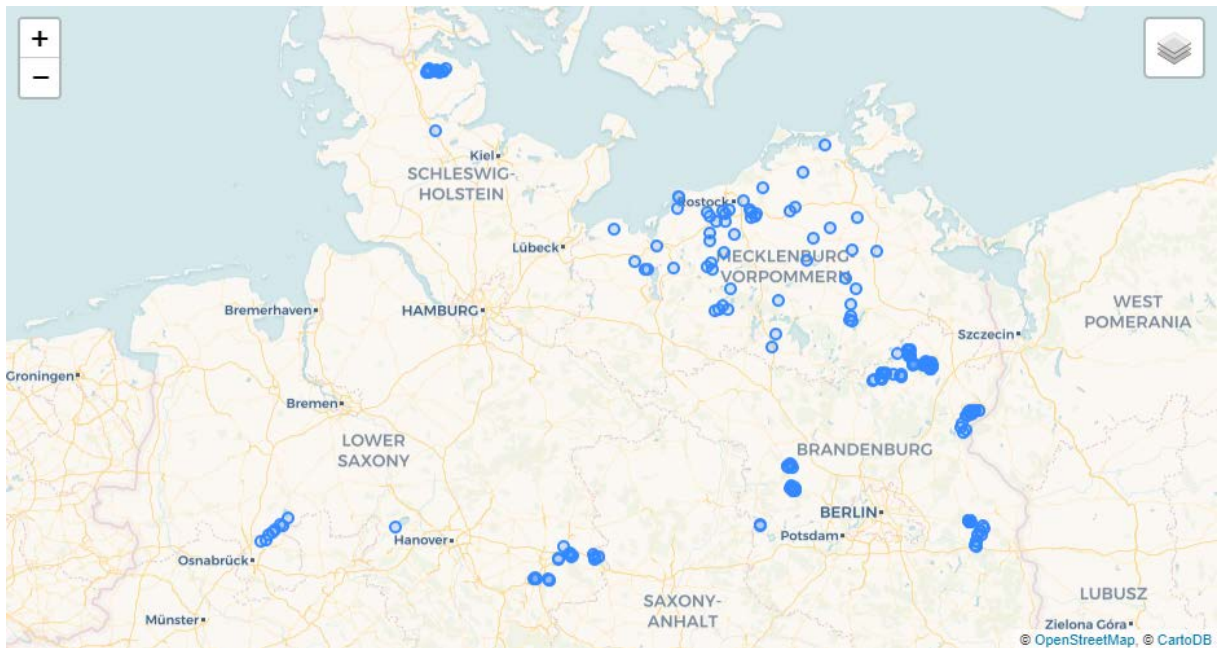
Die MOSAIC Datenbank enthält zurzeit Daten die im Rahmen von 12 Projekten, im Zeitraum von 2015-2022 erhoben wurden (Übersicht in **Tabelle 1**). Diese umfassen 1.953 Proben von 243 verschiedenen Standorten vorwiegend im Nordosten Deutschlands (**Abbildung 3**). Mit Resultaten zur Pflanzenschutzmittel-, Nährstoff- und Algenkonzentrationen von insgesamt 1.736, 1.238 bzw. 1.207 Proben sowie mit Daten wirbelloser Gewässerorganismen (sog. Makrozoobenthos) und den dazugehörigen Habitatdaten für 176 Proben ergibt sich eine breite Bestandaufnahme des chemischen Belastungszustandes und der Biodiversität der dokumentierten Kleingewässer (**Tabelle 2**).



**Abbildung 2** Vereinfachtes Entitäten-Relations-Diagramm (ERD) der MOSAIC Datenbank. Die Grundstruktur der Datenbank mit ihren untereinander bestehenden Verknüpfungen (Pfeile) ist hier vereinfacht dargestellt. Jedes Rechteck symbolisiert eine Entität, wobei deren Attribute nicht dargestellt sind. Die Pfeilrichtung zeigt an, in welche Richtung sich die Abhängigkeit richtet. Alle Ergebnistabellen beziehen sich mindestens auf die Proben. Blau: methodische Daten; gelb: projektbezogene Daten; grün: Ergebnisse.

**Figure 2** Simplified entity relation diagram (ERD) of the MOSAIC database. The basic structure of the database with its interconnections (arrows) is shown here in simplified form. Each rectangle symbolises an entity, but its attributes are not shown. The direction of the arrow indicates the direction of the dependency. All result tables refer at least to the samples. Blue: methodological data; yellow: project-related data; green: results.

<sup>3</sup> Als Entität wird in der Datenmodellierung ein eindeutig zu bestimmendes Objekt bezeichnet, über das Informationen gespeichert oder verarbeitet werden sollen.



**Abbildung 3** Übersicht der in MOSAIC enthaltenen Beprobungsstellen in Norddeutschland. Alle mindestens einmal beprobten Gewässer sind in der Karte eingetragen. Der Übersichtlichkeit halber sind sieben Standorte in Südbayern nicht dargestellt. Darstellung mittels PostGIS-Erweiterung im DBMS Client pgAdmin4.

**Figure 2** Overview of the sampling sites contained in MOSAIC. All waters sampled at least once are shown on the map. For the purpose of clarity, seven sites in southern Bavaria are not shown. Display using PostGIS extension in the DBMS client pgAdmin4.

**Tabelle 1** Übersicht zu den Metadaten der Tabellen/Entitäten der MOSAIC Datenbank.

**Table 1** Overview of the metadata of the tables/entities of the MOSAIC database

<b>Tabelle</b>	<b>Anzahl Einträge</b>	<b>Beschreibung/Inhalt</b>
<u>Projektbezogene Daten</u>		
Proben	1.953	Zentrale Tabelle mit Detailinformationen für individuelle Proben zu: Probenmatrix (Oberflächenwasser, Grundwasser, Sediment), Methode der biologischen Probe (kieschern, kicksampling, eDNA, bulk sample DNA) und Probenahmedatum; über Verknüpfungen zu den entsprechenden methodischen und projektbezogenen Datentabellen enthält die Tabelle Informationen zu Projekt, Probenahmestandort sowie Details zu Analysemethoden
Projekte	12	Basisinformationen (z.B. Laufzeit, Kooperationspartner) zu den Projekten, im Rahmen derer die Daten erhoben wurden
Standorte	243	Liste der Probenahmestandorte mit Zusatzinformationen (z.B.: Geokoordinaten, Gewässerart, Landnutzung, Typologie, Schutzstatus)
<u>Methodische Daten</u>		
Taxaliste	14.285	Taxaliste Makrozoobenthos basierend auf der AQEM/STAR Taxaliste (SCHMIDT-KLOIBER et al. 2006) mit eindeutiger Identifizierung der Taxa über die ID_Art
Analytische-Methoden: Methoden	17	Übersichtstabelle zur Methode der PSM-Analysen der untersuchten Wirkstoffe (Anzahl der analysierte Wirkstoffe, Probenmatrix)
Analytische-Methoden: Methodenlimits	1.442	Wirkstoffspezifische Detailinformationen zur PSM-Analysemethode (Liste der analysierten Wirkstoffe, Nachweis- und Bestimmungsgrenzen; Aufarbeitungs- und Messmethode)
Wirkstoffliste	168	Liste der bisher analysierten Wirkstoffe mit Informationen zu physikalischen und chemischen Eigenschaften, Ökotoxikologie und Umweltverhalten; basierend auf Einträgen der IUPAC Datenbank (LEWIS et al. 2016; Stand 08/2021) ergänzt um nicht darin enthaltene Informationen
<u>Ergebnisse</u>		
Makrozoobenthos- daten	25.630	enthält die Abundanzen der gefundenen Arten je Probe, Habitat und Replikat
Wirkstoff- konzentrationen	188.619	gemessenen Rückstandskonzentrationen der Wirkstoffe je Probe und Wirkstoff
Nährstoff- konzentrationen	1.238	gemessene Konzentration der Nährstoffe Nitrat, Nitrit, Ammonium und Phosphat, sowie an gelöstem organischem Kohlenstoff (DOC) je Probe
Algengroßgruppen	1.207	Konzentration an Gesamtchlorophyll und verschiedener Algengroßgruppen (Cyanobakterien, Gruenalgen, Diatomeen, Cryptophyceen) je Probe
Physikochemischen Messungen	1.546	vor Ort gemessene Daten zur Wasserqualität (pH-Wert, Temperatur, Leitfähigkeit, Sauerstoff-Gehalt)
Habitate	1.075	Informationen zu Struktureigenschaften der Beprobungsstelle, wie die Art (z.B. Schilf), Fläche und Anteil des Bewuchses
Kartierungsdaten	452	vor Ort erfasste (z.T. veränderliche) Informationen zum Untersuchungsgewässer und zur unmittelbaren Umgebung zur Beprobungsstelle (Gewässertiefe und -breite, Fließgeschwindigkeit, Randbewuchs und Anbaukultur)

**Tabelle 2** Anzahl der klassifizierten Taxa nach Bestimmungsniveau in 176 Proben. In Klammern ist die Gesamtzahl der Taxa des jeweiligen Bestimmungsniveaus angegeben, welche nicht bis auf Artniveau bestimmt werden konnten. Die Anzahl an Individuen bezieht sich auf die bis zum jeweiligen Bestimmungsniveau determinierten Taxa und schließt daher die Individuenzahlen der niedrigeren Bestimmungsebenen nicht mit ein.

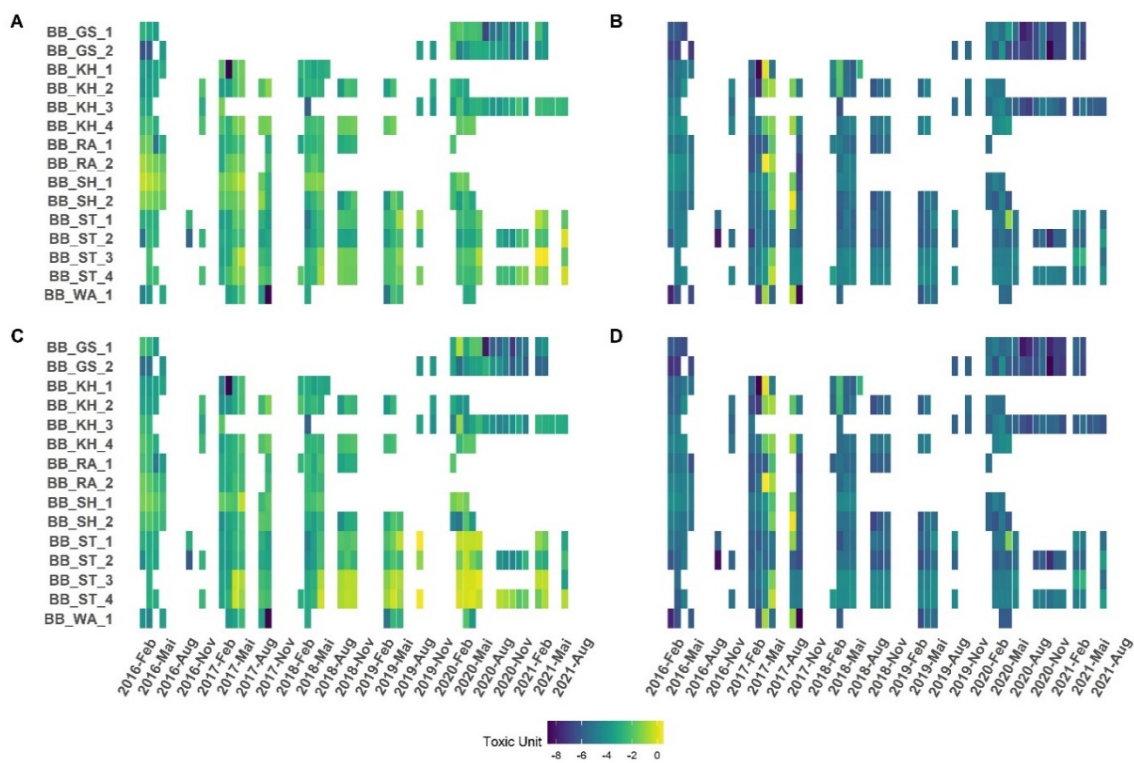
**Table 2** Number of classified taxa by determination level in 176 samples. The total number of taxa of the respective determination level that could not be determined to species level is given in brackets. The number of individuals refers to the taxa determined up to the respective determination level and therefore does not include the number of individuals of the lower determination levels.

<b>Bestimmungsniveau</b>	<b>Anzahl an Taxa</b>	<b>Anzahl an Individuen</b>
<u><i>Bivalvia</i></u>		
Art	12	7.723
Gattung	4 (2)	587
Familie	1 (1)	2
<u><i>Clitellata</i></u>		
Art	17	3.440
Gattung	11 (4)	282
Familie	6 (4)	631
Ordnung	2 (2)	25.406
<u><i>Crustacea</i></u>		
Art	4	1.157
Gattung	4 (1)	6
Familie	4 (2)	10.952
Unterklasse	2 (2)	15.695
<u><i>Gastropoda</i></u>		
Art	35	75.372
Gattung	23 (8)	3.730
Familie	10 (3)	7.966
Klasse	1 (1)	328
<u><i>Insecta</i></u>		
Art/Gruppe	402	139.884
Gattung	265 (180)	54.068
Familie	68 (40)	74.874
Ordnung	9 (7)	3.910
<u><i>Turbellaria</i></u>		
Art	7	1.055
Gattung	5 (1)	26
Familie	3 (-)	-
Klasse	1 (1)	553

## Exemplarische Auswertemöglichkeiten durch MOSAIC

Die Datenhaltung in Form einer strukturierten Datenbank erlaubt vielfältige Auswertemöglichkeiten. Im Folgenden werden exemplarische Datenverknüpfungen und Datenanalysen vorgestellt. Ziel ist hier nicht, Interpretationen und Erklärungen der generierten und visualisierten Datenmuster zu liefern, sondern die Möglichkeiten aufzuzeigen, welche sich den Anwender\*innen von MOSAIC bieten.

MOSAIC ermöglicht es beispielsweise durch die direkte Verknüpfung mit der PPDB (LEWIS et al., 2016), Konzentrationen von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen in entsprechende Toxic Units der vier Standard-Testorganismen des Zulassungsverfahrens (Algen, Wasserpflanzen (*Lemna* sp.), wirbellose Organismen (*Daphnia* sp., *Chironomus* sp.), Fische (*Oncorhynchus mykiss*)) umzurechnen. So können die Ergebnisse der chemischen Rückstandsanalytik von Wasserproben im Rahmen eines biologischen Effektmonitorings ausgewertet werden (**Abbildung 4**).

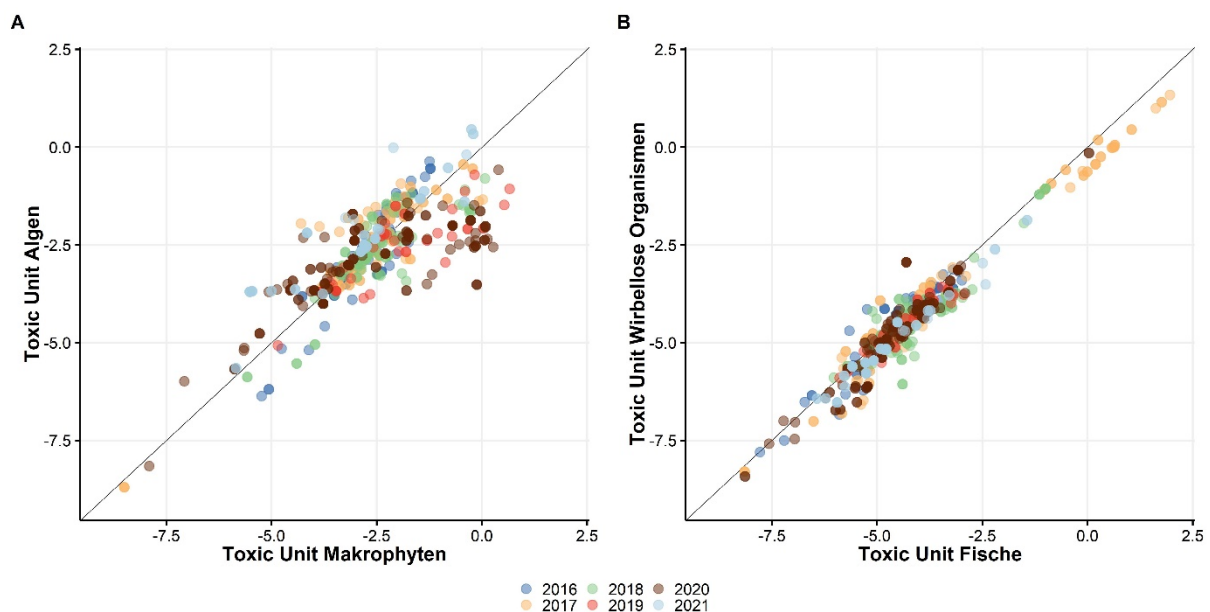


**Abbildung 4** Übersicht über den zeitlichen Verlauf der Toxizitäten von Pflanzenschutzmitteln gegenüber verschiedenen Gruppen von Gewässerorganismen. Daten aus dem Langzeit-Monitoring von 15 Kleingewässern in der Uckermark, Brandenburg. (A) maximale Toxic Unit gegenüber Algen basierend auf  $EC_{50}$ -Werten aus 72h-Wachstumstests, (B) maximale Toxic Unit gegenüber Wasserpflanzen basierend auf  $EC_{50}$ -Werten aus 7d-Biomassetests mit *Lemna* sp., (C) maximale Toxic Unit gegenüber Wirbellosen basierend auf  $EC_{50}$ -Werten aus 48h-Immobilisationstests mit dem Wasserfloh *Daphnia magna*, (D) maximale Toxic Unit gegenüber Fischen basierend auf  $LC_{50}$ -Werten aus 96h-Mortalitätstests mit der Regenbogenforelle *Oncorhynchus mykiss*.

**Figure 4** Overview of the temporal course of the toxicity of plant protection products to different groups of aquatic organisms. Data from long-term monitoring of 15 small water bodies in the Uckermark, Brandenburg. (A) maximum toxic unit to algae based on  $EC_{50}$  values from 72h growth tests, (B) maximum toxic unit to aquatic plants based on  $EC_{50}$  values from 7d biomass tests with *Lemna* sp., (C) maximum toxic unit to invertebrates based on  $EC_{50}$  values from 48h immobilisation tests with the water flea *Daphnia magna*, (D) maximum toxic unit to fish based on  $LC_{50}$  values from 96h mortality tests with the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*.

Im zeitlichen Verlauf von Monitoringstudien lassen sich so Standorte oder Zeiträume identifizieren, in denen biologische Effekte in den untersuchten Gewässern aufgetreten sind. So traten beispielsweise starke toxische Effekte gegenüber Wasserpflanzen im Frühjahr 2020 in den Gewässern BB\_ST\_1 bis BB\_ST\_4 auf (**Abbildung 4c**). Diese vier Gewässer liegen alle auf derselben Anbaufläche, so dass hier ein lokales Eintragsereignis vermutet werden könnte. Im Gegensatz dazu waren von Frühjahr 2017 bis Sommer 2017 zeitgleich in allen untersuchten Gewässern erhöhte Toxizitäten gegenüber wirbellosen Organismen und Fischen gefunden (**Abbildung 4b & 4d**). Dies könnte ein Hinweis auf Prozesse sein, die auf Landschaftsebene wirken und sich nicht durch die individuelle Bewirtschaftung im Gewässerumfeld erklären lassen.

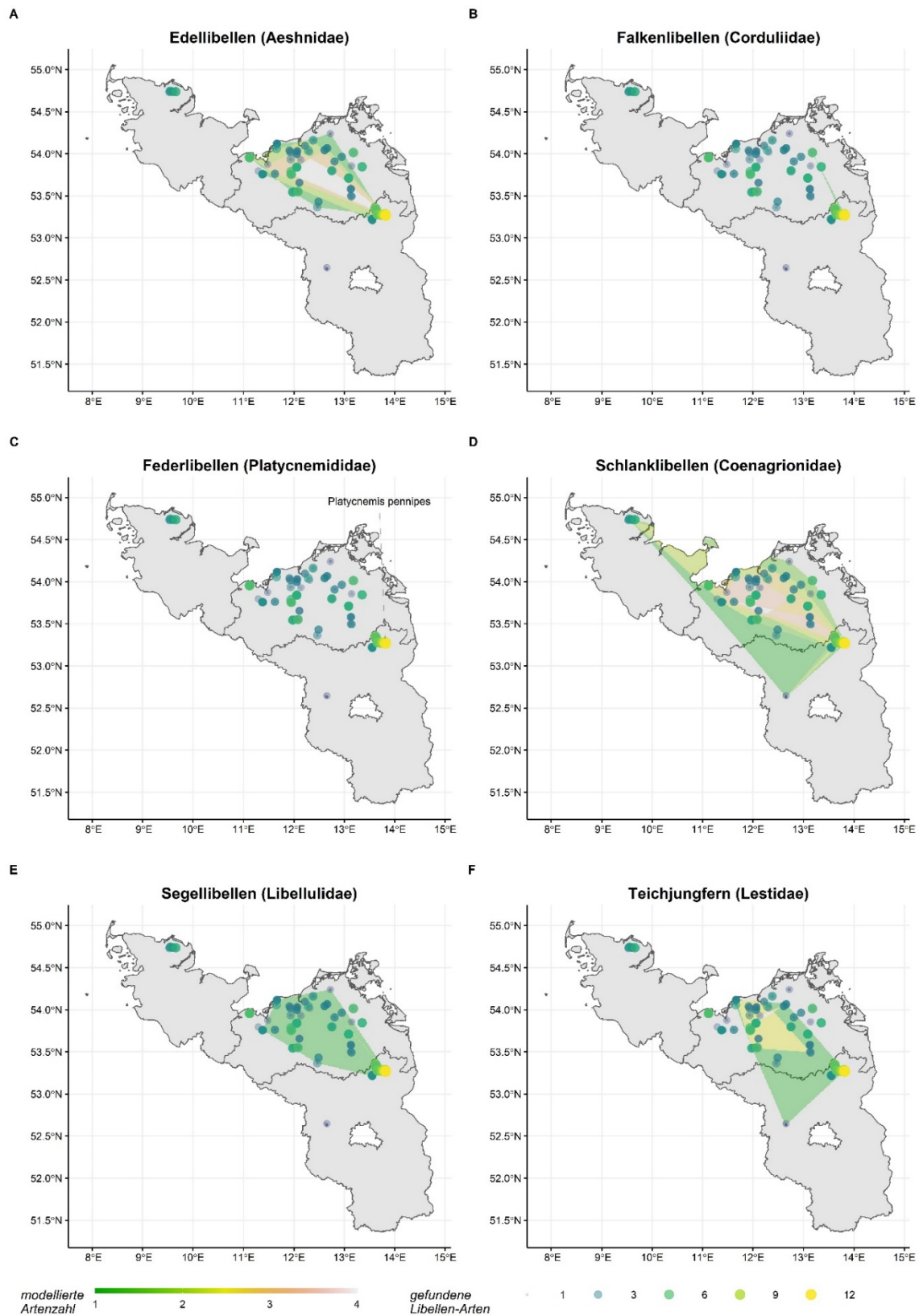
Ein Vergleich der Toxizitäten von Pflanzenschutzmitteln in Wasserproben für Algen und höhere Wasserpflanzen (**Abbildung 5a**) sowie wirbellose Organismen und Fische (**Abbildung 5b**) zeigt, dass sich mit jeweils einer der beiden Gruppen die prinzipiellen toxischen Effekte gegenüber pflanzlichen oder tierischen Organismen in den untersuchten Kleingewässern beschreiben lassen. Dies ist vor allem aus der Beziehung der Toxizitäten von Wasserproben für wirbellose Organismen und Fische erkennbar (**Abbildung 5b**, mit einer leichten Tendenz zu toxischeren Effekten gegenüber Fischen in den untersuchten Gewässern). Bei den pflanzlichen Organismen geht der Trend zu einer stärkeren Gefährdung von höheren Wasserpflanzen in den untersuchten Kleingewässern im Gegensatz zu Algen (**Abbildung 5a**).



**Abbildung 5** Übersicht über die Toxizitäten (ausgedrückt als maximale Toxic Unit gegenüber dem jeweiligen Standard-Testorganismus des Zulassungsverfahrens) von Pflanzenschutzmitteln in Wasserproben gegenüber (A) Algen und höheren Wasserpflanzen (Makrophyten) und (B) wirbellosen Organismen und Fischen aus den Jahren 2016 bis 2021. Daten aus dem Langzeit-Monitoring von 15 Kleingewässern in der Uckermark, Brandenburg.

**Figure 5** Overview of the toxicities (expressed as maximum toxic unit towards the respective standard test organism of the approval procedure) of plant protection products in water samples towards (A) algae and macrophytes and (B) invertebrates and fish from the years 2016 to 2021. Data from the long-term monitoring of 15 small water bodies in the Uckermark, Brandenburg.





**Abbildung 6** Nachgewiesene Artenzahlen und daraus extrapoliertes Verbreitungsgebiet von Familien der Odonata (Libellen) in Kleingewässern Nordostdeutschlands. Daten basieren auf eigenen Erhebungen des JKI aus Kleingewässern der Agrarlandschaft Nordostdeutschlands.

**Figure 6** Detected species numbers and extrapolated distribution of dragon- and damselfly families (Odonata) in small water bodies in north-eastern Germany. Data are based on the JKI's own surveys of small water bodies in the agricultural landscape of north-eastern Germany.

Die Verschneidung der biologischen und geographischen Daten in MOSAIC ermöglicht es, das Verbreitungsgebiet und den Artenreichtum verschiedener Gruppen von Kleingewässerorganismen zu modellieren (**Abbildung 6** am Beispiel verschiedener Libellenfamilien). Während dies basierend auf den gesamten in MOSAIC verfügbaren Daten zunächst einmal einen Überblick über das Verbreitungsgebiet liefert, ist es ebenso möglich, die Veränderung der Verbreitungsmuster bestimmter Arten zu dokumentieren. Landnutzung, Nähr- und Schadstoffeinträge können Verbreitungsgebiete von Arten verändern, verschieben oder einengen. Wärmere Winter werden dazu führen, dass Arten ihr Verbreitungsgebiet weiter nach Norden ausdehnen und so in Konkurrenz zu den etablierten Arten treten (WALTHER et al. 2002). Trockenere Sommer mit verstärkten Hitzeperioden werden zur verstärkten Austrocknung von Kleingewässern führen und so die Lebensräume der an permanente Gewässer angepassten Arten von Grund auf verändern. Diese Änderungen der Verbreitungsgebiete können durch die Auswertung von Langzeit-Biodiversitätsdaten sichtbar gemacht werden.

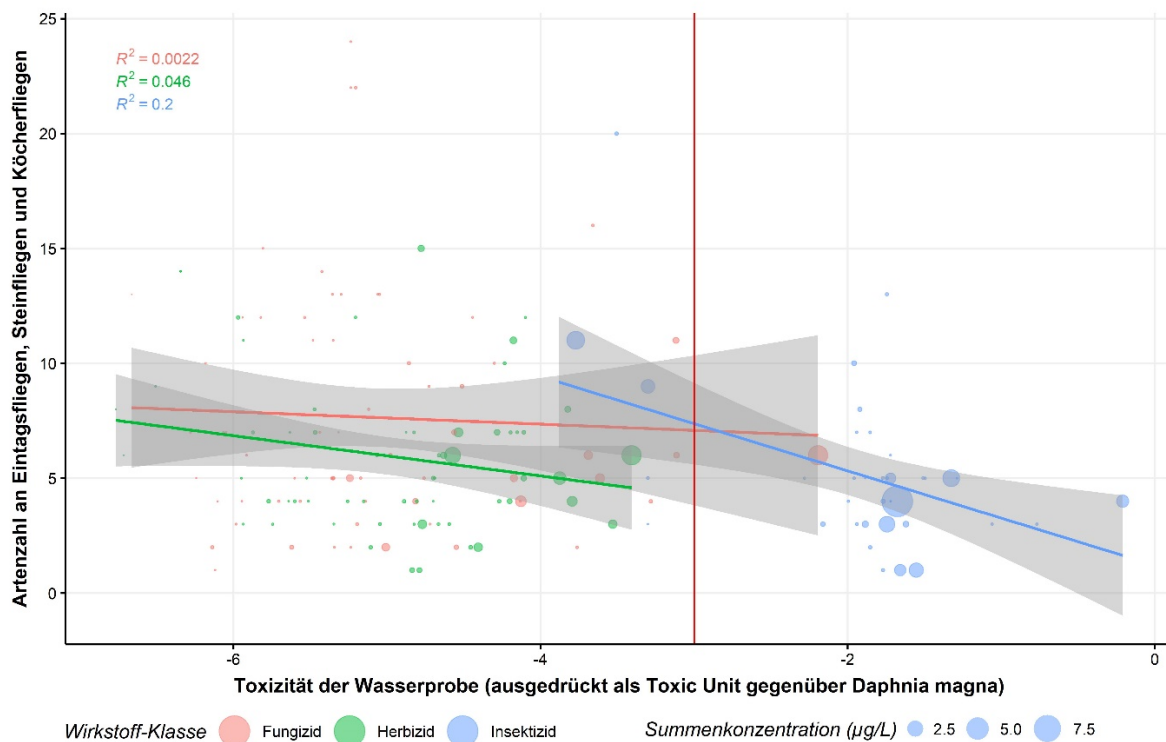
Die in MOSAIC erfassten Nachweise von Falkenlibellen mit der Gemeinen Smaragdlibelle (*Cordulia aenea*) und der Glänzenden Smaragdlibelle (*Somatochlora metallica*) umfassen nur wenige Gewässer (**Abbildung 6**). Beide Arten besiedeln neben Seen und Auwaldgewässern auch stehende Kleingewässer, hier allerdings dystrophe Teiche (STERNBERG & BUCHWALD, 2000). Da sich nur noch wenige stehende Kleingewässer in Agrarlandschaften in Mooren oder mit Kontakt zu moorigen Lebensräumen (dystroph) finden, ist das modellierte Verbreitungsgebiet dieser Libellenfamilie in der Agrarlandschaft entsprechend klein. Mit der Blauen Federlibelle (*Platycnemis pennipes*) ist in MOSAIC bisher nur ein einziger Nachweis aus der Familie der Federlibellen aus einem einzelnen Kleingewässer enthalten (**Abbildung 6**). Die Blaue Federlibelle ist eine Art, die flache und temporäre Gewässer meidet und vorrangig in langsam fließenden Gewässern zu finden ist (MARTENS, 1996). Der Klimawandel wird die Lebensräume dieser Libellen-Arten in der Agrarlandschaft weiter einschränken. Zur Abschätzung dieser Veränderungen benötigt es regelmäßige Erhebungen der Biodiversität in den gleichen Untersuchungseinheiten bei gleichzeitiger Erfassung der entsprechenden Begleitparameter. Hier kann das Nationale Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften (MonViA)<sup>4</sup> zukünftig die benötigte Datengrundlage bereitstellen (MEINIKMANN et al., 2021), deren Einbindung in MOSAIC bereits vorgesehen ist.

Durch den Klimawandel werden sich nicht nur klimatische und hydrologische Faktoren verändern, sondern auch landwirtschaftliche Praktiken (Aussaat- und Erntezeitpunkten, Applikationsmuster) und Managementmaßnahmen. Besonders klimaempfindliche Arten können hier weiteren, zusätzlichen Stressoren ausgesetzt werden. MOSAIC ermöglicht es, die Effekte von Pflanzenschutzmitteln auf Indikatoren zur Bewertung der ökologischen Qualität von Gewässern zu beschreiben. Durch die Erhebung des Makrozoobenthos in den untersuchten Kleingewässern enthält MOSAIC Informationen zum Vorkommen von Eintagsfliegen (Ephemeroptera), Steinfliegen (Plecoptera) und Köcherfliegen (Trichoptera), den sogenannten EPT-Taxa. EPT-Taxa werden vielfach als Indikatoren verschiedener genereller Belastungen von Gewässern genutzt (LENAT, 1988). Somit reagiert diese Gruppe auch auf die Belastung von Kleingewässern mit Pflanzenschutzmitteln (**Abbildung 7**), allerdings kann dieser Effekt nur schwer von anderen Stressoren abgegrenzt werden (LIESS et al., 2021). LIESS et al. (2021) zeigen, dass ökologische Endpunkte, wie Artenzahlen oder Diversitätsindizes, die ein System in Ihrer Gesamtheit beschreiben, oft nicht geeignet sind um die Effekte einzelner Stressoren oder Einflüsse zu

---

<sup>4</sup> <https://agrarmonitoring-monvia.de/>

beschreiben (siehe **Abbildung 8**). Hier benötigt es Endpunkte, welche die Lebensgemeinschaften nach kontrastierenden Merkmalen gruppieren (LISS & FOIT, 2010). Beispiele hierfür sind der Saprobienindex oder der SPEAR-Index, welche die Lebensgemeinschaften nach der Anfälligkeit von Taxa gegenüber Sauerstoffmangel oder Pflanzenschutzmitteln unterscheiden. Allerdings können auch Auswertungen einzelner Taxagruppen im Zusammenspiel mit biologischen Endpunkten wie Diversitätsindizes helfen, Trends der tatsächlichen Stressorwirkungen und Anzeichen ökologischer Degradation aufzudecken (Vergleich der **Abbildungen 8 & 9**). Für beide Abbildungen wurden die in MOSAIC enthaltenen Lebensgemeinschaften der Kleingewässer entsprechend ihrer Struktur in den verschiedenen Sukzessionsstadien ausgewertet. Die Verteilung der Artenzahlen von Zuckmücken spiegeln hier den erwartbaren Unterschied zwischen den einzelnen Sukzessionsstadien der Kleingewässer wieder (**Abbildung 9**), wohingegen beim Diversitätsindex Shannon-Diversität kein Unterschied der Biodiversität zwischen den Sukzessionsstadien erkennbar ist (**Abbildung 8**).

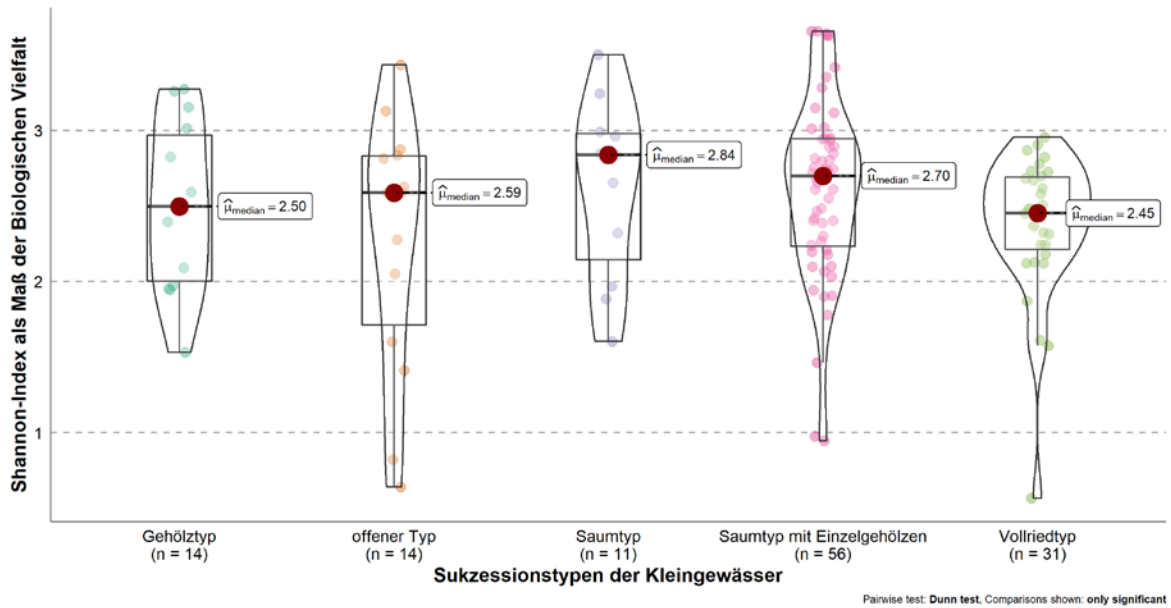


**Abbildung 7** Zahl der Eintagsfliegen-, Steinfliegen- und Köcherfliegen-Arten (sog. EPT-Taxa) in Abhängigkeit der maximalen Toxic Unit ( $LC_{50}$  der gefundenen Pflanzenschutzmittelwirkstoffe gegenüber *Daphnia magna*) im Gewässer. Daten basieren auf eigenen Erhebungen des JKI aus Kleingewässern der Agrarlandschaft Nordostdeutschlands.

**Figure 7** Numbers of EPT taxa (mayflies, stoneflies and caddisflies) as a function of the maximum toxic unit ( $LC_{50}$  of the pesticide active substances found against *Daphnia magna*) in the water body. Data are based on the JKI's own surveys of small water bodies in the agricultural landscape of north-eastern Germany.

## Biologische Vielfalt in unterschiedlichen Sukzessionsstadien

$\chi^2_{\text{Kruskal-Wallis}}(4) = 4.82, p = 0.31, \hat{\epsilon}^2_{\text{ordinal}} = 0.04, CI_{95\%} [0.02, 1.00], n_{\text{obs}} = 126$

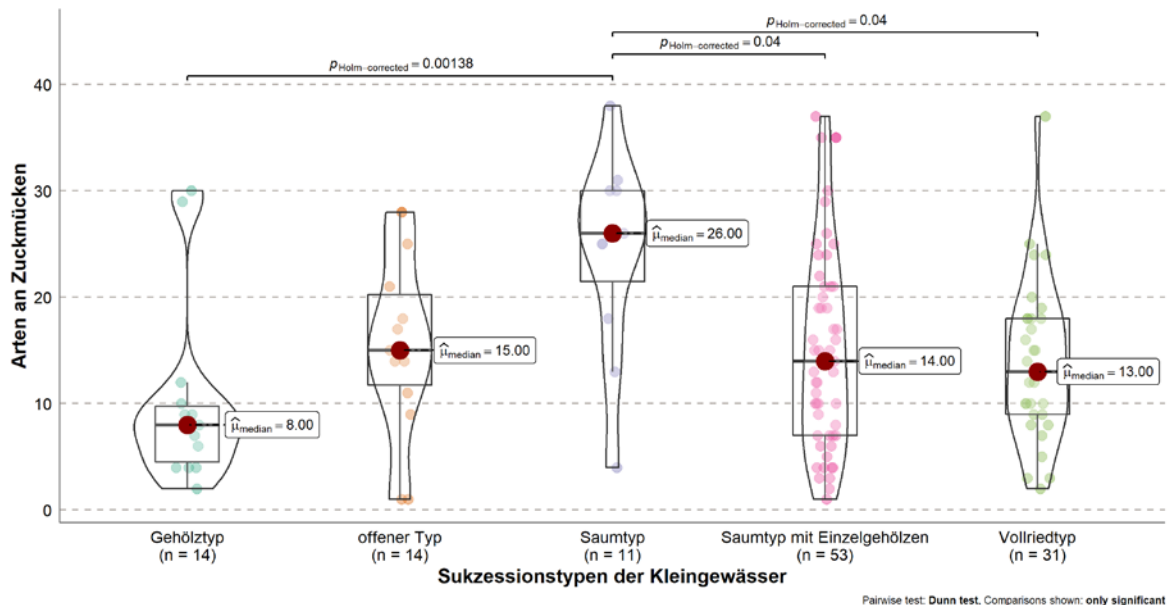


**Abbildung 8** Biodiversität (Shannon-Index) in Kleingewässern unterschiedlichen Sukzessionsstadien. Daten basieren auf eigenen Erhebungen des JKI aus Kleingewässern der Agrarlandschaft Nordostdeutschlands.

**Figure 8** Biodiversity (shannon index) in small water bodies at different stages of succession. Data are based on the JKI's own surveys of small water bodies in the agricultural landscape of north-eastern Germany.

## Verteilung der Zuckmücken in unterschiedlichen Sukzessionsstadien

$\chi^2_{\text{Kruskal-Wallis}}(4) = 15.05, p = 4.59e-03, \hat{\epsilon}^2_{\text{ordinal}} = 0.12, CI_{95\%} [0.06, 1.00], n_{\text{obs}} = 123$



**Abbildung 9** Artenreichtum an Zuckmücken (Chironomidae) in Kleingewässern unterschiedlichen Sukzessionsstadien. Daten basieren auf eigenen Erhebungen des JKI aus Kleingewässern der Agrarlandschaft Nordostdeutschlands.

**Figure 9** Species richness of chironomids in small water bodies at different stages of succession. Data are based on the JKI's own surveys of small water bodies in the agricultural landscape of north-eastern Germany.

## Fazit

Die MOSAIC Datenbank stellt ein leistungsstarkes, dynamisches und flexibles Repositorium für die Forschungsdaten des Julius Kühn-Instituts in den Themenfeldern Pflanzenschutz, Gewässerschutz und Biodiversität dar und ermöglicht die zugängliche Forschungsdatenhaltung nach den FAIR-Prinzipien. Die MOSAIC Datenbank trägt dazu bei, Datenlücken zur biologischen Vielfalt von Gewässerorganismen in den sehr zahlreich vorkommenden aber in der Wasser- und Naturschutzpolitik wenig betrachteten, stehenden Kleingewässern zu schließen. Die bestehende Datenbanklandschaft zur Biodiversität der Gewässerorganismen und Gewässerinsekten in Fließgewässern und Seen wird mit der MOSAIC Datenbank zur Biodiversität von Wirbellosen in Kleingewässern um ein wichtiges Element ergänzt.

Sie ist eine Schnittstelle für biologische und chemische Daten und erlaubt die Abfrage komplexer Informationen, angepasst an die Bedürfnisse der Gewässerschutz-Forschung des Julius Kühn-Instituts. Eine direkte Einbindung der Anwendungen R und GIS ermöglicht einen komfortablen Umgang mit großen Datenmengen sowie vielfältige Analysen der enthaltenen Daten, z. B. hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen physikochemischen und biologischen Faktoren und deren räumlicher und zeitlicher Variabilität in den untersuchten Gebieten. Darüber hinaus können Ursache-Wirkungs-Beziehungen zum vermuteten Biodiversitätsrückgang in stehenden Kleingewässern in Agrarlandschaften hergestellt werden.

Durch den Aufbau von MOSAIC können fortlaufend neue Datenstrukturen in die bestehende Datenbank integriert werden und diese somit durch flexible Erweiterung an künftige Bedürfnisse und Anforderungen im Bereich Gewässerschutz angepasst werden. In Kombination mit Daten aus externen Quellen wie Wetterdaten, Landnutzungsdaten, Auftreten von Pflanzenkrankheiten oder Schädlingen können so auch neue Erkenntnisse auf Landschaftsebene gewonnen werden und als Grundlage für ein besseres und evidenzbasiertes Management von stehenden Kleingewässern in der Agrarlandschaft dienen.

## Literatur

- BAXTER, C. V., K. D. FAUSCH, W. C. SAUNDERS, 2005: Tangled webs: Reciprocal flows of invertebrate prey link streams and riparian zones.  
*Freshwater Biology* **50**, 201–220. DOI: 10.1111/j.1365-2427.2004.01328.x
- BIGGS, J., S. VON FUMETTI, M. KELLY-QUINN, 2016: The importance of small waterbodies for biodiversity and ecosystem services: implications for policy makers.  
*Hydrobiologia* **793**, 3–39. DOI: 10.1007/s10750-016-3007-0
- BOIX, D., J. BIGGS, R. CÉRÉGHINO, A. P. HULL, T. KALLETKA, B. OERTLI, 2012: Pond research and management in Europe: “Small is Beautiful.” *Hydrobiologia* **689**, 1–9, DOI: 10.1007/s10750-012-1015-2
- BRACK, W., J. BAKKER, E. DE DECKERE, C. DEERENBERG, J. VAN GILS, M. HEIN, P. JURAJDA, B. KOIJMAN, M. LAMOREE, S. LEK, M. J. L. DE ALDA, A. MARCOMINI, I. MUNOZ, S. RATTEI, H. SEGNER, K. THOMAS, P. C. VON DER OHE, B. WESTRICH, D. DE ZWART, M. SCHMITT-JANSEN, 2005. MODELKEY—Models for assessing and forecasting the impact of environmental key pollutants on freshwater and marine ecosystems and biodiversity.  
*Environmental Science & Pollution Research* **12**, 252–256. DOI: 10.1065/espr2005.08.286
- BREDEMEIER, W., 2019: Zukunft der Informationswissenschaften: Hat die Informationswissenschaft eine Zukunft? Berlin, Simon Verlag für Bibliothekswissen.
- COVICH, A. P., M. A. PALMER, T. A. CROWL, 1999: The role of benthic invertebrate species in freshwater ecosystems: Zoobenthic species influence energy flows and nutrient cycling.  
*BioScience* **49**, 119–127. DOI: 10.2307/1313537
- Downing, J. A., 2008: Emerging global role of small lakes and ponds: Little things mean a lot.  
*Limnetica* **29**, 9–24. DOI: 10.23818/limn.29.02
- FALAVIGNA, A., M. BLAUTH, S. L. KATES, 2018: Critical review of a scientific manuscript: A practical guide for reviewers. *Journal of Neurosurgery* **128** (1), 312–321. DOI: 10.3171/2017.5.JNS17809.
- FURSE, M., D. HERING, O. MOOG, P. VERDONSCHOT, R. JOHNSON, K. BRABEC, K. GRITZALIS, A. BUFFAGNI, P. PINTO, N. FRIBERG, J. MURRAY-BLIGH, J. KOKES, R. ALBER, P. USSEGLIO-POLATERA, P. HAASE, R. SWEETING, B. BIS, K. SZOSZKIEWICZ, H. SOSZKA, G. SPRINGE, F. SPORKA, I. KRNO, 2006: The STAR project: context, objectives and approaches. *Hydrobiologia* **566**, 3–32. DOI: 10.1007/s10750-006-0067-6
- HERING, D., O. MOOG, L. SANDIN, P. VERDONSCHOT, 2004: Overview and application of the AQEM assessment system. *Hydrobiologia* **516**, 1–20. DOI: 10.1023/B:HYDR.0000025255.70009.a5
- HILL, M. J., C. HASSALL, B. OERTLI, L. FAHRIG, B. J. ROBSON, J. BIGGS, M. J. SAMWAYS, N. USIO, N. TAKAMURA, J. KRISHNASWAMY, P. J. WOOD, 2018: New policy directions for global pond conservation.  
*Conservation Letters* **11**, e12447. DOI: 10.1111/conl.12447
- HOLGERSON, M. A., P. A. RAYMOND, 2016: Large contribution to inland water CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> emissions from very small ponds. *Nature Geoscience* **9**, 222–226. DOI: 10.1038/ngeo2654
- HORNBAACH, D. J., E. G. SCHILLING, H. KUNDEL, 2020: Ecosystem Metabolism in Small Ponds: The Effects of Floating-Leaved Macrophytes. *Water* **12**, 1458. DOI: 10.3390/w12051458
- LENAT, D. R., 1988: Water Quality Assessment of Streams Using a Qualitative Collection Method for Benthic Macroinvertebrates.  
*Journal of the North American Benthological Society* **7**, 222–233. DOI: 10.2307/1467422
- LEWIS, K. A., J. TZILIVAKIS, D. J. WARNER, A. GREEN, 2016: An international database for pesticide risk assessments and management.  
*Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal* **22**, 1050–1064, DOI: 10.1080/10807039.2015.1133242

- LISS, M., K. FOIT, 2010: Intraspecific competition delays recovery of population structure. *Aquatic Toxicology* **97**, 15–22. DOI: 10.1016/j.aquatox.2009.11.018
- LISS, M., L. LIEBMANN, P. VORMEIER, O. WEISNER, R. ALTENBURGER, D. BORCHARDT, W. BRACK, A. CHATZINOTAS, B. ESCHER, K. FOIT, R. GUNOLD, S. HENZ, K. HITZFELD, M. SCHMITT-JANSEN, N. KAMJUNKE, O. KASKE, S. KNILLMANN, M. KRAUSS, E. KÜSTER, M. LINK, M. LÜCK, M. MÖDER, A. MÜLLER, A. PASCHKE, R. B. SCHÄFER, A. SCHNEEWEISS, V. C. SCHREINER, T. SCHULZE, G. SCHÜÜRMAN, W. VON TÜMPLING, M. WEITERE, J. WOGRAM, T. REEMTSMA, 2021: Pesticides are the dominant stressors for vulnerable insects in lowland streams. *Water Research* **201**, 117262. DOI: 10.1016/j.watres.2021.117262
- MAASRI A., 2019: A Global and Unified Trait Database for Aquatic Macroinvertebrates: The Missing Piece in a Global Approach. *Frontiers in Environmental Science* **7**, 65. DOI: 10.3389/fenvs.2019.00065
- MARTENS, A., 1996: Die Federlibellen Europas. Platycnemididae. Die Neue Brehm-Bücherei, Band 626. Spektrum, Heidelberg / Westarp Wissenschaften, Magdeburg. ISBN 3-89432-458-9.
- MEINIKMANN, K., J. STRASSEMAYER, S. LORENZ, 2021: Konzept für ein Biodiversitätsmonitoring in Kleingewässern der Agrarlandschaft in Deutschland. *Berichte aus dem Julius Kühn-Institut* **216**. DOI: 10.5073/20211216-081403.
- MOE, S. J., B. DUDLEY, R. PTACNIK, 2008: REBECCA databases: experiences from compilation and analyses of monitoring data from 5,000 lakes in 20 European countries. *Aquatic Ecology* **42**, 183–201. DOI: 10.1007/s10452-008-9190-y
- MOE, S. J., A. SCHMIDT-KLOIBER, B. J. DUDLEY, D. HERING, 2013. The WISER way of organising ecological data from European rivers, lakes, transitional and coastal waters. *Hydrobiologia* **704**, 11–28. DOI: 10.1007/s10750-012-1337-0
- PIXSY INC., 2020: How to source and use Creative Commons images online. Access: 22. September 2020, URL: <https://www.pixsy.com/academy/image-user/use-creative-commons-images/>.
- REID, A. J., A. K. CARLSON, I. F. CREED, E. J. ELIASON, P. A. GELL, P. T. J. JOHNSON, K. A. KIDD, T. J. MACCORMACK, J. D. OLDEN, S. J. ORMEROD, J. P. SMOL, W. W. TAYLOR, K. TOCKNER, J. C. VERMAIRE, D. DUDGEON, S. J. COOKE, 2019: Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biological Reviews* **94**, 849–873. DOI: 10.1111/brv.12480
- SÁNCHEZ-BAYOA, F., K. A.G. WYCKHUYS, 2019: Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation* **232**, 8–27. DOI: 10.1016/j.biocon.2019.01.020
- SARREMEJANE, R., N. CID, R. STUBBINGTON, T. DATRY, M. ALP, M. CAÑEDO-ARGÜELLES, A. CORDERO-RIVERA, Z. CSABAI, C. GUTIÉRREZ-CÁNOVAS, J. HEINO, M. FORCELLINI, A. MILLÁN, A. PAILLEX, P. PAÑIL, M. POLÁŠEK, J. M. TIerno DE FIGUEROA, P. USSEGLIO-POLATERA, C. ZAMORA-MUÑOZ, N. BONADA, 2020: DISPERSE, a trait database to assess the dispersal potential of European aquatic macroinvertebrates. *Scientific Data* **7**, 386. DOI: 10.1038/s41597-020-00732-7
- SCHMIDT-KLOIBER A., D. HERING, 2015: [www.freshwaterecology.info](http://www.freshwaterecology.info) – An online tool that unifies, standardises and codifies more than 20,000 European freshwater organisms and their ecological preferences. *Ecological Indicators* **53**, 271–282. DOI: 10.1016/j.ecolind.2015.02.007
- STERNBERG, K., R. BUCHWALD, 2000: Die Libellen Baden-Württembergs, Band 2 – Großlibellen. Ulmer Verlag, Stuttgart. ISBN 3-8001-3514-0
- TWARDOCHLEB, L., E. HILTNER, M. PYNE, P. ZARNETSKA, 2021: Freshwater insects CONUS: A database of freshwater insect occurrences and traits for the contiguous United States. *Global Ecology & Biogeography* **30**, 826–841. DOI: 10.1111/geb.13257



- VAN KLINK, R., D. E., BOWLER, K. B. GONGALSKY, A. B. SWENGEL, A. GENTILE, J. M. CHASE, 2020: Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances. *Science* **368**, 417-420. DOI: 10.1126/science.aax9931
- VON DER OHE, P. C., A. PRÜß, R. B. SCHÄFER, M. LIESS, E. DECKEREE, W. BRACK, 2007: Water quality indices across Europe – a comparison of the good ecological status of five river basins. *Journal of Environmental Monitoring* **9**, 970–978. DOI: 10.1039/b704699p
- Walther, G. R., E. Post, P. Convey, A. Menzel, C. Parmesan, T. J. C. Beebee, J.-M. Fromentin, O. Hoegh-Guldberg, F. Bairlein, 2002: Ecological responses to recent climate change. *Nature* **416**, 389–395. DOI: 10.1038/416389a
- WEINGART, P., 2016: Vertrauen, Qualitätssicherung und Open Access – Predatory Journals und die Zukunft des wissenschaftlichen Publikationssystems. In: WEINGART, P., N. TAUBERT (Eds.) *Wissenschaftliches Publizieren. Zwischen Digitalisierung, Leistungsmessung, Ökonomisierung und medialer Beobachtung.*, s.l., De Gruyter, p. 283–289.

## „Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft“ erscheinen seit 1995 in zwangloser Folge

Seit 2008 werden sie unter neuem Namen weitergeführt:

### „Berichte aus dem Julius Kühn-Institut“

- Heft 203, 2018 Statusbericht Biologischer Pflanzenschutz 2018. Eckhard Koch, Annette Herz, Regina G. Kleespies, Annegret Schmitt, Dietrich Stephan, Johannes A. Jehle, 2018, 126 S.
- Heft 204, 2019 2nd International Plant Spectroscopy Conference (IPSC) 2019. Hartwig Schulz, Catharina Blank, Christoph Böttcher, Benjamin Fürstenau, Andrea Krähmer, Torsten Meiners, David Riewe (Eds.), 137 S.
- Heft 205, 2019 Auswertung der Anzahl Resistenzklassen von Wirkstoffen für Pflanzenschutzmittelanwendungen - Evaluation of the number of resistance classes of active ingredients for crop protection applications. Frank Jeske, 45 S.
- Heft 206, 2019 12th Young Scientists Meeting 2019, 6th – 8th November in Kleinmachnow - Abstracts -, 2019, 56 S.
- Heft 207, 2019 Witterung und Ertrag, 2019, 50 S.
- Heft 208, 2020 Report on the legal framework governing the use of nutrient rich side streams (NRSS) as biobased fertilisers (BBFs) EU legislation, 2020, 52 S.
- Heft 209, 2020 „Indikatoren zur Früherkennung von Nitratfrachten im Ackerbau“ – Studie „Messprogramme der Bundesländer und angrenzender EU-Staaten (NL, DK) zum Abgleich des Frühindikatorsystems“. Burkhard Stever-Schoo, Anne Ostermann, Oliver Stock, Martin Kücke, Jörg-Michael Greef, 166 S.
- Heft 210, 2021 Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz Jahresbericht 2017 - Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2017. Silke Dachbrodt-Saaydeh, Jörg Sellmann, Jörn Strassemeyer, Jürgen Schwarz, Bettina Klocke, Sandra Kregel, Hella Kehlenbeck, 140 S.
- Heft 211, 2021 Produktqualität und Konsumentenverhalten im Spannungsfeld von Nachhaltigkeit und Krisen, 54. Jahrestagung DGQ, 23. März 2021, Georg-August-Universität Göttingen, (online-Veranstaltung) - Abstracts -, 42 S.
- Heft 212, 2021 Schlussbericht zum Vorhaben: Aufbau, Selektion und Prüfung von Zuchtstämmen der Zitronenmelisse (*Melissa officinalis*) mit verbesserter Winterhärte, höherer Ertragsleistung und höherem Gehalt an ätherischem Öl (Phase II). Frank Marthe; Ute Kästner, 86 S.
- Heft 213, 2021 13th Young Scientists Meeting Conference 2021, 11th – 13th October in Quedlinburg - Abstracts -, 50 S.
- Heft 214, 2021 Schlussbericht zum Vorhaben ModEPSKlim – Modellgestützte Gefährdungsabschätzung des Eichenprozessionsspinner im Klimawandel, Dr. Ute Koch, Dr. Regina G. Kleespies, 30 S.
- Heft 215, 2021 Bericht zu möglichen Synergien der Nutzung neuer molekularbiologischer Techniken für eine nachhaltige Landwirtschaft, Dr. Ralf Wilhelm, 127 S.
- Heft 216, 2021 BMEL-Modell- und Demonstrationsvorhaben „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz“ Teilprojekt „Koordination“. Förderkennzeichen: 2810MD001, Abschlussbericht – DIPS Projektkoordination für den Berichtszeitraum 10/2011 - 12/2019. 322 S.
- Heft 217, 2021 BMEL-Modell- und Demonstrationsvorhaben „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz“ Teilprojekt „Koordination“. Förderkennzeichen: 2810MD001, Abschlussbericht – DIPS Projektkoordination für den Berichtszeitraum 10/2011 - 12/2019. 322 S.
- Heft 218, 2021 BMEL-Modell- und Demonstrationsvorhaben „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz“ – Teilprojekt „Koordination“ – Abschlussbericht – DIPS Projektkoordination für den Berichtszeitraum 10/2011 - 12/2019, Jan Helbig, Annett Gummert, Madeleine Paap, Gerd Eberhardt, Birgit Schlage, Jörg Sellmann, Jörn Strassemeyer, Bernd Freier, Marcel Peters, Friederike Suhl, Lucas Pramschüfer, Heike Stosius, Anita Herzer, Hella Kehlenbeck, 340 S.
- Heft 219, 2022 Review of approaches to the pesticide regulatory risk assessment for bees and other pollinators, André Krahnert, Abdulrahim T. Alkassab, Tobias Jütte, Dorothee J. Lüken, Ina P. Wirtz, Jens Pistorius, Jakob Eckert, Nadine Kunz, Anna Wernecke, 50 S.
- Heft 220, 2022 ENVISAGE - Erfassung und Management invasiver Neophyten auf landwirtschaftlichen Nutzflächen zur Sicherung der landwirtschaftlichen Produktionsbedingungen, Matthias Haase, Antje Birger, Jens Birger, Irene Hoppe, Sascha Ritter, Katrin Schneider, Ulrike Sölter, Florian Thürkow, Arnd Verschwele (Hrsg.)
- Heft 221, 2022 Nützlinge und Schädlinge im Zuckerrübenanbau- Begleitheft zum Monitoring -, Jörn Lehmhus, Annett Gummert, Lea Rosenkranz, 58 S.
- Heft 222, 2022 Schlussbericht zum Vorhaben Verbundprojekt: Verbesserung von einjährigem Kümmel (*Carum carvi*) als Rohstoff für bioaktive Produkte (BIOKUE), Frank Marthe, Daniel von Maydell, 72 S.

