



Wasser als Ressource und Gewässer als Ökosystem – VOM KONFLIKT ZUR SYNERGIE

40. Jahrestagung 2025

der Deutschen Gesellschaft für Limnologie e.V. • DGL
und der Societas Internationalis Limnologiae • SIL

Goethe-Universität Frankfurt am Main

8. – 12. September 2025

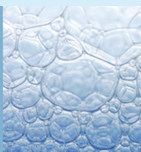
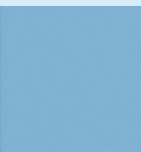
ABSTRACTBAND

Keynote speeches | Plenarvorträge

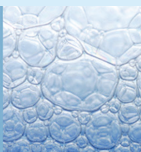
Schwoerbel-Benndorf-Nachwuchspreis der DGL

Lectures | Vorträge

Posters | Poster



Keynote speeches | Plenarvorträge



Rethinking aquatic biodiversity challenges in the context of global change

Florian Altermatt

University of Zurich & Eawag (Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology)

Aquatic ecosystems are particularly affected by global environmental change. The human impacts on aquatic ecosystems are not only manifold, but may also require a rethinking of management approaches. In my talk I will, firstly, address how dynamic challenges require dynamic action. Then, I will discuss the role of indirect effects, both being often main drivers of biodiversity change, but also offering a main leverage for effective management. Finally, I will conclude how synergistic understanding of aquatic ecosystems requires the rethinking of monitoring with new technologies.

The triple planetary crisis and freshwater ecosystems

Ralf B. Schäfer

Universität Duisburg-Essen & Research Centre One Health

The triple planetary crisis – pollution, biodiversity loss, and climate change – poses an acute threat to freshwater ecosystems. In this talk, I will explore recent trends in freshwater biodiversity, discuss how pollution by toxicants drives biodiversity loss and examine how these impacts are amplified by interactions with climate change.

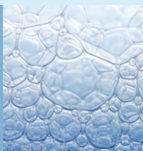
Ein ganz besonderer Feuchtgebietstyp – Moore und ihre Ökosystemleistungen in Deutschland, Europa und weltweit

Franziska Tanneberger

Universität Greifswald & Greifswald Moor Centrum:

Moore entwickeln sich unter wassergesättigten Bedingungen langsam, fungieren als Landschaftsfilter und speichern hohe Mengen an Kohlenstoff. Die Entwässerung für Landwirtschaft, Forstwirtschaft oder der Torfabbau haben vielfältige sozial-ökologische Auswirkungen, darunter hohe Treibhausgasemissionen, Verlust der Biodiversität, Bodensenkungen, erhöhte Anfälligkeit für Hochwasser und Dürren sowie Verschmutzung. Die Wiedervernässung von Mooren dämmt diese Auswirkungen wirksam ein – der Vortrag stellt wichtige aktuelle Initiativen und Best Practices in Deutschland, Europa und weltweit vor.

Schwoerbel-Benndorf-Nachwuchspreis der DGL



Frequency and Intensity Matter: How Extreme Events Shape Phytoplankton Functioning

Anika Happe

Universität Oldenburg

Climate change is increasing the frequency, intensity and stochasticity of extreme weather events such as heavy rainfall events. The associated flushing of colored and non-colored organic matter from terrestrial systems via run-off into lakes contributes to increasingly fluctuating aquatic nutrient and modified light regimes with impacts for phytoplankton growth and stoichiometry. Together, phytoplankton biomass (quantity) and stoichiometry (quality) represent important nutritional parameters for consumer performance. Lake characteristics, such as the trophic status and level of browning, and seasonality add complexity to the plankton response to such run-off events.

To understand and contextualize the effect of this variable nutrient regime on phytoplankton biomass and stoichiometry, we conducted three identical in-situ mesocosm experiments across two sites (that differed in nutrient concentration and watercolor) and seasons during which we added the same total concentration of nitrate, phosphate and colored dissolved organic matter (cDOM) to each mesocosm in pulses of different frequencies (daily, intermittent or one extreme addition) over a simulated run-off period followed by a recovery period.

While the simulated extreme rainfall event (one strong pulse of nutrients and cDOM) led to a low vulnerability and full recovery for phytoplankton biomass, the stoichiometry (specially the particulate C:P and N:P ratio) was still substantially disrupted one month after the pulse. Overall, the intensity and frequency (i.e., one extreme pulse vs. multiple smaller pulses) of the nutrient and cDOM inputs determined the phytoplankton responses, whereas the regularity (i.e., regular vs. irregular smaller pulses) only played an underlying role.

Despite our results showing a consistent direction of C:nutrient responses across all experimental settings, seasonal and spatial differences determined the magnitude of responses. As such, the eutrophic lake and spring conditions exhibited less vulnerability compared to the oligotrophic lake and summer conditions, respectively, across various response variables.

Our results can help to predict ecosystem stability under future scenarios of increased precipitation, extreme events and nutrient run-off driven by climate change. Investigating these effects across temporal and spatial scales is essential for the development of dynamic and effective restoration strategies adapted to specific ecosystems and seasonal conditions, therefore maintaining the functional stability of lake ecosystems in the face of environmental change.

Fit for Purpose! Rethinking Biomonitoring in the Face of a Changing World

Till Macher

Universität Trier

Across the world, the health of rivers and lakes is tracked using biological indicators. In the European Union, the Water Framework Directive has relied on traditional morphological identification of indicator species for two decades. This work is essential, but slow, labour-intensive, and limited in scale. DNA metabarcoding offers a new way forward: reading the genetic signatures of organisms to assess ecosystem health. In the GeDNA project, environmental agencies and research institutions worked collaboratively to evaluate metabarcoding as a complementary biomonitoring tool, using hundreds of benthic invertebrate samples collected as part of Germany's routine monitoring. The results were striking: 70% of indicator taxa were detected by both metabarcoding and traditional taxonomy without prior methodological harmonisation. Despite deviations in detection of some bioindicator taxa, the derived ecological status classes were highly correlated between methods, particularly after intercalibration ($R^2 = 0.74$, Spearman's $\rho = 0.86$). These results not only demonstrated the consistency of the methods but also provided the first operational pathway for integrating metabarcoding data into WFD assessment modules based on formal intercalibration guidelines. Nevertheless, bulk-sample metabarcoding still requires collecting organisms. Analysing environmental DNA from water samples offers a comprehensive, non-invasive alternative with the potential to drastically scale monitoring in space and time, revealing biodiversity across the tree of life from a single sample. Drawing on data from seven projects, 11 rivers, and over 600 eDNA samples, we demonstrated strong agreement with traditional assessments, showcased the spatio-temporal scalability of eDNA-based monitoring, and yet have to fully explore its untapped potential beyond traditional metrics. In conclusion, over the past decade, (e)DNA metabarcoding has faced both enthusiasm and scepticism. However, no method is perfect - including the tools before it. I believe it is time to move beyond defending disciplinary borders and begin building common ground. Our shared goal is simple yet urgent: to understand life, and to protect it while we still have the chance.

Bridging Land and Water: The Role of Riparian Forests for Freshwater Food Webs

Rebecca Oester^{1,2,3} ; Florian Altermatt^{2,3}; Andreas Bruder¹

¹ University of Applied Sciences and Arts of Southern Switzerland, Switzerland; ² University of Zurich, Switzerland; ³ Eawag, Switzerland

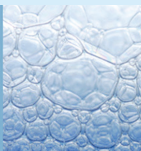
Streams, their riparian zones, and surrounding watersheds are tightly connected across landscapes. These ecosystems and transition zones are linked by the flow of energy, nutrients, and organisms, supporting extraordinary biodiversity and a broad range of ecological processes. A key connection among them is the input of terrestrial detritus, such as leaf litter and other dead organic material from riparian vegetation, which enters streams and fuels freshwater detrital food webs. This dead organic matter provides an essential subsidy to aquatic ecosystems. As leaf litter decomposes in streams, it supports specialized microbial communities and detritivorous macroinvertebrates that break down the material and recycle nutrients into aquatic biomass. These processes are central to essential ecosystem functions like nutrient cycling. However, human-driven land-cover change is rapidly transforming these systems and compromising their ability to support this unique biodiversity and multiple ecosystem processes. As forests and vegetation in the riparian zone and watershed are lost or degraded, the biodiversity and ecological connections that underpin these freshwater systems are increasingly threatened. Despite the importance of ecological connections beyond ecosystem borders, surprisingly little research has examined how such land-use changes cascade through aquatic food webs.

To fill this gap, we conducted a combination of field experiments, observations and meta-analyses to represent local, regional and global scales covering multiple climatic zones. We compared forested and non-forested stream sites to assess how riparian vegetation affects freshwater detrital food webs. Using stoichiometric and stable isotope analyses, we also evaluated how the nutritional quality of detritus and its uptake by aquatic consumers reflect shifts in trophic dynamics and ecosystem functioning.

Our results consistently show that intact riparian forests are crucial for supporting diverse and functional freshwater communities. Forested sites harbored higher abundance, diversity, and biomass—particularly among sensitive taxa such as EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) and detritivorous macroinvertebrates. In contrast, streams lacking riparian vegetation exhibited altered community composition, mismatching trophic interactions, and disrupted energy flow. Specifically, where riparian forests were missing, leaf litter showed lower carbon-to-nitrogen (C:N) ratios and consumers differed in isotopic signatures compared to detrital food webs in forested stream sites. This change suggests a trophic decoupling between resource and consumers. Dietary divergences signal a potential "rewiring" of aquatic food webs, weakening the naturally tight coupling between terrestrial inputs and aquatic consumers. Remarkably, these cascading effects emerged consistently across spatial scales. Global data confirm that vegetation loss in watersheds reduces biodiversity, abundance, and biomass across multiple trophic levels in freshwater detrital food webs. It also alters decomposition dynamics, with potentially detrimental implications for nutrient cycling and other ecosystem services.

Taken together, these insights highlight the pivotal role of riparian forests in maintaining ecological integrity in freshwater systems. Anthropogenic land-cover change disrupts far more than terrestrial habitats—it severs the essential ecological linkages that connect land and water. In doing so, it compromises the structure and function of aquatic food webs, reduces ecosystem resilience, and undermines the delivery of key ecosystem services. Protecting and restoring riparian zones is therefore not only a matter of conserving biodiversity, but also a fundamental step toward sustaining the health and functioning of freshwater ecosystems in a rapidly changing world.

Lectures | Vorträge



A01 A Umweltstressoren & Bioindikatoren

How to reproduce in the Siberian winter: proteome dynamics reveals the timing of reproduction-related processes in an amphipod species endemic to Lake Baikal

Polina Lipaeva¹; Polina Drozdova²; Kseniya Vereshchagina²; Lena Jakob³; Kristin Schubert⁴; Daria Bedulina³; Till Luckenbach¹

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ ; ² Irkutsk State University; ³ Alfred Wegener Institut Helmholtz Center for Polar and Marine Research; ⁴ Helmholtz Center for Environmental Research - UFZ

Winters in the region of the vast global freshwater biodiversity hotspot Lake Baikal are extremely cold. Although the conditions for reproduction may seem unfavorable, the lake is inhabited by a major endemic winter-reproducing amphipod species complex. The duration of the reproductive process in these species is more extended than in amphipod species reproducing in summer; this led us to hypothesize that in the winter-reproducing species the reproduction-related processes dependent on external resources are scheduled to occur outside of winter. To receive insights into the ongoing processes, we analyzed sex-specific seasonal proteome dynamics in *Eulimnogammarus verrucosus*, as a representative of the winter-reproducing amphipod species. The proteomes of specimens from field samplings from the beginning of fall to the following summer (2019/2020) were analyzed. Especially the female proteomes were dominated by sampling time point-specific hallmarks of reproduction-related processes and events. It was evident that the formation of the oocytes in female *E. verrucosus* indeed already takes place in the summer and juveniles hatch from the eggs in the following spring. Embryo development - which does not depend on external resources but is fueled by the yolk reserves in the egg - proceeded over the winter. Adjustments of the amphipods of both sexes to environmental winter conditions were reflected by abundance changes of digestive system-related enzymes, indicating a response to seasonal diet changes, and of enzymes involved in RNA biosynthesis, protein folding, and homeoviscous adaptation processes, possibly related to decreasing water temperatures. The characteristics of the proteome dynamics revealed here, set in relation to relevant environmental parameters, indicate a strategy of a cold-adapted amphipod to cope with the unique and extreme environmental conditions of Baikal, directed to the pace and timing of the resource-dependent reproduction-related processes.

A01 A Umweltstressoren & Bioindikatoren

De Novo Whole Genome Assemblies of Unusual Case-Making Caddisflies (Trichoptera) Highlight Genomic Convergence in the Composition of the Major Silk Gene (h-fibroin)

Jacqueline Heckenhauer¹; Xiling Deng; Paul B. Frandsen²; Ryoichi B. Kuranishi³; Steffen U. Pauls¹

¹ Senckenberg Research Institute and Natural History Museum; ² Brigham Young University; ³ Chiba University

Trichoptera (caddisflies) is one of the most species-rich orders of aquatic insects. Similar to their mostly terrestrial sister order Lepidoptera, Trichoptera are able to produce silk at larval and pupal stages. Their diverse uses of underwater silk secretion are associated with exploiting a wide range of ecological niches and thought to have driven the diversification and evolutionary success of Trichoptera. Diversity of silk use generally aligns with the evolution of major caddisfly lineages, specifically at the subordinal level: Larva of suborder Annulipalpia (retreat makers) create capture nets and stationary shelters of silk, often with mineral particles or plant material, which are fixed to the substrate (e.g., stones or aquatic plants). Larva of suborder Integripalpia (cocoon and tube-case makers) build portable, tubular cases made purely from silk or from diverse materials encountered in their habitats, such as small stones or plant material that are “taped” together by silk. Some species within Integripalpia are referred to as cocoon makers due to their construction of semipermeable cocoons that form an internal osmotic environment. However, silk use within suborders differs for a few exceptional species in these clades.

In this study, we provide the first whole genome assemblies and annotations for two unusual case-making species: *Limnocentropus insolitus*, whose hard tube-case is anchored to boulders by a rigid, elongated silken stalk, and *Phryganopsyche brunnea* which builds a “floppy” cylindrical case that lacks the typical robustness of tube-cases. Its texture rather resembles that of the flexible retreats built by Annulipalpia. We identified and annotated the major silk gene, h-fibroin, and compared its amino acid composition across various groups, including retreat, cocoon, and tube-case makers.

Our phylogenetic analysis confirmed the phylogenetic position of the two species in the tube-case-making clade. While the h-fibroin of *L. insolitus* shows a similar amino acid composition to other tube-case-making species, the amino acid composition of the h-fibroin of *P. brunnea* resembles that of retreat-making species, in particular with regard to the high content of proline. This is consistent with the hypothesis that proline could be linked to enhanced extensibility of silk fibers.

To conclude, our results underscore the role of silk genes in shaping the evolutionary ecology of retreat- and tube-case-making in caddisflies.

A01 A Umweltstressoren & Bioindikatoren

Measuring overall functional diversity by aggregating its multiple facets: functional richness, biomass evenness, trait evenness, and dispersion

Ursula Gaedke; Laurie A. Wojcik; Ellen van Velzen; Toni Klauschies

University of Potsdam, Institute for Biochemistry and Biology

Functional traits are measurable features of individual organisms affecting their fitness. They enable functional classifications which are often ecologically more informative than a strictly taxonomic one because functional properties have often a large impact on e.g., species coexistence and dynamics, and are explicitly related to ecosystem functions. Hence, we need approaches to quantify the functional diversity, i.e., the diversity of the trait values in a community. Functional diversity is composed of several facets, but these facets have been almost always measured individually, and we lack an index integrating the multifaceted nature of functional diversity. Consequently, we developed an index K defined as the geometric mean of four independent facets: functional richness (the classic measure of the coverage of the trait axis), biomass evenness and trait evenness (quantifying how evenly distributed the biomass and traits are among species and within the feasible trait range, respectively) and dispersion (quantifying the spread around the biomass-weighted mean trait). K and each of its underlying facets take values between 0 and 1, and they assume the uniform distribution to yield maximal diversity. We compared K to other, more classic indices measuring fewer facets of functional diversity by calculating all these indices for randomly and non-randomly generated communities. We show that K overcomes several limitations of other indices (e.g., lack of accuracy, not computable for simple communities, unclear ecological interpretation) and is strongly correlated with ecosystem functions in simulated predator–prey communities. In addition, decomposing K into its underlying facets revealed that ecosystem functions can be driven by different facets of K on different trophic levels. The strength of our index K lies in being the only index that measures accurately the overall functional diversity by combining several facets and providing the option to decompose K into them. This notably yields mechanistic insights about which facet of functional diversity predicts an ecosystem function well and whether several facets have e.g., additive or antagonistic effects. K is therefore an index easy to compute, which captures a comprehensive picture of functional diversity and holds good promises for deepening our mechanistic understanding of the links between biodiversity and ecosystem functioning.

A01 A Umweltstressoren & Bioindikatoren

Protist evolution and geological phenomena - speciation in saline water bodies of the Atacama Desert

Hartmut Arndt; Sabine Schiwitz; Alexandra Lennartz; Frank Nitsche

Universität zu Köln

Unicellular eukaryotes are potentially fast evolving organisms. The small size of protists, their fast reproduction rate and ability to form cysts as well as their adaptability to extreme conditions allow them to associate to endemic aquatic habitats even in extremely arid systems. These properties make unicellular eukaryotes ideal model organisms to combine studies on evolutionary processes across very different time scales comprising even geological ones. The hyperarid Atacama Desert offers a study area unique on Earth, where a predominantly arid climate was present for millions of years. A comprehensive analysis of the diversity of unicellular eukaryotes in isolated hypersaline waters was based on standard isolation and cultivation protocols to elucidate speciation patterns for a variety of two very different taxonomic groups of aquatic protists. The establishment of arid to hyperarid conditions in the Atacama Desert about 20 Ma ago has obviously led to an isolation of protist populations followed by a radiation of species. There are only a few regions on Earth with similar extreme salinity conditions reducing the chance of an exchange between protist populations. The results indicate speciation patterns in unicellular eukaryotes in very different phylogenetic groups and seem to independently mirror the effect of geological evolution and climate variability during the Neogene.

A01 B Funktionelle & genetische Diversität

Environmental drivers of biodiversity in the Elbe - North Sea river-sea continuum

Lili Hufnagel; Norbert Kamjunke; Markus Weitere

Helmholtz Centre for Environmental Research GmbH - UFZ

Freshwater and marine ecosystem are subjected to intense anthropogenic pressures (e.g. pollution, exploitation, habitat loss and degradation). This negatively impacts their biodiversity and the resilience of their biotic community to adapt to changing environmental conditions. The EU-HORIZON project MARine COastal BiODiversity Long-term Observations (MARCO-BOLO) is designed to strengthen biodiversity observation capabilities in marine and coupled freshwater-marine systems throughout Europe. With data collection of environmental and biodiversity data by the European countries to assess the status of water bodies according to the Water Framework Directive (WFD) and the Marine Strategy Framework Directive (MSFD), this data possesses great unused potential to advance the understanding of drivers of biodiversity along the river-sea continuum. To assess the impact of environmental parameters on the biodiversity between freshwater, transitional, coastal and marine ecosystems, data for selected stations in the Elbe river and the adjacent North Sea were collected from public data bases and responsible state authorities in Germany. Using this comprehensive data set, this study seeks to identify causal chains of site-specific drivers and pressures affecting biodiversity along the inland-river-sea continuum and at connectivity points (such as inland river networks and estuaries). Using this information, insights to improve ongoing monitoring of biodiversity in these systems can be gained and strategies to sustain biodiversity in interconnected inland water - coast systems can be developed.

A01 B Funktionelle & genetische Diversität

Taxonomical Community Composition of Emerging Aquatic Insects of the Oder River and its Floodplains after the 2022 Catastrophe

Nadja Heitmann; Tarn Preet Parmar; Janine Rüegg; Dominik Martin-Creuzburg

Brandenburg University of Technology (BTU) Cottbus-Senftenberg - Department of Aquatic Ecology

A sudden and extensive bloom of toxin-producing *Prymnesium parvum* golden algae in 2022 caused a significant decline in fish, molluscs, and likely other aquatic invertebrates (www.oder-so.info). The impact on species richness and abundance of aquatic insect communities remains uncertain. While the river ecosystem was heavily affected by the algal bloom, adjacent floodplain ecosystems were likely less impacted due to lack of connection of the water bodies during the summer.

Floodplain waters may play a crucial role in the recovery of aquatic insect communities in the river systems post-environmental disasters through spill-over effects. Insect larvae can migrate or drift during floods, while adult insects can fly between habitats, facilitating the recolonization of certain species in river ecosystems. Furthermore, emerging aquatic insects are important food web components in aquatic and terrestrial habitats, and can link these two habitats when they emerge. They export nutrients such as fatty acids and provide ecosystem services such as predators or pollinators. A community-composition approach is necessary since the fatty acid profile and the provision of ecosystem services can be species-specific. Therefore, the aim of this study is to investigate spillover effects and recovery of insect communities following an environmental disaster, despite a lack of prior emerging insect community data.

We deployed floating insect emergence traps at six sites on the German side of the Oder. At three of the sites, we also sampled adjacent floodplain waterbodies that are connected to the river during the spring flooding. We compared the taxonomic community composition of adult insect communities in both habitats weekly from March to November 2023 to investigate seasonal insect community dynamics.

Preliminary results show a higher abundance of Ephemeroptera, Plecoptera and Chaoborus and in the floodplain water bodies than in the river groynes, where the abundance of Chironomidae was 5-times higher than in the floodplains. The abundance of Trichoptera and parasitoid fairy wasps (Mymaridae) was equal in both habitats.

This research could provide insights into the role of floodplains as refuge habitats and help to understand the population dynamics of emerging aquatic insects.

A01 B Funktionelle & genetische Diversität

From Streams to Birds: Uncovering Cross-ecosystem Biodiversity Patterns Across Continents

Christian Schürings; Julian Olden

University of Washington, USA

Freshwater ecosystems are under increasing pressure from human activities that disrupt not only aquatic communities but also the critical ecological linkages between rivers and their surrounding terrestrial habitats. However, the broader ecological consequences of altered freshwater conditions across ecosystem boundaries remain poorly understood. We present a cross-continental approach to quantify the co-benefits of river and floodplain health by linking aquatic macroinvertebrate data with avian community metrics derived from eBird citizen science data across Europe, the USA, and Canada. By integrating trait-based metrics of insectivorous birds with indicators of ecological stream health, we assess how landscape-scale drivers such as land use, hydrology, and riparian vegetation influence both aquatic and terrestrial biota. We disentangle direct and indirect pathways affecting biotic integrity across ecosystem boundaries and identify how bird communities—particularly insectivores—depend on aquatic ecosystem conditions. Our findings provide insights into how environmental change propagates across ecosystem boundaries and highlight the importance of cross-ecosystem perspectives for effective biodiversity conservation and management.

A01 B Funktionelle & genetische Diversität

Mapping parasites in polluted waters: Spatial patterns of acanthocephalan infections in freshwater crustaceans

Anna-Louise Gabriel¹; Jonas Jourdan²; Sarah Cunze²; Jule Sabel²; Sven Klimpel²

¹ Senckenberg Biodiversity and Climate Research Centre, Senckenberg, Frankfurt am Main, Germany; ² Goethe University Frankfurt am Main

Environmental pollution is increasingly shaping aquatic communities, often resulting in a shift from pollution-sensitive to more resistant species. In gammarid crustaceans, recent findings suggest that endoparasitic infections – particularly by Acanthocephala – may play a previously underestimated role in this transition. These parasites, which use crustaceans as obligate intermediate hosts, can bioaccumulate pollutants, potentially reducing toxic burdens on the host and enhancing their stress tolerance. Despite growing evidence for such interactions, the environmental drivers and distribution patterns of acanthocephalan infections remain poorly understood. To address this knowledge gap, we conducted a comprehensive field study at 31 sites across the German state of Hesse in September 2023.

We assessed the prevalence of acanthocephalan infections in five crustacean species – *Asellus aquaticus*, *Dikerogammarus villosus*, *Gammarus fossarum*, *Gammarus pulex*, and *Gammarus roeselii* – and collected a suite of local environmental parameters, including water chemistry, pollution indicators, and habitat characteristics. Our results reveal a mean acanthocephalan abundance of 0.08 per animal examined, the highest prevalence could be found in the individuals of *G. roeselii* with 6.8 %. While previously recorded peaks of up to 73% prevalence in heavily polluted tributaries of the Nidda River were not observed elsewhere. Nevertheless, first results show that there is a connection between infection rates and pollution levels. These findings highlight complex, species-specific interactions between pollution exposure, parasite life cycles, and crustacean host ecology.

A01 B Funktionelle & genetische Diversität

Having IMPACT on monitoring parasite diversity – towards evaluating eDNA as an integrative tool for studying fish parasites

Kamil Hupało¹; Celine Sassor¹; Mia Merle Fuhren¹; Daniel Grabner¹; Dominik Buchner¹; Milen Nachev¹; Sebastian Prati¹; Florian Leese¹; Isabel Blasco-Costa²; Christian Selbach³; Rachel Paterson⁴; Bernd Sures¹

¹ University of Duisburg-Essen; ² Natural History Museum of Geneva; ³ UiT - The Arctic University of Norway; ⁴ Norwegian Institute for Nature Research (NINA)

Global parasite biodiversity is facing an extinction crisis, with up to 30% of species in each major parasite group predicted to be extinct by 2070. Although parasites can serve as integrative biological indicators of ecosystem responses to global change, parasites remain the most neglected components of biodiversity monitoring and have only recently begun to be considered in conservation discussions. Monitoring of parasite biodiversity is time-consuming, labor-intensive, requires specialised expertise and remains ethically debated, as it involves the sacrifice of many hosts. Thus, it is necessary to develop less invasive and non-lethal monitoring approaches. Environmental DNA (eDNA) offers a potential solution, particularly for studying aquatic parasites, by allowing them to be detected in environmental matrices without sampling the hosts. Given that eDNA is increasingly used in aquatic biodiversity monitoring worldwide, it offers a great opportunity for obtaining and integrating parasite diversity data from existing monitoring programs. Recent literature reviews show that eDNA has proven useful in the detection of single parasite species. However, there is no consensus on the optimal sampling conditions (i.e., filter pore size and water volume) for detecting certain parasite groups. Moreover, there are very few studies targeting multiple parasite species within and across defined parasite groups at once. Here, we present a methodological pipeline for the simultaneous detection of multiple fish parasite groups using eDNA on the example of European eel (*Anguilla anguilla*) conducted within the framework of the Biodiversa+ project IMPACT (<https://www.nina.no/english/IMPACT>). We will provide first insights from an indoor experiment where multiple filter types were tested for the simultaneous detection of multiple fish parasite groups using eDNA and provide updates on the ongoing work towards evaluating eDNA as an integrative tool for studying fish parasites.

A01 C Verbreitung, Populationsbiologie & Ökologie

Biologische Invasionen in europäischen Binnengewässern: Relevanz, Dynamik und Kosten eines unterschätzten Stressors

Phillip J. Haubrock

Bournemouth University, UK

Biologische Invasionen gelten als einer der bedeutendsten Treiber des Biodiversitätsverlusts, ein Verlust, der vor allem in aquatischen Ökosystemen kontinuierlich voranschreitet. Biologische Invasionen stellen somit eine zunehmend zu berücksichtigende Herausforderung für aquatische Ökosysteme im Anthropozän dar: fortschreitende Globalisierung, der Klimawandel und anthropogene Habitatveränderungen begünstigen die Einwanderung, Etablierung, und Ausbreitung gebietsfremder Arten – insbesondere in europäischen Binnengewässern.

Als gebietsfremd gelten Arten, die außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebiets in neue Regionen gelangen und sich dort etablieren. Erfolgt eine Ausbreitung (mit oder ohne negative Effekte), spricht man von invasiven Arten. In Deutschland sind mittlerweile über 1.960 etablierte gebietsfremde Arten dokumentiert, darunter über 600 Arthropoden- und mehr als 800 Pflanzenarten. Diese Arten sind zunehmend verantwortlich für Veränderungen in trophischen Netzwerken, biogeochemischen Prozessen und der Ausbreitung von Krankheitserregern. Darüber hinaus verursachen sie erhebliche wirtschaftliche Schäden, unter anderem in Fischerei, Landwirtschaft, Gesundheitswesen und Tourismus. Die InvaCost-Datenbank dokumentiert für Europa direkte und indirekte Kosten von über 138 Milliarden Euro, mit stark zunehmender Tendenz. Für Deutschland allein wurden wirtschaftliche Schäden im Umfang von über 10 Milliarden Euro geschätzt – wobei diese Zahl auf nur 28 untersuchten Arten basiert und das tatsächliche Ausmaß der Kosten vermutlich deutlich höher liegt.

Diese Entwicklung wird zusätzlich verschärft durch bestehende Wissenslücken darüber, welche Arten bereits etabliert sind, welche potenziell problematisch werden könnten, und welche Eintragswege genutzt werden – insbesondere in grenzüberschreitenden Flussgebieten und durch Handelsverbindungen mit benachbarten Staaten. Ein integratives Vorgehen muss Monitoring, Prävention, Risikobewertung und Kontrolle systematisch verbinden. Die Invasionsbiologie benötigt stärkere strukturelle Unterstützung, um den ökologischen und ökonomischen Herausforderungen wirksam zu begegnen. Zentral sind eine einheitliche Terminologie sowie grundlegende, standardisierte Risiko- und Wirkungsbewertungen nicht-heimischer Arten. Um biologischen Invasionen zu begegnen, braucht es daher evidenzbasierte Maßnahmen, besseren Datenzugang und eine enge Verknüpfung von Wissenschaft, Verwaltung und Politik.

A01 C Verbreitung, Populationsbiologie & Ökologie

Haben die zunehmenden Characea-Wiesen einen Einfluss auf die Ökologie und die Verbreitung der Quagga-Muscheln im Bodensee?

Almut J. Hanselmann¹; Alexandra Enns; Dietmar Straile

¹ Universität Konstanz

In den letzten Jahrzehnten veränderte sich die Bedeckung der Sedimente mit Makrophyten des Bodensees deutlich. Freie Sedimente sind im Litoral kaum noch zu finden, Makrophyten haben immer mehr zugekommen. Diese Zunahme wird hauptsächlich durch Armleuchteralgen (Characea) verursacht, die sich mittlerweile (wieder) großflächig nachweisen lassen. Für das Ökosystem im Litoral gewinnen die Makrophyten somit immer mehr an Bedeutung, sind sie doch Lebensraum, Refugium und Nahrungsgrundlage für viele Organismen. Durch ihre dreidimensionale Struktur und biologischen Aktivitäten verändern sie den kompletten Lebensraum im Litoral deutlich, vor allem für benthische Invertebraten.

Seit mehreren Jahrzehnten sind Dreisseniden, zuerst die Zebra-Muschel *Dreissena polymorpha*, seit 2018 dann die Quagga-Muschel *D. bugensis* die dominierenden Arten im Litoral. Ihre massive, invasive Verbreitung im weltweiten Süßwasser ist gut dokumentiert und auch im Bodensee haben sie die Ökologie stark verändert. Was die durch Characea verursachten Veränderungen für ihre Verbreitung bedeutet, wurde in dieser Studie untersucht. Dazu wurden quantitative Proben gesammelt in zwei Tiefen (2 und 8 m), einmal innerhalb dicker Characea-Wiesen, einmal außerhalb. Häufigkeit und Schalenmaße wurden verglichen und Längen-Biomasse-Relationen erstellt.

Die Ergebnisse zeigen, dass Characea-Wiesen die höchsten Dichten sowohl kleiner als auch großer Quagga-Muscheln aufwiesen. Besonders viele kleine Individuen wurden in tiefen Characea-Proben gefunden, während sie im flachen Habitat ohne Characea nahezu fehlten. Auch größere Individuen wurden am häufigsten in Characea-Wiesen gefunden, unabhängig von der Tiefe.

In flachen Habitaten ohne Characea waren Zebra-Muscheln nahezu vollständig abwesend, was ihre Wettbewerbsnachteile in strukturell einfachen Umgebungen unterstreicht. Auffällig war, dass sowohl Quagga- als auch die wenigen großen Zebra-Muscheln ihre maximale Größe in flachen Habitaten ohne Characea erreichten, was darauf hindeutet, dass das Wachstumspotenzial nicht ausschließlich von der Vegetationspräsenz abhängt.

Zusammenfassend zeigt sich, dass Characea-Wiesen ein wichtiges Habitat für Dreisseniden sein können, vor allem kleinere Muscheln profitieren vom strukturellen Schutz. Diese unterstreichen die ökologische Bedeutung submerser Makrophyten als wichtige Faktoren für die Invertebraten-Community und ihre Bedeutung auch für die Etablierung und das langfristige Überleben von invasiven Dreisseniden.

A01 C Verbreitung, Populationsbiologie & Ökologie

Talsperren im Klimawandel: Entwicklung und Anwendung neuer molekularbiologischer Nachweismethoden für Cyanobakterien

Chiara Holzer¹; Michael Hügler¹; Johannes Ho¹; Claudia Stange¹; Anna Poulionaki¹; Carolin Schweikart¹; Gabriele Packroff²; Julia Nuy³; Alexander Probst³; Andreas Tiehm¹

¹ TZW: DVGW - Technologiezentrum Wasser ; ² Wahnachtalsperrenverband; ³ Universität Duisburg-Essen

Oberflächengewässer sind eine zentrale Süßwasserressource und spielen eine wichtige Rolle in der Trinkwasserversorgung. In Deutschland werden 32 % des Trinkwassers aus Seen, Talsperren und Flüssen gewonnen. Durch den Klimawandel verändern sich die Bedingungen in diesen Gewässern jedoch so, dass sich Cyanobakterien (Blaualgen) vermehrt ausbreiten können. Sie profitieren dabei von klimabedingten Faktoren wie höheren Wassertemperaturen, einer längeren und stabileren Schichtung oder verstärktem Nährstoffeintrag durch Starkregenereignisse. Viele der Cyanobakterien, wie die Gattungen *Microcystis* und *Planktothrix*, sind in der Lage Toxine zu produzieren. Weiterhin werden zunehmend auch neue Arten wie *Cylindrospermopsis raciborskii* nachgewiesen.

Massenvorkommen (Blüten) toxinbildender Cyanobakterien sind ein Problem für die Wasserversorgung, da die Entfernung der gelösten Toxine je nach Aufbereitungstechnologie eine große Herausforderung darstellt. Da sich einige Cyanobakterienarten, wie beispielsweise *Planktothrix rubescens*, im Metalimnion vermehren, werden Massentwicklungen unter Umständen erst spät detektiert.

Mit modernen molekularbiologischen Methoden wie Mikrobiom- und Metagenomanalysen kann nicht nur die allgemeine mikrobielle Diversität in Oberflächengewässern, sondern auch die Vielfalt der Cyanobakterien erfasst werden. Zum direkten Nachweis von Cyanobakterien eignen sich qPCR-Analysen oder die Durchflusszytometrie. Die vom BMFTR geförderten Forschungsprojekte DIWA und IQ-Wasser haben zum Ziel die Cyanobakteriendiversität und deren Toxinbildungspotential in Talsperren mittels molekularbiologischer Methoden abzubilden. Bakterielle Diversitätsanalysen in zwei Talsperren zeigten saisonale und tiefenabhängige Variationen. So stieg beispielsweise die Konzentration an Cyanobakterien im Metalimnion der Wahnachtalsperre zwischen Juli und September 2023 stark an. Die in den Mikrobiom-Analysen detektierten Cyanobakterien konnten fast vollständig *Planktothrix rubescens* zugeordnet werden. Auch mit qPCR-Analysen konnte *Planktothrix*, und deren Toxingene nachgewiesen werden.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass molekularbiologische Methoden erfolgreich in Umweltproben zur Analyse der Cyanobakteriendiversität und deren Toxinbildungspotential eingesetzt werden können und eine sinnvolle Ergänzung zu mikroskopischen Phytoplanktonanalysen und Sondenmessungen darstellen. In den Projekten werden die Methoden weiterentwickelt und in acht Talsperren eingesetzt.

A01 C Verbreitung, Populationsbiologie & Ökologie

Ein neuer Ansatz der Fluoreszenzspektroskopie zur Bestimmung von Phytoplankton

Detlev Lohse; Hanno Dahlhaus; Christian Moldaenke

bbe Moldaenke GmbH

Die Differenzierung von Algenklassen gelingt in vivo mit dem Einsatz der Fluoreszenzspektroskopie. In der Photosynthese interagieren akzessorische Pigmente mit Chlorophyll_a. Die Anregung mit selektiven Wellenlängen im sichtbaren Bereich ergeben spezifische Signaturen des Phytoplanktons für die Chlorophyll_a-Fluoreszenz vom Photosystem II bei 685 nm. Bislang konnten damit Peridinin-haltige Dinoflagellaten nicht von Diatomeen unterschieden werden. Durch Erweiterung der Anregungswellenlängen und einem zweiten Fluoreszenzdetektor bei 650 nm lassen sich die Algenklassen weiter differenzieren. Wir zeigen, dass sich mit der neuen Sensorik Dinoflagellaten von den Chlorophyten und den Diatomeen unterscheiden lassen. Damit erweitert sich der Anwendungsbereich von Fluoreszenzmessgeräten bei der in situ Phytoplanktonbestimmung.

A01 C Verbreitung, Populationsbiologie & Ökologie

Aktive Wiederbesiedlung zur Verbesserung des ökologischen Zustands? – Möglichkeiten und Grenzen an sächsischen Fließgewässern

Tine Berg¹; Daniel Schmidt²; Elisabeth Meinel²; Norbert Große³; Lukas Gunzelmann¹; Nora Franzke⁴; Rainer Kruspe¹; Dietrich Hanspach⁵; Johannes Kranich⁶

¹ IDUS Umweltlabor GmbH; ² team ferox GmbH; ³ Limnosa Sachverständigenbüro; ⁴ fautura- Gewässer-/Umweltuntersuchung; ⁵ PNS Planungen in Natur und Siedlung; ⁶ Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)

In den vergangenen Jahren wurden an Fließgewässern zahlreiche Maßnahmen mit dem Ziel umgesetzt, den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potential gemäß der EG-WRRL zu erreichen. In vielen dieser Fälle führte dies jedoch nicht zu einer deutlichen Verbesserung der Zustandsbewertungen, da sich die Besiedlung, trotz verbesserter Wasserqualität und aufgewerteten strukturellen Gegebenheiten, nicht erwartungsgemäß etablierte und anspruchsvolle und dem Fließgewässertyp entsprechende Arten nicht einwanderten. Eine Ursache dafür wird in der räumlichen Entfernung zwischen dem renaturierten Gewässerabschnitt und der Quellpopulation sowie der starken Lebensraumfragmentation in den Fließgewässern durch nicht durchgängige Querbauwerke gesehen, die verhindern, dass Arten und Artengemeinschaften sich auf natürlichem Wege bis zu den renaturierten Abschnitten ausbreiten können.

Ziel dieses vom LfULG Sachsen beauftragten F&E-Projektes war die landesweite Prüfung der Möglichkeiten von aktiver Wiederansiedlung von Arten / Artengemeinschaften der Fische, der Makrophyten und des Makrozoobenthos an sächsischen Fließgewässern, wofür alle im Rahmen des sächsischen WRRL-Monitorings erhobenen Daten zur Verfügung standen. Der Fokus des Projekts lag dabei auf einer mit der Maßnahme einhergehenden potenziellen Verbesserung der ökologischen Zustands.

Wichtige zu berücksichtigende Teilaspekte waren: die Identifizierung geeigneter Arten / Artengemeinschaften, Anforderungen an die Empfängergewässer, Anforderungen an die Herkunft der Spenderorganismen, die Risiken der Verbreitung von Krankheitserregern und von invasiven Arten sowie die Abschätzung der Auswirkungen auf die aktuell existierende Biozönose.

Im Ergebnis konnten für Fische und Makrophyten geeignete Arten, für das Makrozoobenthos Artengemeinschaften abgeleitet sowie jeweils geeignete Empfängergewässer identifiziert werden. Es zeigte sich, dass die aktive Wiederbesiedlung nach Festlegung von Auswahlkriterien für besonders geeignete Gewässer zum derzeitigen Zustand nur an wenigen sächsischen Oberflächenwasserkörpern Aussicht auf Erfolg hat und aktuell große Wissensdefizite besonders zu Langzeitmonitoring und Risiken solcher Maßnahmen bestehen.

A01 C Verbreitung, Populationsbiologie & Ökologie

Die Rückkehr der Fische in die Nidda – ein Blick unter die Wasseroberfläche

Gottfried Lehr

Büro für Gewässerökologie

Die Rückkehr der Fische in die Nidda – ein Blick unter die Wasseroberfläche

Noch in den 1980er Jahren galt die Nidda als ein „Sorgenkind“ in Hessen. Verschmutzung, Kanalisierung und die damit einhergehende Zerstörung der Fließwasserlebensräume im gesamten Gewässersystem der Nidda führten zum Verschwinden zahlreicher Fischarten. Insbesondere Barbe und Nase wurden im Nidda System nicht mehr nachgewiesen. Eine natürliche Zuwanderung aus dem Main war wegen der Wehre in Frankfurt ebenfalls nicht möglich.

Seit 1989 kam es zunächst zaghaft, dann aber großräumiger zu großen Restrukturierungsmaßnahmen. Gleichzeitig wurde durch den Ausbau von Kläranlagen die Wasserqualität besser, viele Kläranlagen hatten jetzt eine dritte Reinigungsstufe. Die sehr hohe Belastung durch Nährstoffe konnte zumindest reduziert werden. Seit 1990 kam es zu Wiederansiedlungsmaßnahmen mit Barbe und Nase, später kam noch der Schneider dazu. Während die Barbe sehr schnell die Nidda eroberte, dauerte die Etablierung der Nase mehrere Jahrzehnte. Insbesondere durch den Bau von Fischwegen und das Management der beweglichen Wehre konnte die Durchwanderbarkeit auf weiten Strecken wiederhergestellt werden. Die ca. 40 km lange freifließende Strecke bietet ein großes Potenzial insbesondere für rheophile Arten, das jetzt auch genutzt werden kann.

Die Entwicklung der Fischfauna wurde in den letzten Jahren insbesondere mit Unterwasserkameras dokumentiert. Diese Methode lässt völlig neue Perspektiven zu und ist eine wertvolle Ergänzung zu den bisherigen Standards. Bei Elektrofischungen nicht nachgewiesene Arten konnten mit der Kamera detektiert werden. Gerade bei der Nase war das eine große Hilfe. Neben der bloßen Feststellung des Artenspektrums kann auch das Verhalten der Fische beobachtet werden.

Als Fazit werden die Auswirkungen des „Masterplans“ an der Nidda auf die Fischfauna beschrieben und mit zahlreichen Unterwasseraufnahmen dokumentiert. Neben den Strukturen spielt insbesondere die stoffliche Belastung eine große Rolle. Neben technischen Maßnahmen sind insbesondere weitere Schritte notwendig, um den Feinstoffeintrag zu minimieren.

A01 D Invasionen, Schadstoffe & Systemstress

Light intensity and spectrum interactively affect nutritional constraints between phytoplankton and zooplankton

Sebastian Neun¹; Alexander Wacker²; Maren Striebel¹

¹ ICBM, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg ; ² Zoologisches Institut und Museum, Universität Greifswald

Phytoplankton is highly sensitive to both the quantity (intensity) and quality (spectrum) of available light, due to their wide range of light-absorbing pigments. Light is a major driver of trophic energy transfer, and while the impact of light intensity is well investigated, it is unclear how changes in light spectrum may influence this mechanism. The distribution of light underwater is strongly dependent on the optical properties of the water column, and both the available light intensity and wavelength spectrum change with increasing depth, affecting phytoplankton's efficiency in light use. We conducted an incubation experiment to determine the combined effects of nutrients (ambient, enriched), water depth (two incubation depths), and light quality (full, blue, green, red spectrum) on a natural phytoplankton community in an oligotrophic lake by analyzing the community structure and biochemical composition (nutrient stoichiometry and fatty acids). The field experiment was combined with a subsequent laboratory experiment using the phytoplankton communities as food for the zooplankton species *Daphnia pulex*, expecting that *Daphnia* growth rates show indirect treatment effects through alterations in phytoplankton food quantity and quality. We found that light spectrum influences both the species composition and biochemistry of phytoplankton communities with these effects being highly dependent on water depth and available nutrients. In particular, the spectral quality of light was important when light, but not nutrients, limited phytoplankton growth. In addition, we could observe differences in the growth performance of *D. pulex* when grazing on the different phytoplankton communities because abiotic factors altered the prevalent growth constraints of *Daphnia* from phosphorus limitation to limitation by essential fatty acids. This indicated that the effects of different light spectra were propagating from the primary producer level to the consumers. Overall, we thus demonstrate that the light spectrum is a significant component of the abiotic environment that influences both plankton dynamics and trophic transfer in aquatic ecosystems.

A01 D Invasionen, Schadstoffe & Systemstress

Seasonal Variation of the Maximum Colonization Depth (Z₀) of Macrophytes in a Protected Lake: Interactions Between Abiotic and Biotic Drivers

Alena-Maria Maidel¹; Klaus van de Weyer²; Rhena Schumann¹; Darryl Anthony Maglalang Valino³; Hendrik Schubert¹

¹ Universität Rostock; ² lanaplan GbR; ³ Nanyang Technological University Singapore

Macrophytes are a vital part of freshwater ecosystems, playing a key role in creating a complex habitat, cycling nutrients and maintaining water clarity. Understanding the spatial and temporal patterns of their distribution is essential for ecological assessment and sustainable water management. This study focuses on the seasonal dynamics of the maximum colonization depth (Z₀) of macrophytes in Lake Drewitz, a protected meso-oligotrophic lake in north-eastern Germany.

Over the course of one year, monthly transect-based surveys were conducted using a remotely operated vehicle (ROV) to assess the occurrence and coverage of macrophytes along depth gradients. The ROV enabled non-invasive, high-resolution video documentation, even at greater depths. To quantify vegetation cover and community composition from the resulting images, we applied and adapted the Coral Point Count with Excel Extensions (CPCe) software, thereby establishing a novel, standardised evaluation method for monitoring freshwater macrophytes.

In parallel, abiotic parameters such as underwater light availability, temperature profiles, water chemistry (oxygen, pH and nutrients) and sediment composition were continuously recorded and analysed. Our results reveal significant intra-annual fluctuations in Z₀, with the deepest values observed in winter and a marked shallowing during the summer months. These shifts are associated with stratification-induced oxygen depletion in the hypolimnion, increased light attenuation and accumulation of fine, organic-rich sediments at greater depths. The macrophyte community also exhibited seasonal variability in species composition and coverage, reflecting the interactions between abiotic constraints and the ecological requirements of different species.

Our findings emphasise the importance of integrated abiotic-biotic approaches in the study of aquatic plants and the monitoring of ecosystems. Combining innovative monitoring tools with seasonal data provides valuable insights into how lake ecosystems function. These results support the development of targeted, synergistic conservation strategies for biodiversity protection and sustainable water resource management.

A01 D Invasionen, Schadstoffe & Systemstress

Heat tolerance in the *Daphnia longispina* species complex

Maja Ilić¹; Clara Mangold²; Timm Maes²; Matthias Schott³; Markus Möst²

¹ Universität zu Köln; ² Universität Innsbruck; ³ Universität Bayreuth

To predict population, ecosystem, and evolutionary consequences of elevated temperature, it is crucial to identify and further investigate ecologically relevant traits in the context of global warming, especially in keystone species such as *Daphnia*. Heat tolerance has emerged as a candidate trait that is expected to play a critical role in shaping the community composition and driving evolutionary changes in *Daphnia* in response to elevated temperatures. We here quantify two measures related to heat tolerance, CTmax (critical thermal maximum) and Timm (time until immobilization) for a set of clones from the *Daphnia longispina* species complex (DLSC), comprising the species *D. cucullata*, *D. galeata* and *D. longispina*. CTmax was measured along a temperature gradient from 20°C to 45°C, while Timm was measured at a constant temperature of 34°C. We used video tracking to assess the swimming activity of the daphnids, and defined the timepoint at which they lost their motoric function using an algorithm based on rolling median and a defined activity threshold. Finally, we measured the body size of all experimental individuals. We demonstrate that both CTmax and Timm are key traits of heat tolerance that are easy to quantify. The heat tolerance in DLSC was found to be higher in *Daphnia* acclimated to 22°C than 18°C, and independent of body size. We further demonstrate that video tracking can be used for an efficient quantification of heat tolerance traits in *Daphnia*. We recommend the use of video tracking as a robust and reproducible approach for the quantification of fitness-related traits in *Daphnia*, enabling standardized assessments of *Daphnia*'s response to temperature changes and other environmental stressors.

A01 D Invasionen, Schadstoffe & Systemstress

The Influence of biodiversity and biotic interactions on the early stages of phytoplankton bloom formation

Sophia Kopp; Maria Stockenreiter; Herwig Stibor

Ludwig-Maximilians-Universität München

Phytoplankton blooms are a rapid transient accumulation of algal biomass. As annually recurring spring blooms they form an essential part of the aquatic food web, but they can also become harmful for the ecosystem if they are dominated by one or a few toxic or inedible species. The relationship between blooms and physical-chemical factors, such as global warming or elevated nutrient inputs, in temperate lakes have been subject to extensive research. The influence of biotic interactions and diversity within the phytoplankton community are until now less well understood. Here two opposing processes can take an effect: in the selection effect hypothesis diverse communities have a higher probability of containing species possessing traits important for resource monopolization and therefore, bloom formation becomes more probable in more diverse communities. On the other hand, according to the complementarity effect hypothesis, the monopolization of resources and with that bloom formation, is prevented in more diverse communities due to complementary resource use. The combination of experiments with diversity gradients in controlled artificial as well as natural communities provides the opportunity to gain a mechanistic understanding of how diversity effects biomass accumulation, also under elevated nitrogen levels and grazing pressure by zooplankton. In this talk, I will focus on the findings obtained from laboratory experiments with artificially assembled phytoplankton communities. Generally, phytoplankton growth was mainly controlled by a species identity effect and a nitrogen pulse promoted proliferation of certain species. While several previous studies attributed a positive biodiversity-productivity relationship to a complementarity effect, artificial communities in these experiments also showed a selection effect. These results suggest that bloom formation is more dependent on which species are present in the community than its diversity alone.

A01 D Invasionen, Schadstoffe & Systemstress

Food quantity and quality modulate inducible defences in a common predator-prey system

Marvin Kiene¹; Matthias Schott²; Prof. Dominik Martin-Creuzburg³; Christian Laforsch²

¹ Universität Greifswald; ² Universität Bayreuth; ³ Brandenburg University of Technology Cottbus-Senftenberg

Zooplankton display different inducible defences against invertebrate and vertebrate predators. The response pattern to gape-limited invertebrate predators involves increased somatic growth and offspring body size but delayed maturity and reduced offspring numbers. In contrast to this general pattern, the freshwater model organism *Daphnia magna* has been reported to exhibit a different response when encountering the gape-limited tadpole shrimp *Triops cancriformis*. Under laboratory conditions, *D. magna* showed increased somatic growth, earlier maturation, and an increase in both offspring number and size. We propose that the discrepancy between the previously observed and the theory-based response patterns against invertebrate predators is due to differences in food availability in the applied laboratory settings and assessed whether the defensive response of *D. magna* against *T. cancriformis* is modulated differently by food quantity and quality. We found a strong impact of food quantity and quality on the defence response of *D. magna* to *T. cancriformis* kairomones. The prey seems to be able to overcome trade-offs between morphological defence traits and reproductive traits, but distinctly between high food quantity and high food quality. Thereby, reproductive traits were preferred over morphological defences. Furthermore, removal of particles from the *T. cancriformis*-conditioned water caused a defence pattern in *D. magna* that was consistent with the general response pattern known from other invertebrate predators, thus explaining the described discrepancy to previous studies with *T. cancriformis*. Our study highlights the importance of assessing food-related effects on predator-prey interactions to understand trophic relationships and food web processes.

A01 D Invasionen, Schadstoffe & Systemstress

Seasonal and Spatial Dietary Flexibility in the European Pond Turtle (*Emys orbicularis*) Revealed by eDNA Metabarcoding

Johannes Meka¹; Karina A. E. van der Zon²; Melina J. Werner³; Juliane Romahn⁴; Damian Baranski⁴; Leonie Schardt⁴; Prof. Miklós Bálint; Mihails Pupins⁵; Artūrs Škute⁵; Natalja Škute⁵; Jean-Yves Georges⁶; Kathrin Theissinger⁷

¹ Justus Liebig University Giessen; ² Université de Strasbourg; ³ Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven, Germany; ⁴ Senckenberg Biodiversity and Climate Research Centre (SBiK-F); ⁵ Daugavpils University, Institute of Life Sciences and Technologies; ⁶ Université de Strasbourg; ⁷ Rheinland-Pfälzische Technische Universität (RPTU) Kaiserslautern-Landau

Generalist feeders are major components of food webs through their flexibility and ecological function. Therefore, it is essential to understand how generalist omnivores respond to seasonal and spatial changes in prey availability. The European pond turtle (*Emys orbicularis*) is an ideal model to explore dietary flexibility. It also plays a crucial role in energy flow and nutrient cycling of freshwater systems. To examine seasonal dietary shifts, we compared turtle diets, determined through faecal eDNA metabarcoding, with the locally available prey community, which we characterised by biodiversity surveys via water eDNA. These analyses were conducted on two reintroduction sites in Neuwoerr (NW; Germany and France) and Latvia (LV) to test whether (1) turtles adjust their diet in response to seasonal prey changes and (2) dietary breadth differs between the two populations, mirroring local prey diversity. We collected and analysed 235 faecal samples and 140 water samples across both sites and during two active seasons. At the NW site, within-habitat diversity remained stable across seasons, yet turnover analyses revealed clear seasonal changes in dominant macrophyte and invertebrate taxa. Electivity indices indicated under-representation of certain abundant plants, suggesting that turtles opportunistically target the most available prey while avoiding lower-quality items. When comparing the two populations, turtles in Latvia exhibited higher dietary evenness despite consuming a narrower range of taxa overall. Between-site differences accounted for most dietary variation, and diet-environment congruence was markedly stronger at the Latvian site, where prey diversity is lower. *E. orbicularis* exhibits pronounced dietary flexibility across its latitudinal range: in habitats with high prey diversity, it exploits a broad spectrum of available prey; in areas with limited prey diversity, such as the Latvian site, it concentrates on the most energetically profitable items, consistent with Optimal Foraging Theory. Because *E. orbicularis* depends on both seasonal fluctuations in resource availability and regional variation in prey community composition, effective wetland conservation should protect natural seasonal cycles and habitat heterogeneity that sustain trophic diversity.

A02 Extremereignisse und globaler Wandel

Effects of *Prymnesium* toxin on benthic invertebrate communities in a large lowland stream

Oskar Schröder¹; Norbert Kamjunke; Susanne Worischka; Mario Brauns

¹ Helmholtz Zentrum für Umweltforschung, UFZ

In summer 2022, the Oder River was affected by toxins produced by a bloom of the invasive alga *Prymnesium parvum*. While the apparent mass mortality of fish populations attracted media attention, preliminary monitoring indicated that benthic invertebrates, especially bivalves, may have also been strongly affected. To assess mortality in invertebrate communities and document their recovery, we monitored the non-wadable areas of the Oder River along the German border for a two-year period. We sampled macroinvertebrate communities from three distinct, non-wadable habitats. Alpha diversity in the thalweg is low and dominated by bivalves, oligochaetes and chironomids. In contrast, groyne heads, which are settled by crustaceans, simuliids and chironomids; and groyne fields, in which mostly bivalves and varied groups of aquatic insects are found, show much higher diversities. Preliminary results indicate a high mortality rate in freshwater mussels, particularly Unionidae. Groyne fields may act as refugia from which other parts of the river can be recolonized after similar extreme events.

A02 Extremereignisse und globaler Wandel

Blooms like it hot, but mussels do not: Influence of invasive quagga mussels on phytoplankton during heatwaves

Jonas Mauch¹; Maider Erize Gardoki²; Raphael Neiling¹; Jan Köhler¹; Sven Teurlinckx³; Lilith Kramer³; Robert Schwefel¹; Mandy Velthuis⁴; Naiara López-Rojo⁵; Sabine Hilt¹

¹ Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB); ² Radboud University, Nijmegen; ³ Netherlands Institute of Ecology (NIOO-KNAW); ⁴ Wageningen University & Research (WUR); ⁵ Université Grenoble-Alpes

Quagga mussels (*Dreissena rostriformis bugensis*) are one of the most impactful invasive species in northern hemisphere freshwater ecosystems. They have been shown to reduce phytoplankton abundance due to their high filtration rates (FR). However, their impact on cyanobacterial harmful algal blooms is debated due to the mussels' selective feeding behaviour. Their filtration is temperature-sensitive and expected to decrease significantly with rising water temperatures. However, conclusive studies on the combination of these traits are lacking. To investigate the impact of heat waves on the effects of quagga mussels on phytoplankton, we combined laboratory and mesocosm experiments, long-term data, and modelling. In laboratory studies, we measured the FR of quagga mussels on various common phytoplankton taxa at 24 - 33 °C. As expected, FR were strongly species-dependent. Among cyanobacteria, some species (*Anabaena*) were filtered much better than other, seemingly unpalatable species (*Aphanizomenon*, *Anabaenopsis* and *Microcystis*). In general, FR decreased strongly above 28°C. Long-term data confirmed this temperature threshold in quagga mussel filtration. Below 28 °C, the biovolume of palatable cyanobacteria decreased following the quagga invasion, but above this threshold, this effect was lost. Unpalatable cyanobacteria species remained unaffected by the mussel invasion. We also fitted the ecosystem model PCLake+, after including the mussels as a new component, to our long-term data to run climate change scenarios in SIMSTRAT and predict the influence of mussels on lake ecosystems under different RCP scenarios until 2100. Mesocosm (1.5 m³) experiments testing the influence of mussels on phytoplankton during temperate summers (20 °C) and summer heat waves (31 °C) under different conditions (nutrients, phytoplankton, zooplankton and macrophytes) were used to parametrize the model. We conclude that quagga mussels can strongly reduce cyanobacteria blooms if these consist of palatable species. However, summer heat waves will prevent these effects above critical temperatures. Climate change may therefore facilitate cyanobacteria blooms not only via warming, but also by the loss of quagga mussel effects on palatable cyanobacteria.

A02 Extremereignisse und globaler Wandel

Einfluss von Extremwetterereignissen auf die Schadstoffbelastung urbaner Gewässer: Die Rolle von Regenüberlaufbecken bei Starkregenereignissen

Sabrina Schiwy¹; Henner Hollert²

¹ Goethe Universität Frankfurt, ; ² Goethe Universität Frankfurt

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EU WRRL) hat zum Ziel bis spätestens 2027 einen guten ökologischen und chemischen Zustand aller Gewässer zu erreichen. Die aktuelle Regulierung konzentriert sich dabei allerdings auf eine begrenzte Anzahl prioritärer Stoffe, obwohl tausende Chemikalien im Umlauf sind. Um die tatsächliche Belastung aquatischer Systeme erfassen zu können, sind daher integrative Bewertungsansätze notwendig, die chemische Analytik mit biologischen Effektmethoden kombinieren.

Gewässer in urbanen Räumen sind vielfältigen anthropogenen Druckfaktoren ausgesetzt. In diesen Systemen kommt den Sedimenten eine zentrale Rolle zu, da sie als Langzeitspeicher für Mikroschadstoffe fungieren. Bei Starkregenereignissen, deren Auftreten in Folge des Klimawandels signifikant zugenommen hat, kommt es in Mischwassersystemen wiederholt zu Abschlüssen aus Regenüberlaufbecken (RÜB). In der Folge gelangt belastetes Mischwasser ungeklärt in Vorfluter. Derartige Abschlüsse resultieren nicht nur in erhöhten Nährstoff- und Keimeinträgen, sondern auch in der Mobilisierung partikelgebundener Schadstoffe. Letztere lagern sich bevorzugt im Sediment ab und können langfristige ökologische Effekte verursachen.

Aus diesem Grund wurde in der vorliegenden Studie das Gefährdungspotenzial sedimentgebundener Mikroschadstoffe im Vorfluter der Kläranlage Aachen-Soers untersucht. Der Fokus der Untersuchung lag auf den ökotoxikologischen Effekten der Sedimentproben bei Trockenwetter sowie nach Starkregenereignissen.

Die Ergebnisse zeigen signifikante Unterschiede zwischen den hydrologischen Bedingungen: Während die Proben bei Trockenwetter vergleichsweise geringe Belastungen aufwiesen, zeigten die Sedimente nach Starkregen ein signifikant höheres Maß an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAKs) sowie erhöhte biologische Aktivitäten. Insbesondere unterhalb des RÜBs traten verstärkte dioxinartige (AhR) und hormonelle (ERα) Wirkungen auf, was auf eine akute Belastung mit toxisch wirksamen Substanzen infolge der Abschlüsse hindeutet.

Extremniederschläge führen zur Freisetzung schadstoffbelasteter Partikel aus dem Regenüberlaufbecken (RÜB) und erhöhen dadurch die Belastung urbaner Gewässer deutlich. Der kombinierte Untersuchungsansatz erlaubt eine differenzierte Bewertung dieser Wirkungspfadbelastung und liefert eine fundierte Grundlage für ein zukunftsfähiges Risikomanagement unter den Bedingungen zunehmender Extremereignisse im Klimawandel.

A02 Extremereignisse und globaler Wandel

Trockenheit und Niedrigwasserphasen als Herausforderungen für die Wasserwirtschaft – Erfahrungen aus Thüringen

Antje Bierschenk; Paul Strobel; Marius Luhn; Holger Diening

Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie, Naturschutz und Forsten

Der fortschreitende Klimawandel führt im Freistaat Thüringen zu deutlichen Veränderungen des Wasserhaushalts. Neben messbaren Langzeittrends, wie der Erhöhung der Jahresmitteltemperaturen sowie eine Reduzierung der klimatischen Wasserbilanz, stellen insbesondere zunehmende hydrologische Extremereignisse wie Dürren und ausgeprägtes Niedrigwasser die Wasserwirtschaft vor neue Herausforderungen.

Die klimatischen Extremereignisse im zurückliegenden Jahrzehnt (insb. die Dürre zwischen 2018 und 2022) führten in Thüringen u.a. zu i) einer landesweit deutlich reduzierten Wasserverfügbarkeit (im Zeitraum 2011 bis 2020 nur gut 50 Prozent des langjährigen Mittels), ii) extremer Niedrigwasserführung bis hin zum Trockenfallen von sonst perennierenden Gewässern, iii) einem Rückgang der Grundwasserneubildung um gut 10 Prozent seit 2012, iii) Einschränkungen bis hin zum Ausfall der Nutzung von Brunnen und Quellen mit lokal erheblichen Auswirkungen auf die öffentliche Wasserversorgung sowie iv) deutlichen Reduzierung der sommerlichen Zuflüsse zu den Trinkwassertalsperren (Rückgang um bis zu 35 Prozent).

Klimaprojektionen deuten auf weiterführende Veränderungen des Wasserhaushalts hin und dass Dürren und Wassermangelsituationen in Thüringen künftig häufiger und in ihrer Intensität noch stärker ausgeprägt auftreten werden. Diese Entwicklungen stellen die Wasserwirtschaft in Thüringen vor neue Herausforderungen, die im Rahmen der Umsetzung der Thüringer Niedrigwasserstrategie betrachtet werden. Dabei findet eine Quantifizierung von historischen und rezenten Veränderungen des regionalen Wasserhaushalts (Langzeittrend und Dürreereignisse) statt und werden diese auch für die Zukunft projiziert, um Anpassungsmaßnahmen vornehmen zu können.

Darüber hinaus werden im Rahmen der Thüringer Niedrigwasserstrategie aktuell wirksame Maßnahmen u.a. zur Stärkung der Gewässer-Resilienz (z.B. Beschattung), zur Erhöhung des Wasserrückhalts in der Landschaft und zur Stärkung der Resilienz der öffentlichen Wasserversorgung identifiziert. Die Erkenntnisse dienen der frühzeitigen Anpassung an die neuen Wasserwirtschaftlichen Herausforderungen in Thüringen, aber können auch auf andere Trockengebiete übertragen werden.

A02 Extremereignisse und globaler Wandel

Climate Projections of Extreme Events of Water Temperature in the Waterways Rhine and Moselle

Mayra Ishikawa¹; Helmut Fischer²; Marieke Frassl²

¹ Federal Institute of Hydrology / Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG); ² Federal Institute of Hydrology / Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Climate change is expected to enhance extreme events, such as heat waves, droughts and floods. According to the World Meteorological Organization's Global Annual to Decadal Climate Update (2025 -2029), global temperatures are expected to stay close to the record levels in the next five years. The objective of this work was to identify extreme events of water temperatures in the rivers Rhine and Moselle in future projections. Water temperature is a key parameter regulating several biogeochemical processes and central organismal functions. The results provide information on what we can expect and help us to better prepare. Future water temperatures were calculated with QSim, a 1D process-based water quality model, which was fed with results from the CMIP5 (Coupled Model Inter comparison Project, Phase 5), scenario RCP 8.5 (Representative Concentration Pathway). In total, 16 model chains were run, covering the years 1970 to 2100. We defined extreme events as intervals exceeding the 90th percentile of a reference period. In this way, we did not only focus on warm periods, since a threshold is set for each day of the year. The intensity of an event is the difference between the absolute temperature and the threshold. At the Rhine in Koblenz, extreme temperature events had durations of 12.6 ± 8.5 days during a period of reference (1971 to 2000). The model predicted an increase to 24.5 ± 21.4 days in the near future (2031 – 2060) and to 49.9 ± 54.5 days in the far future (2071 – 2100). Their intensity increased from 0.72 ± 0.43 °C in the reference period to 1.09 ± 0.64 in the near future and to 1.57 ± 0.89 in the far future. Similar results were obtained for the Moselle. Higher temperatures are expected to be reached not only during summer, but also during autumn and winter. This can be translated to “longer summers”, since high temperatures are extended from summers to early autumns. Winters will be on average warmer and with shorter periods of temperatures below 10 °C. The increase in water temperatures throughout the year will therefore not only affect temperature sensitive species during summer heat waves, but also influence temperature-dependent processes and species throughout the year. These projections did not include further anthropogenic influences such as heat inputs. Therefore, intensities of the events can be potentially higher.

A04 Mikrobielle Ökologie

Europe-wide Wastewater Survey Reveals Distinct Biogeography & Seasonality of Bacteria, Fungi, Protists, and Animals

Kenneth Dumack

Koblenz University

This talk presents a comprehensive analysis of the entire microbial community in untreated wastewater from eight European wastewater treatment plants (WWTPs), spanning a latitudinal gradient from Denmark to Southern Italy, using shotgun metagenomics. While bacteria dominated read abundance, eukaryotic taxa exhibited substantial and site-specific richness. Among protists, Rhogostoma emerged as a key genus, particularly dominant in northern WWTPs, and a principal driver of beta diversity patterns. Our findings establish a foundational taxonomic atlas of European WWTP microbiota and highlight the ecological significance of protists, especially Rhogostoma, in engineered aquatic ecosystems.

A04 Mikrobielle Ökologie

Connectivity to the Main River alters Microbial Controls on Phosphorus Release in an Elbe Floodplain

Michele Meyer¹; Matthias Koschorreck¹; Marko Weitere¹; Daniel Graeber¹; David Kneis²; Nuria Perujo¹

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ, Magdeburg, Germany; ² TU Dresden

Sediment phosphorus (P) release substantially delays the recovery of eutrophic waters, even after reductions in external nutrient inputs. While sediment P release is often attributed to redox-mediated interactions between P, iron and oxygen, this framework underrepresents microbial processes that dominate in organic-rich systems with limited iron availability. In shallow floodplains, benthic processes and microbial mineralisation of organic P often represent major release pathways. Hydrological connectivity to the main river further modulates these processes by changing nutrient levels and organic matter inputs. Yet, the microbe-organic matter interactions that shape P release under varying hydrological connectivity are poorly understood.

We analysed the spatiotemporal trajectories of sediment P release, carbon and nitrogen concentrations over six months at five sites along a river-floodplain gradient in the Elbe during hydrological connection and disconnection. Dissolved inorganic P (DIP) generally declined from the Elbe to the floodplain. During the hydrological connection of the floodplain to the main river, all sediments released DIP, reflected in an elevated P exchange potential. Furthermore, we observed algal blooms, coinciding with higher sediment P release potential. In contrast, high DIP ($\sim 0.5 \text{ mg L}^{-1}$) occurred in a periodically disconnected backwater following isolation, during which the sediment retained DIP, suggesting that DIP concentrations were not driven by sediment release but by the mineralisation of allochthonous organic matter at this site.

Microbial activity and dissolved organic matter (DOM) composition explained sediment P release and DIP in the water differentially, depending on hydrological connectivity. During connection, sediment P release was linked to phosphatase activity, microbial carbon use, and biofilm extracellular polymeric substances, while water DIP was associated with a higher prevalence of microbial humic-like DOM. After disconnection, water DIP was directly related to humic-like DOM, phosphatase and microbial carbon use. This suggests that the dominant controls on P release shift with hydrological connectivity: from sediment-bound microbial processes during connection to direct coupling with the water during disconnection. These results underscore the importance of incorporating microbe-organic matter processing into assessments of sediment P release, especially in hydrologically dynamic river-floodplain systems.

A04 Mikrobielle Ökologie

Phototrophic and heterotrophic energy availability shape phosphorus entrapment patterns of benthic biofilms

Simon Wentritt¹; Markus Weitere¹; David Kneis²; Nuria Perujo¹

¹ Helmholtz Zentrum für Umweltforschung - UFZ; ² Technische Universität Dresden

Benthic biofilms are involved in a plethora of biochemical processes at the sediment-water interface. One such process is the entrapment of phosphorus (P), i.e. all mechanisms facilitated by benthic biofilms through which P is at least temporarily removed from the water. The unique lifestyle of biofilms allows for the differentiation between intracellular and extracellular P entrapment. Extracellularly entrapped P is associated with the extracellular polymeric substances the cells are embedded in. Our previous research on natural benthic stream biofilms suggests that environmental conditions drive P allocation and therefore patterns of P entrapment in benthic biofilms.

Here we present a full-factorial mesocosm experiment, using the MOBICOS infrastructure of the Helmholtz-Centre for Environmental Research with a river water fed flow-through flume design to investigate P entrapment patterns in benthic biofilms. We manipulated two main environmental variables connected to microbial energy and carbon (C) acquisition: the light availability and the availability of labile organic C. We hypothesize that, in absolute terms, systems with high phototrophic and heterotrophic energy availability (i.e. light and labile C), will show a higher intracellular and extracellular P entrapment than systems which are limited in one or both energy sources. In relative terms, we expect higher energy availability to enhance extracellular P entrapment over intracellular P entrapment (i.e. lower ratio of intracellular to extracellular P). Our preliminary results showed that treatments with high light availability and labile C added promoted a higher extracellular P entrapment and resulted in lower ratios of intracellular to extracellular P. In flumes with high light availability and no added labile C, seemingly synergistic effects between photoautotrophs and heterotrophs facilitated the intracellular P entrapment in particular, and led to comparably high ratios of intracellular to extracellular P. Under low light conditions, the overall P entrapment was generally low and the ratio of intracellular to extracellular P entrapment was on the same level as for the treatment with high light availability and added labile carbon. We can tentatively conclude that the availability of light and labile C affects benthic biofilms P entrapment patterns. Increasing the light availability resulted in more complex interactions and differentiated P entrapment patterns compared to labile C manipulations.

A04 Mikrobielle Ökologie

Biogeochemical Cycling of Manganese and Prokaryotic Interactions at the Sediment-Water Interface in the Wahnbach Reservoir

Lea Hahn¹; Solveig Tabea Vriesen¹; Gabriele Packroff²; Jutta Meier¹; Werner Manz¹

¹ Institute for Integrated Natural Sciences, University of Koblenz; ² Wahnbach Reservoir Association (Wahnachtalsperrenverband – WTV)

Elevated concentrations of manganese (Mn) pose challenges for raw water treatment. Mn is widely distributed in aquatic environments, including surface reservoirs and groundwater systems, where its mobility and bioavailability are closely tied to redox conditions. In a reservoir, during thermal stratification, a shift from oxic to anoxic conditions occurs in the hypolimnion and at the sediment-water interface. These anoxic zones promote reduction processes, including anaerobic microbial respiration, leading to the release of dissolved Mn(II) into the water column.

The Wahnbach Reservoir is a large source of drinking water in North Rhine-Westphalia. Three time points (July, September, October) in 2022 and three locations along the length of the water body were investigated. Sediment analysis revealed high contents of Mn (oxyhydr)oxides in the sediment of the Wahnbach Reservoir and elevated pore water Mn levels. Using 16S rRNA gene amplicon sequencing, we identified a diverse prokaryotic community involved in Mn cycling and competing redox processes in both sediment samples and enrichment cultures selective for Mn-transforming organisms. Key metabolic activities included anaerobic respiration (e.g., Mn, Fe, and sulfate reduction, as well as methanogenesis) and aerobic processes such as nitrification and methanotrophy. Enrichment experiments supported these findings, identifying organisms such as *Rhodospirillum rubrum*, a typical Mn reducer, *Ellin6067*, an ammonium oxidizer, and the methanogen *Methanosarcina*.

This study illustrates how physicochemical parameters and prokaryotic communities influence Mn transformation in the Wahnbach Reservoir. In these redox-sensitive environments, Mn oxides play a crucial role as an electron acceptor, interacting dynamically with other redox processes and influencing overall element cycling.

A04 Mikrobielle Ökologie

Spatial ecology on a chip – Exploring microbial dynamics in aquatic microhabitats at the “edge of chaos”

Johannes Werner; Hartmut Arndt

Universität zu Köln, Institut für Zoologie

Microbial communities play a fundamental role in aquatic ecosystems, driving nutrient cycles, food web interactions, and ecosystem stability. But understanding the spatio-temporal dynamics that govern these processes remains a major challenge. We developed a microfluidic “ecology-on-a-chip” platform with interconnected aquatic microhabitats to experimentally investigate spatial ecological processes at the microscale. Using *Tetrahymena pyriformis* as a model organism, we observed the emergence of complex spatio-temporal patterns, including chaotic dynamics, in a system of 50 interconnected habitat patches. These patterns emerged without external forcing, suggesting that intrinsic ecological dynamics alone can drive high levels of complexity. Our analysis shows that the system operates near the “edge of chaos” – a regime characterized by a mix of ordered and chaotic processes. A simple model incorporating stochastic fluctuations verified the deterministic nature of these patterns.

To demonstrate the broader ecological relevance and versatility of the chip, we conducted proof-of-concept experiments including a predator-prey interaction between *Tetrahymena* and the heliozoan ambush predator *Raphidiophrys ambigua*, and a two-species competition experiment with *Tetrahymena* and *Blepharisma americanum*. These experiments highlight the platform’s potential for studying key ecological processes such as trophic interactions, competition, and colonization in a controlled but spatially explicit environment. Our approach offers an experimental window into spatial dynamics that are otherwise difficult to observe in natural aquatic systems. It provides a tool to bridge theoretical ecology and empirical observation, with implications for understanding biodiversity patterns, resilience, and ecological complexity in limnological systems.

A04 Mikrobielle Ökologie

Leaf it to the Microbes: Decomposition of Leaf Litter from Native and Non-Native Trees in Streams

Anna Marie Lüdeke; Ulrike Haase; Thea Hose; Uli Klümper; Thomas U. Berendonk

Dresden University of Technology (TUD)

Leaf litter decomposition is a vital ecosystem process in streams, where fallen leaves from streamside trees often accumulate in the water. The microbial communities in European rivers are likely adapted to degrading leaves of native trees. However, planting non-native species, such as hybrid poplars for short rotation plantations, has become increasingly common in riparian zones. Still, effects of their leaf litter input and aquatic decomposition remain understudied.

We investigated if the decomposition of non-native tree leaves is less efficient than of leaf litter from native trees. Moreover, we aim to fill knowledge gaps regarding the individual contribution of different groups of degrading microorganisms (e.g., fungi, bacteria).

To investigate this, the microbial decomposition rate k -micro (per day) of native and non-native tree species was determined in a field and laboratory experiment. In the field, the leaf bag method was applied in a near-natural mountain stream (Triebelbach, Saxony) in winter of 2023/24 and summer of 2024. The degradation of leaves from the hybrid poplar clone Matrix 49 (*Populus maximowiczii* x *Populus trichocarpa*) was compared with those of the native black alder (*Alnus glutinosa*). Furthermore, the total microbial decomposition rate k -micro (fungi & bacteria) and the individual bacterial decomposition rate k -bac (exclusion of fungi) of the hybrid poplar and the black alder were analysed under controlled laboratory conditions.

The field trial revealed that the hybrid poplar leaves degrade significantly faster (0.0341/d) compared to the native black alder (0.0256/d). These observations were confirmed in the laboratory trial. No significant difference (p -value = 0.3694) between the microbial (0.02426/d) and bacterial (0.02198/d) decomposition rate of the hybrid poplar could be detected.

In summary, despite a probable evolutionary adaptation of the microbial community to native tree species, the leaves of the non-native hybrid poplar were degraded faster. However, such faster decomposition may lead to inefficient nutrient uptake and potential river eutrophication, as nutrients are released faster than microbes can assimilate them. While fungi are generally assumed to be the main contributors to aquatic leaf litter decomposition, in the absence of fungi, bacteria alone were able to achieve almost as high decomposition rates as bacteria and fungi combined.

A05 Multiple Stressoren

Linking Micropollutants Toxicity and Macroinvertebrate Communities in German Rivers Using AI-Based Toxicity Predictions

Ariane Moulinec¹; Fabian G. Weichert²; Henner Hollert²; Sarah Johann²; Andrea Sundermann¹

¹ Senckenberg Research Institute; ² Goethe - Universität Frankfurt

Assessing the effects of a mixture of micropollutants on benthic invertebrate communities' health is critical yet challenging; each individual substance has its very own toxic effect that might be difficult to disentangle in the wide array of chemicals present in the system. Moreover, the toxicity of only a fraction of substance has been determined and the availability of toxicity values is still limited for numerous pollutants.

In our study, we employed the recently developed AI-based ecotoxicological model TRIDENT to predict aquatic invertebrates EC10 after 336h of exposure for 559 micropollutants found in the chemical monitoring data from German federal states. Based on the toxicity predicted by this model, we split these substances in seven groups with a cluster analysis. The predictions were also integrated to water chemistry data from 207 sampling sites to evaluate the toxic pressure through two approaches: (i) the whole sample model, which calculates the maximum toxic unit of the whole sample and (ii) the mixture model, which calculates the maximum of the toxic unit in each cluster. We investigated the effects of this pressure on the ecological health of nearby benthic macroinvertebrates communities through beta regressions. The communities' ecological health was estimated with the multimetric index. Comparatively to the mixture model, the whole sample approach did not transcribe well the effects of pollution on the multimetric index. The model explanatory power (pseudo R-squared = 0.15) was almost twice as small as the mixture model's (pseudo R-squared = 0.39). We identified that the toxic pressure of our samples was driven by five substances, namely valsartan, 4-acetamidoantipyrine, bis(2-ethylhexyl) phthalate, metazachlor ESA and fluoranthene. Another beta regression conducted on 226 sampling sites revealed that the pressure of these five substances alone still explained a large amount of the communities health (pseudo R-square = 0.24). These substances might act here as indicators of wastewater inputs and of diffuse source pollution, showing that both sources significantly contribute to the degradation of ecological health. Our findings suggest that summarizing a mixture of micropollutants to one sole index underestimates the contribution of chemical pollution in the degradation of the aquatic ecosystems. They also emphasize the need for integrating advanced predictive tools to better understand and mitigate the effects of micropollutants.

A05 Multiple Stressoren

Compound physicochemical stress on a lowland river preceding a harmful algal bloom

Paula Torre Zaffaroni; Tobias Goldhammer

Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

Physicochemical water dynamics reflect the functioning of an ecosystem and its response to different stressors. In absence of these, temporal variability reproduces seasonal cycles of temperature, discharge and biota uptake. Conversely, anthropogenic alterations to water quality (from river training to pollution) can be concealed or enhanced by larger-scale hydrometeorological variability, e.g. multi-year flood-dry events and persistent temperature trends. The 2022 harmful algal bloom of *Prymnesium parvum* in the Oder River, during one of the hottest and driest summers in the region, raised concern not only about the combined drivers leading up to an event of basin-wide magnitude, but also about what would be the most effective strategies to prevent a recurrence with unknown consequences. Here, we analyzed twenty years (2005-2025) of water quality data along a 170km stretch of the Lower Oder and three tributaries (Neisse and Warta rivers, and Salveybach canal) to explore early signs of changes in ecosystem features and functions. We selected a subset of meaningful parameters, including N:P, Mg, and Cl, to get a comprehensive overview of water quality. NMDS ordination and PERMANOVA highlighted seasonality as the controlling scale along both nutrient and salinity gradients, modulated by year-specific interactions. Breakpoint detection revealed shifts starting as early as 2018 (for spring features), and 2021 (summer), linked to rising chloride-associated salinity and a concurrent shift from positive to negative cumulative discharge anomalies after 2017. These results suggest that both increased saline loading and diminished hydrological flushing have jointly stressed the system already years before the 2022 bloom. Importantly, the trajectories of recent years appear displaced within the compositional space, yet not divergent enough to define a new regime or system state, unlike the differentiation seen between mainstem and tributaries. The fact that this shift was not strong enough to define a different system state indicates that these conditions could potentially be recovered through intense efforts in reducing salt loadings in the Oder, while further research is needed to understand how these changes have affected ecosystem functioning over medium to long timescales.

A05 Multiple Stressoren

Assessing the Impact of Urbanization on Fish: Gill Transcriptomic Responses of *Cottus rhenanus* to Multiple Stressors in One of Europe's Most Populated Catchments

Camilo Escobar-Sierra¹; Kathrin Lampert²

¹ RWTH Aachen University; ² Universität zu Köln, Institut für Zoologie

Urbanisation exerts complex pressures on freshwater ecosystems, particularly through the phenomenon of Urban Stream Syndrome. This study investigates how multiple anthropogenic stressors in the Emscher River, a heavily impacted catchment in Germany's Ruhrgebiet, affect the gill transcriptomic responses of *Cottus rhenanus*, a sentinel fish species. We sampled six sites with varying urban intensities during warm and cold seasons, integrating environmental monitoring and RNA-sequencing of gill tissue to assess molecular responses.

RNA-seq yielded high-quality data (avg. 33.5M reads/sample), with a refined transcriptome assembly and functional annotation covering over 10,000 transcripts. Gene expression profiles varied significantly across sites and seasons, with warm-season samples showing elevated stress-related transcription, especially at stations with poor water quality. Multivariate analyses (PCA, NMDS, CCA) revealed that environmental gradients, particularly temperature and chloride, strongly shaped transcriptomic patterns.

Pathway enrichment analyses identified key stress-responsive processes, including MAPK and IL-17 signalling, osmoregulation, and immune defence, highlighting how temperature peaks amplify the physiological burden of urban stressors. Our findings provide mechanistic insight into sublethal stress in fish and demonstrate the value of untargeted transcriptomics for ecosystem health assessment.

This study contributes to a growing body of work bridging ecophysiology, molecular ecology, and ecotoxicology in field-based settings, offering a transferable model for monitoring urban freshwater biodiversity under global change.

A05 Multiple Stressoren

Degradation and recovery of microbial ecosystem functions in rivers exposed to multiple stressors

Verena Brauer¹; Daria Baikova; Una Hadziomerovic; Iris Madge Pimentel; Philipp Rehsen; Dominik Buchner; Rainer Meckenstock

¹ Universität Duisburg-Essen

Microorganisms in sediments are key players for the functioning of rivers, yet, we do not understand how they respond to and recover from multiple anthropogenic stressors, which are increasingly threatening river ecosystems worldwide. We therefore investigated the combined effects of the stressors temperature increase and salinization on two microbe-driven ecosystem processes, which are degradation of dissolved organic carbon (DOC) and degradation of bacterial dead biomass (necromass). Using controlled lab experiments with isolated sediment microbial communities, we found that temperature increase had clear positive and salinization clear negative effects on the degradation of DOC and necromass, even at rather low stressor levels. Using outdoor mesocosm experiments where sediment microbial communities are integrated into the riverine food web, we found that the same low stressor levels had no effect on DOC degradation but on necromass degradation, whereas stressor release increased DOC degradation but not necromass degradation. The same differential effects occurred for microbial community composition. Our results indicate that the effects of multiple stressor increase and release on sediment microbial processes are controlled by the concentration and the bioavailability of the organic carbon source, and that changes in energy availability may mask multiple stressor effects.

A05 Multiple Stressoren

Waves under control? A meta-analysis of morphological restoration as a strategy to mitigate navigation-induced disturbances

Anna-Lisa Dittrich¹; Mario Brauns²; Thomas Hein¹; Olena Bilous¹; Andrea Funk¹; Paul Meulenbroek¹; Elisabeth Bondar-Kunze¹

¹ BOKU University, Vienna; ² UFZ - Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung

Rivers, lakes, and estuaries are among the most species-rich ecosystems and provide essential habitats and ecosystem services. However, they are under considerable pressure from human activities, causing a worldwide decline in freshwater biodiversity. One of these stressors is inland navigation, leading to reduced habitat availability, spread of invasive species, and direct hydraulic forces like waves. Although the detrimental effects of ships and their waves on freshwater ecosystems are gaining scientific recognition, understanding their management through morphological protection measures is still scarce, and there is a lack of a comprehensive overview. We conducted a meta-analysis to provide an overview of existing wave-mitigating shoreline measures and their effects on freshwater and transitional ecosystems. We identified 34 studies with 160 effect sizes from 14 countries investigating the effects of shoreline measures on abiotic and hydraulic processes, primary producers, benthic invertebrates, and fish. Most studies were done in freshwater ecosystems, followed by transitional waters, and tank-based mesocosm studies. We identified four categories of measures, breakwaters like in-stream gravel banks, increased shoreline complexity like tree roots or groynes, side channels, and shoreline hardening. Our results indicated that breakwaters had a more significant positive effect on hydraulic processes compared to organisms in freshwaters, although the opposite trend was noticed in transitional waters. Shoreline complexity had a stronger effect in mesocosms compared to freshwater field studies. In freshwaters, side channels had a positive effect on fish. The only (non-significant) negative effect was found on primary producers by hardening. In freshwater ecosystems, breakwaters had a more significant positive effect on primary producers than hardening did, and complexity had a greater impact on benthic organisms in comparison to breakwaters. For fish, side channels had the strongest positive effect, followed by breakwaters and complexity. Overall, our results demonstrate a lack of research in transitional ecosystems, and we need more studies investigating the interaction between hydraulic and biotic responses to wave protection measures. With this meta-analysis, we want to inform future restoration measures and enable a more efficient restoration of ecological integrity in navigable waters.

A05 Multiple Stressoren

Kolmation als unterschätzter Degradationsfaktor – Entwicklung eines faunistischen Bewertungsschemas

Teresa Luftensteiner¹; Heide Stein²; Hans Jürgen Hahn²

¹ RPTU Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau; ² Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) verpflichtet alle Mitgliedstaaten, bis 2027 einen guten ökologischen Zustand aller Fließgewässer zu erreichen. Aktuelle Entwicklungen deuten jedoch darauf hin, dass dieses Ziel vielerorts verfehlt wird. Ein bislang nur unzureichend berücksichtigter Einflussfaktor ist die Kolmation – die Verfüllung der Lückenräume im Flussbett durch Feinsedimente. Dieser Prozess, der vermutlich oft in Zusammenhang mit „Allgemeiner Degradation“ steht, ist meist eine Folge intensiver Landnutzung und wirkt sich negativ auf Sauerstoffverfügbarkeit, Lebensraumbedingungen sowie die Biodiversität hyporheischer Organismen aus.

Im Rahmen einer Feldstudie wurden in den Jahren 2021–2022 insgesamt 14 Bäche unterschiedlicher Fließgewässertypen hydrochemisch und faunistisch untersucht sowie die Kolmation erfasst. Ziel war es, den Zusammenhang zwischen Kolmation und der ökologischen Bewertung gemäß WRRL zu analysieren, potenzielle Indikatortaxa zu identifizieren und ein faunistisch basiertes Bewertungsschema der Kolmation zu entwickeln.

Die Ergebnisse zeigen signifikante Zusammenhänge zwischen Kolmationsgrad und der biologischen Bewertung nach WRRL. Zudem konnte ein systematischer Shift in der hyporheischen Faunenzusammensetzung festgestellt werden – von grobsedimentbewohnenden hin zu feinsedimenttoleranten Taxa. Aufbauend auf diesen Befunden wurde die Eignung spezifischer Taxa als Indikatoren geprüft.

Die vorgestellte Studie soll einen Beitrag zur Identifikation eines bislang vernachlässigten Degradationsfaktors leisten und praxisrelevante Ansätze zur Ergänzung bestehender Bewertungsverfahren liefern. Insbesondere dort, wo Renaturierungsmaßnahmen bislang keine Verbesserung des ökologischen Zustands erzielen konnten, kann eine gezielte Kolmationsbewertung neue Handlungsansätze eröffnen.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen

Bekannte Reaktionen, neue Einsichten: Die Rolle des Sauerstoffs bei der Phosphorfestlegung in Seesedimenten

Michael Hupfer

IGB Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei

Sauerstoffmangel führt zur Phosphor-Rücklösung aus Sedimenten. Dieses Paradigma- eines der ältesten in der Limnologie- dient bis in die heutige Zeit als theoretische Basis, um Restaurierungsmaßnahmen oder die Auswirkungen des Klimawandel auf den Phosphorhaushalt eines Sees zu begründen. Die oft beobachtete Synchronität von Sauerstoffschwund und Phosphoranreicherung im Tiefenwasser bei Schichtungsphasen oder in Simulationsexperimenten stützen die eingängige Erklärung, dass oxidiertes Eisen Phosphor binden kann und damit die Phosphorrücklösung unterdrückt. Eine genaue Betrachtung mithilfe von Freilandbeobachtungen und experimentellen Ansätzen zeigt allerdings, dass diese einfache Modellvorstellung weder quantitativ plausibel ist, noch eine kausale Analyse der tatsächlich ablaufenden Prozesse ermöglicht. Moderne Sichtweisen zeigen, dass die Rückführung von Phosphor in den Wasserkörper in hohem Maße vom vorher sedimentierten Material, der beteiligten diagenetischen Prozesse nach der Sedimentation und der anoxischen Phosphorbindung zum Beispiel in Form von Vivianit- eine zweiwertigem Fe-P Mineral abhängt. Die authigene Vivianitbildung führt zu ungewöhnlichen hohen P-Gehalten und zu einer stabilen Festlegung im Sediment, während die P-Fixierung an FeOOH nur so lange wirkt bis diese Schicht überdeckt und anoxisch wird. Experimentell konnten nachgewiesen werden, dass die initiale Fixierung von P an oxidiertem Eisen die anoxische Vivianitbildung unter nichtsulfidischen Bedingungen begünstigt. Sulfid hemmt die Bildung von Vivianit und bewirkt bei Kontakt dessen Auflösung. Weitere Laborexperimente mit natürlich sowie künstlich eisenangereicherten Sedimenten entsprachen ebenfalls nicht der klassischen Lehrmeinung und zeigten paradoxerweise unter anoxischen wie auch oxischen Bedingungen ein ähnliches Verhalten. Die Ergebnisse zeigen, dass ein erweitertes mechanistisches Verständnis der Prozesse im Sediment die Möglichkeiten für wirksame Eingriffe in den Phosphorhaushalt von Seen verbessert.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen

Vergleichbare Muster der tageszeitlichen Nitratretention in verschiedenen Fließgewässerordnungen: saisonale bis tägliche Ergebnisse aus Hochfrequenzdaten

Michael Rode¹; Xiaoqiang Yang²; Xiaolin Zhang³; Sakline Shawon⁴

¹ Helmholtz Zentrum für Umweltforschung-UFZ; ² Yangtze Institute for Conservation and Development Nanjing, Hohai University; ³ College of Environmental Engineering, Nanjing Institute of Technology; ⁴ Helmholtz Zentrum für Umweltforschung-UFZ

Hochfrequente Nitrat-N-Daten ($\text{NO}_3\text{-N}$) sind in zunehmendem Maße verfügbar, während quantitative Abschätzung von flussinternen $\text{NO}_3\text{-N}$ -Retentionsprozessen in unterschiedlichen Fließgewässerordnungen noch unklar sind. In der vorliegenden Studie stellen wir die Hypothese auf, dass ähnliche Muster der täglichen Nitrataufnahme in verschiedenen Fließgewässerordnungen existieren und dass diese Muster Einblicke in die Dominanz von Aufnahmeprozessen über Fließgewässerskalen hinweg aufzeigen können. Hierzu wurden kontinuierliche langjährige 15-min-Berechnungen der $\text{NO}_3\text{-N}$ -Retention (2015-2023) in einem Quellebach 1. Ordnung und einem Gewässerabschnitt 6. Ordnung der unteren Bode (27,4 km, Mitteldeutschland) mittels Ein-Stationen- (Quellbach) und ein Zwei-Stationen-Ansatz für die untere Bode verwendet und normale und Dürrejahre berücksichtigt. Die $\text{NO}_3\text{-N}$ Retentionen zeigten sehr ähnliche charakteristische tageszeitliche Schwankungen der $\text{NO}_3\text{-N}$ Retentionsmuster. In beiden Fließgewässern wurden drei sehr ähnliche Cluster der täglichen Aufnahmemuster identifiziert, die Veränderungen in den dominanten autotrophen und heterotrophen $\text{NO}_3\text{-N}$ -Retentionsprozessen darstellen. Während die vorherrschenden N-Aufnahme-Cluster in beiden Systemen ähnlich waren, zeigte ihr jahreszeitliches Auftreten signifikante Unterschiede zwischen den beiden Fließgewässern. Im Quellbach dominierten in allen Jahren und Jahreszeiten die Cluster, die die assimilatorische N-Aufnahme widerspiegeln. In der Bode (Gewässer 6. Ordnung) traten autotroph geprägte Cluster vor allem im Frühjahr auf, gefolgt von einer Verschiebung hin zu einem heterotroph dominierten Aufnahmemuster während der Niedrigwasserperioden im Sommer und Herbst. Darüber hinaus war die Dominanz der autotrophen $\text{NO}_3\text{-N}$ Retention in den Dürrejahren über die Jahreszeiten hinweg stärker ausgeprägt. Im Gegensatz dazu zeigte der Quellbach relevante autotrophe und heterotrophe Aufnahme selbst in den Wintermonaten aufgrund erhöhter Wassertemperaturen. Die Analyse der charakteristischen Aufnahmecluster kann mit der vorgestellten Methodik flexibel auf andere Fließgewässer mit unterschiedlichen Gewässerordnungen übertragen werden und das Management der Fließgewässer unterstützen.

Referenz:

Yang, X., Zhang, X., Graeber, D., Hensley, R., Jarvie, H., Lorke, A., Borchardt, D., Lif, Q., Rode, M. (2023) Large-stream nitrate retention patterns shift during droughts: Seasonal to sub-daily insights from high-frequency data-model fusion. *Water Research*, 243, 120347.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen

Artificial infiltration over forest soil as nature-based solution to reduce DOC in a reservoir tributary

Maximilian Lau¹; Annelie Ehrhardt¹; Karsten Kalbitz²; Erik Nestler²; Conrad Jackisch¹

¹ TU Bergakademie Freiberg; ² TU Dresden

Increasing concentrations of dissolved organic carbon (DOC) challenges drinking water production, particularly in reservoirs in forested catchments of mountainous regions. Artificial groundwater recharge of inflow water may serve as a strategy to moderate DOC increases by using the capacity of mineral soils to adsorb DOC during infiltration. This study aims to evaluate the capacity of forest soils to reduce DOC concentrations in drainage water under both laboratory and field conditions.

After preliminary adsorption analyses with different topsoils from the region, an undisturbed monolith (40 cm height, 25 cm diameter) was sampled from a Cambisol in the Sosa reservoir area, located in the Ore Mountains (Saxony). The monolith was irrigated with high-DOC stream water and showed that 90% reduction of DOC in penetrating water is possible. Analysis of stable isotopes indicated a mean transit time of the water through the monolith of approximately one month. The findings from the laboratory setup are currently tested in a hillslope-scale in-situ irrigation experiment. Through suction cups and piezometers underneath the 100 m² irrigation plots, we investigate the transferability of the findings from the lab to the field. If the initial results are corroborated, this could offer a nature-based strategy for reservoir management and carbon storage in affected drinking water production catchments.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen

Impact of iron and sulphate pollution on benthic biogeochemistry in selected water bodies of the Spreewald

Céline Cera; Maria Isabel Arce Sanchez; Tobias Goldhammer

Leibniz- Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

The Spreewald Biosphere Reserve is a postglacial inland delta in the Spree River catchment. It harbours ecologically important wetlands and river forests of exceptional biodiversity and has important buffer functions for downstream water quality and drinking water production for Berlin. Simultaneously, it is a cultural landscape with agriculture on drained soils, and a network of lakes, rivers and channels that are intensively used for recreation. For decades, discharge of abstracted ground water and pollution with iron and sulphate from lignite mining upstream and South of the delta has significantly altered the morphology and chemistry of the artificial and natural tributaries and river branches. On top of that, climate change induces hydrological constraints to the region that is already suffering from a significant water deficit today.

Despite being an 'old' problem, there is still limited understanding of the biogeochemical consequences of altered iron and sulphate pollution, in particular related to their impact on aquatic carbon cycling and associated processes that lead to greenhouse gas emissions.

In our contribution, we aim to assess how the processing of organic matter in some water bodies of the Spreewald is affected by legacy pollution with iron and sulphate. We assess benthic carbon (greenhouse gas) fluxes that are impacted by iron and sulphate pollution through biogeochemical changes at the sediment-water interface. We look into iron and sulphate pollution as a spatially heterogenous phenomenon that entails spatial heterogeneity in carbon fluxes. Finally, we derive and discuss some implications for the regional carbon balance under projections of reduced water availability and changing pollution regimes.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen

Vielfalt der Ausprägung von Parametern der Wasser- und Sedimentbeschaffenheit in hocheutrophen urbanen Kleingewässern

Jacqueline Rücker¹; Tarn Preet Parmar¹; Dominique Mario Gampe²; Franziska Horn³; Thomas Kaupper⁴; Brigitte Nixdorf¹

¹ Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg; ² Söll GmbH; ³ Wertec GmbH; ⁴ Universität Bayreuth

Viele Kleingewässer sind weltweit durch hohe Nährstoffeinträge und Verschlammung in ihrer Existenz bedroht, sodass auch die Nachfrage nach Restaurierungsmethoden zum Erhalt von Gewässern wächst. Im Rahmen des vom BMWK geförderten ZIM-Projektes „Schlamm-TEC“ wurde 2023 und 2024 in 16 Kleingewässern der Effekt der Sedimentbehandlung mit einem Calciumperoxid (CaO₂)-basierten Gewässertherapieprodukt (CGP) auf die Schlammhöhe und Sedimentbeschaffenheit (Trockensubstanz, Glühverlust) sowie verschiedene wasserchemische und trophische Parameter (z.B. gesamter und gelöster Phosphor (TP, SRP) und gelöste, anorganische Stickstoffverbindungen (NH₄, NO₃), pH, Leitfähigkeit, Wasserhärte, Sichttiefe, Chlorophyll) untersucht. Alle Gewässer liegen in urbanen Bereichen und werden intensiv anthropogen genutzt. Sie sind zwischen 0,1 und 5 ha groß und wurden anhand ihrer TP-Werte als eutroph bis polytroph eingestuft.

Es sollte ergründet werden, bei welchen Parameterkonstellationen die CGP-Behandlung besonders effizient wirkt. Die kurze Projektlaufzeit und der Rahmen umweltrechtlicher Genehmigungen zur Ausbringung des CGP ermöglichten jedoch keine Untersuchung der saisonalen Variabilität vor und nach einer Behandlung, sondern nur die Analyse der Ausgangssituation im Frühjahr vor der Ausbringung des CGP. Da sich in den untersuchten Gewässern keine eindeutigen Effekte der CGP-Behandlung auf die Schlammmächtigkeit nachweisen ließen, wurden alle saisonalen Daten gepoolt und einer multivariaten statistischen Analyse unterzogen. Diese ergab, dass TP, SRP und NH₄ nicht zur Variation zwischen den untersuchten Gewässern beitrugen. Die Variation wurde hingegen hauptsächlich durch die Wasserhärteparameter, Chlorophyllkonzentration und Sauerstoffsättigung erklärt. Die Clusteranalyse verdeutlichte die Bedeutung von Makrophyten bei der Gruppierung von Seen mit ähnlichen Dominanzverhältnissen der Primärproduzenten. Seen mit Phytoplanktondominanz (meist mit Fischen besetzte Angel- oder Fischzuchtgewässer) unterschieden sich von Seen mit einer ausgeprägten Entwicklung submerser Makrophyten. Eine besondere Gruppe bildeten die mit Wasserlinsen bedeckten Gewässer aufgrund ihres starken Sauerstoffdefizits.

Somit konnten im Rahmen des Projektes wertvolle Daten zur saisonalen Entwicklung von Wasser- und Sedimentparametern im Zusammenhang mit den prägenden Primärproduzenten gewonnen werden, auf deren Grundlage Empfehlungen zum Monitoring und Typisierung von Kleingewässern erarbeitet werden können.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen

From input to impact: Spatial variability of residence times in soil and groundwater determine response times to reduction measures in Central European river systems

Anna Oprei; Markus Venohr

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

Only 8% of German surface waterbodies have achieved good to very good ecological status since the introduction of the European Water Framework Directive in 2000 (UBA, 2024). The original target envisages good to very good ecological status in 100% of surface water bodies by the end of the third management cycle (2021-2027). In order to achieve this target, significant measures to reduce nitrogen inputs are necessary, as elevated nitrogen inputs from diffuse and point sources continue to be the main cause of the largely poor ecological and chemical status of water bodies, in addition to hydromorphological degradation. However, improved management practices do not necessarily lead to a directly measurable effect in surface waters. A key reason for this could be different residence times associated with different emission pathways and their composition. For example, water residence times via the emission pathways surface runoff, erosion and urban systems are fairly short, but increasingly longer via tile drainages, interflow, or groundwater. Considering pathway-weighted response times is essential for designing effective river basin management measures. While hydrological models have long considered the spatial distribution of water residence times in soil-groundwater systems, a pathway-weighted evaluation of response times is often neglected in the assessment of nutrient reduction measures. Here, we present how the completely revised nutrient emission model MONERIS was used to determine nitrogen inputs and loads via various emission pathways in central European river basins for the years 2003-2020. The results show that the residence times of the soil-groundwater zone vary greatly, and that measures to reduce nitrogen emissions therefore take effect with different delay in different regions. Our findings highlight that spatial patterns of response times and the site-dependent denitrification capacity should be included in the assessment of the effectiveness of river basin management measures, in order to achieve realistic expectations and good stakeholder acceptance of applied measures.

A09 Langzeitmonitoring

WATCH: A comprehensive WATer CHemistry dataset for German freshwater systems

Theresa Piana¹; Ariane Moulinec²; Andrea Sundermann²; Ralf B. Schäfer³; Elisabeth Berger⁴

¹ RPTU Landau/IES; ² Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt/M.; ³ RC One Health Ruhr, Universität Duisburg-Essen; ⁴ Hochschule Landshut

Freshwater ecosystems are among the most biodiverse and valuable habitats on Earth, providing vital ecosystem services to both humans and wildlife. However, they are also among the most threatened ecosystems globally, experiencing biodiversity declines at rates surpassing those of terrestrial and marine systems. European environmental legislation, such as the Water Framework Directive (WFD) and the Habitats Directive, seeks to mitigate these threats by mandating ecological and chemical monitoring of surface waters. In Germany, all federal states established water quality monitoring networks by 2006 to comply with the WFD, resulting over time in an extensive archive of georeferenced chemical and ecological data.

Despite the wealth of available data, significant challenges persist due to fragmented data storage, inconsistent terminology, and varying measurement methodologies originating from Germany's decentralized federal system. Limited public accessibility further impedes comprehensive nationwide assessments and integrated freshwater management.

To address these limitations, we developed the WATCH-database (WATer CHemistry dataset for German freshwater systems), compiling data from all German federal states obtained from diverse institutional, governmental, and research organizations. WATCH encompasses data from over 23,000 monitoring sites and includes more than 900 chemical, physico-chemical, and hydrological parameters. As the first comprehensive, unified, and publicly accessible georeferenced dataset at this scale, WATCH enables detailed analyses of spatial and temporal freshwater quality trends across Germany. This facilitates large-scale evaluations of pollutant loads (both organic and inorganic), identification of contamination hotspots, assessment of policy effectiveness, and modelling of land use and climate change impacts.

By enhancing data accessibility and interoperability, the WATCH-database establishes a crucial foundation for evidence-based water management, supporting ecological conservation, restoration efforts, and sustainable freshwater governance in Germany. It also reduces the need for repetitive data requests to federal states and minimizes redundant data harmonization in future research.

A09 Langzeitmonitoring

The impact of climate change on German lakes

Robert Schwefel; Sylvia Jordan; Michael Hupfer

Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB)

Climate change is significantly impacting German lakes. Higher surface temperatures cause shorter ice cover duration, longer and more severe summer stratification and decreasing hypolimnetic oxygen concentrations. In recent years, we investigated the impact of climate change on German in the framework of a project funded by the German Working Group on water issues of the Federal States and the Federal Government. The objectives of the project were to identify a set of lakes representative for larger German lakes as a whole and to establish a measurement system capable of quantitatively monitoring the impact of climate change on these lakes.

Here, we present results from this systematic climate monitoring framework. Based on the example of oxygen, we discuss the impact of climate change on the lake's ecosystem. Additionally, we show how processes occurring on different time scales - from hourly periodic internal seiches through seasonal processes up to decadal long-term developments - are influenced by climate change. Furthermore, we analyze how climate-induced transformations interact with concurrent environmental shifts, such as nutrient reduction through lake restoration or land use changes.

A09 Langzeitmonitoring

Long-term phytoplankton trends from two Brandenburg lakes in response to catchment restoration

Tarn Preet Parmar; Jacqueline Rücker; Janine Rüegg; Brigitte Nixdorf; Dominik Martin-Creuzburg

BTU Cottbus-Senftenberg

Lake ecosystems around the world have undergone a process of human-caused eutrophication, resulting in substantial changes in primary production and phytoplankton community composition. In many lakes, increased nutrient inputs have led to the dominance of cyanobacteria. The most sustainable measure to reduce the effects of eutrophication is catchment restoration. However, it takes a lot of patience before the success of these measures becomes visible. Therefore, long-term (>10 years) multi-seasonal phytoplankton datasets are essential in understanding phytoplankton community composition changes in response to a reduction in nutrient loads.

We analysed long-term data from two well-studied lakes in Brandenburg after the catchment restoration that began around 1990: Scharmützelsee (a dimictic lake) and Langer See (a very shallow polymictic lake) situated in the same catchment but receiving differing external nutrient loads. Since 1993, the trophic status of Scharmützelsee has changed from eutrophic to mesotrophic, while Langer See went from polytrophic 2 to polytrophic 1 status. We present microscope-counted phytoplankton data and survey environmental data from the two lakes collected throughout the seasons from 1993 – 2021.

Our results indicates a regime shift in phytoplankton in response to changes in total phosphorus availability. Cluster analysis confirms a clear shift in phytoplankton community composition in both lakes, albeit less pronounced in Langer See, with the clusters relating to trophic status. Multivariant analysis revealed changes in the phytoplankton community composition from cyanobacteria-dominated to a more diverse community of phytoplankton classes. Within the most species-rich classes, cyanobacteria and diatoms, we also observed the replacement of certain taxa and the advent of new taxa. We further discuss how abiotic factors relate to the trophic changes and the resulting phytoplankton regime shifts. Overall, we show that a reduction in nutrient loads has a major lake-specific impact on the phytoplankton community composition, potentially altering food web structure and ecosystem functioning.

A09 Langzeitmonitoring

Does climate change counteract the effect of catchment restoration? – A case study of Brandenburg lakes

Janine Rüegg¹; Jacqueline Rücker; Tarn Preet Parmar; Brigitte Nixdorf; Dominik Martin-Creuzburg

¹ Brandenburgische Technische Universität (BTU) Cottbus-Senftenberg

Lake ecosystems are under pressure from multiple anthropogenic stressors, including excessive nutrient inputs (i.e., eutrophication) and climate change. Recent research suggests that catchment restoration efforts to reduce eutrophication may be countermanded by the increase in productivity due to climate warming. However, it is difficult to attribute the observed non-linear responses or regime shifts in primary productivity to nutrient reduction, climate warming, or an interaction between the two. We use long-term records (25 – 30 years) of ten lakes of differing lake types located within one catchment in Brandenburg that was restored starting around 1990 to investigate eutrophication- and climate- related influences on primary productivity. Lakes were surveyed bi-weekly, monthly, or bi-monthly (temporal resolution differs among lakes and parameters) for physico-chemical (temperature, oxygen, nitrogen, phosphorus) and biological parameters (chlorophyll a, Secchi depth). Yearly mean temperatures generally increased linearly from 1993 to 2021, but the slopes differed among lakes. All lakes showed declining nutrient concentrations in the past 30 years, but both the rate of change (i.e., slope) and the presence of breakpoint(s) in the linear trends is lake-specific. For example, one lake shows a more rapid decrease in phosphorus concentrations during the first decade followed by stable concentrations afterwards, while another lake showed an early decrease followed by a stable period before concentrations increased again. Phytoplankton biomass parameters show a breakpoint in the long-term trend that coincides with those of nutrient concentration trends, but in the case of chlorophyll a a second breakpoint not related to a break in nutrient concentration trends is often evident. Such a second breakpoint later in the time series is likely indicative of additional biotic or abiotic influences (e.g., phytoplankton species composition, macrophyte establishment, food web changes, water column stability, ice cover), suggesting an interactive effect of declining nutrient loads and climate warming. The degree of interactions between these two anthropogenic drivers on phytoplankton primary productivity is likely dependent on lake type and position in the catchment.

A09 Langzeitmonitoring

Climate Change and Phytoplankton in Drinking Water Reservoirs: Methodological Challenges and Long-Term Trends

Thomas Petzoldt

Technische Universität Dresden, Institut für Hydrobiologie

Climate change is altering matter turnover and ecological dynamics in lakes and reservoirs. While the main physical effects of thermal stratification and turbulence are relatively well understood, there is a lack of knowledge regarding their consequences for the development of the pelagic food web and relevant water quality criteria, having a significant impact on raw water availability and the cost of water treatment. One of the most important water quality indicators is phytoplankton biovolume and its species composition. They determine the effort needed to eliminate particles and dissolved organic matter. They also influence biogeochemical processes like Mn and Fe remobilization and nutrient recycling in the hypolimnion and at the sediment-water interface. For natural lakes, it is assumed that climate warming will lead to more frequent harmful algae blooms, especially of cyanobacteria (Cyano-HAB). For drinking water reservoirs, different and sometimes contradictory observations have been reported, which may be attributed to shorter residence times and the influence of management.

As part of a project by the Working Group on Drinking Water Reservoirs (ATT), long-term phytoplankton time series are compiled and compared with regard to patterns and trends. Time series analysis and multivariate methods are used for this purpose. One inherent challenge is to achieve reasonable comparability of long data sets (some spanning 50 years) with different temporal, spatial, and taxonomic resolutions. This can be achieved through appropriate abstraction and aggregation. To reduce complexity, pragmatic sums and mean values are calculated and initially compared using descriptive methods. In addition to common taxonomic grouping, functional grouping is also employed for the phytoplankton taxa. The contribution aims to discuss the challenges and approaches of the methodology and will present initial findings, particularly with regard to climate-induced temporal shifts in patterns and species composition.

This research benefits from the extensive data, motivation, and support provided by numerous members within the Working Group on Drinking Water Reservoirs (Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren, ATT)

A09 Langzeitmonitoring

Glyphosat aus Haushaltschemikalien? Wie Langzeitmonitoring Quellensuche ermöglicht

Sarah Bieger¹; Lisa Engelbart¹; Jennifer Kaupp¹; Katharine Thompson²; Lukas Ude¹; Carolin Huhn¹

¹ Eberhard Karls Universität Tübingen; ² Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft (ISWA), Universität Stuttgart

In dieser Studie zeigen wir, dass monatliche Monitoringdaten zu Glyphosat in europäischen Flüssen, die teilweise bis 1997 zurückreichen, eine deutliche Saisonalität zeigen, wie sie auch für Pharmazeutika und Haushaltschemikalien bekannt sind. Sie entsteht bei kontinuierlicher Einleitung und der unterschiedlichen Verdünnung durch niedrige vs. hohe Wasserstände in Sommer- vs. Wintermonaten. Ein dominanter Eintrag von Glyphosat über Kläranlagen muss daher angenommen werden. Urbane Anwendungen sind aber nicht mit einem dauerhaften Eintrag oder mit beobachteten hohen Frachten verbunden. Eine Eingrenzung der Quelle von Glyphosat im urbanen Raum erfolgt über weitere Hinweise aus Monitoringdaten und weiteren Studien.[1]

Der Beitrag zeigt, dass das strukturell verwandte Aminopolyphosphonat Diethylentriaminpentakis(methylenphosphonsäure) (DTPMP) eine wichtige Quelle für Glyphosat ist. DTPMP ist ein vielseitig einsetzbarer Komplexbildner, Korrosionsinhibitor und Bleichmittelstabilisator, der u.a. in Wasch- und Reinigungsmitteln im Haushalt, industriell in Metall-, Textil- und Lebensmittelindustrie Anwendung findet. In einer Kläranlage konnten wir sehr hohe Konzentrationen von DTPMP von 2-3 g/kg und 6 mg/kg Glyphosat (Trockengewicht) in Belebtschlamm nachweisen. In unterschiedlichen Abbauprozessen unter oxidativen Bedingungen wurden im Labor mehrere Dutzend unterschiedlicher Abbauprodukte beobachtet, immer wieder auch Glyphosat. Die Relevanz für die Gewässer ergibt sich aus der Bildung von Glyphosat auch in Inkubationsversuchen von DTPMP in Belebtschlamm aus Kläranlagen.[2] Interessanterweise erfolgt die Bildung dominant über eine abiotische Transformation. Aktuelle Arbeiten konzentrieren sich auf quantitative Aspekte des Glyphosateintrages aus Waschmitteladditiven.

[1] M. Schwientek, H. Rügner, S.B. Haderlein, W. Schulz, B. Wimmer, L. Engelbart, S. Bieger, C. Huhn, Glyphosate contamination in European rivers not from herbicide application? Water Res. 2024, 263, 122140.

[2] L. Engelbart, S. Bieger, K. Thompson, L. Fischer, T. Bader, M. Kramer, S.B. Haderlein, A.M. Röhnelt, P.R. Martin, D. Buchner, R. Bloch, H. Rügner, C. Huhn, In-situ formation of glyphosate and AMPA in activated sludge from phosphonates used as antiscalants and bleach stabilizers in households and industry. Water Res. 2025, 280, 123464.

A09 Langzeitmonitoring

Totgesagte leben länger – Ergebnisse eines Langzeitmonitorings mit Gastropoden über 35 Jahre zur Wirksamkeit des Verbots von Tributylzinnverbindungen als Antifouling-Biozid

Jörg Oehlmann; Andrea Dombrowski; Matthias Oetken; Ulrike Schulte-Oehlmann

Goethe-Universität Frankfurt am Main

Tributylzinnverbindungen (TBT) zählen zu den giftigsten Substanzen, die jemals hergestellt und in die Umwelt entlassen wurden. Vor allem ihr Einsatz als Biozid in Antifoulingfarben hat zu umfassend dokumentierten Effekten auf Nichtziel-Organismen geführt, die heute in Lehrbüchern der Ökotoxikologie ihren festen Platz als Beispiel für die effiziente Regulation eines endokrin wirksamen Spurenstoffs in der aquatischen Umwelt gefunden haben. Seit 2003 ist der Einsatz von TBT als Biozid in der EU verboten. Die Mollusken erwiesen sich als besonders sensitiv gegenüber dieser Organozinnverbindung, die bei Caenogastropoden Imposex induziert, eine zusätzliche Ausbildung männlicher Geschlechtsorgane bei weiblichen Tieren mit resultierender Sterilität der Weibchen. Dieses Vermännlichungsphänomen wird routinemäßig für das biologische Effektmonitoring auf TBT eingesetzt.

Der Beitrag stellt ein Langzeitmonitoring über 35 Jahren vor, bei dem im jährlichen Turnus TBT-Effekte bei Caenogastropoden an Daueruntersuchungsstellen ermittelt wurden. Parallel wurden die TBT-Konzentrationen in den Geweben der Schnecken und im Umgebungswasser bestimmt. Dabei zeigte sich, dass nach dem Verbot von 2003 die Imposexintensitäten in hafenfernen Regionen zurückgingen, im Bereich von Häfen aber auch mehr als zwei Jahrzehnte später weiter hohe Effektniveaus ermittelt werden können. Andere endokrin wirksame Substanzgruppen konnten als alternative Ursachen für die weiterhin hohen Imposexintensitäten ausgeschlossen werden. Im Beitrag werden mögliche Gründe für den geringen Erfolg der regulativen Maßnahmen diskutiert, die über TBT auch für andere Spurenstoffe relevant sind.

S02 Schutz für die Kleinsten – Ökologie und Gefährdung von Quellen, Oberläufen & kleinen Fließgewässern

Forgotten Streams? Why headwaters deserve our attention

Jonas Jourdan

Goethe Universität Frankfurt

Headwaters, the capillary network of our freshwater systems, are among the most ecologically valuable yet least studied aquatic habitats. Often remote and small in size, they tend to escape direct human disturbance and host highly specialized species adapted to dynamic, site-specific conditions. These populations are typically small and geographically isolated, making them particularly susceptible to environmental change – losses here can mean irreversible declines in biodiversity. Despite their ecological significance, headwaters draining catchments smaller than 10 km² remain excluded from systematic monitoring under the EU Water Framework Directive, leaving their ecological status largely unknown. This talk calls for increased recognition, protection, and scientific attention toward these fragile ecosystems. Their heightened vulnerability is illustrated using the example of nitrite exposure. Tolerance in aquatic invertebrates to nitrite peaks is closely linked to ambient chloride levels – lower chloride concentrations, as typically found in headwaters, intensify nitrite toxicity. In contrast, downstream communities benefit from elevated chloride levels that partially mitigate toxic effects, and they often host more resilient species. Headwater organisms, already more sensitive by nature, face an amplified risk due to the lack of such buffering capacity. Neglecting these upstream systems in research and policy not only obscures our understanding of freshwater health – it also creates critical blind spots that put upstream biodiversity at silent risk.

S02 Schutz für die Kleinsten – Ökologie und Gefährdung von Quellen, Oberläufen & kleinen Fließgewässern

“Nadig revisited” – Entwicklung der Quellen von Il Fuorn im Schweizerischen Nationalpark 1934 – 2024

Nicola Steiner¹; Stefanie von Fumetti²

¹ Universität Basel; ² Universität Basel

Quellen gelten allgemein als stabile Habitate, welche dem Klimawandel weniger unterliegen als andere Gewässer. Dennoch wird angenommen, dass die Wassertemperatur in alpinen Quellen, welche von Grundwasser, aber auch von Permafrost gespeist werden, mittelfristig steigen wird. Es gibt bisher wenige Langzeit-Untersuchungen darüber, ob die Zusammensetzung der Fauna in Quellen ähnlich stabil ist wie die Umweltbedingungen. Adolf Nadig hat in den Jahren 1934-1937 vier Quellen bei Il Fuorn untersucht. Damit schuf er die Grundlage, um die von ihm untersuchten Standorte knapp 90 Jahre später wieder zu besuchen. So konnte untersucht werden, ob über einen längeren Zeitraum als 10 Jahre eine Veränderung bei den Umweltbedingungen und der Quellfauna zu beobachten ist. Dazu wurde im Sommer 2024 die Fauna der vier Quellen, die von A. Nadig untersucht worden waren, an jeweils drei Standorten beprobt. Eingesetzte Temperaturlogger sowie die Analyse der Physikochemie dienen zum Vergleich der Umweltbedingungen. Erste Ergebnisse zeigen, dass eine gewisse Verschiebung in der Artenzusammensetzung stattgefunden hat. Beispielsweise trat *Amphinemura standfussi*, eine potenziell gefährdete, aber nicht quell-spezifische Steinfliegenart, in zwei Quellen neu auf. Auch *Crenobia alpina*, *Plectrocnemia geniculata* und *Wormaldia occipitalis* scheinen mittlerweile weit häufiger vorzukommen als in Nadig's Untersuchungen. In drei von vier Quellen ist der Anteil an quelltypischen Arten gestiegen. Die Wassertemperatur der einzelnen Probestandorte ist von der Saison abhängig und scheint im Frühling in allen Quellen signifikant kälter geworden zu sein. Dies könnte auf einen kühlenden Effekt von Permafrost-Schmelzwasser zurückzuführen sein. Mit dieser Untersuchung haben wir nun die Möglichkeit, die langfristigen klimabedingten Veränderungen von natürlichen Quellgemeinschaften besser abschätzen zu können.

Genetic isolation of *Gammarus fossarum* populations in headwaters of the Kinzig catchment

Marie-Thérèse Werner¹; Kamil Hupało¹; Florian Leese¹; Alexander M. Weigand²; Martina Weiss¹

¹ Universität Duisburg-Essen; ² Musée National d'Histoire Naturelle de Luxembourg

Headwater ecosystems play a key role for biodiversity as they are the sources of the river system providing unique habitats. However, as all aquatic ecosystems, they face biodiversity declines and are threatened by climate change. Nonetheless, they are not routinely monitored, limiting the identification of conservation priorities. Therefore, we investigated the genetic diversity of the freshwater amphipod *Gammarus fossarum* (Amphipoda, Crustacea), a key species living in headwaters. We studied the population genetic structure of 15 headwater populations in the Kinzig catchment (Rhine-Main-Observatory, Long-term Ecological Research site) in Hesse, Germany using two different molecular methods: sequencing of the mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I (COI) gene and generating genome-wide single nucleotide polymorphism (SNP) data using double digest restriction-site associated DNA sequencing (ddRADseq). With COI data, we found a high genetic diversity of 12 haplotypes within 364 specimens from 15 sites and a prominent small-scale isolation pattern with endemic haplotypes in the headwater regions. Based on mitochondrial data of a previous study by Weigand et al. (2020) we were able to confirm a stable population genetic structure based on mitochondrial data for most populations, while some populations experienced a turnover in genetic diversity. Furthermore, high-resolution nuclear SNP data from 288 of the specimens confirmed the strong isolation of the populations, revealing 13 isolated genomic clusters where the phylogenetic relationship reflects the geographical pattern. These results show that headwater populations of *G. fossarum* can be strongly isolated despite their generally high abundance and observed mobility in many streams, underlining the importance of protecting headwaters. Furthermore, understanding the drivers of this fragmentation and assessing the eco-evolutionary as well as the conservation genetic consequences requires population genetic diversity data and hydrological data at a small spatial and temporal scale. Thus, our study highlights the importance of monitoring headwater species and identifying conservation priorities for protecting these vulnerable habitats.

S02 Schutz für die Kleinsten – Ökologie und Gefährdung von Quellen, Oberläufen & kleinen Fließgewässern

Werden sie gekocht? - Folgen des Klimawandels für Arten des Makrozoobenthos

Sophie Römer

Goethe - Universität Frankfurt a. M.

Im Rahmen des Klimawandels kommt es weltweit zu steigenden Temperaturen. Die schädlichen Auswirkungen dieser Erwärmung sind auch in den Oberflächengewässern Mitteleuropas nachweisbar. Zudem werden in Fließgewässern vielerorts erhöhte Salzkonzentrationen gemessen, welche Organismen ebenfalls belasten. Da höhere Temperaturen auch zu stärkeren Verdunstungsraten führen, kann sich die Salinität durch Konzentrationseffekte noch zusätzlich verstärken.

Entsprechend besteht noch weiterer Forschungsbedarf, denn wie sich die zwei Stressoren Temperatur und Salinität auf Lebensgemeinschaften des Makrozoobenthos auswirken, ist bisher unzureichend geklärt. Ziel meiner Studie war es daher, unter Laborbedingungen zu einer vertiefenden Aufklärung und einer breiteren empirischen Datengrundlage beizutragen.

Für die Durchführung habe ich jeweils eine Art der Amphipoda und der Gastropoda unter standardisierten Bedingungen zweieinhalb Monate in Fließrinnen gehalten. In den Replikaten waren über den gesamten Zeitraum entweder die Temperatur, die Salzkonzentration oder beide Stressoren erhöht.

Bei beiden Arten konnten signifikante sublethale und lethale Effekte nachgewiesen werden. *Gammarus pulex* zeigte eine signifikant höhere Mortalität und signifikant geringere Reproduktion in allen Behandlungsgruppen. Außerdem war die Größe der adulten Gammariden bei erhöhter Temperatur signifikant geringer. Im Gegensatz dazu zeigten die adulten Individuen der invasiven Art *Potamopyrgus antipodarum* bei höheren Temperaturen ein schnelleres Wachstum und in allen Behandlungsgruppen einen mehr oder weniger starken Zuwachs. Sowohl bei erhöhter Temperatur als auch erhöhter Temperatur und Salinität war die Reproduktion im Vergleich zur Kontrolle signifikant niedriger, während sie in der Salzbehandlungsgruppe signifikant größer war.

Fließgewässer sind sensible Ökosysteme, deren heimische Arten spezifischen Bedingungen angepasst sind. Aufgrund steigender Temperaturen und Salzgehalte kann eine Verschiebung der Artzusammensetzung erwartet werden. Arten wie *P. antipodarum*, die resistenter gegenüber diesen Stressoren sind, werden sich daher weiter in Richtung der Oberläufe ausbreiten können und haben das Potential als zusätzlicher Stressor auf die dort vorkommenden Arten zu wirken.

S02 Schutz für die Kleinsten – Ökologie und Gefährdung von Quellen, Oberläufen & kleinen Fließgewässern

Citizen Science-Projekt FLOW zeigt: Kleine Bäche in Deutschland sind in schlechtem Zustand

Julia von Gönner¹; Roland Bischof²; Stella Danker¹; Jonas Gröning³; Volker Grescho³; Lilian Neuer⁴; Benjamin Gottfried⁵; Veit G. Hänsch⁵; Eva Molsberger-Lange⁶; Elke Wilharm⁵; Matthias Liess⁵; Aletta Bonn¹

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ / iDiv; ² Deutscher Angelfischerverband e.V.; ³ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ; ⁴ Bund für Umwelt und Naturschutz e.V. (BUND); ⁵ Angelverein Saaletreff Jena; ⁶ Adolf-Reichwein-Schule Limburg/Lahn;

Über 90 Prozent der behördlich untersuchten Bäche und Flüsse in Deutschland verfehlen den guten ökologischen Zustand. Für die nicht berichtspflichtigen Bäche mit Einzugsgebieten unter 10 km² liegen jedoch bisher nur wenige Daten vor.

Im Citizen Science-Projekt FLOW untersuchen Bürgerforschende den Zustand dieser kleinen Bäche.

Von 2021 bis 2023 beteiligten sich bundesweit über 900 Freiwillige aus Umweltverbänden, Angelvereinen und Schulen in 96 Regionalgruppen. Zur Vorbereitung der Teilnehmenden auf die Feldarbeit entwickelten wir Lernmaterialien und organisierten Online- und Präsenzs Schulungen. Die FLOW-Monitoringmethoden orientieren sich an den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie und der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser. Darauf basierend untersuchten die Teilnehmenden an bundesweit 137 Probestellen die Gewässerstruktur, maßen punktuell die chemisch-physikalische Wasserqualität und bestimmten die Makrozoobenthos-Gemeinschaft bis zur Familienebene. Mithilfe des Bioindikators SPEARpesticides wurden Informationen zur Belastung der Probestellen durch Pflanzenschutzmittel-Einträge gewonnen.

Unsere Studie zur Datenqualität zeigte, dass die FLOW-Daten ein hohes Maß an Genauigkeit aufweisen. Die Citizen Science-Indexwerte für Gewässerstruktur und SPEARpesticides stimmten in hohem Maße mit professionell erhobenen Vergleichsdaten überein. Die Ergebnisse des FLOW-Monitorings von 2021 bis 2023 zeigen, dass die Makrozoobenthos-Gemeinschaft an 58 % der landwirtschaftlich geprägten Probestellen durch Pflanzenschutzmittel-Einträge beeinträchtigt war. Diese Bäche wurden anhand des SPEARpesticides-Index als „mäßig“, „unbefriedigend“ oder „schlecht“ eingestuft. In Bezug auf die Gewässerstruktur verfehlten 65 % der landwirtschaftlichen Probestellen den guten Zustand. Diese standardisierten Citizen Science-Daten könnten die Arbeit der Umweltbehörden zukünftig mit Daten zu kleinen Bächen unterstützen.

In einer begleitenden Online-Befragung berichteten die Teilnehmenden, dass sich ihr Wissen und ihre Fähigkeiten zum Fließgewässermonitoring sowie ihre Beteiligung an kollektiven Gewässerschutzaktionen durch die Projektteilnahme signifikant erhöhten. Das Engagement der Bürgerforschenden hat daher großes Potenzial, die naturnahe Entwicklung kleiner Bäche voranzubringen. Das FLOW-Projekt wird nun weitergeführt und vom Nationalen Monitoringzentrum zur Biodiversität gefördert, mit dem Ziel, es zu einem langfristigen Citizen Science-Fließgewässermonitoring weiterzuentwickeln.

S02 Schutz für die Kleinsten – Ökologie und Gefährdung von Quellen, Oberläufen & kleinen Fließgewässern

Veränderungen der taxonomischen und funktionalen Struktur von Makrozoobenthosgemeinschaften in neu trockenfallenden Bächen Nordrhein-Westfalens

Christian K. Feld¹; Christian Schürings²

¹ Universität Duisburg-Essen; ² University of Washington - Seattle

Im Gegensatz zu perennierenden, das ganze Jahr über wasserführenden Fließgewässern sind temporäre Fließgewässer in Deutschland noch wenig untersucht und außerhalb der Karstgebiete zudem wenig beachtet. Die Auswertung nordrhein-westfälischer Monitoringdaten hat gezeigt, dass etwa 70 Messstellen der landesweiten biologischen Gewässerüberwachung seit etwa 2015 zeitweise und zum Teil mehrfach trockengefallen sind. Betroffen vom „neuen“ Trockenfallen sind meist kleine Bäche und Bachoberläufe, die etwa 70% des bundesdeutschen Gewässernetzes ausmachen, deren Abflussbedingungen aber nicht flächendeckend durch Pegelstationen erfasst werden. Zahlreiche Studien belegen, dass das zeitweise Trockenfallen von Fließgewässern mit erheblichen Veränderungen sowohl des Stoffhaushaltes als auch der Biodiversität mikro- und makrobiologischer Gemeinschaften verbunden sind. Für die Bewirtschaftung der Fließgewässer im Sinne der EG-WRRL ist dies von großer Bedeutung, da die existierenden biologischen Bewertungsverfahren für perennierende Gewässer entwickelt wurden.

Im Vortrag wird auf Basis der nordrhein-westfälischen Monitoringdaten zum Makrozoobenthos gezeigt, wie sich das neue Trockenfallen von Bächen auf die taxonomische und funktionale Struktur der Artengemeinschaften auswirkt. Trotz einer deutlichen Abnahme der Biodiversität wurden zahlreiche Indikatortaxa für trockenfallende Bäche identifiziert, darunter vor allem Insekten. Die Ergebnisse der Untersuchung legen nahe, dass vor allem die Veränderungen in der Abundanzstruktur geeignet sind, neu trockenfallende von perennierenden Bächen zu unterscheiden. Dies eröffnet die Möglichkeit, das Trockenfallen eines vormals perennierenden Baches selbst einige Jahre nach dem Trockenfallenereignis noch anhand der Veränderung der Artengemeinschaft zu erkennen.

S06 Auen in Forschung und Praxis

Zwischenbilanz für den BioAu Praxistest zur biozönotischen Erfolgskontrolle von Ufer- und Auenrenaturierungen am Beispiel der Lippe

Kathrin Januschke¹; Mathias Scholz²; Daniel Hering¹; Damien Biehs¹; Ramona Braun³; Annika Hartges¹; Carolin Schüttenberg¹; Friedrich Darnstaedt⁴; Georg Rieland⁴; Veronika Ullmann⁵; Andrea Rumm⁶; Klaus Groh⁶; Barbara Stammel⁵

¹ Universität Duisburg-Essen; ² Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH (UFZ); ³ Universität Duisburg Essen; ⁴ Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt; ⁵ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ; ⁶ Büro Beratender Dipl.-Biol. KLAUS GROH

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Anzahl an Renaturierungsmaßnahmen in Fließgewässern und deren Auen aus naturschutzfachlichem Anlass, zur Umsetzung der Wiederherstellungsverordnung, der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), zum Zwecke des Hochwasserschutzes sowie im Rahmen des Bundesprogramms „Blaues Band Deutschland“ steigt der Bedarf an standardisierten Erfolgskontrollen, um die „biologische Wirksamkeit“ von Renaturierungen zu messen. Mit der im Jahr 2023 veröffentlichten Handlungsempfehlung (Januschke et al., 2023) steht das sogenannte BioAu-Verfahren als praktische Anwendung für die Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen zur Verfügung. Die Bewertung erfolgt anhand der Habitatausstattung und Kenngrößen für die fünf Artengruppen Gefäßpflanzen, Land- und Wassermollusken, Laufkäfer, Amphibien und Vögel. Im aktuellen Vorhaben „BioAu Praxistest“ wird:

- das BioAu-Verfahren anhand von bestehenden Monitoring-Daten validiert und weiterentwickelt, weitere Daten an Flussufern und in Flussauen unterschiedlicher Naturräume neu erhoben und mit dem Verfahren bewertet,
- Empfehlungen für standardisierte Erfassungsmethoden für die o.g. Organismengruppen entwickelt, die eine praxistaugliche Erfolgskontrolle von Maßnahmen sowie einen bundesweiten Vergleich von Renaturierungserfolgen in Auen ermöglichen,
- eine Handlungsempfehlung verfasst und ein Online-Tool entwickelt, mit dem die AnwenderInnen zukünftig zeitsparend die BioAu-Ergebnisse berechnen können.

Die ersten Erfassungen und Bewertungen von Habitaten und Artengruppen erfolgten im Jahr 2024 in ausgewählten Auenabschnitten der Lippe in Nordrhein-Westfalen. Beprobt wurden fünf verschiedene Flächen mit einem Gradienten an Habitatvielfalt. Zwei der Gebiete waren Teil von umfangreichen Renaturierungsvorhaben des Lippeverbandes. Der Vortrag gibt einen Überblick über die ersten Ergebnisse und das weitere Vorgehen im Projekt.

S06 Auen in Forschung und Praxis

Erfolgskontrolle zur renaturierten Lenne im Bereich Hagen (ERKON Lenne 2025-27)

Jörg Drewenskus

Obere Wasserbehörde - Bezirksregierung Arnsberg

Im Juni 2024 wurde der 3. Bauabschnitt der Lennerenaturierung in Hagen (Nordrhein-Westfalen) abgeschlossen. Damit ergibt sich jetzt eine über 3 km lange Renaturierungsstrecke. Als bedeutende Maßnahme in NRW wird dieses Projekt seit dem Frühjahr 2025 mit einem umfangreichen biologischen Monitoring belegt. Die Untersuchungen erfolgen in den Jahren 2025-2027.

Erste Ergebnisse aus den Bereichen Uferlaufkäfer, E-Befischung, Vogelwelt, Flora sowie die wasserbauliche Historie der 1970er Jahre werden vorgestellt.

Da der Vorzustand nicht erfasst wurde, wird hilfsweise (Raum für Zeit) der unmittelbar nach oberstrom anschließende, nicht renaturierte Bereich, der den Ausbauzustand der Lenne vor der Maßnahmenumsetzung dokumentiert, mit entsprechenden Untersuchungen erfasst.

Morphologie Gewässer und Aue

Die Gewässerstrukturgütedaten wurde nach Kartieranleitung des LANUV NRW erhoben.

Monitoring der biologischen Entwicklung

Das Makrozoobenthos wird nach Perlodes, aquatische Makrophyten nach Phyllib und NRW-Verfahren klassifiziert. Die Bewertung der Fischfauna erfolgt über Elektrobefischungen und fiBS-Berechnungen.

Biotoptypen werden nach dem LANUV-Kartierschlüssel (2009) sowie Zusatzstrukturen und Gesellschaften erfasst.

Die Erfassung der Pflanzensippen sowie der Rote Liste-Pflanzenarten erfolgt flächendeckend mit halbquantitativen Angaben nach der LANUV-Zielartenmethode.

Zusätzlich wird die Vegetation von Ufer und Aue mittels Transekten und Dauerquadraten erfolgen. Es werden 2 Transekte pro Bauabschnitt mit jeweils 100 m Länge nach Braun-Blanquet mit jeweils 5 Probestellen sowie 11 Dauerflächen mit jährlicher Bestandserfassung eingerichtet, schwerpunktmäßig in den neu geschaffenen / entstandenen Biotopflächen (Schotterflächen, Sekundäraue, etc.).

Die Avifauna erfolgt in 5 Durchgängen zur Erfassung auentypischer Zielarten:

- Arten der Steilwände und Uferabbrüche: Eisvogel, Uferschwalbe
- Art offener Schotterbänke: Flußregenpfeifer
- Arten der Röhrichte und wassernaher Gehölz- und Baumbestände: Pirol, Kleinspecht, Nachtigall, Kuckuck, Rohrsänger, Krick-, Knäk-, Schnatter-, Löffelente.

Die detaillierte Erfassung der Laufkäfer erfolgt in 3 Expositionsphasen von je 3 Wochen mit 3 Begehungen.

Des Weiteren werden die Land-Mollusken, Libellen, Stechimmen und Spinnen erfasst.

S06 Auen in Forschung und Praxis

Vom Abwasserkanal zur grünen Oase? - Wie sich die Auen- und Makrophytenvegetation in einem renaturierten urbanen Bachsystem entwickelt hat

Cornelia Sophie Wagner; Daniel Hering; Armin W. Lorenz

Universität Duisburg-Essen

Fließgewässer und Auen gehören zu den weltweit am stärksten von menschlichen Eingriffen beeinträchtigten Ökosystemen, was zur Veränderung ökologischer Prozesse und Verlust an Lebensraum- und Artenvielfalt führt. Renaturierungen sind daher essenziell, um die Funktionalität dieser Systeme wieder herzustellen. Ein Paradebeispiel ist das Boye-System im Emscher Einzugsgebiet, welches über Jahrzehnte als offener Abwasserkanal diente, seit 2017 abwasserfrei ist, und mittlerweile auf langen Strecken hydromorphologisch naturnäher gestaltet wurde.

Um die Effekte dieser Maßnahmen auf die Makrophyten und Auenvegetation zu untersuchen wurden im Jahr 2023 insgesamt 22 Probestellen im Boye-System kartiert. Diese wurden nach verschiedenen Renaturierungsaltern, sowie in abwasserfreie und naturnahe Referenzstellen eingeteilt. Der Fokus der Analysen lag auf dem Einfluss des Renaturierungsalters auf Diversitätsindizes und ausgewählte Traits (z.B. Strategietypen), sowie den Ergebnissen der Bewertungsmethoden Phylib (Makrophyten) und BioAu (Auenvegetation).

Insgesamt wurden 291 Pflanzenarten erfasst, darunter 10 Rote Liste-Arten und 31 Neophyten. Die ökologische Zustandsklasse (ÖZK) der Makrophyten war meist „mäßig“, nur die naturnahen Referenzstellen wiesen eine „sehr gute“ ÖZK auf. 9 der insgesamt 72 erfassten Makrophyten-Arten sind bewertungsrelevant. Für die Auenvegetation sind 185 der insgesamt 277 erfassten Arten nach dem BioAu-Verfahren auenabschnittstyp-spezifisch und damit besonders wertgebend. Das Renaturierungsalter hat keinen eindeutigen Einfluss auf die Artenzahlen, BioAu-Kenngrößen und Diversitätsindizes. Nur die jungen Renaturierungen unterschieden sich von den anderen, mit höheren Artenzahlen sowie mehr Pionierarten. Insgesamt dominierten jedoch Konkurrenz-Stress-Strategen (Makrophyten) und Konkurrenzstrategen (Auenvegetation).

Die Ergebnisse zeigen, dass selbst stark überformte urbane Gewässer durch Renaturierungsmaßnahmen ökologisch aufgewertet werden können. So dient das Boye-System heute - trotz weiterhin bestehender urbaner Herausforderungen - als Refugium für zahlreiche, teils bedrohte Pflanzenarten.

S06 Auen in Forschung und Praxis

Wie der Flussausbau die Resilienz von Auengewässern im Klimawandel mindert

Luisa Coder; Andreas Musolff; Yvonne Rosenlöcher; Prof. Kay Knöller; Jörg Tittel

UFZ - Helmholtz Centre for Environmental Research

Klimawandel und anthropogener Flussausbau verändern die Wasserqualität und Stabilität von Au-Ökosystemen. Trotz vielfältiger Maßnahmen zum Gewässerschutz konzentrieren sich Managementstrategien bislang vor allem auf größere Gewässer, während kleinere, abgetrennte Auengewässer kaum berücksichtigt werden – obwohl sie als Lebens- und Retentionsräume eine wichtige Rolle spielen.

Basierend auf unserer vorangegangenen Studie über Auengewässer an der mittleren Elbe stellten wir die Hypothese auf, dass in kleineren, abgetrennten Gewässern der Sauerstoffhaushalt primär durch den Sauerstoffverbrauch des Sediments bestimmt wird – insbesondere bei Niedrigwasser – und weniger, wie häufig angenommen, durch Photosynthese-Aktivität im Wasserkörper.

Zur Prüfung dieser Hypothese untersuchten wir zwei Abschnitte eines ehemaligen Hauptarms der Elbe: den dauerhaft angeschlossenen Mönchsgraben (MG) und die durch einen Deich vollständig abgetrennte Kreuzhorst (KH). Dieses Setting ermöglichte es, die Effekte der Abtrennung unter ansonsten vergleichbaren Bedingungen hinsichtlich Morphometrie, Lage und Grundwasserzufluss zu analysieren.

Zwischen 2022 und 2024 erfassten wir biogeochemische Parameter mit hoher zeitlicher Auflösung (u.a. Chlorophyllfluoreszenz, Sauerstoffsättigung, Temperatur) unter verschiedenen hydrologischen Bedingungen – inklusive Hochwasser und extremer Dürre.

Die Sauerstoffsättigung schwankte in MG zwischen 26% und 329%, in KH zwischen 0% und 228%. Kritisch niedrige Sauerstoffsättigungen unter 20% wurden ausschließlich in KH beobachtet und traten dort in 4,3% der Messungen auf. In Elbe und MG bestand eine erwartbare signifikant-positive Korrelation zwischen gelöstem Sauerstoff und Chlorophyllfluoreszenz ($p < 0,0001$). In KH dagegen fehlte dieser Zusammenhang vollständig ($p = 0,656$).

Wir führen die Unterschiede auf einen erhöhten Sauerstoffverbrauch des Sediments im abgetrennten Gewässer zurück: Organisch reiches Feinsediment begünstigt dort die Sauerstoffzehrung, während regelmäßige Überschwemmungen im angeschlossenen Gewässer Feinsediment austragen und dessen Einfluss begrenzen.

Unsere Ergebnisse unterstreichen die besondere Anfälligkeit für niedrige Sauerstoffsättigung kleiner, abgetrennter Auengewässer – ein Risiko, das sich durch fortschreitenden Flussausbau und sinkende Wasserstände infolge des Klimawandels weiter verschärft.

S07 Ökologische Durchgängigkeit großer Flüsse

Konnektivitätsverlust in Flussnetzwerken: Erkenntnisse aus Analysen der longitudinalen, lateralen und temporalen Dimension

Johannes Kowal; Andrea Funk; Gertrud Haidvogel; Severin Hohensinner; Thomas Hein

BOKU - University of Natural Resources and Life Sciences Vienna

Die Fragmentierung von Flussnetzwerken durch Querbauwerke sowie die hydromorphologische Simplifizierung des Flussverlaufs infolge von Uferverbauungen und Begradigungen haben Flusslandschaften grundlegend verändert. Der daraus resultierende Verlust an Habitaten und deren Vernetzung, zusammengefasst als Konnektivitätsverlust, hat die ökologische Integrität von Flussökosystemen erheblich beeinträchtigt. Um dieses komplexe Problem umfassend zu verstehen, ist es essenziell, nicht nur einzelne Dimensionen zu berücksichtigen. In diesem Vortrag präsentieren wir Erkenntnisse aus Analysen der longitudinalen, lateralen und temporalen Dimension, wobei wir mithilfe von Netzwerkanalysen sowohl strukturelle als auch funktionelle Aspekte spezifisch für verschiedene Organismengruppen berücksichtigen.

Anhand eines großräumigen Fallbeispiels – der Donau in Österreich und ihrer Zubringer – untersuchen wir den Status quo der Konnektivität. Dies erfolgt auf Basis eines dendritischen Flussnetzwerks (longitudinal Dimension), kombiniert mit detaillierten Informationen zur Position von Barrieren und einem systematischen Ansatz zur Einstufung ihrer Passierbarkeit. Darüber hinaus analysieren wir, wie sich die longitudinale Konnektivität aus der Perspektive einer typischen Wanderfischart (*Chondrostoma nasus*) seit Beginn des 20. Jahrhunderts verändert hat (temporale Dimension) und welche Implikationen sich daraus für Wiederherstellungsziele ableiten lassen. Zusätzlich betrachten wir, wie sich Veränderungen der Konnektivität in Bezug auf Seitenarme und andere Gewässerkörper der Auen (laterale Dimension) seit dem Beginn des 19. Jahrhunderts in einem großen Teil des Untersuchungsgebiets auf verschiedene Organismengruppen ausgewirkt haben.

Die Ergebnisse der einzelnen Analysen werden im Hinblick auf die Gesamtheit der Veränderungen der Konnektivität diskutiert. Dabei beleuchten wir die Rolle von Datenverfügbarkeitsbeschränkungen und ziehen Schlussfolgerungen für die zukünftige Nutzung und Renaturierung von Flusslandschaften.

S07 Ökologische Durchgängigkeit großer Flüsse

Beurteilung der Langzeitentwicklung von Fischbeständen durch Monitoring frei fließender und staugeregelter Bundeswasserstraßen

Nicole Scheiffhacken; Christian von Landwüst; Wilko Heimann; Steffen Wieland

Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde berät die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) bei der Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit und der (Teil-) Revitalisierung von Habitaten in Bundeswasserstraßen. Als Grundlage zur Beurteilung der langfristigen Entwicklung von Fischbeständen wurde 2015 ein Fischmonitoringkonzept im Mittelrhein, in der Mosel und in der Lahn etabliert und seither jährlich durchgeführt.

Der Fokus liegt auf charakteristischen Typen der Bundeswasserstraßen mit frei fließenden (Rhein) und stauregulierten Strecken (Mosel, Lahn) sowie verschiedenen Nutzungen mit Berufsschifffahrt (Rhein, Mosel) und Freizeitschifffahrt (Lahn). Diese wirken sich aufgrund des Ausbaus, der Unterhaltung und der hydraulischen Auswirkungen der Schifffahrt unterschiedlich auf die Habitatausstattung aus. Zudem werden in Mosel und Lahn sowohl rheinnahe als auch rheinferne Probestrecken untersucht, um zukünftige Veränderungen der Fischbestände nach sukzessiver Verbesserung der Fischdurchgängigkeit über mehrere Querbauwerke hinweg erfassen zu können.

Die Ergebnisse des Monitorings sollen dazu beitragen, die Einflüsse langfristiger Entwicklungen (z. B. Klimawandel, Vordringen von Neobiota, Änderungen der schifffahrtlichen Nutzung, etc.) auf die Fischbestände zu erkennen. Im Vortrag werden die Konzeption des Monitorings und (erste) Entwicklungstendenzen im bisher zehnjährigen Untersuchungszeitraum 2015 bis 2024 vorgestellt.

S07 Ökologische Durchgängigkeit großer Flüsse

Fischbewegungen potamodromer Fische in großen Flüssen: Erkenntnisse aus einer Untersuchung im unteren Main mit akustischer Telemetrie.

Arne Rüter¹; Gersom Burghardt¹; Matthias Scholten; Matthias Pitsch

¹ Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Die Schifffahrt an großen Flüssen erfordert zahlreiche Wehre und Schleusenbauwerke, die für Fische und Neunaugen Wanderhindernisse darstellen. Der Main ist eine solche typische Bundeswasserstraße mit insgesamt 34 Stauanlagen. Die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung ist nach dem Wasserhaushaltsgesetz verpflichtet, am Main (wie an allen Bundeswasserstraßen) die ökologische Durchgängigkeit wiederherzustellen. Um Fragen zu den Fischwanderungen zu klären und eine fachlich solide Grundlage für Maßnahmen zur Durchgängigkeit zu schaffen, wurde am unteren Main von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) eine Fischbewegungsstudie mit Hilfe akustischer Telemetrie durchgeführt.

In der Stauhaltung Kostheim, die sich über eine Länge von 13 km vom Wehr Kostheim bis zum nächsten Wehr Eddersheim erstreckt, wurden 516 Individuen der fünf Fischarten Aland (*Leuciscus idus*), Rapfen (*Leuciscus aspius*), Nase (*Chondrostoma nasus*), Rotaugen (*Rutilus rutilus*) und Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) in 5 Kampagnen über 3 Jahre mit aktiven akustischen Transmittern besendert und ausgesetzt. Die Fische wurden an 9 Stationen entlang der Strecke mit presence/absence Telemetrie erfasst. Zusätzlich machten es im Oberwasser vom Wehr Eddersheim installierte Empfänger möglich, den weiteren Aufstiegsweg zu verfolgen.

Die Datenanalyse fokussierte auf die räumliche Nutzung der Stauhaltung Kostheim durch die fünf untersuchten Fischarten. Aufstiegsraten über das Wehr Eddersheim wurden berechnet und die Aufstiegswege zugeordnet. In der Stauhaltung konnten laterale Strukturen als wichtig für die Fischpräsenz identifiziert werden. Darüber hinaus wurde versucht, Zusammenhänge zwischen Wanderbewegungen, Temperatur und Abflussänderungen herzustellen.

S07 Ökologische Durchgängigkeit großer Flüsse

Fischabstieg an Querbauwerken in großen, schiffbaren Flüssen

Simon Geist¹; Martin Zaschke²; Detlev Ingendahl¹

¹ Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG); ² Bundesanstalt für Wasserbau

Die großen schiffbaren Flüsse Deutschlands wie Main, Mosel, Neckar und Donau, werden als Bundeswasserstrassen von der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) des Bundes betreut. Diese ist rechtlich auch dazu verpflichtet, die ökologische Durchgängigkeit wiederherzustellen, soweit sie die Querbauwerke in öffentlicher Hand betrifft (i.d.R. Wehre und Schleusen). Dies schließt sowohl Maßnahmen für den Fischeaufstieg als auch für den Fischabstieg mit ein, um eine longitudinale Wanderung von diadromen und potamodromen Fischarten in beide Richtungen zu ermöglichen.

Da in den kommenden Jahren viele Wehre und Schleusen saniert oder gar neu gebaut werden müssen, muss die WSV abschätzen können, ob der Fischabstieg an diesen Anlagen potenziell behindert sein könnte oder ob das Risiko von Fischmortalität besteht. Beides würde zusätzliche Maßnahmen und Investitionen erfordern, um die Fische beim Abstieg zu unterstützen.

Zu diesem Zweck haben die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) und die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) ein „Statistisches Verfahren zur Modellierung des Fischabstiegs an Stauanlagen“ entwickelt (SMF-Verfahren). Mit der modellgestützten Anwendung wird ermittelt in welchem Umfang Fische über die betroffenen Bauwerke abwandern und wie sich bauliche und betriebliche Maßnahmen auf den Fischabstieg auswirken.

Das SMF-Tool wird im Vortrag anhand von aktuellen Beispielen vorgestellt. Die zugrunde liegenden und zum Teil auf Expertenwissen beruhenden Annahmen und Ansätze zur Validierung und Weiterentwicklung des Verfahrens werden diskutiert. Beispielhaft werden Forschungsansätze vorgestellt, um die vorläufigen Annahmen in Zukunft mit konkreten, wissenschaftlichen Erkenntnissen zu hinterlegen.

S07 Ökologische Durchgängigkeit großer Flüsse

Fischwanderung über eine Fischaufstiegsanlage - Erkenntnisse aus radiotelemetrischen Untersuchungen

David Nijssen¹; Nicole Scheifhacken¹; Damien Sonny²; Falko Wagner³; Daniel Schmidt⁴; Matthias Pitsch¹; Cornelia Schütz¹; Matthias Scholten¹

¹ Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG); ² Profish Technology; ³ Institut für Gewässerökologie und Fischereibiologie; ⁴ team ferox GmbH

In großen, schifffahrtsgeprägten Flüssen unterbrechen Querbauwerke (Wehre, Schleusen, Wasserkraftanlagen) die ökologische Durchgängigkeit. Häufig ist hier der Bau von Fischaufstiegsanlagen (FAA) die einzig machbare Maßnahme, um die longitudinale Fischwanderung zu ermöglichen. Verschiedene Studien haben jedoch gezeigt, dass viele FAA nur mit Einschränkung oder in Teilen gut funktionieren, vor allem wenn die gesamte Fischartengemeinschaft berücksichtigt werden soll.

Mit Radiotelemetrie lässt sich verfolgen, ob und wie Fische eine FAA nutzen und ob die Anlage Defizite aufweist. Dies stellen wir am Beispiel einer Studie der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) an einer Vertical-Slot FAA in Malliß (Müritz-Elde-Wasserstraße) vor. Mit insgesamt dreizehn Telemetrieantennen wurden die Bewegungen von 250 besenderten Fischen (Rotaugen, Döbel, Brachse, Flussbarsch) aus dem Unterwasser, durch den Einstieg der FAA bis ins Oberwasser verfolgt.

Es konnten dabei mehrere Defizite der FAA festgestellt werden. Sowohl bei der Auffindbarkeit, als auch bei der Passierbarkeit wurden Abbrüche der Fischwanderung dokumentiert. Auf Basis der Untersuchungen konnten Vorschläge für die bauliche Verbesserung der Anlage gemacht werden.

Wir präsentieren die Ergebnisse und diskutieren welche Vor- und Nachteile Radiotelemetrie bei der Bewertung und Funktionskontrolle von FAA hat, insbesondere hinsichtlich untersuchbarer Fischarten sowie Kosten und Aufwand der Untersuchungen. Potenzielle alternative oder ergänzende Methoden werden vorgestellt.

S07 Ökologische Durchgängigkeit großer Flüsse

Videobasiertes Langzeitmonitoring von Fischen an Fischaufstiegsanlagen in Bundeswasserstraßen

Bernd Mockenhaupt; Nicole Scheifhacken; Cornelia Schütz

Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) berät die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) bei der Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit an Bundeswasserstraßen. Als Grundlage zur Beurteilung der langfristigen Entwicklung von Fischwanderungen wird seit 2011 ein Fischzählsystem an der unteren Mosel betrieben. Die Staustufe Koblenz / Mosel ist das erste Wanderhindernis für Fische und Neunaugen, die aus dem Rhein in die Mosel einwandern. Dort wurde 2011 eine neue Fischaufstiegsanlage errichtet, die als "Schlitzpass" die 6 m Fallhöhe mit 39 Becken auf insgesamt ca. 220 m Länge überwindet.

Die BfG betreibt seit Inbetriebnahme der Anlage dort ein videobasiertes Monitoringsystem für Fische („Fischzähler“). Der ursprünglich für Lachse konzipierte Fischzähler wurde im Laufe der Jahre von der BfG auf die standörtlichen Bedingungen der Mosel (Trübung, kleine Fischarten) optimiert. Insgesamt wurden zwischen 2011 und 2020 mehr als 600.000 aufsteigende Individuen aus 39 Arten registriert. Die Auswertungen der Daten zu diadromen und potamodromen Arten für die Jahre 2011-2020 werden vorgestellt und diskutiert. Zudem werden besondere, exemplarische Ergebnisse gezeigt, wie beispielsweise 2013 der erste Maifisch, der seit über 60 Jahren in der Mosel nachgewiesen werden konnte.

Als neueste Optimierung des Fischzählers wurden die Daten für die Entwicklung einer automatisierten Auswertung (KI Tool) genutzt, um zukünftig die aufwändige, händische Sichtung der Videos zu minimieren. Die KI wurde in einem FuE Projekt der BfG mit der technischen Universität Tallinn entwickelt und trainiert. Ziel ist es, die Fische in den Unterwasservideos nach Fischart, Größe und Verhaltensweise zu klassifizieren. Die entwickelten KI Modelle sowie die dazugehörige Web-App werden vorgestellt. Sie werden nach Projektende als open source Anwendung und zur Weiterentwicklung an anderen Standorten zur Verfügung stehen.

S07 Ökologische Durchgängigkeit großer Flüsse

Restoring Systems, not Sites: Eine Systemökologie für die Renaturierung von morgen

Thomas Wendt

Universität Strasbourg

Trotz intensiver Anstrengungen und zahlreicher Projekte zur Flussrenaturierung entlang des Oberrheins bleibt die Frage offen, in welchem Umfang die angestrebten ökologischen Funktionen tatsächlich wiederhergestellt werden. Der Vortrag widmet sich der systematischen Betrachtung dieser Problematik anhand ausgewählter Beispiele aus dem Untersuchungsraum. Im Fokus stehen drei wiederkehrende Spannungsfelder: strukturell sichtbare, aber funktional unzureichende Maßnahmen; das bislang kaum ausgeschöpfte Potenzial eigendynamischer Entwicklungsprozesse; sowie persistente Zielkonflikte, die selbst gut gemeinte hydrologische Eingriffe in ihrer Wirksamkeit begrenzen.

Diese Fallbeobachtungen verweisen auf grundlegende Herausforderungen in der gegenwärtigen Planungspraxis: die strukturelle Fixierung vieler Projekte, zu enge zeitliche Bewertungshorizonte und eine systematische Unterschätzung prozesshafter Dynamik im Gewässerumfeld. Im Vortrag sollen diese Aspekte nicht nur kritisch beleuchtet, sondern in einen weiterführenden Dialog über die Zukunft funktional wirksamer Renaturierung eingebettet werden. Ziel ist es, über die bestehenden methodischen und institutionellen Grenzen hinauszudenken und Impulse für ein integratives, prozessorientiertes Verständnis von Flusslandschaften zu setzen.

S08/S09 Renaturierung und Bewertung von Gewässern

Hehre Ziele, wenig Evidenz? Auf dem Weg zu einem ganzheitlichen Effekt-Monitoring naturbasierter Gewässerlösungen

Sebastian Birk

Universität Duisburg-Essen

Naturbasierte Lösungen (NbS) versprechen nicht nur ökologische, sondern auch gesellschaftliche Mehrwerte für die Wiederherstellung von Gewässerökosystemen. Doch hehre Ziele allein reichen nicht – es braucht Evidenz. Im MERLIN-Projekt wurde ein umfassendes Monitoring-Framework entwickelt, das den Effekt von Gewässerrenaturierungsmaßnahmen erfasst. Durch die Integration der Theory of Change, adaptiven Managementansätzen und transdisziplinärem Wissen wird der Weg von Vision zu Nachweis geebnet. Dieser Beitrag zeigt, wie MERLIN die Komplexität der NbS-Wirkungen adressiert, partizipative und standardisierte Monitoringprozesse kombiniert und so einen Beitrag zur Skalierung von Gewässerwiederherstellung in Europa leistet. Dabei werden Erfahrungen aus 17 Fallstudien präsentiert und zentrale Herausforderungen für ein ganzheitliches Effekt-Monitoring diskutiert.

S08/S09 Renaturierung und Bewertung von Gewässern

Warum Gewässer in Deutschland keinen guten Zustand erreichen

Stephan von Keitz

Gewässerrelevante Themen werden seit Jahrzehnten auf EU-Ebene geregelt. Das ist fachlich sinnvoll und soll u.a. auch zu einer Vergleichbarkeit der Ergebnisse unter den Mitgliedstaaten führen. EU-weite Auswertungen der EEA zeigen, dass Deutschland das Ziel der Wasserrahmenrichtlinie, die Gewässer wieder in einen guten Zustand zu bringen, bislang an nur weniger als 10% erfüllt. Auffallend ist, dass viele MS bessere Ergebnisse erzielen. Im EU-Durchschnitt befinden sich rd. 40% der Oberflächenwasserkörper in einem sehr guten oder guten Zustand, darunter Länder mit vergleichbaren Belastungen und Bevölkerungsdichten wie Belgien (rd. 30%) oder Italien (45%).

S08/S09 Renaturierung und Bewertung von Gewässern

Harmonisierung von Diatomeen-Taxalisten, die auf Morphologie und molekularen Daten basieren

Wolf-Henning Kusber; Nélida Abarca; Oliver Skibbe; Regine Jahn; Jonas Zimmermann

Freie Universität Berlin, Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin

Diatomeen (Kieselalgen) sind Indikatoren für den Gewässerzustand und wesentlicher Bestandteil der Biozönosen aller Biotop- und Gewässertypen. Primär für angewandte Fragestellungen wie Umweltmonitoring und Gewässerbewertungen nach der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie wurde die Bundestaxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands erstellt. Ihre Aufgabe besteht darin, Taxa zu listen und mit einem Identifier zu versehen. Die sogenannten DV-Nummern sind mit akzeptierten wissenschaftlichen Namen von Taxa verknüpft, die anhand von Datenbanken, Bestimmungswerken und Forschungsliteratur verifizierbar sind. Seit den frühen 2000er Jahren werden die Metadaten zu diesen Namen kontinuierlich verbessert und aktuell werden Bestimmungsreferenzen mit den ihnen entsprechenden Abbildungen in die Bundestaxaliste eingepflegt. Die Teillisten der Mikroalgen, inklusive der Diatomeen, wurden ausschließlich anhand lichtmikroskopischer Merkmale nach der zeitgenössischen Bestimmungsliteratur erstellt und in der Vergangenheit nicht regelmäßig aktualisiert. Unabhängig von der Bundestaxaliste ist auf europäischer Ebene inzwischen eine Referenzdatenbank für Diatomeen („Diat.barcode“) anhand molekularer Sequenzdaten („Barcodes“) entstanden, in die auch Daten aus deutschen Projekten (z.B. GBOL Diatomeen-Projekt am Botanischen Garten Berlin) einfließen. Zwischen beiden Datensammlungen gibt es große Überschneidungen, sie sind aber bisher selten miteinander verknüpft worden. Die Möglichkeit der Harmonisierung beider Datensammlungen wird hier anhand konkreter Beispiele dargestellt und in Bezug auf Geltungsbereich, Bestimmungstiefe und Datenqualitätsaspekte diskutiert.

S08/S09 Renaturierung und Bewertung von Gewässern

Linking the recovery of stream invertebrate community composition and associated ecosystem functionality – implications for restoration success

Prof. Patrick Fink¹; Julia Pasqualini²; Christine Anlanger³; Daniel Von Schiller⁴; Isabel Munoz⁴; Francesc Sabater⁴; Andrea Butturini⁴; Margarita Menendez⁴; Clara Mendoza-Lera³; Andreas Lorke³; Markus Weitere²; Mario Brauns²

¹ Universität zu Köln; ² Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ; ³ RPTU Kaiserslautern-Landau; ⁴ Universitat de Barcelona

Restoration approaches to improve the hydromorphology of streams are increasing worldwide, but often fail to recover biodiversity and ecosystem functionality. One reason might be that many restoration measures are undertaken at the reach scale, which may not be the relevant spatial scale for the activity invertebrates that mediate crucial ecosystem functions. Here, we investigate the relationship between the restoration of hydromorphology after dam removal in streams in Germany and Spain and the recovery of macroinvertebrate biodiversity and their associated ecosystem functions. Our data indicate that while restoration measures associated with dam removal are often successful in restoring animal biodiversity and community composition, this does not necessarily come with a complete recovery ecosystem functioning related to those organisms. As the recovery of functionality gains attention as a key objective of ecosystem restoration, a holistic perspective covering not only structural, but also functional variables is thus essential for evaluating the success or failure of restoration measures. Ultimately, understanding the linkages between hydromorphological heterogeneity, biodiversity and associated ecosystem functions is crucial for successful and sustainable restoration measures.

Can restoration compensate for the adverse effects of climate change on stream ecosystems?

Mario Brauns¹; Markus Hentschel²

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ ; ² Technische Universität Dresden (TU Dresden)

Climate change creates new challenges for restoring freshwater ecosystems, and the costs of achieving the desired restoration targets are rising. One key question of restoration management is whether necessary tools exist and if available restoration methods are suitable for restoring the resilience of streams and rivers to climate change. To address this question, we surveyed practitioners involved in freshwater restoration and conducted a systematic literature review to synthesize the available scientific evidence on ecological restoration and climate change. The survey, which included 71 practitioners from four countries, revealed that despite having significant experience in restoration, there is limited empirical experience with climate change-related restoration. More than 70% of practitioners felt that neither hydromorphological nor biological reference conditions adequately consider the effects of climate change on restoration, regardless of their country of origin. Additionally, 61% of practitioners expressed that they feel unable to carry out climate change-specific restoration projects, and they called for specific manuals, guidelines, and models to help them understand how measures will develop under different climate scenarios. Interestingly, there is limited empirical support for this need for more scientific guidance, as our literature review found only nine studies with 53 effect sizes that described biodiversity responses to stream restoration in the context of climate change. Moreover, there was a significant difference between the effect sizes of experimental and modeling studies, with the latter showing significant improvements in biodiversity. In contrast, experimental studies showed no improvement or reduced biodiversity following climate-change-specific restoration. Based on these knowledge gaps, we propose areas for future research to improve the effectiveness of river restoration in mitigating climate change impacts.

Exploring the response of large river basin hydrology to climate change and human activities

Sabab Ali Shah

Northwest Institute of Ecology, Environment and Resources, Chinese Academy of Sciences

The water cycle plays a pivotal role in shaping both physical and ecological processes on Earth, significantly influencing the survival of living organisms—especially humans. As a key component of this cycle, streamflow is critical, and its fluctuations can lead to hydrological disasters. Hence, precise estimation and prediction of streamflow variability are essential. Studies worldwide have demonstrated that shifts in streamflow result from the combined influence of climate and human activities. This study investigates the effects of climate variability and human activities on streamflow in South Korea's Han River Basin. Using observed streamflow data, it employs breakpoint detection, trend analysis, and hydrological sensitivity methods to assess these influences. A change point in the hydrological time series was identified in 1997. Based on this change point, the time series was segmented into pre-change (prior to 1997) and post-change (after 1997) periods. Trend analysis of hydro-meteorological parameters using the ITA method revealed a transition from decreasing to increasing trends during the post-change period. This shift may be attributed to land use and land cover changes, as evidenced by a significant decline in forest and agricultural areas (from 33% to 10%) coupled with a 32% expansion of urbanized areas during the post-change period. Quantification of Streamflow Response to Climate and Human Impacts in the Han River Basin: The relative contributions of climate variability and anthropogenic activities to streamflow alterations were assessed through change-point analysis, hydrological sensitivity analysis, and a separation framework in the Han River Basin watershed. Our analysis revealed: Climate-driven Changes: A marked climatic shift (increased annual precipitation by 207 mm/year coupled with decreased potential evaporation) significantly influenced watershed hydrology during the post-change period (1997-2016). Dominant Factors: Climate variability emerged as the primary driver (72% contribution) of streamflow changes, though anthropogenic impacts showed increasing influence (28%) in recent decades. Emerging Risks: Rapid urbanization and land-use changes threaten to exacerbate hydrological extremes, potentially leading to watershed-scale disasters. These findings underscore the need for integrated water resource management strategies that simultaneously address climate adaptation and human activity regulation to enhance watershed resilience.

S08/S09 Renaturierung und Bewertung von Gewässern

Restaurierungspotentiale und -grenzen eines dystrophen, anthropogen überformten Sees mit ehemals typischer Ausprägung des Lebensraumtyps 3110 – ein Praxisbeispiel

Thomas Walter

Institut Nowak GmbH & Co. KG

Natürliche nährstoffarme, dystrophe Gewässer sind in Niedersachsen selten und zunehmend der Eutrophierung ausgesetzt. Dazu zählt auch der etwa 4,5 ha große Otterstedter See im Landkreis Verden, der am Ende der letzten Eiszeit entstand.

Die Nährstoffkonzentration des ehemals oligotrophen Sees, der dem Lebensraumtyp 3110 (sehr nährstoff- und basenarme Stillgewässer der Sandebenen mit Strandlings-Gesellschaften) entsprach, stieg im Laufe der Zeit infolge natürlicher Alterungsprozesse sowie durch anthropogene Einflüsse und der See befindet sich heute in einem eutrophen Zustand. Neben der Nutzung als Bade- und Angelgewässer wirkte sich insbesondere die ufernahe Bebauung mit der Einleitung von teils unbehandeltem Abwasser bis in die 1970er Jahre negativ auf das Gewässer aus. Die für diesen Lebensraumtyp charakteristische submerse Vegetation ist nicht mehr nachweisbar.

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie wurden chemische und biologische Parameter im See und dessen Einzugsgebiet erfasst und ausgewertet. Die Ergebnisse mündeten in einem Restaurierungskonzept.

Der Vortrag stellt die zentralen Ergebnisse der Machbarkeitsstudie vor und diskutiert, inwiefern anthropogen überprägte dystrophe Seen saniert und der ursprüngliche Charakter des Lebensraumtyps wiederhergestellt werden können. Dabei werden sowohl Möglichkeiten als auch Grenzen der Sanierung kritisch beleuchtet.

S08/S09 Renaturierung und Bewertung von Gewässern

Bewertung im Trockensten? Herausforderungen durch regelmäßig trockenfallende Fließgewässer in der WRRL-Bewertung

Nina N. Kaiser¹; Elias Schmidt²

¹ Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG); ² Hochschule Darmstadt

Immer mehr Fließgewässer in Hessen fallen infolge veränderter klimatischer und hydrologischer Bedingungen regelmäßig trocken – mit weitreichenden ökologischen und bewertungsbezogenen Konsequenzen. In einem aktuellen Projekt wurde erstmals systematisch erfasst und kartiert, welche Gewässer in Hessen regelmäßig trockenfallen. Aufbauend auf dieser Erhebung wurden biologische Bewertungsdaten (Makrozoobenthos, Fische, Makrophyten) analysiert, um mögliche Zusammenhänge zwischen Trockenfallen und Veränderungen im ökologischen Zustand zu identifizieren.

Zudem wurde die zum Januar 2025 neu eingeführte TFG-Kategorie (Trockenfall-Gewässer) in Perloides auf ihre Anwendbarkeit in der Bewertungspraxis geprüft. Im Vortrag werden erste Erfahrungen mit der Umwidmung von Fließgewässertypen vorgestellt sowie offene Fragen im Umgang mit nicht-perennierenden Gewässern im Rahmen der WRRL diskutiert.

S10 Herausforderungen durch den Biber in der Gewässerbewertung und im Management

Konflikte und Naturschutzaspekte im Bibermangement - Ein Überblick

Lutz Dahlbeck

Biologische Station im Kreis Dören e.V.

Eine der Ursachen, die bisher kaum betrachtet wurde, ist das in Deutschland verbreitete „Gold-Plating“, also dem Umgang mit den eingeräumten Ermessensspielräumen bei der Umsetzung von EU-Richtlinien durch nationale Verschärfungen. Dies soll am Beispiel Quecksilber verdeutlicht werden: Chemisch sind alle deutschen Oberflächengewässer aufgrund der flächendeckenden Überschreitung der Zielvorgabe bei Quecksilber im schlechten Zustand. Die Mehrheit der EU-Länder schneidet besser ab: In rund 38 Prozent der Gewässer ist der Zustand gut, und das, obwohl kaum ein anderer Stoff sich so ubiquitär verbreitet wie Quecksilber. Dabei sind auch Überschreitungen bei einer der anderen nach WRRL relevanten Schadstoffe berücksichtigt. Hg-Messungen sind gemäß Richtlinie in „Biota“ durchzuführen. Deutschland hat sich hierbei auf Fische festgelegt. Da diese in der Nahrungspyramide höher stehen, sind sie deutlich stärker mit Schadstoffen belastet als beispielsweise Muscheln – die in den meisten anderen EU-Staaten als Probenorganismus genutzt werden. Während die Messung in Fischen praktisch immer zu einer Überschreitung der Vorgabe führt, weisen die Wasserkörper der weitaus überwiegenden Mehrzahl anderer Mitgliedsstaaten keine oder nur vereinzelte Hg-Überschreitungen auf, und das bei weitgehend gleicher Belastung. Dies zeigt, dass die in DE z.T. vorgenommenen strengeren Auslegungen zu einer Verzerrung der öffentlichen Wahrnehmung und folgend zu finanziellen Fehlallokationen führt.

S10 Herausforderungen durch den Biber in der Gewässerbewertung und im Management

Die Wiederansiedlung des Bibers in Hessen, großer Säuger mit Klimaanpassungs- und Konfliktpotential

Anke Uhl

Regierungspräsidium Darmstadt

Vorläufige Monitoringdaten deuten drauf hin, dass sich die Zahlen im laufenden Bewirtschaftungszyklus nicht erkennbar verbessern dürften. Ob dies ein landessweites Spezifikum ist oder sich auch in anderen Bundesländern darstellt ist noch nicht klar. Betroffen sind insbesondere die Bewertungsergebnisse für Diatomeen und Fische. Gründe mögen die z.T. noch nicht umgesetzten Maßnahmen sein. Allerdings ist verwunderlich, warum nach den erheblichen Kraftanstrengungen in den Gewässerschutz keine signifikante Verbesserung der Monitoring-Ergebnisse zu erkennen ist.

S10 Herausforderungen durch den Biber in der Gewässerbewertung und im Management

Aktuelle Entwicklungen zur Ausbreitung des Bibers in Hessen und mögliche Effekte auf den ökologischen Zustand von Gewässern

Nina N. Kaiser; Jessica Rosenbaum

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG)

Die Rückkehr des Bibers (*Castor fiber*) ist eine der bemerkenswerten Erfolgsgeschichten im mitteleuropäischen Artenschutz. Auch in Hessen zeigt sich seit mehreren Jahren eine dynamische Ausbreitung der Art – mit wachsender Revierdichte, neuen Siedlungsgebieten und zunehmender landschaftsökologischer Relevanz. Der Vortrag gibt einen Überblick über aktuelle Trends und Prognosen zur Ausbreitung des Bibers in Hessen auf Basis aktueller Monitoringdaten und zeigt kartografisch auf, welche Gewässertypen besonders betroffen sind.

Im zweiten Teil wird der Frage nachgegangen, wie sich diese Entwicklung auf den ökologischen Zustand der besiedelten Gewässer auswirkt – sowohl auf Gesamtebene als auch mit Blick auf die Bewertungskomponenten Makrozoobenthos und Fische. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Biber durch die strukturelle Umgestaltung von Gewässern zu einer Verbesserung der ökologischen Bedingungen beitragen kann – etwa durch Habitatdiversifizierung, Laufveränderungen und die Förderung natürlicher Prozesse. Diese Hypothese wird anhand von Beispielen aus der Bewertungspraxis diskutiert und in Bezug zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie gesetzt.

S11 Groundwater Ecology in Transition: Challenges, Research, and the Need for Integrated Management

"Was wir nicht kennen, schützen wir auch nicht": Wahrnehmung und Bewertung von Grundwasserökosystemen in unterschiedlichen Akteursgruppen

Melina Stein; Heide Kerber

Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)

Die Nutzungsansprüche an das Grundwasser sind vielfältig: von Landwirtschaft, Wasserversorgung und Industrie bis hin zur Energiegewinnung. All das sind Akteursgruppen, in denen Grundwasser genutzt und/ oder Stoffe ins Grundwasser eingeleitet werden. Auswirkungen auf Grundwasserökosysteme sind die Folge. Die genannten Akteursgruppen besitzen somit eine zentrale Hebelfunktion für den Schutz des Grundwassers, von Grundwasserökosystemen und deren ökologischer Funktionen. Dabei ist kaum bekannt, inwieweit innerhalb dieser Gruppen überhaupt ein Bewusstsein für Grundwasserökosysteme und deren Relevanz besteht.

An diesem Punkt setzt die Interviewstudie an, die im Rahmen des BMBF-Projekts gwTriade durchgeführt wurde. Ziel der Interviewstudie „Zielvorstellungen Grundwasserökosysteme“ ist es, zu erheben, inwiefern bei Akteur*innen aus Landwirtschaft, Wasserversorgung, Industrie, Energiewirtschaft sowie in Behörden und Naturschutzverbänden ein Verständnis für Grundwasserökosysteme vorhanden ist, wie diese wahrgenommen und bewertet werden und welche Handlungsbereitschaften zum Schutz dieser Ökosysteme bestehen. Darüber hinaus werden Einschätzungen zu bestehenden Regularien des Grundwasserschutzes sowie Erwartungen an die Forschung erhoben. Grundlage bilden leitfadengestützte, qualitative Interviews mit Vertreter*innen von Verbänden und Vereinen der genannten Akteursgruppen.

Die Ergebnisse liefern ein differenziertes Bild darüber, welche Bezüge, Wissensstände und Zielvorstellungen in den verschiedenen Akteursgruppen gegenüber Grundwasserökosystemen bestehen. Erste Ergebnisse zeigen, dass aufgrund fehlender Daten eine hohe Unsicherheit bezüglich Grundwasserökosystemen bei den verschiedenen Akteuren herrscht. Zudem ist aufgrund der Unsichtbarkeit und der Komplexität von Grundwasserökosystemen die Relevanz nur schwer wahrnehmbar, so interessiert Grundwasser zumeist nur auf instrumenteller Ebene. Die Ergebnisse der Studie sollen dazu beitragen, gezielte Empfehlungen für Politik und Wissenschaft zu formulieren – mit dem Ziel, Grundwasserökosysteme stärker in das gesellschaftliche und politische Bewusstsein zu rücken.

S11 Groundwater Ecology in Transition: Challenges, Research, and the Need for Integrated Management

Urbanes Grundwasser in der Raum- und Umweltplanung in Berlin (Teilprojekt 5 im Projekt CHARMANT (Lurch))

Lisa Gerdes

Die Stadt Berlin versorgt ihre gesamte Bevölkerung mit Trinkwasser aus eigenem Grundwasser, das sich zu ca. 30% aus natürlicher Grundwasserneubildung, zu ca. 60% aus Uferfiltrat und zu ca. 10% aus Grundwasseranreicherung zusammensetzt (Möller und Burgschweiger 2008). Die zunehmende Urbanisierung Berlins führt zu einer Vielzahl von Herausforderungen im Umgang mit dem Grundwasser. Dazu gehören das Absinken des Grundwasserspiegels, das Eindringen von Schadstoffen in das Grundwasser und die Gefahr von Überflutungen in bestimmten Stadtgebieten durch Extremwetterereignisse. Weniger Grundwasser durch steigende Durchschnittstemperaturen und weniger Niederschlag als Folgen des Klimawandels können die Wasserversorgung daher unter massiven Stress setzen.

Ziel der „Raum- und Umweltplanung“ im Projekt Charmant (Charakterisierung, Bewertung und Management von urbanen Grundwasserleitern) als Teilprojekt des BMBF-Projekt LURCH (Grundwasser nachhaltig bewirtschaften) ist die Analyse des derzeitigen thermischen, ökologischen und chemischen Zustandes von Grundwasser in der Raumplanung und die Integration einer ökologischen Grundwasserbewirtschaftung in die städtische Raumplanung Berlins. Die Relevanz des Grundwasserschutzes und die Etablierung klarer Regeln in der Planung werden mit der zunehmenden Globalisierung und dem Klimawandel für die meisten urbanen Räume relevant sein.

Die Untersuchung basiert auf einer umfassenden Analyse aus Literaturquellen und Gesetzen sowie hydrologischen, geographischen und stadtplanerische Daten welche in Geographischen Informationssysteme (GIS) analysiert werden. In den derzeitigen Regelwerken und Bestimmungen zu Grundwasser im generellen, wie auch im speziellen zu dessen thermischen, ökologischen und chemischen Zustand, ist in der Raumplanung und Stadtentwicklung bisher wenig thematisiert. Dies gilt auch für die Stadt Berlin.

Das Ziel ist es, die Bedeutung einer nachhaltigen Grundwasserbewirtschaftung in der Stadtplanung Berlins zu analysieren und Verbesserungsansätze aufzuzeigen. Dabei sollen Lösungsansätze für die genannten Probleme skizziert werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sollen zu einer nachhaltigen Grundwasserbewirtschaftung beitragen, die Umweltauswirkungen minimieren und die Stadtentwicklung nachhaltiger gestalten.

In diesem Vortrag wird der aktuelle Stand der Untersuchungen in Berlin vorgestellt und ein Ausblick auf die Verbesserungen der Planungsinstrumente zum Grundwasser in urbanen Räumen gegeben.

S11 Groundwater Ecology in Transition: Challenges, Research, and the Need for Integrated Management

Are land use effects trickling underground? Implications on stygofauna and current drinking water protection buffers

Mara Knüsel; Roman Alther; Florian Altermatt

Eawag - Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology / Universität Zürich

Terrestrial and aquatic ecosystems are closely connected, with direct implications for applied resource management and conservation. It's well documented that human land-use change and the intensification of terrestrial systems can profoundly affect surface freshwater ecosystems. In contrast, knowledge about the effects of land use on groundwater ecosystems lags significantly behind. The magnitude of these impacts, as well as the spatial scale at which they manifest, remain largely unknown — even though groundwater provides key ecosystem services.

We investigated the occurrence of groundwater amphipods across several hundred shallow groundwater aquifers used for drinking water extraction in a region of Switzerland with varying agricultural intensity and human population density. Although drinking water extraction sites are typically constructed in locations with minimal expected impacts on water quality, we found a clear association between land use in the surrounding catchments and nitrate concentrations, a direct indicator of drinking water quality. Furthermore, groundwater amphipods were more frequently present at sites with greater forest coverage and less intensive agricultural land use, emphasizing the strong link between above-ground land use and groundwater biodiversity.

Our results show that land use effects on groundwater communities are most pronounced at spatial scales of approximately 400–1000 m around the groundwater sampling sites. Importantly, this range is 1.2–3 times greater than the average size of currently defined groundwater protection zones. We propose that groundwater management strategies should account for these ecosystem linkages to effectively protect both groundwater quality and biodiversity.

S11 Groundwater Ecology in Transition: Challenges, Research, and the Need for Integrated Management

Land use affects the chemical and ecological quality of groundwater within drinking water catchments

Rainer U. Meckenstock¹; Isabell Erdmann¹; Verena Brauer¹; Peter Düppe²; Tobias Licha²

¹ Universität Duisburg-Essen; ² Ruhr Uni Bochum

Groundwater is our most important resource for clean drinking water. Due to the high population density in European countries many water suppliers are forced to collect groundwater not only in natural landscapes such as forests but also by bank filtration or in agricultural or urban landscapes. Hence, the land use type on the surface might potentially affect the groundwater quality. Here, we studied to which extent land use types affect the quality of groundwater with respect to microbiological and chemical parameters and classified the impacts. We took water samples from monitoring wells in three different areas of the drinking water production from the city of Düsseldorf. The sampling areas were classified according to the land use type and the hydrology: bank filtration from river Rhine, agriculture including water protection measures, conventional agriculture, and urban areas. The chemical analysis of the water samples with LC-MS/MS indicated a very good correlation between the land use type and the sum of typically expected chemicals from the respective land use. We used a whole set of ~ 117 indicators for this purpose. Chemical markers for conventional agriculture were commonly applied pesticides such as chloridazon metabolites and atrazine, urban areas were indicated by the presence of drugs, and indicators for river water were micropollutants such as diclofenac that passed waste water treatment plants. The beta-diversity of the microbial community composition was determined with 16S rRNA gene amplicon sequencing and Permanova analysis and showed a correlation with both the chemical classification and the land use type. Further microbiological data such as ATP-content, cell density, and assimilable organic carbon were used for calculating a microbiological index (BAE-index) which identified some groundwater monitoring wells as disturbed groundwater systems. We conclude that the microbial communities of the investigated groundwater bodies were clearly affected by the land use on the surface and that the land use types can be directly determined by the chemical patterns of micropollutants. The discovered chemical and biological characteristics constitute an important step towards developing an ecological assessment scheme of groundwater in the future.

S11 Groundwater Ecology in Transition: Challenges, Research, and the Need for Integrated Management

Ecological overview and assessment of an urban aquifer – an example from Berlin

Fabien Glatting¹; Lars Schmid¹; Hannes Hemmerle²; Marielle Geppert³; Jens Bölscher³; Philipp Blum¹; Kathrin Menberg¹

¹ Karlsruhe Institute of Technology (KIT); ² Martin Luther University of Halle Wittenberg; ³ Senate Department for Urban Mobility, Transport, Climate Action and the Environment

Groundwater is an important global resource, providing water for industry, irrigation, geothermal uses and potable water, and harbouring the world's largest terrestrial freshwater biome. Climate change and anthropogenic activities cause diverse changes in groundwater systems. While physico-chemical effects have been widely studied, the consequences for groundwater ecosystems are scarcely understood. Thus, understanding how these sensitive ecosystems respond to stressors, such as temperature increase, oxygen depletion, land use change and chemical pollution, is crucial for sustainable groundwater management, especially in cities.

Our work provides a spatial and temporal overview of groundwater fauna (stygoфаuna) in Berlin to identify alterations due to natural or anthropogenic impacts. To this end, stygoфаuna and several (hydro-)geological, site-specific, climatic and physico-chemical (water) parameters are analysed at more than 300 wells in Berlin. In addition, existing evaluation approaches are applied and assessed regarding their suitability and robustness.

Despite a low colonisation density of wells, the faunal community in Berlin's groundwater consists of nematodes, mites, oligochaetes and crustaceans and is dominated by (near) surface species. Land use, dissolved oxygen content and exchange with surface waters appear to be the main factors impacting the faunal colonisation of monitoring wells. Generally, urban sites with low oxygen levels and certain levels of pollutants show unfavourable living conditions. In contrast, sites outside the city centre, in nature reserves and close to the surface and surface waters, contain a more diverse faunal community with more individuals. Six investigation sites were selected for a detailed assessment of relevant influences on stygoфаuna. Based on these findings, a conceptual model was developed to showcase processes and interactions in the main aquifer unit underneath Berlin. Nevertheless, existing assessment approaches are not applicable to Berlin, as more than 90% of the wells are anoxic and the colonisation is event-like and occurs mostly locally.

The results of our study reveal heterogeneous and time-varying conditions in the urban groundwater habitat. Thus, characterisation of ecological and faunistic conditions is challenging. In order to better understand the dynamics in urban centres such as Berlin, a new index will be needed from which a forecasting model could then be derived.

S11 Groundwater Ecology in Transition: Challenges, Research, and the Need for Integrated Management

Verbreitung der Grundwasserfauna in Norddeutschland: Erster Versuch einer biogeographischen Gliederung

Anne Jäger; Hans Jürgen Hahn

Erste Ergebnisse großräumiger Untersuchungen der Grundwasserfauna in Norddeutschland wurden auf der DGL Tagung 2024 in Dresden vorgestellt. Dabei wurde insbesondere die Bedeutung des Grundwasserleitertyps (Locker- und Festgestein) für die Besiedlung festgestellt.

Mittlerweile konnten die auszuwertenden Datensätze deutlich erweitert werden. Dabei ergaben sich Verbreitungsmuster der Grundwasserfauna, die die Großlandschaften, aber auch die Landnutzungen und den Grundwasserleitertyp widerspiegeln.

Im Weiteren sollen wasserchemische Parameter und sonstige anthropogenen Belastungen und deren mögliche Auswirkungen auf die Grundwasserökosysteme untersucht werden.

Ziel ist es, Habitatreferenzen für die Grundwasserlebensräume Norddeutschlands zu definieren. Dies könnte eine Grundlage für die Bewertung und den Schutz der dortigen Grundwasserökosystem liefern.

S11 Groundwater Ecology in Transition: Challenges, Research, and the Need for Integrated Management

Langzeituntersuchung der Grundwasserfauna in Baden-Württemberg: Untersuchungsergebnisse von 2006-2023

Heide Stein; Andreas Fuchs; Hans Jürgen Hahn

Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH

Der Druck auf das Grundwasser nimmt stetig zu, sei es durch Entnahmen, Verschmutzungen oder die Auswirkungen des Klimawandels. Während chemisch-physikalische Messungen im Monitoring etabliert sind, fehlen für das Grundwasser umfassende ökologische Langzeitdaten.

Seit 2006 wird im Rahmen eines landesweiten Überwachungsprogramms der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg die Grundwasserfauna an 41 Messstellen in Baden-Württemberg regelmäßig und standardisiert erfasst. Die bisherigen Ergebnisse zeigen einen bemerkenswerten Artenreichtum mit insgesamt 126 nachgewiesenen Taxa sowie deutliche regionale Verbreitungsmuster. Darunter befinden sich auch neu entdeckte und endemische Arten.

Über den gesamten Untersuchungszeitraum wurden sowohl biotische als auch abiotische Veränderungen im Grundwasser festgestellt. Die Standorte wiesen deutliche Unterschiede auf, die vor allem von regionalen und lokalen hydrologischen Verhältnissen, veränderten Nährstoffeinträgen oder baulichen Eingriffen geprägt waren.

Eine zeitliche Auswertung aller Daten, weist auf erste ökologische Veränderungen hin: Von Beginn des Programms bis zum Jahr 2023 nahm die Stabilität der Lebensgemeinschaften tendenziell ab. Zudem wurde ein Rückgang der Diversität der stygobionten (echten) Grundwasserarten festgestellt. Dabei wiesen die Jahre 2018 und 2023 die geringste Diversität auf. Derzeit wird davon ausgegangen, dass insbesondere sinkende Grundwasserstände die Fauna stark beeinflussen, da sie zentrale Habitatparameter wie die Sauerstoffverfügbarkeit, das Nahrungsangebot und die Temperaturverhältnisse verändern.

Ob es sich bei den beobachteten Veränderungen um dauerhafte Trends handelt und ob auch die aktuelle Grundwassererwärmung bereits einen Einfluss auf die Besiedlung hat, lässt sich jedoch erst anhand längerer Zeitreihen verlässlich beurteilen.

S11 Groundwater Ecology in Transition: Challenges, Research, and the Need for Integrated Management

Connecting form, behaviour, and function: an open-access trait database for groundwater-associated copepods

Agostina Tabilio Di Camillo¹; Mattia Di Cicco¹; Prof. Diana M. P. Galassi¹; Nataša Mori²; Sanda Lepure³; Tiziana Di Lorenzo⁴

¹ University of L'Aquila, Italy; ² National Institute of Biology (NIB); ³ University Babes-Bolyai; ⁴ National Research Council (CNR)

Functional traits, measurable morphological, behavioural, and physiological characteristics that delineate the functionality and fitness of an organism, are pivotal for understanding organism-environment interactions and ecosystem processes. Despite growing interest in trait-based approaches, subterranean ecosystems largely remain outside this framework. Groundwater environments, among the most inaccessible and understudied on Earth, support diverse copepod (Crustacea, Copepoda) communities with highly specialized adaptations to darkness, nutritional constraint, and spatial confinement. For such restrictions, a standardized repository of trait data for these organisms has been lacking.

In response to this shortcoming, we developed the first open-source, expert-curated database of functional traits for European groundwater-associated copepods. The database contains individual-level information on 15 species gathered from a range of groundwater habitats, including caves, alluvial aquifers, and groundwater-fed springs, encompassing Italy, Slovenia, and Romania. We included data on up to 40 adults (20 females and 20 males) per species, totalling about 350 individuals.

Our database integrates five morphometric traits (body size, body shape, dry weight, antennule elongation, and body flexibility) with four principal locomotor-behavioural traits (distance moved, mean and maximum speed, and percentage of activity). We measured individual morphological traits through digital imaging of anesthetized animals and extracted locomotor behaviour from standardized video tracking of live individuals, which were acclimatized to laboratory conditions that simulated their natural habitat variables.

The database aims to enable comparative analysis of copepod functional diversity in groundwater-related ecosystems, providing insights into trait-environment relationships, community assembly processes, and the functional consequences of adaptation to subterranean habitats. It also allows for the identification of functional responses to disturbances such as pollution or climatically driven alteration of groundwater stability, enhancing the applicability of the tool to groundwater ecology, conservation planning, and risk assessment of threatened habitats.

By providing an open-access database, we intend to facilitate a broader incorporation of groundwater ecology into limnology and toward a richer appreciation of hypogean biodiversity in the face of global change.

S11 Groundwater Ecology in Transition: Challenges, Research, and the Need for Integrated Management

Increase of groundwater temperature diminishes fauna impacts on carbon degradation – quantifying ecosystem services by modelling

Susanne I. Schmidt¹; Nora Rütz; Jürgen Marxsen

¹ UFZ - Helmholtz Centre for Environmental Research

The groundwater ecosystem harbours microorganisms, and often also higher organisms (fauna). This ecosystem fulfils functions, such as degradation of carbon - a prerequisite for sustainable drinking water production. Increasing temperature from anthropogenic use and climate change will impact such functions but we lack quantifications. Here, for the first time, a model of the groundwater ecosystem function: carbon degradation is presented, parameterized on in situ data from the Johannesau field study near Fulda, and on laboratory data. We implemented three trophic levels: carbon resources in the form of detritus from recharge through the soil, microorganisms feeding on the degradable carbon from detritus, and fauna grazing on the microorganisms. We used a hybrid Monod/ Verhulst model to consider resource-limited growth as well as growth limited by a carrying capacity. First results indicate that taking out the fauna (possible consequence of pollution etc.) means that up to 109 % more carbon remain in the system. With a temperature-dependent fauna mortality, in the 1.5°C increase scenario, fauna biomass reduced to low values and up to 130% more carbon remained in the system than in the reference scenario. The scenario combining 1.5°C increase and a lack of fauna yielded results of the same range as only taking out the fauna. Next steps will include scenarios where predation is added which controls the grazer biomass, and scenarios with added autotrophs that make use of increased CO₂ and which compete with heterotrophs.

S11 Groundwater Ecology in Transition: Challenges, Research, and the Need for Integrated Management

gwTriade – Ecological and Ecotoxicological Groundwater Quality Monitoring Based on an Integrative Triad Approach

Henner Hollert^{1, 2}, Carolin Bertold¹, Christian Forberg¹, Sarah Wohlmann¹, Marc Wollenweber¹, Klaus Schwenk³, Hannah Rau³, Hans Jürgen Hahn^{3,4}, Heide Stein⁴, Sven Berkhoff⁴, Ulrich Borchers⁵, Gerhard Scherzinger⁵, Thomas Riedel⁵, Wolfram Seitz⁶, Joana Flottmann⁶, Tobias Bader⁶, Lena Betz⁶, Carolin Völker⁷, Johanna Kramm⁷, Heide Kerber⁷, Sabrina Schiwy¹

Goethe - Universität Frankfurt a. M.

Germany obtains 70 percent of its drinking water from groundwater. However, one third of all groundwater bodies fail to meet the EU quality standards for chemical status due to pollutant contamination. This can have lasting effects on groundwater ecosystems and the security of drinking water supplies. The BMBF-funded joint project gwTriade, within the funding line Sustainable Groundwater Management (LURCH), develops an integrated assessment concept for groundwater systems that combines ecotoxicological bioassays, chemical analytics, and surveys of groundwater-dwelling fauna. Additionally, societal objectives for groundwater use are incorporated.

The presentation provides an overview of the need for holistic groundwater monitoring using integrative weight-of-evidence strategies, and outlines the goals and individual components of the joint project.

In current practice, groundwater is treated solely as a resource, with no assessment or protection of its ecological status. Furthermore, the assessment of chemical status is limited to a few pollutant groups and does not reflect the actual spectrum of trace contaminants. Given the importance of clean groundwater for both the environment and human health, this imbalance in research and practice must be addressed. This requires a comprehensive monitoring strategy using an integrated approach that combines chemical analysis with ecotoxicological testing and the assessment of biological communities. Moreover, the conflict between the need for ecological protection of groundwater and increasing usage demands requires the inclusion of societal perspectives and the anal

S11 Groundwater Ecology in Transition: Challenges, Research, and the Need for Integrated Management

Ökotoxikologische Bewertung von Grundwasser im Hessischen Ried

Christian Forberg¹; Carolin Bertold¹; Klaus Schwenk²; Hannah Rau²; Hans-Jürgen Hahn³; Heide Stein³; Sven Berkhoff³; Gerhard Schertzinger⁴; Thomas Riedel⁴; Wolfram Seitz⁵; Joana Flottmann⁵; Henner Hollert⁶; Sabri

¹ Goethe-Universität Frankfurt a. M.; ² Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau; ³ Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH; ⁴ IWW Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH; ⁵ Zweckverband Landeswasserversorgung; ⁶ Goeth

Das Projekt „gwTriade“ kombiniert die chemische und ökotoxikologische Bewertung von Grundwasser (GW) mit einer Analyse der GW-Fauna. Dieser Triade-Ansatz, der bereits erfolgreich für Oberflächengewässer- und Sedimente angewandt wird, ermöglicht eine umfassende Bewertung des GW-Zustands, die Ermittlung von Indikatorsubstanzen und eine fundierte Risikobewertung. Für die ökotoxikologische Bewertung wird die im EU-Projekt „SOLUTIONS“ vorgeschlagene Biotestbatterie für die Testung von GW angepasst.

In einer kooperativen Probenahme wurde eine Messstation des WaRM-Projekts im Hessischen Ried, einer Schlüsselregion für die Trinkwasserversorgung der Metropolregion Frankfurt/ Rhein-Main, beprobt. Die Messstation besteht aus mehreren Mutli-Level Brunnen, die in der Nähe des Landgrabens, einem Vorfluter für eine kommunale Kläranlage, installiert sind.

Zwei Brunnen in Entfernungen 2,4 m und 11,3 m zum Landgraben wurden beprobt. Aus jedem Brunnen wurden zwei Proben aus Tiefen von 1,7 m bis 4,7 m entnommen. Eine zusätzliche Schöpfprobe wurde direkt aus dem Landgraben entnommen. Die Proben wurden mittels Solid Phase Extraction (SPE) aufbereitet. Die Extrakte wurden im CALUX®-Assay auf estrogene (ER), androgene (AR), anti-estrogene (Anti-ER) und anti-androgene (Anti-AR) Aktivität und im Mikro-EROD-Assay auf dioxinähnliche Aktivität getestet.

Die Untersuchung zeigte deutliche Effekte im ER- und Anti-AR CALUX®-Assay, insbesondere bei den beiden Proben aus den tieferen Entnahmestellen und der Schöpfprobe aus dem Landgraben. Bei der dem Landgraben näher gelegenen Entnahmestelle wurde der effect-based trigger value (EBT) für anti-androgenartige Wirkung in Oberflächengewässern (14,4 µg FLU/L) überschritten. Bei der dem Landgraben ferner gelegenen Entnahmestelle wurde der EBT für estrogenartige (0,1 ng 17β-Estradiol/L) und dioxinähnliche Wirkung (50 pg TCDD/L) in Oberflächengewässern überschritten.

Die vorliegenden Effektmuster weisen darauf hin, dass durch geklärtes Abwasser verunreinigtes Oberflächenwasser in das Grundwasser infiltriert. In Anbetracht der Schlüsselrolle der Region für die Trinkwasserversorgung deutet dies auf ein potenzielles Risiko für die lokalen GW-Ressourcen hin und zeigt die Bedeutung der Nutzung von effektbasierten Methoden im GW-Monitoring.

Die Proben werden weiterhin in organismenbasierten Tests mit Alge, Daphnie und Zebrafisch untersucht.

S12 Ökologische Entwicklung großer Flüsse und ihrer Auen – Erfahrungen, Konzepte und Innovationen aus dem Bundesprogramm „Blaues Band Deutschland“ und aus anderen Initiativen

Das Blaue Band Deutschland – Gemeinsam für die Gewässer- und Auenentwicklung

Carolin Schmidt-Wygasch

Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Das 2017 von der Bundesregierung beschlossene Bundesprogramm Blaues Band Deutschland (BBD) möchte die Bundeswasserstraßen Deutschlands und ihre Auen wieder naturnäher gestalten. Renaturierungsmaßnahmen in Fluss, Ufer und Aue sollen Lebensräume wasser- und auengebundener Arten verbessern und wiederherstellen und auf diese Weise einen Biotopverbund von nationaler Bedeutung schaffen. Gleichzeitig sollen neue Akzente in Richtung Hochwasservorsorge, Wassertourismus, Freizeitsport und Erholung sowie dem natürlichen Klimaschutz gesetzt werden, um den Fluss und das Leben am Fluss lebenswerter zu machen.

Das BBD ist eine gemeinsame Initiative des Bundesumwelt- und des Bundesverkehrsministeriums. Verschiedene umsetzende oder beratende Behörden beider Ressorts bilden eine regelmäßig tagende Fachgruppe, um die Balance zwischen verkehrlichen und gewässerökologischen Belangen unter Einbeziehung weiterer Nutzungsaspekte anzuvisieren.

Im Fokus der Förderungen stehen Kooperationsprojekte durch Maßnahmenumsetzungen durch die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes mit Dritten - wie bspw. Umweltverbänden, Stiftungen, Kommunen oder Länder über das Auenförderungsprogramm des Bundesamtes für Naturschutz - und / oder der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben, Sparte Bundesforst. Hierzu setzt das BBD auf regelmäßige Beteiligungen wie Runde Tische, Abstimmungsgespräche vor Ort etc. Das BBD wird außerdem von einem Beirat beraten, in dem verschiedene Interessengruppen vertreten sind.

Eine Bewertung der Zielerreichung ergibt sich aus einer wissenschaftlichen Begleitung des BBD. Monitorings und Forschungsaktivitäten schaffen eine zunehmend wachsende Datenbasis, um die Wirkungen und Entwicklung der umgesetzten Maßnahmen räumlich und zeitlich zu bewerten und angepasste Methoden in der Renaturierung von Fluss- und Auenlandschaften zu erproben.

Der Vortrag beleuchtet neben einer Einführung zum Handlungsrahmen, Leitbildern und Zielen den aktuellen Umsetzungsstand, künftige Weiterentwicklungen und die angeschlossene Begleitforschung.

S12 Ökologische Entwicklung großer Flüsse und ihrer Auen – Erfahrungen, Konzepte und Innovationen aus dem Bundesprogramm „Blaues Band Deutschland“ und aus anderen Initiativen

Möglichkeiten und Grenzen von Renaturierungen an Bundeswasserstraßen - Erste Ergebnisse aus dem Blauen Band -Projekt "Uferrenaturierung Laubenheim"

Marie von Wenzlawowicz¹; Carolin Schmidt-Wygasch¹; Christian von Landwüst; Dominic Frank; Susanne Worischka; Ralf Rombach

¹ Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Die großen Fließgewässer Deutschlands und ihre Auen sind nicht nur wertvolle Lebensräume für Tiere und Pflanzen sondern tragen mit ihrem Freizeit- und Erholungswert auch zum Wohlbefinden und zur Gesundheit der Menschen bei. Gleichzeitig stehen sie unter einem starken Nutzungsdruck durch Schifffahrt, Tourismus und Landwirtschaft. Durch Aus- und Neubau ist das aktuelle Bundeswasserstraßennetz mit seinen erheblich veränderten Ufer- und Auenbereichen entstanden.

Das 2017 ins Leben gerufene Blaue Band Deutschland (BBD) ist eine Initiative des Bundesverkehrsministeriums und des Bundesumweltministeriums. Es hat die Renaturierung von Bundeswasserstraßen und ihren Auen zum Ziel, um so den Fluss, seine Ufer und angrenzende Aue wieder besser miteinander zu vernetzen. Langfristig soll dadurch ein nationaler Biotopverbund geschaffen werden, mit Schwerpunkt im güterverkehrlich wenig bis gar nicht mehr genutzten Flüssen und mit ökologischen Trittsteinen an stark genutzten Bundeswasserstraßen wie z.B. dem Rhein.

Im Vorgriff auf das Bundesprogramm wurden 5 Pilotprojekte an den verkehrsreichen Wasserstraßen Rhein und Weser initiiert. Eines dieser Pilotprojekte ist die "Uferrenaturierung Laubenheim" am Oberrhein bei Mainz-Laubenheim. Hier wurde 2020 das stark verbaute Ufer enteignet und ein ehemaliger Campingplatz rückgebaut, um wieder eine naturraumtypische dynamische Ufersituation zuzulassen.

Im Vortrag werden die ersten Ergebnisse der ökologischen Erfolgskontrolle vorgestellt. Bislang zeigen sich vor allem landseitig Erfolge in der Laufkäfergemeinschaft und bei den Flussjungfern. Im aquatischen Bereich konnte ein Rückgang der invasiven Schwarzmundgrundel verzeichnet werden.

S12 Ökologische Entwicklung großer Flüsse und ihrer Auen – Erfahrungen, Konzepte und Innovationen aus dem Bundesprogramm „Blaues Band Deutschland“ und aus anderen Initiativen

Satellitengestütztes Wasserqualitätsmonitoring der Oder mit nutzerorientierter Visualisierung

Jorrit Scholze¹; Paula Torre Zaffaroni²; Vanessa Bremerich²; Kerstin Stelzer¹; Carole Lebreton¹; Tobias Goldhammer²

¹ Brockmann Consult GmbH; ² Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

Die Algenblüte der brackwasserliebenden Art *Prymnesium parvum* im August 2022 führte zu einer Umweltkatastrophe im Oder Flusssystem. Dieses Ereignis unterstreicht die Notwendigkeit eines skalierbaren Monitorings, das dynamische Prozesse flächendeckend und zeitnah erfassen kann. Herkömmliche In-situ-Verfahren sind lokal wirksam, reichen jedoch nicht aus, um die komplexe Dynamik von Phytoplanktonblüten im gesamten Gewässernetz abzubilden. Das Projekt ODER~SO nutzt Satellitendaten vom multispektralen Copernicus-Satelliten Sentinel-2, um die Chlorophyllkonzentrationen entlang der Oder kontinuierlich und grenzüberschreitend zu erfassen und zu analysieren.

Eine zentrale Komponente des Projekts ist eine interaktive, browserbasierte Daten- und Analyseplattform. Diese aggregiert EO-Daten und Umweltmesswerte (z. B. Temperatur, Abfluss, Salzgehalt) in einer einheitlichen, räumlich-zeitlich aufgelösten Darstellung. Nutzer:innen können über das Dashboard EO Algenblütendynamiken Near-Real-Time verfolgen und rückblickend bis 2016 EO-Wasserqualitätsdaten visualisieren. Das Dashboard adressiert sowohl die wissenschaftliche Analyse als auch operative Entscheidungsunterstützungen.

Retrospektive Auswertungen seit 2016 zeigen stark variierende Phänologien von Frühjahrs- und Sommerblüten in der Oder, deren Auftreten eng mit hydrometeorologischen Anomalien verknüpft ist. Unsere Ergebnisse zeigen ausgeprägte Muster von Frühjahrs- und Sommerblüten, die sich von Jahr zu Jahr sowohl im Ausmaß als auch im Zeitpunkt des Auftretens abwechseln.

Durch die Integration heterogener Datenquellen in ein einheitliches, interaktives System wird ein Beitrag zum Monitoring der Oder geleistet. Dieser dient als übertragbares Modell für datengetriebene Umweltüberwachung in anderen Flusssystemen.

S12 Ökologische Entwicklung großer Flüsse und ihrer Auen – Erfahrungen, Konzepte und Innovationen aus dem Bundesprogramm „Blaues Band Deutschland“ und aus anderen Initiativen

Naturbasierte Lösungen für Konnektivitätszuwachs der Donau und ihrer Auen (EU-Projekt Danube4all)

Martin Pusch

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

Große Flüsse und ihre Auen sind bisher vielfach durch technische Bauwerke zugunsten von Landwirtschaft, Schifffahrt und Wasserkraft überformt worden. Der traditionelle Flussausbau und die derzeitige Auennutzung sind jedoch nicht unverändert zukunftsfähig, da infolge der Klimakrise und der Biodiversitätskrise Auen als Kohlenstoffsinken dienen sollen, der Hochwasserschutz größere Flächen benötigt, die Tiefenerosion der Flüsse gestoppt werden soll, die Wasserkraft höhere ökologische Anforderungen erfüllen muss, sowie die Konnektivität der Flüsse und die Qualität der Auenlebensräume verbessert werden müssen.

Der Adaptationsdruck verschiedener Nutzungsarten eröffnet Fenster der Möglichkeiten für eine zukunftsgerichtete und multifunktionalere Gestaltung und Bewirtschaftung der Flusskorridore. Hierfür sind Umgestaltungsmaßnahmen der Flüsse und Auen gefragt, die mehrere sektorale staatlicher Zielsetzungen sowie möglichst auch Landnutzer-Interessen integrieren. Die Maßnahmen sollten angesichts der Ungewissheiten der Klimakrise außerdem flexible Anpassungen ermöglichen, und alle relevanten Akteure einbeziehen, um die Multifunktionalität, Akzeptanz und Umsetzung zu unterstützen.

Das Konzept der Naturbasierten Lösungen (NbS) ist hierfür gut geeignet, da sie Maßnahmen zum Schutz, zur nachhaltigen Bewirtschaftung und zur Wiederherstellung natürlicher und veränderter Ökosysteme enthalten, die den gesellschaftlichen Herausforderungen wirksam und anpassungsfähig begegnen und gleichzeitig dem menschlichen Wohlergehen und der biologischen Vielfalt zugutekommen (IUCN-Definition).

Allerdings wurde bislang nicht systematisch untersucht, bei welchen der gängigen Flussrevitalisierungsmaßnahmen es sich um NbS handelt, oder nicht. Nur wenige von ihnen wurden konkret entweder als NbS oder nicht NbS eingestuft. Daher haben wir 61 gängige Fluss- und Auenrenaturierungsmaßnahmen systematisch untersucht, inwieweit diese die NbS-Kriterien erfüllen, auf welche Flusstypen sie anwendbar sind, und in welchem Maße sie 19 Ökosystemleistungen von Flüssen und Auen unterstützen.

Die Ergebnisse erlauben somit Praktikern innerhalb der planerischen Rahmenbedingungen eine systematische Priorisierung von multifunktionalen NbS gegenüber eher monofunktionalen, technisch dominierten Lösungen. Außerdem können die Vorteile der Umsetzung von NbS für die beteiligten sektoralen Zielsetzungen über die Gewinne an Ökosystemleistungen dargestellt werden, etwa mittels des River Ecosystem Service Index (RESI).

S12 Ökologische Entwicklung großer Flüsse und ihrer Auen – Erfahrungen, Konzepte und Innovationen aus dem Bundesprogramm „Blaues Band Deutschland“ und aus anderen Initiativen

Landesprogramm „100 Wilde Bäche für Hessen“ – Praxiserfahrungen in der Wiederherstellung aquatischer Ökosysteme von der Quelle bis zur Mündung

Simon Führer¹; Adrienne Muelenz²; Sara Zabel²; Ingo Pfeiffer¹

¹ Hessische Landgesellschaft mbH ; ² Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat

Das Programm „100 Wilde Bäche für Hessen“ wurde 2019 vom Hessischen Umweltministerium*) initiiert, um die hessenweit gewässerunterhaltungspflichtigen Städte und Gemeinden gezielt bei der Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen zur Erreichung des guten ökologischen Zustands gemäß der EU-Wasserrahmenrichtlinie zu unterstützen. Neben finanzieller Förderung zur Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen erhalten die im Programm teilnehmenden Kommunen durch die Hessische Landgesellschaft mbH (HLG) kostenlose Unterstützung beim Erwerb von Flächen entlang der Gewässer sowie in allen Belangen der Bauträgerschaft zur methodeneinheitlichen Umsetzung.

Aktuell werden 155 Kommunen und Wasserverbände mit 100 Gewässern und 1.150 Fluss-Kilometern betreut. Durch die Bereitstellung von Flächen im Ufer- und Auenbereich und in Kombination mit Initialmaßnahmen wird die eigendynamische Gewässerentwicklung gefördert und die Vernetzung durch die Passierbarmachung von Wanderhindernissen sowie die Anbindung von Nebengewässern verbessert. Neben der Erfüllung der Unterhaltungspflicht werden Hochwasserschutz und Klimaanpassung gestärkt.

Die Flächenbereitstellung hängt oftmals auch von der Mitwirkungsbereitschaft privater Eigentümer ab, wodurch Einschränkungen bei der Umsetzung notwendiger Maßnahmen zur Zielerreichung möglich sind. Dieser Aspekt der Flächenbereitstellung unterstreicht die Wichtigkeit der laufenden Bodenbevorratung durch die Kommunen und zeigt die Grenzen ehrgeiziger Wiederherstellungsprojekte. Eine breitenwirksame Aufklärungs- und Öffentlichkeitsarbeit ist daher entscheidend und sollte künftig noch stärker in den Vordergrund rücken, um das Risiko der Zielverfehlung zu minimieren.

Die Erfahrung zeigt, dass Gewässerentwicklungsmaßnahmen einen langen Atem erfordern. Um die Ziele der EU-WRRL fristgerecht zu erreichen, sind neben Fördermitteln auch personelle Kontinuität und breite fachliche Expertise notwendig. Das ursprünglich vierjährige Programm „100 Wilde Bäche für Hessen“ wird daher um weitere vier Jahre fortgeführt, um die gewonnenen Erkenntnisse zu nutzen und die Maßnahmenträger weiter zu unterstützen. Zudem dient das Programm als Vorbild für die neu gestartete Unterstützungsleistung „Gewässermanager“ des HMLU, welche weitere Kommunen in Hessen bei der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie unterstützt.

*) Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Seit 2024: HMLU – Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau

S14 Chemical Pollutants and Other Stressors: Drivers of Biodiversity and Functional Loss in Aquatic Systems

Tetrabromobisphenol A (TBBPA): Effect on Different Life Stages and Transgenerational Toxicity in *Lymnaea stagnalis*.

Obianuju Oluchukwu Eze¹; Mechthild Schmitt-Jansen²; Eberhard Küster²; Stefan Lips²

¹ University of Munich (LMU) and Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ; ² Helmholtz Centre for Environmental Research- UFZ

Tetrabromobisphenol A (TBBPA), a widely used plastic additive and used as a flame retardant, poses ecological risks due to its persistence, bioaccumulation and toxicity in aquatic environments. Mollusks are gaining increasing interest in ecotoxicology due to their ecological relevance. *Lymnaea stagnalis* plays a key role in freshwater systems, contributing to periphyton control, nutrient cycling, and food web stability. Disruptions to its health caused by TBBPA could result in cascading effects throughout the ecosystem, potentially leading to biodiversity loss and imbalance in ecosystem functions in aquatic communities. In this study, we examined the effects of TBBPA on the freshwater snail *L. stagnalis*. Adult snails with a shell length of at least 24 mm were exposed to 93.75-1500 µg/L nominal conc. of TBBPA alongside a negative and positive control (CdCl₂). Reproduction, behavioral changes -withdrawal-induced recovery latency (WIRL = time to reemerge from the shell), feeding rate, and transgenerational toxicity were examined. Reproduction was significantly impaired at tested concentrations as early as day 3 after the start of exposure. From day 7 to 28, EC50 values plateaued at ~ 700 µg/L, suggesting no sensitivity increase over time. An increase in WIRL was observed only at the highest concentrations (750-1500 µg/L) after 22 days, while feeding and fecal output was not significantly affected except at higher concentrations. However, F1 embryos from adults exposed to 93.75-1500 µg/L of TBBPA showed reduced survival with increasing concentration; The EC50 values for F1 embryo mortality at 10d post-fertilization were similar for embryos from both 14d and 28d exposed adults (1042 µg/L) but decreased at 14d post-fertilization for embryos from 14d and 28d exposed parents (from 944 to 870µg/L), whereas hatching success, scored based on shell size, pigmentation, and absence of malformations, was negatively affected in a time-dependent manner. The EC50 on hatching success of F1 embryos from 14d and 28d exposed adults decreased in a time-dependent manner. Both effects on survival and hatching of F1 embryos suggest a transgenerational toxicity and potential effects on *L. stagnalis* populations.

S14 Chemical Pollutants and Other Stressors: Drivers of Biodiversity and Functional Loss in Aquatic Systems

OMICs-based insights into tolerance induction and community composition of chronically herbicide-exposed periphyton and its altered productivity

Stefan Lips¹; Floriane Larras²; Philippe Veber³; Stephan Schreiber⁴; Elise Billoir⁵; Marie-Laure Delignette-Muller,⁶; Mechthild Schmitt-Jansen⁷

¹ Helmholtz-Centre for Environmental Research - UFZ; ² KREATIS SAS; ³ University of Lyon; ⁴ Helmholtz Center for Environmental Research (UFZ); ⁵ Université de Lorraine; ⁶ University of Lyon; ⁷ UFZ - Helmholtz Centre for Environmental Research GmbH

Benthic microbial communities are key players in aquatic ecosystems supporting several ecosystem functions like primary production or matter cycling. In a changing world they are continuously exposed to anthropogenic stressors and a large number of organic micropollutants, of which pesticides are one of the most potent groups of pollutants in the agricultural landscapes. Especially herbicides are applied in large quantities and thus enter water bodies, where they interfere with the natural periphytic communities. Microbial communities have developed several strategies to keep their functioning. To better understand adaptive stress responses molecular approaches offer new insights in regulation and costs of stress mitigation. Our study aimed to understand the community changes and acute stress responses of periphyton differing in chronic pre-exposure to the photosynthesis inhibitor diuron. Aquatic microbial communities were incubated for 5-weeks in microcosms under constant exposure to 4 µg/L of diuron (stressed community) or without contamination (non-stressed community). Then, both communities were exposed for 1 hour to a gradient of diuron concentrations to investigate differences in stress responses after chronic exposure. By combining untargeted meta-transcriptomics (RNA-seq) and meta-metabolomics with phenotypic functional observations, we unravel mechanisms of adaptation to the herbicide exposure as well as identify functional losses in primary productivity. In conclusion, phenotypic observations indicated propagation of molecular differences to community tolerance but an impairment of community functioning.

S14 Chemical Pollutants and Other Stressors: Drivers of Biodiversity and Functional Loss in Aquatic Systems

Color: an overlooked factor in environmental degradation of polyethylene

Vaibhav Budhiraja¹; Prashant Mani Shandilya; Luka Pavko; John I. Garver; Andrej Kržan

¹ National Institute of Chemistry

Plastics enter the environment primarily as litter, which typically degrades into microplastics (MPs) through unintended chemical, mechanical, and biological processes. This degradation reduces the material's integrity, rendering it unsuitable for its original purpose. The rate of degradation is influenced by polymer characteristics such as chemical composition, structure, and additives, as well as by prolonged exposure to sunlight, humidity, mechanical stress, and environmental conditions like soil, freshwater, or seawater. As plastics degrade, they form and transform into MPs and eventually nanoplastics, affecting their long-term fate and ecological impact. The complexity of this issue is heightened by the fact that different materials degrade differently based on their properties and environmental exposure. In this study, forty-four naturally degraded polyethylene (PE) lobster trap tags were collected from the marine environment and analyzed for degradation. The manufacturing dates printed on the tags served as indicators of their time in the environment, with the oldest tag dating back to 1983. However, degradation did not directly correlate with age; for example, the oldest tag remained relatively intact, while one from 2007 showed the greatest degradation, as revealed by Fourier-transform infrared spectroscopy. Surface morphology and thermal properties were examined using scanning electron microscopy and thermogravimetric analysis, while surface chemistry changes were studied using X-ray photoelectron spectroscopy. Notably, red-colored tags showed the highest degree of degradation, whereas blue-colored tags degraded the least, suggesting that color additives significantly influence the environmental degradation of PE.

S14 Chemical Pollutants and Other Stressors: Drivers of Biodiversity and Functional Loss in Aquatic Systems

Evaluation of carotenoid dynamics as indicator of phytoplankton community responses to temperature, herbicide, and predator stress in a freshwater mesocosm

Ksenia Groh; René Schönenberger; Leonie Haferkemper; Christoph Vorburger; Markus Hermann

Eawag - Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology

Climate change could exert pressure on freshwater ecosystems through rising temperatures and extreme weather events, including heat waves. Interactions with other anthropogenic stressors, such as pesticides, could further intensify the negative impacts, both directly and indirectly. Hence, multiple stress could potentially lead to community collapse and biodiversity loss. Ecosystem responses to long-term pesticide stress remain poorly understood but may depend on food web positions occupied by sensitive species. The mesocosm experiment presented here aimed to disentangle the responses of a freshwater ecosystem to a combination of temperature (T) regimes (ambient T, elevated T with a +4°C offset, and heatwaves with a +8°C offset), herbicide exposure (diflufenican, 2 µg/L, spiked in several pulses), and differences in food web structure (presence or absence of predatory dragonfly larvae). The full factorial design with 12 treatments was replicated five times within 60 mesocosms inoculated with realistic pond assemblages comprising microbes, phytoplankton, macrophytes and invertebrates, representative of freshwater communities in Greifensee, Switzerland. The model chemical stressor applied, diflufenican, is known to impair carotenoid biosynthesis in plants, thereby disrupting photosynthesis, but it is not known whether similar effects would occur and could be quantified in complex, semi-natural phytoplankton communities. To investigate this, we developed an HPLC-based method for multi-carotenoid profiling in phytoplankton. The target carotenoids included beta-carotene (ubiquitous carotenoid), peridinin (marker of dinoflagellates), fucoxanthin (diatoms and chrysophytes), myxoxanthophyll (blue-green algae - cyanobacteria), alloxanthin (cryptophytes) and lutein (green algae). Carotenoid and chlorophyll levels were measured at five time points throughout the exposure and recovery phases over four months (mid-June to mid-October). In parallel, microscopic assessments of phytoplankton community composition were carried out to explore the correlation between changes in specific carotenoids and the abundance of the respective species group. Analysis and integration of these and other mesocosm characteristics measured in this study are currently ongoing. Integrating pigment dynamics data with other ecological metrics could offer a novel tool to monitor how phytoplankton communities respond to herbicides combined with temperature stress.

S14 Chemical Pollutants and Other Stressors: Drivers of Biodiversity and Functional Loss in Aquatic Systems

Einsatz effektbasierter Verfahren zur Effizienzbewertung der Spurenstoff-elimination in der erweiterten Abwasserreinigung kommunaler Kläranlagen

Catalina Trejos-Delgado¹; Jana Borth¹; Sophia Lampas¹; Andrea Dombrowski¹; Filip Milosevic²; Jörg Oehlmann¹

¹ Goethe-Universität Frankfurt am Main; ² Stadtwerke Mörfelden-Walldorf

Abwasser ist eine Hauptquelle für Spurenstoffe in aquatischen Ökosystemen. Viele dieser Substanzen, wie Arzneimittel, Körperpflegeprodukte, endokrin wirksame Chemikalien oder Pestizide, werden in konventionellen Kläranlagen nur unzureichend entfernt und daher in Oberflächengewässern regelmäßig nachgewiesen. Um Spurenstoffe bei der Abwasserbehandlung wirksamer zu eliminieren, werden derzeit in Europa Kläranlagen um eine 4. Reinigungsstufe erweitert. Oxidative Verfahren wie die Ozonung und Aktivkohlefiltration haben sich als besonders vielversprechend erwiesen. Im Hessischen Ried werden derzeit in einem Modellvorhaben mehrere konventionelle Kläranlagen mit einer kombinierten Ozonung und Aktivkohlefiltration erweitert. Diese Kombination ermöglicht die Adsorption der bei der Ozonung entstehenden Transformationsprodukte durch die anschließende Aktivkohlefiltration und verspricht eine höhere Leistungsfähigkeit als die isolierte Anwendung nur eines der beiden Verfahren.

In einem Begleitvorhaben zur Einführung der 4. Reinigungsstufe an der Kläranlage Mörfelden-Walldorf (Größenklasse 4, 37.000 EW) wurden effektbasierte Verfahren (In-vitro-Assays und aktives Monitoring mit Amphipoden und Gastropoden) vor und nach der Inbetriebnahme der erweiterten Abwasserreinigung eingesetzt, um die Effizienz der Maßnahmen zu überprüfen. Dabei reduzierte die 4. Reinigungsstufe die Basistoxizität, die endokrine und dioxinähnliche Aktivität um bis zu 82% gegenüber der konventionellen Abwasserreinigung und auch die mutagene Aktivität wurde weitgehend eliminiert. Der Geräthsbach als das Abwasser aufnehmendes Fließgewässer profitierte deutlich von der verbesserten Abwasserreinigung. Die Mortalität der Gammariden sank und die Reproduktionsleistung der Gastropoden verbesserte sich. Der Anteil der EPT-Taxa im Makrozoobenthos verdoppelte sich, und die Zahl und Abundanz abwasserresistenter Taxa in der Biozönose nahm ab. Die Ergebnisse zeigen eine hohe Effizienz der Kombinationsverfahrens aus Ozonung und Aktivkohlefiltration bei der Elimination von Spurenstoffen und der durch diese Substanzen verursachten biologischen Effekte auf allen biologischen Integrationsebenen.

S14 Chemical Pollutants and Other Stressors: Drivers of Biodiversity and Functional Loss in Aquatic Systems

A hydrologically informed agricultural land use intensity index to assess the ecological impacts on streams and rivers

Michael Kyei Agyekum¹; Devanshi Pathak²; Alina Kindinger¹; Rohini Kumar¹; Dietrich Borchardt¹; Markus Weitere¹; Karin Frank¹; Mechthild Schmitt-Jansen¹; Mario Brauns¹; Olaf Büttner¹; Patric Fink¹; Ulrike Scharfenberger¹

¹ UFZ - Helmholtz Centre for Environmental Research; ² Deltares, Netherlands

The management of freshwaters is challenging due to the concurrent action of multiple drivers, resulting stressors and their impacts that alter freshwater ecosystems' structural state and functional integrity. Agricultural land use intensity exerts multiple stressors on stream ecosystems, impacting water quality and biodiversity through, among other factors, increased fertilizer and pesticide inputs. These diffuse source pollutants from agricultural activities potentially degrade the ecological integrity of streams. To leverage agricultural land use information to an agricultural land-use intensity with the ability to quantify these compound impacts on stream and river ecosystems, we developed a hydrologically informed Agricultural Land Use Intensity Index for Stream ecosystems (LUIS). LUIS is a spatially explicit tool integrating high-resolution satellite-based land-use information with data on crop-specific input for fertilizer (N, P) and pesticide application, hydrological transport pathways and river network structure, capturing both the proximity and magnitude of agricultural pressures on aquatic systems. The modular structure of LUIS allows the assessment of its single components for phosphate, nitrogen, and pesticide pressure, as well as its compound pressure. With its robust and adaptable conceptual framework, it has the potential to be upscaled to larger geographical regions, such as Europe. In initial applications, LUIS was validated for its ability to predict the ecological status of German streams and rivers, accounting for variables such as stream order, network connectivity, soil type, and crop characteristics. Additionally, LUIS demonstrated the relative importance of its three components (phosphorus, nitrogen, and pesticide) in predicting the status of key biological quality elements (BQEs), including benthic invertebrates, fish, and aquatic flora, which are widely used indicators of ecological status. These capabilities make LUIS a potentially valuable tool for future use by environmental managers and policymakers, supporting targeted interventions to help mitigate agricultural impacts on stream and river ecosystems. By developing transfer functions that link LUIS with stream and ecosystem structure and function, it holds promise as a guide for sustainable land management practices and a resource for informing freshwater restoration efforts.

Erkennen und Verstehen eines unerwarteten ökologischen Desasters: Ausfälle von Unterwasserwiesen und Potentiale der Anwendung von Konzepten holistischer kausaler Attribution auf die Ergebnisse längerjähriger Beobachtung.

Christiane Krambeck

Trotz jahrzehntelanger Anstrengungen im Gewässerschutz haben Verluste aquatischer Arten zugenommen. Auch im konkreten Fall des Suhrer Sees, der wegen der Besonderheit seiner Unterwasservegetation unter Naturschutz steht, boten gängige Routinen keinen Schutz vor Verschlechterungen. Akzeptierte Standards erkannten Alarmzeichen nicht und waren bei der Ursachensuche hinderlich, klassische Schutzkonzepte versagten. Eher half die langjährige, enge Beobachtung von Stressreaktionen submerser Makrophyten und fall-spezifischen Begleitumständen weiter, vor allem in Kombination mit kausaler Zuordnung nach Plausibilität gemäß ökologischen Grundlagen und fachlichem Hintergrundwissen. Schnell war offensichtlich, dass Ursache und Wirkung hier zeitlich und räumlich auseinander lagen. Um der Unsicherheit derart komplexer Systeme Rechnung zu tragen, boten sich methodische Ansätze und Elemente Bayesianischer Experten Netzwerke an. Im Prinzip ließen sich damit anzunehmende kausale Felder in Form einer Flow chart darstellen, die Unsicherheiten, Hinweise auf vorhandenes und fehlendes Wissen und qualitative Aussagen einschloss. Damit wurden subjektive Einschätzungen transparent, das heisst, der kritischen Reflexion zugänglich und verständlich, und gleichzeitig wurden Fragen klar, die weiter führen konnten. Das ermöglichte, gezielt neue Beobachtungen zur Präzisierung des kausalen Feldes einzusetzen und es anhand neu auftauchender Fragen und möglicher Zusammenhänge auszubauen. Hilfreich waren auch Anleihen aus der Epidemiologie (Hills Kriterien) und aus der kausalen Attribution bei klimatischen Extremereignissen (ex post Prinzip, Einsatz von formaler Logik, Definition zweckmäßiger Evidenzschwellen). Die Arbeitsweise führte stufenweise zu einer zyklischen Annäherung an eine "wahrscheinlicher als nicht richtige" kausale Zuordnung. Aus dem jeweils erreichten Erkenntnisstand heraus waren Handlungsempfehlungen abzuleiten, die von Runde zu Runde spezifischer wurden. Dabei trugen Erfolge oder Misserfolge von Maßnahmen zur realistischen Einschätzung bei, was letztlich Wege zu pragmatischen Lösungen eröffnete. Zudem legte der Prozess der kausalen Zuordnung bei beobachteten Anomalien theoretische Lücken im Verständnis von ökologischen Folgen multipler ökotoxikologischer Störungen offen und zeigte, dass evolutionär nicht an menschen-gemachten Stress angepasste Lebensgemeinschaften dadurch in nicht vorhersehbarer Weise verändert werden.

S14 Chemical Pollutants and Other Stressors: Drivers of Biodiversity and Functional Loss in Aquatic Systems

Corporate sustainability reporting on chemical pollution, water, and biodiversity impacts: Ongoing research initiatives at Goethe University Frankfurt

Francisco Sylvester¹; Peter Fantke¹; Eberhard von Alten¹; Ingmar Juergens²; Malte Hessenius²; Henner Hollert¹

¹ Goethe University Frankfurt; ² Datura - Climate & Company Data Services GmbH

Freshwater ecosystems and biodiversity are threatened by dams, water extraction, land use, invasive species, overharvesting, and chemical pollution. In the recognition that corporate activities constitute a main contributor to these threats, regulatory frameworks such as the European Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) require companies to disclose the environmental impacts, risks, and opportunities related to companies' operations. Yet, the implementation of standards related to impacts associated with chemical pollution, water, and biodiversity (European sustainability reporting standards—ESRS E2, E3, and E4, respectively) remains challenging due to the absence of standardized metrics, connecting biodiversity impacts to pollution and business activities over entire value chains, and a lack of methodological guidance and operational workflows.

At Goethe University Frankfurt, we have established a network of academic and non-academic experts involved in sustainability assessment from different disciplines to find transdisciplinary solutions to measuring and reporting on chemical pollution and biodiversity impacts in freshwater ecosystems associated with business activities. Our work includes an analysis of the double-materiality concept, review of DAX 40th reports on water, and the construction of a Framework for Sustainability Reporting on Chemical Pollution and Biodiversity Impacts (FRAME). FRAME aims to develop data-driven solutions and a practical workflow to assess and report biodiversity impacts associated with chemical pollution in the cleaning and care product industry as example sector under CSRD regulations in Germany. We will identify key metrics and integrate external databases and life cycle assessment (LCA) tools to link chemical emissions to biodiversity impacts.

To ensure practicality and usability of our proposed solutions in real-world settings, we will collaborate with specific mid-sized companies in Germany. We will consider companies' sustainability assessment experience and reporting workflows, and test and refine the proposed workflows and solutions. Our solutions will be adaptable to other companies and sectors and disseminated through stakeholder workshops. These efforts will serve as a first-of-its-kind example for biodiversity impact reporting and a «blueprint» for creating similar methodologies for other drivers of biodiversity loss within the CSRD and related sustainability reporting frameworks.

S14 Chemical Pollutants and Other Stressors: Drivers of Biodiversity and Functional Loss in Aquatic Systems

Die Umweltprobenbank des Bundes – Langzeittrends für die Chemikalienbelastung und biologische Vielfalt der Gewässer

Jan Koschorreck¹; Bernd Göckener²; Sebastian Eilebrecht²; Henner Hollert³; Vanessa Runge; Robin Schütz⁴; Florian Leese⁴

¹ Umweltbundesamt; ² Fraunhofer Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie; ³ Universität Frankfurt; ⁴ Universität Duisburg Essen

Seit 50 Jahren diskutieren Wissenschaft, Behörden und Politik die Wirkungen von Chemikalien auf die biologische Vielfalt in einer Multi-Stressor Umwelt. Neue Methoden können jetzt helfen, Artengemeinschaften, stoffliche Mischungen und ihre toxischen Wirkungen umfangreicher und genauer zu beschreiben, als es in der Vergangenheit der Fall war. Mit der Umweltprobenbank des Bundes können wir mit ihnen in der Zeit zurückzureisen und die Entwicklungen rekonstruieren.

Die Umweltprobenbank sammelt seit Mitte der 2000er Jahre Schwebstoffe von Rhein, Elbe, Donau und ihren Zuläufen und archiviert die Proben bei tiefkalten Temperaturen. Für die Proben der letzten 20 Jahre liegen gezielte Ergebnisse für Stoffe unterschiedlicher Verwendungen vor, bspw. REACH Chemikalien, Biozidprodukte, Arzneimittel und Pflanzenschutzmittel. Dazu kommen LC- und GC-Non-Target Screening Daten, die in einem online Portal anhand des Abgleichs mit analytischen Parametern Hunderten von Stoffen sicher zugeordnet werden können. Eine weitere neue Entwicklung sind effektbasierte Methoden, die Wirkungen von Schwebstoffextrakten der Umweltprobenbank mit klassischen ökotoxikologischen Labortests untersuchen sowie mit Bioassays und neuen Omics Methoden, um Wirkungen auf Organismen und ihre Rezeptoren im Labormaßstab untersuchen zu können. Schließlich sind die Proben auch hervorragende Umwelt DNA Sammler und ermöglichen mit Metabarcoding-Methoden detaillierte Einsichten in die Entwicklung der aquatischen Lebensgemeinschaften an den Probenahmestellen seit den 2000er Jahren.

Die Grundlagen des Chemikalienmanagements sind die präventive Stoffbewertung zur Vorhersage potenzieller Umweltrisiken vor der Markteinführung, während die retrospektive Bewertung reale Expositionswirkungen der Chemikalien erfasst und Regelungslücken schließt. Neue Frühwarnsysteme sollen eine Brücke zwischen den beiden Systemen schlagen, die in der Praxis bislang weitgehend getrennt sind. Zu den Herausforderungen gehört es, sicherer bei dem Erkennen von Langzeit- und Ökosystemeffekten der chemischen Verschmutzungen und ihren kumulativen Wirkungen zu werden. Der Blick zurück in die Belastungshistorie der Proben der Umweltprobenbank kann wichtige Fragen beantworten: Wie bewerten wir Trends von Stoffen und Lebensgemeinschaften gemeinsam? Wie ergänzen sich die chemische und wirkungsorientierte Umweltbeobachtung für den Schutz der biologischen Vielfalt? Und welche anderen Stressoren sind außerdem relevant?

S15 Plastik und assoziierte Chemikalien in Binnengewässern

Trapping of microplastic particles in Germany's largest drinking water reservoir – a simulation study

Katrin Wendt-Potthoff¹; Chenxi Mi²; Pouyan Ahmadi²; Jan Fleckenstein²; Karsten Rinke²

¹ Helmholtz-Centre for Environmental Research – UFZ; ² UFZ - Helmholtz Centre for Environmental Research

Microplastic (MP) pollution has garnered global attention due to its ubiquity in marine and freshwater systems, as well as its potential—though still uncertain—risks to human health. While MP concentrations in drinking water remain relatively low, safeguarding reservoir-based drinking water supplies against potential contamination remains a pressing concern. In this study, we applied a rigorously validated, two-dimensional hydrodynamic model (CE-QUAL-W2) to Germany's largest drinking water reservoir, the Rappbode Reservoir, to examine MP retention under realistic inflow, meteorological, and operational conditions. Our primary aim was to quantify how varying particle settling velocities ($0.1\text{--}1.0\text{ m d}^{-1}$) influence MP transport, sedimentation, and breakthrough to the raw water outlet over a two-year simulation period.

We demonstrate that reservoir-scale retention efficiency rises sharply with increasing MP settling velocity, with near-complete retention ($>95\%$) achieved at settling velocities of 0.9 m d^{-1} or higher. Conversely, slower-sinking particles ($\leq 0.3\text{ m d}^{-1}$) exhibit significant downstream export, indicating that weak sedimentation can negate the reservoir's inherent trapping capacity even under long residence times ($\sim$ one year). Furthermore, episodic phenomena such as stratification breakdown or shortcut currents can rapidly redistribute or mobilize MP particles, bypassing much of the reservoir volume and potentially delivering MP particles directly to outflows. These findings highlight the critical roles of both hydrodynamics (stratification, mixing, and lateral transport) and particle-specific traits (settling velocity, aggregation) in determining MP fate.

By integrating comprehensive field-derived meteorological inputs and a validated numerical framework, this study provides novel insights into MP retention in drinking water reservoirs and underscores the vulnerability of such systems to episodic transport events. Our approach offers a robust tool for reservoir managers and policy-makers to anticipate MP contaminant pathways, optimize withdrawal strategies, and potentially mitigate health risks linked to MP particles in drinking water. This work thus advances both the scientific understanding of MP dynamics in lentic systems and supports more informed, adaptive water-resource management.

S15 Plastik und assoziierte Chemikalien in Binnengewässern

Heterotrophic protists as entry vectors for microplastic particles into freshwater food webs

Julian Wagenhofer; Frank Nitsche; Patrick Fink

Universität zu Köln

The contamination of aquatic environments with plastic particles of varying sizes, shapes, and chemical compositions has emerged as one of the most pressing environmental concerns of recent decades and is likely to remain so in the future. Increasing amounts of plastic waste enter aquatic ecosystems, where primary and secondary macroplastics degrade into smaller micro- and nano-sized particles. These particles, both regular and irregular in shape and spanning a range of size fractions, become available to aquatic organisms across all size classes. Numerous studies have demonstrated that micro- and macroplastic particles can enter the food web through ingestion by animals and be transferred along trophic chains. However, smaller heterotrophic protists remain understudied compared to larger organisms, despite their critical role in transferring energy (i.e. bacterial biomass) to higher trophic levels. We conducted a series of laboratory experiments involving over 30 species of heterotrophic protists representing different feeding modes (suspension, filter, interception, and raptorial feeding) and exposed them to microplastic particles differing in size, shape, chemical composition, and surface characteristics, including the presence of an Eco-Corona layer. Overall, our results demonstrate that microplastic particles can enter the food web via diverse heterotrophic protists. We also observed feeding-mode-specific and taxon-specific differences, as well as distinctions related to species' environmental origins. Additionally, the experiments revealed species-specific patterns of particle accumulation and egestion, which were also influenced by the presence of an Eco-Corona layer. These findings lay the ground work for subsequent investigations into the effects of microplastics on individual protist species (e.g. their growth and mortality rates) and for trophic transfer studies that assess the potential for microplastics to accumulate in organisms across aquatic food webs.

S15 Plastik und assoziierte Chemikalien in Binnengewässern

Growth rate and functional response of an aquatic ciliate exposed to different microplastic concentrations

Hedda L. Müller¹; Daniel M. Perkins²; Susanne Grünewald³; Julia Reiss²; Katherin Restrepo-Sulez⁴; Anne Robertson⁴; Andrea Perna⁵

¹ Universität Münster, Institut für Landschaftsökologie; ² Brunel University of London, Centre for Pollution Research and Policy; ³ Universität Bayreuth, Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften; ⁴ University of Roehampton, Department of Life Sciences; ⁵ IMT School for Advanced Studies Lucca, Italy

With ongoing plastic pollution in the environment, it is essential to understand the effects of ubiquitous microplastic particles in aquatic ecosystems. While it is known that aquatic organisms ingest synthetic particles, the underlying mechanisms of microplastic uptake and effects on growth rates of populations are still not well studied. Especially microorganisms being negatively affected by microplastics might lead to consequences for ecosystem processes, as they take part in nutrient cycling and are used as a common food source by other heterotrophs.

We exposed the freshwater model ciliate *Tetrahymena pyriformis* to six different concentrations of microplastics and measured particle uptake as well as population growth. In general, microplastic uptake increased with concentration, showing a trend of saturation which resembles a Type II functional response. The estimated maximum feeding rate was 22 microplastic particles/individual/h. We found a decrease in particle uptake over time, presumably due to observed aggregation of particles. The aggregates likely result from particles being egested by *Tetrahymena pyriformis*, suggesting that the ciliate may modify microplastics characteristics. The simulation model assuming an availability of 50% of microplastic particles after egestion corresponded to the obtained data. Additionally, the ciliates' population growth rate was reduced under microplastics exposure. Overall, the results of the feeding experiment highlight the importance of understanding the fate of synthetic particles in aquatic ecosystems and indicate that microorganisms might play a key role in the transfer and alteration of microplastics while being negatively impacted.

S15 Plastik und assoziierte Chemikalien in Binnengewässern

Chronic Effects of Bisphenol A and Three Structural Analogues in Freshwater Snails and Amphipods

Natalie Reininger

Goethe - Universität Frankfurt

Structural analogues of bisphenol A (BPA) are rapidly increasing in production and environmental concentrations, although a complete ecotoxicological assessment is still lacking. This study addresses the endocrine disrupting potential of the selected bisphenols BPA, BPF, BPS, and BPAF on aquatic invertebrates via in vivo reproduction tests with the freshwater snail *Potamopyrgus antipodarum* and the freshwater amphipod *Hyalella azteca*. The reproduction test with the freshwater snails showed a significant inductive effect in the embryo production in almost all tested bisphenol concentrations ranging from 1 to 100 µg/L. The NOECs for the BPA, BPS, and BPAF are below 1 µg/L. There was no significant reproductive effect on the freshwater amphipods in the tested concentration range, except for a decrease in reproduction due to increasing mortality in the highest concentrations of BPA, BPF, and BPAF. All four bisphenols had a similar impact on the reproduction of the estrogen-sensitive snails in very low and environmentally relevant concentrations. Increases in the energy allocated to reproduction could impact the survival of the population negatively, ultimately also effecting the ecosystem. BPA analogues display a similar ecotoxicological hazard on the reproduction of estrogen-sensitive species as BPA itself, therefore making their increasing production and release into the environment problematic.

S15 Plastik und assoziierte Chemikalien in Binnengewässern

Phytotoxic effects of leachates from virgin and weathered polymers, consumer products and plastic-specific additive mixtures

Mechthild Schmitt-Jansen¹; Christoph Rummel; Stefan Lips

¹ UFZ - Helmholtz Centre for Environmental Research GmbH

Plastics undergo successive fragmentation and leaching in the environment as a result of weathering processes such as photo-oxidation. However, the toxicological potential and ecological impacts of unknown chemical mixtures from plastic leachates remain understudied. The contribution summarizes studies from several lines of evidence in biological systems differing in biological complexity by combining effect-based tools and community analysis of biofilms. For analyzing the phytotoxic effects of leachates we applied a diagnostic algae test using synchronized cultures of the chlorophyte *Scenedesmus vacuolatus* and analyzed several physiological and population-based observation parameters like photosynthesis and growth. Leachates were derived from commercial virgin polymers with low additive content, including polyethylene (PE), polyethylene terephthalate (PET), polypropylene (PP) and polystyrene (PS) as well as additive-containing electronic-waste (EW) and a computer keyboard (KB). Whereas leachates from PET, PP and PS did not show substantial negative effects in the autotrophic test system, the leachates from contaminated EW and KB induced severe effects. However, ice-berg modelling revealed that less than 2% of these effects could be explained by additives that can be expected in the leachates. Therefore, in a follow-up study, we used custom-made plastic material (PE, PVC and PET) for leaching and weathering with known composition of additives like flame retardants, plasticizers and UV and heat stabilizers. The presentation will present key results of the effect-based analysis of the leachates of these materials using the algae test system. We additionally used the custom-made plastic plates in a microcosm study for colonization of biofilm communities, to increase ecological realism in effect assessment of plastic additives in the environment.

S15 Plastik und assoziierte Chemikalien in Binnengewässern

Schwarzer Tod? Auswirkungen von Reifenabrieb auf Flohkrebse und Eintagsfliegenlarven

Friederike Gabel; Marie Abraham; Annika de Fries; Bjela Eymann; Jan Humpohl; Johanna Jücker; Christine Konopka; Johanna Lengers; Elena Lepping; Paulina Schmidt

Institut für Landschaftsökologie, Universität Münster

Die Kontamination limnischer Ökosysteme mit Mikroplastik stellt ein bedeutendes globales Umweltproblem mit weitreichenden ökologischen Konsequenzen dar. Ein erheblicher Anteil des Mikroplastiks, insbesondere jenes im Sediment, geht auf den Abrieb von Fahrzeugreifen zurück. Die beim Kontakt zwischen Reifen und Fahrbahn entstehenden Partikel und Aggregatstrukturen gelangen u.a. durch Straßenabläufe in die Gewässer. Sowohl die physikalischen Eigenschaften der Partikel als auch die freigesetzten chemischen Substanzen sowie deren Wechselwirkungen können dabei schädliche Wirkungen auf Organismen entfalten. Welche Eigenschaften dabei aber von entscheidender Größe sind, ist noch unbekannt. Wir untersuchten die Auswirkungen von frischem und gealtertem Reifenabrieb sowie der Auslaugungen auf das Wachstum, die Fraßraten und Mortalität von *Gammarus pulex* und zwei Eintagsfliegenlarven in verschiedenen Konzentrationen. Alle untersuchten Organismen nahmen Reifenabrieb auf, teilweise in sehr großen Mengen (bis zu 700 Partikel pro Tier). Der gealterte Reifenabrieb zeigte meist geringere Effekte auf die Organismen als der frische Reifenabrieb, wobei die Auslaugungen häufig auch negative Effekte zeigten.

S17 Ästuare – einzigartige Ökosysteme unter dem Einfluss vielfältiger Stressoren

Untersuchungen zur Entwicklung des Sauerstoffhaushalts in der Tideelbe in den Jahren 2011–2024

Fabian Große¹; Sven Gundlach²; Claudia Thormählen²

¹ Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG); ² Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe-Nordsee

Die Tideelbe mit einer Länge von etwa 140 km vom Wehr Geesthacht bis nach Cuxhaven an der Nordsee zeichnet sich durch eine variable Topographie mit unterschiedlichen Gewässerbettiefen und -breiten aus. Das Zusammenwirken verschiedener Faktoren – u. a. der Stoffeintrag aus der Mittel-elbe, die großen Wassertiefen im Zufahrtsbereich zum Hamburger Hafen und die damit einhergehenden hohen Aufenthaltszeiten – führen jedes Jahr zur Ausbildung eines sommerlichen „Sauerstofftals“ in der Tideelbe. Die geringsten Sauerstoffgehalte treten dabei in der Regel innerhalb und direkt unterhalb des Hamburger Hafens auf und können zeitweise Werte bis unter 3 mg/l erreichen. Die Dauer, räumliche Ausdehnung und Intensität des Sauerstofftals weist dabei in Abhängigkeit der verschiedenen Einflussfaktoren starke zwischenjährliche Schwankungen auf. In diesem Beitrag wird die Entwicklung des Sauerstoffgehalts der Jahre 2011 bis 2024 in der Tideelbe unter Verwendung zeitlich hochaufgelöster Naturmessungen untersucht. Dabei wird nicht nur die Entwicklung im Hauptstrom der Tideelbe betrachtet, sondern auch ein Vergleich zur Entwicklung in der Hahnöfer Nebel-elbe, einem flachen Nebenarm der Tideelbe direkt unterhalb des Hamburger Hafens, gezogen. Zusätzlich wird die Entwicklung des Sauerstoffgehalts im Kontext der Entwicklung des Eingangssignals aus der Mittel-elbe über das Wehr in Geesthacht betrachtet, da dieses die Sauerstoffentwicklung in der Tideelbe maßgeblich beeinflusst. Die vorgestellten Untersuchungen werden im Auftrag des Wasserstraßen- und Schifffahrtsamtes Elbe-Nordsee durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde durchgeführt und tragen zur Verbesserung des Systemverständnisses Tideelbe bei.

S17 Ästuar – einzigartige Ökosysteme unter dem Einfluss vielfältiger Stressoren

Co-occurring heatwaves and low-oxygen events in the Elbe Estuary

Ovidio García-Oliva; Carsten Lemmen; Kai Wirtz

Helmholtz-Zentrum Hereon

Estuaries are a vital yet pressured ecological, social and economic resource, serving as a key area for nutrient retention, recreation and transportation, and subject to both direct anthropogenic pressures and indirect ones like climate change. Here we examine the co-occurrence of heatwaves and low-oxygen events in the Elbe estuary. We analyzed historical climate and water quality data from 1990 to 2024 alongside numerical ecological models to assess the frequency, intensity, and underlying mechanisms of these combined events. We find a high incidence of heatwaves that correlates with the frequency of hypoxia, particularly during summer months. While heatwaves are spatially uniform from the upper section (Geesthacht weir) to the mouth section (Cuxhaven), low-oxygen events are concentrated around Hamburg, where the estuary is deepened for facilitating ship transportation. However, co-occurring heatwave and low-oxygen events are not spatially homogeneous, and heatwave and low-oxygen intensities exhibit stronger correlations with lower oxygen levels immediately downstream of the port of Hamburg. Model experiments indicate increased oxygen consumption due to respiration and nitrification in this river section, likely resulting from rapid changes in topography. These findings underscore the need for adaptive management strategies to mitigate the impacts of climate change on the health of our estuaries, which are already heavily transformed by human activities.

S17 Ästuarie – einzigartige Ökosysteme unter dem Einfluss vielfältiger Stressoren

Modelling lateral water exchange between main and side channels in the Elbe Estuary (Germany) using a coupled physical-biogeochemical model.

Enzo Gronchi; Jens Wyrwa; Fabian Grosse

Federal Institute of Hydrology / Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

The monitoring and management of water quality in estuaries have received increasing attention over the years. The Elbe Estuary is the entrance gate to the Port of Hamburg and constitutes one of the most heavily anthropogenically modified estuaries in the German North Sea. This resulted in several well-documented hydrodynamic, sedimentological and ecological changes such as, for example, the apparition of depleted oxygen conditions in summer.

Due to their lower water depths and higher light availability, side channels like the Hahnöfer Nebelbe exhibit better growth conditions for phytoplankton and higher oxygen levels than the adjacent main channel of the Elbe Estuary. Therefore, they serve as nurseries and habitats for fish and other gill-breathing organisms. However, their water quality is closely linked to the exchange with the main channel. Hence, being able to properly simulate water exchange between main and side channels is crucial for representing side channel dynamics with numerical models in support of estuarine water quality management.

In this study, we couple the water quality model QSim with two hydrodynamic models, UnTRIM² and SCHISM, to examine the influence of different transport schemes and mesh resolutions on the 3d, depth-averaged simulation of lateral exchange and water quality in the Hahnöfer Nebelbe region.

Preliminary results highlight that differences in model scheme and mesh resolution significantly affect how short-term variations and lateral exchanges in water quality are represented—whether being fully controlled by tidal cycles or also varying with finer-scale temporal fluctuations.

We also observe systematic deviations in simulated oxygen concentrations, likely due to biological misrepresentation, and a reduced lateral gradient between the tributary and main channel compared to field observations, potentially caused by excessive mixing.

These findings underscore the need for an accurate representation of hydrodynamic-ecological coupling to inform reliable forecasting tools and policy decisions in estuarine management.

S18 Frontiers in Freshwater Science

Towards understanding stream ecosystem processes at large spatial scale

Mark O. Gessner

Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

Rapid improvements in data acquisition and processing technologies as well as developments in communication within and beyond the scientific community offer exciting opportunities to gain new insights into the structure and functioning of ecosystems from the local to the global scale. These new opportunities have only been marginally embraced in analyses of stream ecosystem processes. Nevertheless, data from permanently deployed oxygen probes at multiple sites across the globe lend themselves to derive large-scale patterns of ecosystem metabolism. Insights into methane dynamics have been obtained at large scale by taking advantage of the broad spatial coverage enabled by citizen science. Coordinated distributed experiments have been carried out using standardized leaf litter or analogues such as cotton strips and tea bags. Similar coordinated experiments could be conducted around the world on nutrient transformations, primary production and other ecosystem processes. Precedents of such initiatives reach as far back as to tests of the River Continuum Concept across the conterminous USA and, later, continental-scale analyses on nitrogen dynamics. Molecular analyses also hold potential for shedding light on ecosystem processes, especially when targeting RNA, proteins and metabolites, and when combined with sampling supported by citizen science or robotics, the latter facilitating access also to remote areas. At the other end of the spectrum, remote sensing at ever finer spatial, temporal and spectral resolution offers opportunities for analyzing large-scale patterns. These examples are meant to illustrate potentials and inspire future initiatives towards documenting and understanding ecosystem processes in streams at the continental and global scale. A major impediment, however, is the lack of an effective funding mechanisms for global-scale ecosystem studies, calling for a supranational body or greatly improved collaboration of national funding agencies to alleviate the current constraints.

S18 Frontiers in Freshwater Science

Human-driven nutrient imbalances rule rivers worldwide: A call for stoichiometric thinking

Alexander Bartsch¹; Felipe Saavedra¹; Anika Große¹; Carolin Winter²; Pia Ebeling¹; Julia Pasqualini¹; Michele Meyer¹; Lindsey Aman³; Linus Schauer¹; Alexander Hubig¹; Yao Li¹; Andreas Musolff¹; Rohini Kumar¹; Daniel Graeber¹

¹ Helmholtz-Centre for Environmental Research - UFZ; ² University Freiburg; ³ University of Florida, USA

Human-driven nutrient pollution continues to degrade freshwater ecosystems globally, yet current assessments often overlook the stoichiometric relationships among organic carbon (OC), nitrogen (N), and phosphorus (P). These ratios are critical for microbial nutrient uptake and retention processes. We present a global analysis of reactive nutrient exports – bioavailable forms of OC, N, and P – from 3,469 river catchments across six continents, mostly from Europe, North and South America.

Our results show that excess reactive nitrogen (rN) is a globally pervasive pattern, occurring in 89% of catchments. This stoichiometric rN excess coincides with co-depletion of reactive phosphorus (rP) and organic carbon (rOC), with human catchment-scale drivers distinct from those of nutrient concentrations. While absolute concentrations respond to a rather diverse set of anthropogenic variables, stoichiometric imbalances are strongly driven by two drivers: population density and the human development index (HDI). A higher HDI is linked to increased N:P ratios—likely reflecting improved point source management for P but insufficient control of diffuse N inputs. In contrast, higher population density reduces C:N ratios, potentially due to wetland drainage and agricultural fertilization that elevate N while lowering C availability.

Based on strong experimental and monitoring evidence, the management-induced stoichiometric rN excess will very likely limit microbial co-nutrient availability, constrain N retention, and increase the risk of downstream eutrophication. We propose that nutrient pollution be reframed as not only a problem of concentration or loads but of imbalance. A stoichiometry-informed framework is urgently needed in science and policy to better predict ecosystem-scale responses and manage nutrient impacts within planetary boundaries, marking an emerging frontier in how we understand and manage freshwater systems.

Aquatic plant-associated toxic cyanobacteria – a new threat to freshwater ecosystems

Sabine Hilt¹; Pablo Barrancos²; Elena Bezzubova³; Keith Bouma-Gregson⁴; Haowu Cheng³; Lea Drescher⁵; Petr Dvorak⁶; Hans-Peter Grossart³; Ferdi Hellweger²; Sven Meißner³; Michael Monaghan³; Timo Niedermeyer⁷; Charlotte Schampera⁸; Nikola Stankovic³; Christoph van Thriel⁵; Susanna A. Wood⁹; Jutta Fastner⁸

¹ Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB); ² TU Berlin; ³ IGB Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei; ⁴ USGS; ⁵ IfaDo - Leibniz Research Centre for Working Environment and Human Factors; ⁶ Palacký University Olomouc; ⁷ FU Berlin; ⁸ Umweltbundesamt; ⁹ Lincoln University

Blooms of planktonic cyanobacteria have been a serious global problem in freshwater environments for decades, prompting considerable research into their causes and consequences. More recently, concerns have arisen regarding an increasing occurrence of toxic cyanobacteria attached to submerged surfaces, i.e. benthic rather than planktonic. In several countries, dog and bird fatalities have been reported. Toxic cyanobacteria associated with aquatic plants are of particular interest. Aquatic plants substantially increase the available surface area as a substrate for growth of epiphytic cyanobacteria, and species without roots can easily be dislodged and transport associated toxic cyanobacteria to beach areas. Here, humans, dogs and other animals can directly come into contact with aquatic plant-associated toxic cyanobacteria, increasing the potential for poisoning events. In addition, herbivorous animals that feed on submerged plants may ingest associated toxic cyanobacteria unintentionally and transfer toxins into the aquatic food web and beyond. We reviewed all reported cases of toxic aquatic plant-associated cyanobacteria to identify the aquatic plants, cyanobacterial species, and cyanotoxins involved. Associations between aquatic plants and toxic epiphytic cyanobacteria have been reported in 12 countries on all continents apart from Africa and Antarctica. A variety of submerged, emergent and floating aquatic plants have been found to be associated with toxic cyanobacteria including vascular species, mosses and charophytes. Toxin producing species were found among both, non-heterocystous (e.g. *Leptolyngbya*, *Geitlerinema*, *Phormidium*, *Microcoleus*, *Oscillatoria*, *Lyngbya*) and heterocystous cyanobacterial genera (e.g. *Microseira*, *Scytonema*, *Aetokthonos*). We also discuss the different types of potential aquatic plant-cyanobacterial associations, the environmental conditions that facilitate their occurrence, and possible pathways by which the cyanotoxins enter terrestrial and aquatic food webs. Finally, we will present key questions and research needs to enable the development of a robust risk assessment and management framework of aquatic plant-associated toxic cyanobacteria in freshwater ecosystems. Specifically, we recommend more systematic surveys and the development of new risk assessment approaches, as well as research into the factors that promote plant-associated cyanobacteria, their toxin production and accumulation in freshwater food webs.

S18 Frontiers in Freshwater Science

Mehr Prävention wagen: Wege aus der Polykrise

Klement Tockner

Senckenberg

Klimawandel, wirtschaftliche Unsicherheit, militärische Konflikte und zunehmender Extremismus schüren Ängste und Überforderung in weiten Teilen der Bevölkerung. Gleichzeitig erodiert das Vertrauen in staatliche Institutionen. Diese vielfältigen, miteinander verflochtenen Herausforderungen – oft als „Polykrise“ bezeichnet – erfordern systemische und präventive Lösungsansätze, Frühwarnsysteme, innovative Marktmechanismen sowie eine zielgerichtete Kommunikation. Am fehlenden Geld liegt es kaum: Im Umweltschutz etwa fließen von jährlich rund 80 Milliarden Euro ganze 94 Prozent in Abfall- und Abwasserwirtschaft sowie die Beseitigung von Umweltschäden – also in nachträgliche „Aufräumarbeiten“. Ähnlich im Gesundheitswesen: 94 Prozent der Mittel fließen in die Behandlung – Vorsorge und Prävention bleiben stark unterfinanziert. „Schädigen – dann wiederherstellen“ scheint vielerorts das vorherrschende Prinzip zu sein – sei es im Umwelt- und Gesundheitsbereich, im Krisenmanagement oder beim Schutz demokratischer Strukturen. Doch wie lässt sich dieser Kurs ändern? Prävention muss sich lohnen – sie muss zum tragfähigen und rentablen Geschäftsmodell werden. Zudem gilt es, schädliche Subventionen abzubauen oder gezielt in nachhaltige Alternativen umzulenken. Erforderlich sind zugleich innovative Ansätze in Forschung und Umsetzung – und der politische Wille, die komplexen Wechselwirkungen zwischen Biodiversität, Klimawandel, geopolitischen Krisen und menschlicher Gesundheit in konkrete Maßnahmen zu übersetzen. Das Ziel ist es, Wege aufzuzeigen, wie wir durch mehr Prävention widerstandsfähiger, gesünder und nachhaltiger handeln können.

S19 Effektbasiertes Gewässermonitoring

Assessing chemical pollution with biomonitoring approaches in streams and rivers

Ariane Moulinec ^{a,b}, Jens Arle ^c, Henner Hollert ^{d,e,f}, Sarah Hörchner ^{g,h}, Sarah Johann ^{d,e}, Cornelia Kienle ⁱ, Matthias Oetken ^{g,h}, Andrea Sundermann ^{a,b,h}

^a Senckenberg Research Institute and Natural History Museum Frankfurt; ^b Goethe University Frankfurt; ^c German Environment Agency (UBA); ^d Goethe University Frankfurt; ^e Fraunhofer Institute for Molecular Biology and Applied Ecology IME; ^f LOEWE Centre for Translational Biodiversity Genomics (LOEWE-TBG); ^g Goethe University Frankfurt; ^h Competence Center Water Hesse; ⁱ Swiss Centre for Applied Ecotoxicology, Switzerland

Many rivers and streams are affected by chemical pollution, yet current chemical monitoring methods are limited for technical and economic reasons. Biomonitoring has been increasingly used as a means of assessing the impacts of chemical pollution and indirectly monitoring river contamination. In order to provide an overview of the wide variety of biomonitoring approaches, we conducted a systematic review of the literature investigating the relationship between chemical pollution and biological responses. We distinguished five main approaches for the biomonitoring of chemical pollution: (i) monitoring of native communities, (ii) laboratory bioassays, (iii) in situ bioassays (iv) mesocosms and (v) monitoring of wild populations. Although each of them covers a wide range of methods and endpoints, we have highlighted their main advantages and limitations. Because native communities are exposed to a wide range of stressors, isolating the effects of chemical pollution alone is often limited. Most of the existing community indices cannot depict the full extent of the impact of pollutants on communities, but rather provide information on either general degradation of water and/or sediment quality. Effect-based methods (EBMs), including ecotoxicological bioassays and biomarkers, can better isolate the effects of pollution, and, to some extent, of specific types of pollutants. The experimental design of EBMs must be adapted to the research question and the context of the study, so that the test organisms, exposure scenarios and endpoints accurately reflect the contamination. In this context, a comparison with theoretically non-stressful situations with either a dilution series of the exposure solution in the laboratory or a comparison of laboratory and field treatment is relevant. The main difficulties encountered in the approaches investigated in the present review are the comparability of sampling strategies, non-linear concentration-response relationships, extrapolation from laboratory to field exposure, the highly variable sensitivity of organisms and the geographical specificities. Overall, a combination of different EBMs can integrate the effects of exposure to specific contaminants at both spatial and temporal scales, while accounting for confounding factors. The establishment of thresholds and guidelines would facilitate the integration of EBMs into regular monitoring programmes. This in turn will greatly facilitate the assessment of chemical impairment.

S19 Effektbasiertes Gewässermonitoring

Entwicklung eines ökotoxikologischen Bewertungssystems für Fließgewässer

Delia Lara Hof¹; Thomas Bing²; Klaus Peter Ebke²; Sebastian Heß³; Jörg Oehlmann¹; Andrea Sundermann³; Matthias Oetken¹

¹ Goethe-Universität Frankfurt am Main; ² Mesocosm GmbH - Institut für Gewässerschutz; ³ Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung (SGN)

Aufgrund anthropogener Eingriffe sind Oberflächengewässer weltweit negativ beeinflusst. Insbesondere chemische Verunreinigungen und morphologische Degradationen gefährden die Biodiversität dieser Ökosysteme und ihre Ökosystemfunktionen. Derzeit erfüllen lediglich 9,2 % der Oberflächengewässer in Deutschland den nach der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) geforderten guten ökologischen Zustand. Um effiziente wasserwirtschaftliche Maßnahmen zur Verbesserung des Gewässerzustands ergreifen zu können, ist die Analyse der vor Ort relevanten Stressoren jedoch unabdingbar.

Das Projekt DECIDE verfolgt das Ziel der Entwicklung eines ökotoxikologischen, WRRL-konformen Bewertungssystems zur Priorisierung von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen. Dieses Bewertungssystem soll in der Praxis dabei helfen zu entscheiden, ob chemische Belastungen oder defizitäre Gewässerstrukturen die Hauptursache für das Verfehlen des guten ökologischen Zustandes sind. Zur Bestimmung der "ökotoxikologischen Zustandsklasse" als zusätzlicher Parameter wurden effektbasierte Bewertungsmethoden (EBM) an insgesamt 30 Probestellen eingesetzt. Diese ermöglichen eine integrative In-vivo- und In-vitro-Erfassung der Effekte aller Schadstoffe in einer komplexen Umweltprobe unter Berücksichtigung unterschiedlicher Wirkmechanismen und der potentiellen Wechselwirkungen der Substanzen.

In diesem Beitrag wird die Ermittlung des ökotoxikologischen Zustandes auf Basis der erfassten Endpunkte Basistoxizität, oxidative Stressreaktion, Phytotoxizität, Mutagenität sowie der endokrinen und dioxinähnlichen Wirkung exemplarisch dargestellt. Die ökotoxikologischen Ergebnisse verschiedener In-vivo- und In-vitro-Tests wurden hierzu, analog dem bestehenden Verfahren für ökologische Zustände nach WRRL, in ein fünfstufiges Bewertungssystem von „sehr gut“ bis „schlecht“ eingeteilt. Des Weiteren wird gezeigt, wie durch den Vergleich von ökotoxikologischer Zustandsklasse und Gewässerstrukturgüte der Beitrag der chemischen Belastung an einer Probestelle für das Nichterreichen des guten ökologischen Zustands quantifiziert werden kann. Basierend auf entsprechenden Analysen können geeignete Maßnahmen zur Verbesserung des Gewässerzustands identifiziert und umgesetzt werden.

Danksagung: Das Projekt DECIDE wird von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert (Aktenzeichen 35663/01).

S19 Effektbasiertes Gewässermonitoring

Anwendung einer Biotestbatterie zur ökotoxikologischen Beurteilung der Wasserqualität in 15 Schweizer Fließgewässern

Cornelia Kienle; Nadine Bramaz; Andrea Schifferli; Daniel Olbrich; Anne-Sophie Voisin; Inge Werner; Etienne Vermeirssen; Benoit Ferrari

Schweizerisches Zentrum für angewandte Ökotoxikologie

Wirkungsbasierte Methoden wie ökotoxikologische Biotests und Biomarker bilden als Screening-Instrumente und Frühindikatoren eine wichtige Brücke zwischen der Exposition, d.h. den vorhandenen Chemikalien und den damit verbundenen Risiken für aquatische Organismen, und den Wirkungen auf Organismen in der Umwelt. Sie ermöglichen die Beurteilung von Schadstoffgemischen in Umweltproben, insbesondere da nicht alle vorkommenden Stoffe gemessen werden können.

Das Ökotoxzentrum hat eine umfangreiche Monitoring-Studie durchgeführt, um die Bewertung der Gewässerqualität durch eine Auswahl wirkungsbasierter Methoden zu erweitern. Hierzu wurde die Wasserqualität an Standorten mit unterschiedlicher Landnutzung mithilfe einer umfassenden Biotestbatterie aus weitgehend standardisierten Wasser- und Sediment-Biotests untersucht. Molekulare Biomarker in jungen Bachforellen wurden in Bächen in Gebieten mit extensiver und landwirtschaftlicher Landnutzung verwendet. Zusammen mit Messungen abiotischer Parameter und chemischen Analysen kann so ein umfassendes Bild der Einflüsse gewonnen werden. Diese Präsentation gibt einen Überblick über die Ergebnisse der aquatischen Biotests.

Zur Bewertung der Wasserqualität wurde eine umfangreiche Biotestbatterie angewendet. Eingesetzt wurden 14 größtenteils standardisierte in-vitro- und in-vivo-Biotests mit verschiedenen Zelllinien, Algen, Wasserwirbellosen und Fischembryonen und -larven. Das Risiko für Wasserlebewesen wurde basierend auf effektbasierten, biotestspezifischen Schwellenwerten beurteilt. So wurden möglicherweise problematische Standorte identifiziert. Die Ergebnisse dieser effektbasierten Risikobewertung wurden zudem mit der Mischungsrisikobewertung basierend auf chemischen Messwerten verglichen.

Standorte mit landwirtschaftlich-urbaner Landnutzung zeigten die stärksten Effekte, gefolgt von Standorten mit landwirtschaftlicher und extensiver Landnutzung. Die Biotests, die die meisten Überschreitungen von effektbasierten Schwellenwerten ergaben, waren Reportergentests für Schadstoffwahrnehmung und oxidativen Stress sowie der kombinierte Algentest (Endpunkt Wachstum) und akute Toxizitätstests mit Fischembryonen und einer Fischzelllinie.

Der Vergleich mit etablierten, auf chemisch-analytischen Daten basierenden, Bewertungsmethoden hat gezeigt, dass diese effektbasierten Methoden einander und die chemische Analytik ergänzen und somit die Erkennung ökotoxikologischer Risiken verbessern.

S19 Effektbasiertes Gewässermonitoring

PSM-Biodiv – Ereignisbasiertes Monitoring von Pflanzenschutzmitteleinträgen und deren ökotoxikologische Bewertung in kleinen Fließgewässern der Wetterau (Hessen)

Leslie Nedwed

Institut für Ökologie, Evolution und Diversität

Kleine Fließgewässer in landwirtschaftlich genutzten Regionen reagieren besonders empfindlich auf Pflanzenschutzmitteleinträge, da sie über geringe Puffer- und Verdünnungskapazitäten verfügen. In der Wetterau, einer intensiv ackerbaulich genutzten Region in Hessen, stellen Pflanzenschutzmittel (PSM) und ihre Metaboliten eine erhebliche Belastung für aquatische Ökosysteme dar. Besonders nach Niederschlagsereignissen gelangen diese Stoffe über Oberflächenabfluss in die Gewässer und führen zu kurzfristigen, aber ökologisch relevanten Konzentrationsspitzen. Konventionelle Monitoringansätze, die auf Einzelproben basieren, erfassen diese Dynamiken oft nicht und unterschätzen damit potenzielle Risiken.

Ziel der vorgestellten Untersuchung war es, die ökotoxikologische Relevanz solcher ereignisbezogener Einträge in drei Fließgewässern der Wetterau zu erfassen. Hierzu wurden automatische Probennehmer eingesetzt, die bei Starkregenereignissen im Vier-Stunden-Intervall über 20 Stunden Wasserproben entnehmen und so eine zeitlich hochaufgelöste Erfassung der Belastung ermöglichten. Neben der chemisch-analytischen Erfassung der PSM-Wirkstoffe mittels LC-MS/MS kamen vier effektbasierte in-vitro-Testsysteme zum Einsatz: der Mikrottox-Test zur Bestimmung akuter Toxizität gegenüber *Aliivibrio fischeri*, der YES-Test zur Detektion hormoneller (östrogener) Aktivität, der AChE-Hemmtest zur Bewertung potenzieller neurotoxischer Wirkungen sowie ein Algenwachstumshemmtest mit *Raphidocelis subcapitata* zur Erfassung phytotoxischer Wirkungen auf primäre Produzenten.

Die Ergebnisse zeigten nicht nur deutlich erhöhte Konzentrationen von PSM-Wirkstoffen in den Proben während Regenereignissen im Vergleich zur Trockenwettersituation, sondern auch toxische Effekte in den biologischen Verfahren. Der kombinierte Ansatz aus ereignisbasierter Probenahme und effektbasierten Tests bietet eine vielversprechende Grundlage für ein risikoorientiertes Gewässermonitoring in Agrarlandschaften.

S19 Effektbasiertes Gewässermonitoring

Ökotoxikologische Effekte und Reaktionen von Makroinvertebraten als Indikatoren für den Erfolg von Flussrenaturierungen

Sarah Hörchner¹; Ariane Moulinec²; Andrea Sundermann²; Jörg Oehlmann¹; Matthias Oetken¹

¹ Goethe - Universität Frankfurt; ² Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt

Anthropogene Einflüsse führen seit Jahrhunderten zu einer erheblichen physischen und ökologischen Verschlechterung von Flussökosystemen. Während Renaturierungsmaßnahmen morphologische Verbesserungen bewirken, bleiben positive biologische Reaktionen, insbesondere bei benthischen Makroinvertebraten, oftmals aus. Neben der Gewässerstruktur beeinflussen großräumige Stressoren wie chemische Verschmutzung die Wiederherstellung der biologischen Vielfalt. Das Ausmaß, in dem diese Verschmutzung die Erholung renaturierter Flüsse einschränkt, wird im Vergleich zu nicht-chemischen Stressoren häufig unterschätzt und nicht ausreichend berücksichtigt. Konventionelle Methoden der Wasserüberwachung erfassen derartige Effekte lediglich unzureichend, weshalb effektbasierte Methoden (EBM) als ergänzendes Monitoring-Instrument vorgeschlagen werden, um Erkenntnisse über die biologischen Auswirkungen komplexer chemischer Gemische zu erlangen.

In dieser Studie haben wir ökologische Metriken, EBM und chemische Analysen kombiniert, um die Wirkung lokaler Renaturierungsmaßnahmen umfassend zu bewerten. Obwohl sich die Maßnahmen positiv auf die Lebensraumqualität auswirkten, zeigten sich in den renaturierten Abschnitten keine signifikanten Verbesserungen des ökologischen Zustands. Auch ein längerer Zeitraum seit der Umsetzung der Maßnahmen führte nicht automatisch zu einer besseren Erholung. In Wasser und Sediment wurden verschiedene Schadstoffe nachgewiesen, darunter Arzneimittel, Pestizide und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. Ergänzend identifizierten ökotoxikologische Tests relevante toxische Effekte wie endokrine, mutagene und embryotoxische Wirkungen.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass chemische Belastungen das ökologische Erholungspotenzial erheblich beeinträchtigen können. Der Erfolg von Renaturierungsmaßnahmen sollte daher integrativ und multidimensional bewertet werden. Nur so lassen sich begrenzende Faktoren identifizieren und Fälle erkennen, in denen weitere Maßnahmen notwendig sind. Die Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit, Renaturierungsstrategien durch eine umfassende ökotoxikologische Überwachung zu ergänzen, um sämtliche Faktoren zu identifizieren, die den Renaturierungserfolg beeinträchtigen, und diese effektiv zu adressieren.

S20 Genetische Verfahren im biologischen Gewässermonitoring

Die Quagga-Muschel in den Talsperren des Ruhrverbandes (NRW) - Verbreitung, ökologische Auswirkungen und Folgen für die Bewirtschaftung

Lucas Eckel¹; Christina Meinert-Berning²; Markus Kühlmann³; Joanna Landgraf⁴; Therese Dreier²; Annette Schossig²; Jochen Türk⁵; Thomas Korte⁶

¹ WWU (Uni Münster); ² Ruhrverband Essen / Kooperationslabor; ³ Ruhrverband Flussgebietsmanagement; ⁴ Emschergenossenschaft / Lippeverband; ⁵ Ruhrverband Essen / Kooperationslabor; ⁶ Zentrum für Wasser- und Umweltforschung (ZWU), Universität Duisburg-Essen

Die invasive Quagga-Muschel (*Dreissena rostriformis bugensis*) ist aufgrund ihrer hohen Anpassungsfähigkeit und Reproduktionsrate eine zunehmende Bedrohung für aquatische Ökosysteme und wasserwirtschaftliche Infrastrukturen. Darüber hinaus sorgt sie durch Massenbesiedlungen für immense ökonomische Schäden. Die 8 vom Ruhrverband bewirtschafteten Talsperren dienen der Sicherung der Wasserversorgung für rund 4,6 Millionen Menschen, dem Hochwasserschutz und stellen wertvolle Ökosysteme dar. Bislang ist jedoch die tatsächliche Ausbreitung der Muschelart in den Ruhrverbandstalsperren nicht bekannt.

Ziel dieser Untersuchungen war es, die aktuelle Verbreitung der Muschelart in den Ruhrverbandstalsperren zu erfassen, ökologische Auswirkungen abzuschätzen und Handlungsempfehlungen zur Eindämmung der Verbreitung abzuleiten. Der Nachweis erfolgte in Form von Planktonproben über die Veliger-Larven sowie über eDNA-Analysen.

Insgesamt wurden die 8 Talsperren mit je 11 Wasserproben genetisch und je 3 Proben morphologisch untersucht. 2 Talsperren werden erheblich besiedelt, was der morphologische Nachweis bestätigt. Auf Basis der eDNA Untersuchung wird in 2 weiteren Talsperren eine beginnende Besiedlung vermutet.

Zusammenfassend wird in dieser Studie ein Monitoring-Programm auf Basis von eDNA-Analysen und morphologischen Untersuchungen vorgestellt. Der Fokus liegt dabei auf einem methodisch einfachen und kostengünstigen Verfahren. Darüber hinaus werden präventive Maßnahmen vorgeschlagen, um nicht besiedelte Talsperren vor ökologischen Schäden zu schützen und hohe Kosten für die Trinkwasserversorgung zu vermeiden.

S20 Genetische Verfahren im biologischen Gewässermonitoring

Integration molekularer Methoden in das Zooplanktonmonitoring – Ein Vergleich von Metabarcoding und klassischer Taxonomie im Bodensee.

Petra Nowak; Simone Eckenfels; Andrea Waldinger; Petra Teiber-Sießegger; Thorsten Rennebarth

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

Zur frühzeitigen Erkennung ökologischer Veränderungen ist ein zuverlässiges Monitoring aquatischer Lebensgemeinschaften unerlässlich. Im Rahmen des internationalen Gewässermonitorings des Bodensees wurde das klassische, mikroskopiebasierte Zooplanktonmonitoring durch molekulare Methoden ergänzt. Ziel war es, das Potenzial genetischer Verfahren, insbesondere des Metabarcodings, für eine standardisierte Erfassung von Zooplanktonarten zu bewerten. Über mehrere Jahre hinweg wurden parallele Analysen durchgeführt, um Übereinstimmungen und Unterschiede in der Artzusammensetzung sowie in der quantitativen Aussagekraft beider Methoden zu untersuchen.

Die Ergebnisse zeigen eine weitgehende Übereinstimmung bei der Erfassung dominanter Taxa, insbesondere bei Cladoceren und Copepoden. Gleichzeitig offenbarte das Metabarcoding zusätzliche Arten, die mikroskopisch nicht detektiert wurden – etwa kryptische Arten, frühe Entwicklungsstadien oder seltene Taxa, die in klassischen Stichproben leicht übersehen werden. Herausforderungen bestehen bei Organismengruppen mit hoher genetischer Diversität, wie den Rotatorien, sowie in der begrenzten Effizienz universeller Primer. Die Kombination zweier Marker (COI und ITS1) führte zu einer verbesserten Artidentifikation. Zwar ist eine exakte Quantifizierung über Metabarcoding methodisch bislang nicht möglich, für bestimmte Taxa konnte jedoch ein Zusammenhang zwischen Sequenzhäufigkeit und Biovolumen festgestellt werden.

S20 Genetische Verfahren im biologischen Gewässermonitoring

Das MZB-Monitoring der Bundeswasserstraßen: Die Potentiale des DNA-Metabarcodings

Saskia Schmidt; Barbara Anderer; Esther Behring; Susanne Worischka; Franz Schöll

Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Seit 1986, bzw. 1992, erfasst die Bundesanstalt für Gewässerkunde die benthischen Makroinvertebraten (Makrozoobenthos) in den Bundeswasserstraßen Rhein und Elbe. Im knapp 30-jährigen Monitoring-Zeitraum wurden so knapp 8000 MZB-Proben aus dem Rhein und 9200 MZB-Proben aus der Elbe erhoben. Die Datensätze sind die Basis für die naturschutzfachliche Einschätzung von wasserbaulichen Maßnahmen und der Bewertung des ökologischen Zustandes der Wasserkörper. Es dient außerdem der Erfassung der Biodiversität und dem Tracking von invasiven Arten.

Die taxonomische Identifikation erfolgt derzeit standardmäßig anhand morphologischer Merkmale. Einerseits hat sich diese Methode über Jahrzehnte hinweg bewährt und wird weltweit für die Erfassung der Biodiversität verwendet und anerkannt, andererseits ist sie kosten- und zeitintensiv und erfordert durch jahrelange Erfahrung erworbene Spezialkenntnisse, die in Deutschland und anderen europäischen Staaten immer seltener vorhanden sind.

Die Entwicklung innovativer Methoden zur Artbestimmung, wie die DNA-Analytik, ist in den letzten Jahren rasant vorangeschritten. Die erste Normierung ist bereits verabschiedet (DIN EN 17805), weitere sind eingereicht. Es hat sich seitdem gezeigt, dass DNA und Umwelt-DNA (eDNA) Methoden auch ein hohes Potential für das behördliche Monitoring haben, aber bisher nur vereinzelt ausgetestet wurden. Der breite Einzug der Methodik ins behördliche Monitoring steht noch aus. Für das Monitoring der benthischen Makroinvertebraten in den Bundeswasserstraßen wird eine Ergänzung des traditionellen Monitorings durch genetische Analysen angestrebt.

Nach einem kurzen Einblick in Ergebnisse der Langzeitdaten aus 30 Jahren Monitoring, evaluieren wir die Potentiale des DNA-Methoden anhand eines Methodenvergleichs zwischen DNA-Metabarcoding-Ergebnissen und den traditionellen Ergebnissen für die Erfassung der MZB-Gemeinschaft der Gewässer Rhein (2020) und Elbe (2021). An insgesamt 85 Proben wird analysiert, wie sich die Ergebnisse bezüglich der Erfassung der Biodiversität bzw. der ökologischen Zustandsbewertung unterscheiden und wie sie sich die beide Methoden ergänzen. Dabei betrachten wir sowohl die Potentiale des DNA-Metabarcodings, als auch Schwachstellen und ihren Ressourcenaufwand. Außerdem werfen wir einen Blick in laufende Forschungsvorhaben, sowie weitere Forschungsbedarfe, damit DNA-basierte Methoden im Langzeitmonitoring und der Gewässerbewertung gewinnbringend eingesetzt werden können.

S20 Genetische Verfahren im biologischen Gewässermonitoring

Neue Perspektiven auf die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften in Grundwasserökosystemen durch (e)DNA-Metabarcoding

Hannah Rau¹; Hans Jürgen Hahn²; Tobias Höschel¹; Klaus Schwenk¹

¹ RPTU Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau; ² Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH

Grundwasserökosysteme sind äußerst vielfältig, dienen als wichtigste Trinkwasserquelle und sind zunehmend durch vom Menschen verursachte Umweltstressfaktoren wie chemische Verschmutzung und globale Erwärmung bedroht. Diese Ökosysteme beherbergen zahlreiche faunistische und mikrobielle Gemeinschaften, deren biologische Interaktionen für die Erhaltung der Grundwasserqualität von entscheidender Bedeutung, aber noch nicht vollständig verstanden sind. Herkömmliche Methoden zur Identifizierung von Metazoen im Grundwasser beruhen auf der morphologischen Identifizierung von Organismen, die an Grundwassermessstellen gesammelt wurden, was zeitaufwändig ist und stark von taxonomischem Fachwissen abhängt. Um die Bewertung der biologischen Vielfalt des Grundwassers in weitreichenden geografischen Regionen zu optimieren, wurden zwei komplementäre Probenahmestrategien implementiert, die auf der Metabarcoding der Cytochromoxidase I (COI) Genregion basieren. Diese Strategien umfassen (1) Bulk-Proben Metabarcoding von Organismen, die an ausgewiesenen Standorten gesammelt wurden und (2) Umwelt-DNA (eDNA) Metabarcoding aus dem diese Standorte umgebenden Aquiferwasser. Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass (e)DNA-Metabarcoding eine repräsentative und weniger verzerrte Darstellung der biologischen Vielfalt im Grundwasser bietet. Sie deckt die gesamte Bandbreite der Metazoen-Gemeinschaften in Grundwasserleitern ab, einschließlich Organismen, die allein in Beprobungsfallen nicht erfasst werden können. Analysen der Metazoengruppen die auf Bulk- und Aquifer- (eDNA) Proben Metabarcoding basieren sind zwar nicht vollkommen kongruent, die OTU-Zusammensetzung allerdings ergibt im Hinblick auf die Taxonzusammensetzung in unterschiedlichen Habitaten vergleichbare Ergebnisse. Diese Strategien zur Erfassung der Grundwasserlebensgemeinschaften zielen darauf ab, die biologische Vielfalt in Grundwasserökosystemen vollumfänglich darzustellen, um eine solide Grundlage für verbesserte Schutz- und Überwachungspraktiken zu schaffen.

S20 Genetische Verfahren im biologischen Gewässermonitoring

PoolSeq im genetischen Monitoring - Genetische Diversität des Aalmuttergenoms im Wandel der Zeit

Nico Fuhrmann¹; Prof. Henrik Krehenwinkel¹; Christoph Mayer²; Stefan Probst³

¹ Universität Trier; ² Leibniz-Institut zur Analyse des Biodiversitätswandels; ³ University of Oulu

Genetische Diversität bestimmt ob und wie Arten sich an verändernde Umweltbedingungen anpassen können. Beobachtete Veränderungen in der stehenden genetischen Vielfalt können z.B. Einsichten bieten, ob eine Art unter Stress steht. Bislang fehlt es allerdings noch an standardisierten Zeitserien, die eine Untersuchung der Veränderung der genetischen Vielfalt über die Zeit erlauben. In einer umfangreichen genomischen Studie zur Anpassung und Evolution einer marinen Fischart, der Aalmutter (*Zoarces viviparus*), haben wir die genetische Vielfalt des gesamten Genoms über die vergangenen 30 Jahre betrachtet und schließen damit eine große Wissenslücke in unserem Verständnis der Auswirkungen des globalen Wandels auf natürliche Populationen. Die Aalmutter ist ein etablierter Indikatororganismus, um Einfluss von Umweltveränderungen auf Küstenökosysteme zu beobachten. Aalmutterproben der Umweltprobenbank des Bundes (UPB), die seit den 1990er Jahren bei ultratiefen Temperaturen gelagert werden, geben neben der Schadstoffbelastung auch Einblicke in den genetischen Zustand der Populationen. Dazu wurden biologische Proben der UPB und weiterer Europäischer Probenbanken angefordert und durch das kostengünstigere Pool-Sequenzierungs Verfahren ausgewertet. Der Datensatz umfasst 95 Standorte und Zeitpunkte aus Nord- und Ostsee mit insgesamt 2.352.765.864 Einzelnukleotid-Polymorphismen (SNPs). Eine Genom-weite Auswertung identifiziert eine erhöhte genetische Diversität im Bereich des Skagerrak bis in die dänischen Belte und Sunde. Dies deutet auf die Präsenz Nord- und Ostsee spezifischer Allele in den entferntesten Gebieten hin, welche sich in der Kontaktzone um die Belte und des Skagerrak treffen und durchmischen. Der Pool-Sequenzierungs Ansatz stellt einen Kompromiss zwischen kostengünstigen Verfahren (DNA-Barcoding) und umfangreicher Abdeckung der gesamt-genomischen genetischen Vielfalt (genomische Verfahren) dar und eignet sich als Effektives Werkzeug für zukünftige Biomonitoring Untersuchungen.

S20 Genetische Verfahren im biologischen Gewässermonitoring

Towards standardised aquatic bio(diversity)monitoring with genetic tools

Florian Leese

University of Duisburg-Essen

Genetic methods, DNA and environmental DNA (eDNA) metabarcoding in particular, are transforming the monitoring of aquatic biodiversity and ecological state. The simplicity especially of eDNA metabarcoding, along with the availability of numerous commercial and research laboratories, has sparked great interest and fueled test cases ranging from groundwater and rivers to high-alpine lakes, the open ocean, and the deep sea. However, despite its promise, the full potential of (e)DNA metabarcoding for aquatic monitoring remains underutilized. A major perceived challenge is the lack of comparability between laboratories and between eDNA-based and traditional assessment methods. Moreover, the proliferation of diverse analytical approaches—the current "wild west" of eDNA workflows—poses a significant challenge, particularly for end users seeking reliable and standardized services. To ensure the effective integration of eDNA methods into aquatic monitoring, critical next steps include the development of formal minimum methodological standards and robust quality assurance and quality control (QA/QC) schemes. But also a realistic expectation on which level of similarity traditional and genetic methods can - and shall - have. In this talk, I will build on insights gained from the GeDNA, TrendDNA, and other projects, as well as the COST Action DNAqua-Net, to highlight key challenges that currently limit data quality and reliability. I will then present the work of national (DIN) and international (CEN, ISO) standardization initiatives driving the inclusive development of formal minimum requirements for DNA applications in aquatic ecosystems. Finally, I will use the national dbDNA project and the Horizon Europe project eDNAqua-Plan as examples of how solutions for FAIR data production and standardized biodiversity assessment and monitoring are being developed within an open, digital ecosystem.

S20 Genetische Verfahren im biologischen Gewässermonitoring

eDNA-based Insights into biodiversity and ecological responses in subtropical rivers of southern China

Feilong Li

Subtropical rivers represent global biodiversity hotspots, yet their ecological status is increasingly threatened by dam construction, land-use change and water quality degradation. These cumulative stressors are accelerating biodiversity loss and functional decline in ecosystems. Traditional biomonitoring methods suffer from limited taxonomic coverage and low spatial resolution constraining their capacity to detect ecosystem-level responses to anthropogenic disturbances. Here, we employed environmental DNA (eDNA) approaches to address these challenges. We developed a eDNA model integrating hydrodynamic simulations with Bayesian inference, achieving a 22.8% improvement in prediction accuracy of fish distribution. In parallel, we combined remote sensing-derived vegetation trait indices with gradient boosting algorithms to produce high-resolution genus-level richness maps of macroinvertebrates ($R^2 > 0.8$). Using multitrophic eDNA datasets encompassing fish, aquatic insects, diatoms, protozoa and bacteria, we revealed a marked downstream decline in biodiversity and reduced network robustness. Furthermore, we identified synergistic and antagonistic interactions between damming and nutrient enrichment in shaping community composition and driving food web simplification. Our findings demonstrate the potential of eDNA-based monitoring, coupled with modeling and remote sensing, to sensitively detect multi-taxa and multi-scale ecological dynamics, offering robust support for understanding anthropogenic impacts and informing riverine conservation strategies.

S20 Genetische Verfahren im biologischen Gewässermonitoring

Comparison of three strategies for local bioassessments in streams using environmental DNA and RNA metabarcoding of macroinvertebrates

Mandy Sander; Arne J. Beermann; Denis Brömming; Dominik Buchner; Martina Weiss; Florian Leese

Universität Duisburg-Essen

Environmental DNA (eDNA) metabarcoding of streams can deliver information on biological communities with minimally invasive efforts and at low costs. However, the captured eDNA may not necessarily originate only from organisms physically present at a local site but also come via drift from sources upstream. Therefore, data on community composition can be inherently different to specimens occurring at a certain site, limiting direct comparisons to site-based assessment data. To increase the local signal, two possible ways were recently proposed: First, targeting eRNA collected from water samples, which degrades faster than eDNA, and second, using eDNA from water, in which organisms from the stream were shortly incubated in a water container. Based on these two options, we here derived and tested three strategies to obtain a more localized signal of biodiversity: 1. eRNA metabarcoding of a direct stream water sample, 2. eDNA and eRNA metabarcoding of water, in which animals collected via kicknet multihabitat sampling were shortly incubated, and 3. eDNA and eRNA metabarcoding of water, in which natural substrate exposures (NSEs) that were actively colonised by invertebrates in the stream for four weeks were shortly incubated. For comparison, we used eDNA directly isolated from the stream as the more regional signal. As the local point-based sample reference, we used the animal bulk sample that was incubated. While our results support that eRNA collected from the stream (strategy 1) does not improve the local signal, both incubation strategies increased the proportion of species identified by both metabarcoding of eDNA/eRNA and the locally collected bulk sample by about 20%. Interestingly, we detected 20% more species in the NSEs (strategy 3) than in the kicknet samples (strategy 2), highlighting the potential of this less invasive invertebrate sampling approach. Furthermore, we detected small-scale spatial differences in the species trait composition between NSEs placed at different flow regimes, but not between NSE types (wood-leaf and gravel) or between sampling approaches (kicknet multihabitat and NSE). In summary, our study demonstrates that incubating collected animals in stream water before filtering the water increases the local community signal and provides an animal friendly strategy for biomonitoring.

S20 Genetische Verfahren im biologischen Gewässermonitoring

eDNA monitoring of a large river using long-read sequencing

Daniel Wewer; Katrin Kiemel; Michael Monaghan

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

The use of environmental DNA (eDNA) metabarcoding for biodiversity assessments can be limited by PCR-primer bias, low taxonomic resolution of short sequencing reads, and incomplete reference lists for relevant taxa. Recent advancements in long-read sequencing technologies offer promising alternatives that mitigate some of these challenges. As part of a large-river monitoring project, we sequenced eDNA metagenomes from water and sediments, assembled (fully or partially) the resulting mitochondrial and chloroplast genomes, and explored their suitability for taxonomic identification and abundance estimation. Comparison with simultaneous metabarcoding and morphological identification indicate the approach is promising but requires further development, but can circumvent primer bias and perform taxonomic assignments using a range of mitochondrial and chloroplast marker-genes.

S20 Genetische Verfahren im biologischen Gewässermonitoring

Integrated mass spectrometry and eDNA analysis revealed reduced sequence-based community biodiversity associated with cumulative chemical stress in a human-impacted freshwater ecosystem

Shan Jiang¹; Florian Altermatt²; Jianghua Yang³; Xiaowei Zhang⁴

¹ Eawag and Nanjing university; ² Eawag; ³ Nanjing Normal University; ⁴ Nanjing University

Understanding how synthetic chemicals affect biodiversity is essential for informing ecological risk assessments and supporting global biodiversity targets. Yet, current ecological risk assessments remain largely limited to linear extrapolations from laboratory toxicity tests and rarely capture multifaced biodiversity, particularly genetic diversity, at the watershed scale. We integrated high-throughput mass spectrometry and environmental DNA (eDNA) metabarcoding to assess the ecological impacts of cumulative chemical stressors on multi-trophic communities (including protozoa, algae, fungi, invertebrate metazoa, and fish) in streams, rivers, and lakes across the approximately 40,000 km² Taihu Lake Basin in eastern China. A total of 132 synthetic chemicals were detected, with cumulative ecological risk thresholds exceeding at over 70% of all sites, indicating widespread chemical stress across the basin. Spatial heterogeneity in chemical composition and ecological risk were strongly associated with land-use intensity, particularly agricultural and urban development. eDNA metabarcoding revealed that spatial patterns of multi-trophic community composition and sequence diversity closely reflected the distribution of chemical stressors across sites. Sites experiencing higher chemical stressors represented by the cumulative ecological risks exhibited reduced sequence diversity and increased community similarity, even as taxonomic diversity remained stable across the stressor gradient. Structural equation modeling (SEM), integrating diversity metrics from five trophic eukaryotic groups into latent variables, revealed that the influence of chemical stressors on beta diversity was primarily mediated via reductions in sequence diversity, with no significant direct effects observed. Our study underscores the need to integrate sequence-based biodiversity metrics, such as genetic sequence diversity and community diversity, into freshwater biomonitoring and risk assessment, thereby supporting the development of biodiversity-informed ecological thresholds and integrated chemical risk management strategies for freshwater ecosystems.

S20 Genetische Verfahren im biologischen Gewässermonitoring

Revolution with a jam - The future of water monitoring using the example of zooplankton (metabarcoding, FlowCam, Zooscan, ...)

Rainer Deneke

=>zooplankton.eu<

Master Yoda says: 'A revolution it is.' ... but an incomplete one. Why? Let's use the example of zooplankton monitoring to explain. This is practised in Germany but not in the EU Water Framework Directive. A job involves materials, sample handling (rinsing, dividing, etc.), microscopy, table work and possibly writing a final report. With a lot of practice and conscientious work, you will spend one day at the microscope on two samples. You will earn approximately € 120 per sample, or around € 30 per hour for EVERYTHING (...and that is NOT the 'profit' for self-employed people...). This is how state water monitoring works. Does anyone believe that the prices paid will rise in the future, just because of 'metabarcoding'? Exactly. Genetics is sexy and can process many samples in parallel. Setting aside the 'challenges' mentioned in the session abstract, what does metabarcoding give us? A species list. Is that 'up-to-date' water monitoring? The microscopic method is the reference. Here, we obtain species lists, abundances, biomasses and size indices. In ONE (repeated) work cycle. None of the fancy new methods can do that. However, they can do quality management (key words: sensitivity, accuracy, precision). Important characteristics that indicate the state of the populations are not captured by genetics, such as size structure (percentage of *Daphnia* >1mm), cyclomorphosis (helmet formation of *Daphnia cucullata*), developmental stages (adults, larvae), reproduction (clutch sizes, egg-bearing females, ephippia), defence structures (*Brachionus calyciflorus*). Clearly, genetics alone is insufficient without (additional) quantitative methodology ! Candidates at the moment: FlowCam in particular and possibly ZooScan (always assuming AI-supported image analysis!). ...and at THOSE prices? These issues will be discussed in the presentation. Conclusion: Automated plankton sample analysis (high throughput and controlled quality) is on the horizon, but the road to get there is long. A glimmer of hope. For the zooplankton evaluation recommended by LAWA using the PhytoLoss software, the level of food guilds is currently sufficient... (to be continued)

S20 Genetische Verfahren im biologischen Gewässermonitoring

Scaling-up DNA-based biomonitoring

Dominik Buchner; Florian Leese

Universität Duisburg-Essen

Biodiversity monitoring in aquatic and terrestrial ecosystems is more urgent than ever in the face of global environmental change. Traditional monitoring methods often fall short—particularly for capturing the vast diversity of small or cryptic organisms. DNA-based techniques, especially metabarcoding, offer a powerful alternative by enabling the analysis of large and complex biological samples. However, widespread application has been constrained by high costs, lack of standardized protocols, and incomplete reference databases. Recent methodological advances, including automation and scalable bioinformatics, now make it feasible to incorporate metabarcoding into national and international biodiversity monitoring programs. In this session, we present case studies illustrating the scalability of both DNA and environmental DNA (eDNA) metabarcoding in large-scale monitoring of invertebrate and fish communities. We emphasize the importance of key methodological decisions that impact data reliability—from field sampling to sequencing. In particular, we advocate for the use of internal process controls, technical replicates, sufficient sequencing depth, and twin-indexing during library preparation. These pragmatic and reproducible approaches are critical for generating consistent, high-quality biodiversity data across time and space.

S21 Fernerkundung im Gewässermonitoring

Drohnenbasierte Fernerkundung im Gewässerschutz – Innovative Ansätze für limnologische Fragestellungen

Thomas Wolf¹; Rebecca Kutzner²; Achim Six³

¹ LUBW - Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg; ² Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften (FIB); ³ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) - vorher bei LfULG

Die drohnenbasierte Fernerkundung etabliert sich aktuell als eine neue Schlüsseltechnologie im Gewässerschutz und eröffnet der Limnologie neue Möglichkeiten. Bereits einfache Schrägbildaufnahmen, Panoramafotos und Videodokumentationen liefern unmittelbare Einblicke in Gewässerstrukturen, Uferdynamiken und ökologische Prozesse wie Algenblüten oder Sedimentumlagerungen. Diese leicht zugänglichen Methoden dienen nicht nur der schnellen Bestandsaufnahme, sondern auch der öffentlichen Sensibilisierung für Gewässerthemen durch anschauliche Visualisierungen.

Im Rahmen der Arbeiten des Projektes BIGFE (AP3) sowie der Monitoringaufgaben des ISF der LUBW wurden Workflows zur Drohnenanwendung in der Limnologie für verschiedene Fragestellungen angewendet. Der Vortrag stellt Ergebnisse dieser Arbeiten sowie aus dem DIGNL-Netzwerk (LUBW, LGL, LTZ) vor und veranschaulicht an Fallbeispielen das Potenzial der Technologie.

Methodik:

Für die unterschiedlichen Befliegungen wurden Quadcopter mit RGB-Kameras und weiteren Sensoren (Multispektral, LIDAR) für photogrammetrische Workflows genutzt, einschließlich reproduzierbarer Waypoint-Missionen. Rechtliche und technische Rahmenbedingungen sind bei dieser Art der Fernerkundung wesentlich und müssen bei der Definition der Ziele der Befliegung berücksichtigt werden.

Ergebnisse:

- Algenmonitoring (Schussenmündung): Orthomosaik ermöglichten präzise Algendetektion und multiskalare Analysen in Verbindung mit Satellitendaten (Sentinel-2).
- Makrophytenkartierung (Bodensee): Drohnen erreichen eine sehr hohe räumliche Auflösung der Aufnahmen und ergänzen manuelles Monitoring effizient, besonders in schwer zugänglichen Zonen.
- Trockenfallende Seearale und Wasserflächendetektion (Rohrsee): räumlich hochaufgelöste Erfassung von trockengefallenen Arealen in einem Flachsee und Erstellung von Ground Truth Informationen für spezielle satellitengestützte Monitoringmethoden für die Erfassung von Land-See-Masken (BIGFE-WaterMaskAnalyzer)

Diskussion :

Drohnen bieten hochauflösende, flexible und kosteneffiziente Lösungen für limnologische Fragestellungen. Sie ergänzen etablierte in situ Monitoringprogramme, können mit Satellitenfernerkundungs-Monitoringprogrammen kombiniert werden und ermöglichen häufigere Erhebungen für logistisch sehr aufwändige Beobachtungsprogramme (z.B. Makrophytenkartierungen). Herausforderungen bleiben Genehmigungsprozesse und die Integration in multiskalare Systeme (Satellit, Flugzeug).

S21 Fernerkundung im Gewässermonitoring

Zuverlässigkeit von Satelliten-basierter Chlorophylldetektion für die Gewässerbewertung

Karsten Rinke¹; Kurt Frieze²; Pia Laue³; Hendrik Bernert⁴; Kerstin Stelzer⁵; Susanne I. Schmidt⁶

¹ Helmholtz-Centre for Environmental Research; ² Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ; ³ Freie und Hansestadt Hamburg; ⁴ EOMAP GMBH & CO. KG; ⁵ Brockmann Consult GmbH; ⁶ Helmholtz-Zentrum fuer Umweltforschung GmbH - UFZ

Das Copernicus-Programm der EU mit seinen Sentinel2/Sentinel3-Satelliten bietet eine kostengünstige und regelmäßige Überwachung von Wasserqualitätsparametern wie Chlorophyllgehalt, Trübung und Sichttiefe. Diese Möglichkeiten werden im behördlichen Gewässermonitoring bisher kaum genutzt. Dies hat einerseits administrative Gründe, welche im Wesentlichen in der fehlenden Integration der Fernerkundung in die unter den Ländern abgestimmten Monitoringmethoden begründet sind. Aber es bestehen auch inhaltliche Gründe für die zögerliche Nutzung der Fernerkundung, denn die Möglichkeiten und Grenzen, insbesondere die auftretenden Unsicherheiten und Quantifizierung von Messfehlern, sind bisher zu wenig charakterisiert für die deutsche Gewässerlandschaft. In diesem Beitrag werde Anwendungsbeispiele wie Chlorophyllbestimmung, Trophieklassifizierungen oder die Ergänzung von bestehenden Messreihen vorgestellt und verglichen. Herfür wurden Daten aus dem behördlichen Monitoringprogramm der Bundesländer von über 100 deutschen Seen und Talsperren zusammengetragen und als Datenbasis für eine Evaluation der Fernerkundungsprodukte genutzt. Satellitendaten können vorhandene Messreihen sinnvoll ergänzen und eine hohe räumliche und zeitliche Abdeckung bieten. Satellitendaten ermöglichen zudem eine kosteneffiziente und zeitlich-räumlich gut abdeckende Überwachung des allgemeinen Gewässerzustandes wie der Trophie. Dies ist insbesondere für weniger häufig überwachte Gewässer von Interesse. Die Reproduktion eines einzelnen Chlorophyll-Messwertes an einem gegebenen Gewässer und Zeitpunkt kann aber durchaus mit hohen Abweichungen verbunden sein und daher ist die Integration möglichst großer Datensätze aus der Fernerkundung und eine entsprechende statistische Behandlung zu empfehlen. Die Nutzung dieses Potenzials der Fernerkundung der Gewässerqualität seitens der Wasserwirtschaft bedarf der Abstimmung und Umsetzung in die entsprechende behördliche Praxis.

S21 Fernerkundung im Gewässermonitoring

Validierung satellitenbasierter Trübungs- und Chlorophyll-a-Daten für große Fließgewässer: Erfahrungen von Rhein und Mosel

Tobias Brehm; Marco Herrmann; Franziska Klotz; Thomas Hoffmann; Julia Kleinteich; Björn Baschek

Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Während klassische in-situ Messverfahren zum Monitoring großräumiger, dynamischer Flusssysteme oft mit hohen Kosten und begrenzter räumlicher Abdeckung verbunden sind, bieten satellitenbasierte Fernerkundungsdaten ein wertvolles Zusatzinstrument, um Wasserqualitätsparameter wie Trübung und Chlorophyll-a (Chl-a) flächenhaft und über längere Zeiträume zu erfassen. Im Rahmen des Projekts MeskaMon wurden Chl-a- und Trübungsdaten aus Sentinel-2 Satellitenbildern in Kombination mit umfangreichen in-situ-Messungen an Rhein und Mosel validiert.

Für die Ableitung beider Parameter wurden verschiedene Atmosphärenkorrekturen (u.a. C2RCC, ACOLITE) und Algorithmen verwendet. Die Validierung der Trübung erfolgte unter Nutzung von Daten des Schwebstoff-Dauermessnetzes der WSV und BfG (2015–2023) mit Fokus auf dem Ober- und Mittelrhein. Dabei wurden drei Atmosphärenkorrekturen – C2RCC (Standard), C2X (Extrem) und C2X-Complex – und zwei Trübungsalgorithmen gegenübergestellt. Das auf C2X-Complex beruhende Modell mit Ableitung der Trübung basierend auf dem 865 nm Band zeigte mit einem R^2 von 0,89 bei robustem Fit die höchste Übereinstimmung mit den in-situ-Daten.

Für Chl-a erfolgte die Validierung auf Basis von Dauermessdaten der Mosel (2022–2024). Generell ergaben sich insgesamt gute Übereinstimmungen zwischen Fernerkundungs- und in-situ Daten. Die besten Ergebnisse konnten mit den Atmosphärenkorrekturen ACOLITE und C2X-Complex in Kombination mit dem Mishra-Algorithmus erzielt werden (MAE 11,1 $\mu\text{g/l}$, 12,0 $\mu\text{g/l}$). Zusätzlich zeigte sich eine Abhängigkeit von der Algenzusammensetzung: Bei hohen Diatomeengehalten lieferte die Atmosphärenkorrektur prozessorbedingt Fehlergebnisse (ACOLITE) oder war die Ableitungsgenauigkeit vermindert (C2X-Complex mit Mishra), während bei hohen Cyanobakteriengehalten und dem Ausschluss von Zeitpunkten mit Diatomen-Dominanz ein R^2 über 0,7 erzielt wurde.

Die Ergebnisse unterstreichen das Potenzial multispektraler Fernerkundungsdaten für die Gewässerüberwachung, weisen aber zugleich auf die Grenzen in Bereichen mit wenig Validierungsdaten, bei sehr niedrigen Trübungswerten und wechselnder Algenzusammensetzung hin. Zukünftige hyperspektrale Missionen (z. B. CHIME) bieten hier neue Möglichkeiten zur Differenzierung von Algenarten und zur Quantifizierung von Wasserqualitätsparametern. Dennoch zeigen die validierten Daten schon jetzt großes Potential für einen ergänzenden, operativen Einsatz im Monitoring großräumiger, dynamischer Flusssysteme.

S21 Fernerkundung im Gewässermonitoring

Multiskalare Fernerkundung zur Ergänzung von in-situ-Monitoringmethoden – am Beispiel von Phytoplankton in der Mosel

Björn Baschek¹; Tobias Brehm¹; Marco Herrmann¹; Daniel Koch; Franziska Klotz¹; Christopher Nicholls¹; Ole Rössler¹; Thomas Hoffmann¹; Julia Kleinteich¹

¹ BfG / Bundesanstalt für Gewässerkunde

Für das Monitoring von Binnengewässern – wie zum Beispiel im Rahmen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie – stehen als herkömmliche Methoden zur Bewertung der Wasserqualität Sonden und Laboranalysen zur Verfügung. Ihr Einsatz ist zeitaufwändig und teuer. Auch wenn sie eine hohe Genauigkeit aufweisen, erfassen sie nur kleinräumige Veränderungen in unmittelbarer Nähe des Sensors. Zur Erfassung der großräumigen Dynamik von Flusssystemen bietet die Fernerkundung eine vielversprechende zusätzliche Datenquelle.

In dem Projekt MeskaIMon (Mehrskaliges Gewässermonitoring) wurde ein innovativer Ansatz entwickelt, bei dem in-situ-Messungen mit Fernerkundungsdaten von verschiedenen Plattformen kombiniert werden, darunter ein auf Brücken montierter Hyperspektralsensor, ein Spektrometer, ein multispektraler UAS-Sensor und multispektrale Satellitenbilder. Der Schwerpunkt der Forschung lag auf der Charakterisierung der räumlichen Variabilität und der spektralen Wechselwirkungen von Chlorophyll-a und Trübung durch eine umfassende Überwachungsstrategie. Für die Vergleichbarkeit der verschiedenen Fernerkundungsmethoden wurden Indizes wie der NDCI (Normalized Difference Chlorophyll Index) verwendet.

Ergebnisse umfangreicher Messkampagnen an der Mosel in den Jahren 2022-2024 zeigen: dass das Wasser und damit Schweb- und Nährstoffe vertikal in den betrachteten Bereichen gut durchmischt sind, was die Oberflächendaten der Fernerkundung trotz ihrer begrenzten Eindringtiefe repräsentativ macht. Gleiches galt für Chlorophyll-a – außer bei auftretender Aufrahmung von Cyanobakterien. Zudem konnten eine vielversprechende Übereinstimmung zwischen den verschiedenen Fernerkundungs- und in-situ-Messmethoden gefunden werden. Allerdings waren die Ergebnisse für Zeiten mit Dominanz von Cyanobakterien besser als bei Diatomeen-Dominanz. Die Analysen zeigen die komplizierten optischen Wechselwirkungen in aquatischen Umgebungen und verdeutlichen die Herausforderungen bei der genauen Unterscheidung und Messung von Wasserqualitätsindikatoren durch Fernerkundungstechniken, wobei Vorteile hyperspektraler Methoden deutlich werden. Abschließend werden Ideen für die Verwendung multispektraler Satellitendaten für Berichterstattungspflichten für die Wasserrahmenrichtlinie aufgezeigt.

S21 Fernerkundung im Gewässermonitoring

Weiterentwicklungen für die Gewässerfernerkundung - Zusatzinformationen aus Hyperspektraldaten und Einzugsgebieten

Kerstin Stelzer; Dagmar Müller; Politi Eirini

Brockmann Consult GmbH

Die klassischen Parameter der Gewässerfernerkundung sind Chlorophyll- und Schwebstoffkonzentration, Trübung, CDOM und Sichttiefe und die Detektion von Cyanobakterien ist unter bestimmten Bedingungen bereits sehr gut möglich. Diese Wasserqualitätsparameter werden bereits über verschiedene Services und Schnittstellen für Nutzer zur Verfügung gestellt und unterstützen das Systemverständnis von Gewässern und als Zusatzinformation für die Überwachung von Badeseen oder liefern Antworten für Fragen aus der Bevölkerung. Die Weiterentwicklung bestehender Produkte und Dienste liegt in der Optimierung der Algorithmen sowie der Integration neuer Sensoren und Kombination mit weiterführenden Informationen.

So ermöglicht es die Verfügbarkeit von hyperspektralen Satellitensensoren, mehr über die Algenzusammensetzung im Wasser auszusagen. Das DLR Projekt EnsAD zielt darauf ab, die Erkennung von Algengruppen weiterzuentwickeln, potenzielle Einsatzmöglichkeiten von hyperspektralen Satellitenprodukten für die Bewertung der Wasserqualität zu erschließen und den operationellen Einsatz mit der Copernicus-Mission CHIME und der NASA-Mission PACE vorzubereiten bzw. anzuwenden. In der entwickelten Prozessierungskette werden bio-optische Modellierung und AI basierte Verfahren kombiniert und in mehreren Schritten werden die Chlorophyllkonzentration von verschiedenen optischen Algengruppen abgeleitet. Das Verfahren wurde bereits erfolgreich auf die großräumigen Daten von PACE für die Nord- und Ostsee angewendet und wird aktuell auf EnMAP Daten für die Anwendung in Binnengewässern getestet. Die Ergebnisse und Herausforderungen bei der Bestimmung von Algengruppen aus Hyperspektraldaten sollen in diesem Beitrag vorgestellt werden.

Aber nicht nur hyperspektrale Fernerkundungsdaten bieten einen Mehrwert an Informationen für die Gewässerfernerkundung, sondern auch die Kombination der Wasserqualität mit Informationen aus den jeweiligen Einzugsgebieten der Gewässer können die Interpretation der Gewässergüte und ihrer Entwicklung unterstützen. Ein Ansatz über Sensitivitätsanalysen verschiedener Einflussfaktoren aus den Einzugsgebieten wird im EU Projekt FERRO durchgeführt und soll einen ergänzenden Einblick in die Erweiterung der reinen Wasserqualitätsanalysen zu mehr Systemverständnis liefern.

Dieser Beitragsvorschlag beinhaltet 2 Themenblöcke, die je nach zur Verfügung stehenden Zeit eines möglichen Vortrages auch auf das Thema Hyperspektral reduziert werden kann.

S22 Digital Limnology – New trends in freshwater remote sensing, data processing and ecological modelling

Digital Limnology – New trends in freshwater remote sensing, data processing and ecological modelling

Nele Schuwirth¹; Igor Ogashawara²; Sami Domisch²

¹ Eawag; ² Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

Research of freshwater ecosystems is experiencing an increasing level of digitization regarding efficient data harvesting and processing pipelines across disciplines, opening new avenues in ecological modelling and the assessment of freshwater ecosystems in general. Recent developments include e.g. new remote sensing products, big data, software, computational platforms and digital twins tailored towards freshwater ecosystems that facilitate modelling at high spatial and temporal resolution. In addition, new modelling methods such as the hybridization of data driven and mechanistic approaches, as well as the development of atmospheric corrections and remote sensing algorithms tailored for inland waters, have the high potential to improve predictive performance and support our understanding of e.g. global-change impacts on freshwater biodiversity. This session welcomes contributions focusing on developments but also on applications across disciplines, with the aim to facilitate exchange between researchers working at the interface of digital limnology.

S22 Digital Limnology – New trends in freshwater remote sensing, data processing and ecological modelling

Improving European biodiversity research – diatom digital imaging in DNAqualMG

Michael Kloster¹; Dina Abdelmguid¹; Andrea Burfeid Castellanos¹; Benoit Paix²; Frédéric Rimet²; Maria Kahlert³; Prof. Bánk Beszteri¹

¹ Universität Duisburg-Essen; ² INRAE - UMR Carrtel; ³ Swedish University of Agricultural Sciences

The DNAqualMG project is part of the European biodiversity partnership initiative “biodiversa+”, comprising 50 team members from 14 research organisations in 11 countries. It aims to improve transnational biodiversity monitoring in freshwater ecosystems by leveraging synergies with ecological status monitoring activities anchored at water authorities Europe-wide, building on molecular and digital imaging methods. The diatom digital imaging subproject addresses methods building on diatom slide digitization, and interactions of such digitized slides (“virtual slides”) with both, experts and computer algorithms, for localizing and identifying diatoms. To address the scarcity of training images for the European diatom flora, we are aiming at developing an iterative human-in-the-loop taxonomic annotation workflow in which training data can be expanded alongside computer assisted analyses. To address this overall goal from different angles, we tested 1) the application of deep learning models trained to identify diatom genera for species-level clustering; and 2) the use of a distributed, web-based approach to taxonomic intercalibration with experts across several countries. Currently we are working on extending the taxonomic coverage of diatom image data to 10 European countries by combining web-based expert annotation with machine learning. Here we present the current state of our work and discuss first preliminary results.

S22 Digital Limnology – New trends in freshwater remote sensing, data processing and ecological modelling

Automatische Phytoplanktonanalyse mittels KI-basierter Bildauswertung

André Wizemann¹; Dennis Sidin²; Erik Zschaubitz²; Stefan Sandrock¹; Matthias Vahl²

¹ bioplan GmbH; ² Fraunhofer Institut für graphische Datenverarbeitung (IGD) Rostock

Die Artzusammensetzung und die Häufigkeiten (Biomasse, Abundanz) des Phytoplanktons der Binnengewässer stellt ein wesentliches ökologischen Qualitätskriterium in der Bewertung der Gewässer (Seen und Flüsse) in Deutschland dar. Die Analyse des Phytoplanktons wird im Allgemeinen durch manuelle lichtmikroskopische Auswertung (Zählung und Vermessung) durchgeführt. Im Zuge der zunehmenden Digitalisierung (digitale Forschungsmikroskope) und der sich immer weiter verbessernden Möglichkeiten der Formenerkennung ist es heute technisch vorstellbar, diesen Prozess softwarebasiert deutlich zu beschleunigen und die Auswertung weitgehend zu automatisieren.

Zusammen mit dem Fraunhofer IGD Rostock hat die bioplan GmbH in einem Projekt begonnen, Referenzbilder von Organismen aus Utermöhl Sedimentationskammern in großer Zahl (automatisiert) mittels eines digitalen Forschungsmikroskops anzufertigen, anschließend eine Artzuweisung durchzuführen (annotieren) und diese als Trainingsdatensatz für eine KI-Software zur Verfügung zu stellen. Das Ziel des Projekts ist es eine fast vollautomatische Zählung und Arterfassung des Phytoplanktons, inkl. einer Berechnung des Biovolumens, nach Vorgaben der EU-WRRL zu ermöglichen.

Wir stellen hier die aktuellen Möglichkeiten und den Stand der Analyse-Software vor und zeigen, wie diese mit einem automatisierten digitalen Forschungsmikroskop genutzt werden kann. Die Software ermöglicht derzeit die Analyse von rund 70 Taxa/Gattungen häufiger Phytoplankter aus Seen und Fließgewässern und wird kontinuierlich weiter ergänzt. Dabei korreliert die Erkennungsgenauigkeit mit der Zuweisungs-/Annotationshäufigkeit und der charakteristischen Form der Organismen. Insgesamt sind Stand Mai 2025 annotierte Mikroskopaufnahmen mit mehr als 1.000 Kategorien (Taxa, Gattungen) für das Training von KI-Modellen verfügbar. Da unser Probenmaterial derzeit vor allem aus norddeutschen Binnengewässern besteht, ist im Moment noch eine Überrepräsentanz der im norddeutschen Raum häufiger vorkommenden Taxa gegeben.

S22 Digital Limnology – New trends in freshwater remote sensing, data processing and ecological modelling

Automatisierte Schuppenanalyse bei Coregonen: Digitalisierung und Standardisierung der Alters- und Wachstumsbestimmung

Christian Vogelmann

LfL, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Zur nachhaltigen Bewirtschaftung von Renkenbeständen ist ein an das Fischwachstum angepasster Fanggeräteinsatz (z. B. Maschenweiten) erforderlich. Eine regelmäßige Altersbestimmung und die Erfassung der Wachstumsleistung sind dafür unerlässlich, jedoch bislang zeitaufwendig und stark von der individuellen Expertise der Bearbeiter abhängig.

In der vorliegenden Studie wurde eine Software zur automatisierten bzw. semi-automatisierten Analyse von Renkensuppen entwickelt. Im Vergleich zur manuellen Auswertung unter dem Stereomikroskop ermöglicht die softwaregestützte Analyse eine reproduzierbare und bearbeiterunabhängige Altersbestimmung (Anzahl der Annuli). Darüber hinaus können biometrische Parameter wie Schuppenfläche, -radius, Circulianzahl und -abstände deutlich schneller erfasst werden.

Ein wesentliches Merkmal der entwickelten Software besteht darin, dass mehrere Schuppen gleichzeitig analysiert werden können. Neben der Altersbestimmung erfolgt zudem eine automatische Erfassung von Schuppenlänge, -breite sowie Circulianalysen. Die Ergebnisse werden visuell dargestellt und können im interaktiven Modus halbautomatisch validiert werden. Zusätzlich ermöglicht die Software Rückberechnungen von Fischlänge und -gewicht für verschiedene Altersklassen.

Die automatisierte Schuppenanalyse leistet somit einen Beitrag zur Standardisierung der Alters- und Wachstumsbestimmung und erlaubt eine zeitsparende Auswertung großer Probenumfänge.

S22 Digital Limnology – New trends in freshwater remote sensing, data processing and ecological modelling

Von Datenlücken zu Tageswerten: Ein semi-empirischer Modellansatz zur Erfassung klimabedingter Veränderungen der Schichtungsdauer in Talsperren

Svetlana Shakirin¹; Tilo Hegewald²; Johannes Feldbauer³; Thomas Petzoldt³

¹ Technische Universität (TU) Dresden; ² Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen; ³ Technische Universität Dresden

Die Klimaerwärmung hat in vielen mitteleuropäischen Stillgewässern zu steigenden Wassertemperaturen und einer Verlängerung der Sommerstagnation geführt. Mithilfe linearer Modelle lassen sich sowohl saisonal unterschiedliche Trends als auch Abhängigkeiten von Höhenlage, geografischer Lage und Gewässermorphometrie nachweisen. Modelle mit monatlicher oder jährlicher Auflösung sind jedoch nur bedingt geeignet, um detaillierte Aussagen zur täglichen Dynamik, etwa zur Schichtungsdauer, zu treffen.

Ein zentrales Problem stellt die begrenzte Verfügbarkeit hochaufgelöster Wassertemperaturdaten dar, die für viele Talsperren häufig lediglich in zweiwöchentlichen oder monatlichen Intervallen vorliegen.

Als Lösung wird ein Ansatz vorgestellt, der auf Reanalyse-Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) und dem semi-empirischen Modell Air2Water basiert. Das ursprünglich für natürliche Seen entwickelte Modell wurde mithilfe von Langzeitdatensätzen von 40 Talsperren der Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren (ATT) kalibriert. Ziel war die Simulation der Wasseroberflächentemperatur in täglicher Auflösung über mehrere Jahrzehnte. Der modellierte Temperaturverlauf ermöglicht es, auf Grundlage heuristischer Schwellenwerte den Beginn und das Ende von Frühjahrsvollzirkulation und Sommerschichtung abzuleiten.

Die Ergebnisse zeigen signifikante und quantifizierbare Trends der Schichtungsdauer, die limnologische Prozesse in Standgewässern grundlegend beeinflusst. So lässt sich eine langfristige Vorverlagerung des Schichtungsbeginns beobachten, während das Ende der Schichtung zusätzlich durch die Rohwasserentnahme für die Trinkwassergewinnung beeinflusst wird. Ergänzend dazu wurde die Abhängigkeit der Temperatur von Morphometrie und geographischer Lage der Gewässer untersucht. Der vorgestellte Ansatz bietet eine Möglichkeit, limnologische Veränderungen in Talsperren auch bei begrenzter Datenverfügbarkeit abzuschätzen und so zum Verständnis klimabedingter Auswirkungen beizutragen.

S22 Digital Limnology – New trends in freshwater remote sensing, data processing and ecological modelling

Simulating long-term climate change impacts for adaptive infrastructure planning of drinking water reservoirs

Ringo Rocha Reboucas¹; Johannes Feldbauer¹; Thomas Petzoldt¹; Tilo Hegewald²; Jürgen Stamm¹

¹ TU Dresden; ² Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen

Drinking water reservoirs in Germany, most of which were constructed around a century ago, are increasingly exposed to the impacts of climate change. They play an important role in water supply and are particularly sensitive to shifts in temperature and hydrological conditions. As climate change alters reservoir temperature dynamics and thermal stratification, the continued functionality of these systems has become an increasing challenge.

Adapting existing reservoirs is often more complex than designing new systems, as it requires working within the constraints of established structures, operational and site-specific limitations, and compliance with original design specifications and regulatory requirements. This process demands careful evaluation of technical feasibility, cost-effectiveness, and the potential impacts on both structural integrity and system performance. In the context of the Lichtenberg reservoir in Germany, which has been in operation since 1975, a reconstruction project provided the opportunity to assess the adaptation of the withdrawal regime under realistic operational conditions.

The evaluated adaptation measure for the planned reconstruction involved changing the reservoir's ecological outflow (Wildbettaabgabe) from a hypolimnetic to an epilimnetic withdrawal. We ran an ensemble of three one-dimensional hydrophysical lake models (GLM, GOTM, and Simstrat) coupled with a rainfall-runoff model to simulate the effects of climate change and the adapted management strategy on the thermal structure of the Lichtenberg reservoir. The modeling framework utilized downscaled outputs from three climate scenarios (RCP2.6, RCP4.5, and RCP8.5) based on multiple global climate models. It also estimated and incorporated the reservoir-adjusted annual outflow to reflect a realistic reservoir operation.

Simulation results showed that this management strategy reduced hypolimnetic temperatures by up to 1.5 K and increased the availability of cold, deep water. The thermal regime of the epilimnion, however, remained unaffected by the measure, indicating its resilience. From a construction perspective, the integration of hydrophysical modeling into the planning process facilitated the identification of a technically feasible and cost-effective solution, while highlighting the importance of site-specific constraints and operational flexibility.

S22 Digital Limnology – New trends in freshwater remote sensing, data processing and ecological modelling

Tools to address the longitudinal connectivity in spatial freshwater biodiversity science

Sami Domisch¹; Marlene Schürz¹; Afroditi Grigoropoulou¹; Vanessa Bremerich¹; Giuseppe Amatulli²; Yusdiel Torres-Cambas¹; Thomas Tomiczek¹; Merret Buurman¹; Markus Konkol³; Jaime Garcia Marquez

¹ Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB); ² Yale University; ³ 52°North Spatial Information Research GmbH

Freshwater ecosystems are characterized by the unique feature of longitudinal connectivity among water bodies. Yet, this connectivity is largely neglected in spatial biodiversity analyses given the complex geospatial data processing steps. In addition, the sheer amount of geospatial data is considered a challenge, since such data can't be easily managed in a standard GIS environment. We have developed the R-package hydrographr (<https://github.com/glowabio/hydrographr>) that offers easy-to-use hydrographic processing tools, as well as the GeoFRESH online platform (<http://geofresh.org/>) that allows spatial queries across the network using a simple point-and-click interface. The R-package provides (i) basic functions for downloading and processing the high-resolution Hydrography90m stream network dataset, (ii) point processing tools for e.g. delineating catchments and annotating sampling locations with freshwater-specific data, and (iii) analysis tools which support stream network analyses regarding connectivity, distance and neighbourhood that can be applied to calculate the fragmentation of the network. The GeoFRESH platform is considered complementary and provides a low-threshold entry for extracting environmental information across the network. We are furthering the process by including standing water bodies and expanding the framework also to the marine realm within a Virtual Research Environment, such that the entire aquatic continuum can be addressed in a single framework.

S22 Digital Limnology – New trends in freshwater remote sensing, data processing and ecological modelling

Urban land use and wastewater inputs limit ecological status in freshwater streams

Daniel Enns¹; Nathan Baker²; Jörg Oehlmann¹; Jonas Jourdan¹

¹ Goethe Universität Frankfurt am Main / Institut für Ökologie, Evolution und Diversität; ² State Scientific Research Institute Nature Research Centre

The Water Framework Directive (WFD), adopted by the European Union in 2000, set an ambitious goal to achieve good ecological and chemical status for all water bodies across the EU by 2027. Yet, 25 years later, this objective remains unmet in many regions, highlighting a critical need to understand why these targets are failing and how they may be meaningfully resurrected. To uncover the root causes of this shortfall, we analyzed macroinvertebrate communities from 1721 sites collected over the past 23 years. We quantified ecological quality using the Multi-Metric Index (MMI), a continuous indicator based on freshwater invertebrate assemblages, alongside the categorical Ecological Quality Class (EQC). These response variables were modelled against a comprehensive set of environmental predictors using advanced machine learning algorithms – XGBoost for regression and Random Forest for classification – to robustly capture complex relationships. With respect to the MMI, land cover emerged as the most influential predictor, with ecological status declining markedly as the proportion of urban area increased. The impact of wastewater treatment plants (WWTP), also caused a rapid drop in MMI values, underscoring their strong local influence. Additionally, habitat morphology played a significant role, but primarily in cases where the watercourse was heavily modified and ecological quality was likely already impoverished. With respect to the classification model for the EQC, WWTP impact emerged as the most critical predictor, followed by urban land cover. Our findings clearly demonstrate that the primary barrier to achieving good ecological status is extensive urbanization within the catchment, along with the very infrastructure meant to be reducing the human footprint on freshwater ecosystems, i.e., WWTP. This effect is likely driven by the cumulative impact of multiple stressors – including WWTP discharges, stormwater overflows, and road runoff – all impacts associated with urban areas. Overall, the results highlight that even where habitat structural quality is adequate, the dominant influence of urban land cover – and the diffuse pollution it represents – remains one of the key obstacles to achieving good ecological status. This underscores the urgent need for integrated catchment management strategies that address both point and diffuse sources of pollution in urbanized landscapes as well as a reconsideration of WWTP effluent targets.

S22 Digital Limnology – New trends in freshwater remote sensing, data processing and ecological modelling

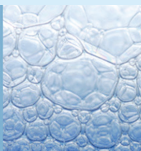
Can species specific traits in monocultures predict competitive outcomes in mixed cultures?

Patch Thongthaisong¹; Sophia Kopp; Arthur Rossignol; Philippe Pondaven; Herwig Stibor; Maria Stockenreiter; Kenza Wahbi; Sabine Wollrab

¹ Institut Universitaire Européen de la Mer / Université de Bretagne Occidentale

Who will dominate phytoplankton blooms, when and why are central questions in aquatic ecology. They are challenging to answer accurately, as not only abiotic factors but also complex biotic interactions determine bloom formation. However, increasing the complexity of aquatic ecological models to improve the prediction will likely increase the time and energy spent on computing and difficulties in parameterisation. Here, we propose a framework to assess phytoplankton blooms based on three key traits of phytoplankton species relating to growth that can be derived from monoculture experiments. The first trait is the species growth rate (r), the second trait is the carrying capacity (K), which implies the species' tolerance to stressors, and the third trait is the minimum required resource (R^*), where a smaller R^* (=larger $1/R^*$) indicates greater competitiveness of the species for a shared limiting nutrient. To consider all these traits at once, we create a triangle with three axes emerging from the middle of the triangle. The length of each axis represents a species' r , K , and $1/R^*$ value, respectively. We hypothesise that, under a given environmental condition, the species for which the triangle area is the largest will dominate the mixed culture. This hypothesis can be tested by estimating the trait values from experimental data. Our preliminary results using a published marine dinoflagellate dataset suggest that this method correctly predicts the dominating species, supporting our hypothesis. In the next step, we will test the hypothesis using experimental data sampled as part of the DFG-ANR project BLIC using marine as well as freshwater phytoplankton. The results of this study will show the possibility of reducing the complexity of predictive ecological modelling and highlight the importance of classic theoretical concepts in microbial ecology.

Posters | Poster



A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften

Form bestimmt Befall? – Wie morphologische Merkmale die Parasitierung von Simuliiden (Kriebelmücken) beeinflussen

David Buser; Alfons Renz

Universität Tübingen

Kriebelmücken (Simuliidae) sind ökologisch bedeutsame Bewohner lotischer Gewässer. Als filtrierende Larven leisten sie einen wichtigen Beitrag zur Stoffumsetzung und sind ein zentraler Bestandteil der benthischen Biozönose. Gleichzeitig treten sie auch als blutsaugende Ektoparasiten im Imaginalstadium in Erscheinung und fungieren als Vektoren für diverse Krankheitserreger. Sie sind nicht nur Überträger, sondern auch selbst Ziel parasitischer Interaktionen – unter anderem mit Wassermilben (Hydrachnida). Dabei dringen Milbenlarven in den Kokon der Kriebelmückenpuppen ein und springen beim Schlupf auf die Imagines auf. Da die weiblichen Mücken zur Oviposition tendenziell flussaufwärts fliegen, wird vermutet, dass die Milben so eine Abwärtsdrift im Fließgewässer kompensieren. Aktive Schädigungen der Puppen sind bisher nicht dokumentiert, auch potenzielle positive oder neutrale Effekte dieser Interaktion sind bislang ungeklärt.

Ein auffälliges morphologisches Merkmal der Kriebelmückenpuppen sind ihre Atemorgane, die artspezifisch ausgeprägt sind. Während viele Arten in Baden-Württemberg lange, fadenförmige Trachealorgane besitzen, weisen z. B. Vertreter der Gattung *Wilhelmia* kurze, gedrungene Atemfäden auf. Ziel dieser Untersuchung war es, zu prüfen, ob die Befallsrate und -intensität durch Milbenlarven in Korrelation zur Morphologie dieser Atemorgane steht.

Hierzu wurden im Sommer 2023 an zwei Fließgewässern im Raum Tübingen Kriebelmückenpuppen an mehreren Probestellen gesammelt, fixiert, morphologisch bestimmt und auf Milbenbefall untersucht. Ergänzend wurden Larven, Puppen, wie Imagines für REM-Aufnahmen präpariert.

Die Ergebnisse zeigen, dass Arten mit langen, dünnen Atemfäden deutlich häufiger und intensiver von Milbenlarven befallen sind als solche mit kurzen, gedrungenen Atemorganen. Ob der Befall Einfluss auf Entwicklung oder Fitness der Kriebelmücken hat, bleibt offen. Zukünftige Studien sollen die ökologische Bedeutung dieser Interaktion weiter klären.

Insgesamt konnten im Untersuchungsgebiet sechs verschiedene Simuliidenarten nachgewiesen werden. Bei einer dieser Arten ist die endgültige taxonomische Zuordnung noch ungeklärt – entweder handelt es sich um eine weit außerhalb ihres bekannten Verbreitungsgebietes vorkommende, bereits beschriebene Art oder um eine eigenständige, bislang fälschlich zugeordnete und möglicherweise neu zu beschreibende Art.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften

Dietary niche of polyps of the invasive freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbii* revealed by stable isotope analysis

Stefan Dehos; Sabine Gießler; Herwig Stibor

Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU)

Biological invasions pose an increasing threat to freshwater ecosystems worldwide and are one of the main drivers of global biodiversity loss. The introduction of invasive species can have several consequences for ecosystems, such as displacing native species or altering the structure of food webs altogether. Stable isotope analysis is frequently used to assess the dietary niches of a wide range of organisms, with the isotopes ^{15}N and ^{13}C being particularly useful for studying the position of invasive species and their trophic interactions in the food web. Analysing $\delta^{15}\text{N}$ signatures helps determine an invader's overall trophic position in the food web. In aquatic systems, the $\delta^{13}\text{C}$ signature distinguishes between pelagic and benthic carbon sources. The invasive freshwater hydrozoan *Craspedacusta sowerbii* has been introduced globally and has been present in Germany since the early 20th century. Its life cycle is complex and consists of a benthic polyp and a pelagic medusa stage. The medusa stage of *Craspedacusta* forms a new trophic guild in invaded ecosystems, whereas the polyp stage has a native equivalent *Hydra* sp. that may compete for the same resources. Carbon and nitrogen content, as well as stable isotope data, were collected for *Craspedacusta* and *Hydra* polyps, alongside other benthic and pelagic organisms. Sampling was performed over two years and three seasons in several lakes and on two different substrates. First data analysis indicates differentiation of the isotopic niche between *Hydra* and *Craspedacusta* polyps based on stable isotope Bayesian ellipses. Additionally, substrate-specific isotopic niches were observed for *Craspedacusta* polyps. The significantly higher carbon-to-nitrogen ratio across seasons suggests that *Craspedacusta* polyps can use resources more effectively than *Hydra* polyps. These results may help us to understand the ecological impact of *Craspedacusta sowerbii* on invaded ecosystems.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften

Assessing critical thresholds for periphyton detachment of different algal groups under varying phosphate concentrations and flow velocities

Fabienne Göbel¹; Carola Winkelmann²

¹ Universität Koblenz, Institut für Integrierte Naturwissenschaften; ² Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

In eutrophicated streams, thick periphyton mats can detach over large areas during slight increases in discharge, depending on periphyton growth dynamics. Such periphyton detachment, specifically known as sloughing events, can cause massive clogging of interstitial spaces, reduction of oxygen availability and degradation of benthic habitats. Consequently, a comprehensive understanding and improved forecasting of periphyton dynamics, particularly detachment of periphyton in stream ecology is crucial. While previous studies have examined natural periphyton dynamics, research on periphyton detachment thresholds remains limited, especially regarding algal-group specific responses.

Therefore, our investigations aimed to experimentally test the interactions of flow velocity and growth intensity mediated by phosphorus availability on sloughing, using a controlled laboratory flume setup. Periphyton was grown as monocultures of representative algal groups (cyanobacteria, diatoms and green algae).

All biofilms were grown in flumes on ceramic tiles in a defined culture medium with adjusted phosphate concentrations. After defined growth periods, the tiles were exposed to stepwise increases in flow velocity. Periphyton biomass, quantified via ash free dry mass and chlorophyll a concentration at the time of sloughing trial was correlated with the applied flow velocity.

The resulting group-specific detachment thresholds can be used to optimize predictive models of periphyton dynamics by integrating empirical detachment thresholds for different algal groups. This will improve the model's predictive accuracy and support better assessments of factors influencing eutrophication impacts on river ecosystems.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften

Do invasive mussels exhibit niche shifts? Comparing diet and parasite load of *Dreissena polymorpha* and *Dreissena rostriformis* in native and invaded habitats

Felicia Hoffmann

Trier University

Invasive species often exhibit a competitive advantage over native and earlier introduced species due to a lack of species-specific predators and parasites. This study focuses on two mussel species native to East Europe: *Dreissena polymorpha* and *Dreissena rostriformis*. While both are now invasive in many German rivers and lakes, *D. rostriformis* has colonized these habitats more recently and is gradually displacing *D. polymorpha*. Although previous studies have proposed several morphological traits and adaptations of *D. rostriformis* as possible reasons for this displacement, the potential role of a reduced parasite load in *D. rostriformis* and its impact on the diet of *D. polymorpha* remain unknown.

Using cryogenically stored samples from the German Environmental Specimen Bank along with additional specimens collected in East European regions, I conduct DNA metabarcoding to detect the DNA of filtered organisms and endobionts. The results will enable the construction of a time series for *D. polymorpha* from 1993 to 2020 as well as a comparison between the two species and between East European and German populations. With this data, I aim to reveal changes in parasitic load associated with the colonization of a new area and shifts in diet composition of *D. polymorpha* due to the introduction of *D. rostriformis* as a competitor for food resources.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften

Chemical Pollution Meets Biological Invasion: Parasitized old invader versus new competitors in a pesticide stress test

Katharina Igstadt¹; Anna-Louise Gabriel²; Sven Klimpel¹; Francisco Sylvester¹; Jonas Jourdan¹; Florencia Fernanda Liquin¹

¹ Goethe University Frankfurt am Main; ² Senckenberg Biodiversity and Climate Research Centre, Senckenberg, Frankfurt am Main

Amphipods from the family Gammaridae are widely distributed in Central European rivers and are considered good indicator organisms for aquatic ecosystems, as they react sensitive to pollutants. As the pollution of many waterbodies by chemical substances like pesticides is constantly increasing, it is important to understand the impact of these chemicals on the persistence of different species. In our study, we assess the toxicity of the insecticide imidacloprid, a compound that has raised ecological concerns due to its potential toxic effects to non-target aquatic invertebrates, on three freshwater amphipod species from waterbodies in the Rhine-Main region around Frankfurt: an “old invader”, the long-ago-introduced *Gammarus roeselii*, and two recently introduced invasive species, *Dikerogammarus villosus* and *Echinogammarus ischnus*.

In addition to interspecific comparisons, we explored the potential influence of parasitic infection on the sensitivity to imidacloprid. Therefore, individuals of *Gammarus roeselii*, which serves as intermediate hosts of acanthocephalans, were further categorized into parasitized and not parasitized groups.

Amphipods were collected from natural habitats and acclimatized to laboratory conditions for one week. After this time, acute toxicity assays were performed by exposing amphipods to a range of different imidacloprid concentrations. Survival and mobility were recorded after 24, 48, 72, and 96 hours of exposure, allowing the assessment of LC₅₀, EC₅₀ values and sublethal endpoints for each species and stressor group. Results and implications will be presented at the time of the conference.

The study sheds light on how both biological (parasitism) and chemical (pesticide exposure) stressors interact to shape the competitive dynamics between invasive amphipod species with different invasion histories.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften

DNAqualIMG – Innovative Ansätze für das transnationale Monitoring aquatischer Biodiversität durch Hochdurchsatz-DNA-Analyse und automatisierte Bilderkennung

Johanna Charlotte Kroneck

Der Verlauf von Flüssen hält sich oft nicht an Landesgrenzen. Entsprechend wichtig ist es, das Management aquatischer Ökosysteme und ihrer Biodiversität als transnationale Aufgabe zu begreifen. Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG) ist ein Musterbeispiel dafür. In der EU werden seit zwei Jahrzehnten systematisch Daten zum ökologischen Zustand erhoben.

In Flüssen werden dabei neben Fischen insbesondere das Makrozoobenthos und Kieselalgen als biologische Qualitätskomponenten gesammelt, bestimmt und Abweichungen zu Referenzbedingungen quantifiziert. Weil aber viele Organismen morphologisch schwer Level (häufig Familienniveau) bestimmt. Für eine ökologische Bewertung reicht dies zwar aus, allerdings sind die Daten für eine Bewertung von Biodiversitätstrends unzureichend, da die Artenvielfalt nicht abgebildet wird. Um das Potenzial der Proben aus der WRRL auch für ein systematisches Biodiversitätsmonitoring zu nutzen, sind daher weitere Methoden notwendig.

Genau darum geht es in dem Forschungsprojekt „DNAqualIMG“. Ziel von DNAqualIMG ist es, neue Möglichkeiten des Biodiversitätsmonitorings im Rahmen der WRRL zu erproben. Anhand von Makrozoobenthos- und Kieselalgenproben aus zehn europäischen Ländern testet das DNAqualIMG-Team sowohl bildbasierte als auch molekulare Methoden (DNA-Metabarcoding). Damit sollen einerseits standardisierte Bilder, Biomasse- und Abundanzdaten generiert und andererseits hochauflösende taxonomische Daten erhalten werden. Die Stärken und Schwächen beider Ansätze werden miteinander und mit konventionellen Methoden verglichen und eine Handlungsempfehlung verfasst. In dieser sollen durch den Einsatz der neuen Methoden Synergien mit der WRRL genutzt werden, um ein besseres europäisches Monitoring von Flussökosystemen und deren Biodiversität standardisiert zu implementieren.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften

Unraveling the mystery of *Synurella ambulans*: Relict or recent arrival?

Andreas Limberger¹; Jonas Jourdan²; Kamil Hupalo³

¹ TU Darmstadt; ² Goethe - Universität Frankfurt a. M.; ³ Universität Duisburg-Essen, Fakultät für Biologie

The amphipod *Synurella ambulans* is among the few widely distributed amphipod species in freshwater ecosystems ranging from Turkey to western Europe. Contrary to other amphipods, though, it exhibits a strikingly patchy distribution that has long defied explanation. First described in 1846 in northeastern Germany, the species is predominantly found across eastern and southeastern Europe. Yet, scattered and isolated populations have emerged recently in Central Europe – raising critical questions about their origin, dispersal and intraspecific diversity. Compared to other amphipod species like *Gammarus fossarum*, the species' intraspecific diversity has received comparatively less attention and it has never been thoroughly investigated. In a very recent discovery, we have identified the first-ever *S. ambulans* population in the federal state of Hesse, Germany. Despite distinctive morphological features – like spot-shaped eyes, consisting of different ommatidia, a yellow head spot and fused urosome segments – *S. ambulans* is rarely detected in routine biomonitoring. Its diminutive size and superficial resemblance to juvenile *Gammarus* species, especially when preserved in ethanol, may contribute to misidentification. To investigate whether these isolated populations are relics of postglacial expansion or the result of anthropogenic introductions, we are conducting a Europe-wide genetic analysis using mitochondrial and nuclear markers. This work aims to provide preliminary insights into the diversity of Central European *S. ambulans* populations and to determine whether it constitutes a cryptic species complex – a phenomenon common among other widespread amphipods. Understanding the genetic structure of *S. ambulans* is essential not only for resolving its enigmatic distribution, but also for improving species identification in freshwater monitoring and assessing biodiversity more accurately. Amphipods play a vital role in aquatic ecosystems as decomposers and prey species, making the correct identification and understanding of their diversity critical for ecological assessments.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften

Limnological, challenged-based field classes at TU Freiberg

Clara Michall; Lea-Marie Pollock; Conrad Jackisch; Alexander Pleßow; Maximilian Lau

The Technical University of Freiberg offers limnological education as part of its program in environmental system science. Throughout several formats, the students engage in challenged-based learning activities in curated field classes. Since several years we visit lakes and wetlands across Europe to experience and quantify ecosystem properties and functions. This poster presents several field classes to lakes and wetlands of NE Germany. In one example class, student teams with a focus on aquatic–terrestrial transitions aimed to explore contrasting wetland types. Hydromorphological structures, diversity and anthropogenic influence as well as nutrient availability and greenhouse gas fluxes (CO₂ and CH₄) were assessed. Vegetation was surveyed through qualitative species inventories and quantitative assessments of macrophyte and riparian plant cover, with attention to the relationship between plant zonation and abiotic site characteristics. Transects were established from open water bodies into adjacent terrestrial areas to study environmental gradients. In another example class, lakes of varying nutrient and carbon status (mesotrophic, eutrophic, polytrophic) were classified based on biogeochemical conditions in water and sediment. In all cases, students use state-of-the-art tools for sampling, sensing and monitoring in self-developed, hypothesis-driven micro projects. Emphasis is placed on extending the students' method portfolio, active engagement and interdisciplinary skills. Impressions, results and a reflection will be presented in this student poster.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften

Do grayling care about pool-riffle sequences? Habitat requirements of the European grayling (*Thymallus thymallus*)

Manuel Müller¹; Carola Winkelmann²; Dirk Hübner³; Roman Fricke³; Lina Waldschmidt³

¹ Universität Koblenz, Institut für Integrierte Naturwissenschaften, Koblenz; ² Federal Institute for Hydrology / Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG); ³ Bürogemeinschaft für fisch- und gewässerökologische Studien Marburg (BfS Marburg)

The European grayling (*Thymallus thymallus*) population has been declining in large parts of Germany since the 1980s. As a species protected under the Habitats Directive (Annex V), actions to support the grayling populations are needed. Currently, measures to counter this negative trend are usually limited to stocking programs, showing only moderate success. For lasting improvements, more knowledge of the species' habitat requirements is crucial.

Within the fish zonation, the grayling zone is located between the trout and the barbel region. Naturally, these streams form a pool-riffle sequence with deep structures (pools and channels) alternating with fast-flowing riffles, while still maintaining relatively low water temperatures in summer. Adult grayling prefer deeper structures and 0+ grayling are often found in riffle structures from late spring to autumn. Due to prolonged heat and low discharge periods caused by climate change, the grayling habitats are shifting up-stream and shrink. While at the up-stream end this leads to an overlap of the grayling and the trout zone with partly too low water depth, the grayling habitats further downstream are becoming unsuitable due to elevated water temperatures. Consequently, the essential structures for all grayling life stages need to be present in shorter stream stretches.

Here, we focus on pool and riffle habitats. We performed a large-scale survey, analysing whether the presence and specific characteristics of pool-riffle sequences are positively correlated with grayling presence. By defining hydro-morphological threshold values for grayling presence, we hope to pinpoint key habitat factors and structures that limit population viability and should be prioritised in future stream restoration projects.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften

Genetische Untersuchung des Schweizer Laichkrauts (*Stuckenia helvetica*) im Bodensee.

Lisa Anna Sarah Wagner¹; Petra Nowak²

¹ Hochschule Furtwangen; ² Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

Die genaue Einordnung des Schweizer Laichkrauts (*Stuckenia helvetica* (G. Fisch) Holub) ist seit langem Gegenstand wissenschaftlicher Diskussionen. Die Pflanzenform wurde ursprünglich aus dem Untersee (Bodensee) beschrieben und fällt durch ihre robuste Gestalt und überwinternde Sprosse auf. Frühere genetische Studien kamen zu dem Schluss, dass es sich nicht um eine eigenständige Art, sondern um eine sterile Variante von *Stuckenia pectinata* (L.) Börner handelt.

Da sich dieser Morphotyp in den letzten Jahren im Bodensee deutlich ausgebreitet hat, wurde eine erneute genetische Untersuchung durchgeführt. Ziel war es, zu prüfen, ob aktuelle Vorkommen Hinweise auf eine andere genetische Herkunft oder Hybridisierung liefern. Untersucht wurden Proben aus unterschiedlichen Seebereichen und Wassertiefen. Zum Einsatz kamen etablierte Marker aus Kern- und Chloroplasten-DNA, die bereits in früheren Studien zur Art- und Hybridbestimmung in der Gattung *Stuckenia* genutzt wurden. Die Ergebnisse zeigen, dass sich der untersuchte Morphotyp genetisch nicht von *S. pectinata* unterscheiden lässt. Es gibt keine Hinweise auf Hybridisierung oder eigenständige Abstammungslinien. Damit bestätigen unsere Daten frühere Befunde und sprechen dafür, dass es sich bei *S. helvetica* um eine sterile, ökologisch angepasste Form von *S. pectinata* handelt, die sich über vegetative Vermehrung erhalten kann.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften

Defining viable population thresholds for European grayling (*Thymallus thymallus*): A model-based approach to estimate minimum viable population sizes

Maren Paulmann; Carola Winkelmann

Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

River fish, particularly European grayling (*Thymallus thymallus*), have experienced significant declines in densities across Europe in recent decades. These declines are assumed to be mainly driven by anthropogenic pressures such as habitat degradation, climate change, and chemical and organic pollution. Consequently, the species' conservation status has been rated inadequate or poor in large parts of its range. This assessment is usually done by experts, integrating knowledge on historical stocks, environmental pressures and change of habitat availability. We want to provide a method which can be used by regional stakeholders to define target fish stocks and assessing the viability of grayling populations in their in specific river stretches. We expect the method also to support conservation management measures by assisting the assessment of conservation status on a catchment scale.

To define threshold values for sustainable population sizes, we developed a model-based approach to estimate the minimum viable population size (MVP) for European grayling populations. The MVP is calculated for optimal habitat conditions using Monte Carlo simulations based on species-specific demographic parameters such as reproduction and growth rates. As the minimum viable population size is calculated for optimal habitat conditions, safety factors for e.g. limited habitat size and limited habitat quality, predation pressure, and disrupted connectivity are then estimated to enable an assessment of a target stock in a specific river stretch.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften

Preliminary assessment of the caddisfly diversity of Lake Malawi (Insecta, Trichoptera)

Ernesto Razuri-Gonzales

Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt

The order Trichoptera is the largest order of exclusively aquatic insects. They are most diverse in rivers and streams worldwide. While some species occur along lake shores, very few occupy the profundal zone. Consequently, most studies focus on running rather than standing waters. The African Great Lakes, located in the East African Rift, are among the oldest and largest lakes worldwide, and include a staggering diversity of cichlid fish species, one of the most well-known and successful vertebrate radiations. Here, I present preliminary data on the Trichoptera diversity from one of these lakes: Lake Malawi (Malawi). Samples were taken with UV light pan traps for 1-2 nights at two locations (Luromo Peninsula and Nkhata Bay, ~130 km apart). The mitochondrial COI barcode fragment (658 bp) was sequenced from selected specimens using either Sanger sequencing or a GridION sequencer. In total, 652 sequences were generated, and the Assemble Species by Automatic Partitioning algorithm (ASAP) was used to propose species partitions, which were later verified by morphology. ASAP recovered 27 molecular operational taxonomic units (MOTUs) in 13 genera in 7 families. The following genera were recorded from these collections: *Dipseudopsis* (Dipseudopsidae), *Ecnomus* (Ecnomidae), *Amphipsyche*, *Cheumatopsyche* (Hydropsychidae), *Hydroptilia*, *Orthotrichia* (Hydroptilidae), *Athripsodes*, *Ceraclea*, *Leptocerus*, *Oecetis*, *Trienodes*, and *Trichosetodes* (Leptoceridae), *Paduniella* (Psychomyiidae). Notably, genera with species adapted to lentic environments included many MOTUs (e.g., 6 *Ecnomus*, 5 *Orthotrichia*, and 5 *Oecetis*).

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften

Toxic or Not? Multi-Year Monitoring of Cyanobacterial Blooms and Cyanotoxins in Hamburg's Surface and Recreational Freshwaters

Regine Redelstein¹; Jörn Logemann¹; Maren Jarosch²; Michael Radke¹

¹ Institut für Hygiene und Umwelt, Hamburg; ² Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft Hamburg

Cyanobacterial blooms are a reoccurring phenomenon in many freshwater systems used for recreation, posing a potential risk to human health due to their ability to produce harmful toxins. However, predicting toxin occurrence based only on bloom intensity remains challenging. In this study, we present results from a multi-year (2019 to present) monitoring program across various freshwater bathing sites and further surface waters within Hamburg aiming to better understand the relationship between cyanobacterial biomass, species composition and toxin production.

Samples were collected during several summer seasons from different recreational and other surface freshwater sites. Cyanobacterial species were identified microscopically and algal group-specific chlorophyll concentrations were measured fluorometrically, with particular attention to cyanobacterial chlorophyll-a. Toxin analysis was performed by means of HPLC-MS/MS targeting ten different cyanotoxins.

Our findings show that massive blooms, with cyanobacterial chlorophyll-a concentrations exceeding several thousand µg/L, did not necessarily coincide with elevated toxin levels. Toxins were detected in a subset of samples, primarily in association with the presence of *Microcystis* spp. and *Planktothrix rubescens/prolifera*. Microcystins were the most commonly detected toxins, but cylindrospermopsin was also identified in several cases.

These results highlight the independence between cyanobacterial biomass and toxicity, emphasizing that chlorophyll concentration alone is insufficient for assessing health risks in recreational waters. Effective risk assessment at bathing sites requires an integrated monitoring approach combining taxonomic identification, chlorophyll-a analysis and toxin quantification. This is particularly relevant in light of the new recommendation recently published by the German Environment Agency (UBA, 2024).

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften

Spatial patterns in the genus *Rhyacophila* from Himalayan streams

Jan Simon Stark¹; Ram Devi Tachamo Shah²; Steffen Pauls¹

¹ Senckenberg Research Institute and Natural History Museum Frankfurt; Institute of Insect Biotechnology, Justus-Liebig-University; ² School of Science, Kathmandu University

High-altitude freshwater ecosystems in the Himalayas harbour unique and understudied aquatic insect diversity. In this study, we focus on the highly diverse caddisfly genus *Rhyacophila* in Nepal to investigate how spatial and environmental gradients shape its distribution across high-mountain streams. We sequenced 263 larvae from 30 sites across three major river basins, spanning elevational gradients ranging from 735 m asl to 4166 m asl, in catchments from eastern to western Nepal. Using Oxford Nanopore-based individual DNA barcoding of a 205 bp COI gene fragment, molecular species delimitation identified 22 molecular operational taxonomic units (MOTUS) as putative species. Using this dataset, we assess whether *Rhyacophila* assemblages are primarily shaped by elevation, catchment identity, or longitudinal position within the different streams. We combine the MOTU distribution with environmental data in a multivariate statistical setting to identify spatial patterns both among and within *Rhyacophila* MOTUS in these high-mountain river networks. Our study provides a first spatial characterisation of *Rhyacophila* across the Himalayan riverscape and illustrates the value of molecular approaches to investigate genetic diversity patterns in Himalayan streams.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften

Parasiten als Schadstoffsенke?! Ein jahreszeitlicher Verlauf

Alexander Peter Tischer¹; Sarah Cunze¹; Jonas Jourdan²; Sven Klimpel¹; Anna-Louise Gabriel³

¹ Department Integrative Parasitology and Zoophysiology, Institute for Ecology, Evolution and Diversity, Goethe University Frankfurt am Main, Germany ; ² Department Aquatic Ecotoxicology, Institute for Ecology, Evolution and Diversity, Goethe University F

Gammariden gelten als zuverlässige Indikatororganismen für den Zustand aquatischer Ökosysteme und dienen gleichzeitig als obligate Zwischenwirte für endoparasitische Kratzwürmer (Acanthocephala). Jüngere Studien deuten darauf hin, dass Acanthocephala ihren Wirt durch Akkumulation von Schadstoffen im eigenen Gewebe entlasten und somit dessen Toleranz gegenüber Umweltgiften erhöhen können. Dies wirft die Frage auf, ob dieser potenzielle Entlastungseffekt ganzjährig konstant ist oder ob er durch saisonale Faktoren beeinflusst wird – etwa durch die Entwicklungsstadien von Parasit und Wirt, Temperaturverläufe oder zeitlich variable Pestizideinträge infolge landwirtschaftlicher Nutzung. Zur Beantwortung dieser Fragestellung wurden im Frühling und Sommer 2025 parasitierte und unparasitierte Individuen der Art *Gammarus roeselii* aus einem Flussabschnitt der Horloff (Wetteraukreis, Hessen) entnommen. In Akuttoxizitätstests wurden die Tiere unterschiedlichen Konzentrationen der lipophilen Pyrethroid-Insektizide Deltamethrin und Cypermethrin ausgesetzt. Als Endpunkte wurden die Effektkonzentration (EC) sowie die letale Dosis (LD) bestimmt. Beide Pyrethroide zeichnen sich durch eine hohe Lipophilie aus, was eine Anreicherung im Fettgewebe der Parasiten begünstigen könnte. Diese Substanzen werden breit in der Landwirtschaft (als Pflanzenschutzmittel) sowie in der Tiermedizin (gegen Ektoparasiten) eingesetzt, gelten jedoch als hoch toxisch für Wasserorganismen und sind als gewässergefährdend eingestuft – trotz fortbestehender Zulassung und Anwendung innerhalb Europas. Erste Ergebnisse zeigen, dass tatsächlich saisonale Unterschiede bestehen: So scheint eine Acanthocephalen-Infektion zu Beginn der Expositionsperiode im Frühjahr weniger vorteilhaft für den Wirt zu sein als gegen Ende der Vegetationsperiode im Sommer, wenn die Pestizidbelastung ihren Höhepunkt erreicht. Ergänzende Probenahmen im Herbst und Winter 2025 sind geplant, um einen vollständigen Überblick über potenzielle jahreszeitliche Effekte auf den Parasit-Wirt-Schadstoff-Komplex zu erhalten.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften

Alluvial Aquifer Biodiversity and eDNA-Based Assessment

Živa Vehovar¹; Živa Vehovar²; Mitja Janža³; David Stanković¹; Nika Pišek Szillich³; Sara Strah¹; Nataša Mori¹

¹ National Institute of Biology (NIB); ² Jožef Stefan International Postgraduate School; ³ Geological Survey of Slovenia

Groundwaters are often overlooked as ecosystems, even though they host a remarkable diversity of species and support important ecosystem services. They are inhabited by viruses and bacteria as well as diverse metazoan populations. These are interconnected through simplified food chains providing essential ecosystem services, most notably, water purification as well as impacting the hydrological conditions in alluvial aquifers through clogging or burrowing. Since many European countries rely on groundwater as a primary source of drinking water, it is crucial that we deepen our understanding of these ecosystems to ensure their sustainable management and protection. Groundwater ecosystems are challenging to sample, and classical morphological identification methods are limited by our ability to access the subterranean populations and collect complete specimens. Modern molecular approaches, such as comprehensive environmental DNA (eDNA) analysis enable detection of the whole biological diversity including metazoans, fungi and bacteria. However, eDNA methods, especially in groundwater environments, have limitations, particularly incomplete sequence reference libraries.

We conducted a preliminary study using eDNA analysis alongside conventional sampling methods to better understand the species distribution in the alluvial aquifer of the Ljubljansko polje in central Slovenia, which is an important source of drinking water for the city of Ljubljana. Firstly, we systematically reviewed the existing publications on eDNA sampling and analyses and then incorporated these insights into our fieldwork sampling design and laboratory methodologies. In total, we sampled 15 observation wells and 7 pumping wells operated by the city of Ljubljana water supply company, over nine occasions from October 2024 to April 2025. To capture the full extent of biodiversity, we used eDNA to assess bacterial, fungal, and metazoan diversity, along with the morphological identification of groundwater invertebrates collected during field sampling. The approach resulted in diverse microbial and metazoan communities across alluvial aquifer environmental gradients. The results are the first insights into the ecosystem structure and functioning of the alluvial aquifer Ljubljansko polje in Slovenia.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften

Global distribution patterns and environmental drivers of freshwater diatoms: a large-scale synthesis

Yaochun Wang¹, Yusdiel Torres-Cambas¹, Naicheng Wu², Sonja C. Jähnig^{1,3}

¹ Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Berlin, Germany; ² Department of Geography and Spatial Information Techniques, Ningbo University, China; ³ Geography Department, Humboldt-Universität zu Berlin, Germany

Diatoms are key primary producers and widely used bioindicators in freshwater ecosystems, yet a global-scale synthesis of their distribution patterns and environmental drivers remains limited. This study aims to address this gap by compiling a comprehensive, georeferenced database of freshwater diatom communities and associated environmental variables. Through a systematic screening of 12,766 publications from Web of Science and other sources, we selected a subset of studies from which site-level data could be extracted. To date, we have successfully compiled data from approximately 3,102 freshwater sampling sites worldwide, each including diatom taxonomic information along with metadata such as geographic coordinates, waterbody type, and sampling context. Environmental parameters were linked to each sampling site using open-access datasets, including temperature and precipitation from WorldClim, stream network information from Hydrography90m, nutrient concentrations from GEMStat, and land use from CORINE Land Cover and GlobeLand30.

Based on the current data, diatom taxonomic diversity is highest in rivers, followed by lakes, and lowest in reservoirs. Water temperature and ammonium concentrations show significant positive correlations with diatom diversity, and tropical regions exhibit relatively high taxonomic diversity, reflecting distinct ecological conditions. These patterns highlight how waterbody type, environmental factors, and biogeographic region shape diatom communities. P

Moving forward, we aim to expand the dataset to improve spatial and ecological coverage further characterizing global diatom distribution, exploring habitat-specific diversity patterns, and quantifying the influence of environmental gradients. These findings will support a deeper understanding of diatom biogeography and inform freshwater ecosystem assessment and management at regional and global scales.

Keywords: Macroecology, Freshwater biodiversity, Environmental gradients, Meta-analysis, Global synthesis

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften

Building Bridges in Aquatic Phenology Through a Europe-Wide ECR Network: EUPHORIA

Simon, Wentritt¹, Anne Lewerentz², Benjamin Misteli³, and EUPHORIA Project Team⁴

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ ; ² Karlsruhe Institute of Technology (KIT); ³ WasserCluster Lunz, Austria;

⁴<https://euphoria-fresh.jimdofree.com/project-1/outreach/full-authors-list/>

Phenological shifts are key indicators of climate change, with profound implications for ecosystem functioning. While terrestrial plant phenology is well studied, aquatic plant phenology remains underexplored despite its ecological importance in freshwater systems. The EUPHORIA (European plant phenology research in aquatic systems) project addresses this gap by investigating aquatic plant phenology across Europe in relation to environmental gradients.

EUPHORIA is a collaborative effort awarded by the European Federation for Freshwater Sciences (EFFS and EFYR) as 5th Fresh Project. It brings together a diverse network of over 100 Early Career Researchers (ECRs) from across Europe. The project has two goals: (1) to advance scientific understanding of aquatic phenology, and (2) to build lasting interdisciplinary and international connections among ECRs in limnology. A coordinated field campaign (April–October 2025) uses a standardised protocol to collect data on aquatic plant phenology and environmental variables across a broad geographic range.

Beyond advancing scientific understanding, EUPHORIA serves as a platform for ECRs to connect, exchange knowledge, and co-develop skills in an inclusive, transnational network. It promotes visibility and integration of early-career limnologists within the European scientific community. Through open collaboration, citizen science, and peer support, EUPHORIA connects freshwater science with broader communities and exemplifies how ECR-led initiatives can foster a vibrant, resilient, and forward-looking limnological community.

A02 Extremereignisse und globaler Wandel

Fact sheets on harmful phytoplankton species in large temperate freshwater rivers

Valeria Fárez-Román¹; Helmut Fischer¹; Julia Kleinteich; Marieke Frassl

¹ Federal Institute of Hydrology / Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

The global occurrence of Harmful Algal Blooms (HABs) has been rising over the last decades, both in frequency and geographical distribution. This trend is attributed to human-related activities such as nutrient over-enrichment, climate change, and the dispersal of harmful phytoplankton species. In Germany, events like the fish kill in the Oder River, caused by the toxic algae *Prymnesium parvum*, and recurrent cyanobacterial blooms in the Moselle River have underscored the significant ecological impacts of HABs and their potential risks to public health and the economy. Despite these occurrences, there is currently no centralized, publicly accessible online information on species that could cause HABs in Germany's federal waterways. Such information would be a valuable resource for water managers and the general public. To address this gap, we conducted a narrative literature review to identify phytoplankton species reported to have caused HAB events worldwide, and subsequently selected those occurring in Germany and temperate regions. As a result, we are developing a set of fact sheets on ten species frequently causing HABs in temperate freshwater rivers. These species include *Microcystis aeruginosa*, *Prymnesium parvum*, *Dolichospermum flos-aquae*, *Raphidiopsis raciborskii*, and *Aphanizomenon flos-aquae*. Each fact sheet encompasses information on morphological characteristics, habitat preferences, ecological and human health impacts, documented occurrences, and exposure prevention measures. These resources will be made available online to the general public through the website of the Federal Institute of Hydrology. By providing standardized, accessible information on key HAB species, this initiative aims to support both expert and public awareness of HAB-related risks in Germany.

A02 Extremereignisse und globaler Wandel

Long-Term Groundwater Temperature Trends in the Left Lower Rhine Region

Ute Hansen¹; Yacine Aider; Philipp Höhn; Carmen Gallas; Antje Broecking-Prangenberg; Yana Cherepinina

¹ Hochschule Rhein-Waal

Data on groundwater temperatures, their seasonal variation and long-term trends give insight into the dynamic hydrological system of the respective region and are a basis for the development of strategies to use the thermal energy of ground- and surface water. The aim of the study was to investigate trends of groundwater temperatures detected in the Left Lower Rhine region at three stations with a distance of 50 m, 7 km and 14.6 km to the river Rhine over 12 years from 2013 to 2024 and to compare these trends to those of air temperatures and the water temperature of the Rhine. Linear regression analysis revealed an increase of the annual average of air temperature by 0.20 °C per year, whereas the annual mean of Rhine water temperature increased by 0.10 °C every year. For the groundwater stations at 14.6 km and 0 km the evaluation revealed an annual increase by 0.08 °C and 0.06 °C, respectively. The data reflect a faster warming tendency as compared to rates reported in literature for preceding decades.

The analysis of seasonal variations of temperatures (monthly means) revealed highest groundwater temperatures in winter and lowest in summer for the 14.6 km station, whereas for the station close to the Rhine river no delay was found. The data suggest that the degree to which surface water and groundwater temperature characteristics are aligned differs markedly between stations, depending on the local hydrological conditions.

A02 Extremereignisse und globaler Wandel

Vulnerabilität von Quellen als Grundwasserabhängige Lebensräume - Fallbeispiele aus unterschiedlichen Mittelgebirgsregionen

Christian Siebert¹; Stefanie von Fumetti²; Holger Schindler³; Hans-Jürgen Hahn⁴

¹ Helmholtz Center for Environmental Research (UFZ); ² Universität Basel; ³ ProLimno; ⁴ RPTU Kaiserslautern-Landau

Quellen sind als Austrittsstellen des Grundwassers einzigartige Lebensräume welche durch viele äußere Stressoren gefährdet sind. Dazu zählen anthropogene Einflüsse, der Klimawandel aber auch sozioökonomische Nutzungsänderungen, welche ihren Widerhall in der Erwärmung oder Verunreinigung des Grundwassers durch Schad- oder Nährstoffe finden, welche wiederum zur Eutrophierung, Erwärmung oder Rückgang der Schüttung in den Quellen führen können. Insbesondere in Mittelgebirgsregionen stellen Quellen einen essentiellen Bestandteil des Landschaftswasserhaushaltes dar und sind Garanten für die Versorgung mit Trinkwasser und anderen Ökosystemdienstleistungen. In diesem Beitrag wird exemplarisch eine Übersicht zur Situation im südlichen Schwarzwald, im Pfälzerwald und dem Harz gegeben. Quellen im Schwarzwald sind durch die Beweidung vor allem von Eutrophierung und Wasserentnahme betroffen. Insbesondere im Offenland sind hier die Quellen mit Nitrat belastet, was sich auf die Besiedlung mit Makroinvertebraten und auf die Vegetation auswirkt. Die Wassertemperaturen scheinen zum jetzigen Zeitpunkt noch gut gepuffert zu sein, was die Rolle von Quellen als Refugien für kaltstenotherme Arten unterstreicht.

Bei der ökologischen Bewertung spielen der pH-Wert und die Temperatur im Quellwasser eine entscheidende Rolle. Im Pfälzerwald aber vor allem im Harz ist eine Versauerung der Grundwässer zu beobachten, die in letzterem zur erhöhten Schwermetallbelastung führt welche durch das massive Absterben des Waldes noch einmal verstärkt wird. Untersuchungen haben gezeigt, dass vor allem Ober- und Mittelhangquellen deutlich saurer sind als Quellen der Tallagen.

Die Erhöhung der atmosphärischen Temperatur in Verbindung mit längeren Trockenzeiten führt im Schwarzwald und Pfälzerwald aber auch im Harz zu deutlich erhöhter Evaporation während der Vegetationszeit und rückläufiger Grundwasserneubildung, was sich negativ auf die Menge und Konstanz von Quellschüttungen auswirkt. Diese gingen in den vergangenen 2 Dekaden im Pfälzerwald um 28 % zurück. Aktuelle Quellschüttungsmessungen bestätigen diesen Trend, so hat sich in den letzten 25 Jahren in 35 Quellen die Schüttung sogar mehr als halbiert.

Der Rückgang der Schüttung bis hin zum periodischen Versiegen von Quellen vor allem in den Hochlagen legen nahe, dass der Trend zu längeren Trockenphasen sich direkt in den Gewässern und folglich über geringere Biotopflächen und fehlende Gewässerkontinuen in deren Lebensgemeinschaften niederschlägt.

A02 Extremereignisse und globaler Wandel

Die Bedeutung weitergehender Abwasserreinigung für die Resilienz von Flohkrebse und anderen benthischen Gewässerorganismen in Zeiten des Klimawandels

Rita Triebeskorn ¹; Heinz-R. Köhler ²; Stefanie Kraiss²; Katharina Peschke ³; David Buser⁴

¹ Universität Tübingen; ² Universität Tübingen; ³ Büro am Fluss GmbH; ⁴ Universität Tübingen

Im Projekt EXTRESIGO werden die Auswirkungen von unterschiedlich gereinigtem Abwasser und Mischwassereinleitungen im Zusammenhang mit klimabedingten Extremwetterereignissen – insbesondere langanhaltender Trockenperioden und Starkregen – auf die Resilienz von Flohkrebse und die Makrozoobenthosgemeinschaft dreier Gewässer in Süddeutschland untersucht. Zentrale Forschungsfragen des Projekts sind:

- Wie wirkt sich die Einleitung unterschiedlich gereinigter Abwässer auf die Gesundheit aquatischer Wirbelloser aus?
- Werden diese Effekte durch Extremwetterereignisse und Temperaturstress verstärkt?
- Inwieweit beeinflusst unterschiedlich gereinigtes Abwasser die Resilienz gegenüber erhöhten Temperaturen?
- Zeigen abundante Gammaridenpopulationen Hinweise auf lokale Anpassung – etwa durch Selektion oder epigenetische Mechanismen – an erhöhte Stressbedingungen?

Zur Beantwortung dieser Fragen werden Proben unter verschiedenen hydrologischen Bedingungen – mittlerem Abfluss, Niedrigwasser und nach Starkregenereignissen – entnommen. Die Probestellen liegen ober- und unterhalb von Regenüberlaufbecken und Kläranlagen mit unterschiedlicher Reinigungstechnik. Neben der Analyse von Reaktionen von direkt aus den Gewässern entnommenen Tieren auf organischer und suborganismischer Ebene werden Effekte an residenten und aus einem Kontrollgewässer transplantierten Tieren untersucht, welche zur Ermittlung ihrer Temperaturreilienz im Labor erhöhten Temperaturen ausgesetzt waren.

Weiterhin werden Wasserproben mit Biotests auf entwicklungstoxische und endokrine Wirkpotenziale hin untersucht. Zudem erfolgt eine chemische Analyse der Wasser- und Biotapuben auf weit verbreitete Pharmazeutika und Pestizide. Durch den Vergleich von Kläranlagen unterschiedlicher Ausbaustufen wird deren Wirksamkeit hinsichtlich der Reduktion multifaktorieller Belastungen bewertet. Letztlich sollen, im Sinne des Schutzes unserer Gewässer und zur Erfüllung der Vorgaben der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie, belastbare Empfehlungen für ein zukunftsfähiges Gewässermanagement erarbeitet werden, die die Herausforderungen des Klimawandels – insbesondere Extremwetterereignisse – angemessen berücksichtigen.

Unser Dank gilt der Baden-Württemberg Stiftung für die Förderung des Projekts.

A02 Extremereignisse und globaler Wandel

Assessing Effects of Resource Utilization in Freshwater Host Endosymbiont Systems under Environmental Change

Jule von Berg

In recent decades, environmental factors such as air temperature and nutrient input have undergone significant changes due to anthropogenic climate change, exerting profound impacts on ecosystems, particularly aquatic systems. To ensure sustainable and effective environmental protection, a comprehensive understanding of ecosystem functions and vulnerabilities is essential. While most research has focused on competitive interactions among organisms, emerging studies suggest that symbiotic relationships may enhance resilience to environmental changes. However, knowledge about freshwater symbioses remains limited, despite the existence of several known associations involving heterotrophic and autotrophic, often photosynthetically active, partners. These symbioses enable resource sharing, such as autotrophs supplying photosynthates during periods of low prey availability or heterotrophs providing protection from predators. Thereby they can potentially increase their adaptive capacity in rapidly changing environments and consequently confer competitive advantages over solitary organisms.

My dissertation aims to investigate the advantages of symbiotic cooperation relative to competition among freshwater organisms under altered environmental conditions. Methodologically, the study combines controlled laboratory experiments with field mesocosm studies. Laboratory experiments will manipulate nutrient and light levels to assess resource utilization, growth, and photosynthetic activity of model organisms such as *Stentor amethystinus*, *Paramecium bursaria*, and *Hydra viridissima*, all of which form symbioses with *Chlorella* spp. Field experiments in Lake Klostersee will evaluate these interactions within natural communities, allowing insights into symbiosis stability and ecosystem functioning under realistic environmental fluctuations. The mesocosm setup will enable the investigation of trophic interactions and resource dynamics in situ, considering abiotic factors such as temperature, light, and nutrient levels.

A05 Multiple Stressoren

Does tolerance to chemical pollution favor biological invasions? A comparative study on imidacloprid sensitivity in aquatic species

Florencia Liquin¹; Francisco Sylvester¹; Anna Gabriel¹; Henner Hollert; Jonas Jourdan¹

¹ Faculty of Biological Sciences, Goethe University Frankfurt, Frankfurt am Main, Germany

Many studies aiming to understand the success of biological invasions focus on the dynamics of species once they are established in a new territory. However, only few examine which factors enable certain species to disperse and colonize new environments, facilitating their initial establishment and subsequent expansion. The relationship between biological invasions and chemical pollution has been relatively understudied. Could a higher tolerance to pollutants be a key trait of the invasion success? Our study analyzes the sensitivity of aquatic species to imidacloprid, a widely used neonicotinoid insecticide, frequently detected in freshwater systems and highly toxic to invertebrates. We compiled a database of acute toxicity values (96 hour LC50) for over 50 species, including insects, crustaceans, fish, amphibians, and annelids. The data was collected via an extensive literature search using Web of Science. Each species was classified as either having or not having an invasion history, based on reports of invasiveness in at least one region worldwide, according to sources such as the Global Invasive Species Database, CABI Invasive Species Compendium, and the Global Biodiversity Information Facility (GBIF). To assess and compare species' sensitivity, we then employed Species Sensitivity Distribution (SSD) models. This method, commonly used in ecotoxicology, allowed us to integrate toxicity data from multiple species and compare tolerances between both groups. The results show that species with a documented invasion history tend, on average, to exhibit higher tolerance to imidacloprid than non-invasive species, although data availability for invasive taxa remains limited. These findings suggest that tolerance to contaminants could be an ecologically relevant trait contributing to invasion success. They also highlight the need to expand the knowledge base on invasive species' sensitivity to different contaminants and underscore the potential of ecotoxicological approaches to contribute to the understanding of invasions dynamics.

A05 Multiple Stressoren

Metacommunity Dynamics under Multiple Stressors: A Mechanistic Modelling Approach for Two German Catchments

Christina Panagopoulou

University of Duisburg Essen

Understanding how ecological processes shape community assembly under multiple stressors is essential for managing freshwater biodiversity. Within the CRC 1439 RESIST framework, this study develops mechanistic, spatially explicit metacommunity models for diatoms, macroinvertebrates, and fish in the Kinzig and Boye catchments. The models are based on trait profile groups (TPGs) and simulate colonization and extinction dynamics using patch occupancy principles. Colonization is governed by trait-based dispersal capacity and stream network connectivity, while extinction incorporates environmental suitability, species-specific stressor tolerance, and biotic interactions.

The models are parameterized using field studies and monitoring data from RESIST Phase I, including stressor intensities, hydrological simulations, and trait information from multiple sources. After model calibration, both degradation and recovery scenarios are simulated to test hypotheses about the changing influence of ecological processes across stressor phases. This contribution focuses on the methodological development and experimental design of the metacommunity model. Preliminary results, if available, will be included.

This work contributes to hypothesis testing within RESIST by identifying how trait-mediated processes shape metacommunity dynamics under realistic stressor regimes. It also provides a mechanistic foundation for comparing restoration scenarios and guiding biodiversity management across European river systems.

A05 Multiple Stressoren

Does history matter? – Disentangling the role of acclimation & adaptation in multi-stress response heterogeneity

Ralf Schäfer; Marie Brasseur

Universität Duisburg-Essen

Establishing effective management strategies to prevent further stream ecosystem degradation is urgently required. This is, however, challenging as streams are exposed to a multitude of anthropogenic stressors with unpredictable effects. This poor predictive capacity is related to stressor interactions and indirect effects, and numerous studies have focused on cumulative stressor effects that are larger (synergistic interaction) or weaker (antagonistic interaction) than anticipated based on their single effects. However, the outcome of multiple stressor exposure may also depend on the exposure history of organisms i.e., whether they have experienced stress in the past and how this determines the impact of new stressors. Therefore, the presented project aims to investigate if acclimation and/or adaptation to a stressor defines the tolerance (and thus vulnerability) to future stressors, which may result in two opposing effects: either, previous stressor exposure mitigates the impact of future stressors (resulting in antagonistic stressor interactions) through cross-tolerances or previous stressor exposure enhances the vulnerability towards new stressors due to acclimation and/or adaptation costs.

We will test these two competing hypotheses through the integration of OMICS (DNA- and RNA-Seq) in the framework of an experimental evolution experiment: diatoms will be exposed to a herbicide stressor for approx. 25 generations, followed by exposure of these evolved populations to new chemical and physical stressors. To verify the identified patterns, we will further sample diatoms from natural stream sections that are characterized by different levels of herbicide pollution (i.e., polluted vs. pristine sections). Through this, we aim to illuminate the molecular mechanisms that shape the vulnerability of important primary producers to future stressor exposure due to environmental change.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen

The Floating Membrane Equilibrator: A Novel Device for CO₂ Measurement at the Air–Water Interface

Patrick Aurich¹; Vivien Bernhard¹; Uwe Spank²; Matthias Koschorreck¹

¹ Helmholtz Zentrum für Umweltforschung - UFZ; ² Technische Universität Bergakademie Freiberg

Quantifying greenhouse gas emissions from inland waters typically relies on the concentration gradient between dissolved gases in the water and their equilibrium concentration with the atmosphere. However, while gas exchange occurs directly at the surface, dissolved CO₂ is mostly measured at depths deeper below the surface, potentially introducing bias. Recent studies have shown the presence of vertical CO₂ gradients during calm night conditions, which can lead to systematic errors in flux estimations when measurements are not taken at the correct depth. To address this issue, we developed a novel Floating Membrane Equilibrator (FME)—a thin (0.6 cm), flexible device equipped with gas-permeable silicone tubing arranged in a flat plane with a vertical resolution of 1 cm. By directing airflow through the tubes, for instance using an infrared gas analyzer, CO₂ in the water equilibrates with the gas phase inside the tubing. The resulting CO₂ concentration reflects the local dissolved CO₂ in the adjacent water layer. We tested the FME in a controlled pool experiment using CO₂-supersaturated water. Two FMEs were deployed at 1 cm and 25 cm depth. Results show that the FME provides reliable equilibration with the surrounding water and delivers accurate CO₂ measurements. Compared to conventional CO₂ probes, the FME shows faster response times and higher temporal resolution, enabling detection of short-term fluctuations that are typically missed by standard sensors. Moreover, our measurements revealed a distinct vertical CO₂ gradient in the pool, with higher concentrations at 25 cm depth compared to 1 cm, which is consistent with surface outgassing. This highlights the risk of misestimating fluxes when relying on deeper CO₂ measurements. Translated to lake environments, the FME offers a valuable tool for resolving near-surface CO₂ profiles with fine vertical resolution, thereby improving our understanding of the dynamics and drivers of lake-atmosphere gas exchange. Ultimately, the FME helps reduce uncertainty in CO₂ flux estimates and supports the development of more accurate models for greenhouse gas emissions from aquatic systems.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen

Trait related direction of density dependent effects in freshwater host endosymbiont systems (TREND)

Katharina Rank; Maria Stockenreiter; Herwig Stibor

Ludwig-Maximilians-Universität München

Population density is a key driver of ecological dynamics, influencing growth, reproduction and mortality. However, little is known about how density-dependent feedback affects organisms with complex nutritional strategies. Many aquatic organisms exhibit mixotrophy, combining autotrophic (photosynthesis) and heterotrophic (assimilation of organic substances) nutritional strategies. This can be achieved through endosymbiosis, a symbiotic relationship in which one organism lives inside another. In such systems, heterotrophic hosts often harbor photosynthetic endosymbiotic algae, enhancing their metabolic flexibility under resource-limited conditions. A potentially important factor is how resources can be utilized. Here, motility, the ability to move or remain sessile, plays a crucial role. As population density increases, some symbiotic sessile organisms may experience reduced heterotrophic resource availability and self-shading, limiting light availability for their endosymbionts. Motile hosts may benefit from enhanced photosynthetic performance under high-density conditions by optimizing light exposure and prey access through movement.

Nevertheless, there is limited empirical evidence on how population density influences the dynamic of costs and benefits of combining autotrophic and heterotrophic nutrition.

In this study, we experimentally investigate the interactions between motility, population density, and the nutritional contribution of endosymbionts in three freshwater model organisms hosting green algae of the genus *Chlorella*: the sessile *Hydra viridissima*, the facultatively mobile *Stentor amethystinus/coeruleus*, and the free-swimming *Paramecium bursaria*. These species span a gradient from surface-associated (2D) to fully three-dimensional (3D) environments and differ in their ability to modulate light and prey access via movement. We examine basic population dynamics across artificially established density gradients in all three species. Additionally, we manipulate light intensities and heterotrophic resource availability, assessing endosymbiont abundance via microscopy and fluorometric analysis.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen

Gewässergütesimulationen mit Langzeitdaten zur Unterstützung der Maßnahmenfindung im Rahmen der Resilienzstrategie für den Aasee in Münster (NRW)

Tido Strauß¹; Natalie Albrecht²; Juan Petrina³

¹ gaiaac Forschungsinstitut für Ökosystemanalyse und -bewertung ; ² gaiaac Forschungsinstitut für Ökosystemanalyse und -bewertung; ³ Stadt Münster - Amt für Mobilität und Tiefbau

Im Rahmen des Klimawandels wirken sich zunehmend warme und trockene Sommer mit reduzierten Zuflussmengen ungünstig auf die Nährstoff- und Planktondynamik eutropher Flachseen aus. Das Zusammenspiel von Wetterbedingungen, externen Zuflüssen und seeinternen Nährstoff-Freisetzungsraten führt bereits häufiger zu sommerlich stark erhöhten Wassertemperaturen, Nährstoffanreicherungen und Algenblüten. Dynamische Simulationsmodelle können helfen, die Gewässerdynamik in Abhängigkeit solcher externen Treiber zu verstehen, und mögliche Steuerungsszenarien im Rahmen des Gewässermanagements quantitativ zu bewerten.

Der nahe am Stadtzentrum von Münster (NRW) gelegene Aasee zeigte in den letzten Jahren ausgeprägte Eutrophierungserscheinungen mit Blaualgenblüten, Sauerstoffmangel in Sedimentnähe sowie einem Fischsterben im Jahr 2018. Für den mit maximal 2 m Wassertiefe recht flachen Aasee liegt ein achttjähriger Datensatz (2016-2023) vor, mit dem das Gewässergütemodell StoLaM kalibriert und getestet werden konnte.

Das dynamische Simulationsmodell StoLaM ist ein gekoppeltes hydrodynamisch-biogeochemisch-ökologisches 1D-Seenmodell, welches auch die Simulation der temporären Stratifikation polymiktischer Flachseen und ihrer Auswirkungen auf die Gewässergüte erlaubt. Dieses Modell steht nun für die Szenarientestung für die zukünftige ökologische Steuerung des Aasees zur Verfügung.

Neben möglichst hochaufgelösten Wetterdaten ist für die Präzession von Gewässersimulationen die Qualität weiterer Modell-Eingangsdaten zum gewässerexternen und -internen Nährstoffeintrag wesentlich. In diesem Projekt wurde daher auch der Einfluss der sommerlichen Zuflussmengen auf die trophische Entwicklung des Aasees näher untersucht.

In der Präsentation werden die Modellkonzeption sowie ausgewählte Simulationsläufe zur Nährstoff- und Planktondynamik im Münsteraner Aasee vorgestellt.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen

Gewässermonitoring am Schultheis-Weiher Offenbach - Analyse und Bewertung der chemischen Parameter

Franz Wichowski; Corinna Herbers; Lucia Rettig

WGH Ökobüro Gelnhausen GmbH & Co. KG

Der Schultheis-Weiher ist ein künstlicher, durch Grundwasser gespeister See in Offenbach, der eine Fläche von etwa 10ha und eine mittlere Wassertiefe von 2,5m aufweist. Er liegt im NSG und dient als Rastplatz für Vögel sowie zur Naherholung und Badensee. Aufgrund von Nährstoffbelastungen kam es mehrfach zu Blaualgenblüten, was 2004 zu einem Badeverbot führte. 2003 traten Fischsterben auf. Trotz Restaurierungsmaßnahmen seit 2006 gab es 2023 erneut Fischsterben und Badeverbote. 2022 wurde eine Phosphateliminierungsanlage installiert, um die Phosphorkonzentration zu senken und das Algenwachstum zu reduzieren. Seit 2022 wird ein Monitoring durchgeführt, bei dem Wasserproben aus dem See und dem Grundwasser entnommen und analysiert werden.

Die Analyse des SHW zeigt signifikante Schwankungen der Gewässerparameter, die das ökologische Gleichgewicht beeinflussen. Ab April 2024 kam es zu intensivem Wachstum submerser Makrophyten, das jedoch im Juni zurückging. Dies führte zu einem Klarwasserstadium mit geringem Algenwachstum und niedrigen Nährstoffwerten. Im Juli starben die Makrophyten ab, es folgte verstärktes Algenwachstum. Ab September trübte das Wasser erneut, begleitet von einer Algenblüte und Sauerstoffmangel. In den Sommermonaten werden extreme pH-Werte von bis zu 10,69 sowie kritische Sauerstoffwerte unter 4 mg/l gemessen.

Diese Veränderungen sind eng mit dem Stoffwechsel der Gewässerflora und den Nährstoffeinträgen verknüpft. Besonders in der zweiten Jahreshälfte behindern starke Algenblüten die Photosynthese und fördern Abbauprozesse, was zu Sauerstoffzehrung und Nährstofffreisetzungen führt. Die NO_3^- - und NH_4^+ -Werte variieren je nach Pflanzenwachstum und Abbauprozessen.

Das Grundwasser, das den Weiher speist, weist eine Belastung durch $\text{NH}_4\text{-N}$ und $\text{NO}_3\text{-N}$ auf, was auf Einträge aus landwirtschaftlicher Nutzung und nahegelegenen Sanitäranlagen hindeutet. Der Phosphoreintrag aus dem Grundwasser, insbesondere als Orthophosphat, wird ebenfalls als bedeutend betrachtet, aber aufgrund der dominierenden biologischen Prozesse im See ist eine genaue Auswirkung schwer fassbar.

Die PEA hat das Potenzial, jährlich etwa 16kg Phosphor zu entfernen, was zur nachhaltigen Reduktion des Phosphatgehalts im Weiher beitragen könnte. Der SHW befindet sich derzeit in einem Übergangsstadium von einem klaren Makrophyten-See zu einem trüben Planktonsee. Diese Entwicklung könnte sich weiter intensivieren, wenn der Phosphatanstieg weiterhin nicht kontrolliert wird.

A09 Langzeitmonitoring

Transcriptomic changes in *Zoarces viviparus* through time and space

Marie Brasseur¹; Nico Fuhrmann²; Christoph Mayer³; Henrik Krehenwinkel²

¹ Universität Duisburg-Essen; ² Universität Trier; ³ Leibniz-Institut zur Analyse des Biodiversitätswandels (LIB)

Understanding the molecular mechanisms that allow organisms to cope with environmental change is urgently required. However, long-term molecular data such as transcriptomic data are lacking due to the fast degradation of RNA. Yet, investigating the transcriptomic level might be key to reveal the molecular signatures of global change, as it represents the molecular basis for short-term physiological stress responses. Further, this extended phenotype can reflect rapid adaptation of populations, if expression changes are mediated by mutations in gene regulatory elements, thereby bridging the gap between acclimation and adaptation to environmental stress.

Therefore, we used for the first time long-term environmental monitoring samples from environmental specimen banks to study spatio-temporal transcriptomic changes in a marine fish, the eelpout *Zoarces viviparus*. By investigating molecular signatures of environmental change in natural eelpout populations over a ~30-year period we found e.g., interesting candidate loci that might contribute to population tolerance to increasing ocean temperatures. Moreover, we identified strong transcriptomic differences between eelpout populations from the Northern and Baltic Sea, being likely the result of adaptation to divergent salinity conditions.

A09 Langzeitmonitoring

Seasonal Variation of the Maximum Colonization Depth (Z₀) of Macrophytes in a Protected Lake: Interactions Between Abiotic and Biotic Drivers

Alena-Maria Maidel¹; Klaus van de Weyer²; Rhena Schumann¹; Darryl Anthony Maglalang Valino³; Hendrik Schubert¹

¹ Universität Rostock; ² lanaplan GbR; ³ Nanyang Technological University Singapore

Macrophytes are a vital part of freshwater ecosystems, playing a key role in creating a complex habitat, cycling nutrients and maintaining water clarity. Understanding the spatial and temporal patterns of their distribution is essential for ecological assessment and sustainable water management. This study focuses on the seasonal dynamics of the maximum colonization depth (Z₀) of macrophytes in Lake Drewitz, a protected meso-oligotrophic lake in north-eastern Germany.

Over the course of one year, monthly transect-based surveys were conducted using a remotely operated vehicle (ROV) to assess the occurrence and coverage of macrophytes along depth gradients. The ROV enabled non-invasive, high-resolution video documentation, even at greater depths. To quantify vegetation cover and community composition from the resulting images, we applied and adapted the Coral Point Count with Excel Extensions (CPCe) software, thereby establishing a novel, standardised evaluation method for monitoring freshwater macrophytes.

In parallel, abiotic parameters such as underwater light availability, temperature profiles, water chemistry (oxygen, pH and nutrients) and sediment composition were continuously recorded and analysed. Our results reveal significant intra-annual fluctuations in Z₀, with the deepest values observed in winter and a marked shallowing during the summer months. These shifts are associated with stratification-induced oxygen depletion in the hypolimnion, increased light attenuation and accumulation of fine, organic-rich sediments at greater depths. The macrophyte community also exhibited seasonal variability in species composition and coverage, reflecting the interactions between abiotic constraints and the ecological requirements of different species.

Our findings emphasise the importance of integrated abiotic-biotic approaches in the study of aquatic plants and the monitoring of ecosystems. Combining innovative monitoring tools with seasonal data provides valuable insights into how lake ecosystems function. These results support the development of targeted, synergistic conservation strategies for biodiversity protection and sustainable water resource management.

A11 Sonstiges

Einfluss schwimmender Photovoltaikanlagen auf die biologische Besiedlung von Seen

Stefan Christopher; Dieter Leßmann

BTU Cottbus-Senftenberg

Schwimmende Photovoltaikanlagen (FPV-Anlagen) stellen in Deutschland eine noch relativ neue und bisher wenig verbreitete Technologie der Nutzung von Seen dar. Entsprechend begrenzt sind die Kenntnisse über deren gewässerökologische Auswirkungen. Im Rahmen des Projekts PV2Float (pv2float.net) wird u.a. der Einfluss von FPV-Anlagen unterschiedlicher Bauweise auf die biologische Besiedlung eines Tagebausees im Lausitzer Braunkohlerevier untersucht. Im Mittelpunkt stehen dabei Untersuchungen von Phyto- und Zooplankton sowie Profundalbenthos in Abhängigkeit von durch die FPV-Anlagen bedingte Veränderungen der abiotischen Bedingungen im Vergleich zwischen dem unbeeinflussten Freiwasserbereich und dem Bereich unter den FPV-Anlagen. Auf dem Poster werden hierzu erste Ergebnisse vorgestellt.

A11 Sonstiges

Umweltfolgenabschätzung schwimmender Photovoltaikanlagen

Melanie Grolms-Aal¹; Monika Hammers-Wirtz; Ramona Winkens; Tido Strauß

¹ gaiaac Forschungsinstitut für Ökosystemanalyse und -bewertung

Mit zunehmendem Ausbau erneuerbarer Energien gewinnt die Nutzung schwimmender Photovoltaikanlagen an Bedeutung. Diese Technologie bietet Vorteile durch die Nutzung regenerativer Energien, wirft jedoch Fragen hinsichtlich ihrer ökologischen Auswirkungen auf Wasserqualität, Temperatur, Sauerstoffgehalt und Planktongemeinschaften auf. Um die Nachhaltigkeit dieser Anlagen zu gewährleisten, sind detaillierte Umweltfolgenabschätzungen notwendig.

Das Forschungsinstitut gaiaac führt in dem mehrjährigen Projekt SPUers eine Umweltfolgenabschätzung schwimmender Photovoltaikanlagen (Floating PV) durch. Ziel ist eine fundierte Bewertung der Umweltverträglichkeit.

Das Projekt umfasst zum Einen ein räumlich differenziertes Monitoring von Temperatur, Sauerstoffgehalt und Planktonzusammensetzung in einer aktiven Kiesgrube mit bestehender Floating PV an beschatteten und unbeschatteten Stellen im See. Zum Anderen erfolgen kontrollierte Experimente in sechs Versuchsteichen mit zwei verschiedenen Solar-Modul-Typen und Kontrollteichen ohne PV-Beschattung, um Effekte der PV-Anlagen auf den Wärmehaushalt und das Plankton isolierter Kleingewässer zu untersuchen. Diese Versuchsdaten werden zur Kalibrierung des dynamischen Seenmodells StoLaM verwendet, um anschließend die Auswirkungen der PV-Anlagen auf die Gewässerökologie zu simulieren und eine Übertragung auf nicht getestete Szenarien wie eine veränderte Flächenbedeckung der PV-Anlage oder die Anwendung in anderen Gewässern mit unterschiedlicher Gewässermorphometrie zu ermöglichen und deren Auswirkungen mit dem Modell zu prognostizieren.

Das Projekt soll zum besseren Verständnis ökologischer Implikationen schwimmender Photovoltaikanlagen beitragen und durch die Kombination von Monitoring, Experimenten und Datennutzung für die Modellierung Prognosetools zur Bewertung der Umweltauswirkungen entwickeln.

A11 Sonstiges

Erfassung der Sedimentmächtigkeit in Kleingewässern

Franziska Horn¹; Jacqueline Rücker²

¹ Wertec GmbH; ² BTU Cottbus-Senftenberg Forschungsstation Bad Saarow

Die Erhaltung und Sanierung von Kleingewässern zur Wahrung von Retentionsräumen und Habitaten gewinnt immer mehr an Bedeutung. Kleingewässer beherbergen 70 % des regionalen Süßwasserartenpools und sind wichtige Hotspots der biologischen Vielfalt. Vor allem in Städten beeinflussen sie das lokale Mikroklima positiv. Zunehmende Eutrophierung und Verlandung gefährden die Existenz zahlreicher Kleingewässer. Nach Schätzungen sind 50 – 90% in Europa im letzten Jahrhundert verschwunden. Für die Planung und Erfolgskontrolle von Erhaltungs- und Restaurierungsmaßnahmen spielt die Erfassung der Sedimentmächtigkeit und des vorhandenen Wasservolumens eine große Rolle. Diese ist jedoch keine triviale Aufgabe.

Im Rahmen des ZIM-Kooperationsprojektes „Schlamm-TEC“ wurde 2023 und 2024 in 16 Kleingewässern ein Produkt zur Stimulation der mikrobiologischen Remineralisierung ausgebracht und seine Wirkung untersucht. Dabei wurden verschiedene Ansätze zur Bestimmung der Sedimentmächtigkeit getestet und vergleichend analysiert. Bei ausgewählten Testgewässern wurden sowohl händische Messmethoden, wie das Herablassen einer Sichttiefenscheibe und Einrammen einer Messlatte, als auch bildgebende Verfahren, wie die Anwendung von Echolot-ausgestatteten unbemannten Vermessungsbooten sowie Drohnen angewendet. Ziel war eine möglichst präzise Erfassung der räumlichen und zeitlichen Veränderung der Sedimentmächtigkeit.

Große Herausforderungen stellten die heterogene Sedimentverteilung sowie die stark unterschiedliche Sedimentbeschaffenheit dar, die nicht zuletzt durch die Entstehungsgeschichte und Nutzung und Belastung der Kleingewässer beeinflusst werden. Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Messmethoden werden erläutert.

A11 Sonstiges

Veränderungen des Temperaturtiefengradienten in Seen durch schwimmende Photovoltaikanlagen

Dieter Leßmann; Stefan Christopher

BTU Cottbus - Senftenberg

Schwimmende Photovoltaikanlagen (FPV-Anlagen) beeinflussen durch die Abdeckung der Wasseroberfläche den Wärmehaushalt von Seen. Dies hat Auswirkungen auf die Ausbildung des Temperaturtiefengradienten und damit die Schichtungsstabilität und die Schichtungsdauer tiefer Seen. Im Rahmen des Projekts PV2Float (pv2float.net) wird u. a. der Einfluss von FPV-Anlagen unterschiedlicher Bauweise auf die Wassertemperaturen in einem Tagebausee des Lausitzer Braunkohlereviers untersucht. Dazu kommen neben im unbeeinflussten Freiwasser und unter den Anlagen installierten Temperaturmessketten ergänzend Messungen mit einer Multiparametersonde zur Anwendung. Die gewonnenen Daten geben Aufschluss über die diurnale Beeinflussung der Wassertemperaturen im See durch die FPV-Anlagen unter unterschiedlichen Witterungsbedingungen im Jahresverlauf.

S02 Schutz für die Kleinsten – Ökologie und Gefährdung von Quellen, Oberläufen & kleinen Fließgewässern

Die Makrozoobenthosgemeinschaft des Grubenbachs, einem intermittierenden Quellbach in Hessen, Deutschland

Denise Müller

Justus-Liebig-Universität Gießen (JLU)

Jedes Jahr fallen 60 % des globalen Fließgewässernetzes für mindestens einen Tag trocken. Bei einer Unterbrechung der Wasserführung verändert sich die Makrozoobenthosgemeinschaft in Fließgewässern signifikant. Inwiefern die spezifischen Austrocknungsparameter – Vorhersagbarkeit, Ursache, Intensität, Frequenz, Dauer und räumliche Ausdehnung – die Zusammensetzung der Makrozoobenthosgemeinschaft innerhalb der trockenfallenden Fließgewässer (tFG) beeinflussen ist nicht abschließend geklärt. Um den ökologischen Zustand von tFG in Deutschland besser bewerten zu können, muss die Makrozoobenthosgemeinschaften der tFG in Kombination mit den Austrocknungsparametern untersucht und in Perioden etabliert werden.

Die Zusammensetzung des Makrozoobenthos (MZB) des sommertrockenen Quellbachs Grubenbach im Gladenbacher Bergland in Hessen verändert sich innerhalb seines Längsverlaufs abrupt an einem V-Kerbwehr, welches zur Messung des Wasserstands installiert wurde. Unterhalb des Wehres wurde eine deutlich höhere Diversität des MZB festgestellt. Oberhalb des Wehres ist das MZB durch das Fehlen sensitiver EPT-Taxa sowie hoher Taxa- und Individuenzahlen von Chironomidae, Limoniidae (Diptera) und Limnephilidae (Trichoptera) charakterisiert. Innerhalb dieser ausgesprochen diversen Familien wird ein hohes Potenzial für bisher unbekannte tFG-anzeigende Arten vermutet. Dementsprechend sollten diese Familien und deren Ökologie Gegenstand zukünftiger Forschung von tFG sein.

S02 Schutz für die Kleinsten – Ökologie und Gefährdung von Quellen, Oberläufen & kleinen Fließgewässern

Verzweigt, isoliert & angepasst? Gammariden im Netzwerk der Taunusbäche

Mika Späck; Jannik Walter; Jonas Jourdan

Eine Besonderheit von Fließgewässern ist ihre dendritische, hierarchische Struktur. Diese bietet die Möglichkeit, einzigartige Ausbreitungsmuster zu beobachten und zu erforschen. Das Ausbreitungspotential aquatischer Organismen wird durch diese Struktur maßgeblich beeinflusst. Populationen, die in stromaufwärts gelegenen Lebensräumen wie Quellregionen oder Oberläufen leben, sind häufig isoliert, sowohl von stromabwärts lebenden Populationen aber auch von dominanten Konkurrenten, Prädatoren und anthropogenen Einflüssen wie Nährstoffeinträgen. Das trifft vor allem auf hololimnische Arten zu, die aufgrund ihrer Gebundenheit an den aquatischen Lebensraum über ein geringes Ausbreitungspotential verfügen und daher stärker auf lokale Anpassungen angewiesen sind. Infolge dieser Isolation kommt es insbesondere in Oberläufen häufig zu genetischer Differenzierung, was sich in einer kleinskaligen Populationsstruktur äußert.

Um diese Strukturen zu verstehen, sind detaillierte Populationsstudien notwendig. Mittelgebirgsregionen wie der Taunus bieten durch ihre kleinteilige Topografie hierfür ideale Untersuchungsbedingungen. Als Modellorganismen eignen sich Gammariden (z.B. *Gammarus fossarum* und *Gammarus pulex*), da sie sowohl ökologisch bedeutsam als auch wissenschaftlich gut dokumentiert sind und in Ober- und Mittelläufen weit verbreitet vorkommen. Im Rahmen unserer Studie beproben wir systematisch zahlreiche Oberläufe im Taunus (Hessen). Neben der Entnahme von Gammariden aus jedem der Gewässer erfassten wir auch abiotische Faktoren wie chemisch-physikalische Parameter von Wasser und Sediment. Die gesammelten Individuen wurden sowohl phänotypisch hinsichtlich diverser Life-History-Traits als auch genetisch mittels COI-Barcoding charakterisiert. Ziel ist es, Hinweise auf mögliche lokale Anpassungsstrategien zu identifizieren und genetische Unterschiede zwischen nahe beieinanderliegenden Populationen nachzuweisen. Erste Ergebnisse zeigen eine mosaikartige Verteilung beider Arten: Manche Bäche werden von *G. pulex*, andere von *G. fossarum* dominiert – teils existieren auch Mischpopulationen. Ob sich diese Verteilung durch kleinräumige Unterschiede abiotischer Bedingungen erklären lässt, bleibt zu klären. Zudem analysieren wir, inwieweit sich artspezifische Life-History-Strategien unter ähnlichen Umweltbedingungen herausbilden – oder ob artübergreifende Muster auftreten, insbesondere unter dem Einfluss potenzieller Koexistenz in Mischpopulationen.

S06 Auen in Forschung und Praxis

Raum-zeitliche Dynamik des Inn im Unterengadin - Eignung als Habitat für die Bachforelle

Linus Keiser¹; Stefanie von Fumetti²

¹ Universität Basel; ² Universität Basel

Die Bestände der Bachforelle (*Salmo trutta fario*) gehen vielerorts stetig zurück, wobei die verminderte Reproduktion aufgrund degradierter Kieslaichplätze als eine der wichtigsten Ursachen gilt. Als dynamische Übergangszonen zwischen Fluss und Umland erfüllen Auen eine zentrale Rolle. Besonders für die Regeneration und Erhaltung funktionsfähiger Laichplätze können renaturierte Auenabschnitte entscheidend sein: Durch ihre vielfältige Struktur, temporäre Überschwemmungen und die Möglichkeit zur Sedimentumlagerung bieten sie natürliche Bedingungen für die Entstehung und Erneuerung geeigneter Kiessubstrate. In dieser Studie werden zwei Auen des Inn im Unterengadin, welche 1999 resp. 2019 renaturiert wurden, und der dazwischenliegende sechs Kilometer lange Fliessgewässerabschnitt auf die Eignung als Fortpflanzungshabitat untersucht. Neben einer Kartierung der Laichgruben wurde an jedem Laichplatz die Tiefe, Fliessgeschwindigkeit und Korngrösse aufgenommen und mit 80 zufälligen Kontrollpunkten verglichen. Drohnenbefliegungen dienen der Visualisierung des Untersuchungsgebiets und können Strukturänderungen innerhalb der Auen aufzeigen. In der Aue bei Strada, welche 1999 renaturiert wurde und heute eine grosse Strukturvielfalt zu erkennen ist, wurden 26 Laichgruben gefunden, während in der flussaufwärts liegenden, neueren Aue acht Laichgruben zu erkennen waren. Im dazwischen liegenden, nicht renaturierten Abschnitt des Inn wurden 11 Laichgruben angelegt und meist dort, wo der Inn einen Auen-ähnlichen Charakter aufweist. Die Wassertiefe und die Fliessgeschwindigkeit unterscheiden sich zwischen den Laichgruben und den Kontrollstandorten. Die Laichgruben wurden meist in 20-30 cm Wassertiefe und vorzugsweise bei 0,55 m/s angelegt. Die Kontrollstandorte weisen sowohl bei der Wassertiefe als auch bei der Fliessgeschwindigkeit eine grosse Variabilität auf. Bei den Korngrössen dominieren bei den Laichgruben kiesige Fraktionen, während die Kontrollstandorte einen hohen Anteil an sandigen Fraktionen aufweisen. Die Resultate verdeutlichen die Wichtigkeit der Renaturierung von Auen. Auen benötigen nach einer Renaturierung aber Zeit, um eine hohe Strukturvielfalt wiederherzustellen, damit sie als Laichhabitat dienen können. Weil es im Zuge des Klimawandels zu früheren Abflussspitzen kommen wird, werden im Rahmen dieser Studie weiterführende Untersuchungen zum Geschiebetransport getätigt. Erhöhte Abflüsse im Frühjahr könnten Geschiebe mobilisieren und die Laichgruben gefährden.

S08 / S09 Renaturierung und Bewertung von Gewässern

Tag der lebendigen Emscher 2024 – Die Natur unter der Lupe

Caroline Winking; Thomas Korte; Carla Große-Kreul

Emschergenossenschaft / Lippeverband

Nach über 100 Jahren der Nutzung als offene Schmutzwasserläufe erfolgte mit dem Jahreswechsel 2021/2022 die Abwasserfreiheit – seitdem gelangt kein ungeklärtes Abwasser mehr in die Emscher und ihre Nebenläufe. Mit dem Erreichen der Abwasserfreiheit setzte die Entwicklung zu einem wieder biologisch besiedelbaren Fluss ein. Die Ende 2022 fertiggestellte, ökologische Umgestaltung der Emscher im sogenannten ökologischen Schwerpunkt Emscherland bietet eine große Chancen für die heimische Tier- und Pflanzenwelt. Viele Arten können seither in die renaturierte Emscher einwandern und auch die Aue besiedeln.

Gemeinsam mit dem NABU NRW, unserem Kooperationslabor und zahlreichen Expertinnen und Experten aus Naturschutz und Wissenschaft haben wir im Juni 2024 für 24 Stunden im Rahmen des „Tag der lebendigen Emscher“ die Artenvielfalt der neuen Emscher unter die Lupe genommen, um herauszufinden, welche Arten von der neu geschaffenen Gewässer- und Auenlandschaft profitieren.

Die Beobachtung hat gezeigt: derartige Landschaften sind nicht nur für die Wasserlebewesen, sondern auch für Zugvögel, Bodenbrüter, viele Pionierarten der dynamischen Gewässerufer, typische Feuchtpflanzen und zahlreiche Kleintiere von unschätzbarem Wert.

S11 Groundwater Ecology in Transition: Challenges, Research, and the Need for Integrated Management

Ecotoxicological investigation of the effects of groundwater chemicals on a stygophilic copepod: *Eucyclops serrulatus*

Carolin Bertold¹; Christian Forberg¹; Anne Lehmann¹; Sarah Wohlmann¹; Sven Berkhoff²; Hans Jürgen Hahn²; Heide Stein²; Klaus Schwenk³; Wolfram Seitz⁴; Thomas Riedel⁵; Gerhard Schertzinger; Sabrina Schiwy¹; Henner Hollert

¹ Goethe-Universität Frankfurt, Faculty of Biological Sciences; ² Institute for Groundwater Ecology, IGÖ GmbH; ³ University of Kaiserslautern-Landau (RPTU); ⁴ Zweckverband Landeswasserversorgung; ⁵ IWW Institute for Water Research

Groundwater is not only an essential resource for drinking water production, it is also a habitat with unique diversity that is the habitat to many endemic and in some cases, even fossil species. Groundwater organisms have adapted to extreme but stable living conditions characterized by low temperatures, low oxygen levels and few nutrients, with a low metabolism and low reproduction rates. In addition to their great diversity, groundwater ecosystems also provide essential ecosystem services. These include the storage of clean water and the decomposition of organic material and pathogens. The increasing anthropogenic influence on this ecosystem, in particular the input of nutrients and chemicals, the thermal impact of climate change, and urban influences, pose an increasing threat to subterranean habitats. The influence of anthropogenic chemicals on groundwater fauna has hardly been researched to date. Partly, this is due to difficulties involved in collecting and keeping stygobiont groundwater organisms in the laboratory. The gwTriade project therefore aims to integrate the stygophilic species *Eucyclops serrulatus* into a bioassay battery specially adapted to the ecotoxicological assessment of groundwater. The aim of the project is a comprehensive assessment of the groundwater status based on a triad approach (assessment of the chemical, faunistic and ecotoxicological status). The copepod species *Eucyclops serrulatus* has a high phylogenetic similarity to stygobiont groundwater organisms and can be successfully maintained in the laboratory. In addition to acute and chronic toxicity, further endpoints, such as behavioral toxicity, are to be established for the integration of this species into the groundwater biotest battery. Besides the investigation of the ecotoxicological effects of native groundwater samples, the effect of some groundwater-relevant pollutants will also be investigated. In this context, a systematic comparison of the sensitivity of *Eucyclops serrulatus* with the established test organism *Daphnia magna* is planned.

The project is funded by the BMBF ("Sustainable Groundwater Management" (LURCH)). CB is supported by a grant from the Stiftung Polytechnische Gesellschaft Frankfurt.

S11 Groundwater Ecology in Transition: Challenges, Research, and the Need for Integrated Management

Vorstellung der BMBF-Fördermaßnahme „Nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung“ (LURCH)

Aleksandra Jurewicz; Sarah Fieger; Thomas Track

DECHEMA e.V.

Wasser ist die Grundlage des Lebens und ein wesentliches Element für eine nachhaltige Entwicklung. Rund um die Welt stehen die Grundwassersysteme aufgrund des Klimawandels und der konkurrierenden Anforderungen verschiedener Sektoren wie Trinkwasserversorgung, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Industrie und Energie zunehmend unter Druck. In den letzten zwei Jahrzehnten ist der Grundwasserspiegel in vielen Regionen der Welt deutlich gesunken, was die dringende Notwendigkeit einer effektiven Bewirtschaftung dieser kritischen Ressource unterstreicht.

Um diese drängenden Probleme anzugehen, hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Fördermaßnahme "Nachhaltiges Grundwassermanagement" (LURCH) gestartet. LURCH fördert 10 Verbundprojekte und ein Projekt zur Vernetzung und zum Wissenstransfer. Ziel ist es, die nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung in ganz Deutschland voranzubringen und den Schutz des Grundwassers als wichtige Trinkwasserquelle und als Ökosystem zu gewährleisten.

Dabei fokussiert die Fördermaßnahme LURCH insbesondere auf drei Schwerpunkten:

- a) Grundwasserquantität
- b) Grundwasserqualität
- c) Nachhaltige Bewirtschaftung des Grundwassers

Die DGL-Jahrestagung thematisiert die Synergien im Wassermanagement –Grundwasser ist hierbei eine wichtige Komponente. Die Fördermaßnahme LURCH bringt das oft übersehene System Grundwasser ins Bewusstsein: verborgen unter der Oberfläche, aber essenziell für den Wasserkreislauf und die Stabilität oberirdischer Gewässer.

LURCH zielt darauf ab, unser Verständnis von Grundwassersystemen zu verbessern, Strategien zu entwickeln, um konkurrierende Anforderungen auszugleichen, nachteilige Auswirkungen abzumildern und ökologische und sozioökonomische Faktoren in seinen Ansatz zu integrieren. Des Weiteren wird durch das Vernetzungs- und Transfervorhaben LURCHPlus, zum einen der Austausch an den Schnittstellen zwischen den Verbundprojekten gefördert und zum anderen der Ergebnistransfer in die Anwendung unterstützt.

Eine Einladung, tiefer zu blicken und das Grundwasser als wichtiger Teil der Lösung für eine resiliente Wasserwirtschaft zu verstehen.

S12 Ökologische Entwicklung großer Flüsse und ihrer Auen – Erfahrungen, Konzepte und Innovationen aus dem Bundesprogramm „Blaues Band Deutschland“ und aus anderen Initiativen

Monitoring für die geplante Anbindung des Baggersees Monsterloch an den Rhein

Tanja Bergfeld-Wiedemann¹; Helmut Fischer²

¹ Federal Institute of Hydrology (BfG) / Bundesanstalt für Gewässerkunde; ² Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Deutschlands Wasserstraßen wieder naturnäher zu gestalten ist das Ziel des Bundesprogramms „Blaues Band Deutschland (BBD)“, einer gemeinsamen Initiative von Bundesverkehrs- und Bundesumweltministerium. Die Bundesanstalt für Gewässerkunde ist dabei am BBD-Modellprojekt „Ufer- und Auenrenaturierung Monsterloch“ beteiligt, einem ca. 5,5 km langen Abschnitt des Rheins (Flusskilometer 397,5 - 403) in Baden-Württemberg. „Monsterloch“ ist auch der Name des im Projektgebiet gelegenen Baggersees, welcher eine durchschnittliche Tiefe von 6,4 m aufweist, wobei die tiefste Stelle fast 14 m erreicht. Im Rahmen des BBD ist eine verstärkte Anbindung des Monsterlochs an den Rhein geplant. Dadurch soll die Verbindung zwischen Hauptstrom und Aue und damit die laterale Vernetzung deutlich verbessert werden.

Die Auswirkungen der geplanten Maßnahmen werden interdisziplinär betrachtet. Hier stellen wir die Gewässergüte im stark geschichteten Baggersee Monsterloch vor, die von 2017 bis 2021 untersucht wurde. Die Probenahmen konzentrierten sich hauptsächlich auf die Wassertemperatur, den Sauerstoffgehalt, Nährstoffe sowie Phyto- und Zooplankton in verschiedenen Wassertiefen. Im Jahresgang bilden sich regelmäßig stabile Temperaturschichtungen aus, die durch kurzzeitig höhere Rheinabflüsse durchbrochen werden können. In den fünf Untersuchungsjahren wurde in der Regel ab März kaum Sauerstoff in den unteren Wasserschichten ab 5 m Wassertiefe gemessen. Im Spätsommer können bei einsetzender Volldurchmischung für Fische kritische Sauerstoffverhältnisse im gesamten Wasserkörper auftreten. Dabei zeigte sich der ausgeprägter Stillwassercharakter des ehemaligen Baggersees mit sehr stark wechselnden Aspekten im Phytoplankton im Jahresgang und einer großen Vielfalt an Crustaceenarten.

Durch die geplante Maßnahme werden die Durchströmung im Baggersee oberflächennah erhöht und für Fische kritische Sauerstoffsituationen verringert. Das Projekt macht deutlich, wie wichtig interdisziplinäre Forschung und eine langfristige Betrachtung für die erfolgreiche Renaturierung von Wasserstraßen sind. Erst durch das Verständnis der komplexen Wechselwirkungen zwischen Fluss, Altarm und Grundwasser lassen sich Maßnahmen entwickeln, die den ökologischen Anforderungen gerecht werden. Das „Blaue Band Deutschland“ trägt so dazu bei, Deutschlands Wasserlandschaften naturnäher und widerstandsfähiger zu gestalten – zum Vorteil der natürlichen Lebensräume und der Artenvielfalt.

S12 Ökologische Entwicklung großer Flüsse und ihrer Auen – Erfahrungen, Konzepte und Innovationen aus dem Bundesprogramm „Blaues Band Deutschland“ und aus anderen Initiativen

River Culture in the City: how wild can/should we get?

Karl Matthias Wantzen

KIT - Institut für Wasser und Umwelt (IWU) and University of Strasbourg

Urban design aims to create pleasant, efficient, and long-term, low-risk life conditions for citizens. Nature is wild and dynamic, it undergoes a permanent turnover of matter and a patchy re-organization of space. Urbanism has homogenized wild space and stilled rhythmic dynamics, and thereby (fatally) changed the survival conditions for non-human life and for many life-supporting ecosystem functions (anthropocentrically termed “services”). The consequences of this practice have been visible for many years (e.g., water pollution, health issues) but are now menacing more and more human lives, exacerbated by Climate Change. While humans are mostly indolent and remain resilient against scientists’ predictions about future life conditions, the current critical events (e.g., frequently occurring extreme drought/heat/flood events, previously known as “millennial events”) may have a cathartic effect and set the stage for a new value system that is better adapted to nature. In my poster, I will present examples on how people have understood the necessity for changing urban design according to nature’s (and their own!) needs, e.g., from stream daylighting, riverfront design, human-nature-encounter sites, restoration, de-novo creation of urban waterbodies, and eco-social justice between metropolises and the hydrographic basin. I will also make a plea for a drastic, socio-ecological urban re-design inspired by Haussmann’s Paris.

S14 Chemical Pollutants and Other Stressors: Drivers of Biodiversity and Functional Loss in Aquatic Systems

Von der Pandemie ins Ökosystem – DDAC und seine toxische Spur im Fließgewässer

Mario Armann; Simon Hornung; Jörg Oehlmann; Jonas Jourdan

Goethe Universität Frankfurt am Main / Institut für Ökologie, Evolution und Diversität

Seit der COVID-19-Pandemie ist der Einsatz von Desinfektionsmittel drastisch angestiegen. Einer der dabei häufig genutzten Wirkstoffe ist Didecylmethylammoniumchlorid (DDAC), ein Biozid aus der Gruppe der quartären Ammoniumverbindungen (QAV). Neben seiner weit verbreiteten Anwendung in Krankenhäusern, Molkereien und öffentlichen Einrichtungen wie Schwimmbädern oder Thermen wird DDAC auch zur Holzkonservierung gegen Blaufäule sowie in antibakteriellen Waschmitteln im privaten und industriellen Bereich eingesetzt. Durch häusliche und industrielle Abwässer gelangt DDAC über Kläranlagen und Mischwassereinleitungen in unsere Fließgewässer. Eine aktuelle Rückstandsanalyse identifizierte DDAC als eine der am häufigsten nachgewiesenen organischen Mikroschadstoffe in Gammariden – Schlüsselorganismen in europäischen Fließgewässern und essenzielle Glieder aquatischer Nahrungsketten. Dennoch sind die ökotoxikologischen Auswirkungen dieser Substanz auf aquatische Lebewesen bislang kaum erforscht. Unsere Studie untersucht erstmals die Toxizität und die Konzentrations-Wirkungs-Beziehung von DDAC bei verschiedenen Gammaridenarten. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass Arten des Oberlaufs deutlich empfindlicher auf DDAC reagieren als ihre Verwandten im Unterlauf. Diese Erkenntnisse sind zentral, da Gammariden nicht nur eine bedeutende ökologische Rolle spielen, sondern auch als Bioindikatoren für die Gewässergüte dienen. Darüber hinaus legt das Einsatzprofil von DDAC als Desinfektionsmittel nahe, dass vor allem auf mikrobieller Ebene Störungen auftreten: Veränderungen in der Zusammensetzung von Bakterien- und Pilzgemeinschaften im Gewässer sowie im Darmmikrobiom der Amphipoden könnten langfristig essenzielle Ökosystemfunktionen wie den Laubabbau beeinträchtigen – mit potenziell weitreichenden Folgen für Nährstoffkreisläufe und die Biodiversität in Gewässern. Aktuell untersuchen wir, wie eine DDAC-Kontamination den Laubabbau durch Gammariden beeinflusst. Dabei werden die Gammariden oder das Laubmaterial gegenüber DDAC exponiert. Die Ergebnisse dieser Experimente werden wichtige Einblicke liefern, ob dieses Biozid zentrale ökologische Prozesse wie den mikrobiell vermittelten Detritusabbau stören kann – mit potenziellen Folgen für Nährstoffkreisläufe und die Stabilität von Fließgewässerökosystemen.

S14 Chemical Pollutants and Other Stressors: Drivers of Biodiversity and Functional Loss in Aquatic Systems

EchoGO: A Cross-Species Consensus Framework for Functional Enrichment in Non-Model Organisms

Camilo Escobar-Sierra ; Pedro Inostroza

RWTH Aachen University

Functional enrichment tools often fall short in non-model organisms due to limited genome annotations and tool compatibility. EchoGO addresses this gap by integrating GSeq and g:Profiler enrichments using orthologs from de novo transcriptomes mapped to multiple model species. The pipeline generates both strict consensus and exploratory outputs, assigning term scores based on cross-tool and cross-species support. EchoGO enhances interpretability through Enrichment Quality Index (EQI) scoring, semantic clustering, and comprehensive visualisations including rarefaction curves and functional networks.

EchoGO's enrichment framework consistently identifies more biologically meaningful GO and KEGG terms than standard approaches. By leveraging orthologs from multiple species, it expands functional coverage and reveals terms not detectable through GSeq alone. Consensus terms show improved coherence and ontology depth, while rarefaction curves demonstrate saturation and robustness as more species are integrated.

Visual network analysis highlights a marked increase in term connectivity and cluster resolution when using EchoGO compared to single-tool enrichments. These gains support the interpretation of enriched terms as functionally integrated modules rather than isolated categories. RRVGO-based semantic similarity clustering further reduces redundancy and prioritises key biological themes.

EchoGO has been successfully applied to transcriptomic studies in wild fish and gammarid species, demonstrating its utility in ecotoxicological and ecological research where high-quality annotations are lacking. It also supports cross-condition comparisons, enabling the identification of shared and unique enriched terms across experimental groups. EchoGO provides intuitive outputs and reproducible logic, making it ideal for environmental omics, comparative transcriptomics, and biodiversity studies involving non-model organisms.

S14 Chemical Pollutants and Other Stressors: Drivers of Biodiversity and Functional Loss in Aquatic Systems

Tetrabromobisphenol A (TBBPA): Effect on Different Life Stages and Transgenerational Toxicity in *Lymnaea stagnalis*.

Obianuju Oluchukwu Eze¹; Mechthild Schmitt-Jansen²; Eberhard Küster²; Stefan Lips²

¹University of Munich (LMU) and Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ; ² Helmholtz Centre for Environmental Research- UFZ

Tetrabromobisphenol A (TBBPA), a widely used plastic additive and used as a flame retardant, poses ecological risks due to its persistence, bioaccumulation and toxicity in aquatic environments. Mollusks are gaining increasing interest in ecotoxicology due to their ecological relevance. *Lymnaea stagnalis* plays a key role in freshwater systems, contributing to periphyton control, nutrient cycling, and food web stability. Disruptions to its health caused by TBBPA could result in cascading effects throughout the ecosystem, potentially leading to biodiversity loss and imbalance in ecosystem functions in aquatic communities. In this study, we examined the effects of TBBPA on the freshwater snail *L. stagnalis*. Adult snails with a shell length of at least 24 mm were exposed to 93.75-1500 µg/L nominal conc. of TBBPA alongside a negative and positive control (CdCl₂). Reproduction, behavioral changes -withdrawal-induced recovery latency (WIRL = time to reemerge from the shell), feeding rate, and transgenerational toxicity were examined. Reproduction was significantly impaired at tested concentrations as early as day 3 after the start of exposure. From day 7 to 28, EC50 values plateaued at ~ 700 µg/L, suggesting no sensitivity increase over time. An increase in WIRL was observed only at the highest concentrations (750-1500 µg/L) after 22 days, while feeding and fecal output was not significantly affected except at higher concentrations. However, F1 embryos from adults exposed to 93.75-1500 µg/L of TBBPA showed reduced survival with increasing concentration; The EC50 values for F1 embryo mortality at 10d post-fertilization were similar for embryos from both 14d and 28d exposed adults (1042 µg/L) but decreased at 14d post-fertilization for embryos from 14d and 28d exposed parents (from 944 to 870µg/L), whereas hatching success, scored based on shell size, pigmentation, and absence of malformations, was negatively affected in a time-dependent manner. The EC50 on hatching success of F1 embryos from 14d and 28d exposed adults decreased in a time-dependent manner. Both effects on survival and hatching of F1 embryos suggest a transgenerational toxicity and potential effects on *L. stagnalis* populations.

S14 Chemical Pollutants and Other Stressors: Drivers of Biodiversity and Functional Loss in Aquatic Systems

Comparing In-Silico Predicted and Observed Transcriptomic Responses of *Gammarus pulex* to Micropollutants in Germany

Pedro A. Inostroza¹; Camilo Escobar-Sierra¹; Fabian Weichert²

¹ RWTH Aachen University; ² Goethe University Frankfurt

Chemical pollution is recognised as one of the major drivers influencing the ecological status of aquatic ecosystems. Micropollutants are organic chemicals occurring at trace environmental concentrations, including pesticides, pharmaceuticals, personal care products, and industrial chemicals among others, which have raised concern due to their negative impact on aquatic organisms. Some of these chemicals have known mode and mechanism of action (e.g., neonicotinoid insecticides altering nicotinic acetylcholine receptors). Nevertheless, for many chemicals their mode of action is unknown. Aquatic benthic invertebrate fauna represents one of the Biological Quality Elements, which is used to determine the Ecological status of surface water bodies according to the EU Water Framework Directive. They are therefore extensively used as biological indicators to assess water quality. Nevertheless, a thorough understanding of the adverse biological consequences of micropollutant mixtures at the pathway level under real exposure conditions is still absent. In this study, we used in-silico predictions to assess the interaction of micropollutants with proteins and subsequently enrichment pathway analyses were conducted to identify pathways of interest. In addition, we used

RNA-based-sequencing (transcriptomic) approach on *Gammarus pulex* populations, shredder invertebrates, across a gradient of stations with increasing chemical pollution in the River Holtemme. Non-targeted gene assessment reveals alterations in gene expression, with an increasing number of differentially expressed genes (DEGs) downstream of chemical pollutant influences. Notably, a station downstream of a wastewater plant exhibits up to 6014 DEGs compared to the reference site. Our findings indicate a significant upregulation of invertebrate DEGs downstream of wastewater treatment plants. Furthermore, a pathway enrichment analysis identifies over-represented gene classes in categories such as nervous system development, carcinogenesis, and stress response across all stations under micropollutant stress. Thus, our results link observed biological responses to specific chemical groups, shedding light on the intricate interplay of micropollutants and their impact on freshwater macroinvertebrates in freshwater ecosystems.

S14 Chemical Pollutants and Other Stressors: Drivers of Biodiversity and Functional Loss in Aquatic Systems

Einfluss von Mischwasserentlastungen auf die Makrozoobenthos- und Parasiten-Lebensgemeinschaften in der Körne

Nehle Lüttich¹; Sonja Rückert¹; Daniel Grabner¹; Thomas Korte²; Jochen Türk³

¹ Universität Essen; ² Emschergerossenschaft / Lippeverband; ³ Emschergerossenschaft Lippeverband, Ruhrverband

In ganz Europa stellen unzureichende Gewässerqualitäten erhebliche Herausforderung für aquatische Lebensräume dar. Besonders urban geprägte Fließgewässer sind verschiedenen Belastungen ausgesetzt. Zu diesen potentiellen Belastungsfaktoren zählen auch Mischwasserentlastungen, die während Starkregenereignissen in angrenzende Gewässer geleitet werden. Trotz ihrer möglichen negativen Folgen. Ist der Einfluss von Mischwasserentlastungen auf aquatische Lebensgemeinschaften bisher nur wenig untersucht. Die folgenden Fragestellungen sind in der vorliegenden Arbeit untersucht worden:

1. Verringert sich die Taxa- und Individuenanzahl von Makrozoobenthos-Organismen (MZB) unterhalb von Mischwassereinleitungen?
2. Erhöht sich die Parasitendiversität unterhalb der Mischwassereinleitungen aufgrund einer höheren Anfälligkeit der Wirte?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde das MZB mittels standardisierten Methoden nach dem deutschen Bewertungsverfahren WRRL (PERLODES) Makrozoobenthosproben flussaufwärts und flussabwärts von drei Regenüberlaufbecken an der Körne in Dortmund (Nordrhein-Westfalen) untersucht. Zusätzlich wurden Amphipoden mittels DNA-Barcoding auf Parasiten untersucht. Die Ergebnisse zeigen eine höhere MZB-Taxa- und Individuenanzahl unterhalb der Mischwassereinleitungen. Zudem ist auch die Parasitendiversität unterhalb der Einleitungen leicht erhöht, was auf eine Schwächung der untersuchten Wirte hindeutet. Insgesamt verdeutlicht die recht hohe Gesamtprävalenz von 41 % bei den untersuchten Amphipoden, dass die Lebensbedingungen für diese Taxa in der Körne nicht optimal sind.

S14 Chemical Pollutants and Other Stressors: Drivers of Biodiversity and Functional Loss in Aquatic Systems

Chloridkonzentrationen in deutschen Flüssen und deren Einfluss auf die potenzielle Verbreitung der Goldalge *Prymnesium parvum*

Teltsch, L.¹, Musolff, A.¹, Volk, M.¹, Wachholz, A.²

¹ UFZ – Helmholtz Zentrum für Umweltforschung GmbH, Leipzig, Deutschland; ² UBA – Umweltbundesamt, Dessau, Deutschland

Die Versalzung von Süßwasser stellt eine zunehmende Bedrohung für Flussökosysteme dar, wobei anthropogene Einflüsse eine zentrale Rolle spielen. Niedrige Abflüsse können die Salzkonzentration zusätzlich erhöhen. Die verheerenden Auswirkungen dieser Problematik wurden im August 2022 in Deutschland und Polen deutlich, als erhöhte Chloridwerte in der Oder die Algenblüte von *Prymnesium parvum* begünstigten – einer toxischen Alge, die üblicherweise in Brackwasserregionen vorkommt. Die Freisetzung ihres Toxins führte zu einer ökologischen Katastrophe mit massivem Fischsterben und verdeutlicht die Dringlichkeit, Ursachen zu analysieren und präventive Maßnahmen zu entwickeln, um ähnliche Ereignisse künftig zu verhindern.

Anhand von Daten aus 1628 Gewässermessstellen in Deutschland untersucht diese Studie, welche Flüsse besonders von Chloridkonzentrationen oberhalb kritischer Schwellenwerte betroffen sind. Durch die Quantifizierung der Konzentrations-Abfluss-Beziehung (C-Q-Beziehung) für Chlorid an 250 Stationen wurde bewertet, inwieweit sich Chloridkonzentrationen zuverlässig aus Abflussdaten vorhersagen lassen. Korrelationsanalysen mit Einzugsgebietsmerkmalen ermöglichten Rückschlüsse auf mögliche Eintragspfade von Chlorid und deren Einfluss auf die Parameter der C-Q-Modelle.

Die Analyse zeigt, dass an über 70 % aller Messstellen mindestens einmal Chloridkonzentrationen von ≥ 50 mg/l gemessen wurden. Beim Schwellenwert von 200 mg/l trifft dies auf 16 % der Stationen zu; etwa 9 % überschreiten einen kritischen Wert von 300 mg/l. Auffällige räumliche Muster erhöhter Chloridkonzentrationen treten insbesondere im Flussnetz der Weser, an der Saale, an der Oder nahe der polnischen Grenze sowie an der Ems und im Umfeld größerer Städte wie Berlin und Frankfurt am Main auf. Die C-Q-Beziehungen variieren stark zwischen den Flusssystemen: Während an mehr als der Hälfte der untersuchten Stationen (64,8 %) ein Verdünnungsmuster zwischen Abfluss und Chloridkonzentration vorliegt, weist das an anderen Stationen beobachtete chemostatische Verhalten auf komplexere Eintragspfade hin. Die Korrelationsanalyse zeigt, dass Chloridkonzentrationen maßgeblich durch hydroklimatische Bedingungen, Landnutzung und Abwassereinträge beeinflusst werden.

Die Ergebnisse verdeutlichen die komplexen, regionsspezifischen Dynamiken der Chloridbelastung in Fließgewässern und unterstreichen die Notwendigkeit gezielter Managementstrategien, die die hydrologische Variabilität berücksichtigen. Für die Entwicklung solcher Strategien sind verbesserte Vorhersagemodelle erforderlich, die sowohl die zeitliche als auch die räumliche Variabilität von Chlорideinträgen sowie das Verdünnungspotenzial der Flüsse einbeziehen.

S15 Plastik und assoziierte Chemikalien in Binnengewässern

Impacts of polypropylene (PP) and Polylactic Acid (PCA) food packaging waste on the hyporheic biofilms

Nataša Mori¹; Manca Kovač Viršek¹; Tatjana Simčič¹; Maria Palomeque²; Andrej Kržan³; Vaibhav Budhiraja³

¹ National Institute of Biology (NIB); ² University of Copenhagen; ³ National Institute of Chemistry

Plastic food packaging is widely used in almost all countries around the world. Since it is disposable, is often leaking into the environment and breaking down into microplastics (MPs) and nanoplastics (NPs), largely polluting also riverine ecosystems. Most of this plastics comes from takeaway packaging such as single-use bags, bottles, containers, and wrappers, and it is made from polyethylene (PE), polypropylene (PP), poly(ethylene terephthalate) (PET), and extruded and expanded polystyrene (XPS, EPS). The generation of MPs/NPs and the release of additives can have adverse effects on the freshwater organisms and ecosystem processes. However, little is known in the understanding of toxicity of plastic food waste on organisms since very few studies are addressing specifically the materials originating from food packaging. In this study we investigated the impacts of petroleum-based polymer PP and Polylactic Acid (PLA) plastics made of sugarcane, both originating from food packaging, on the microbial communities in the hyporheic zone under two temperatures (15°C, 25°C) to understand the combined response to pollution and thermal stress. The effects of the presence of PP or PLA on microbial communities were evaluated in the mesocosm study in the laboratory by measuring total protein content (TPC) as microbial biomass estimation, respiratory electron transport system activity (ETSA) as a measure of microbial respiration and by community-level physiological profiling (CLPP). We carried out also the 16S DNA identification of the microbial community structure. To our knowledge this is the first insight into comparison the impacts of contamination with PP or with biodegradable PLA originating from food packaging on the hyporheic microbial communities.

S15 Plastik und assoziierte Chemikalien in Binnengewässern

Integrating Transcriptomic Points of Departure (tPODs) with Bio- and Chemical Analyses for Hazard Assessment of Road Runoff in Zebrafish

Markus Schmitz¹; Selina Seibold¹; Alexander Pape¹; Fabian Essfeld²; Sebastian Eilebrecht²; Markus Hecker³; Sven Reischauer⁴; Marcel Schulz⁵; Volker Linnemann⁵; Martin Krauss⁶; Ralf P. Brandes⁴; Werner Brack⁶; Sabrina Schiwy¹; Henner Hollert¹

¹ Goethe University Frankfurt, Dpt. Evolutionary Ecology and Environmental Toxicology (E3T); ² Fraunhofer Institute for Molecular Biology and Applied Ecology IME; ³ University of Saskatchewan, Toxicology Centre, Canada; ⁴ Cardio Pulmonary Institute Excellence Cluster, Universities of Giessen, Frankfurt, & MPI Bad Nauheim; ⁵ RWTH Aachen University, Institute for Environmental Engineering (ISA); ⁶ Helmholtz Center for Environmental Research (UFZ), Dpt. Exposure

Recent studies have demonstrated severe ecological impacts of road runoff and tire wear particles, such as the Urban Runoff Mortality Syndrome in coho salmon along the Washington coast. Despite such findings, little is known about the environmental impacts in other regions, particularly in Europe. The present study, part of the RoadTox project, addresses this gap by integrating bioanalytical, chemical, and molecular methods to investigate the effects of road runoff on zebrafish larvae and derive transcriptomic Points of Departure (tPODs): Three consecutive runoff samples were collected from the BAB4 motorway in winter 2022, and zebrafish embryos were then exposed to total and particle-free runoff fractions. Our analyses included acute toxicity, enzymatic biomarkers, neurotoxic endpoints, and whole transcriptome analysis using Illumina sequencing. tPODs were then calculated of the obtained transcript profiles based on benchmark concentrations of individual genes for which concentration-response models could be fitted. Acute toxicity varied highly among the three samples, with EC10 thresholds ranging from 2.3% to 28% for total samples and 9.8% to 45% for filtered samples, confirming a strong contribution of particulate matter. Additional effects were observed on spontaneous tail coiling, light-dark transition behaviour, and EROD activity differing in intensity between samples and fractions. On the transcriptome level, an increasing number of transcripts were dysregulated with increasing concentrations of all three runoff samples. Preliminary tPOD results showed effect thresholds ranging from one-quarter of the EC10 concentration to nearly the EC10 value, within the single-digit percentage range of road runoff. The upregulation of *cyp1A*, linked to dioxin-like activity and oxidative stress, was consistent across all samples, matching previous observations of cardiovascular teratogenic effects and enzyme biomarker data. Further regulated genes (e.g., *cyb5a*, *alox5b.2*, *cbr1l*, *sult6b1*) were associated with oxidative stress and xenobiotic metabolism, linking to measured PAHs and benzothiazoles as likely toxicity drivers. The results of this study, funded by the Ministry for Environment, Agriculture, Conservation, and Consumer Protection of North Rhine-Westphalia (MULNV), Germany, demonstrate that road runoff affects gene expression at low concentrations and provide a foundation for identifying toxicity drivers through molecular pathway analyses.

S17 Ästuar – einzigartige Ökosysteme unter dem Einfluss vielfältiger Stressoren

Controlling factors of greenhouse gas concentrations in the Elbe

Irmak Gök¹; Gesa Schulz¹; Tina Sanders²; Kirstin Dähnke²

¹ Universität Hamburg; ² Helmholtz-Zentrum Hereon

Inland water bodies and rivers can be important sources of the greenhouse gases (GHG) nitrous oxide and methane, which can be particularly high in managed water bodies receiving high nutrient loads. To investigate the seasonal variability of GHG production during the vegetation period, we measured water column properties and GHG concentrations at a sampling station at the entrance to the Elbe Estuary in Geesthacht, Germany in summer/autumn 2024.

The concentrations of methane and nitrous oxide appear to be governed by water sources and organic matter decomposition. While nitrous oxide is only slightly above the equilibrium concentration throughout most of the sampling campaign and only increases with discharge and soil water inflow during the flood, the limnic Elbe is a site of intense methane production. Over the course of the summer, methane concentration increased from 500 to 2000 nmol L⁻¹ and decreased with onset of the flood event and increasing discharge.

Nitrous oxide concentration apparently is determined primarily by water sources, with little autochthonous production in the river, and an allochthonous signal derived from soil water from the catchment with increasing discharge. Methane, on the other hand, seems to be fuelled by organic matter turnover in the water column and sediments. High chlorophyll and methane concentrations with low nutrient concentrations suggest intense internal recycling in the water column over the summer. With increasing discharge, residence time and biological turnover decrease, which in turn lowers methane production and concentration.

Our data show the interplay of water sources and biological productivity on GHG production and underscore the role of the eutrophic Elbe River as a source of greenhouse gases.

S17 Ästuar – einzigartige Ökosysteme unter dem Einfluss vielfältiger Stressoren

Impact of primary production and net ecosystem metabolism on carbon and nutrient cycling at the land-sea interface

Louise Rewrie¹; Yoana Voynova¹; Gregor Ollesch²

¹ Helmholtz-Zentrum Hereon, Geesthacht, Germany; ² Flussgebietsgemeinschaft Elbe

Estuaries are typically net heterotrophic systems and a source of CO₂ to the atmosphere, while continental shelves are net CO₂ sinks. Yet, primary production and net ecosystem metabolism (NEM) are variable and modulated by nutrient and light availability. To resolve this variability, high-frequency dissolved oxygen and ancillary biogeochemical data from two research stations with a FerryBox installed located 1) at the outflow of a temperate estuary (Cuxhaven, DE) and 2) at the head of the estuary (Tesperhude, DE), as well as several stations in between.

In early and mid-spring, we find low GPP rates in the outer Elbe Estuary (DE) (155 ± 46 mg C m⁻² d⁻¹ in April 2020 and 74 ± 24 mg C m⁻² d⁻¹ in March to April 2021) due to light limitation from turbid conditions (31 ± 9 NTU and 35 ± 7 NTU) (Rewrie et al., 2025). When turbidity decreased in late spring (May), we observed elevated GPP rates, and highest GPP rates in summer (June-August), with seasonal averages of 613 ± 89 mg C m⁻² d⁻¹ in 2020 and 558 ± 77 mg C m⁻² d⁻¹ in 2021. Primary production in the outer estuary was not nutrient-limited. A significant finding is that a seasonal decrease in dissolved inorganic carbon of $125 - 160$ µmol kg⁻¹ from May to September, and in total alkalinity of $116 - 128$ µmol kg⁻¹ from December to August, was most likely driven by biological and biogeochemical processes in the upper estuary, hundreds of kilometers upstream of the mouth of the estuary, instead of in the surrounding waters. This highlights the heterogeneity of inorganic carbon patterns along the land-sea continuum and the continuity of biogeochemical processing from the upstream regions of a temperate estuary to the sea.

To examine the variability in metabolic activity along the estuary we are in the process of similarly calculating the GPP rates and NEM in the upper region of the Elbe Estuary. A key feature of the estuary is the Port of Hamburg, which is the 3rd largest port in Europe, and 20th in the world (Port of Hamburg, 2021). The Port of Hamburg is frequently characterized by an oxygen deficit in the water column particularly in summer (Schöl et al., 2014). Surprisingly, the low oxygen zone extended above the Port region in 2018 and 2022. Therefore, we will assess the changes in oxygen levels and metabolic activity in the estuary region upstream of the Port. We aim to disentangle the reasons for the changes in the spatially oxygen deficiency zone by extending the study period to between 2014 and 2024.

S17 Ästuarie – einzigartige Ökosysteme unter dem Einfluss vielfältiger Stressoren

Variability of Nitrous Oxide Emissions in Temperate Estuaries: Insights from the Ems, Weser, and Elbe

Gesa Schulz; Louise Rewrie; Kirstin Dähnke; Vlad-Alexandru Macovei; Yoana Voynova; Andreas Neumann; Tina Sanders

Helmholtz Zentrum Hereon

Estuaries can act as significant sources of the potent greenhouse gas nitrous oxide (N_2O). Estuaries rank among the most dynamic ecosystems in the world, with biogeochemical processes influenced by complex interactions between geomorphology, tidal regimes, and riverine discharge. This complexity, coupled with limited observational data, results in significant uncertainties in N_2O flux estimates from estuaries, complicating global coastal emission assessments.

In this study, we report N_2O measurements from three temperate estuaries in northern Germany—the Ems, Weser, and Elbe—which all flow into the North Sea and are strongly influenced by human activity. Continuous N_2O dry mole fraction measurements were conducted during a research cruise in September 2024 using a Picarro G2508 analyzer based on off-axis integrated cavity output spectroscopy, paired with an equilibrator system. Discrete water samples were collected every 30 minutes for calibration and quality control via gas chromatography.

Preliminary analyses revealed consistent N_2O oversaturation in all three estuaries, with distinct concentration peaks along the salinity gradients. The Weser estuary exhibited nearly twice the N_2O concentrations compared to the Ems and Elbe. The high variability in N_2O concentrations between the estuaries point to varying underlying biogeochemical mechanisms. We suspect that turbidity, organic matter quality and degradation, as well as nutrient availability are responsible for the observed differences between the estuaries, which all are heavily impacted by anthropogenic alterations. Our findings underscore the substantial variability in estuarine N_2O emissions depending on stream morphology and chemistry, and highlight the pressing need for extensive, high-resolution measurements efforts to ensure accurate coastal greenhouse gas budgets.

S19 Effektbasiertes Gewässermonitoring

Evaluating the use of an in vivo bioassay battery for sediment quality assessment in small streams

M. Carmen Casado-Martinez¹; Rébecca Beauvais¹; Sebastian Höss²; Sergio Cirelli³; Cornelia Kienle¹; Emmanuel J. Schaad³; Aurea Chiaia-Hernandez³; Benoit J.D. Ferrari¹

¹ Swiss Centre for Applied Ecotoxicology; ² ECOSSA; ³ University of Bern / Institute of Geography

Under the Water Framework Directive, a tiered approach is recommended for sediment quality assessment. A first tier consists of chemical analyses and the evaluation against sediment quality standards (EQS). Exceedance of EQS should trigger additional investigations to verify the possibility of potential adverse effects, in particular if the EQS is considered “uncertain”. The Technical Proposal for Effect-Based Monitoring and Assessment under the Water Framework Directive concluded that in vivo bioassays could already be considered for implementation. However, a guidance document would be useful to help identifying a suitable battery of tests depending on the type of pressures, and to facilitate the assessment of the results. The Ecotox Centre carried out a monitoring study with the aim of extending the assessment of water quality using effect-based methods. To this end, water quality was assessed at sites with extensive, agricultural or agricultural-urban land use using a comprehensive bioassay battery of largely standardised water and sediment bioassays. This presentation will provide an overview on the results of sediment bioassays.

The battery of sediment bioassays included the tests with the ostracod *Heterocypris incongruens*, the nematode *Caenorhabditis elegans*, and the insect *Chironomus riparius*. Physico-chemical analyses included sediment properties, metals, and organic contaminants (PAHs, PCBs, and organic substances including 91 pesticides and degradation products). The ecotoxicological quality of sediments was assessed by means of existing toxicity thresholds. Measured concentrations were compared with EQS. Sediments from sites under extensive land use were less toxic than those from agricultural or agricultural-urban land use, which was supported by lower measured chemical contamination. Sites affected by urban and agricultural land use showed the highest potential risk (exceedance of EQS for all substance types), which agreed with a medium or unsatisfactory ecotoxicological quality. Sediments from agricultural watersheds showed medium or unsatisfactory ecotoxicological quality. Only slight exceedances of the EQS for metals, PAHs, PCBs were observed, while several pesticides exceeded the EQS. Our results support the implementation of a bioassays battery, in particular in areas that are not expected to be at risk because they are located far from known local sources and to take effects of not routinely analysed chemicals into account.

S19 Effektbasiertes Gewässermonitoring

Application of gene expression biomarkers in brown trout, *Salmo trutta*, to assess water quality in 10 Swiss watercourses

Anne-Sophie Voisin; Melanie Fasel; Rébecca Beauvais; Cornelia Kienle; Benoit J.D. Ferrari; Inge Werner

Swiss Centre for Applied Ecotoxicology

Analysis of gene expression biomarkers in resident organisms represents a promising effect-based approach for water quality monitoring. It allows a sensitive and integrated detection of environmental pressures, including contamination with micropollutants. In this study, we used microfluidic qPCR for high-throughput analysis of 96 biomarker genes in brown trout. These genes were selected to detect the effects of micropollutants, in particular pesticides, and other stressors by reflecting a wide range of biological processes. The selection was based on scientific literature and databases (e.g. AOP-Wiki, Comparative Toxicogenomics Database, EcoToxChip) as well as previously established biomarkers (Ecotox Centre in collaboration with aQuaTox-Solutions GmbH). Biomarkers were measured in brain and liver tissue of juvenile brown trout from ten sites in Switzerland, including five sites with extensive land use and five sites with agricultural land use. Depending on the site, trout parr (less than one year old) and/or one year old trout were studied. In a parallel project carried out at the Ecotox Centre, water from the same sites was analysed by detailed chemical analysis and a battery of bioassays. The biomarker results show an influence of size and sex on the expression of specific genes in the liver and brain and the need to take these confounding factors into account when interpreting the responses. Accounting for these factors, we detected biological effects (e.g. oxidative stress, effects on the immune system, endocrine disruption, effects on metabolism) at several sites, with the majority of effects attributed to sites with agricultural land use. While the chemical analysis-based risk assessment indicated a risk to vertebrates at only one of the sites, which was concordant with the biomarker results, we observed biological effects at several other sites that warrant further investigation. Our study demonstrates the potential of biomarkers to provide complementary information to chemical analysis and bioassays for the identification of problematic sites, biological effects and stressors. To fully leverage the potential of biomarkers, future research and monitoring studies should aim to establish reference values that allow to distinguish between responses indicative of a stressed or healthy state. This study represents a step forward in the use of biomarkers for biomonitoring.

S19 Effektbasiertes Gewässermonitoring

Führen Schadstoffeinträge infolge von Starkregenereignissen zu verstärkten ökotoxikologischen Effekten in kleinen Agrarbächen?

Kim Weber

Führen Schadstoffeinträge infolge von Starkregenereignissen zu verstärkten ökotoxikologischen Effekten in kleinen Agrarbächen?

Kim Weber, Jörg Oehlmann, Matthias Oetken

Goethe Universität Frankfurt, Abteilung Aquatische Ökotoxikologie

Fließgewässer sind zahlreichen anthropogenen Belastungen ausgesetzt, darunter dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) in der Landwirtschaft. Bei starken Regenfällen kommt es vermehrt zum Oberflächenabfluss (run-off). Dabei werden unter anderem PSM von den Ackerflächen in die umliegenden Gewässer gespült und es können sich kurzzeitig Peak-Konzentrationen von relevanten Umweltschadstoffen in den betreffenden Gewässern einstellen.

Um die Effekte solcher Starkregenereignisse genauer zu untersuchen, wurden im Rahmen des Projekts „Eventbasierte Erfassung und Bewertung diffuser Pflanzenschutzmitteleinträge für den Biodiversitätsverlust in hessischen Fließgewässern“ (2023-2025) automatische Probenehmer an kleinen hessischen Agrarbächen installiert, die bei Starkregen durch den steigenden Wasserpegel auslösen und über einen Zeitraum von 20 Stunden Wasserproben entnehmen. Als Vergleichsbasis wurden zudem manuell Proben an Trockenwettertagen entnommen und auf verschiedene ökotoxikologische Effekte getestet. Durch diese Methode soll die tatsächliche Belastung der Gewässer, die sich durch Mischeffekte von Pestiziden und Run-off nach Starkregen auszeichnet, besser erfasst werden.

Der Beitrag präsentiert die Ergebnisse der chemischen PSM-Analysen von mehreren Regenereignissen aus dem Frühjahr 2024 sowie die Befunde aus zwei In-vitro-Assays zur Erfassung der Basistoxizität (Test mit *Aliivibrio fischeri*) und des mutagenen Potentials (Ames-Test mit *Salmonella typhimurium*).

Nach Starkregenereignissen konnten im Vergleich zur Trockenwittersituation erhöhte PSM-Konzentrationen in den Fließgewässern gemessen werden. In den biologischen Tests zeigte sich eine erhöhte Toxizität: 87,5% der Regenereignisproben wurden als toxisch eingestuft. Fünf der acht untersuchten Regenereignisse wiesen eine signifikant höhere Toxizität auf als die jeweiligen Trockenwetterproben.

S20 Genetische Verfahren im biologischen Gewässermonitoring

ZdrauA: Next-generation Biomonitoring der Drau für eine nachhaltige und gesunde Regionalentwicklung

Johanna Schulz

Kein Abstract vorhanden

S22 Digital Limnology – New trends in freshwater remote sensing, data processing and ecological modelling

Short-Term Forecasting of Chlorophyll-a in Reservoirs and Lakes : A Comparative Study of Input Strategies Using Machine Learning

Anupama Chandrashekhar Hegde; Thomas Petzoldt

TU Dresden

Harmful algal blooms (HABs) pose serious risks to aquatic ecosystems and water quality. This study focuses on short-term forecasting of chlorophyll-a concentrations, a key indicator of algal biovolume in reservoirs, using machine learning.

Gradient Boosting Machines were trained on a combined dataset from the Saldenbach Reservoir, integrating biweekly water quality observations with daily meteorological measurements. This temporal disparity presents a common challenge for out-of-the-box ML algorithms. To overcome this, constant interpolation was applied to align time scales while avoiding data leakage. Lagged features and rolling means were engineered to capture temporal patterns, and two normalization techniques - min-max scaling and robust scaling - were tested. The effect of different data-splitting strategies, including random and time-based methods, was also evaluated.

The model performed better with lagged features alone, while rolling means did not provide additional benefit. Adding meteorological variables improved model performance, especially when relevant features such as temperature, wind, and radiation were selected. Time-based splitting, although more challenging, offered a realistic evaluation of forecasting ability.

A time-to-forecast analysis confirmed that the model was most reliable for short-term predictions. The model outperformed naive forecasts. However, the relatively low temporal resolution of water body data and the limited total number of observations, even in one of the longest available series, remain a challenge.

This work shows that machine learning can support short-term forecasting of chlorophyll-a and may contribute to early warning systems for freshwater management.

S22 Digital Limnology – New trends in freshwater remote sensing, data processing and ecological modelling

LUCI - Ein Werkzeug zum Erstellen von investigativen Monitoringkampagnen anhand von Einzugsgebietseigenschaften und Belastungsquellen

Tom Gallé; Christian Braun; Philippe Pinheiro

Luxembourg Institute of Science and Technology

Regulatorische Überwachungsnetze konzentrieren sich in der Regel auf Konfluenzen im Fließgewässernetz, was zur Folge hat, dass diese Punkte oft sehr ähnliche durchschnittliche Einzugsgebietseigenschaften darstellen. Um die Auswirkungen anthropogener Aktivitäten auf die Wasserqualität mit statistischer Signifikanz bewerten zu können, müssen Regressionen jedoch auf weiten Verteilungen der Einzugsgebietseigenschaften aufbauen. Die Extreme der Verteilungen sind oft auf Oberlaufeinzugsgebiete beschränkt und lassen sich nur schwer manuell auswählen. Wir haben ein webbasiertes Tool entwickelt, das mit Hilfe von Filtern für

Einzugsgebietseigenschaften das Flussnetz systematisch erkundet und Messpunkte auswählt, um eine breite und ausgewogene Verteilung der Einzugsgebietseigenschaften darzustellen. Das Poster stellt die Fähigkeiten des Tools vor und demonstriert seine Eignung zur Durchführung effizienter Monitoring-Kampagnen auf der Grundlage einer systematischen Auswahl von Probenahmestellen anhand konkreter Beispiele.

S22 Digital Limnology – New trends in freshwater remote sensing, data processing and ecological modelling

Digital diatom taxonomic intercalibration and harmonization – Lessons learned from the first exercise

Michael Kloster¹; Dina Abdelmguid¹; Andrea Burfeid Castellanos¹; Marco Cantonati²; Elisa Falasco³; Eva Herlitz⁴; David Heudre⁵; Martyn Kelly⁶; Zlatko Levkov⁷; Juha Miettinen⁸; Rafał M. Olszyński⁹; Benoit Paix¹⁰; Bart Van de Vijver¹¹; Geurt Verweij¹²; Danijela Vidakovic¹³; Associate Maria Kahlert⁴; Frédéric Rimet¹⁰; Bábk Beszteri¹

¹ Universität Duisburg-Essen; ² Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - UniBO; ³ University of Turin; ⁴ Swedish University of Agricultural Sciences; ⁵ Office français de la Biodiversité (OFB); ⁶ Bowburn Consultancy; ⁷ Saints Cyril and Methodius University of Skopje; ⁸ Ecomonitor Ltd.; ⁹ University of Lodz; ¹⁰ INRAE - UMR Carrel; ¹¹ Meise Botanic Garden; ¹² Waardenburg Ecology; ¹³ University of Belgrade

Abundance counts, i.e., taxonomic identifications and enumerations of diatom valves and frustules in light microscopy images, are a well-established method in biomonitoring, water quality control and biodiversity assessment. Training and updating taxonomic knowledge is essential for this task, but the availability of practical workshops and options for collaborative microscopy are limited.

To address this gap, we implemented “UDE BioSLIDES digs into Diatoms”, a virtual microscopy system which makes it possible to run identification tasks on digitized samples in the web browser, with a workflow, visual impression and controls very close to working directly on the microscope. This approach allows groups of diatomists to collaboratively investigate large numbers of exactly the same diatom individuals, simultaneously or even in an asynchronous manner, and opens completely new ways for training and discussing taxonomy.

As a first test of this system, we performed a harmonization exercise engaging 12 diatom experts, where we had planned to analyze four different slides (two from Sweden, two from France), and for each slide have ca. 300 individual diatom valves or frustules each taxonomically identified by six of the experts. This procedure mimicked a conventional ring test / intercalibration, but was run with the intend of harmonizing taxonomic concepts between the experts. Here we present our experiences and first results of this exercise.

S22 Digital Limnology – New trends in freshwater remote sensing, data processing and ecological modelling

KI-gestützte Matrix-Plattform zur Umsetzung blauer Infrastrukturprojekte

Johannes Meka

Senckenberg Biodiversity and Climate Research Centre (SBK-F)

Die vorgeschlagene Matrix Plattform ist eine KI gestützte Lösung, die auf datenbasierter Analyse und präziser Planung beruht und so die Beschleunigung und Optimierung vielfältiger blauer Infrastrukturprojekte ermöglicht. Dazu gehören beispielsweise Hoch- und Niedrigwasserregulierung, Grundwasseranhebung, Trinkwasseraufbereitung, Renaturierung, urbane Wasserkonzepte sowie weitere Umwelt- und Gewässerschutzmaßnahmen, die bisher nur schwer in die Praxis umzusetzen waren. Um diese Lücke zu schließen, stelle ich die Idee einer Matrix Plattform vor; sie verknüpft drei Ebenen: Analyse, Best Practice Modulauswahl und Maßnahmenplanung. Zunächst erfolgt über eine hybride Datenbank Pipeline die strukturierte Erfassung relevanter Kennwerte (z. B. Wasserqualität, Habitatfragmentierung, Abflussmuster). Anschließend klassifizieren Machine Learning Modelle die Daten numerisch, bevor eine Retrieval-Augmented-Generation-Analyse (RAG) mit Large-Language-Models (LLMs) den Handlungsbedarf präzise diagnostiziert. Im zweiten Schritt wählt das System aus wissenschaftlich validierten Datenbanken (z. B. UBA WRRL, BfG HydroWeb, DWD Klimadaten) optimale Maßnahmenmodule aus – von Auenwiedervernässung über natürliche Filtertechnologien bis zu Schwammstadt Maßnahmen. Im letzten Schritt erstellt eine beratende KI einen individualisierten Umsetzungsplan, der Genehmigungsanforderungen, Stakeholder Analysen, saisonal optimierte Zeitplanung sowie Kosten- und Fördermittelprognosen umfasst. Die Plattform begleitet zudem die Dokumentation: Zu Projektbeginn definiert sie die kontinuierlich zu erhebenden Begleitdaten wie Wasserpegel, pH Wert oder Biodiversitätsindizes und erläutert Vorteile wie optimierte Fördermittelchancen, erhöhte Planungssicherheit oder verbesserte Stakeholder Kommunikation. Während der Umsetzung liefert sie kontextspezifische Berichtsvorlagen (z. B. EU Green Deal Reports). Dieses integrative Konzept gewährleistet durchgehende Dokumentation und Steuerung aller Projektphasen und ermöglicht Kommunen, Wasserverbänden sowie privaten Organisationen kürzere Planungszyklen, optimierte Kostenstrukturen und höhere Umsetzungssicherheit. Ziel ist die Entwicklung und Implementierung dieser Matrix Plattform, um die Realisierung blauer Infrastrukturprojekte maßgeblich voranzutreiben.

S22 Digital Limnology – New trends in freshwater remote sensing, data processing and ecological modelling

Automating freshwater analysis with an autonomous platform

Eric Röder¹; Jörg Matschullat²; Erik Börner¹; Gero Licht¹; Sebastian Zug¹; Maximilian Peter Lau¹

¹ Technische Universität Bergakademie Freiberg; ² Dartmouth College, NH, USA

Freshwater ecosystems serve as biological habitats, water and food resources, and for flood protection. Sustaining these services requires comprehensive monitoring at high spatial and temporal resolution, which is commonly inhibited by a lack of time and personnel in the field. The use of autonomous surface vehicles (ASVs) could improve freshwater monitoring and scientific studies by obtaining high-resolution data without compromising data quality. We demonstrate the potential of ASVs by the example of a mobile, modular robotic platform (MARF-FG). The platform can autonomously record multiparameter profiles from multiple positions on the water surface, enhancing waterbody monitoring and management by either increasing the efficiency or the scope of sampling campaigns. This setup is currently expanded to automatic water sampling, further broadening the parameter scope. Waterbody morphometry can be analyzed by combining the basic platform with a sonar, while substituting the multiparameter or sonar setup with a floating chamber allows for studying the exchange of greenhouse gases between the water surface and the overlying atmosphere. Gas exchange between water and chamber headspace can be quantified either in situ (CO₂) or by automatically taking gas samples for subsequent quantification of gas mixing ratios in the laboratory (CO₂, CH₄, N₂O). The various setups have been applied at temperate and tropical waterbodies, partly under extreme conditions. Obtained data contributed to scientific publications, illustrating the potential use of systems like MARF-FG in the context of freshwater research.

S22 Digital Limnology – New trends in freshwater remote sensing, data processing and ecological modelling

Top-down control of eutrophication in multiple stressed small streams – Advancements in ecological modeling from new developments in digitization

Piet Schimke¹; Laura Meier²; Mario Brauns³; Martin Lange²; Markus Weitere³; Andreas Focks¹; Karin Frank²

¹ University of Osnabrück; ² Helmholtz-Centre for Environmental Research - Leipzig Ufz; ³ Helmholtz-Centre for Environmental Research UFZ, Magdeburg

Agriculturally induced eutrophication represents a pressing environmental challenge – particularly in small streams. The capacity of the in-stream food webs to reduce the eutrophication risk by top-down control is often overlooked. At the same time, the combined impacts of additional agricultural and climatic stressors on these food webs and their capacity to control eutrophication are not fully understood so far. This requires advancements in mechanistic modeling to study ecosystem responses to multiple stressors and to assess the relevance of stressor regimes.

In the poster, we will inform about a recently started research project, in which we tackle this task by innovatively linking the hydro-ecological simulation model MASTIFF (Meier et al., 2022, Ecol Modelling 470) with high-resolution remote sensing products, and expert knowledge. In particular, Sentinel-2 based land cover maps provide data on the distribution of crops which come along with crop-specific cultivation regimes, and typical stressor bundles. This helps to determine the integral pressure from the crop-production in the catchment on the river segments. Main asset, however, is the MASTIFF-model as its architecture allows describing the food web response to environmental pressures in a generic, mechanistically sound way: it has a high spatiotemporal resolution and accounts for trophic interactions, drift/dispersal, and physiological principles. An upcoming innovation is the integration of a pesticide module to enable simulations of (lethal/sublethal) pesticide effects on the food webs. To get a more maintainable and extensible platform for future developments, we re-implemented MASTIFF in the modern GO-programming language. With this framework, alternative scenarios of crop production in the catchment can be evaluated regarding their impact on the eutrophication status and the performance of the top-down control by the in-stream food webs, biocontrol-friendly agricultural practices be determined, and their dependence on the landscape context be analyzed. We will show first examples.

The research project is part of a new DFG-funded Research Training Group ECORISK for investigating regime-shifts and systemic risks in social-ecological systems with intensive agriculture as guiding example. In this frame, regime-shifts are studied in aquatic and terrestrial ecosystems using computational approaches such that the benefits of new developments in digitization can be analyzed cross-realm.

S22 Digital Limnology – New trends in freshwater remote sensing, data processing and ecological modelling

Towards Process-Guided Deep Learning for Seasonal HAB Prediction in Freshwater Ecosystems Using High-Frequency Vertical Profiling Data

Guining Wei; Stefan Norra

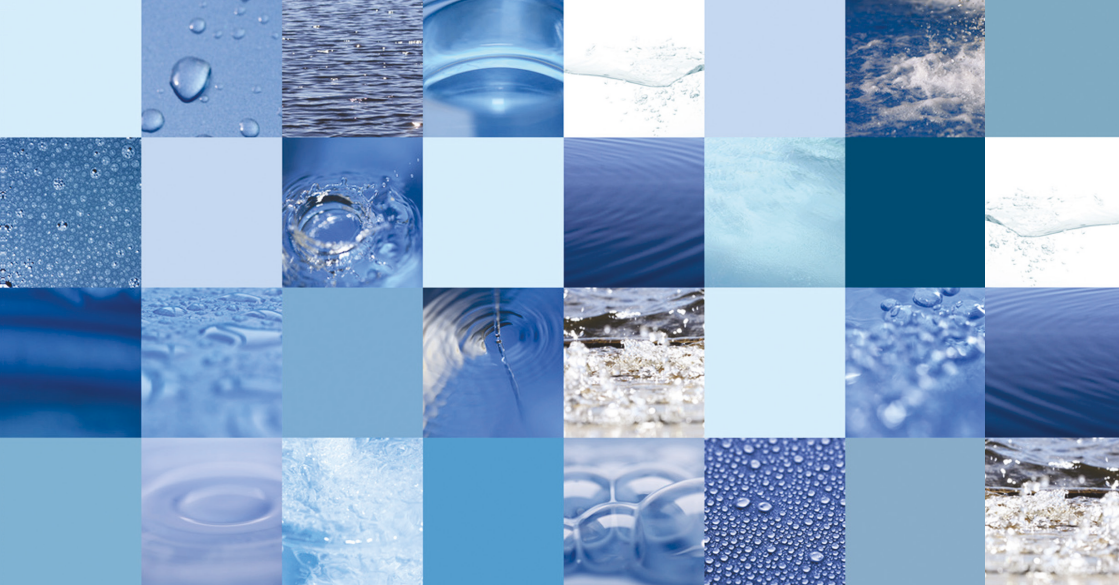
Universität Potsdam / Institut für Umweltwissenschaften und Geographie

Harmful algal blooms (HABs) increasingly threaten freshwater ecosystems under intensifying anthropogenic and climatic pressures. Accurate short-term forecasting of HABs remains challenging due to complex diel and seasonal dynamics in water quality, driven by both meteorological variability and vertical stratification. To address this, we utilize high-frequency, depth-resolved water quality observations collected by autonomous profiling systems, which capture vertical profiles of physicochemical variables (e.g., temperature, oxygen, pH, CDOM, Chl-a, and phycocyanin) at high temporal resolution across multiple seasons.

In this study, we apply a hybrid CNN-LSTM-Transformer architecture to predict vertical chlorophyll-a distributions over seasonal time scales, demonstrating the capacity of deep learning to extract nonlinear patterns from high-dimensional spatiotemporal datasets. Preliminary results show that the model captures diel and seasonal dynamics in Chl-a concentrations, particularly in response to stratification, wind-driven mixing, and light penetration. Furthermore, we identify key predictors of bloom formation using permutation-based feature importance and explore seasonal shifts in feature relevance across spring, summer, autumn, and winter.

While our current framework is purely data-driven, we recognize the limitations of black-box architectures in scientific applications, particularly their lack of physical interpretability. As a next step, we aim to develop a process-guided deep learning model ("Phytoformer") that incorporates correction modules based on non-photochemical quenching (NPQ) and photochemical quenching (qP), as well as constraints derived from lake physics (e.g., density stratification, Zeu/Zmix). This approach seeks to bridge mechanistic ecological understanding with deep learning, enabling more interpretable, physically consistent, and generalizable HAB predictions.

Our work demonstrates the potential of integrating high-resolution vertical sensing with interpretable deep learning to improve seasonal forecasting of HABs. The proposed framework contributes to the development of early warning systems (EWS) for freshwater ecosystems and supports adaptive water quality management under climate change.



Tagungsbüro

Dr. Hildegard Feldmann

F&U confirm

Permoserstraße 15

04318 Leipzig

fon 0341 6025 1827

dgl@fu-confirm.de

