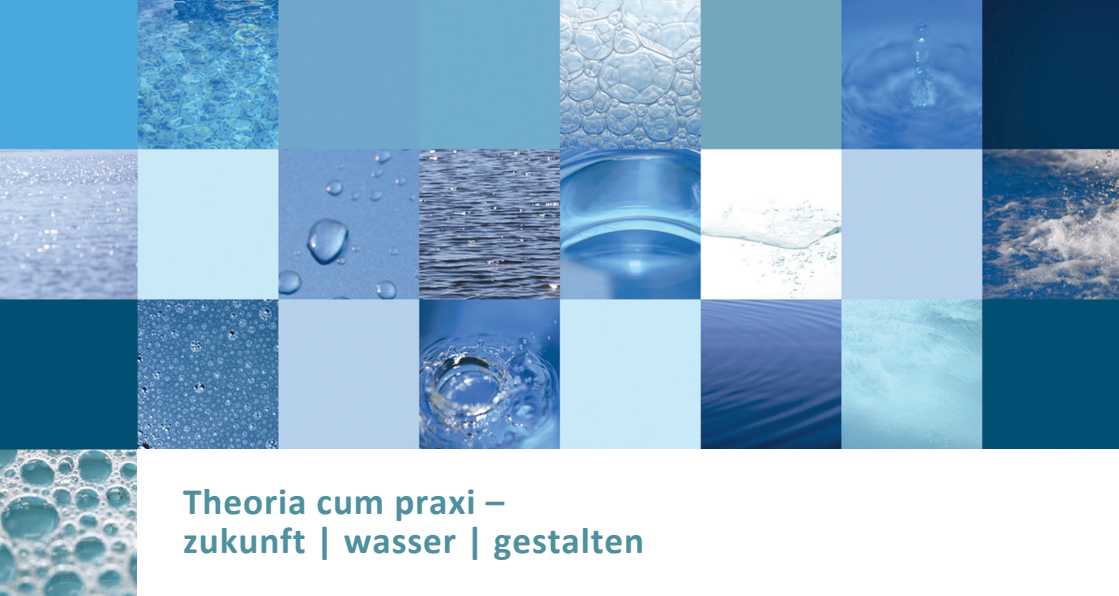




**Theoria cum praxi –
zukunft | wasser | gestalten**

41. Jahrestagung 2026

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

**Erwin-Schrödinger-Zentrum,
Wissenschafts- und Technologiepark Adlershof, Berlin**

14. – 18. September 2026

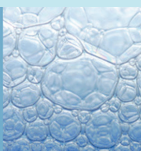
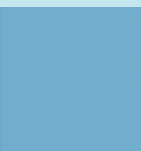
ABSTRACTBAND

[Keynote speeches](#) | [Plenarvorträge](#)

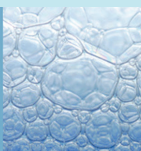
[Schwoerbel-Benndorf Nachwuchspreis der DGL](#)

[Lectures](#) | [Vorträge](#)

[Posters](#) | [Poster](#)



Keynote speeches | Plenarvorträge



Enhancing lake research and management with integrated In situ observations, remote sensing, and hydrodynamic models

Damien Bouffard

Eawag, Switzerland

Combining remote sensing products, numerical models, and high-frequency in situ observations is a well-established approach for understanding lake systems, yet expertise across all three domains remains difficult to consolidate in practice. Open science offers a practical path forward. Alplakes is a freely accessible web application providing operational one and three-dimensional hydrodynamic simulations and remote sensing data for lakes in the European Alpine region. By integrating outputs from multiple research projects, the platform functions as a digital twin for each lake, making model outputs and Earth observation products accessible to researchers, water managers, and the broader public alike. The platform currently serves over 350,000 users per year. Here we present the architecture of Alplakes, the hydrodynamic modelling framework at its core, and recent scientific use cases that illustrate the value of combining these data streams in an open, transparent environment. We also discuss the potential for scaling this approach to a broader set of alpine water bodies. The platform is available at <https://www.alplakes.eawag.ch>.

Lessons from the past for the future: 40 years of compiling and analysing data from Lake Constance and other lakes

Ursula Gaedke

University of Potsdam, Institute for Biochemistry and Biology

Meanwhile we have a substantial treasure of long-term field observations for many water bodies obtained by e.g., public authorities and research institutions. These greatly contribute to understanding the functioning of these ecosystems and developing and implementing efficient management. I will present strategies and simple (graphical) tricks for selecting and analysing field observations and experimental data and how we can publish them to be available worldwide. Furthermore, I will exemplify the potential for true innovation from findings, which first appear odd and frustrating, e.g., because numbers seem not to add up or contradict our original expectations. Finally, I will pass on a mystery we could not solve during the past 30 years to the next generation.

AI-Assisted Transformation of Science into Practice

Masahiro Ryo

Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF)

How can we turn scientific knowledge into actions that work in the real world? Scientific knowledge becomes actionable only when we understand where and for whom it works, and when it addresses what stakeholders value. This requires a shift from developing scientific solutions and subsequently seeking applications toward starting from shared problems.

In this talk, I introduce how transdisciplinary approaches and AI can support this transformation from science into practice.

I illustrate this approach through low-cost, scalable biodiversity and ecosystem monitoring supported by citizen science and AI. A central opportunity is to build upon technologies and monitoring systems that have already reached scale. Smartphones, citizen-science platforms, and existing environmental monitoring networks can become distributed sensing systems when combined with computer vision and other AI methods.

This creates opportunities to collect environmental information across spatial and temporal scales that conventional monitoring cannot easily cover. I will present examples from biodiversity and climate-impact monitoring to show how AI can support data collection, interpretation, and translation into practical guidance. Our experience in interacting with citizen scientists for AI co-design also realised that stakeholders often care less about AI-based data processing than about practical questions: What should I monitor? How should I do it? When should I act?

AI-supported monitoring therefore becomes a problem of human-AI interaction, not simply data processing. I discuss how AI can connect citizen observations, scientific knowledge, and stakeholder needs, while supporting communication and collective learning across groups. I conclude by considering how AI-powered transdisciplinary science can make environmental monitoring more accessible and help move scientific knowledge toward real-world action.

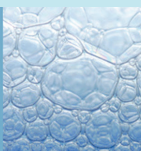
From Environmental Data to Policy: The Role of Environmental Agencies in an Evolving Data Ecosystem

Jeanette Völker

Umweltbundesamt

How can scientific knowledge and environmental data effectively inform policy and environmental action? Environmental agencies play a crucial role at the interface between science, monitoring, regulation, and policy. They not only translate scientific findings into decision-relevant knowledge, but also help identify research needs, support the development of monitoring approaches, and facilitate the uptake of new methods into regulatory practice. In this talk, I discuss the role of the German Environment Agency within this evolving data ecosystem, with a particular focus on water and ecosystem assessment. As new monitoring approaches and rapidly growing volumes of environmental data become available, the challenge increasingly shifts from generating data to integrating, evaluating, and translating them into robust knowledge for decision-making. Emerging approaches such as remote sensing, DNA-based methods, integrated data analysis, and AI offer considerable opportunities to improve the spatial and temporal resolution of environmental assessments. At the same time, better data do not automatically lead to better policies. Scientific validation, regulatory requirements, institutional responsibilities, and effective exchange between science and public authorities remain essential. The talk therefore highlights the need for an iterative relationship between science and environmental agencies and discusses how increasingly integrated data infrastructures can support the transition from scientific evidence to informed environmental policy.

Schwoerbel-Benndorf-Nachwuchspreis der DGL



Effects of invasive quagga mussels on freshwater quality under climate warming

Jonas Mauch

IGB Berlin

Freshwater ecosystems face unprecedented challenges from multiple co-occurring stressors, including biological invasions and climate warming. Invasive quagga mussels (*Dreissena rostriformis bugensis*) have become one of the most impactful invaders in the Northern Hemisphere, functioning as ecosystem engineers with the potential to fundamentally alter water quality. This thesis integrates laboratory experiments, analysis of 20 years of high frequency long-term field data (both, 10 years before and after quagga mussel invasion), and process-based ecosystem modeling, using the temperate shallow Lake Müggelsee (Germany) as a model system to comprehensively evaluate how quagga mussels affect two critical water quality parameters – trace organic compounds (TrOCs) and harmful algal blooms (HABs) – and how these interactions change under the concurrent stressor of climate warming.

Quagga mussels can indirectly facilitate the removal of TrOCs. Experiments investigating the transformation of iodinated contrast media (ICM) revealed that periphyton biofilms, whose growth may be enhanced by additional substrate and nutrient excretion by mussels, significantly accelerated the degradation of iopromide (IOP). In experiments containing mussels and periphyton, IOP concentrations were reduced by up to 93% within 30 days. This reduction was positively correlated with periphyton biomass, indicating that the combination of mussels and periphyton has the potential to play a significant role in TrOC transformation at the sediment-water interface of urbanized freshwater systems.

The potential of quagga mussels to control cyanobacteria was found to be highly species-specific and temperature-dependent. Laboratory filtration experiments identified *Dolichospermum flos-aquae* as palatable, whereas *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae*, and *Anabaenopsis elenkinii* were rejected as less-palatable by mussels. Crucially, both laboratory and field data identified a narrow thermal window where mussel filtration on cyanobacteria declines. In the laboratory, filtration rates decreased significantly above 28.9°C (CI: 27.6–30.2°C), with complete all mussels dying at 32°C. These physiological limits were confirmed in the long-term field data, where a mussel-mediated reduction in palatable cyanobacterial biovolume was only observable, when water temperatures remained below a critical temperature of 27.7°C (CI: 26.9–28.4°C).

Integrating these findings by adding invasive mussels into the PCLake+ ecosystem model, substantially improved its performance for the period after invasion, reducing Root Mean Square Errors (RMSE) by 25% for chlorophyll-a and 67% for cyanobacterial biomass predictions. Simulations showed that mussel invasion reduced summer cyanochlorophyll concentrations by an average of 40% under ambient conditions. While this suppression persisted under moderate warming scenarios (RCP 2.6 and 4.5), it was entirely lost under an unmitigated climate change scenario (RCP 8.5) by 2100. In this high-warming scenario (+2.6°C epilimnion temperature), the loss of mussel filtration capacity led to a fivefold increase in cyanobacterial biomass. Model predictions indicate that strong reductions in external nutrient loads of up to 90% would be required to compensate for this functional loss and to secure water safety standards.

Collectively, these findings highlight that while invasive ecosystem engineers can temporarily mitigate symptoms of eutrophication and chemical pollution, their regulatory capacity is fragile and critically confined by thermal limits. Consequently, future adaptive lake management need to include the interactive effects of invasive quagga mussels and climate change, prioritizing integrated strategies of local nutrient reduction and global climate mitigation to safeguard freshwater quality in a warming world.

Hypothesis-driven research on multiple stressors: An analytical framework for stressor interactions

Iris Madge Pimentel^{1,2}, Dania Albini³, Arne J. Beermann^{1,2}, Samuel J. Macaulay⁴, Florian Leese^{1,2}, Christoph D. Matthaei⁵, James A. Orr⁶, Jeremy J. Piggott⁷, Ralf B. Schäfer⁸

¹ Aquatic Ecosystem Research, University of Duisburg-Essen, Essen, Germany, ² Centre for Water and Environmental Research (ZWU), University of Duisburg-Essen, Essen, Germany, ³ Biosciences, University of Exeter, Exeter, United Kingdom, ⁴ Department of Biology, University of Oxford, Oxford, United Kingdom, ⁵ Department of Zoology, University of Otago, Dunedin, New Zealand, ⁶ School of the Environment, University of Queensland, Brisbane, Australia, ⁷ Zoology and Trinity Centre for the Environment, Trinity College Dublin, Ireland, ⁸ Ecotoxicology, University Duisburg-Essen, Essen, Germany

Freshwater ecosystems are exposed to a multitude of anthropogenic stressors, including warming, eutrophication and chemical pollution. As human impacts intensify, a mechanistic understanding of how stressors act individually and in combination is increasingly important for predicting ecological change and developing effective management strategies. This defines the central question of multiple-stressor research: **How can we predict the combined effect of two or more stressors from their individual effects?**

Several multiple-stressor null models have been proposed for this purpose, raising the question of which null model is appropriate for a given ecological scenario. Explicit assumptions about the mechanisms of the stressors' effects and the correlation between individual- or species-specific sensitivities towards the focal stressors can be used to guide this choice: According to the co-tolerance framework, the multiplicative null model is appropriate if no sensitivity-correlation is expected, while negatively or positively correlated sensitivities correspond to the additive or dominance null model, respectively.

The empirical evaluation of the chosen null model, for example with a full-factorial experiment, can determine whether combined stressor effects are stronger (synergistic) or weaker (antagonistic) than predicted. However, the statistical model and data transformations used to analyze the experiment can implicitly define how stressor effects are assumed to combine. This may result in a mismatch between the ecologically meaningful null model and the hypothesis that is tested statistically.

Here, I present a framework that separates **statistical model specification from null-model testing**.

Statistical models can first be selected and validated based on the properties of the data, while hypotheses about stressor interactions and null models are tested through post-estimation inference. This allows the analyst to evaluate alternative null models based on the same statistical model used to describe the data, therefore enabling multiple ecological hypotheses to be tested simultaneously.

We demonstrate the approach using empirical case studies covering different ecological responses and stressor combinations and evaluate its performance with data simulations. The results illustrate how post-estimation inference can provide a direct link between ecological theory and rigorous statistical inference. Beyond its statistical advantages, this framework has practical implications for freshwater management. By explicitly linking assumptions about stressor mechanisms to the evaluation of their combined effects, it can support more realistic assessments of cumulative impacts and improve predictions of ecological responses to changing environmental conditions. Ultimately, this supports the identification of stressors and stressor combinations that should be prioritized for mitigation and restoration.

Five decades of seasonal phytoplankton succession examined with principal traits – an approach linking composition to function

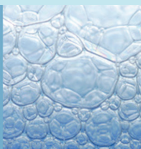
Anton Pranger, Sebastian Diehl and Frank Peeters

University of Konstanz

Phytoplankton have long been classified according to the stage of seasonal succession and to the nutrient status of systems where they are found. Based on this classification, phytoplankton succession has been reasonably well described in conceptual models such as the ones by Reynolds and later by the Plankton Ecology Group and its extensions. Yet, a truly mechanistic and predictive theory of phytoplankton succession would require rigorous consideration of how succession is mediated by the functional traits of a community's constituent species.

This objective has motivated the application of a trait-based perspective to phytoplankton communities. However, while traits can give insights into the function of a community, how function relates to the composition of a community can be ambiguous. For example, a given community weighted mean trait can potentially arise from widely differing mixtures of community members. Here we introduce an approach that establishes explicit, quantitative links between changes in community weighted mean traits and the underlying changes in community composition. To do so, we derive a metric – the “principal trait” – which relates community mean traits to principal component axes of community composition. Applied to nearly five decades of phytoplankton monitoring data from Lake Constance we show that this metric provides quantitative information on the relationship between changing environmental conditions and trait-based community function, yielding deep insights into trait-environment and trait-trait relationships that go far beyond conceptual models such as the PEG-model.

Lectures | Vorträge



Session A01

Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

A chemical landscape of fear drives genotype-specific diel vertical migration in *Daphnia*

Johanna Ahlers; Eric von Elert

Universität zu Köln, Institut für Zoologie

The “landscape of fear” describes the spatially and temporally varying predation risk perceived by prey, which until now could only be estimated indirectly from prey behavior or distribution. Here, we quantify it directly using a predator-derived chemical cue. We use the fish-derived bile salt 5 α -cyprinol sulfate (CPS), a kairomone inducing diel vertical migration (DVM) in *Daphnia*, to quantify perceived predation risk in situ. CPS concentrations were mapped across depth and time in Lake Klostersee, revealing strong seasonal and diel dynamics. Concentrations increased in summer and peaked near the thermocline, reflecting fish activity. Diel shifts in CPS distribution corresponded with vertical migration patterns of *Daphnia longispina*. Laboratory bioassays showed pronounced genotype-specific differences in CPS sensitivity, with DVM thresholds varying by more than an order of magnitude among coexisting genotypes. Linking these thresholds to field concentrations demonstrates that environmental variation in predator-derived chemical cues directly drives genotype-specific DVM. Our study provides a direct, chemical quantification of the landscape of fear and highlights how predator-released infochemicals structure prey movement in space and time. Incorporating intraspecific variation reveals an important mechanism underlying ecological dynamics in natural populations.

The Diet of Fish Matters: Untargeted Metabolomics Reveals the Drivers of DVM

Leonie Eberhard; Eric von Elert

University of Cologne / Institute of Zoology

In freshwater ecosystems, *Daphnia* species represent a key zooplankton genus linking primary production to higher trophic levels. *Daphnia* abundances are strongly regulated by predation pressure from fish. Over evolutionary time, *Daphnia* have evolved a diversity of inducible defense mechanisms to counteract this predation. Diel vertical migration (DVM) in *Daphnia* is the most prominent anti-predator defense in aquatic ecosystems. It is well known to be induced by fish-derived chemical cues (kairomones). Working with starved fish, we have recently identified the bile salt 5 α -cyprinol sulfate (CPS) as a key kairomone inducing DVM in *Daphnia*. However, when using freshly fed fish and DVM-bioassays, the release of the kairomone turns out to occur with *Daphnia* as prey but not with chironomid larvae as fish diet. Here, we combined biotest-guided fractionation with untargeted metabolomics to identify this novel kairomone released by roach (*Rutilus rutilus*) which were fed with *Daphnia*. Preliminary results from HPLC fractionation have revealed that fish fed with *Daphnia* release a kairomone which is different from CPS. This unknown, diet-dependent kairomone from fish fed with *Daphnia* is currently being investigated using untargeted metabolomics. Our preliminary results reveal that DVM in *Daphnia* is likely mediated by a more complex chemical landscape than previously assumed, involving additional diet-derived kairomones beyond CPS. This study highlights the power of untargeted metabolomics and bioassay-guided analysis for uncovering hidden infochemicals that shape predator-prey interactions in aquatic systems.

Clone-specific responses of *Daphnia magna* to mixed algal–cyanobacterial diets

Jay Shukla¹; Ina Streup²; Eric von Elert²

¹ Institute for Zoology, University of Cologne; ² University of Cologne

Cyanobacterial blooms are becoming more common in freshwater ecosystems and often reduce the nutritional quality of food available to zooplankton. In *Daphnia*, this is mainly linked to the low availability of essential lipids such as sterols and polyunsaturated fatty acids. At the same time, different clones within a population may not respond equally to poor food conditions, potentially contributing to variation in population structure and community dynamics.

In most cases, cyanobacteria occur in mixtures with algae and not as pure cyanobacterial blooms. Hence, the ecologically more relevant scenario is that *Daphnia* populations have to cope with mixtures of alga and cyanobacteria. In this project, we study how several *Daphnia magna* clones from a single population respond to mixed algal–cyanobacterial diets consisting of the green alga *Chlamydomonas reinhardtii* and the non-toxic cyanobacterium *Synechococcus elongatus*. Growth experiments and fatty acid analyses are used to examine whether clone-specific differences in performance are related to lipid allocation and nutritional limitation.

Preliminary results show clear differences among clones in their sensitivity to mixed cyanobacterial diets. While some clones maintain relatively high growth rates, others are strongly affected by reduced food quality. Current work combines growth measurements with fatty acid profiling (GC-FID) to examine whether clone-specific differences in performance are associated with differences in lipid composition and allocation under mixed food conditions.

The results will contribute to a better understanding of how nutritional food quality influences grazer physiology and may shape zooplankton dynamics in freshwater ecosystems under increasing cyanobacterial dominance. More broadly, this work highlights the importance of intraspecific variation for the ecology of aquatic communities under changing environmental conditions.

Competition and niche differentiation between two cryptic rotifer species

Julia Pawlak¹; Viktoriia Radchuk²; Ralph Tiedemann¹; Guntram Weithoff¹

¹ Universität Potsdam; ² Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research (IZW), Berlin, Germany

Understanding coexistence between species is a central goal in community ecology. In particular, species of cryptic species complexes that often occur in the same habitats and are morphologically almost identical are interesting subjects for the study of eco-evolutionary processes. In this study, we aimed to detect the underlying mechanism of the coexistence of two rotifer species that belong to the same species complex but differ in their temperature tolerance: *Brachionus calyciflorus* (heat-tolerant) and *B. fernandoi* (heat-sensitive). First, we used two clones of *B. calyciflorus*, with different reproductive modes (exclusively asexual, potentially sexual), and one clone of *B. fernandoi* (potentially sexual). To test whether the heat-sensitive species was superior to the heat-tolerant species at low temperatures, we conducted two experiments at temperatures of 12, 15, 18, and 20°C. We found that both heat-tolerant *B. calyciflorus* clones developed higher population densities than *B. fernandoi* at almost all temperatures, and that *B. fernandoi* was partially excluded when competing with the exclusively asexually reproducing *B. calyciflorus* clone. In the second experiment, we assessed the propensity for sexual reproduction and found an overall higher investment in sexual reproduction in *B. calyciflorus* compared to *B. fernandoi*. In a third experiment, we investigated the hatching pattern of diapausing eggs of the two species using a dynamic temperature regime and found that *B. calyciflorus* diapausing eggs only hatched at temperatures between 15 and 25°C, while *B. fernandoi* diapausing eggs hatched between 5 and 15°C. We conclude that the overall superiority of *B. calyciflorus* over *B. fernandoi* is avoided by niche differentiation in the temperature-dependent hatching of diapausing eggs and that *B. fernandoi* can therefore establish populations in the early months of the year when *B. calyciflorus* is not present, resulting in competition avoidance. Our results suggest that different temperature-dependent responses in growth, mixis induction, and hatching act as stabilizing mechanisms facilitating the coexistence of our two species and that these life history differences are one mechanism to enable species coexistence.

So similar, so different – genetic and ecological speciation in the *Brachionus calyciflorus* species complex

Guntram Weithoff

Universität Potsdam

Brachionus calyciflorus is among the best studied rotifers with a cosmopolitan distribution. In the past, its morphological variability was regarded as intraspecific variation and only recently four different species, previously identified as *B. calyciflorus*, were assigned. In the following, we studied two of those, *B. calyciflorus* s. str. and *B. fernandoi* in detail. We found a clear separation of the two species in their upper temperature limit, with *B. calyciflorus* being heat tolerant and *B. fernandoi* being heat sensitive. These differences were underlined by further life history experiments and transcriptomic analyses after imposing heat stress. Overall, in heat sensitive *B. fernandoi*, heat shock proteins (hsp) were upregulated at high temperatures opposed to downregulation in heat tolerant *B. calyciflorus*. On the genomic level, interspecific sequence variation in the HSP 40 kDa was found located in protein binding regions, potentially a sign of adaptive diversification. In addition, both species also exhibit differences in reproduction and hatching at low temperatures. As a key feature enabling to survive unfavourable conditions is the switch to sexual reproduction (mixis) and the production of resting eggs, typically triggered by population density. For the two species, food type (i.e. algal species) also triggers the switch to sexual reproduction: In particular, in *B. fernandoi*, cryptophyte food leads reliable to mixis, whereas the green alga *Monoraphidium minutum* substantially lowers the mixis ratio. Taking all these results together, the two study species differ in many aspects, both in genetics and ecology demonstrating that in this species complex speciation is far more progressed than the morphology suggests.

Nanobenthology of brackish waters – Extreme molecular and morphological diversity of nanofauna in the southern Baltic

Hartmut Arndt; Maria Sachs; Manon Dünn; Julian Wagenhofer; Anja Scherwaß

Universität zu Köln

In classical brackish water ecology, the diversity of microbial eukaryotes has been almost entirely overlooked in the past. Although Remane's concept of the "Horohalinicum"—which posits that brackish waters are particularly species-poor habitats compared to freshwater and marine communities—may hold true for metazoans, protists might demonstrate the opposite—or at least exhibit a high diversity that has been scarcely studied to date. As part of our intensive investigations of the southern Baltic Sea between the Fehmarn Belt and the Oder Bank, we examined the abundance, biomass, and morphological and molecular diversity of benthic nanoprotists in the size range of 1–20 µm. Up to 75% of all heterotrophic protist species examined in detail were previously unknown to science; new genera were even discovered. One must expect > 500 species per square decimeter. In various regions of the southern Baltic Sea, high specificity and low overlap in community composition were observed. Many species/genotypes are potentially endemic to the brackish waters of the Baltic Sea. The presentation aims to highlight the necessity of studying this smallest fraction of eukaryotes in sediments, as illustrated here using the example of brackish water habitats.

Überblick über die Mikroalgenflora Deutschlands

Wolf-Henning Kusber; Nélida Abarca; Jonas Zimmermann

Freie Universität Berlin

Seit dem frühen 19. Jahrhundert werden Funde von Mikroalgen aus Deutschland dokumentiert und publiziert. Checklisten, publizierte Fundlisten und Datenbankeinträge bieten heute einen umfangreichen Überblick über Taxa und Namen, die in floristischen, ökologischen und angewandten Kontexten verwendet werden. Die Qualität dieser Angaben ist jedoch heterogen: Viele dieser Daten sind verlässlich, andere sind durch Fehlbestimmungen, taxonomische Fehlinterpretationen oder unkritisch übernommene Altdaten bis heute mitgeführt worden.

In diesem Beitrag wird die Plausibilität solchen Daten in den Mittelpunkt gestellt. Vor dem Hintergrund moderner methodische Möglichkeiten und der zentralen Rolle von Forschungssammlungen wird diskutiert, anhand welcher Kriterien Mikroalgen nachweise bereits heute überprüft und bewertet werden können. Dazu gehören unter anderem taxonomische Aktualität, ökologische und geographische Plausibilität, historische Quellenlage sowie die Verfügbarkeit von Belegmaterial, Abbildungen oder weiteren überprüfbaren Daten.

Anhand ausgewählter Beispiele wird gezeigt, wie historische und aktuelle Nachweise bewertet und für zukünftige Dateninfrastrukturen nutzbar gemacht werden können. Ziel ist es, Wege zu einer höheren Datentransparenz aufzuzeigen, um dadurch die Nachnutzung von Mikroalgendaten in Forschung, Monitoring und angewandter Gewässerbewertung zu verbessern.

Erfassung einer metalimnischen Planktothrix-Blüte – wie kombinierte Monitoringansätze neue Einblicke ermöglichen

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

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

Oberflächengewässer stellen eine wichtige Ressource für die Trinkwasserversorgung dar. Im Zuge des Klimawandels verändern sich jedoch die Bedingungen in Seen und Talsperren zunehmend und begünstigen die Ausbreitung toxinbildender Cyanobakterien. Insbesondere die Art *Planktothrix rubescens* kann aufgrund ihrer bevorzugten Vermehrung im Metalimnion lange unentdeckt bleiben und dadurch eine Herausforderung für das Gewässermonitoring darstellen.

Im September 2025 wurde in der Wahnachtalsperre eine deutliche Zunahme von *Planktothrix rubescens* im Metalimnion beobachtet. Zur Erfassung und Bewertung der Blüte wurden verschiedene Monitoringansätze kombiniert. Neben Tiefenprofilmessungen mittels Fluoreszenzsonden kamen Mikroskopie, qPCR-Analysen, Durchflussszytometrie, sowie Mikrobiom-Analysen zur Erfassung der mikrobiellen Diversität zum Einsatz.

Die Ergebnisse zeigen, dass die einzelnen Methoden unterschiedliche Aspekte der Blütenentwicklung erfassen und sich in ihrer Aussagekraft ergänzen. Sensorsysteme ermöglichen eine zeitnahe Erkennung von Veränderungen, während molekularbiologische Verfahren detaillierte Informationen zur Zusammensetzung und Dynamik der Cyanobakteriengemeinschaft sowie des Toxinbildungspotenzials liefern. Während in oberflächennahen Wasserschichten v.a. *Synechococcales* vorkommen, dominiert *Planktothrix rubescens* ab einer Wassertiefe von ca. 12 m. Diversitätsindizes zeigen gegenläufige Muster für Cyanobakterien und die gesamte mikrobielle Gemeinschaft. Die Cyanobakteriendiversität war in oberflächennahen Wasserschichten am stärksten ausgeprägt, wohingegen die Diversität der gesamten bakteriellen Gemeinschaft mit zunehmender Wassertiefe anstieg.

Neben den Einflüssen der Cyanobakterienblüte auf die Biodiversität der aquatischen mikrobiellen Gemeinschaft diskutiert der Beitrag auch wie sich unterschiedliche Verfahren eines multimethodischen Monitorings für die Überwachung von Cyanobakterien in Trinkwasserressourcen sinnvoll nutzen lassen.

Monitoring river ecosystems across space and time: biodiversity genomics under the climate emergency

Philipp Schiffer¹; Ann-Marie Waldvogel²

¹ University of Cologne; ² Technische Universität München

Rivers are among the most diverse and most threatened ecosystems on Earth. Under the climate emergency, freshwater communities face accelerating pressures.

They also offer a unique opportunity for eco-evolutionary research: from alpine headwaters to lowland floodplains each river system is a continuous transect across vast distances and ecozones. Organismal communities along this gradient shift with season and harbour species whose ecological roles and evolutionary trajectories remain unknown. Capturing them demands genomic monitoring that moves with the ecosystem: sampling across space, resampling through time, and generating data in the field to track ecological change as it happens.

At the Biodiversity Genomics Center Cologne (BioC2) we build methods and infrastructure for continuous biodiversity genomics in Germany and abroad. Reference initiatives such as the Darwin Tree of Life provide invaluable but static baselines, to which BioC2 contributes chromosome-level assemblies, e.g. already including freshwater microalgae and the alien goby now invading the Rhine. We use eDNA metabarcoding to inventory species, but go further: we sequence whole communities by metagenomics and metatranscriptomics, including on site with portable Oxford Nanopore (ONT) devices.

Our metagenomic assays capture the collective gene content — the functional potential — of entire communities and metatranscriptomics reports the genes and pathways they express at the moment of sampling. Together we obtain a dynamic, functional picture of ecosystem state, far beyond what species inventories or static genomes can show.

We are establishing this on the Rhine and around Cologne, and on the Kavango and ephemeral Kuiseb rivers in Namibia — sequencing in the field with the University of Namibia, where our international workshops train students hands-on in portable genomic monitoring.

From these foundations we are building a Germany-wide, globally connected biodiversity genomics network for inland waters: a reference-genome backbone that turns whole-community metagenomes and metatranscriptomes into species- and function-resolved data; portable, standardised workflows any laboratory can run, even in remote areas; and open data for all. The aim is to make functional genomic biomonitoring routine — for Water Framework Directive assessment, early warning of invasive neobiota, and science-based water management under the climate emergency.

Parallel Streamside and Laboratory Flume Experiments for Mechanistic Ecosystem Research

Johannes Werner; Patrick Fink

University of Cologne, Institute of Zoology

Stream and river ecosystems are highly dynamic environments characterized by continuous spatial and temporal variability driven by hydrological processes, biotic interactions, and anthropogenic pressures. This complexity makes it difficult to disentangle the relative importance of individual stressors and to identify the mechanisms governing ecosystem responses. Existing approaches often fall at opposite ends of a trade-off: field studies capture ecological realism but offer limited experimental control, whereas laboratory experiments provide mechanistic precision at the cost of environmental relevance.

Here, we present a parallel experimental platform consisting of (i) a streamside mesocosm system located at the River Rhine that enables semi-natural experimental conditions, and (ii) a controlled laboratory flume system supplied with Rhine water. Both platforms employ comparable flume designs, enabling experimental comparison between semi-natural and laboratory conditions.

This dual approach combines ecological realism with experimental control and enables mechanistic investigations of processes such as biofilm development, nutrient dynamics, community interactions, and ecosystem resilience under varying flow conditions. Preliminary experiments across different flow regimes and at high spatial resolution demonstrate the technical feasibility of both systems and illustrate their potential to resolve fine-scale spatial heterogeneity in ecosystem processes across semi-natural and laboratory conditions. Together, these systems provide a promising infrastructure for future experiments addressing local-scale ecosystem processes in flowing waters.

Ökologische Funktion von Süßwassermuschelschalen für die Makroinvertebraten Gemeinschaft

Marie von Wesendonk¹; Joachim Pander¹; Małgorzata Ożgo²; Jürgen Geist¹

¹ Technische Universität München, Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie, Mühlenweg 22, D-85354 Freising, Deutschland; ² Kazimierz Wielki Universität, Lehrstuhl für Evolutionsbiologie, Ossolińskich 12, 85-064 Bydgoszcz, Polen

Die ökologischen Funktionen von lebenden Süßwassermuscheln sind gut charakterisiert, ebenso ihre Rolle bei der Förderung der Makroinvertebraten Gemeinschaft. Hingegen ist die funktionelle Rolle der Schalen verstorbener Süßwassermuschel als Habitat für andere Arten weitestgehend unklar. Ein umfassendes Verständnis artspezifischer ökologischer Funktionen bildet jedoch eine entscheidende Grundlage für wirksame Naturschutz- und Ökosystemmanagementstrategien. Aufbauend auf Forschungsergebnissen aus marinen Ökosystemen stellten wir die Hypothese auf, dass Muschelschalen die Struktur des Flussbetts durch die Bereitstellung vielfältiger Mikrohabitate, insbesondere für Makroinvertebraten, anreichern. Wir führten ein Freilandexperiment durch, in dem Schalen einheimischer Süßwassermuschelarten (*Margaritifera margaritifera*, *Unio crassus*, *Anodonta spp.*) in drei Muschelbächen mittels Drahtkörbe exponiert wurden. Als Referenz der Besiedlungsrate der Makroinvertebraten dienten Körbe ohne Schalen. In jedem Gewässer konnte ein Effekt der Muschelschalen beobachtet werden. Obwohl insgesamt die Unterschiede zwischen Gewässern und Jahreszeiten den Effekt der Exposition von Muschelschalen auf Gemeinschaftsebene der Makroinvertebraten übertrafen, zeigte sich ein positiver Trend zu einer höheren Abundanz von Prädatoren und Filtrierern in Körben mit Muschelschalen. Bemerkenswert war ein klar positiver Effekt der Muschelschalen auf bestimmte Arten, wie die beiden Flusskrebsarten *Astacus astacus* und *Pacifastacus leniusculus*. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass tote Schalen wichtige Mikrohabitatfunktionen haben, sofern ein Schwellenwert des Schalenvolumens ($>0,1 \text{ m}^2$ Schalenoberfläche bei einem Oberflächenverhältnis von 1,6 Schalenoberfläche/Flussbett) überschritten wird. Leerschalen sollten daher in aquatischen Ökosystemen verbleiben. Darüber hinaus können Muschelschalen zur Förderung von Zielarten des Naturschutzes, wie Flusskrebsen, eingesetzt werden.

Invasive Grundeln (Gobiidae) als Wirtsfische für heimische Süßwassermuscheln (Unionidae) in Altarmen der Donau in Österreich

Tobias Leister¹; Paul Meulenbroek¹; Harald Ahnelt²

¹ BOKU University Vienna; ² Universität Wien (Vienna)

Süßwassermuscheln (Unionidae) zählen weltweit zu den am stärksten bedrohten Tiergruppen in Süßwasserökosystemen. Ihr komplexer Lebenszyklus umfasst ein parasitisches Larvenstadium (Glochidium), das die Anheftung an einen geeigneten Fischwirt erfordert. Im oberen Donau-einzugsgebiet kommen einheimische und nicht-einheimische Unioniden gemeinsam mit invasiven Grundelarten (Gobiidae) vor, ihre ökologischen Interaktionen sind jedoch bislang nur unzureichend untersucht. Diese Studie analysierte zeitliche, räumliche, anatomische und genetische Muster von Glochidien auf vier invasiven Grundelarten im Nationalpark Donau-Auen (Österreich): *Babka gymnotrachelus*, *Neogobius melanostomus*, *Ponticola kessleri* und *Proterorhinus semilunaris*. Zwischen März und Mitte Juni 2025 wurden an vier Altarmstandorten 822 Grundeln auf Glochidienbefall untersucht; zusätzlich wurden die Anheftungsstellen an verschiedenen Körperregionen erfasst und 245 Glochidien mittels DNA-Barcoding des mitochondrialen COI-Gens identifiziert. Die Gesamtprevalenz betrug 61,9 % und variierte deutlich räumlich und zeitlich, mit einem Maximum im Mai. *P. semilunaris* und *N. melanostomus* wiesen die höchsten Befallsraten auf, während Körpergröße und Geschlecht keinen signifikanten Einfluss auf die Glochidienlast hatten. Glochidien waren überwiegend an den Flossen, insbesondere an Brust- und Bauchflossen, und seltener an den Kiemen angeheftet. Das DNA-Barcoding identifizierte vier Unioniden-Arten: die invasive *Sinanodonta woodiana* sowie die einheimischen *Anodonta anatina*, *A. cygnea* und *Unio tumidus*. *S. woodiana* dominierte den Datensatz und wurde auf allen Grundelarten über den gesamten Probenahmezeitraum nachgewiesen, während einheimische Arten nur vereinzelt, vor allem im Frühjahr, auftraten. Die Ergebnisse zeigen, dass invasive Grundeln im oberen Donauraum häufig als Wirte für Unioniden-Glochidien fungieren. Ob sie jedoch die erfolgreiche Metamorphose einheimischer Muscheln ermöglichen, bleibt offen.

Von Daten zu Handlungsempfehlungen: Gebietsfremde Wasserschildkröten als Modell für evidenzbasiertes Management von Neozoen

Johannes Meka¹; Johannes Penner²; Melita Vamberger³

¹ Senckenberg Biodiversity and Climate Research Centre (SBiK-F), Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung; ² University of Freiburg; ³ Senckenberg – Leibniz Institution for Biodiversity and Earth System Research

Das Management gebietsfremder Arten benötigt Daten, die zwischen bloßem Vorkommen, Etablierung und ökologischer Wirkung unterscheiden. Ein geeignetes Modell dafür sind gebietsfremde Wasserschildkröten: In Deutschland wurden bisher 14 nicht heimische Arten nachgewiesen (Schloddarick et al. 2026), und für drei von ihnen, *Trachemys scripta*, *Pseudemys concinna* und *Graptemys pseudogeographica*, ist eine erfolgreiche Reproduktion belegt (Tietz et al. 2023). Für viele Vorkommen bleibt jedoch unklar, welche trophischen Effekte die Schildkröten dort verursachen und ob Parasiten oder andere Krankheitserreger in Gewässergemeinschaften durch sie begünstigt werden oder sogar negative Folgen für die heimische Fauna und Flora haben. Managemententscheidungen beruhen daher häufig auf allgemeinen Risikoeinschätzungen statt auf standortspezifischer Evidenz. Im Projekt AquaSchild untersuchen wir an kontrastierenden Gewässern in Baden-Württemberg, urban geprägte künstliche und naturschutzfachlich relevante Seen, über welche Wirkungspfade gebietsfremde Wasserschildkröten ökologisch und damit naturschutzrelevant werden können. Wir erfassen Schildkröten standardisiert, dokumentieren Art, biometrische Daten und gewinnen Blut- und Kotproben sowie Abstriche. DNA-Metabarcoding von Kotproben zeigt, ob naturschutzfachlich relevante Arten in der Nahrung nachweisbar sind und mit welcher Nachweishäufigkeit sie in den Proben auftreten. Parallel werden potenzielle Parasiten und Krankheitserreger erfasst, die auf heimische Arten wie die Europäische Sumpfschildkröte, *Emys orbicularis*, oder andere aquatische und semiaquatische Tiere übertragen werden könnten. Passive eDNA-Proben charakterisieren die lokale Ressourcengemeinschaft (Werner et al. 2026). Die eDNA-Baseline bildet die lokale Ressourcengemeinschaft ab und ermöglicht so die Einordnung des Nahrungsspektrums. AquaSchild liefert damit einen übertragbaren Workflow, um standortspezifische Daten zu ökologischen Wirkungspfaden gebietsfremder Arten zu erzeugen und in evidenzbasiertes Neobiota-Management für Gewässer zu übersetzen.

Zielfischbestände für die Europäische Äsche: Ein Werkzeug zur Bewertung des Erhaltungszustandes

Maren Paulmann; Carola Winkelmann

Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Seit Mitte der 1980er Jahre gehen die Bestände der Europäischen Äsche (*Thymallus thymallus*) stark zurück. Gründe hierfür sind Verschmutzung, anthropogene Überprägung, Klimawandel und Prädationsdruck durch den Kormoran. Namensgebend für die Äschenregion und einst die häufigste Fischart in geeigneten Gewässerabschnitten, befindet sich die Äsche heute auf einem sehr niedrigen Populationsniveau trotz großer Anstrengungen im Gewässerschutz. Europäische Mitgliedstaaten haben Berichtspflichten zum Erhaltungszustand der Äsche, die in Anhang V der FFH-Richtlinie gelistet ist. Der Erhaltungszustand wird anhand der Faktoren Verbreitungsgebiet, Population, Habitatqualität und Zukunftsaussichten bewertet. Unklar ist jedoch, wie die aktuell häufig beobachteten niedrigen Populationsdichten einzuordnen sind. Denn nicht die Größe einer Population allein, sondern die langfristige Überlebensfähigkeit der Population ist entscheidend für den Erhaltungszustand.

Im Rahmen der Studie wurde eine Methode entwickelt, die die theoretische Mindestgröße für Äschenpopulationen anhand literaturbasierter Fertilitäts- und Überlebensraten für ein Überleben mit einer Wahrscheinlichkeit von 99 % über 100 Jahre berechnet. Unter der Annahme, dass eine Population bei vorherrschenden Stressoren größer sein muss, um Reduktionen in den Fertilitäts- und Überlebensraten auszugleichen, wurde die benötigte Populationsgröße für 720 verschiedene Kombinationen aus den Stressoren Abflussregime, Temperatur, Kolmation, Strukturdegradation, Prädation und Angeldruck berechnet. Das Modell ermöglicht, die benötigte Populationsgröße (Anzahl von Individuen) für ein bestimmtes Gewässer unter den vorherrschenden Stressoren zu berechnen. Die Ergebnisse zeigen, dass Prädation, Abflussregime und Temperatur einen starken Einfluss auf die benötigte Populationsgröße haben. Um den Zielfischbestand für ein Gewässer zu berechnen, wird die benötigte Populationsgröße durch das verfügbare Habitat geteilt. Der Haupttreiber für den Zielfischbestand ist die Habitatgröße und Durchwanderbarkeit.

Durch den Vergleich von Zielfischbestand und Äschendichte aus Befischungsdaten stellt diese Methode ein Werkzeug zur Einordnung von Befischungsdaten dar. Sie kann lokale Akteure bei der Bewertung des Erhaltungszustandes für die Faktoren Population und Habitat unterstützen und wirft die Frage auf: Wie steht es, den Blick auf Deutschland gerichtet, um die Äsche?

Reconnection of an antecedently dry meander initially enhances macroinvertebrate communities in a sandy-bottom, lowland stream

Janine Rüegg; Marie Schreiber; Tarn Preet Parmar; Dominik Martin-Creuzburg

Brandenburgische Technische Universität (BTU) Cottbus-Senftenberg

Stream ecosystems have undergone many anthropogenic changes such as channelization where meanders have been cut off, resulting in increased erosion, channel incision, and a disconnection of flood plain from river. Restoration efforts now aim to elevate stream beds and reconnect meanders to raise groundwater levels and reconnect flood plain forests. Such efforts may not only benefit terrestrial ecosystem but also instream organisms such as benthic macroinvertebrates through the creation of new habitat. In this study, we evaluated a newly excavated and reconnected meander of the Dahme River (Brandenburg, Germany) and compared the macroinvertebrate communities with those of an existing, never straightened meander one year (2024) and three years (2026) post-flow resumption as well as monitoring data from the river section in terms of macroinvertebrate richness, abundance and biomass as well as community assemblage. Both reaches were sampled according to the Perloides multi-habitat approach, collecting 10 individual samples per meander, and sampling three times within each year (May through Jun). Macroinvertebrate richness and abundance were significantly higher in the reconnected meander compared to the existing meander one-year-post, but overall lower and more similar three-years-post. Macroinvertebrate biomass was not significantly different among the meanders. While community assemblages differed among meanders, temporal differences among months were more pronounced than spatial differences among meanders. For example, one-year-post, Simuliidae were more dominant in the reconnected meander, likely due to the created gravel habitat, but these differences were only evident in April due to emergence before the May sampling. Similarly, spatio-temporal effect of life cycles one-year-post show a dominance of smaller individuals in the reconnected meander, while the existing meander supported larger organisms, such as Odonata and Trichoptera and recruitment in May with the appearance of many smaller organisms. Overall, while the restoration efforts were deemed successful in increasing habitat heterogeneity and initially increased richness and abundance and thus supporting a productive community, neither meander would be classified as having a good ecological status. Our findings suggest that further management strategies and continued efforts are required to enhance ecological diversity, long-term ecosystem stability, and achieve a good ecological status.

Hidden Diversity, Hidden Risks: A Comparative Study of Cadmium Toxicity Within the Cryptic *Gammarus fossarum* Complex.

Leonie Georg; Jonas Jourdan

Goethe University Frankfurt

Research on cryptic species has increased exponentially over the past decades due to modern genetic and molecular analyses revealing numerous cryptic species complexes. Despite this progress, ecotoxicological aspects like chemical resistance and sensitivity, remain largely overlooked within these groups. Unintentional use of cryptic species in ecotoxicological assessments is highly relevant, as ignoring their existence can lead to misinterpretation of ecotoxicological data.

Individuals of the amphipod species complex *Gammarus fossarum* are widely used in ecotoxicological tests and assessments. More than two decades ago, three cryptic lineages (A, B and C) were identified in German populations of *G. fossarum*, which diverged more than 17 million years ago. However, many contemporary ecological and ecotoxicological studies still overlook these differences and treat them as a single entity.

To understand and explain potential physiological differences observed among deeply divergent cryptic species complexes, naturally occurring substances such as cadmium—which have exerted long-term selective pressure—serve as well-suited models for uncovering tolerance variations across these lineages.

We assessed cadmium toxicity in multiple populations of lineages A, B and C of the cryptic *G. fossarum* complex using LC50 values from 96-h acute toxicity tests. The individuals are exposed to selected cadmium concentrations under controlled laboratory conditions to compare toxicity among populations and lineages. Together with analyses of cadmium concentrations in water and sediment, we aim to identify population- and lineage-specific differences in cadmium sensitivity and contribute to the ecotoxicological decryption of the complex.

Preliminary results tend to indicate up to a fivefold difference in tolerance thresholds. Crucially, this variation occurs within individual lineages, suggesting potential physiological differentiation among distinct populations inside the species complex. Whether this differentiation can be linked to local environmental variables remains to be elucidated and highlights the need to better understand localized population dynamics in ecotoxicological contexts.

Session A02

Extremereignisse und globaler Wandel / Extreme events and global change

Assessing extreme event impacts on drinking-water quality using interchangeable one-dimensional and three-dimensional reservoir models

Muhammed Shikhani¹; Jorrit Mesman²; Annika Künne³; Lorenz Jackson⁴; Tom Shatwell⁵

¹ Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe (TH-OWL); ² Uppsala University; ³ Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz; ⁴ Thüringer Fernwasserversorgung; ⁵ Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

Climate change impacts lakes and reservoirs through gradual long-term trends but also through an increasing frequency and intensity of extreme events such as floods and heatwaves, that pose management challenges for drinking-water operators. Long-term projections of reservoir water quality typically rely on one-dimensional models, which resolve vertical dynamics efficiently but cannot capture the spatial fingerprint of such events. In reservoirs, different inflows carry different water-quality signatures, and a one-dimensional model lumps them together.

Within the MEWS project (Water4All), we address this at the Ohra Reservoir (Thüringen), a 50 m deep reservoir providing 400,000 people with drinking water. A coupled catchment–lake model chain using a one-dimensional model first scans for periods of interest across long-term historical and future simulations. The workflow can then be switched to a three-dimensional model for spatially resolved snapshots of simulation of targeted events, while preserving biogeochemical consistency across both model dimensions.

Early results demonstrate the ability of the three-dimensional setup to resolve patterns in temperature, oxygen, and chlorophyll during extreme events that remain invisible to the one-dimensional approach. The combined workflow offers a practical framework for event-focused water-quality assessment in drinking-water reservoirs.

The IGB LakeLab: a unique large-scale experimental enclosure facility enabling studies of extreme weather impact on lake phytoplankton dynamics

Stella A. Berger¹; Gülce Yalçın¹; Charlotte Schampera¹; Damien Boetsch²; Mohammad Hassan Ranjbar³; Anne Lyche Solheim⁴; Michele Burford³; David P. Hamilton³; Mark O. Gessner¹; Sabine Wollrab¹; Hans-Peter Grossart¹; Jens C. Nejstgaard¹

¹ Department of Plankton and Microbial Ecology, Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB), Stechlin, Germany; ² University of Clermont Auvergne; ³ Griffith University, Australian Rivers Institute; ⁴ NIVA (Norwegian Institute for Water Research)

Climate change increases the frequency of extreme weather events such as heavy rain falls and storms, which enhances material loading into rivers and lakes, in turn often resulting in eutrophication and browning of lakes. Summer storms also disrupt the thermal stratification of deep lakes, thereby altering light, temperature and nutrient conditions, all of which regulate phytoplankton growth and biomass. Specifically, metalimnetic phytoplankton populations may react to storm-induced deep mixing in form of persistent surface blooms and/or increased toxin production after disturbance. The response likely depends on the initial phytoplankton community and its vertical distribution before disturbance. To assess the impacts of extreme weather events on phytoplankton dynamics, we conducted several large-scale enclosure experiments in the unique IGB LakeLab facility deployed in Lake Stechlin, NE-Germany, enabling ecosystem-scale manipulations under near-natural conditions. Experimentally simulated storm-induced deep mixing, nutrient and cDOM loading altered phytoplankton composition and provoked changes in lake ecosystem processes. Initial phytoplankton composition was crucial for ecosystem responses to disturbance. Communities dominated by filamentous cyanobacteria *Dolichospermum* formed surface blooms after deep mixing events in clear and nutrient-enriched enclosures. Further, microcystin concentrations increased by upwelling of metalimnetic *Planktothrix rubescens* populations. Browning, however, counteracted the stimulating effect of nutrients and caused a shift from phototrophic *Dolichospermum* to mixotrophic cryptophytes. In LakeLab experiments with an initial phytoplankton community dominated by filamentous cyanobacteria *P. rubescens* in the metalimnion, a simulated deep mixing event greatly affected the vertical distribution of *P. rubescens* and the microcystin concentrations. The results of multiple LakeLab experiments highlight the sensitivity of metalimnetic phytoplankton populations to climate-related extreme weather events and the importance of initial species composition. Enclosure experiments offer a mechanistic understanding of multiple stressor impacts on aquatic ecosystems and provide critical input for lake management, specifically dealing with toxin risks in stratified clear-water lakes. Enclosure experiments also offer tests of mitigation efforts and nature-based solutions to support solution-oriented science for sustainable freshwater ecosystems.

Langjährige Betrachtung der chemisch-physikalischen Gewässergüteparameter in der Tideelbe zwischen 2000 – 2025

Steffen Hackbusch¹; Annette Kock²; Rene Schwartz¹; Ulrich Wiegel³

¹Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft Hamburg, ²LfU SH; ³NLWKN Niedersachsen

Neben den natürlichen, ästuartypischen Einflüssen ist die Tideelbe zwischen der Staustufe Geesthacht (Elbe-km 585,5) und der Nordsee (Elbe-km 757) in hohem Maße anthropogen überprägt. Die physikalisch-chemischen Bedingungen werden daher nicht ausschließlich durch das Tidegeschehen und den Zustrom aus dem Oberlauf bestimmt, sondern zusätzlich von vielfältigen menschlichen Einflussfaktoren überlagert. Hierzu zählen insbesondere die Nutzung und Unterhaltung der Wasserstraße im Umfeld eines der größten Häfen Europas.

Die sechs jährlich durchgeführten Längsprofile entlang des gesamten Elbeästuars stellen einen wesentlichen Bestandteil des länderübergreifenden Koordinierten Elbemessprogramms (KEMP) der Flussgebietsgemeinschaft Elbe (FGG Elbe) dar. Das Monitoring mittels Hubschrauberbefliegung ermöglicht die Beprobung von 36 Stationen nahezu zum gleichen Zeitpunkt im Tidezyklus (TNW +/- 2h). Die erhobenen Daten liefern eine belastbare Grundlage zur Identifikation langfristiger Trends und leisten zugleich einen wichtigen Beitrag zum Systemverständnis der Tideelbe.

In diesem Beitrag werden ausgewählte Phänomene und langjährige Entwicklungen der physikalisch-chemischen Gewässergüteparameter der Tideelbe vorgestellt. Im Fokus stehen dabei die saisonal stark variierende Verteilung des gelösten Sauerstoffs, die Ausbildung einer Trübungszone beim Zusammentreffen von Süß- und Meerwasser sowie die Lage der Brackwassergrenze, die insbesondere für die Nutzung des Wassers zu Bewässerungszwecken von Bedeutung ist.

The impact of an extreme flood on the fish fauna of an anthropogenically altered river: Dynamics after the 2021 flood event in the Ahr valley

Sophia Sonak; Stefan Stoll

Hochschule Trier (UCB)

Rivers are characterised by hydrological variability and riverine fish are eco-evolutionary adapted. However, it is unclear to what extent these adaptations can still be effective in anthropogenically reshaped rivers under extreme conditions.

We assessed the impacts of the 2021 extreme flood in the Ahr river on fish assemblages, and their subsequent population development. Using electrofishing data from 2017 to 2025, we analysed species-specific responses to the flood, in relation to ecological traits and life history strategies. In addition, aerial images were evaluated to quantify changes in river width and vegetation cover before, immediately after and two years after the flood.

Directly after the flood, we recorded no species losses and even population declines only occurred significantly in 3 out of 14 species, predominantly with large maximum body length. The species reaction to the flood could be grouped into three distinct clusters. Short-term winners, with transient population increases in the first three years after the flood, were predominantly periodic species. Species characterised by an equilibrium life history strategy, low toxicity tolerance and cold-stenothermy experienced declines. Longer-term winners, with pronounced population increases from 2024 onwards, were opportunistic and periodic, warm-eurythermic species with higher toxicity tolerance. Aerial image analysis revealed a significant reduction in vegetation cover immediately after the flood, accompanied by channel widening.

Our results reinforce the contention that species are well adapted to extreme events, even in anthropogenically altered rivers. In addition, our results suggest that the morphological and anthropogenic changes in habitat structure following the flood had a greater impact on the fish community than the flood itself.

Auswirkungen extremer Trockenheit auf epilithische Biofilme in saisonalen Karstflüssen: Eine Langzeitstudie über drei Flussabschnitte

Andrea Burfeid Castellanos

Universität Duisburg-Essen

Saisonale Flüsse in feuchten, gemäßigten Klimazonen sind dynamische Ökosysteme, die sich durch regelmäßige hydrologische Zyklen auszeichnen. Diese natürlichen Schwankungen haben zu einer Anpassung von Mikroorganismen, insbesondere epilithischen Diatomeen, an intermittierendes Fließen geführt. Der Klimawandel verstärkt jedoch die Häufigkeit und Intensität extremer Dürreperioden, was die natürlichen Anpassungsmechanismen überfordert. In dieser Studie untersuchen wir die Auswirkungen wiederholter Trockenheit auf epilithische Biofilme an drei saisonalen Karstflüssen über einen Zeitraum von 2020 bis 2026, die Langzeitstudie wird fortgeführt. Mittels einer langfristigen Zeitreihe analysieren wir sowohl die taxonomische Zusammensetzung als auch funktionelle Eigenschaften der Diatomeenpopulationen. Die Ergebnisse zeigen, dass extreme Dürreperioden 2022 und 2025 zu einer signifikanten Verarmung endemischer Arten führten, was auf einen Verlust der Biodiversität hinweist. Zwischen den Dürrephasen zeigte sich eine teilweise Erholung der Biofilm-Community, jedoch war die zweite Wiederherstellung bei Flüssen mit anthropogenen Beeinträchtigungen – insbesondere durch veränderte Hydrologie und erhöhte Nährstoffkonzentrationen – deutlich eingeschränkt. Diese Flüsse zeigten eine verstärkte Terrestrisierung des Mikrohabitat, was die Rückkehr zu einem aquatischen Zustand erschwerte. Zudem war die Wirkung der Befeuchtung nach der zweiten Dürreperiode geringer ausgeprägt als nach der ersten, was auf eine mögliche irreversible Veränderung der Ökosystemstruktur hindeutet. Unsere Befunde belegen, dass selbst saisonal fließende Flüsse, die evolutionär an intermittierendes Wasserfließen angepasst sind, unter den zunehmenden Belastungen des Klimawandels leiden. Die wiederholte Trockenheit überfordert ihre Resilienz, insbesondere wenn anthropogene Störungen hinzukommen. Dies legt nahe, dass ganzjährig fließende Flüsse – die bereits empfindlicher auf hydrologische Veränderungen reagieren – noch stärker gefährdet sind.

Intraspecific variability of the invasive cyanobacterium *Raphidiopsis raciborskii* in response to salinity stress.

Catalina Ríos-Henríquez; Guntram Weithoff

Universität Potsdam

Freshwater salinization, largely driven by anthropogenic activities such as road de-icing, is an increasing form of chemical pollution with major consequences for aquatic ecosystems. However, species response to salinity is often treated as uniform, ignoring potentially critical intraspecific variability. We investigate strain-specific responses of the invasive cyanobacterium *Raphidiopsis raciborskii* under contrasting salinity regimes, including prolonged exposure, repeated pulses, and recovery following high-salinity events. Across all scenarios, pronounced intraspecific variability emerged. Five strains sustained growth under prolonged elevated salinity of 5 g/L, indicating substantial tolerance; four strains acclimated after an initial decline, and three strains were sensitive even at lower salinity. Following repeated or acute salinity pulses, the tolerant strain maintained photosynthetic performance and rapidly recovered when freshwater conditions were restored, whereas more sensitive strains exhibited strong physiological impairment and limited recovery. These findings demonstrate that salinity tolerance in *R. raciborskii* is not a fixed species-level trait but depends on strain-specific physiological plasticity and acclimation capacity. This variability may act as an ecological insurance mechanism, enabling population persistence under fluctuating salinity conditions. By selectively favoring tolerant genotypes, freshwater salinization may enhance the resilience and spread of invasive cyanobacteria, with potential consequences for community composition and ecosystem functioning. Our results highlight the need to incorporate intraspecific variability into assessments of chemical pollution to improve prediction of biodiversity response under climate change.

Extremes and global change: Stationarity in our heads but not in our data

Gunnar Lischeid

ZALF e.V.

"Global change" is on everyone's lips nowadays. Common perception is that with the explosive increase of global population, massive species extinction, and not the least the man-made climate change planet earth has entered a new era, putting an end to a long phase of natural systems' stability. Ongoing massive changes are undeniable. But would a world without human beings be stable?

Dynamical System Theory has developed a variety of powerful time series analysis tools, based on solid theoretical foundations. As a direct consequence of the second law of thermodynamics any signal imposed by matter or energy input is subjected to low-pass filtering during transfer through environmental systems. This has far-reaching, yet often overlooked, consequences. Among others the development of long-term trends is inevitable even in case of purely random white noise input signals. Thus, trends are not necessarily indicative of direct human impacts on natural systems, and implicit stationarity assumptions as a null hypothesis to test observed changes against are obsolete. Even concepts of "extreme events" are misleading when they are based on the assumption of a stationary probability distribution: what has been considered extreme so far might become the new normal. Our world is and has always been a world in transition even in phases of apparent stability. "Regime shift" is the rule rather than an exception.

The flip side of low-pass filtering induced instationarity are pronounced legacy effects. E.g., climate proxy data exhibit legacy effects at the scale of some 1000 years and more. Such effects can be rather small and hard to prove. But there is no theoretical reason why environmental systems should not exhibit infinite memory. Three-years PhD projects will have a hard job to account for this. But science at large needs to be aware of these challenges and needs to take the bull by the horns and to develop adequate research approaches.

Session A03

Hydrodynamik und Ökologie / Hydrodynamics and ecology

Thermobaricity controlled Deep Water Circulation: Lake Shikotsu

Joshua Marks; Boehrer

Helmholtz Zentrum für Umweltforschung - UFZ

The deep water circulation of deep temperate lakes that frequently experience surface water temperatures below 4 °C in winter is largely controlled by thermobaricity. Thermobaricity is the temperature dependency of the compressibility of water or the pressure dependence of the thermal expansion of water. Because of this the temperature of maximum density decreases with depth with about 0.02 °C/bar and enables the existence of water colder than 4 °C in the deep water throughout the whole year. Additionally, it controls the deep water circulation occurring in winter. Thus, the oxygen supply from the surface downwards as well as the redistribution of nutrients from the deep water upwards is largely affected by thermobaricity.

In general, numerical models are powerful tools to investigate the circulation patterns in lakes and help to identify ideal management strategies. Even though the effect of thermobaricity is known and already largely applied in oceanographic applications and it is crucial for a correct modeling of lakes, it is rarely applied in numerical lake models.

A good example for thermobaricity controlled deep water circulation is Lake Shikotsu in Hokkaido, Japan. With its rather simple cylindrical shape and its steep sidewalls due to its volcanic origin and winter surface temperatures below 4 °C it is an excellent example for thermobaricity driven circulation. We measured the surface temperatures from October 2023 to May 2025 as well as several profiles in the same period. Based on this data we first created a simplified one dimensional model to identify general one dimensional circulation patterns dominated by thermobaricity. Additionally, we applied a more comprehensive three dimensional model, Delft3D, to the lake which also includes thermobaricity. With this we were able to identify deep water circulation patterns that are exclusively driven by thermobaricity and initiated by vertical cabbeling. These patterns are important for the overall hydrodynamics of the lake and demonstrate the importance of including thermobaricity in numerical lake models to be able to use those models reliably for investigation and development of management strategies.

Thermobarizität: Warum das Tiefenwasser in sehr tiefen Süßwasserseen deutlich kälter als 4°C ist (sein kann)

Bertram Boehrer

Helmholtzzentrum für Umweltforschung - UFZ

Die Kompressibilität von Wasser ist temperaturabhängig: Kälteres Wasser ist kompressibler als wärmeres. Damit wird die Temperatur der maximalen Dichte unter Druck unter 4°C verschoben. Das heißt in einem tiefen Seen wäre ein Bodenwasser zu erwarten, das deutlich unterhalb von 4°C liegt. Das ist auch so, zum Beispiel in einigen der größten Seen auf unserem Planeten z.B. in Russland (Baikal) und Kanada (Superior; Great Slave, Great Bear) in norwegischen, kanadischen und chilenischen Fjordseen sowie tiefen Kraterseen in Japan, China/Nordkorea und USA, wenn die Gegebenheiten eine entsprechende Tiefenwassererneuerung zulassen. Ganz einfach ist das dann nicht, denn die Tiefenwassererneuerung wird durch die Berücksichtigung thermobarer Effekte deutlich komplizierter. Der Effekt ist seit über 100 Jahren bekannt und eigentlich auch verstanden, allerdings haben die komplexeren theoretischen Anforderungen und die aufwendigere numerische Umsetzung dazu geführt, dass der Effekt in der Limnologie weitgehend ignoriert wurde, obwohl er für die Tiefenwassererneuerung und damit für Sauerstoff- und Nährstofftransport ganz zentral ist. Größere numerische Rechenleistung erlauben heutzutage den Einbau von Thermobarizität in numerischen Modellen ohne größere Einbußen in der Laufzeit. Auch in Fällen, die keine Temperaturen unterhalb von 4°C zeigen, wie zum Beispiel in den tiefen Seen in Deutschland wird die Stabilität der Schichtung durch thermobare Effekte bestimmt. Wir zeigen Beispiele aus der Welt, mit besonders deutlicher Ausprägung. Wir erklären, wie die Tiefenwassererneuerung in den beschriebenen Fällen funktioniert. Und wir zeigen auch, wie groß der Einfluss in Seen ist, wo sich Thermobarizität weniger deutlich zeigt.

Wind correction in 3D modeling of small lakes with tree canopy

Behnam Zamani¹; Ferdi. L. Hellweger²

¹ Technical University of Berlin (TU-Berlin); (now in Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH); ² Technical University of Berlin (TU-Berlin), Berlin, Germany

Modeling effects of surrounding tree canopy and bluff topography on the wind introduction onto lakes surface remains an ongoing challenge in 3D hydrodynamic modeling. We suggest different less-costly approaches in such lakes by modeling two adjacent groundwater-fed lakes in northeast Germany over a decade using the AEM3D hydrodynamic model. The two lakes, Sacrower See and Gross-Glienicker See, with different morphologies are located within a similar forest, climatic and hydrologic system. The effects of calibrating the wind drag coefficient (C_D), validity of the Markfort approach, originally developed for one-dimensional (1D) models, and modifying the fetch on the model grid were evaluated and compared with the uncalibrated model and measured water temperature profiles. The results show that the Markfort approach does not change or may slightly increase the accuracy of 3D models in the case of the deeper lake (SCR). However, it significantly reduces the accuracy of the model in a shallow lake (GGS) due to the higher sensitivity of the shallower lake to wind. Our results indicate that calibrating C_D in tandem with calibrating the heat transfer coefficient (C_H) results in the highest accuracy in a 3D model of a lake with tree canopy and may be considered a less time- and power-consuming approach, as these two coefficients reflect the most important surface exchanges between the lake and the atmosphere. By modeling two lakes with different morphologies and slightly different surroundings, we showed that our findings are applicable to different lakes.

Oxygen concentrations in German lakes under long-term changes in nutrients and stratification

Robert Schwefel¹; Sylvia Jordan²; Michael Hupfer²

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

Oxygen is a crucial element for all aquatic organisms and therefore, dissolved oxygen (DO) concentrations in lakes were studied intensively since the beginning of the 20th century. Anthropogenic pressure such as increased nutrient loads have increased primary production in many lakes and resulted in decreasing DO concentrations in the hypolimnia of lakes. In addition to local changes in land use, global warming poses an additional threat to the oxygen budget of lakes. In stratified lakes, a prolongation of the stratified period can cause extended periods of anoxia in the deeper layers of the lake. In polymictic lakes, oxygen concentrations can decrease rapidly during short periods of stratification during warm summer periods with low winds.

In the last few years, we installed a set of long-term measurement chains to measure temperature and oxygen in high resolution. The aim of this measurement network is to monitor the impact of climate change in a representative set of lakes. In this talk, we present the results of the DO measurements in lakes of varying morphometry and trophic states. In combination with long-term measurements of DO, which were performed since the 1960s in some of the lakes, the effects of changing nutrient concentrations could be investigated and the combined effect of changes in trophic state and climate warming become visible. While the response to changes in phosphorus concentrations differed from lake to lake, decreased oxygen concentrations due to changes in summer stratification duration were already measurable in many dimictic lakes. High-frequency measurements are therefore a helpful tool to predict the long-term changes in lakes and to develop potential adaption strategies.

Effects of hydromorphological restoration on microbial structure and function

Julia Pasqualini¹; Patrick Fink²; Christine Anlanger¹; Clara Mendoza-Lera³; Andreas Lorke³; Markus Weitere¹; Mario Brauns¹

¹ Helmholtz Center for Environmental Research (UFZ); ² University of Cologne, Institute for Zoology; ³ University of Kaiserslautern-Landau (RPTU)

Restoration success in streams is often based on the evaluation of how closely habitat conditions for macroinvertebrates align with established reference conditions. While valuable, this approach overlooks the functional role of streams in driving key biogeochemical processes, such as nutrient cycling and organic matter decomposition, and leaves unresolved how these functions respond to restoration efforts. To fill this gap, here, we present an evaluation of restoration success from a biogeochemical perspective. We sampled three low-order streams in Germany that underwent hydromorphological restoration more than 10 years ago. In each stream, we collected 20 biofilm samples from a reference reach and a restored reach. We quantified biofilm's dissolved organic carbon (DOC) and nitrate (NO₃) uptake capacity, as well as its community composition (through 16S sequencing), biomass, chlorophyll-a content, and bacterial abundance. To characterize small-scale hydrodynamic conditions, we simultaneously measured mean flow velocity and turbulent kinetic energy above each biofilm sample prior to collection. In addition, in each reach we deployed 10 cotton strips and measured tensile strength loss after two weeks, as a proxy for organic matter decomposition.

The paired comparison between the restored and the reference reach showed that organic matter decomposition rates and microbial richness were comparable among reaches, indicating full recovery following restoration. Instead, the biofilm uptake capacities for DOC and NO₃ was significantly different from the reference reach in 1/3 and 2/3 cases, respectively, indicating incomplete recovery. Structural attributes of biofilms also showed significant differences, yet results were not consistent among streams, indicating mixed effect following restoration. Small-scale hydrodynamic conditions largely explained recovery patterns of microbial richness, but not of DOC and NO₃ uptake. These results suggest that hydromorphological restoration does not necessarily result in the recovery of microbial structure and function.

Einfluss der Hydrodynamik auf die Gewässergüte in der Unteren Havel zwischen Spandau und Ketzin

Tanja Bergfeld-Wiedemann; Annette Becker

Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Die Berliner Gewässer sind rückgestaut und extrem langsam fließend; das gilt besonders für die seenartigen Erweiterungen von Spree und Havel. Hier wirken sich die Hydrodynamik und damit zusammenhängende Aufenthaltszeiten deutlich auf die Gewässergüte aus. An der Kladower Seenstrecke in der Unteren Havelwasserstraße (UHW) bei UHW-km 7 und 11 hat die BfG die Gewässergüte mit verschiedenen Methoden untersucht. Um den Zusammenhang zwischen der Wassertemperatur und der Hydrodynamik zu verstehen, wurde die Wassertemperatur im Sommerhalbjahr 2011 – 2021 kontinuierlich für jeden Meter gemessen. Von 2016 bis 2022 wurden zusätzlich im Sommerhalbjahr Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt kontinuierlich in verschiedenen Tiefen mit MiniDot-Datenloggern gemessen. Im Spätsommer von September bis Oktober lag bereits an der Oberfläche in allen Jahren eine schlechte Sauerstoffversorgung mit mittleren Sauerstoffgehalten von unter 6 mg/L pro Monat vor. In 5,5 – 6,5 m Wassertiefe wurde ein mittlerer Sauerstoffgehalt von 4 mg/L pro Monat an über einem Drittel von Juni bis September 2016–2022 unterschritten. Von 2016–2022 lagen am Pegel Sophienwerder von Mai bis Oktober generell geringe mittlere Abflüsse unter $20 \text{ }^3/\text{s}$ pro Monat vor, lediglich 2017 traten höhere Abflüsse auf. Diese beeinflussten auch den Sauerstoffhaushalt, es wurden 2017 bis in die tieferen Schichten höhere mittlere Sauerstoffgehalte gemessen.

Weiter stromab in der Flusshavel bei Ketzin, UHW-km 34, betreibt die BfG seit 2004 eine Dauermessstelle. In der Flusshavel unterscheiden sich durch den kleineren Flussquerschnitt die Hydrodynamik und die Wasseraufenthaltszeit deutlich von der Kladower Seenstrecke. Mit einer Multiparametersonde werden in 1 m Wassertiefe Wassertemperatur, Sauerstoff, Leitfähigkeit, pH-Wert und Chlorophyll a-Gehalt kontinuierlich gemessen. Auch in Ketzin treten regelmäßig niedrige Sauerstoffkonzentrationen auf. Von Juli bis September lagen neun der oberflächennah gemessenen Monatsmittelwerte in den untersuchten 22 Jahren unter $6 \text{ mg O}_2/\text{L}$, im August 2022 bei $4 \text{ mg O}_2/\text{L}$. Der Rückgang der Nährstoffkonzentrationen hat seit 2015 zu einem Rückgang des Phytoplanktons und einer Zunahme an Makrophyten geführt, diese Entwicklung ist aber nicht durchgängig. Die enge Verknüpfung von Hydrodynamik und Gewässergüte in einem rückgestauten Fließgewässer wird anhand der unterschiedlichen Verhältnisse in der Kladower Seenstrecke und in Ketzin weiter analysiert und dargestellt.

Phosphorus release and algae-nutrient dynamics along a lateral Elbe floodplain connectivity gradient

Michele Meyer¹; Emanuel Wyler²; Ulrike Herzschuh³; Katharina Kordubel⁴; Nuria Perujo⁵; Markus Landthaler²; Markus Weitere⁶

¹ Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ); ² Max Delbrück Center for Molecular Medicine in the Helmholtz Association, Berlin Institute for Medical Systems Biology (BIMSB), Berlin; ³ Alfred-Wegener-Institut, Potsdam (AWI); ⁴ Helmholtz-Zentrum Hereon, Geestacht; ⁵ Universitat de Girona, Spanien; ⁶ Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ)

Floodplains are remarkably multifunctional habitats. These systems act as hotspots for biodiversity and provide important ecosystem processes such as organic matter transformation, nutrient retention and turnover. Floodplain sediments play a central role in phosphorus cycling and can, depending on the context, function as both nutrient sources and sinks. Because these sediments are typically rich in organic matter, phosphorus may be released through microbial mineralisation. This sediment-derived phosphorus can constitute a significant source to the water column, promoting eutrophication and algae growth as well as deteriorating water quality in floodplains.

Hydrological connectivity between the main river and adjacent floodplains is furthermore a key driver of water quality and ecological processes in floodplain ecosystems. By regulating the lateral exchange of water, nutrients, and organic matter, hydrological connectivity largely controls biogeochemical cycling and biodiversity patterns. However, this connectivity is increasingly altered under climate change. Over the past eight years, the River Elbe has repeatedly experienced historically low water levels, which reduced lateral matter exchange, lowered floodplain water levels, and promoted the isolation of floodplain waterbodies. Previous studies indicate that the isolation of formerly connected floodplains can trigger threshold-like increases in phosphorus concentrations. However, there is limited knowledge on how reduced hydrological connectivity affects ecological processes.

Here, we aim to study the effects of hydrological connectivity on ecological processes along a lateral river-floodplain gradient. We present first monitoring data on sediment phosphorus release, dissolved organic matter composition, algal concentrations, and nutrient dynamics across a lateral connectivity gradient of the River Elbe. The dataset combines monthly observations from seven sites with a snapshot analysis of 25 sites. In addition, we aim to assess biodiversity patterns and their relationship to lateral connectivity using environmental DNA (eDNA) within the project. By integrating ecological processes with biodiversity data, this project will help evaluate ecosystem functioning and integrity along a gradient of hydrological connectivity to the River Elbe.

Ship-wave exposure and shoreline community structure across trophic levels in a large gravel-bed river (Danube, Austria)

Anna-Lisa Ditttrich¹; Mario Brauns; Thomas Hein; Peter Flödl; Michael Krapesch; Johannes Kühner; Anna Pold; Elisabeth Bondar-Kunze

¹ Universität für Bodenkultur, Wien, Austria

Freshwater shoreline zones in large rivers host high biodiversity but are exposed to manifold stressors, including navigation-induced wave disturbances.

We investigated how ship-induced waves impact shoreline communities across trophic levels and which environmental factors mediate these effects. Therefore, we sampled periphytic algae, benthic invertebrates, and fish in shallow gravel-bar habitats along a wave-exposure gradient in 34 sites in free-flowing reaches of the Austrian Danube.

Wave exposure was negatively associated with algal biomass and fish abundance, while invertebrate abundance showed a weaker, non-significant decline. A piecewise structural equation model revealed significant negative effects of wave exposure across all three trophic levels. In addition, higher temperatures were associated with lower invertebrate and fish abundance. With increasing recolonization time following a one-year flood event (six weeks prior to sampling), algal biomass increased. Trophic pathways suggested grazer control of invertebrates on algae and a positive association between fish and algal biomass. Relative community compositions within trophic levels along the wave-exposure gradient were investigated with Dirichlet regressions. While algae and invertebrates showed only minor changes, fish got increasingly dominated by cyprinids with increasing wave exposure.

Our findings demonstrate cross-trophic sensitivity to ship-wave disturbance in near-shore habitats, with the highest trophic level showing the strongest effects. Effective management should aim to reduce nearshore wave forcing by increasing the distance between habitat and navigation channels, implementing protective morphology (e.g., gravel-bar islands, side channels), and applying operational measures such as vessel speed limits.

Session A04

Mikrobielle Ökologie / Microbial ecology

Functional redundancy is linked to species coexistence and stability in lake microbial communities

Jason Woodhouse¹; Hans-Joachim Ruscheweyh; Sabine Wollrab; Takeshi Miki; Shinichi Sunagawa; Hans-Peter Grossart

¹ *Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB)*

Freshwater lakes are sentinels of environmental change with prokaryotes the major drivers of biogeochemical cycles. However, we do not understand how stable freshwater microbial populations are over time and what might regulate this stability. In this study, using decadal time-series, we identify a linear positive diversity-stability relationship which functions across multiple time-scales and lake contexts. In productive ecosystems dominated by autochthonous inputs, high species richness and functional redundancy, particularly during warmer periods, promotes stable coexistence and community stability, in part as a consequence of the weak promiscuous species interactions. Whereas in less productive allochthonous systems, strong persistent species interactions reduce the resilience of the community to both short and long-term perturbations. These allochthonous ecosystems, which include the hypolimnion of large clear water lakes, and an overwhelming number of boreal lakes, are key drivers of terrestrial carbon dynamics and their instability in the face of ongoing anthropogenic impacts creates large uncertainty for global change models.

Seasonal Dynamics of Element Cycles Coupled to the Prokaryotic Community Structure in the Wahnbach Reservoir

Lea Hahn¹; Gabriele Packroff²; Jutta Meier¹; Werner Manz¹

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

Seasonal fluctuations in redox conditions strongly shape the biogeochemical dynamics of aquatic systems, affecting distribution of dissolved and particulate elements and their spatial localization within the water column. Intensified thermal stratification, reflected in rising temperature and prolonged periods, has been observed in many reservoirs [1], leading to shifts in raw water quality and increasing challenges for drinking water treatment.

As physicochemical parameters alone often provide only limited insight into complex transformation processes, this project integrates the characterization of prokaryotic communities. The study was conducted in the Wahnbach Reservoir, a major drinking water source in North Rhine-Westphalia. Over a 13-month period (03/2022–03/2023), routinely monitored physicochemical data were analyzed to resolve element cycling in detail. In parallel, monthly samples were collected for 16S rRNA gene sequencing to characterize the prokaryotic community. Sampling covered three sites and multiple depths along the reservoir, with emphasis on the raw water extraction zone.

The results revealed a pronounced seasonal structure of the prokaryotic community. During summer stratification, cyanobacteria increased strongly in abundance, with *Planktothrix* as dominant genus. Functional profiling (FAPROTAX) highlighted enhanced roles of nitrification and methylophony in the hypolimnion, indicating active nitrogen and carbon turnover under stratified conditions. A distinct compositional shift occurred during mixing event in December, when the community became dominated by *Methylothermobacter*, a methylophilic and facultatively denitrifying genus. Alpha diversity was highest in the hypolimnion and negatively correlated with dominant taxa. Beta diversity analyses based on NMDS revealed a clear cyclical annual trajectory, pronounced vertical differentiation driven by stratification, and spatial heterogeneity among sampling sites, particularly in near-sediment waters.

This integrated approach provides a more comprehensive understanding of prokaryotic contributions to reservoir biogeochemistry. Future work will include sediments as both element sink and source over the seasonal cycle. First sediment core analyses [2] already complement water column observations, highlighting tight coupling between benthic and pelagic processes.

[1] Petzold, T. et al. (2026). *WasserWirtschaft*, 116, 38–44.

[2] Hahn, L. et al. (2025). *Frontiers in Microbiology*, 16, 1671749.

Contribution of photoheterotrophy to lake's respiration

Cristian Villena-Aleman; Izabela Mujakic; Jianan Ling; Chao Wu; Hans-Peter Grossart

Leibniz Institute for Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB)

Microbial respiration is commonly measured as oxygen consumption after dark incubations. Nevertheless, cultures of photoheterotrophic bacteria showed the capability to reduce their respiration in the presence of light. We tested if the microbial respiration is lowered by photoheterotrophy using incubation in infrared light, assimilable by aerobic anoxygenic phototrophic bacteria but not by oxygenic photosynthetic organisms. Two years of monthly sampling showed that lake respiration measured in dark incubations overestimates actual carbon dioxide emissions around 15%. Additionally, eutrophication is reducing the effect of photoheterotrophy on the lake's respiration and therefore increasing even more the carbon emissions.

Varying microbial energy availability shapes phosphorus and carbon metabolic potential of stream biofilms in a mesocosm experiment

Simon Wentritt¹; Markus Weitere¹; David Kneis²; Nuria Perujo³

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ; ² TUD Dresden University of Technology; ³ Universitat de Girona, Spanien

Energy availability strongly influences microbial functioning in aquatic ecosystems, yet its effects on the metabolic potential and functional diversity of benthic biofilm communities remains poorly understood, particularly regarding phosphorus metabolism. We experimentally manipulated microbial energy availability in a full-factorial mesocosm experiment by combining two light regimes (high and low light) with two dissolved organic carbon (DOC) conditions (acetate addition vs. background river organic carbon only). Using the MOBICOS infrastructure at the Helmholtz Centre for Environmental Research (UFZ), we assessed carbon and phosphorus metabolic profiles of stream biofilm communities by combining BIOLOG EcoPlates with BIOLOG PM4 plates, the latter applied for the first time to stream benthic biofilms.

As an increased availability of microbial energy sources (i.e. light and/or labile organic carbon) can modulate the phosphorus demand and the type of phosphorus sources available to the biofilm community, we expected a differentiation of the patterns of phosphorus substrate utilization between the communities exposed to the different treatments. For the carbon metabolic profiles, we expected light to elevate the availability of rather labile organic carbon compounds (i.e. algal exudates) and to thereby increase the diversity of utilizable substrates.

Our first results indicate a differentiation of phosphorus substrate utilization patterns based on the utilization of different groups of organic phosphorus substrates (e.g. nucleotides, phosphonates and phosphorylated amino acids) driven by the interaction between light and labile carbon availability. Further, results show distinct carbon substrate utilization patterns between treatments with light increased availability being a governing factor.

These results are a first step towards functional fingerprinting of biofilm communities based on phosphorus utilization patterns. Moreover, these results suggest that variations in microbial energy availability drive distinct community-level metabolic responses in carbon and phosphorus utilization.

Microcystis blooms in the river Moselle: dynamics, diversity and microbial interactions

Hanna Hartenfels; Franziska Klotz; Joana Thiel; Andreas Breidenbach; Sascha Krenek; Julia Kleinteich

Federal Institute of Hydrology / Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Since 2017, blooms of the toxin-producing cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* have repeatedly been observed in the Moselle, an impounded river flowing through France, Luxembourg and Germany. Although *Microcystis* blooms are well described in lentic systems, our understanding of their dynamics in rivers is limited. Here, we used multiple molecular approaches based on DNA samples collected between 2020 and 2024 to characterize seasonal and spatial dynamics of *Microcystis* in the Moselle, including associated microbial communities, toxin production potential, phage-host interactions, and strain-level diversity.

At the community level, metabarcoding of the 16S and 18S rRNA genes was used to assess the implications of *Microcystis* blooms for the bacterial and eukaryotic community, as well as the potential interactions between taxa. *Microcystis* blooms were generally accompanied by several bacterial genera, including other cyanobacteria and heterotrophic bacteria. Although bloom events had only limited effects on the composition of the eukaryotic phytoplankton community, *Microcystis* and associated genera accounted for over 75% of 16S sequences during the high bloom season. Nevertheless, the bacterial community rapidly returned to its pre-bloom composition after bloom collapse. Quantitative droplet digital PCR (ddPCR) of the total *Microcystis* population revealed year-round presence and strong seasonality of *Microcystis* in the Moselle. Quantification of the *mcyE* gene served as marker for microcystin concentration and risk assessment and revealed an increase in the proportion of potentially toxin-producing *Microcystis* between 2020 and 2022. We also quantified strain-specific phages that are discussed as potential regulators of *Microcystis* blooms. We found a strongly positive correlation with *Microcystis* abundance, indicating coexistence rather than effective population control. At the *Microcystis* strain level, long-read sequencing of the *lgt* gene (741 bp) revealed a succession of dominant genotypes over space and time. Comparing the population composition along the river with associated water bodies revealed that lotic tributaries, but not reservoirs, influenced downstream communities, suggesting potential selection through flow regime adaptation. Together, these findings advance our understanding of *Microcystis* bloom ecology in impounded rivers and highlight the importance of riverine connectivity and flow regime in shaping toxic cyanobacterial populations.

Hidden enemies of phytoplankton blooms: Parasite-mediated control of diatoms and cyanobacteria in the River Moselle

Kenneth Dumack¹; Julia Kleinteich; Sascha Krenek; Marie Hopp; Alexandra Schüller

¹ *University Koblenz*

The River Moselle has undergone a striking ecological shift from historically diatom-dominated spring blooms to recurrent late-summer blooms of toxin-producing *Microcystis* since 2017. In this talk, I will present project ideas and preliminary data of still underexplored mechanisms behind this transition: the role of microbial eukaryotes as parasites of phytoplankton. The first project asks whether flow velocity acts as an ecological filter for diatom parasites with planktonic swarmer stages. It proposes that hydrological thresholds determine whether parasites proliferate, oscillate in synchronized infection cycles, or are washed out, thereby shaping diatom bloom persistence and collapse. The second project focuses on *Nuclearia*, a parasite-like protistan predator of cyanobacteria, and investigates both its ecological role in controlling *Microcystis* blooms and the molecular mechanisms that may allow it to resist microcystins.

Together, these projects place phytoplankton parasites at the centre of bloom ecology in regulated rivers. By combining long-term monitoring, metabarcoding, culturing, laboratory experiments, hydrodynamic modelling, comparative genomics, structural protein modelling, and functional assays, they link environmental change to microbial interaction networks across ecological and molecular scales.

From Fish Mucus to Vector Control: Uncovering Microbial VOCs that Repel Mosquito Oviposition

Edda Probst; Eric von Elert

Aquatic Chemical Ecology, Department of Biology, University of Cologne

Global warming is increasing the spread of mosquito-vectored diseases and thus the need for sustainable mosquito control strategies. While the introduction of the larvivorous fish *Gambusia affinis* is widely used, it often causes severe biodiversity loss in aquatic ecosystems. A promising alternative may lie in an unexpected source: bacteria in the mucus of *G. affinis*. Previous studies showed that volatile metabolites produced by these bacteria can reduce mosquito oviposition, with *Aeromonas veronii* displaying particularly strong repellent effects. However, the specific compound(s) responsible for this effect remain unknown. To uncover these chemical cues, volatile organic compound (VOC) profiles of four bacterial isolates from *G. affinis* mucus, including *A. veronii*, are analyzed using headspace solid-phase microextraction (HS-SPME) combined with gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). GC-MS datasets are processed in MS-DIAL and analyzed by principal component analysis (PCA) to identify compounds associated with the repellent isolate. Preliminary results from PCA reveal distinct VOC profiles among bacterial isolates, with *A. veronii* clearly separated from the others. Ongoing work focuses on elucidating the chemical nature of important candidate compounds, which will then be tested for their repellence in mosquito oviposition bioassays. By identifying VOCs involved in oviposition repellence, this study aims to provide a potential tool for mosquito vector control that avoids drastic reductions of biodiversity.

Turbulence in the sediment: do ciliates react on impact by trawl fishing?

Anja Scherwaß¹; Hartmut Arndt²

¹ Universität zu Köln, Biozentrum; ² Universität zu Köln

The talk presents results from a study investigating the impact of trawl fishing in the Baltic Sea on ciliates (unicellular organisms in the size range of ~20-200 µm). The sediments which have been analysed for this purpose were sampled in the region of the Odrabank, Rønnebank and Fehmarnbelt. Sampling was conducted in areas subject to trawling, as well as in former trawled areas that have been designated as protected zones in the near past and reference areas where no trawling has been done. The quantitative analysis was done by live-counting under a microscope directly after sampling of sediment cores on board a research vessel.

The presentation focusses on the diversity of the ciliate community, primarily on morphological taxa, as well as on the size distribution and functional groups. These aspects were regarded in relation to the impact of trawling, with particular attention being paid to taxa that tolerate anaerobic or microaerobic conditions.

In the talk, the results of these analyzes will be presented and the possible influence of trawling on protozoological colonization will be discussed.

Session A05

Multiple Stressoren / Multiple stressors

How well can chemical effects on *D. magna* population dynamics be predicted in complex environments? - a mesocosm case study on mechanistic and mixture models

Franz Marius Schmitt¹; Emma Jenny²; Dirk de Leijer³; Apurva Bhatkhande³; Yomali Shehara³; Nina Cedergreen²; Gudrun de Boeck³; Ronny Blust³; Karel de Schampelaere¹; Raewyn Town

¹ Ghent University; ² University of Copenhagen; ³ University of Antwerp

Mechanistic models such as Dynamic-Energy-Budget (DEB) models coupled with individual-based population models (IBMs) offer the opportunity to extrapolate population effects from individual-level laboratory tests and can explore untested scenarios. When combined with a mixture toxicity model like the Independent Action (IA) model, DEB-IBM models can also successfully predict mixture effects. However, most of these studies were conducted under constant laboratory conditions. The ability of these models to predict effects in more complex, realistic environments remains uncertain.

In this study, the joint effects of copper (Cu) and the fungicide azoxystrobin were assessed in a 9-week freshwater mesocosm experiment. The experimental design included five replicates per treatment: a Cu-only treatment (38.7 µg/L), an azoxystrobin-only treatment (41.1 µg/L), two mixture treatments and an untreated control. The high mixture treatment received the same dose of each chemical as the individual treatments combined. The low mixture treatment received half of these concentrations. Chemicals were applied in two pulses with a 4.5-week recovery period in between pulses. The population densities of caged *Daphnia magna* populations were recorded twice a week.

In the first part of the study, mixture effects were predicted using the IA model and validated against observed population data for the mixture treatment.

In addition, chronic reproduction tests with *D. magna* following OECD guideline 211 with Cu and azoxystrobin are ongoing to calibrate a DEB-IBM model. The predicted population dynamics of the calibrated model will then be validated against the observed population dynamics.

Preliminary results indicate that the IA model can successfully predict mixture effects on population dynamics of *D. magna* during the first pulse. After the second pulse, observed effects tended to be synergistic relative to the model predictions. These findings indicate that the IA model can provide useful predictions of chemical mixture effects in complex mesocosm settings, but dynamic exposure patterns pose challenges for the model.

The validation of the DEB-IBM predictions will further evaluate how well mechanistic models can predict effects in complex environments beyond laboratory settings. These findings will strengthen our understanding of the suitability of mechanistic models for future, more realistic chemical risk assessment.

Food webs with high zooplankton turnover are less stable: a 24-year mechanistic analysis

Marvin Mayerhofer¹; Sabine Hilt²; Ferdi L. Hellweger¹

¹ TU Berlin/ Institut für Technischen Umweltschutz; ² IGB Berlin

Biodiversity loss threatens freshwater ecosystems worldwide, yet the impact of species extinction on aquatic food webs remain underexplored. We calibrated the high-resolution mechanistic food web model FLUXNET to 24 years (1994–2017) of time series data from Lake Müggelsee, Berlin. The models predict daily concentrations and carbon fluxes between 40 phytoplankton and 40 zooplankton species for each year. Next, we analyzed plankton community vulnerability by eliminating individual species and quantifying the resulting change in concentration of other species. The variation in vulnerability can mainly be explained by zooplankton turnover and to a lesser extent by the interaction strength distribution. We complementarily look at the change in plankton biomass, prokaryote:eukaryote ratio and Shannon diversity index between the base case and extinction scenarios to assess the effect of species extinction on ecosystem services. Further analysis showed that the invasive quagga mussel substantially alters carbon flux pathways through the plankton network. To our knowledge, no study has yet included zooplankton in extinction scenarios or applied FLUXNET (or any comparable mechanistic model) to long-term time-series data with model-data comparison on the species level. These findings provide new insights into how plankton community dynamics shape ecosystem stability and services.

Light and noise pollution: testing combined effects on zooplankton vertical distribution

Ashton Laura Dickerson¹; James Campbell¹; Andreas Jechow²; Jens Christian Nejtgaard¹; Franz Hölker¹

¹ Leibniz Institute for Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB); ² Brandenburg University of Applied Sciences

Freshwater ecosystems are disproportionately exposed to anthropogenic pollution because they occur close to human population centres and intensively modified landscapes, where multiple stressors often overlap in space and time. Artificial light at night (ALAN) has increased rapidly worldwide, with sky brightness rising by up to 10% per year. Freshwater systems are also increasingly exposed to anthropogenic noise from boat traffic, shoreline development, hydropower infrastructure, and recreation. Although noise pollution is well-studied in marine ecosystems, its freshwater consequences remain poorly understood. Together, these sensory pollutants may disrupt ecologically important processes.

Diel vertical migration (DVM) of zooplankton, one of the largest synchronised movements of biomass on Earth, is tightly regulated by natural light cycles, including subtle variation in lunar illumination. ALAN may therefore disrupt these cues with profound ecological consequences, yet its effects on freshwater zooplankton migration remain unclear. In parallel, a small but growing literature documents effects of anthropogenic noise on freshwater zooplankton fitness and predator–prey interactions, but effects on vertical distribution and migration remain unexplored. Here, we tested the independent and combined effects of light and noise pollution on zooplankton vertical distributions.

Data were collected over two weeks at Lake Stechlin, Germany, a near-pristine lake with minimal background light pollution and noise pollution. Using a modular Deep Focus Plankton Imager (mDPI) with 10 cm vertical resolution, we quantified cladoceran and copepod distributions under natural dark conditions during new moon periods and under experimental treatments simulating harbour lighting (LEDs) and boat noise (continuously running motor). Applying joint species distribution modelling, we assess whether responses differ among taxa and functional groups, providing insight into how sensory pollution may restructure zooplankton communities in urbanising freshwater environments.

Who, how many and what size? – Assessing the effects of multiple stressors on abundance, size and biomass of stream macroinvertebrate species by combining DNA megabarcoding and automated imaging

Philipp M. Rehsen; Iris Madge Pimentel; Florian Leese; Arne Beermann

Universität Duisburg-Essen

Freshwater ecosystems are affected by a multitude of anthropogenic stressors. For example, freshwater salinization can significantly affect populations, communities, and ecosystems. These effects on, e.g. benthic macroinvertebrates, may be further exacerbated by interaction with global warming. However, assessing these effects usually requires a lot of time-consuming manual work of counting and measuring individuals. Additionally, the identification of these specimens can often only reliably be done by taxonomic experts.

While DNA metabarcoding, as an alternative approach, allows a holistic insight on community composition and its change under stressor conditions, this method conveys insufficient information on biomass, size and abundance of macroinvertebrates. However, these response variables could lead to a more detailed insight into multiple stressor impacts by allowing to investigate effects smaller than community change.

In an outdoor ExStream experimental mesocosm system located at the Boye River, a recently restored stream located in the highly urbanized area in the Ruhr area, we investigated the effects of increased salinity (+150 mg/L chloride) and temperature increase (+2, +4, and +6 °C) in a full factorial design. Therefore, each of 1504 specimens of the orders Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera (EPT), which are routinely used as aquatic biological quality indicator taxa, was imaged, weighed, and megabarcoded using the COI barcode gene (i.e., single specimen barcoding using high-throughput sequencing methods). Size information was acquired via images captured using the semi-automated imaging device BIODISCOVER. To get better information about ecosystem functions, we additionally imaged and weighed over 2656 individuals of the leaf shredding amphipods genus Gammarus and assessed organic-matter decomposition rates of black alder leaf degradation.

The methods used in our study allow a detailed assessment of multiple-stressor impacts on streams and contribute to informed decision-making in stream management and restoration.

Sediment–insecticide interactions shape molecular and community responses in freshwater invertebrates

Iris Madge Pimentel¹; Marie V. Brasseur²; Dominik Buchner³; Christoph Mayer⁴; Florian Leese¹

¹ University of Duisburg-Essen & Centre of Water and Environmental Research (ZWU); ² Leibniz Institute for the Analysis of Biodiversity Change (LIB) & University of Duisburg-Essen; ³ University of Duisburg-Essen; ⁴ Leibniz Institute for the Analysis of Biodiversity Change (LIB)

After intense rainfall events, streams in agricultural catchments receive substantial surface-runoff carrying eroded soil and, depending on farming practices, dissolved pesticides. Although these pesticides are designed to target specific pest species, they often adversely affect non-target freshwater invertebrates and therefore pose a risk to stream communities. The vulnerability of these non-target species depends on both environmental context and species-specific characteristics. For example, high sediment loads can reduce pesticide exposure, because many compounds adsorb to sediment particles, and phylogenetic relatedness to the targeted pest may influence sensitivity if the molecular target in related non-target taxa is structurally similar. Here, we show that the insecticide chlorantraniliprole, designed to control a butterfly pest species, induces community turnover in freshwater invertebrates towards non-insect species. Using ExStream, a highly-replicated outdoor stream mesocosm system, we combined four chlorantraniliprole treatments (control, 3-day pulse of +0.2, +2, +20 µg/L, followed by a 17-day base exposure at 10% of the pulse) with two sediment treatments (0% vs. 90% fine-sediment coverage). DNA metabarcoding revealed that fine sediment reduced total invertebrate richness, while chlorantraniliprole specifically reduced the proportion of insect species, an effect which was mitigated by fine-sediment addition. Consistent with these community-level patterns, transcriptomic analyses showed that the molecular stress response of the caddisfly *Lepidostoma basale* to the pesticide pulse was dampened by fine-sediment addition. Contrary to our predictions, differential reductions of species richness among insect orders were not associated with phylogenetic relatedness to butterflies. Our results demonstrate that interactions between pesticides and sediment shape both molecular and community-level responses in stream ecosystems and highlight the need to integrate exposure pathways, environmental context, and species traits to improve ecological risk assessment of pesticides in freshwater ecosystems.

Trace organic contaminants in dynamic urban sand-bed streams with migrating bedforms

Alejandra Villa¹, Jörg Lewandowski^{1,3}, Shai Arnon², Josephina Neumann¹, Stephanie Spahr¹

¹ Leibniz Institute for Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB); ² Ben Gurion University, Israel; ³ Humboldt University Berlin

Urban rivers are increasingly exposed to trace organic compounds (TrOCs), including pharmaceuticals and personal care products, as a consequence of their intensified use due to urbanization and incomplete wastewater treatment. This leads to the contamination of both surface water and groundwater by complex mixtures of emerging pollutants, endangering their water quality and posing risks to ecosystem services. The hyporheic zone, often referred to as the "liver of the river," plays a key role in the natural attenuation of TrOCs by promoting water exchange, and biogeochemical transformation within streambed sediments. Exchange and attenuation depend strongly on morphodynamics. While many studies have focused on the occurrence and fate of TrOCs in stationary systems, little is known about how dynamic hyporheic zones control TrOC attenuation under natural conditions. We investigated the effects of bedform migration, and therefore dynamic hyporheic exchange, on the attenuation of TrOCs during a field experiment carried out in a side channel of the River Erpe, Germany. We also evaluated how external stressors, such as flow fluctuations and short-term flow recession, may affect this linkage and alter the river's natural capacity to mitigate environmental pollution. These results could contribute to river management and restoration strategies, especially in the context of increasing urban pollution and hydrological stress driven by climate change.

Pilotstudie „Kleingewässermonitoring“ – Was sagt der Datensatz über die Belastungssituation von Fließgewässern in der Agrarlandschaft aus?

Sophia Müllner¹; Oliver Körner²; Carola Schriever³

¹ Industrieverband Agrar e. V.; ² Adama Deutschland GmbH; ³ BASF SE

Im Jahr 2021 veröffentlichte das Umweltbundesamt (UBA) den Abschlussbericht zur Pilotstudie "Kleingewässermonitoring", die vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) durchgeführt wurde. Die Rohdaten sind seit 2022 über die Plattform Pangaea verfügbar.

Aus ihren Analysen schließen die Studienautoren: Die meisten der untersuchten Fließgewässer haben einen mittleren bis schlechten Zustand, der durch PSM verursacht ist, die von angrenzenden Ackerflächen über oberflächlich abfließendes Niederschlagswasser (Run-Off) eingetragen werden.

Der veröffentlichte Rohdatensatz wurde in einer Arbeitsgruppe des Industrieverband Agrar e. V. analysiert. Neben einer eingehenden Prüfung auf Datenkonsistenz und Transparenz der Datenaufbereitung, wurden Kernelemente der Auswertung aus der Pilotstudie genauer betrachtet. Zur Einordnung der Höhe der gemessenen PSM-Konzentrationen wurden Regulatorisch Akzeptable Konzentrationen (RAK) verwendet, die im Rahmen der PSM-Zulassung behördlich festgesetzt werden. Eine mögliche Verbindung zwischen der chemischen Gewässerbelastung durch PSM und weitere nachgewiesene Stoffe auf der einen Seite und der Zusammensetzung der aquatischen Lebensgemeinschaften auf der anderen Seite, wurde anhand von multivariater Statistik untersucht, ohne die biologischen Daten in Indizes zu transformieren und so ihre Varianz zu reduzieren.

Die Ergebnisse unserer Analysen legen nahe, dass die Schlussfolgerungen der Studienautoren durch die Datengrundlage nicht ausreichend gestützt werden: Die Ergebnisse der multivariaten Statistik zeigen einen größeren Einfluss von Gewässermerkmalen als Maß für die Habitatqualität auf die Artenzusammensetzung auf als aus der Pilotstudie hervorgeht.

Der Datensatz der Pilotstudie bildet eine wertvolle Grundlage, die zeigt, dass der Biodiversitätsverlust in der Agrarlandschaft durch viele Faktoren und nicht allein durch die Nutzung von Pflanzenschutzmitteln getrieben wird. Der Datensatz kann dazu genutzt werden, die Bedeutung der verschiedenen Einflussfaktoren zu erfassen und künftige Monitorings effizienter und zielführender im Hinblick auf standortspezifisch wirksame, biodiversitätsfördernde Maßnahmen zu gestalten.

Diagnosetools zur Ermittlung multipler Stressoren von Fließgewässern und Ableitung geeigneter Maßnahmen

Christian K. Feld¹; Denise Brettschneider²; Renate Semmler-Elpers²

¹ Universität Duisburg-Essen; ² Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg

Die Fließgewässerbewertung ist integrativ, d. h. sie integriert die Wirkungen multipler Stressoren (Belastungen) auf die Gewässerbiologie in wenige „Core“-Metrics und final in einen Wert, der den ökologischen Zustand bzw. das ökologische Potenzial beschreibt. Ein Nachteil dieser Integration besteht im Informationsverlust, der es praktisch unmöglich macht, ausgehend von der finalen Bewertung Rückschlüsse auf einzelne, ursächliche Belastungen zu schließen. Diese Lücke kann durch Diagnosewerkzeuge geschlossen werden, die – ähnlich der klinischen Diagnose – zahlreiche Ursachen (Belastungen) mit ihren Wirkungen (biologische Metrics) verknüpfen.

Bayesische Netzwerke bieten eine Möglichkeit, solche Ursache-Wirkungsbeziehungen zu strukturieren und zu quantifizieren. Sie bilden den Rahmen für probabilistische Modelle, mit denen Wahrscheinlichkeiten von Wirkungen in Abhängigkeit einer oder mehrerer Ursachen berechnet werden können. Die Modellierung kann dabei sowohl von den Belastungen ausgehend in Richtung der Wirkungen (prognostisch) als auch von den Wirkungen ausgehend in Richtung der Belastungen (diagnostisch) erfolgen. Ein wesentlicher Vorteil des probabilistischen Modellansatzes ist es, bei der Modellentwicklung sowohl empirische Daten als auch literaturbasiertes Wissen und/oder Einschätzungen von Expert:innen einbinden zu können. Selbst die Modellentwicklung ausschließlich auf Basis von Expert:innenwissen ist möglich.

Im Vortrag wird ein diagnostischer Modellansatz am Beispiel von Werkzeugen zur Belastungsidentifikation von Fließgewässern in Baden-Württemberg präsentiert. Im Fokus steht dabei die Identifikation möglicher Belastungen sowie ihre hierarchische Einordnung. Dadurch wird es möglich, Maßnahmenprogramme stärker auf die individuelle Belastungssituation einzelner Messstellen bzw. Wasserkörper abzustimmen. Die Werkzeuge wurden aktuell unter Berücksichtigung einiger veränderter und ergänzter Metrik-Berechnungen bei der Makrozoobenthos-Bewertung über PERLODES-Online überarbeitet und mit einer Batch Import-Funktion erweitert. Diese Funktion erlaubt es, die Diagnose zeitgleich für zahlreiche Messstellen und unter direkter Nutzung des Metrik-Exports von PERLODES-Online durchzuführen.

Session A06

Aquatische Nahrungsnetze / Aquatic food webs

Fluctuation-dependent consumer coexistence and its robustness in more realistic food web modules

Lilla Zs. Kiss¹; Masato Yamamichi²; Toni Klauschies¹

¹ Universität Potsdam; ² National Institute of Genetics, Japan

Understanding how the remarkable biodiversity of natural ecosystems is maintained remains a long-standing open problem in theoretical ecology. Several mechanisms have been proposed to explain the coexistence of competing species: some function under constant environmental conditions, others through temporal variation of biotic and abiotic factors. An example of the latter, the gleaner–opportunist trade-off, operates through differences in species’ resource-dependent growth rates and in their impact on the stability of the underlying consumer-resource dynamics. The gleaner performs better under constant environmental conditions but promotes environmental variation while the opportunist thrives under fluctuating environmental conditions but stabilizes them. The classical example that serves as a baseline model is the exploitative competition between two consumers that exhibit different, i.e. linear and saturating, functional responses. While this model clearly demonstrates the core mechanism, it is limited in scope. Here, we extend it by including sigmoid functional responses, introducing a shared predator or explicitly modelling evolution of a resource trait in order to reflect natural conditions more closely and more broadly. The expanded models highlight the greater dynamical richness of real-world scenarios and provide examples of the possible role of the gleaner–opportunist trade-off in species coexistence in more complex systems.

Vertical distribution of plankton in a large and deep lake

Luca Schenone¹; Marjohn Baludo¹; Birgit Eckert²; Sabine Schmidt-Halewicz³; David Schleheck¹; Dietmar Straile¹

¹ Universität Konstanz; ² LBH Freiburg; ³ LimSa Gewässerbüro

During the summer season, lakes are vertically structured environments, characterized by strong gradients in light and temperature. These gradients create a vertical sequence of ecological niches, each potentially supporting distinct planktonic communities. This vertical heterogeneity is one of the key mechanisms in resolving Hutchinson's paradox of the plankton—the persistence of high species diversity in a seemingly uniform environment despite competitive exclusion. Although the importance of vertical structure in maintaining plankton diversity is long recognized, there are surprisingly few studies examining the combined vertical distribution of the major plankton groups (phytoplankton, ciliates, rotifers, and crustaceans). Here we analyze the day-time distribution of these groups during 5 sampling events from June to September 2025 on Lake Constance in relation to the vertical gradient of water temperatures. Phytoplankton, ciliate, and rotifer abundances were quantified using microscopy, whereas crustacean zooplankton was quantified semi-automatically using ZooScan methodology. We estimated for each group and date-depth combination alpha diversity, as well as beta diversity (community differentiation) within groups across the water column. Results show that plankton groups differ in their diversity patterns and vertical partitioning of diversity.

Cascading effects of quagga mussels on zooplankton and macrophyte dynamics in a temperate shallow lake

Sirka Heinrich¹; Jonas Mauch²; Tom Shatwell²; Justyna Wolinska²; Tobias Goldhammer²; David Kneis¹; Sabine Hilt²

¹ TUD Dresden University of Technology; ² Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB)

Quagga mussels (*Dreissena rostriformis bugensis*) are among the most impactful invaders in Northern Hemisphere freshwaters, causing substantial ecosystem perturbations and economic losses. Their filtration activity can have a variety of consequences for the aquatic food web. Changes in the phytoplankton community are the most obvious and have been investigated extensively, while we know less about the effects on other components. In this study, we take advantage of a unique high-frequency data set, covering 10 years before and 10 years after quagga mussel invasion in a temperate, eutrophic lake (Müggelsee, Germany). We test the hypotheses that the invasion of quagga mussels 1) significantly changed the zooplankton community composition, biomass and size structure and 2) that these changes cascaded to affect submerged macrophyte abundance and community composition. To disentangle the effects of quagga mussels from other environmental changes such as warming or nutrient load reductions, we apply an updated version of the process-based ecosystem model PCLake+, which explicitly incorporates quagga mussels as an additional trophic group. The model has been calibrated and validated using the Lake Müggelsee long term-data. By combining empirical data analysis with process-based simulations, we provide mechanistic insights into how quagga mussel invasions reshape trophic interactions, addressing key gaps in understanding quagga mussel effects on freshwater ecosystems.

Auswirkungen des Besatzes mit adulten Bachforellen auf Fisch- und Makrozoobenthosgemeinschaften in zwei brandenburgischen Tieflandflüssen

Leon Wiegand

Potsdam

Der Besatz mit Bachforellen (*Salmo trutta fario*) stellt eine weit verbreitete Maßnahme zur Förderung der Angelfischerei dar. Über seine Auswirkungen auf aquatische Lebensgemeinschaften in Tieflandflüssen ist jedoch bislang wenig bekannt. Ziel dieser Studie war die Untersuchung der Effekte des Besatzes mit adulten Bachforellen auf Fisch- und Makrozoobenthosgemeinschaften in zwei brandenburgischen Tieflandflüssen. Hierzu wurde ein BACI-Design (Before-After-Control-Impact) angewendet. Über einen Zeitraum von vier Monaten erfolgten wiederholte Beprobungen der Fischgemeinschaften mittels Elektrofischerei sowie des Makrozoobenthos mittels Kick-Sampling. Zur Identifikation potenzieller Besatzeffekte wurden generalisierte lineare gemischte Modelle sowie multivariate Analysen eingesetzt. Der Besatz führte zunächst zu einem deutlichen Anstieg der Bachforellenbiomasse. Dieser Effekt war jedoch nur von kurzer Dauer. Innerhalb von drei Monaten sank die Biomasse wieder auf das Ausgangsniveau. Weder für die Gesamtabundanz von Fischen und Makrozoobenthos noch für die Abundanz potenzieller Beuteorganismen, die Artenzahl oder die Gemeinschaftszusammensetzung konnten eindeutige besatzbedingte Effekte nachgewiesen werden. Die Dynamik der Lebensgemeinschaften wurde vielmehr durch saisonale Schwankungen, lokale Habitatunterschiede und Veränderungen der Strukturkomplexität geprägt. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Auswirkungen des Besatzes mit adulten Bachforellen auf Fisch- und Makrozoobenthosgemeinschaften in Tieflandflüssen überwiegend kurzfristig sind und durch saisonale Variabilität sowie die hohe Produktivität des Makrozoobenthos überlagert werden können.

Food web recovery after stream restoration is explained by tolerance and dispersal capacities

Lena C. Ruf¹; Alexandra Schlenker¹; Mario Brauns¹; Armin Lorenz²; Markus Weitere¹

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research GmbH - UFZ; ² Universität Duisburg-Essen

Aquatic ecosystems face multiple anthropogenic stressors such as wastewater input and hydromorphological degradation, making restoration key for preserving ecosystem health and services. Successful restoration should recover community composition, function and ecological processes, but this often fails or is not adequately assessed. To improve restoration successes, a higher understanding of mechanisms behind ecosystem recovery is crucial, particularly the link between community structure and ecological functions, where food web analyses provide an important tool.

In this study, we connect recovery processes of stream food webs after wastewater input removal to the asymmetric response concept (ARC, Vos et al. 2023, STOTEN 872), stating that dispersal and biotic interactions are the two key mechanisms governing responses to stressor release. Using long-term macroinvertebrate data from the Boye river (Germany), we apply trait-based analyses linking response traits affiliated with recovery (dispersal and tolerance) to food web-related effect traits (functional feeding groups and theoretical food web complexity), and mixed models to evaluate those relationships. We hypothesize that (1) food web complexity increases with time since restoration, and (2) the abundance of functional feeding groups correlates with key response traits. Finally, building on the ARC and previous findings (Gillmann et al., 2024, STOTEN 929) showing that tolerance decreases while dispersal increases during early recovery in river communities, we predict that (3) these trait dynamics drive shifts in dominance of functional feeding groups over time.

Preliminary results reveal that a decreasing abundance of tolerance and dispersal traits over time since restoration are linked to shifts in functional feeding group abundances, with all groups except grazers responding to the tested traits. Predators and gatherers decrease, while shredders increase in abundance over time since restoration. The connection of filterers to the two response traits is counteractive, resulting in a slightly increasing trend. These results demonstrate that the recovery of food web functions in streams after restoration is not random but closely linked to the tolerance and dispersal capacities of species.

Restoration rebuilds biodiversity-driven multifunctionality in stream food webs across contrasting ecosystems

Mario Brauns¹; Christine Anlanger²; Clara Mendoza-Lera²; Davi G. Fernandes Cunha³; Patrick Fink⁴; Nicolas Finkler⁵; Björn Gücker⁶; Andreas Lorke²; Isabel Muñoz⁷; Julia Pasqualini⁸; Ryan Sponseller⁹; Daniel von Schiller⁷; Markus Weitere⁸

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ ; ² RPTU Kaiserslautern-Landau/Institute for Environmental Sciences; ³ University of São Paulo; ⁴ Universität zu Köln; ⁵ Swedish University of Agricultural Sciences; ⁶ Federal University of São João del-Rei; ⁷ University of Barcelona; ⁸ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ; ⁹ Umeå University

Freshwater restoration is increasingly implemented to counteract biodiversity loss and restore ecosystem functioning, yet it remains unclear whether restoration consistently rebuilds biodiversity–ecosystem functioning (BEF) relationships across biomes and whether these relationships are mediated by resource availability. Here, we combined standardized measurements of biodiversity and ecosystem functioning across 24 restored, degraded, and near-natural streams spanning tropical (Brazil), Mediterranean (Spain), temperate (Germany), and boreal (Sweden) regions. We quantified four ecosystem functions related to organic matter fluxes in food webs and assessed ecosystem multifunctionality in relation to consumer richness and resource availability. Across all regions, biodiversity was positively associated with ecosystem multifunctionality, with stronger BEF relationships observed in restored compared to degraded systems. Resource availability explained part of the variation in individual ecosystem functions, particularly autochthonous fluxes under degraded conditions, indicating increased resource limitation following habitat degradation. However, biodiversity effects on multifunctionality remained strong even after accounting for resource availability. Our results demonstrate that restoration can rebuild biodiversity-driven ecosystem multifunctionality across contrasting biomes and suggest that biodiversity contributes independently to ecosystem functioning beyond resource-mediated pathways

Insect-mediated biomass and essential nutrient fluxes in a river-floodplain network

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

Brandenburgisch Technische Universität Cottbus

Emergent aquatic insects contribute significantly to cross-ecosystem biomass and nutrient fluxes. Aquatic insects represent an important source of energy for riparian predators and are of high nutritional quality due to their high content of polyunsaturated fatty acids (PUFA). We quantified the export of PUFA from a large, human-impacted German river, the Oder, and adjacent floodplain water bodies (FWB) via emergent aquatic insects and estimated insect-mediated PUFA fluxes across the aquatic-terrestrial interface. Insects were collected using emergence traps installed on groyne fields along the river and on adjacent FWB. In addition, terrestrial insect traps were deployed at different distances from the shore between river and FWB to assess cross-ecosystem biomass and PUFA fluxes. The total insect biomass and PUFA export was higher from the river than from adjacent FWB, whereas the export of physiologically important long-chain PUFA was higher from FWB than from the river. In contrast to total biomass, the biodiversity of aquatic insects emerging from the river groynes was significantly lower than that of insects emerging from the FWB due to a higher proportion of non-chironomid taxa, such as Ephemeroptera and Trichoptera, in the FWB. Aquatic insect biomass decreased with distance from the river shore and the majority of aquatic insects did not penetrate further than 50 m into the adjacent terrestrial habitat. Our data highlight the importance of FWB for trophic connectivity and as a source of essential nutrients in human-impacted riverine ecosystems.

Species-specific aquatic habitat use predicts pesticide residues in feces of insectivorous birds and bats

Kristin Scharnweber¹; Kathrin Fisch; Dominik Martin-Creuzburg; Marit Kelling; Tarn Parmar; Marius Grabow; Wiebke Ullmann; Stefan Lorenz

¹ Universität zu Köln

Water bodies located in the agricultural landscape may face a substantial contamination by insecticides, herbicides, and fungicides. Emerging insects may act as vectors, transferring these pesticides from water bodies into terrestrial food webs when they leave the aquatic habitats as adults. We investigated the contamination of feces from various insectivorous organisms with different foraging modes and frequency of aquatic habitat use, quantified by habitat selection analyses based on high-resolution telemetry data. In total, we detected 16 current-use pesticide residues, two legacy compounds and six metabolites in the feces of three species which had a significant positive association to aquatic habitats: barn swallow (*Hirundo rustica*), Western house martin (*Delichon urbicum*), and the common noctule bat (*Nyctalus noctula*). In contrast, no substances were detected in feces of European starling (*Sturnus vulgaris*), a species that used rather terrestrial habitats and is known to feed on terrestrial insects. The fungicide prochloraz, used to combat fungal grain diseases, was the substance with the highest detection rate (69 % of all samples). While the direct ecotoxicological effects on the organisms are unclear, our study is one of the first ones to demonstrate the contamination pathway via emerging insects and to highlight that species-specific habitat use may strongly affect contamination pathways in aerial insectivores such as birds and bats.

Session A07

Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen / Matter fluxes in aquatic communities

Contrasted biogeochemical response to drying and reflooding in the Spreewald fluvial network ecosystem

Maria Isabel Arce Sánchez¹; Clara Mendoza-Lera²; Celine Cera¹; Nicolás Valiente³; Alessandro Manfrin²; Tobias Goldhammer¹

¹IGB Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries; ²RPTU Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau; ³Department of Science and Agroforestry Technology and Genetics, University of Castilla La Mancha, Albacete, Spain.

The inland delta of the Spreewald represents a unique socio-ecological system comprising a network of streams, channels, and wetlands of high ecological value where agricultural, livestock, and recreational activities co-exist across the region. Over the last decades, climate change and increasing water demand have led to recurrent droughts. To deal with it, the dried channels are supplied with abstracted groundwater from open-cast lignite mining in the Lusatian region this, however, brought iron and sulphate pollution. This landscape heterogeneity across Spreewald region has shaped the system into a mosaic of waterbodies of contrasted biogeochemistry that increasingly experience periods of complete absence of surface water. Drying and subsequent re-flooding in streambed sediments are known to induce considerable functional changes that impact fluxes of nitrogen (N) and carbon (C), with implications in the atmospheric levels of greenhouse gases (GHG) and water quality thresholds. Understanding functional responses to flow intermittence is key to support adaptive water management strategies in the area.

To assess the biogeochemical effects of drying and re-flooding in Spreewald waterbodies, we conducted mesocosm experiments using sediments from three sites with contrasting anthropogenic impacts: a near-pristine stream, a mining-impacted stream, and a livestock-impacted channel. We simulated 70 days of drying followed by 7 days of re-flooding to evaluate changes in GHG emissions and sediment biogeochemical properties, expecting site-specific responses to hydric conditions. The impacted sites showed increased fluxes of CO₂ during early drying as a response of increased mineralization in exposed sediments. Large CH₄ fluxes were found at the livestock-impacted channel. Further drying induced a drop in gaseous fluxes and promoted an accumulation of NO₃⁻ to further trigger N₂O fluxes after flooding, likely associated with an onset of denitrification. N and C species as well as sulphate were mobilized from the sediment upon re-flooding, indicating potential water quality alterations.

This study demonstrates a variable role of drying-flooding regimes in the functioning of the fluvial component of the Spreewald in direct response to anthropogenic impacts that shape the biogeochemical environment. Furthermore, it outlines the need of considering flow intermittence and its biogeochemical implications in management plans to mitigate river water alterations in the region

Long-term-trends of nutrient and nitrogen isotope dynamics in the Elbe River

Kirstin Dähnke; Tina Sanders; Gesa Schulz

Helmholtz-Zentrum Hereon

Over the past decades, the Elbe River and estuary experienced significant changes due to dredging, deepening, warming, and changes in discharge. We present a multiyear dataset of seasonal estuarine cruises and freshwater time series that demonstrate that the tidal Elbe maybe approaching nutrient limitation in the freshwater sections of the estuary, although at cost of significant oxygen consumption, and hypoxia further downstream. Nutrients are eventually recycled in the salinity gradient and may trigger further eutrophication in the coastal zone.

Our data indicate that decreases in dissolved inorganic nitrogen concentration in the lower river are rather the result of high productivity in the middle reaches than direct consequences of mediation measures. Based on stable isotope dynamics, we investigate the plausibility of further nutrient reduction and its implication for the tidal Elbe. Nitrate isotope signatures suggest that, especially in times of increasingly low discharge, nutrient regeneration gains in relative importance, so that biological productivity depends increasingly on recycled nutrients in the water column, whereas external sources diminish in importance.

Combining longitudinal dynamics of riverine dissolved organic matter with experiments on its photochemical and microbial transformation

Norbert Kamjunge¹; Peter Herzsprung; Wolf von Tümpling; Jörg Tittel; Martin Krauss; Oliver Lechtenfeld

¹ *Helmholtz Center for Environmental Research (UFZ)*

Rivers are important sites of dissolved organic matter (DOM) processing but the combination of field studies along full river transect and experimental investigations remain scarce. We investigated the Elbe River from headwaters in the Czech Republic to the North Sea and combined longitudinal sampling with degradation experiments to

1. track longitudinal changes in dissolved organic matter (DOM) composition,
2. test photochemical and microbial degradation of terrestrial DOM in headwaters,
3. assess bacterial DOM consumption in downstream river stretches, and
4. evaluate photodegradation of organic micropollutants along the entire river.

DOM composition shifted longitudinally from allochthonous-dominated, aromatic, oxygen-rich, high-molecular-weight compounds in headwaters to more saturated, nitrogen-enriched, low-molecular-weight components in the estuary. We found that bacterial degradation of terrestrial DOM was higher than photochemical loss in headwaters. Further downstream, bacteria preferentially consumed younger, autochthonous, oxygen-rich DOM. Additional flume experiments showed substantial photodegradation of organic micropollutants over the river stretch. Overall, experiments help to explain how rivers transform DOM and act as filters between land and sea.

Freshwater dissolved organic matter composition shapes planetary biogeochemical flows

Daniel Graeber¹; Michele Meyer¹; Xavier Peñarroya²; Carsten Simon¹; Anika Große³; Ricky Mwanake⁴; Mayra Rulli Rulli⁵; Martin Berggren⁶; Erika C. Freeman⁷; Susana Bernal²; Dolly Kothawala⁵; Wolf von Tümpling¹; Matthias Koschorreck¹; Núria Catalán²; Peter Herzsprung¹; Norbert Kamjunke¹

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ; ² CEAB-CSIC; ³ Aarhus University; ⁴ Karlsruhe Institute of Technology (KIT); ⁵ Uppsala University; ⁶ Lund University; ⁷ Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB)

Freshwaters transport dissolved organic matter (DOM) from terrestrial environments toward the ocean, processing 80–85% of terrestrial carbon along the way. Yet the planetary boundaries framework for nitrogen, phosphorus, and greenhouse gases evaluates these flows as bulk fluxes — it is molecule-blind, ignoring how DOM composition controls bioavailability, microbial processing, and the partitioning of C, N, and P between assimilation, degradation, and export.

We synthesise evidence from freshwater biogeochemistry, microbial ecology, and ecological stoichiometry to show that DOM composition shapes how bulk biogeochemical fluxes are partitioned. First, the molecular composition of the DOM components dissolved organic nitrogen (DON) and phosphorus (DOP) sets a reactivity continuum from rapidly assimilated low-molecular-weight metabolites (amino acids, urea, phosphoesters) to humic, high-molecular-weight composites that degrade very slowly. DON and DOP are typically more bioavailable than bulk DOC (DON ~20–50%, DOP ~30–80%, DOC ~5–20%), so bioavailable C:N:P stoichiometry diverges from that of bulk DOM.

Second, this composition-dependent bioavailability of DOM interacts with the C:N:P imbalance between resources and microbial biomass. Following the macronutrient-access hypothesis, bioavailable rather than bulk DOC:N:P ratios (N and P including inorganic fractions) constrain heterotrophic uptake efficiency and shape whether processed C, N, and P are incorporated into biomass, respired, or regenerated to dissolved inorganic and organic forms. This couples nitrate and phosphate uptake to DOM turnover.

Third, the coupling of DOM composition and stoichiometry shapes whether incoming substrates are converted to the greenhouse gases CO₂, CH₄, and N₂O, recycled to bioavailable forms, or exported as refractory matter, partitioning these flows between the atmosphere, inland waters, and the ocean.

Land use amplifies these effects: agricultural catchments deliver roughly twice as much riverine N as natural ones, with the bioavailable fraction rising from ~54% to ~85%, accelerating eutrophication and CO₂, CH₄, and N₂O production per unit N. The bulk-flux planetary boundaries framework fails to capture this compositional shift. Present and future limnological studies can close the gap by linking DOM bioavailability proxies, ecological stoichiometry, and catchment land use to the management of eutrophication, greenhouse-gas emissions, and water quality in inland waters.

Resolving Vertical CO₂ Concentration Gradients at the Air-Water Interface Using a Novel Membrane Equilibration Technique

Patrick Aurich¹; Vivien Bernhard¹; Uwe Spank²; Matthias Koschorreck¹

¹ Helmholtz-Centre for Environmental Research – UFZ; ² TU Bergakademie Freiberg

Quantifying diffusive greenhouse gas emissions from inland waters commonly relies on the concentration gradient between dissolved gases in the water and their equilibrium concentration in the atmosphere. However, while gas exchange occurs directly at the air-water-interface, dissolved CO₂ is typically measured several centimeters below the surface, potentially introducing bias into flux estimates. Recent studies have demonstrated the existence of vertical CO₂ gradients under calm conditions, indicating that measurements taken below the immediate surface layer may not accurately represent the concentration driving gas exchange. 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 theoretical vertical resolution of 1 cm. Air is circulated 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 concentrations reflect the local dissolved CO₂ concentration adjacent to the membrane. The FME was evaluated in a controlled pool experiment using CO₂-supersaturated water, with deployments at 1 cm and 25 cm depth. The results demonstrate reliable equilibration and accurate measurements of dissolved CO₂ concentrations. Subsequent field deployments in lakes and the North Sea under calm and turbulent conditions, as well as during rain events, revealed pronounced near-surface CO₂ gradients during low-turbulence conditions. These gradients resulted in substantial differences between CO₂ concentrations measured directly at the surface and those measured in the underlying water, with important implications for flux calculations. The FME provides a practical approach for resolving near-surface CO₂ gradients at high vertical resolution and offers new opportunities to investigate the dynamics and drivers of air–water gas exchange. By improving the representation of the concentration gradient at the interface, the method has the potential to reduce uncertainties in greenhouse gas flux estimates from aquatic systems.

Spatial heterogeneity of water surface carbon dioxide and methane fluxes in subarctic lakes

Judith Vogt¹; Elliot Pratt¹; Nicholas Eves¹; Chiara Gruber²; Lara Oxley³; Kseniia Ivanova¹; Sanjid Backer Kanakkassery¹; Elias Wahl⁴; Theresia Yazbeck¹; Abdullah Bolek¹; Nathalie Y. Triches¹; Mark Schlutow¹; Martin Heimann¹; Mathias Göckede¹

¹ Max-Planck-Institut für Biogeochemie; ² b.geos GmbH, Korneuburg, Austria; ³ Institute of Geography, University of Bern, Switzerland; Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern, Switzerland;

⁴ Max-Planck-Institut für Biogeochemie; Department of Atmospheric and Cryospheric Sciences, University of Innsbruck, Austria

Water surface fluxes of carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄) show significant variation in space and time. Spatial variability in flux rates can e.g. be introduced by gradients in bathymetry, coverage by vegetation with different community structure, or lateral influx from connected groundwater bodies. The resulting variability in carbon cycle processes makes it difficult to estimate net lake flux budgets based on a low number of small scale sampling points, while integrated signals from coarser resolution observations are difficult to interpret as they combine multiple source and sink types. Due to a lack of observational data, especially at high spatial resolution, uncertainties of water-air fluxes of CO₂ and CH₄ in freshwater ecosystems are therefore large. This is problematic, especially in regions of high northern latitudes, where the density of inland waterbodies is very high.

To better capture spatially heterogeneous flux patterns, we measured the surface carbon fluxes accompanied by meteorological, physicochemical and biological variables and bathymetric measurements with the BlueMinerva, an autonomous floating platform, across a network of lakes during the StordalenX25 campaign in northern Sweden.

We obtained more than 1,000 spatially distributed flux estimates over a measurement period of two weeks. In comparison to terrestrial fluxes in the mire, CO₂ and CH₄ fluxes from freshwater were low. For CO₂ fluxes, fluorescent dissolved organic matter and pH were the strongest drivers overall, while the specific conductivity at the water surface explained most of the CH₄ flux variability across the network according to a random forest model. For both gases, differences of flux estimates between the studied lakes were significant, which is particularly interesting for four of the lakes which are interconnected by small channels. In addition, subsurface processes likely played a significant role in driving these differences.

Overall, this study demonstrates the importance of resolving heterogeneous carbon fluxes at small spatial scales for accurately estimating associated carbon budgets.

Episode oder neue Normalität: Spontane Eutrophierung eines geschichteten Klarwassersees

Michael Hupfer; Thomas Gonsiorczyk; Sabine Hilt; Mark O. Gessner

Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

Es häufen sich Beobachtungen, dass Seen selbst in Regionen mit geringem menschlichem Einfluss und ohne offenkundige Ursache deutliche Eutrophierungsmerkmale entwickeln. Ein solches Beispiel ist die Verschlechterung des ökologischen Zustandes des Stechlinsees im Nordosten Deutschlands. Sie ging vor allem mit einem Anstieg der Gesamt-P-Konzentration von 15 auf 60 µg/L innerhalb von nur 10 Jahren einher. Als Folge kam es zu einer Zunahme der Phytoplanktonbiomasse, zu einem starken Rückgang der Sichttiefe sowie zur Ausbreitung sauerstofffreier Zonen im Tiefenwasser. Ab 2021 sank die P-Konzentration ebenso rasant wie überraschend wieder auf unter 25 µg/L, begleitet von einem unmittelbaren Rückgang der zuvor beobachteten Eutrophierungserscheinungen. Bilanzstudien zeigen, dass der während der Eutrophierungsphase zusätzlich im Wasserkörper auftretende Phosphor weder durch externe Quellen noch durch Freisetzung aus dem Profundalbereich des Sees erklärt werden kann. Stattdessen weisen breit angelegte Untersuchungen darauf hin, dass die Litoralsedimente zunächst als P-Quelle fungierten bevor sie ab 2019 wieder zu einer P-Senke wurden, was mit dem beobachteten Wechsel der Dominanz zwischen wintergrünen Characeen und sommergrünen höheren Makrophyten erklärt wird. Die Vulnerabilität des Sees auf die massive P-Freisetzung aus dem Litoral war besonders hoch, weil eine über Jahrzehnte andauernde Schwächung der P-Bindekapazität infolge verstärkter Sulfatreduktion stattgefunden hat. Das Fallbeispiel Stechlinsee zeigt, dass auch Seen in wenig belasteten Einzugsgebieten eutrophierungsgefährdet sind und dass Änderungen der Makrophyten-Besiedlung im Litoral eine entscheidende Rolle in der Eutrophierungs- und Reoligotrophierungsdynamik dieser Seen spielen können.

Haupteintragspfad Grundwasser: Hat sich die Phosphor-Belastung des Arendsees in den letzten 15 Jahren verändert?

Jörg Lewandowski¹; Mirjam Pfaff¹; Karin Meinikmann²; Michael Hupfer³

¹ Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) & HU Berlin; ² Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB); ³ Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) & BTU Cottbus

Die Eutrophierung von Seen wird häufig mit Phosphorbelastungen (P) durch Oberflächenzuflüsse, direkte Abwassereinleitungen oder andere gut sichtbare Nährstoffquellen in Verbindung gebracht. Eine vor 15 Jahre durchgeführte Fallstudie am 48 m tiefen, eutrophen Arendsee hat gezeigt, dass mehr als 50 % der externen P-Belastung auf übermäßige P-Einträge aus einer „unsichtbaren“ Quelle zurückzuführen sind: dem Grundwasser. Die P-Belastung des Grundwassers erfolgt aus dem besiedelten Bereich der Stadt Arendsee, der sich im Grundwassereinzugsgebiet und unmittelbar am Seeufer befindet. Die früheren oder andauernden Grundwasserbelastungen im Siedlungsgebiet konnten bisher nicht genau identifiziert werden. Ziel unserer neuen Untersuchungen ist es, Veränderungen der grundwasserbürtigen P-Frachten in den letzten 15 Jahren zu beleuchten, um die Prozesse im städtischen Grundwasserleiter besser zu verstehen. Die P-Konzentrationen im Grundwasser wurden mithilfe von Grundwassermessstellen, temporären Piezometern und privaten Gartenbrunnen bestimmt. Der Volumenstrom des Grundwasserzustroms wurde mithilfe von Temperatur-Tiefen-Profilen und Darcy-Berechnungen ermittelt. Damit konnte die jährliche Gesamt-P-Belastung berechnet werden. Die überraschenden Ergebnisse zeigen, dass klimatische Variationen das Ausmaß der P-Einträge über das Grundwasser erheblich beeinflussen.

Freisetzung von Phosphor und H₂S aus aeroben Sedimenten in einem Chara-See. Wirkungen und kausale Zuordnung.

Christiane Krambeck; Henning Thiessen

Plön

Ausfälle von Charawiesen in Buchten mit extensiv genutzter Umgebung waren anfangs rätselhaft. Saisonales, drohnengestütztes Monitoring zeigte ein wiederkehrendes Muster: Auf extrem nasses Wetter folgten Blüten von grünen Fadenalgen und Fäulnisprozesse in vitalen Charawiesen. Stellenweise lösten sich Bestände vom Grund. Die entstehenden Löcher füllten sich mit Nebeln von beweglichen, H₂S oxidierenden Bakterien über einem belebten Faulschlamm mit Überzügen von fädigen Schwefel-Bakterien und mixotrophen Cyanobakterien. In der Umgebung solcher Stellen zersetzte sich die Characeen-Biomasse über Winter, der Grund blieb kahl und füllte sich nur zögerlich wieder, bevorzugt mit submersen Gefäßpflanzen. In den Folgejahren breiteten sich teils weniger auffällige Fäulnisprozesse flächig aus, bis die submerse Vegetation schließlich buchtweit ausfiel. Die Regeneration dauerte teils mehrere Jahre. Wo Characeenbestände wieder eine normale Dichte erreichten, starteten neue Fäulniszyklen an kritischen Stellen. - Nach dem Stand des Wissens setzt Phosphorfreisetzung aus aeroben Sedimenten voraus, dass das verfügbare Eisen als Eisensulfid gebunden ist. Und H₂S erreicht Sedimentoberflächen nur dann, wenn es in der oxisch-anoxischen Grenzschicht nicht völlig als FeS festgelegt und mikrobiologisch oxidiert wird. Dabei kommt es auf Sauerstoffeinträge über Bioirrigation oder über Wurzeln von Gefäßpflanzen an. Bei dem grundwassergespeisten Seetyp indiziert die Verstärkung der Störungen durch Niederschläge einen ursächlichen Zusammenhang mit Kontamination von oberflächennahem Grundwasser. Ohne intensive landwirtschaftliche Nutzung des Einzugsgebietes kommt als primäre Ursache dafür nur atmosphärische Deposition in Frage. Zu den Monitoringbefunden passen entsprechende, zeitgenössische Veränderungen: Überhöhte Sulfatkonzentrationen, die je nach stöchiometrischer Relation zu Eisen eine aerobe P-Freisetzung auslösen können, sind charakteristisch für Versauerungsfronten in schlecht gepufferten Sandböden und werden auf die seit den 90ern anhaltende Ammoniumdeposition zurück geführt. Außerdem sind historische Rückgänge von Chironomiden-Arten dokumentiert, deren Larven in Charawiesen für Bioirrigation sorgen. - Über die an sich naheliegende Abhängigkeit von Charawiesen von Prozessen in der oxisch-anoxischen Grenzsschicht am Seegrund ist bisher allerdings wenig bekannt. Solange das evolutionär eingespielte System ungestört funktionierte, bestand auch kein Anlass zur genaueren Untersuchung.

Biologisch-verfahrenstechnische Behandlung organisch belasteter Stillgewässer: Erkenntnisse aus Teichkläranlagen als limnologische Extremgewässer

Uwe E. Nimmrichter

BluePlanet Germany GmbH

Organisch belastete Stillgewässer sind durch eine Kopplung von Sedimentation, mikrobieller Mineralisierung, Sauerstoffdynamik, Nährstofffreisetzung und hydraulischem Austausch geprägt. Diese Prozesse treten in natürlichen und technischen Kleingewässern gleichermaßen auf, unterscheiden sich jedoch in Intensität und Dynamik. Teichkläranlagen stellen dabei limnologische Extremgewässer dar: Sie sind hydraulisch durchströmt, stark organisch belastet und sedimentationsgeprägt. Dadurch eignen sie sich als Modellräume, um Wirkmechanismen biologischer Behandlungsverfahren auch für eutrophe Seen, Weiher oder Rückhaltebecken abzuleiten.

Am Beispiel der Teichkläranlage Linden wird ein mehrjähriger Behandlungs- und Monitoringansatz vorgestellt, bei dem ein mikrobiologisch unterstütztes Verfahren natürliche Abbau- und Stoffumsatzprozesse fördert. Grundlage sind Sedimentkartierungen, Kernsondierungen, Laboranalysen von Wasser und Schlamm, Korngrößenuntersuchungen sowie eine Bewertung hydraulisch induzierter Schlammabtriebe.

Die Ergebnisse zeigen ein differenziertes Wirkbild. In nachgeschalteten Teichen wurden deutliche Schlammvolumenreduktionen dokumentiert; im stark belasteten Eingangsteich kam es zur Auflösung eines hochverdichteten Kompaktschlammkörpers. Für die Bewertung erwies sich nicht allein die Schlammhöhe als entscheidend, sondern die gemeinsame Betrachtung von freier Wassersäule, Gesamttiefe, Sedimentstruktur, organischer Frischauflage und Schwebeschlammphase. Die Wasseranalytik belegte eine hohe Rückhaltung organischer und partikelförmiger Fracht sowie eine Entlastung bei Ammonium-Stickstoff und Gesamtphosphor. Die Schlammchemie zeigte eine Differenzierung zwischen organisch geprägtem Eingangsteich und mineralischeren Restsedimenten.

Ein Schwerpunkt war die Frage, ob Regen- und Durchflussspitzen zu relevantem Schlammabtrieb führen. Die Daten zeigen eine hydraulische Reaktion auf Niederschlagsereignisse, jedoch keinen Zusammenhang mit abfiltrierbaren Stoffen im Ablauf.

Der Beitrag zeigt, dass Teichkläranlagen trotz ihres technischen Charakters wertvolle limnologische Modell- und Extremgewässer darstellen. Die beobachteten Prozesse – Schlammabbau, Nachverdichtung, organische Neubelastung, mikrobielle Stoffumsetzung und Austragsdynamik – sind grundsätzlich auf andere eutrophe Stillgewässer übertragbar. Voraussetzung ist eine standortbezogene Bewertung, die hydraulische Belastung, Sedimenttyp, Sauerstoffregime und Nährstoffdynamik gemeinsam betrachtet.

Impacts of Phosphorus Removal on Greenhouse Gas Emissions in a Lake System

Frederik Lemke¹; Zeli Tan; Parvathi Ramaswami; Ferdi L. Hellweger

¹ *Technische Universität Berlin*

Water Quality Management is increasingly considering the effect on Greenhouse Gas (GHG) Emissions. Phosphorus removal of wastewater, a common measure to promote the re-oligotrophication of eutrophic lakes, is one such treatment process with high GHG emission production. Increasing treatment intensity in wastewater treatment plants (WWTPs) generally leads to higher GHG emissions (e.g. energy consumption). At the same time, reducing phosphorus inputs lowers phytoplankton biomass, which may itself influence the lake's GHG balance. Depending on the relative importance of carbon fixation through primary production and GHG emissions from the lake, the resulting reduction in phytoplankton can either increase or decrease net GHG emissions. Although phosphorus removal has been widely implemented as a water management strategy, its GHG balance at the system level, including all relevant processes from wastewater treatment plant to receiving lake, has received little attention.

This study assesses the GHG balance of different phosphorus removal management levels in a wastewater treatment plant - lake system, considering the entire process chain. A lake GHG flux model is combined with a wastewater treatment plant (WWTP) emission model. The integrated modeling framework is applied to multiple nutrient reduction scenarios to evaluate how alternative management strategies affect net GHG emissions.

The results provide a system level perspective on the tradeoffs between water quality improvement and climate regulation, identifying conditions under which nutrient management can achieve an optimal balance between lake water quality and system level GHG emissions.

Biogeochemical processes and benthic fluxes of DIC, nutrients (P, Si), major- and trace- elements in surface sediments of the Laacher See

Patricia Roeser¹; Anna Jentsch; Stijn Albers; Marc de Batist; Christian März; Michael E. Böttcher

¹ *Rheinische Friedrich Wilhelms Universität Bonn*

Approximately 13,000 years ago, an explosive phreatomagmatic eruption in the Eifel volcanic field formed what is now Germany's largest dormant volcanic lake, Lake Laacher See. As a hydrologically restricted lake with a relatively small catchment area, it remains strongly influenced by volcanic activity in the subsurface through continuous input of magmatic CO₂, making it an exceptional natural setting for studying carbon dynamics and associated elemental cycling under elevated dissolved carbon conditions. In this study, seasonal investigations of the water column were combined with analyses of pore waters obtained from several sediment cores collected throughout the year, in different seasons and distinct water depths. We calculated the benthic fluxes of dissolved inorganic carbon (DIC), nutrients (P, Si), major (Ca, Mg, K, Na, S) and trace- (Sr, Ba, Li) elements in different parts of the lake and discuss potential hypothesis for the encountered heterogeneities. The results provide the first direct evidence for active elemental transformations within the sedimentary environment, demonstrating that the sediment column functions as a dynamic biogeochemical reactor that influences the cycling of carbon and other elements within the lake system.

Session A08

Urbane und erheblich veränderte Gewässer / Urban and heavily modified water bodies

Rethinking the Night: Protecting Freshwater Biodiversity from Light Pollution

Franz Hölker¹; Alessandro Manfrin²; Sibylle Schroer¹; Benedikt Huggins; Andreas Jechow³

¹ Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB); ² RPTU Kaiserslautern-Landau; ³ Brandenburg University of Applied Sciences

Artificial light at night (ALAN) is a growing driver of global environmental change. As light emissions rise and nearly half of the world's population lives within 3 km of a freshwater body, rivers and lakes are increasingly exposed to light pollution. Although freshwater ecosystems are biodiversity hotspots and vital for human well-being, they remain understudied in ALAN research despite impacts across all trophic levels.

Most mitigation focuses on general measures rather than solutions tailored to freshwater environments. Practices such as shielding, spatial confinement, intensity adjustment, and spectral tuning can reduce emissions, but targeted approaches for inland waters and adjacent habitats are still limited. This presentation reviews ALAN effects on freshwater biodiversity and proposes mitigation strategies based on recent research.

Because freshwater systems are tightly linked to surrounding terrestrial landscapes, mitigation must address both realms. Many ALAN-sensitive species, including aquatic insects and vertebrates, depend on aquatic and terrestrial habitats during their life cycles. Effective management should therefore focus on four measures: avoiding unnecessary lighting near freshwater systems; directing light precisely to prevent spillover onto water surfaces, and riparian zones; adapting light levels spatially and temporally to ecological sensitivity by dimming or switching off lights during critical periods such as breeding, migration, or emergence; and reducing illumination in sensitive areas like bridges, shorelines, and riverbanks to balance safety and conservation. While spectral tuning may benefit terrestrial fauna, many aquatic organisms rely on the full visible spectrum, making strategies such as minimizing unnecessary lighting, directing light effectively, and adjusting light levels more effective.

Environmental regulations rarely address ALAN adequately. Existing protections often apply only to species with special conservation status, leaving many freshwater organisms unprotected. Germany's Insect Protection Act is a notable exception, but specific rules for inland waters are still lacking. Integrating targeted lighting strategies into environmental policy is essential to protect freshwater and riparian food webs while maintaining necessary nighttime lighting for human activities.

Identifying dispersal barriers through population genetic patterns in freshwater macroinvertebrates

Damian Biehls; Lara Lausch; Christian K. Feld

Universität Duisburg-Essen, Fakultät für Biologie

Freshwater ecosystems are highly fragmented habitats in which dispersal abilities strongly influence population connectivity and genetic structure. In this study, we investigate genetic patterns within a lowland river catchment in North Rhine-Westphalia, Germany: the Rotbach. Using mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I (COI) sequence data, we compare population genetic structures of aquatic macroinvertebrates with differing life-history strategies, including the hololimnic amphipod *Gammarus pulex* and the merolimnic mayfly *Ephemera danica*.

By contrasting species with distinct dispersal capacities, we aim to assess how habitat fragmentation and life-history traits shape genetic differentiation in stream networks. In particular, we investigate whether patterns of genetic structuring based on mitochondrial DNA can be used to identify potential dispersal barriers and to evaluate how strongly different taxa are affected by restricted connectivity within the catchment.

Preliminary results indicate a strong genetic differentiation in the hololimnic species *Gammarus pulex*, which may be associated with instream barriers and increasing urbanization in downstream sections of the river system, but also with the geographical distance between populations. In contrast, COI data for merolimnic species revealed no distinct genetic structuring, suggesting a higher degree of connectivity, potentially facilitated by dispersal during the aerial adult stage.

Interestingly, this pattern was consistent across merolimnic taxa regardless of their presumed dispersal capacity, which may be explained by the comparatively small catchment size enabling connectivity even in species considered as weak flyers.

Case Study Emscher: Recovery patterns of Macroinvertebrates after a century of severe pollution

Pia Knobloch; Daniel Hering; Armin Lorenz

Duisburg Essen University / Centre for Water and Environmental Research (ZWU)

The number of restored rivers is increasing, yet the mechanisms of ecological recovery after long-term stressor removal remain poorly understood. The Emscher River (Ruhr Metropolitan Area, North Rhine-Westphalia, Germany), which received wastewater and mine water and was heavily modified for over a century, is one of Europe's large-scale river restoration projects. Since 2022, it has been fully disconnected from wastewater inputs, leading to strong improvements in water quality. This provides a rare opportunity to study early-stage recovery in a formerly severely degraded large river system.

We analysed benthic macroinvertebrate communities at 14 sites sampled three times per year between 2022 and 2025 using generalised linear mixed models, hierarchical clustering, and trait-based approaches to assess temporal trends, spatial recovery, and the roles of dispersal, environmental filtering, and functional traits.

Macroinvertebrate diversity increased significantly, with species richness showing an approximate annual increase of 19%, indicating rapid biological responses to improved environmental conditions. However, recovery was highly heterogeneous. Pollution-tolerant taxa remained dominant, while other groups expanded along the river network or remained restricted to upstream reaches. Cluster analyses revealed distinct successional trajectories linked to ecological traits. Persistent assemblages were characterised by high pollution tolerance and sediment-associated feeding traits, whereas expanding taxa showed higher dispersal capacity, lower tolerances, and more diverse feeding strategies. Sensitive taxa with good dispersal ability remained largely confined to upstream sections, suggesting ongoing constraints from habitat quality and connectivity.

Overall, recovery followed asynchronous, trait-mediated successional dynamics rather than uniform increases in biodiversity. Despite rapid gains in diversity, community composition remained strongly influenced by historical legacy effects and tolerant taxa dominance.

These results highlight that large-scale water quality improvements can trigger rapid biological recovery even in severely degraded urban rivers, but early increases in diversity do not necessarily indicate complete ecological recovery. Effective restoration must additionally enhance habitat heterogeneity, connectivity, and access to regional species pools to support long-term functional recovery.

Restaurierung und Management von Kieslaichplätzen in hochgradig veränderten alpinen Flüssen: Substratqualität vs. Substratstabilität

Julius Gorenz; Elisabeth Winter; Joachim Pander; Jürgen Geist

Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie, Technische Universität München

Die charakteristischen Fischarten alpiner Flüsse sind meist auf eine lockere und gut durchströmte Kiesohe als Laichplatz angewiesen, die eine ausreichende Sauerstoffversorgung während der frühen Entwicklung ermöglicht. Gleichzeitig weisen viele alpine Flüsse in Folge anthropogener Eingriffe zum Hochwasserschutz, zur Landgewinnung oder zur Wasserkraftnutzung einen hohen Grad an morphologischer und hydraulischer Veränderung auf. Diese hat zu einer Reduktion der verfügbaren Habitatfläche, zu veränderten Abflussregimen und zu einem gestörten Substrattransport in den betroffenen Gewässern geführt. Als Konsequenz daraus sind funktionale Kieslaichplätze häufig zum limitierenden Schlüsselhabitat im Lebenszyklus vieler Fischarten in hochgradig veränderten alpinen Flüssen geworden, da Geschieberückhalt, Feinsedimenteintrag und veränderte Abflussspitzen zu Substratmangel, Kolmation und Erosion von Kieslaichplätzen geführt haben. Um die Funktionalität der Laichplätze in diesen Systemen zu erhalten, und damit zum Weiterbestehen der Fischartengemeinschaften beizutragen, sind regelmäßige menschliche Eingriffe nötig, um die ehemals natürlichen Prozesse von Umlagerung und Substratnachschiebung nachzuahmen. Als kosteneffektive und leicht umsetzbare Möglichkeit haben wir die Integration der Laichplatzrestaurierung in bestehende Maßnahmen im Gewässerunterhalt untersucht. Dabei wurde eine aktive Bioindikation mit Salmonideneiern eingesetzt, um die Funktionalität von angelegten Laichplätzen an drei Zuflüssen zum Inn in Österreich und Deutschland zu überprüfen. Die Anlage der Laichplätze wurde in die regelmäßige Räumung der Kiesfallen der Gewässer integriert und autochthones Substrat aus den Kiesfallen wurde als Laichsubstrat eingesetzt. Trotz großer Unterschiede in der Korngrößenzusammensetzung der Substrate, konnten an allen Zuflüssen sehr hohe Überlebensraten der Fischeier und -larven festgestellt werden. Während die Kieslaichplätze über den Entwicklungszeitraum herbstlaichender Bachforellen *Salmo trutta* stabil blieben, wurden jedoch Teile des Laichplatzes im Frühjahr durch Abflussspitzen abgetragen, was zu einem Verlust von Eiern des im Frühjahr laichenden *Huchen Hucho hucho* geführt hat. Unsere Ergebnisse verdeutlichen die Vorteile einer Kombination aus Laichplatzmanagement und Gewässerunterhalt, betonen aber auch die Bedeutung von Regelmäßigkeit, Flexibilität, und standortangepassten Maßnahmen im Management von Kieslaichplätzen in hochgradig veränderten Gebirgsflüssen.

Smooth-coated Otters of Singapore – population ecology and implications for wildlife management

Christina C. Belle

Technische Universität München

The Asian smooth-coated otter *Lutrogale perspicillata* recently experienced population declines throughout its distributional range, being listed locally as critically endangered and as vulnerable in the IUCN list of threatened species. In contrast, following the transformation of the island city state of Singapore from a highly urbanized industrial city into a 'City in Nature' with restored freshwater environments, since 1994 freshwater otters have increasingly appeared all over the island, reaching high population densities that are not known from elsewhere. Partially losing all shyness from humans, otters are frequently found in the iconic city center, even holding dens and rearing pups under pedestrian walkways. Aim of this study is to add knowledge about the urban ecology of smooth-coated otters in Singapore, to estimate population growth, assess source-sink dynamics, and elucidate potential human-animal interactions.

Based on scientific literature, social media accounts and personal observations from years 2023 to 2026, family group (romp) sizes between three to 24 otter individuals were identified, verifying previous published records. Reproduction rate was generally high, confirming a recent systematic population monitoring revealing a doubling population between 2017 (79 otters) and 2021 (179 otters). Multiple breeding females were observed in many romps, also confirming recent scientific records contrasting former literature indicating a single breeding pair per romp. In absence of large carnivores, road traffic followed by intraspecific aggression during territorial disputes are the major recorded causes of otter mortality, especially for juvenile otters. The observed continuing population growth further indicates that the area of Singapore has not yet reached the carrying capacity, with introduced invasive and ornamental fish species providing the major stable food supply. Increased overlap in human and otter habitat resulted in enhanced human-animal-interactions, with some otters displaying aggressive behavior towards humans during reproductive seasons.

High reproductive success, low mortality and observed geographical expansion in absence of physical barriers around Singapore indicate that Singapore may currently act as a source of smooth-coated otters for the surrounding geographical area. But further research is needed to assess the actual local population dynamics and demographic history, and the otters' potential role as disease vectors.

Session A09

Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

Trends in Stetigkeiten und Biomassen von EPT-Taxa in Brandenburg seit 2004: Diversität im Wandel

Claus Orendt

Orendt Hydrobiologie

Seit 2004 werden Makrozoobenthos-Erhebungen zum Monitoring der Ökologischen Zustandsbeschreibung von Fließgewässern vom Landesamt für Umwelt in Brandenburg durchgeführt und dokumentiert. Es fiel dabei während der Untersuchungen immer wieder auf, dass einige EPT-Arten in manchen Jahren auffallend häufiger nachgewiesen wurden als ihre nahe verwandten Arten und umgekehrt (z.B. *Ephemera danica*/*E. vulgata*, *Anabolia furcata*/*A. nervosa*). Der Verdacht kam auf, dass sie sich also womöglich - unabhängig vom spezifischen Entwicklungszyklus - gegenseitig in der larvalen Phänologie abwechselten oder ausschlossen. Diese Beobachtung war zunächst subjektiv und sollte anhand der Ergebnisse der Probenahmen, die beim Landesamt für Umwelt in Brandenburg seit 2004 bis 2025 dokumentiert werden, in einer Datenanalyse überprüft werden.

Die fragliche gegenseitige Exklusivität der verwandten Arten konnte sich im Laufe der Auswertungen letztlich statistisch nicht bestätigen. Allerdings ergaben sich darüberhinaus aufschlussreiche Erkenntnisse über teils dramatische zeitliche Trends in den Beständen und Nachweishäufigkeiten von Arten und höheren taxonomischen Einheiten während des dokumentierten Monitoringzeitraums bis heute. Eine Reihe von Taxa weisen statistisch signifikante Abnahmen in Abundanz und Konstanz auf, während für andere dies nicht oder sogar ein positiver Bestands- und Nachweistrend beobachtet werden kann.

Einige signifikante und markante Ergebnisse der Analyse und Beispiele werden im Vortrag dargestellt und Ursachen diskutiert.

Von der Invasionsfront zur Etablierung: Fortschreiten der Schwarzmundgrundelinvasion und Populationsentwicklung entlang eines Invasionsgradienten in der oberen Donau

Melina Klari¹; Joachim Pander¹; Jörg Brandner²; Alexander Cerwenka³; Jürgen Geist¹

¹Technische Universität München; ²Wasserwirtschaftsamt Regensburg; ³Staatlichen Naturwissenschaftliche Sammlungen Bayern

Die Schwarzmundgrundel (*Neogobius melanostomus*) zählt weltweit zu den erfolgreichsten invasiven Fischarten. Ursprünglich aus dem Schwarzen und Kaspischen Meer, besiedelt sie heute sowohl Salz- als auch Süßwasserökosysteme, wobei Schifffahrtskanäle oft als „Invasionshighways“ dienen. Eine dieser Ausbreitungsrouten ist die Donau, in der die Schwarzmundgrundel erstmals 2010 in Deutschland nachgewiesen wurden. Seitdem wurde das Fortschreiten der Invasionsfront verfolgt und die Populationsentwicklung an neu besiedelten und länger etablierten Standorten untersucht. In der neusten Untersuchung im Jahr 2025 wurden die größten Weibchen an der Invasionsfront nahe Bergheim (Bayern) gefunden, während die größten Männchen an länger etablierten Standorten weiter stromabwärts auftraten. Die Kondition der Grundeln unterschied sich nicht zwischen den Standorten, jedoch war der hepatosomatische Index (HSI) beider Geschlechter an der Invasionsfront am höchsten. Im Gegensatz dazu zeigte der gonadosomatische Index (GSI) der Weibchen keine Unterschiede zwischen Invasionsfront und etablierten Standorten, während der GSI der Männchen an der Invasionsfront am niedrigsten war. Dies deutet auf eine geringe Investition in die Reproduktion hin, wie sie charakteristisch für die „Ausbreitungsphase“ einer Invasion ist. Überraschenderweise wichen die Grundeln an einem etablierten Standort („Invasionsfront 2019“), der unterhalb eines Wasserkraftwerks lag, deutlich vom Gesamtmuster ab. Dort waren die Grundeln beider Geschlechter kleiner als an allen anderen Standorten. Zudem war dies der einzige Standort, an dem juvenile Individuen häufiger vorkamen als adulte. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Invasion zunächst durch Weibchen getragen wird, die stark in somatisches Wachstum investieren. Mit fortschreitender Etablierung gewinnt die Reproduktion zunehmend an Bedeutung, was zu geringeren Körpergrößen führt – vermutlich infolge erhöhter Reproduktionskosten und interspezifischer Konkurrenz. Anthropogene Faktoren wie Wasserkraftwerke, die als Ausbreitungsbarrieren wirken können, beeinflussen dabei wahrscheinlich die Populationsentwicklung und erzeugen standortspezifische Besonderheiten. Diese Muster verdeutlichen die hohe Plastizität und Anpassungsfähigkeit der Schwarzmundgrundel, die maßgeblich zu ihrem Invasionserfolg beitragen.

Ökologische Indikatoren zur Bewertung des Langzeiterfolgs von Auenrenaturierungen am Beispiel der oberen Donau

Elisabeth Winter; Joachim Pander; Jürgen Geist

Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie, Technische Universität München

Die Wiederherstellung von ehemaligen Flussauen ist in der heutigen Kulturlandschaft häufig komplex, erfordert erhebliche finanzielle Anstrengungen, eine intensive Einbindung von Interessengruppen und eine lange Entwicklungszeit. Die Überprüfung des langfristigen Renaturierungserfolgs anhand der Identifizierung geeigneter ökologischer Indikatoren ist hierbei eine zentrale Herausforderung. Dafür wurde eine der größten Auensanierungen entlang der bayerischen Donau über einen Zeitraum von 12 Jahren wiederholt bewertet. Die drei wiederhergestellten Lebensraumtypen, frei fließender Fluss (RS), wieder angebundene Altwasser (OS) und Auentümpel (FP), die nur zu Flutungsperioden mit dem Hauptarm der Donau verbunden sind, wurden anhand physico-chemischer Parameter und ihrer Fischartenzusammensetzung untersucht. Die Fischartengemeinschaft unterschied sich deutlich zwischen den Habitattypen RS, OS, FP im Vergleich zu der Donau. Die Artenzahlen (34 im Jahr 2022 nachgewiesen) blieben seit der letzten Erfassung im Jahr 2013 weitgehend konstant, während die Häufigkeit der Individuen um 15 % zunahm. Fischarten mit kurzen Generationszeiten etablierten kurz nach der Renaturierung in Populationen einer natürlichen Größenverteilung, während größere Arten mit längeren Generationszeiten bis zu 12 Jahre nach der Wiederherstellung benötigten, um eine vollständige Population vorzuweisen. Dabei nutzten Arten wie die hochspezialisierte, rheophile Nase (*C. nasus*) die restaurierten RS als Laichgewässer und während der frühen Lebens- und Jungfischstadien. Die beobachteten Unterschiede in den Besiedlungsmustern können durch artspezifische Lebensweisen erklärt werden, die zu unterschiedlichen kurz- und langfristigen Reaktionen verschiedener Fischarten und deren Lebensstadien nach der Restaurierung führen. Eine umfassende Beurteilung des Renaturierungserfolgs ist daher nur dann möglich, wenn mehrere Fischarten als ökologische Indikatoren in einem Langzeitmonitoring zusammengeführt werden.

Veränderungen und Dynamiken der Wasserqualität des Ems Ästuars gewonnen aus über ein Jahrzehnt Langzeitdaten

Lorenzo Rovelli; Anjela L. Vogel; Andreas Schöl; Christine Borgsmüller; Helmut Fischer; Annika Fiskal

Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Das Ems Ästuar wurde jahrelang morphologisch verändert, um seine Funktion als Wasserstraße aufrecht zu erhalten und zu verbessern. Dies hat zu einem Zustand extremer Trübung geführt, der durch einen starken Anstieg der Schwebstoffkonzentration und durch das Auftreten von sogenanntem Flüssigschlick (fluid mud) gekennzeichnet ist. Das beeinträchtigt nicht nur die Aufrechterhaltung einer schiffbaren Fahrrinne, sondern hat auch Auswirkungen auf die gesamte Ökologie des Ästuars. Besonders deutlich ist die Ausbreitung des Defizits an gelöstem Sauerstoff, das zum derzeitigen schlechten ökologischen Zustand des Ems Ästuars beiträgt.

Um einen besseren Einblick in die Veränderungen und Dynamiken der Wasserqualität zu gewinnen, wurden wichtige Wasserqualitätsgrößen wie Temperatur, Salinität, Sauerstoff, organischer Kohlenstoff und Stickstoff in hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung unter anderem mit Messketten sowie in Längs- und Vertikalprofilen gemessen. Die Datensätze aus dem Zeitraum 2013 bis 2025 wurden unter Verwendung klassischer multivariater Statistik und Ansätzen des maschinellen Lernens analysiert. Mit den Ergebnissen dieser umfassenden Analysen können wir nicht nur die inhärente Variabilität eines solchen dynamischen Systems bewerten und quantifizieren, sondern auch Konstanten und wiederkehrende Trends sichtbar machen, z. B. die interannuellen Verhältnisse von Schwebstoffkonzentrationen zu Sauerstoffdefiziten und das saisonale Auftreten von Hypoxie.

Der „Thermorüssel“: Vom Ende des ewigen Winters in der Dhünn

Katharina Rettig; Marlene Liebeskind; Patrick Heidbüchel

Wupperverband

Talsperren greifen stark in das Fließgewässerkontinuum ein: Neben der Veränderung des Geschiebe- und Stoffhaushalts sowie der Abflussdynamik führt die Abgabe von kaltem Tiefenwasser über den Grundablass zu einer Verschiebung des Temperaturregimes. Diese Rhithralisierung ist unterhalb der Großen Dhünn-Talsperre, Deutschlands zweitgrößter Trinkwassertalsperre, als wesentlicher Belastungsfaktor für die Gewässerbiozönose der Dhünn anzusehen.

Zur Kompensation des Temperaturdefizits wurde 2015 im Rahmen eines einzigartigen Pilotprojekts des Wupperverbands eine tiefenvariable Entnahmeleitung am Entnahmeturm der Talsperre in Betrieb genommen – der „Thermorüssel“. Seitdem wird während der sommerlichen Stagnationsphase Wasser aus dem Epilimnion, entsprechend der erwartbaren natürlichen Wassertemperatur, an die Dhünn abgegeben.

Die Auswirkungen der Temperaturnormalisierung durch den „Thermorüssel“ wurden im Rahmen eines langjährigen Temperatur- und biologischen Monitorings von Fischen und Makrozoobenthos im Längsverlauf der Dhünn überwacht.

Durch den „Thermorüssel“ konnte eine sommerliche Temperaturerhöhung im Unterlauf der Großen Dhünn-Talsperre auf Basis der Zulauftemperatur bewirkt werden. Der Effekt der Temperaturerhöhung nimmt mit zunehmender Entfernung von der Talsperre ab. Infolge der Temperaturnormalisierung ist eine Zunahme gewässertypischer Arten- und Individuenzahlen der Fische festzustellen, insbesondere Schmerle und Elritze. Der Nachweis größerer gewässertypischer Fischarten, z.B. Äsche, erfolgte zusätzlich durch ein Kamerasystem an der unteren Dhünn. Dies spiegelt sich auch in der Verbesserung der fischbasierten Bewertungsergebnisse des ökologischen Zustands wider. Basierend auf dem Makrozoobenthos wird in der Dhünn unverändert mehrheitlich der gute ökologische Zustand festgestellt. Autökologisch werden tendenziell gewässertypischere Verteilungen beobachtet, z.B. Abnahme der Zerkleinerer zugunsten der Sedimentfresser und Weidegänger sowie Abnahme von Krenal- zugunsten von Potamal-Anzeigern. Die Entwicklung der Fischfauna und des Makrozoobenthos verdeutlichen eine Verringerung der Rhithralisierung unterhalb Talsperre und somit den Maßnahmeerfolg des „Thermorüssels“.

Satellitenbasiertes Seenmonitoring in Baden-Württemberg – aktueller Stand und weitere Entwicklungen

Thomas Wolf¹; Philipp Bauer²; Christoph Deller²; Peter Gege³; Stefan Plattner³; Kristina Popp⁴; Lea Largeteau³

¹ LUBW - Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg; ² EOMAP a Fugro company; ³ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR); ⁴ Landratsamt Bodenseekreis

Das Land Baden-Württemberg verfügt über eine große Anzahl von natürlichen Seen, Weihern und künstlichen stehenden Gewässern. Es gibt 28 Wasserkörper mit einer Fläche größer als 50 Hektar, etwa 260 Seen größer als 10 Hektar und rund 1300 Seen größer als 1 Hektar. Die Gesamtheit dieser Seen und deren Gewässerqualität mit herkömmlichen in situ Messprogrammen zu überwachen, ist logistisch unmöglich. Satellitenbasierte Fernerkundungsverfahren bieten auf dem Gebiet des Umweltschutzes und der Gewässerüberwachung neue Möglichkeiten, um für eine Vielzahl dieser stehenden Gewässer Informationen zur Gewässerqualität abzuleiten.

Mit den modernen und langfristig als Plattform betriebenen Satellitendaten und -diensten des europäischen Copernicus-Programmes (<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/home>) und den Pendanten des USGS (<https://www.usgs.gov/landsat-missions>) stehen umfangreiche Informationen für ein satellitenbasiertes Gewässermonitoring zur Verfügung.

Das Institut für Seenforschung (ISF) der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) hat basierend auf den Projekten WasMon-CT, SAMOSEE-BW und BIGFE ein landesweites, satellitenbasiertes Gewässermonitoring implementiert. Dabei wurde von der LUBW ein hybrides Modell gewählt, bei dem in einem ersten Schritt vom Serviceprovider EOMAP (www.eomap.com) aus den Satellitenrohdaten georeferenzierte und atmosphärenkorrigierte Gewässerparameter generiert werden. Im zweiten Schritt werden diese Daten am Institut für Seenforschung der LUBW mit hausinternen MATLAB-Scripten prozessiert und anwenderorientierte Informationsprodukte abgeleitet.

Inzwischen wurden retrospektiv Gewässerqualitätsdaten für Seenensemble von 50 bzw. 200 Seen für die Jahre 2022 bzw. 2023 und 2024 sowie 450 Seen für 2025 prozessiert. Seit 2024 wird ein neues Satelliten-Retrieval-System (eoApp AQUA) genutzt, dass die Echtzeit/Near Real Time Prozessierung von Satellitendaten ermöglicht.

Die satellitenbasierten Gewässerinformationen werden für die Ergänzung von in situ Routinemonitoringprogrammen und für ein indikatives Gewässermonitoring für eine Vielzahl kleiner Seen verwendet.

Aktuell stehen detaillierte Auswerteverfahren, die Einpflege der Gewässerqualitätsinformationen in das UIS-System des Landes Baden-Württemberg sowie Entwicklungen wie die Nutzung von höchstaufauflösenden Satellitendaten und kommende Hyperspektralsensoren im Mittelpunkt weiterer Arbeiten zur Fortentwicklung des satellitenbasierten Gewässermonitoringprogrammes des Landes.

Langzeitentwicklung planktischer Blaualgen in einem Flachsee – Wirkungen von Lastreduktion und Schichtungsbedingungen

Jordan Facey; Tom Shatwell; Jan Köhler

IGB Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei

Das Blaualgen-Management in Seen konzentriert sich auf die Verringerung der Phosphoreinträge. Die Verringerung der Stickstoffeinträge wird aus Kostengründen meist vernachlässigt; zudem wird die Förderung von N_2 -fixierenden Blaualgen (Nostocales) bei N-Mangel befürchtet. Andererseits werden im Sommer große P-Mengen aus den Sedimenten von Flachseen freigesetzt, gleichzeitig wird N durch Denitrifikation entzogen, so dass diese Gewässer im Sommer N-limitiert sein können.

Es stellen sich folgende Fragen: Führt die Reduzierung externer N-Einträge zur Dominanz von Nostocales und gesteigerter N_2 -Fixierung? Welche Strategien verfolgen die dominanten Nostocales-Arten bei N-Mangel? Beeinflussen kurze Schichtungsperioden die Nährstoffversorgung in Flachseen? Zur Beantwortung dieser Fragen wurden umfassende Langzeitdaten des flachen, eutrophen Müggelsees (Berlin) analysiert.

Seit Ende der 1980er Jahre sanken die externen Frachten von TP und TN um etwa 80%. Parallel fielen die N-Konzentrationen im See; im Sommer verlängerten sich die Phasen mit sehr niedrigem DIN. Die Sommermittel der P-Konzentrationen sanken nur langsam, der relative N-Mangel verstärkte sich. Trotzdem nahmen die Biomasse der Nostocales und die Anzahl ihrer Heterocysten ab. Die in den 1980er Jahren dominanten Aphanizomenon-Arten wurden durch an mehr Licht und weniger N angepasste Dolichospermum-Arten abgelöst. Durch große organische Belastung und hohe sommerliche Temperaturen wurde Sauerstoff im Tiefenwasser bereits nach wenigen Stunden Schichtung reduziert; die Konzentrationen an gelöstem P (und in geringerem Maße N) stiegen über dem Sediment an. Die Nährstoffpulse nach Auflösung der Schichtung förderten Arten mit rascher Aufnahme oder großen Speichern, aber nicht N_2 -Fixierer. Bei stabilerer Schichtung wanderten Teile der Blaualgenpopulationen zwischen nährstoffreichem Tiefenwasser nachts und durchlichtetem Oberflächenwasser am Tag.

Am Müggelsee konnte gezeigt werden, dass Nostocales die Verringerung der N-Frachten auch langfristig nicht durch N_2 -Fixierung ausgleichen können. Phytoplankton-Biomasse, der Anteil der Nostocales und die Zahl ihrer Heterocysten sanken mit sich verschärfender N-Limitation. Geringere N-Einträge können in Flachseen also zu weniger Blaualgen im Sommer führen. Gerade in Flachseen wirkt die Dynamik der Schichtung stark auf die Nährstoffversorgung des Phytoplanktons; zum besseren Verständnis sollten Messprogramme verdichtet werden.

Transient stratification and nutrient pulses in a shallow lake

Jordan Facey¹; Tallent Dadi²; Tom Shatwell¹; Jan Köhler¹

¹ Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB); ² Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ

Nitrogen limitation is commonly expected to promote the proliferation of diazotrophic cyanobacteria. However, this does not occur in Lake Müggelsee, a shallow polymictic lake in Berlin, which typically experiences nitrogen limitation and high internal phosphorus loading in summer. To investigate this apparent contradiction, we analyzed long-term high-frequency measurements of thermal structure, oxygen, nutrients, and cyanobacterial fluorescence. We hypothesized that frequent but transient thermal stratification promotes pulses of nutrients, which could prevent nitrogen fixation from being lucrative. Long-term monitoring showed that the lake experienced frequent transient stratification between spring and autumn, typically on diel timescales but occasionally lasting several days or weeks. During stratified periods, bottom-water oxygen and soluble reactive phosphorus concentrations became highly dynamic. Deeper layers quickly became hypoxic during stratification, and hypoxic conditions were frequently associated with higher phosphate, ammonium and nitrate concentrations in deep water compared to surface water. We attribute these fluctuations to internal seiches that repeatedly displace the weakly stratified layer and associated hypoxic waters, as indicated by coherent oscillations in wavelet power spectra of temperature, oxygen and phosphate. During stratification, high-frequency phycocyanin fluorescence profiles indicated that cyanobacteria descended to deeper layers at night and ascended to the surface during the day. We infer that by performing these diel vertical migrations during stratification events, cyanobacteria can capitalize on nutrient pulses, especially of ammonium and nitrate. Accordingly, nitrogen fixation may not provide a competitive advantage to diazotrophic species. Our study highlights how short-lived stratification events can regulate nutrient cycling and possibly community composition in polymictic lakes and demonstrates the value of long-term high-frequency monitoring for resolving these dynamics.

Session A10

Herausforderungen in der Gewässerbewertung: WRRL, Klimawandel, angepasstes Monitoring / Challenges in water body assessment: WFD, climate change, adapted monitoring

Gewässer und Landschaft im Klimawandel: Die klimaresiliente Entwicklung von Fließgewässern und Wasserhaushalt

Mario Sommerhäuser¹, Nicolai Bätz², Nadine Gerner²

¹ Allmende Emscher-Lippe eG; ² Lippeverband

Durch den Klimawandel ist mit häufiger auftretenden und stärker ausgeprägten extremen Hoch- und Niedrigwasserereignissen sowie steigenden Wassertemperaturen zu rechnen. Als Folge erhöht sich der Druck auf das Ökosystem Fließgewässer und die darin vorkommenden Lebensgemeinschaften. Negative Auswirkungen auf den ökologischen Zustand nach Wasserrahmenrichtlinie für die biologischen Qualitätskomponenten Fische und Makrozoobenthos sind die Folge. Zusätzlich werden das Nahrungsnetz und damit die Artenzusammensetzung durch den beschleunigten Abbau organischen Materials verändert, die Sauerstoffkonzentration sinkt und die Freisetzung von Kohlendioxid aus Fließgewässern steigt an.

In dem vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFRT) im Rahmen der Fördermaßnahme „WaX Wasser-Extremereignisse“ im Rahmen des Bundesprogramms „Wasser:N“ geförderten Verbundvorhabens „KliMaWerk“ (FKZ XXXX) wurde der Weg zu einem, an die Folgen des Klimawandels angepassten Landschaftswasserhaushalt entwickelt mit dem Ziel, die Resilienz von Gewässern und ihrem Umfeld gegenüber Starkregen wie auch Trockenheit zu steigern.

Im Projekt wurden am Beispiel des Einzugsgebietes der Lippe (Nordrhein-Westfalen) geeignete Maßnahmen zur Anpassung von Fließgewässern sowie der Landschaft an Klimaextreme identifiziert. Mithilfe von hydrologischen und statistischen Modellen wurden verschiedene Klimawandelszenarien sowie unterschiedlich ambitionierte Maßnahmenumsetzungsszenarien berechnet. Die hydrologischen und ökologischen Wirkungen dieser Anpassungsmaßnahmen in und an Fließgewässern, in der Landschaft und im urbanen Raum wurden mithilfe des ökohydrologischen Modells SWAT+ (Soil and Water Assessment Tool) ermittelt.

Die Modellierungen zeigen, dass eine nachhaltige, naturbasierte Maßnahmenumsetzung auf Einzugsgebietsebene und sektorenübergreifend die negativen Auswirkungen des Klimawandels auf hydrologische Prozesse und ökologische Funktionen deutlich abmildern kann. Nur durch ein abgestimmtes Vorgehen von Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Kommunen, Naturschutz, Industrie und Bevölkerung kann der Übergang zu einer klimaresilienten Wasserlandschaft gelingen. Auf Basis der Ergebnisse wurden ein Werkzeugkasten als Entscheidungshilfe entwickelt und Empfehlungen abgeleitet, die bei der Maßnahmenumsetzung in der Praxis unterstützen. Deutlich wurde auch, dass nur eine sehr umfassende, engagierte Umsetzung vieler Maßnahmen den Erhalt der heutigen Gewässer und eine Landnutzung auch für künftige Generationen sicherstellt.

Effects of beaver on aquatic macroinvertebrates in freshwater streams of Hesse, Germany

Alina Bräunig

Darmstadt

The return of the beaver (*Castor fiber* L.) to Hesse has numerous effects on its freshwater streams and their biotic communities. The ecological consequences of beaver activity are mostly seen as positive; beaver activity can contribute to the restoration of degraded river ecosystems and increase biodiversity in streams and floodplains. The condition of aquatic invertebrates is assessed for the Water Framework Directive (WFD) which aims to achieve the good ecological status. For aquatic macroinvertebrates, both positive and negative effects of beaver activity are described in literature.

Research question: What role does the beaver play for the ecological condition of aquatic macroinvertebrate communities?

As part of a Master thesis the potential effects of beaver activity on aquatic macroinvertebrates in small and middle-sized streams were analysed. For this, data from the monitoring program for aquatic macroinvertebrates of the WFD and data from the beaver monitoring in Hesse over the last 20 years were intersected and statistically evaluated. Several indices from the WFD evaluation which describe the ecological condition, the presence of valuable species and rheophilic species were analysed with a before-after and a control-impact approach. To filter out potential beaver effects environmental parameters such as land use, proportion of wastewater and physicochemical data were included in the statistical model.

Vierzig Jahre Monitoring und 16 Jahre Maßnahmen am Altmühlsee und es bleibt viel zu tun

Gabriele Trommer

Wasserwirtschaftsamt Ansbach

Flache Talsperren sind besonders empfindlich gegenüber äußeren Belastungen. Aufgrund fehlender natürlicher Strukturen und resilienter Pufferzonen sind die Auswirkungen daher oft deutlicher sicht- und spürbarer. Der Altmühlsee repräsentiert eine flache Talsperre (4,5 km², max. 2,5 m Wassertiefe), die ausschließlich mit Hochwasser gespeist wird. Das Einzugsgebiet ist 550 km² groß, beherbergt ca. 40.000 Einwohner und ist hauptsächlich landwirtschaftlich geprägt. Entsprechend hoch sind die bei Hochwasser in den See eingeleiteten Phosphorfrachten, die letztlich zu polytrophen Verhältnissen führten. Blüten von Cyanobakterien sind seit den 2000er Jahren bekannt und führten in den 2010er Jahren zu festgelegten Maßnahmenprogrammen, primär um die Freizeitnutzung weiterhin gewährleisten zu können. Umgesetzte wasserwirtschaftliche Maßnahmen beinhalten die Nachrüstung von 14 Kläranlagen mit Phosphorfällung und eine reduzierte Phosphorfracht von 4,5 Tonnen. Durch Sanierungsbefischungen werden jährlich ca. 10-20 Tonnen Weißfische entnommen. Durch Sedimentmanagement werden jährlich ca. 15.000-20.000 Tonnen Sedimente entfernt. Wasserwirtschaftliche Maßnahmen werden durch landwirtschaftliche Maßnahmen der Beratung im Einzugsgebiet ergänzt. Die Summe diverser umgesetzter Maßnahmen führte zwar zu leicht sinkenden Phosphorkonzentrationen in den eutrophen Bereich, deren Effekt jedoch durch steigende Temperaturen und stärker sinkende Stickstoffkonzentrationen konterkariert werden und wieder zu massiven Cyanobakterienblüten führen. Zwischenzeitlich angesiedelte Makrophytenbestände sind zurückgegangen. Im Zuge des Klimawandels müssen Maßnahmen zur Erreichung des guten Potentials überdurchschnittlich angegangen werden, um erreichte Erfolge zu erhalten und um negativen Folgen der Temperaturerhöhung entgegenwirken zu können.

Vergleich von Satellitendaten und in situ-Messwerten für das Gewässermonitoring ausgewählter Seen in Bayern

Felix Weber; Harald Morscheid

Bayerisches Landesamt für Umwelt

Die regelmäßige Überwachung der Gewässerqualität von Seen und Talsperren >50 ha ist durch die Europäische Wasserrahmenrichtlinie gesetzlich geregelt. Bedingt durch den hohen personellen und finanziellen Aufwand kann dies in der Regel nur in einem begrenzten Umfang realisiert werden. In Zeiten des Klimawandels wäre ein räumlich und zeitlich höher aufgelöstes Gewässermonitoring eine gewinnbringende Ergänzung zur Dokumentation und Bewertung der Veränderungen. Die Satellitenfernerkundung bietet hier neue Möglichkeiten der Gewässerüberwachung, auch zusätzlich für kleinere Gewässer. Im Rahmen des Projektes Wasser.Klima.Bayern 2 wird aktuell mit einer Pilotstudie die Anwendbarkeit und Belastbarkeit von Satellitendaten für ein Gewässer(klimafolgen)-Monitoring eruiert. Hierfür wurden von insgesamt 10 Seen (Ammersee, Großer Brombachsee, Altmühlsee, Eixendorfer Stausee, Froschgrundsee, Klostersee (Seeon), Pelhamer See, Tinniger See, Untreusee, Großer Ostersee) Daten aus in situ-Messungen und unterschiedlichen Satellitenkonstellationen (Landsat, NASA; Sentinel, Copernicus, ESA; SuperDoves, Planet Labs) hinsichtlich der Wasserqualitätsparameter Temperatur, Sichttiefe, Trübung und Chlorophyllgehalt verglichen. Durch Einzelwertvergleiche unterschiedlicher zeitlicher Auflösungen zwischen in situ-Messwerten und Satellitendatenpunkten wurden Abgleichsfenster ermittelt, welche einen günstigen Kompromiss aus Datenverfügbarkeit, Übereinstimmung und geringem Fehlermaß darstellten. Vor dem Hintergrund der in situ-Daten, wurde die Belastbarkeit der Satellitendaten hinsichtlich der Abbildung einzelner Wasserqualitätsparameter anhand von Meta Analysen und Mittelwertvergleichen evaluiert. Die einzig aus Chlorophyll a-Werten abgeleitete satellitengestützte Trophie Klassifizierung wurde der Methodik der LAWA, welche Sichttiefe und Phosphorgehalt als weitere Parameter berücksichtigt, gegenübergestellt. Des Weiteren wurden Satellitendaten herangezogen, um die Repräsentativität der in situ-Messstelle für den gesamten See hinsichtlich der unterschiedlichen Wasserqualitätsparameter zu überprüfen.

Qualitätskontrolle im DNA-Metabarcoding: Referenzmaterialien für benthische Wirbellose

Jannis Budke; Dominik Buchner; Florian Leese

Universität Duisburg-Essen

DNA-Metabarcoding hat sich in den letzten Jahren zu einem zuverlässigen Instrument für das Biodiversitätsmonitoring entwickelt. Damit es vollständig in den standardisierten Monitoringbetrieb integriert werden kann, muss eine transparente Überprüfung der Messgenauigkeit von Laboratorien sichergestellt werden, ohne sie methodisch zu sehr einzuschränken. Die Einbeziehung von Negativkontrollen hilft zwar, falsch-positive Signale und Kontaminationen wirksam zu kontrollieren, jedoch fehlen vergleichbare Positivkontrollen, wie sie beispielsweise in der instrumentellen Analytik üblich sind. Um diese Lücke zu schließen, bewertet die vorliegende Studie drei potenzielle Ressourcen hinsichtlich ihrer Eignung als Referenzmaterialien (RM).

Anhand einer Probe mit bekannter Makroinvertebraten-Zusammensetzung (Mock-Community) aus 58 Arten entwickelten und verglichen wir Gewebe-, DNA- und Amplikon-basierte Referenzmaterialien (RM) hinsichtlich ihrer Präzision, Richtigkeit und Skalierbarkeit. Alle RM wiesen eine hohe Präzision (Bray-Curtis-Ähnlichkeit) auf, zeigten jedoch unterschiedliche methodische Vor- und Nachteile.

Gewebe- und DNA-RM zeigten die höchste Übereinstimmung mit der Artenliste eingesetzter Organismen. Allerdings erzeugten sie aufgrund von Darminhalten der Makroinvertebraten und artenassoziierten Organismen auch eine höhere Anzahl an falsch-positiven Ergebnissen. Umgekehrt wies das Amplikon-basierte RM die geringste Anzahl an Arten auf, die nicht in der Zusammensetzung der Mock-Community vorhanden waren. Primer-Bias, Biomassevariationen und PCR-Stochastizität führten jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer erhöhten Anzahl falsch-negativer Ergebnisse.

Amplifiziertes Sequenzmaterial erwies sich aufgrund seiner hohen Stabilität, Kosteneffizienz und Reproduzierbarkeit über große experimentelle Maßstäbe hinweg als besonders vorteilhaft.

Improving European biodiversity research – diatom digital imaging in DNAqualMG

Michael Kloster¹; Dina Abdelmguid¹; Andrea Burfeid Castellanos¹; Benoit Paix²; Maxime Beauvais²; Frédéric Rimet²; Maria Kahlert³; Bábk Beszteri¹

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

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 develops and investigates 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 remedy 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 executed three different sub-projects:

1. We tested the application of deep learning models to tell apart diatom species even though they had been trained on genus-level only, i.e., to alleviate the workload for creating training data.
2. We investigated the ability of such deep learning models to generalize, i.e., to identify diatoms on previously unseen data originating from new sampling sites (out-of-sample data), to assess possible approaches for upscaling biogeographical and taxonomical coverage.
3. We implemented a distributed, web-based approach to taxonomic intercalibration with experts across several countries, to support harmonizing taxonomic concepts across geographical regions and national monitoring approaches.

Here we present the current state of our work and discuss first preliminary results.

Schwimmende Malaisefallen zur Erfassung der Insektendiversität aquatischer und semiaquatischer Lebensräume

Carmen Gallas; Martin Sorg¹; Thomas Hörren²

¹Entomologischer Verein Krefeld e. V.; ²Entomologischer Verein Krefeld e. V. und Universität Duisburg-Essen

Der Einsatz von Malaisefallen in Kombination mit Metabarcoding ermöglicht aktuell die umfassendste Aufklärung von lokaler Standortdiversität von Insekten in Offenlandlebensräumen. In den letzten Jahren deckt die verbundene Anwendung zunehmend erstmals für zahlreiche Biotoptypen und FFH-Lebensraumtypen die charakteristischen Insektenzönosen auf. Viele Biotoptypen mit Gewässern und Auen sind im Uferbereich aufgrund von Dynamiken, wie dem schwankenden Wasserstand oder der Feuchtigkeit bodenbedeckender Substrate nur schwierig mit Malaisefallen zu beproben. Wir haben zur Beprobung dieser Biotoptypen eine schwimmende Malaisefalle nach dem Bautyp des Entomologischen Vereins Krefeld entwickelt und über eine Vegetationsperiode im Jahr 2024 an zwei verschiedenen Lebensraumtypen mit stehenden Wasserkörpern getestet. Die Anwendung konnte erfolgreich abgeschlossen werden. Ergebnisse des Metabarcodings liefern detailliertes Wissen über gewässerassoziierte Insektenzönosen. Diese bergen Möglichkeiten zur Klärung standortspezifischer Fragestellungen und können zur Maßnahmenableitung für die Verbesserung des ökologischen Zustands herangezogen werden. Außerdem dienen sie als Basis zur Bewertung zukünftiger Veränderungen (Effizienzkontrollen) und schließen Wissenslücken über die Biodiversität in unterschiedlichen Auen- und Gewässerhabitaten. Während erste Ansätze zur Bewertung einzelner Taxa in Auen vorliegen, fehlte bislang der Ansatz der möglichst umfassenden Diversitätsbewertung. Wir zeigen auf, dass auch in diesen Lebensräumen die lokale Diversität von Insekten mit breitem Blickwinkel erfasst werden kann. Die Anwendung betrachten wir als Machbarkeitsnachweis und leiten einen Optimierungsbedarf zur standardisierten Anwendung ab.

Neue Methode für räumlich-dreidimensionale Temperaturmessungen in Flüssen und Bächen

Johannes Kuhn¹; Laura Kirsten¹; Joachim Pander¹; Jürgen Geist

¹ Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie, Technische Universität München

Wassertemperatur ist ein zentraler abiotischer Faktor, der nahezu alle Prozesse in aquatischen Lebensräumen beeinflusst. Besonders kaltstenothermen Arten wie Bachforelle (*Salmo trutta*) und Äsche (*Thymallus thymallus*) sind u.a. durch den Klimawandel und steigende Wassertemperaturen gefährdet. Das Überleben dieser Arten ist bei durchschnittlichen Wassertemperaturen von über 22 °C in Fließgewässern nur möglich, wenn der Wasserkörper thermisch heterogen ist und sich morphologisch bedingt Bereiche ausbilden, in denen sich kühles Grundwasser mit sauerstoffreichem Oberflächenwasser mischt – sogenannte Thermalrefugien.

Trotz der ökologischen Bedeutung wird die räumliche Heterogenität der Wassertemperatur bisher nur unzureichend erfasst. Messungen mit Loggern oder Thermometern liefern lediglich punktuelle und höchstens vertikale oder zeitliche Informationen. Drohnengestützte Wärmebildaufnahmen bilden ausschließlich zweidimensionale Oberflächentemperaturen ab. Methoden zur räumlich-dreidimensionalen Erfassung der Temperaturverteilung in Fließgewässern fehlen bislang nahezu vollständig.

Um diese methodische Lücke zu schließen, wurde ein Messgerät entwickelt, das in einem vordefinierten Zeitintervall simultan Wassertemperaturen in unterschiedlichen Tiefen sowie Positions- und Tiefendaten erfasst. Der Prototyp wurde in einem repräsentativen 400 m langen Flussabschnitt zu sommerlichen Höchsttemperaturen getestet, um die dreidimensionale Temperaturverteilung innerhalb aller Habitattypen zu erfassen. Dabei wurden innerhalb einer Stunde 6.306 Datenpunkte gesammelt, die die räumliche Temperaturheterogenität des Untersuchungsabschnitts repräsentativ aufnahmen.

Die gemessenen Unterschiede der Wassertemperatur zwischen Oberfläche und Grund von bis zu 9,36 °C bei unter einem Meter Tiefe in einzelnen Gewässerbereichen verdeutlichen die Bedeutung hochaufgelöster räumlich dreidimensionaler Temperaturmessungen. Dies ermöglicht eine präzise Charakterisierung der tatsächlich auftretenden Temperaturheterogenität, was von großem ökologischem Wert ist. Der Vergleich mit drohnengestützten Wärmebilddaten zeigte deutliche Abweichungen und stellt die Repräsentativität dieser gängigen Methode infrage.

Session S01

Gekommen, um zu bleiben: Die invasive Quagga-Muschel im Fokus von Forschung und Praxis / Here to stay: The invasive quagga mussel in the spotlight of research and practice

Four Decades of Dreissenid Invasion in the Laurentian GreatL: Population Dynamics, Ecosystem Impacts, and Future Trajectories

Alexander Karatayev; Lyubov Burlakova

SUNY Buffalo State University

Introductions of keystone or ecosystem engineering species can fundamentally transform aquatic ecosystems. The zebra and the quagga mussels are among the most powerful ecosystem engineers. They invaded the North American Great Lakes in the late 1980s and now comprise over 95% of the Great Lakes' benthic and pelagic invertebrates and fish biomass, and alter many ecosystem processes. Using four decades of data, we synthesized long-term trends in dreissenid density and biomass across the four lower Great Lakes and their effects on Great Lakes ecosystems. Our results show that invasion dynamics, population size, growth, and mussel longevity are strongly governed by lake morphometry. In productive, warm, hydrologically dynamic nearshore zones, populations exhibit pronounced boom-and-bust cycles driven by rapid growth and high mortality. Offshore populations in the deep Great Lakes are a long-term phosphorus sink due to low growth rates and longer lifespans. After the proliferation of quagga mussels, benthic wet biomass (including molluscs shells) increased about two orders of magnitude and currently exceeds zooplankton biomass >40-fold. Strong benthic/pelagic coupling redirects food and energy from the water column to the bottom, causing an increase in Secchi depth and declines in phosphorus, chlorophyll, phytoplankton, and zooplankton biomass. The abundance of commercially important fish declined due to a dramatic decrease in their main food, the deep-water amphipod *Diporeia*, which has been outcompeted by exotic mussels. We conclude by exploring the likely trajectories of quagga mussel populations in the coming decades and their implications for future Great Lakes ecosystem functioning.

Freshwater mussels drive oxygen depletion and organic matter mineralization at the sediment–water interface in Lakes Erie and Ontario

Maria Ditttrich¹; Xiaoqing Shao¹; Yi Zhang¹; Khoren Avetisyan¹; Yuwei Zhao¹; Ivan Strakhov¹; Sara Zaferani¹; Zach Dimoreto¹; Alexey Neumann¹; George Arhonditsis¹; Lyubov Burlakova²; Alexander Karatayev²

¹ University of Toronto Scarborough, Canada; ² Great Lakes Center, SUNY, Buffalo State, USA

The benthic communities of Lake Erie and Ontario have been studied intensively over the last six decades. The invasion of dreissenid is a main feature of the benthic communities of Lakes Erie and Ontario, dominated by quagga mussels, and is one of the major drivers of these changes over the last half-century. After the dreissenid mussels became established in the nearshore zones during the late 1980s, nutrient flows and productivity shifted toward the littoral areas, causing a decline in pelagic primary productivity by up to 70% (Bunnell et al., 2013). However, it remains unclear how sediment vertical zonation is linked to mussels' spatial distribution and, in turn, how mussels affect the sediment–water interface, particularly oxygen depletion and organic matter mineralization.

Lakes Erie and Ontario are contrasting lakes in many aspects. Lake Erie is composed of three distinct basins- western, central, and eastern, with the central basin especially vulnerable to seasonal oxygen depletion, largely due to its depth and tendency to stratify (Karatayev et al., 2022), while Lake Ontario is a deep lake with oxygenated deep water. Our study aims to investigate carbon mineralization at the sediment water interface based on oxygen depletion, and microbial community composition and link the biogeochemical conditions to freshwater mussel abundances across multiple sediment sites and at different depths in Lake Erie and in the eastern part of Lake Ontario. To achieve this, sediment cores were collected to analyze the depth profiles of organic carbon and nutrients both in porewater and solids. The samples were collected at various depths from offshore and onshore four stations at Lake Ontario and at 13 stations in Lake Erie, some of which contained mussels, and some did not. Oxygen and pH profiles were documented at high spatial resolution using microsensors. The data collected from depth profiles and cores were coupled with geochemical data to create simple modelling scenarios using PROFILE and AQUASIM. These models were then extrapolated to calculate rates of carbon mineralization and nutrient retention. Morphological examination as well as elemental composition of samples was examined through a combination of scanning electron microscopy (SEM) and energy-dispersive X-ray spectra (EDS). The morphological characterization was performed in conjunction with mineralogical characterization using X-ray diffraction (XRD) to validate geochemical modelling.

Dealing with the quagga mussel in the Ruhrverband region: laboratory tests, prevention, and strategies

Louisa Rothe¹; Katharina Ammeling²; Lucas Eckel³; Markus Kühlmann³; Therese Dreier²; Annette Schossig²; Julia Banholzer²; Joanna Landgraf²; Christina Meinert-Berning²; Thomas Korte²; Jochen Tuerk¹

¹ Cooperation laboratory Ruhrverband and Emschergerossenschaft/Lippeverband and Centre for Water and Environmental Research, University of Duisburg-Essen; ² Cooperation laboratory Ruhrverband and Emschergerossenschaft/Lippeverband; ³ Ruhrverband

The invasive quagga mussel is of great relevance not only to research but also to practical applications: it colonizes water management infrastructure and disrupts ecosystems. This means that water management associations must implement preventive measures to protect water bodies and drinking water abstraction infrastructure from quagga mussel colonization for as long as possible. In 2025, eDNA analyses and diving surveys revealed that the Möhne and Sorpe reservoirs in the Ruhrverband area are heavily colonized by quagga mussels. This was followed by extensive surveys of the Ruhr area and the development of a protection strategy, particularly for water bodies not yet colonized. The main carriers of the mussels and their microscopic veliger larvae include watercraft and recreational equipment. In particular, transitions between water bodies contribute to transmission.

To develop a protection concept, disinfection and desiccation tests with veliger larvae (*Dreissena sp.*) were conducted in the cooperation laboratory of Ruhrverband and Emschergerossenschaft/Lippeverband. The goal was to determine the larvae's ability to survive disinfection as well as desiccation and to derive from this how watercraft and recreational equipment should be treated before transferring between water bodies. As a result, watercraft and equipment may only be used on the Ruhrverband's reservoirs if they have been cleaned and dried in accordance with a protocol tailored to the equipment type.

In addition to the procedure and the results of the experiments, the methodological recommendations derived from them will be presented. Furthermore, we will explain the strategic implementations, including public awareness campaigns at the Ruhrverband.

Monitoring, Early Detection and other Activities of the Quagga Mussel Competence Center in Switzerland

Thomas Müller; Piet Spaak; Alexandra Anh-Thu Weber

Eawag - Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology

The quagga mussel (*Dreissena rostriformis bugensis*) is one of the most rapidly spreading invasive freshwater species in Europe. First detected in Switzerland in 2014 in the River Rhine, the species has since colonized many large Swiss lakes and is continuing to spread. Due to its filtration activity, efficient reproduction and ability to colonize nearly every substrate down to depths of approximately 300 m, the species causes substantial ecological and economic impacts. These include alterations of plankton communities and nutrient fluxes, food-web restructuring, biofouling of submerged infrastructure, and increasing maintenance costs for water users and lake facilities.

To address these challenges, the Quagga Mussel Competence Center (Quagga-Fachstelle) was established at Eawag as a national coordination and knowledge platform. The center supports cantonal authorities and international partners in developing harmonized monitoring and management strategies for Swiss lakes. The focus lies on the standardization of quagga mussel monitoring in already invaded lakes and the implementation and harmonization of early detection methods in lakes that are not yet affected.

Current monitoring activities include transect-based sampling with depth stratification using Ponar grab samplers, combined with benthic imaging approaches for estimating mussel coverage, density, and biomass. The Competence Center is also addressing the pathways of spread and risk reduction, including studies on the survival of quagga larvae during wastewater treatment processes after boat-cleaning activities. Furthermore, the center promotes citizen-science initiatives and acts as a central contact point for authorities, stakeholders, and the public.

This contribution presents the structure, objectives, and ongoing activities of the Quagga Mussel Competence Center in Switzerland and highlights the importance of coordinated monitoring and early detection strategies for managing invasive dreissenid mussels in European freshwater ecosystems.

Population Genomics and the Spread of the Quagga Mussel

Julie Conrads¹; Marco Giulio²; Alexandra A.T. Weber²

¹ EAWAG (Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology); ² Eawag - Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology

The quagga mussel (*Dreissena rostriformis bugensis*) is a highly successful aquatic invasive species that has spread across Europe and North America, with substantial ecological and economic consequences for freshwater ecosystems. Previous studies have identified broad invasion corridors, including spread through European river systems and trans-Atlantic connections. However, the relationships among many invaded populations, the contribution of different source regions, and the extent to which repeated introductions have shaped present-day genetic diversity remain incompletely resolved.

Here, we use whole-genome resequencing to investigate population structure and invasion history of quagga mussels across native and invaded ranges. Our dataset includes 643 individuals from approximately 60 populations, covering Europe, North America, and the Ponto-Caspian native region. By comparing populations across this broad geographic scale, we assess patterns of genetic structure, genetic diversity, and population clustering, and evaluate how these patterns relate to previously proposed invasion pathways.

Preliminary results indicate four major genetic groups across the sampled range, including one widespread lineage that is represented in multiple invaded regions and may reflect a major invasion route. Within Switzerland, quagga mussel populations separate into three genetic groups, suggesting that recent Swiss invasions are not the result of a single homogeneous expansion. These patterns are consistent with a complex invasion history, potentially involving multiple source contributions and regional connectivity among invaded populations. Specific introduction scenarios and alternative invasion hypotheses will be tested using demographic modelling.

This study places regional quagga mussel invasions into a broader genomic and geographic context. By comparing genetic structure and diversity across native and invaded populations, it contributes to a more detailed understanding of how historical introductions and population connectivity have shaped the current distribution of this invasive species.

Die Invasion der Quaggamuschel (*Dreissena bugensis*) in Schweizer Seen, ihre Ausbreitung, Folgen und mögliche Bekämpfungs-maßnahmen

Piet Spaak

Eawag

In nur fünf Jahren hat die Quaggamuschel den Bodensee und den Genfersee vollständig besiedelt. In neun weiteren Seen konnte sie bereits nachgewiesen werden. In Wassertiefen von 10 bis 30 Metern findet man inzwischen bis zu 25.000 Muscheln pro Quadratmeter. Auch an den tiefsten Stellen der Seen gibt es bereits Vorkommen. Die Muscheln verstopfen die Infrastrukturanlagen von Trinkwasserbetrieben und thermischen Nutzungen, wodurch Schäden in Millionenhöhe verursacht werden. Da das Ausbreitungsmuster der Schweizer Seen dem der Großen Seen in Nordamerika ähnelt, sind gravierende Folgen zu erwarten. Trotz großer Aufmerksamkeit bleiben viele Fragen zur Quaggamuschel bis heute offen und es ist keine praktikable Methode in Sicht, um die Muscheln wieder loszuwerden. Einige Schweizer Gewässer sind jedoch bis heute verschont geblieben. Diese gilt es nun so lange wie möglich zu bewahren. In diesem Vortrag werde ich über unsere aktuelle Quaggamuschel-Forschung berichten.

Blooms like it hot – but mussels do not: Influence of quagga mussels on freshwater quality under climate change

Jonas Mauch¹; Maider Erize Gardoki²; Raphael Neiling¹; Jan Köhler¹; Sven Teurlincx³; Lilith Kramer⁴; Robert Schwefel¹; Jordan Facey¹; Sabine Hilt¹

¹ Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB); ² Radboud University; ³ Netherlands Institute of Ecology (NIOO-KNAW); ⁴ Deltares

Quagga mussels (*Dreissena rostriformis bugensis*) are among the most impactful invasive species in northern hemisphere freshwaters, yet their capacity to control harmful algal blooms (HABs) is expected to diminish as temperatures rise. We combined laboratory experiments, long-term field monitoring, and ecosystem modeling to investigate whether temperature constrains mussel control of cyanobacteria. In laboratory studies, we measured quagga mussel filtration rates on multiple cyanobacteria and green algae species across 24–33°C. Filtration rates decreased within a critical thermal window (27.6–30.2°C breakpoint: 28.9°C). Among cyanobacteria, *Dolichospermum* was palatable, whereas *Aphanizomenon*, *Anabaenopsis* and *Microcystis* were less palatable. Analysis of 10 years weekly sampling data before and after quagga mussel invasion in temperate Lake Müggelsee (Berlin, Germany) confirmed this critical thermal window (26.9–28.4°C breakpoint: 27.7°C). Below this window, palatable cyanobacteria decreased following invasion, but this effect disappeared above. We further incorporated mussels into the ecosystem model PCLake+ and projected climate scenarios through 2100 using SIMSTRAT. Model results show that under moderate warming (RCP 4.5 and 2.6), mussel-mediated HAB suppression persists. However, under unmitigated warming (RCP 8.5), summer cyanobacteria blooms return. Model simulations reveal that preventing HAB recurrence under RCP 8.5 would require external nutrient load reductions of 90%. Our results demonstrate that while quagga mussels currently suppress palatable cyanobacteria in many lakes, warming will reduce this beneficial effect. Ongoing model applications further explore quagga mussel impacts on zooplankton and macrophyte dynamics, and extend the framework to other invasive mussel species such as *Limnoperna fortunei*, a major invasive bivalve in South America.

Do legacy and emerging PFAS alter responses to acute warming? Evidence from the zebra mussel *Dreissena polymorpha*

Sophia Schumann¹; Thea Hose; Luise Erbsch; Carolin Liebscher; Thomas Berendonk

¹ TU Dresden, Institut für Hydrobiologie

Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) are highly persistent contaminants that are increasingly detected in freshwater ecosystems. While the legacy compound PFOA is being replaced by alternatives such as ADONA and GenX, knowledge of their long-term physiological consequences remains limited. In natural systems, however, contaminant exposure rarely occurs in isolation, as organisms are frequently challenged by additional environmental stressors. Consequently, it remains unclear whether physiological adjustments induced by PFAS persist beyond the exposure period and influence responses to subsequent stress events. Given their remarkable ecological success and tolerance to environmental change, invasive species provide an interesting model to investigate such carry-over effects.

To investigate potential carry-over effects, zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) were exposed to two environmentally relevant concentrations (1 and 10 ng L⁻¹) of PFOA, ADONA, or GenX for 14 days and subsequently allowed to recover for 7 days in uncontaminated water before being subjected to an acute heat challenge. During the heat challenge, water temperature gradually increased from 12°C to 26°C over 8 h, while control animals remained at 12°C.

Physiological responses were assessed from organismal to cellular levels to determine whether prior PFAS exposure altered responses to acute warming. Respiration and behavioural activity were measured as indicators of whole-organism performance, whereas oxidative damage, antioxidant defences, and xenobiotic response pathways were analysed to identify potential mechanisms underlying altered stress responses. By doing so, we aimed to evaluate whether PFAS-induced physiological adjustments persist after recovery and influence organismal responses to a subsequent thermal challenge.

Session S02

Süßwasser-Makrophyten im Anthropozän -Trends, Stressfaktoren, Management / Freshwater macrophytes in the Anthropocene – trends, stressors and management

What predicts macrophyte phenology across Europe? First results from the EUPHORIA network

Anne Lewerentz¹; Benjamin Misteli²; Silvia Cannucci³; Amine M. Mahdjoub⁴; Simon Wentritt⁵; Project Team EUPHORIA⁶

¹Karlsruhe Institute of Technology (KIT); ²EAWAG (Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology); ³National Biodiversity Future Center; ⁴Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries; ⁵Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ; ⁶<https://euphoria-fresh.jimdofree.com/project-1/outreach/full-authors-list/>

Phenology, the timing of recurring biological events, is a fundamental driver of ecosystem functioning. In freshwater systems, the phenology of macrophytes shapes habitat availability, nutrient cycling, and abiotic and biotic interactions. Yet macrophyte phenology remains poorly understood. Most existing studies cover single sites or single species, leaving open the question of which environmental factors drive macrophyte phenology across broad gradients and how macrophyte phenology might be affected by global change.

To address this gap, we established the EUPHORIA project (European Plant Phenology Research in Aquatic Systems), a network of 110 early-career researchers in teams from 22 European countries. During the 2025 growing season, we tracked three macrophyte species representing different growth forms (submerged: *Myriophyllum spicatum*; floating-leaved: *Nuphar lutea*; emergent: *Phragmites australis*) across 62 sites spanning from Cyprus to Northern Finland. Using standardised monthly sampling, we recorded population traits (e.g. species cover), morphological traits (e.g. plant length), and reproductive traits (e.g. inflorescences). From these trait trajectories, we extracted phenological metrics including the start, peak, and end of season, and screened them against four groups of predictors: geographic, climate, chemistry, and habitat.

We report three growth-form-specific patterns. For *M. spicatum*, both timing and peak length scale inversely with pH and conductivity; deeper sites also support smaller plants at peak. For *N. lutea*, peak species cover is reached earlier at warmer spring sites, and peak leaf number is reached earlier at deeper sites. For *P. australis*, peak leaf number scales positively with season-long temperature, growing degree days, and solar input, and inversely with latitude.

These results provide the first continental-scale empirical baseline for European macrophyte phenology. While terrestrial phenology is dominated by temperature, our results suggest that aquatic phenology is shaped by multiple driver families that vary with growth form. The patterns may reflect how each life form interacts with its environment: submerged plants with water chemistry, emergent plants with season-long climate, floating-leaved plants with spring conditions. EUPHORIA paves the way for broad-scale studies and to disentangle the confounding effects of latitude, water chemistry, habitat, and climate.

Underwater in 3D: Structure from Motion photogrammetry for submerged macrophyte mapping

Johannes Antenor Senn, Anne Lewerentz

Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

Submerged macrophytes are key components of lake ecosystems and provide habitat structure, sediment stabilisation, and nutrition for other inhabitants. To date, mapping is restricted to manual surveys. This is due to the lack of methods for systematically measuring the three-dimensional structure of macrophytes at high resolution. Bathymetric lidar and sonar provide structural information, but do not resolve macrophyte architecture at the plant and canopy level. In the DGL-funded project SWIM (Structure from motion for Water-based Investigation of submerged Macrophytes), we investigated which structural metrics could be reliably extracted at the canopy- and plant scales using underwater Structure-from-motion (SfM) photogrammetry, and which factors limit its performance.

We developed a cost-efficient stereo-camera setup with two waterproof OM System TG-7 cameras mounted on an aluminium rig at a fixed distance. We surveyed 5 × 5 m plots at three quarry ponds near Karlsruhe with varying macrophyte communities, including *Potamogeton lucens*, *Myriophyllum spicatum*, and *Stuckenia pectinata*. We used a multi-angle acquisition pattern combining nadir, oblique, and convergent perspectives, with 30 coded ground control points, metric gauge staffs, and a dedicated 3D calibration frame for scaling and lens calibration. We tested the potential of stereo image pairs from synchronised video frames in to improve the processing in Agisoft Metashape. Additionally we implemented a pre-calibration approach to improve the SfM performance by separating the bundle adjustment from the survey dataset.

From the resulting point clouds, we derived canopy height models and point-cloud rugosity as proxies for structural complexity. We found that vegetation height above the lakebed can be extracted with vertical accuracy validated against the gauge staffs, and that canopy rugosity captures differences in structural complexity between the three macrophyte communities. However, the low colour contrast of the underwater imagery restricts individual plant segmentation. Our results demonstrate that, while challenging, underwater SfM is a viable approach for canopy-scale structural mapping of submerged macrophytes. In our talk we will discuss the conditions under which the approach is Submerged macrophytes are key components of lake ecosystems and provide habitat structure, sediment stabilisation, and nutrition for other inhabitants. To date, mapping is restricted to manual surveys. This is due to the lack of methods for systematically measuring the three-dimensional structure of macrophytes at high resolution. Bathymetric lidar and sonar provide structural information, but do not resolve macrophyte architecture at the plant and canopy level. In the DGL-funded project SWIM (Structure from motion for Water-based Investigation of submerged Macrophytes), we investigated which structural metrics could be reliably extracted at the canopy- and plant scales using underwater Structure-from-motion (SfM) photogrammetry, and which factors limit its performance. We developed a cost-efficient stereo camera setup with two waterproof OM System TG-7 cameras mounted on an aluminium rig at a fixed distance. We surveyed 5 × 5 m plots at three quarry ponds near Karlsruhe with varying macrophyte communities, including *Potamogeton lucens*, *Myriophyllum spicatum*, and *Stuckenia pectinata*. We used a multi-angle acquisition pattern combining nadir, oblique, and convergent perspectives, with 30 coded ground control points, metric gauge staffs, and a dedicated 3D calibration frame for scaling and lens calibration. We tested the potential of stereo image pairs from synchronised video frames in to improve the processing in Agisoft Metashape. Additionally we implemented a pre-calibration approach to improve the SfM performance by separating the bundle adjustment from the survey dataset.

From the resulting point clouds, we derived canopy height models and point-cloud rugosity as proxies for structural complexity. We found that vegetation height above the lakebed can be extracted with vertical accuracy validated against the gauge staffs, and that canopy rugosity captures differences in structural complexity between the three macrophyte communities. However, the low colour contrast of the underwater imagery restricts individual plant segmentation. Our results demonstrate that, while challenging, underwater SfM is a viable approach for canopy-scale structural mapping of submerged macrophytes. In our talk we will discuss the conditions under which the approach is most effective and the limitations imposed by water clarity, contrast and plant morphology.

Der Makrophytentemperaturindex (MTI) für den deutschen Raum

Jens Pätzolt¹; Klaus van de Weyer²; Doris Stelzer³

¹ Jens Pätzolt - UmweltSoft; ² lanaplan GbR; ³ FloraLim - Makrophyten & Gewässerökologie

Um die rasanten Änderungen des Klimawandels in ihrer Wirkung auf die aquatischen Pflanzengemeinschaften zu ermitteln, sind Temperaturindices auf Basis von Arten ein wichtiges Instrument. Mit Hilfe von Daten aus dem WRRL-Monitoring wurden Temperaturkennwerte von 117 Makrophytenarten für den deutschen Raum abgeleitet. Sie repräsentieren das Optimum dieser Arten in Bezug auf die Wassertemperatur. Getestet wurden verschiedene Jahreszeitenmittel der Luft und der Wassertemperatur. Die Mittel der sommerlichen Wassertemperatur in den Monaten Juni bis August zeigen den höchsten Erklärungsanteil für die beobachtete Varianz in der Makrophytenzusammensetzung. Aus den Temperaturkennwerten der Makrophyten (MTI-Art) wurde in Kombination mit den Makrophytenabundanzen ein Makrophytenindex für die Seen (MTI-See) abgeleitet. Der MTI kann Basis verschiedenster temperaturbezogener Auswertungen mit Makrophyten sein. Ein Beispiel für die räumliche Verteilung von Wassertemperaturen im deutschlandweiten Vergleich wird vorgestellt. Hierbei ist der MTI besonders in den subkontinental geprägten Seen der östlichen Bundesländer und im Rheinland höher, während in der Alpenregion vergleichsweise niedrigere MTI vorhanden sind.

Temperaturindex im Praxistest: Können Makrophyten klimatische Trends abbilden?

Doris Stelzer¹; Klaus van de Weyer²; Jens Pätzelt³

¹ FloraLim - Makrophyten & Gewässerökologie; ² lanaplan GbR; ³ UmweltSoft

Aquatische Makrophyten reagieren sensibel auf klimatische und trophische Veränderungen in Seen. Im Rahmen eines durch das Länderfinanzierungsprogramm „Wasser, Boden und Abfall“ finanzierten Projektes wurde ein neuer Makrophyten-Temperatur-Index (MTI) entwickelt. Dieser Index wurde auf Basis von Langzeitdaten aus sechs deutschen Seen – vom alpinen Königssee bis zu urbanen Berliner Gewässern – getestet. Dabei wurde untersucht, ob sich klimarelevante Trends in der Makrophytenvegetation nachweisen lassen. Die Datengrundlage umfasst 4–8 Kartierungen pro See aus dem WRRL-Monitoring der Jahre 2000 bis 2023. Der neu entwickelte MTI wurde zusammen mit weiteren Temperaturindices in Bezug zur Trophie- und Temperaturentwicklung der Seen gesetzt. Berücksichtigt wurden auch die verschiedenen Klimazonen, in denen die untersuchten Seen liegen.

Der Vortrag diskutiert die Aussagekraft etablierter und neuer Temperaturindices, die Grenzen kurzer Zeitreihen und die Bedeutung langfristiger Monitoringprogramme für die limnologische Klimafolgenforschung.

Kleine Seen, große Bedeutung – Degradation und Entwicklungspotential von kleinen Seen am Beispiel von drei niedersächsischen Weichwasserseen in Niedersachsen

Svenja Agethen; Thomas Walter; Katharina Ludwig; Tim Epe

Institut Dr. Nowak GmbH & Co. KG

Im Rahmen eines EU-weiten Projekts zu atlantischen Sandlandschaften wurden zwei natürliche, dimiktische Kleinseen in Niedersachsen näher untersucht, die als LRT 3110 (Sehr nährstoffarme Stillgewässer mit Strandlingsgesellschaften) geschützt sind, sowie ein weiterer dimiktischer Abgrabungssee, der eine idealtypische Ausprägung des LRT 3110 darstellt. In Niedersachsen und deutschlandweit gibt es nur wenige Standorte dieses Gewässertyps, entsprechend bedroht ist ihr standorttypisches Arteninventar.

Durch das entsprechend große Interesse – insbesondere an den beiden natürlichen Gewässern – entstanden in der Vergangenheit viele Einzelstudien z.B. zur Vegetationsentwicklung. Eine systematische Untersuchung des Wasserkörpers im Sinne der WRRL erfolgte jedoch nicht. Die aktuellen Untersuchungen zur Vegetation dokumentierten 2025 einen vollständigen Verlust der Submersvegetation in den natürlichen Seen. Aufgrund der fehlenden und z.T. widersprüchlichen Informationen zu den vergangenen wie aktuellen trophischen und chemischen Rahmenbedingungen im Wasserkörper war eine lückenlose Aufklärung des aktuellen Makrophytenverlusts und eine ausführungsfähige Ableitung von Restaurierungsmaßnahmen nicht möglich. Auch die Möglichkeiten zur Reetablierung der LRT 3110 typischen Arten ist ungleich schwieriger zu einem so weit fortgeschrittenen Zustand der Eutrophierung und des Artenverlusts.

Die Beispiele illustrieren die Notwendigkeit auch Seen <50 ha, insbesondere solche von bekanntem naturschutzfachlichem Wert, stärker bei Monitoringprogrammen nach Maßgabe der WRRL zu berücksichtigen. Ein systematisches Monitoringprogramm des Wasserkörpers hinsichtlich trophiebestimmender Parameter und biologischer Qualitätskomponenten hätte den Bedarf für Gegenmaßnahmen deutlich früher und vor dem Verlust der wertgebenden Vegetation aufzeigen können. Diese Notwendigkeit ergibt sich somit gleichermaßen für Gewässer mit einem noch guten Erhaltungszustand, auch wenn sie künstlich angelegt wurden, oder nicht über einen FFH- Schutzstatus verfügen.

Die Beispiele zeigen überdies, dass zentral koordinierte Untersuchungen und Datenbanken mit standardisiert gewonnenen Untersuchungsergebnissen, wie sie bei WRRL-berichtspflichtigen Seen geführt werden, auch für kleine Seen unerlässlich sind, damit der Habitat- und Artenverlust effektiv verhindert werden kann.

Viel Platz für Neophyten – *Elodea nuttallii* hat den frisch gefluteten Cottbuser Ostsee erobert

Jacqueline Rücker; Dominik Martin-Creuzburg; Dieter Leßmann

Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg

Vor den Toren der Stadt Cottbus ist aus dem ehemaligen Tagebau Cottbus Nord der Cottbuser Ostsee entstanden. Die Flutung mit Wasser aus der Spree begann 2019. Im Dezember 2024 war der Zielwasserstand erreicht. Mit einer Wasserfläche von rund 19 km² ist er gegenwärtig der flächenmäßig größte künstliche See Deutschlands. Durch seine bergbauliche Entstehung hat er im Vergleich zu natürlichen Seen eine sehr ungewöhnliche Morphometrie mit bis zu 25 m tiefen Randschläuchen am Nord- und Westufer und einem ausgedehnten Flachwasserbereich über der ehemaligen Innenkippe mit gleichförmiger Tiefe von 2,5 – 3 m. Die mittlere Tiefe des Sees beträgt nur 6,5 m.

Die erste umfassende Bestandsaufnahme der submersen Vegetation erfolgte im Juli 2025 mit Rechen und Aquaskop vom Boot aus. Wegen der ungewöhnlichen Morphometrie wurden Rechenzüge an insgesamt 90 Punkten entlang von Transekten im Abstand von 20 – 500 m ausgeführt und der Bedeckungsgrad nach Kohler (1978) abgeschätzt.

Von den 90 untersuchten Punkten wiesen 13 Makrophytenverödung auf. Das betraf wellenexponierte Bereiche und den Südrandschlauch. An allen anderen 77 Untersuchungspunkten wurde *Elodea nuttallii* in Deckungsgraden von 1 – 5 festgestellt. Zweithäufigste Art war *Myriophyllum spicatum* gefolgt von *Utricularia* sp. und *Potamogeton berchtholdii*. Insgesamt wurden 12 Taxa nachgewiesen, darunter auch *Chara virgata* und *Chara globularis*, die auf den freien Flächen zwischen den *Elodea*-Beständen wuchsen. Submerse Makrophyten haben sich quasi überall in den ausgedehnten Flachbereichen des Cottbuser Ostsees und auf den Scharanten der Randschläuche bis in 4 m Wassertiefe angesiedelt. Stellenweise wurden auch Pflanzen aus 6 – 8 m Tiefe geborgen. Schwimmblattzonen und Röhrichtgesellschaften konnten sich am Cottbuser Ostsee noch nicht etablieren.

Die Auswertung von Luftbildern von Drohnenbefliegungen zeigte, dass *Elodea nuttallii* bereits während der Flutung im Sommer 2023 flache Bereiche besiedelt hatte. Über Stängelfragmente verteilt sich die Art leicht über den gesamten See. Sie überwintert am Gewässergrund wie bei Sedimentuntersuchungen im Frühjahr 2025 beobachtet wurde.

Eine Kontrolle von *Elodea nuttallii*, die seit 2017 auf der EU-Liste invasiver Arten geführt wird, scheint derzeit im Cottbuser Ostsee nicht möglich. Ihre weitere Entwicklung muss beobachtet werden. Es wird empfohlen, Managementpläne zu entwickeln, bevor der Cottbuser Ostsee für die Öffentlichkeit und die wassersportliche Nutzung freigegeben wird.

Handlungsempfehlungen zur natürlichen Wiederansiedlung von Armeleuchteralgen in Hartwasserseen

Sabine Hilt¹; Rüdiger Mauersberger²; Uta Müller¹

¹ Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB); ² Förderverein Feldberg-Uckerländische Seenlandschaft e.V.

Armeleuchteralgen (Characeen) sind Schlüsselorganismen strukturreicher, kalkreicher und nährstoffarmer Seen. Sie stabilisieren Sedimente, verbessern die Wasserqualität und fördern die Biodiversität. Seit dem späten 19. Jahrhundert sind Characeenbestände in Europa infolge von Eutrophierung stark zurückgegangen. Zwar konnten sich in einigen wenig belasteten Seen Deutschlands artenreiche Bestände halten, doch zeigen auch diese in den letzten Jahrzehnten deutliche Rückgänge. Im FFH-Bericht 2025 wird daher den Lebensraumtyp 3140 („kalkreiche Stillgewässer mit Armeleuchteralgen“) weiterhin als unzureichend bis schlecht bewertet. Die Ursachen sind vielfältig und umfassen Veränderungen der Nährstoffeinträge (insbesondere Phosphor), der Fischgemeinschaft, klimatische Effekte sowie potenziell Krankheiten oder Schadstoffe wie Pestizide.

Im Rahmen eines vom Bundesamt für Naturschutz geförderten Projekts (2019–2024) wurden in 27 Seen Nordostdeutschlands Maßnahmen zur Wiederansiedlung von Characeen erprobt. Die untersuchten Seen (1,5–63 ha; 1–23 m Tiefe) wiesen historisch Characeen-Bestände auf, die reduziert oder verschwunden waren. Maßnahmen zielten auf die Verbesserung der Wasserchemie (Nährstoffe, Kalk, Kohlenstoff), die Regulation von Fischbeständen sowie den Schutz vor Herbivorie. Die Wirksamkeit wurde durch ein Monitoring (2020–2024) im Vergleich zu Referenzseen ohne Maßnahmen bewertet. In 77 % der behandelten Seen nahm die Characeen-Abundanz zu, während in Referenzseen keine Verbesserung beobachtet wurde.

Auf Basis dieser Ergebnisse und ergänzender Daten wurde ein praxisorientiertes Entscheidungsschema entwickelt. Der dichotome Schlüssel umfasst bis zu 26 Fragen und führt zu 17 Maßnahmenoptionen, jeweils mit Kurzbeschreibung von Hintergrund, Methodik und Praxiserfahrungen. Zielgruppe sind Behörden, Kommunen, Eigentümer und Naturschutzakteure. Das Schema berücksichtigt bestehende Wissenslücken und priorisiert Maßnahmen trotz häufig multipler Stressoren, um die Wiederherstellung von Characeen-Beständen in kalkreichen Seen gezielt zu unterstützen.

Session S03

Die übersehene Blüte: Benthische Cyanobakterien und ihre Toxine in aquatischen Ökosystemen / The overlooked bloom: Benthic cyanobacteria and their toxins in aquatic ecosystems

Tracking Anatoxin-Producing Cyanobacteria in Switzerland: A Molecular Approach Enabled by Citizen-Science Sampling

Sami Zhioua; Margaux Corset; Bruno Cabete; Guillaume Cailleau; Deigo Gonzalez; Pilar Junier

Université de Neuchâtel, Laboratoire de microbiologie

Since 2020, Switzerland has experienced incidents of dogs dying after ingesting toxic benthic cyanobacterial mats floating on river surfaces. These events have been linked to the neurotoxins anatoxin-a and dihydroanatoxin-a, produced by the filamentous cyanobacterium *Microcoleus anatoxicus*. This species has been observed year-round in the Areuse river, where several dog fatalities occurred. To improve our monitoring scheme, we developed molecular markers targeting genes within the anatoxin biosynthetic operon, and for the detection of this toxigenic species. The aim of this research was to better understand the geographical distribution of *M. anatoxicus* across Switzerland. We started a citizen science project involving local authorities and volunteers. The participants were trained to identify and collect samples of floating mats. The program proved successful, yielding approximately 35 samples from rivers and lakes throughout Switzerland. Among these samples, 29 contained filamentous cyanobacteria, and 16 tested positive for anatoxin-related genes. In addition, we observed *Tychonema* spp. in Switzerland, a second toxic cyanobacterium known to produce the same neurotoxins. Furthermore, we also discovered a strain of *M. anatoxicus* in a lake environment without the *anaK* gene, and thus potentially putatively lacking the ability to convert anatoxin-a into dihydroanatoxin-a. This research highlights the value of citizen science in environmental monitoring and underlines the widespread distribution of anatoxin-producing cyanobacteria across Swiss aquatic ecosystems.

Neurotoxic benthic cyanobacteria associated with macrophytes in Lake Tegel: observations and citizen-based reporting

Britta Geiser

IGB Berlin

Since 2017 onwards, neurotoxic benthic cyanobacteria in Lake Tegel, have caused several canine intoxications, including peracute fatal cases. However, little is known about the extent, the diversity and the dynamics in regard to benthic harmful algae blooms. The DIVATOX project aims to improve understanding of neurotoxic benthic cyanobacteria and associated aquatic plants, with the goal of assessing health risks for humans and animals and supporting decision making for stakeholders.

In May 2025, two dogs developed severe intoxication symptoms at lake Tegel, resulting in one death. The water authorities were alerted by citizens reporting this event. As a consequence, warning signs were placed on several locations along the shoreline issued by the local veterinary and food control office. Additional warnings regarding recreational water use were issued by Berlins State Office for Health and Social Affairs (LAGeSo). This incident demonstrated the practical relevance of rapid communication between citizens, veterinary authorities, environmental authorities and public health institutions.

Within the DIVATOX project citizens are informed about the appearance of benthic cyanobacterial mats and are encouraged to report detached floating mats observed near the shoreline. Such observations may help identify sites of active proliferating benthic cyanobacteria and support targeted sampling, monitoring and toxin analysis. Citizen-based reporting may therefore contribute to improved early detection of benthic HABs and help prevent harmful exposures in humans and animals.

Molecular approaches in the study of toxic benthic cyanobacteria

Elena Bezzubova¹; Katrin Kiemel¹; Michael T. Monaghan¹; Hans-Peter Grossart²; Haowu Cheng¹; Sven Meissner¹; Sabine Hilt¹

¹IGB Berlin; ²IGB

Toxic cyanobacteria have gained the attention of numerous research groups worldwide due to the rising incidence of cyanotoxin poisoning, yet most studies primarily focus on planktonic cyanobacteria. Benthic cyanobacteria blooms in Lake Tegel (Berlin, Germany) have been linked to dog fatalities and beach closures since 2017. These blooms, occurring mainly in spring and autumn, formed dense cyanobacterial biofilms on the rootless aquatic moss *Fontinalis antipyretica* but were also found covering other aquatic plants and sediment. These biofilms can contain high concentrations of the neurotoxin anatoxin-a (ATX) and its derivatives dihydroanatoxin-a (DhATX) and homoanatoxin (HATX).

As part of the ongoing DIVATOX (Diversity of aquatic plants and their Associated TOXic cyanobacteria) project, we examine bacterial and microalgae community structure and function within biofilms. Contrary to earlier microscopy-based identifications, our metabarcoding analyses (Illumina 16S rRNA gene sequencing) revealed that the dominant filamentous cyanobacterium belongs to *Tychonema* sp. (Microcoleaceae, Oscillatoriales), not *Microcoleus* sp. Regardless of the substrate type, the relative abundance of *Tychonema* sp. showed strong positive correlations with ATX and DhATX concentrations (Spearman's $\rho = 0.74$ and 0.65 , respectively). Interestingly, *Tychonema* dominance did not strongly suppress prokaryotic community diversity, although higher toxin concentrations were weakly associated with lower diversity.

To investigate whether cyanobacterial toxicity shapes the composition and function of the associated microbial community, we are applying shotgun metagenomics using Oxford Nanopore sequencing on biofilm samples collected across a toxin concentration gradient. This approach yields near-complete microbial genomes and enables direct functional annotation, allowing us to assess metabolic pathways in high-toxicity versus low-toxicity biofilms. In addition, we have isolated two toxic strains of *Tychonema* sp. from Lake Tegel to perform whole-genome sequencing using Nanopore long-read data. Complete genome assemblies of our isolates will allow us to identify the toxin biosynthesis and regulation genes, as well as strain-specific genomic features that distinguish toxic from non-toxic genotypes.

Our aims are to gain new insights into the ecology and toxicology of benthic cyanobacteria, and contribute to the development of monitoring and health-risk assessment tools.

A Field experiment on the establishment of toxic benthic cyanobacteria blooms

Sven Meissner; Britta Geiser; Sabine Hilt

Leibniz-IGB Berlin

Fatal dog intoxications have brought bloom-forming, benthic cyanobacteria into focus. These filamentous and highly motile cyanobacteria often appear suddenly in late spring and autumn and can cover large areas, growing on a variety of substrates. In Tegeler See, associations of toxic benthic cyanobacteria with macrophytes were prevalent and strongly linked to cases of dog intoxication. The biofilms on the macrophytes can be centimetres thick and are anticipated to exhibit steep physicochemical gradients, which are involved in nutrient release.

To gain a better understanding of the role of aquatic plants in mass proliferations of benthic cyanobacteria and the nutrient availability in biofilms, we are conducting a field experiment involving sediment traps and the aquatic moss *Fontinalis antipyretica*. I will present the results of the experiment.

Toxin production of macrophyte-associated benthic cyanobacterium *Microcoleus*

Charlotte Schampera¹; Elena Bezzubova²; Sven Meißner²; Sabine Hilt²; Jutta Fastner¹

¹ Umweltbundesamt (German Environment Agency); ² Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

Several recent dog fatalities have drawn public attention to a previously overlooked benthic proliferation of *Microcoleus* in Lake Tegel (Berlin, northern Germany). Dense *Microcoleus* mats develop on the aquatic moss *Fontinalis antipyretica*, whose abundance has increased due to improved light availability following lake restoration and the substantial reduction of pelagic phytoplankton biomass. When these mats detach and accumulate along the shoreline, they appear to attract dogs; the high concentrations of anatoxin, dihydroanatoxin, and homoanatoxin contained in the mats induce rapid neurotoxic symptoms and can lead to death.

Despite these incidents, only a limited number of laboratory studies have investigated the environmental drivers of growth and toxin production in benthic *Microcoleus*. In controlled laboratory experiments, we examine the effects of key abiotic factors—light intensity, temperature, and nutrient availability—on the growth dynamics and toxin production of individual *Microcoleus* strains under conditions representative of Lake Tegel. Time-series analyses are used to identify optimal conditions for biomass development and toxin synthesis. In addition to biovolume and toxin concentrations, ATX gene expression and pigment composition are analyzed. The results will improve our understanding of benthic–pelagic interactions in lakes and help identify periods of elevated risk, thereby supporting targeted awareness and management measures by stakeholders and public authorities.

Habitat specificity versus transition of toxigenic cyanobacteria across benthic versus planktonic communities in bathing waters

Magdalena Cupak, Stefanie Dobrovlny, Alexander Indra, Rainer Kurmayer

Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES)

Studies focusing on the monitoring of planktonic toxigenic cyanobacteria have increased in recent years. Nevertheless, benthic biofilms floating on the surface can also contribute hazardous concentrations of toxins, including the hepatotoxic microcystin (MC), the neurotoxins anatoxin-a (ATX) and homoanatoxin-a (HATX), as well as the cytotoxic cylindrospermopsin (CYR). Toxic benthic biofilms occur sporadically also under oligotrophic and clear-water conditions. They are rather difficult to predict and often overlooked unless animal poisonings, particularly among dogs, are reported.

During the summer seasons of 2022 and 2023, from 22 EU-bathing water sites in Eastern Austria, benthic and water (planktonic) samples were collected in parallel during spring and autumn. Biofilm (83) and plankton (82) DNA samples were extracted and sequenced using universal 16S rRNA gene primers. Taxonomic assignment of the ASVs was done with CyanoSeq database. In addition, PCR assays were performed to detect gene fragments associated with toxin production, including *anaC* (indicative of (H)ATX production), *cyrJ* (CYR production), and *mcyE* (MC production).

In general, the ASV composition differed sharply between planktonic and benthic habitats. Out of 23008 ASVs, 1412 ASVs belonged to phylum Cyanobacteria. Of those, only 10 cyanobacterial ASVs occurred in both habitats, and may be considered transitional. Transitional ASVs occurred in low (min total read sum: 74) to high read numbers (max total read sum: 3450) and were assigned to the genera *Prochlorotrichaceae*, *Pseudonabaena*, *Microcystis*, *Nodosilinea*, *Phormidesmis* and *Tychonema*.

The following potentially toxigenic cyanobacteria were identified and assigned either to planktonic (*Microcystis*, *Dolichospermum*, *Planktothrix*, *Pseudanabaena*, *Tychonema* and *Microseira*), or to benthic habitat (*Microseira*).

The toxigenic genera *Tychonema*, *Microcystis* and *Pseudanabaena* were found transitional. In addition, *mcyE* and *anaC* fragments were detected frequently. In order to find out factors supporting the transition the habitats were described quantitatively, according to Secchi, chlorophyll a, water temperature, etc. For benthic habitats, information on substrate distribution, bank shading, macrophyte growth, etc was collected. First results indicate a high degree of habitat specificity of toxigenic cyanobacteria and a low probability of transition between habitat types.

Session S04

Genetische Variation und ihre Rolle bei der Bewältigung des globalen Wandels / Genetic variation and its role in coping with global change

Implications of limited genetic diversity in Arctic Daphnia in the light of climate change

Dagmar Frisch¹; Annette Constanze Schwager²; Athina Karapli-Petritsopoulou¹; Wassim Salam³; Marcin W. Wojewodzc⁴

¹ Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) im Forschungsverbund Berlin e.V.; ² FU Berlin; ³ BIH / MDC Genomics Platform; ⁴ Norwegian Institute of Public Health

In the past decades, the Arctic has been warming three to four times faster than the globe with particularly severe impacts on Arctic freshwater systems. In these higher latitudes, populations of the water flea Daphnia, a freshwater keystone grazer, are mainly polyploid obligate parthenogens (OP). The capacity of OP Daphnia to locally adapt to rapid environmental change is uncertain, but recent studies have provided first support for molecular and phenotypic adaptation in species of the OP *D. pulex/pulicaria* complex. Genomic analyses of Daphnia lineages, both from laboratory cultures and from sedimentary ephippial eggs are providing insights into the regional mitochondrial and nuclear diversity patterns in space and time of the study area near Kangerlussuaq, Greenland. The detected spatio-temporal genomic uniformity of the resident *D. pulicaria* populations raises questions about their capacity to persist through the ongoing climate change and the resulting strong impacts on aquatic habitats. Nuclear and mitochondrial data will be presented, and the relatedness of the analysed lineages discussed, particularly in view of local environmental change. First results from a pilot study will be presented that compares methylation patterns from a recent and a centuries-old *D. pulicaria* population. Methylation data was gathered from the dormant egg bank of one of the study lakes and is taken into account as a possible mechanism for rapid adaptation and evolutionary rescue in these OP Daphnia.

Alterations in hypoxia-related gene expression and physiological responses between resurrected and inhabitant obligate parthenogenetic *Daphnia* clones from an Arctic lake

Athina Karapli-Petrisopoulou¹; Dörthe Becker²; Dagmar Frisch¹

¹ Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB); ² NABU-Naturschutzstation Niederrhein, Kleve

Freshwater ecosystems in the Arctic facing rapid environmental change can serve as important model systems for studying the rapid adaptation potential of their inhabitants. Key members of these Arctic ecosystems often reproduce parthenogenetically, raising questions about their capacity to adapt over short time scales, and what are the possible mechanisms. Here, we studied an obligate parthenogenetic *Daphnia* population from a meromictic lake in South-West Greenland using resurrected animals dated to ca. 2011 CE and modern descendants from 2022 forming two temporal subpopulations. The anoxic layer of the lake was previously inhabited by anoxygenic photoautotroph purple sulfur bacteria, a possible food resource for *Daphnia*. This microbial population, however, seems now to be destabilized, which could be reducing the presence of *Daphnia* in hypoxic or anoxic waters. In previous work, we found that the two *Daphnia* temporal subpopulations differ in their genetic structure and physiological traits linked to hypoxia and thermal tolerance. *Daphnia* clones form three closely related genetic clusters, with only one of them shared between subpopulations. To investigate their transcriptomic and physiological responses to hypoxia in more detail, we exposed two clones from each genetic cluster to medium and severe hypoxia. We performed RNA sequencing and quantified three physiological biomarkers (haemoglobin, glutathione-S-transferase activity and TBARS, a proxy for lipid peroxidation). Diverging gene expression patterns and associated physiological responses between genetic clusters and temporal subpopulations will be discussed in the light of rapid evolutionary change in response to ecosystem changes in a parthenogenetic population.

Genetic variation in tolerance to tyre wear pollution in urban and rural *Daphnia* populations

Felix Mende¹; Nedim Tüzün¹; Justyna Wolinska¹; Luc De Meester²

¹ IGB; ² KU Leuven

Urbanisation is a major driver of global change and can threaten the functioning of urban pond ecosystems, for example through pollutant influx via road runoff. Because ponds contribute to climate mitigation and biodiversity in cities, understanding how their biological communities respond to chemical pollution is critical. The water flea *Daphnia magna*, a key grazer controlling phytoplankton dynamics, has emerged as a model system for studying evolutionary responses to environmental change. While several urban stressors affect *D. magna* fitness, little is known about whether populations differ in their evolutionary potential to adapt to urban contaminants. Here, we exposed 48 genotypes from five urban and five rural pond populations in the Berlin-Brandenburg region to the tyre-associated synthetic organic chemical 1,3-diphenylguanidine (DPG), frequently detected in aquatic systems. Using acute (48 h) exposure assays, we tested i) whether tolerance is associated with urbanisation and local DPG exposure, and ii) whether populations harbour standing genetic variation in tolerance. We found substantial genetic variation in DPG tolerance among genotypes, indicating considerable evolutionary potential in both urban and rural populations. However, contrary to our expectations, urban populations did not exhibit higher tolerance, and population-level tolerance was not consistently associated with environmental DPG concentrations. Nevertheless, we found evidence that higher population-level tolerance in urban populations is associated with the loss of low-tolerance genotypes. Together our results show that the pathways underlying tolerance may differ fundamentally between urban and rural systems, highlighting the complexity of cross-tolerances and indirect selection in urban ecotoxicology.

Beyond the means: Urban *Daphnia* show reduced genetic variation in responses to light pollution

Nedim Tüzün

IGB Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries

Organismal responses to global change are commonly assessed through shifts in trait means. However, genetic variation, the raw material upon which natural selection acts, has received far less attention. Artificial light at night is a *widespread* anthropogenic stressor that may alter not only mean trait values but also the amount of genetic variation available for future adaptation, but has never been studied in this context. Using a large set of *Daphnia magna* clones originating from rural and urban ponds, we assess urbanisation-driven genetic differentiation in grazing rates under light pollution. Our study revealed that urban clones of the water flea *Daphnia magna* had higher grazing rates than rural clones. Light pollution reduced grazing rates, and contrary to expectations of local adaptation to light pollution, rural and urban clones responded similarly at the level of mean grazing rates. However, light pollution strongly influenced genetic variation among clones, with rural clones exhibiting higher genetic variance under light-polluted conditions and greater genetic variation in plasticity, compared to urban clones. These patterns resulted in markedly higher evolvability of grazing rates under light pollution in rural populations. We place these findings in the context of urban evolution of ecological functions, and examine potential consequences for freshwater ecosystems exposed to light pollution, where *Daphnia* typically play a key ecological role.

Eco-evolutionary feedbacks in competitive systems: Rescue and murder

Simon Leoz¹; Frithjof Lutscher²; Korinna Allhoff³; Lynn Govaert⁴

¹ Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) ; ² University of Ottawa; ³ Universität Hohenheim; ⁴ Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

Understanding how species respond to changing environments is important for maintaining biodiversity and ecosystem functioning. Environmental change affects both population densities and traits. Such trait change can result from rapid evolution, which can be beneficial (e.g. evolutionary rescue) or detrimental (e.g. evolutionary suicide). In a multi-species setting, predicting whether evolution aids or harms species persistence is even more challenging to predict. Using a theoretical model inspired by freshwater ciliate systems, we simulate the density and trait dynamics of one and two competing species, each with two potentially evolving traits: physiological optimum and competitive tolerance. Both species experience a decline in the quality of their abiotic environment that ultimately leads to their extinction. However, extinction timing depends on trait evolution. In the single-species system, evolution consistently delays species extinction, potentially resulting in evolutionary rescue. By contrast, in the two-species system, evolution can either delay or accelerate extinction. In particular, when evolution enhances the persistence of the competitor, it can result in evolutionary murder of the focal species. In both systems, we find that the effect sizes of eco-evo interactions depend strongly on the number of traits evolving and the shape of ecological and evolutionary trade-offs. Our study consequently sets the stage for exploring eco-evolutionary dynamics in more complex biotic settings, extending our understanding of species responses to abiotic and biotic changes.

Session S05

Süßwasserfische, Fischerei und Aquakultur im Anthropozän / Freshwater fish, fisheries and aquaculture in the Anthropocene

Funktionale Konnektivität in regulierten Flusssystemen: Saisonale Wanderungen von vier typischen Donaocypriniden

Michael Grohmann; Jakob Neuburg; Daniel Pelz; Stefan Auer; Thomas Hein; Günther Unfer

Christian Doppler Laboratory for Meta Ecosystem Dynamics in Riverine Landscapes - Boku University

Weltweit sind Flüsse erheblichen Eingriffen durch den Menschen ausgesetzt. Infolgedessen sind sowohl die Wasserfauna und -flora als auch die Ufervegetation und -fauna von Stressfaktoren wie morphologischen Veränderungen, Verschmutzung oder Wasserentnahme betroffen. Daher hängt die ökologische Widerstandsfähigkeit des gesamten Fluss-Metaökosystems zunehmend von seiner Vernetzung ab, um den lokalen Verlust oder die Verschlechterung von Lebensräumen auszugleichen. Der Bau von Staudämmen, Regulierungsbauwerken für die Schifffahrt und Hochwasserschutzmaßnahmen hat jedoch zu einer starken Fragmentierung der meisten Flusssysteme geführt. Daher nutzen wir das Metaökosystem-Konzept als theoretische Basis um die kombinierten Auswirkungen mehrerer Renaturierungs- und Durchgängigkeitsmaßnahmen entlang der Donau und ihrer Zubringer zwischen dem Wasserkraftwerk Altenwörth und der österreichisch - slowakisch Grenze auf die Fischpopulationen in der Donau zu verstehen.

Ziel der hier präsentierten Studie war es anhand der vier typischen Donaocypriniden *Chondrostoma nasus*, *Barbus barbus*, *Squalius cephalus* und *Vimba vimba* die funktionale Konnektivität zwischen dem renaturierten Donauzubringer Traisen und der Donau im Verlauf eines Jahres zu untersuchen.

Dazu wurden rund 11.000 Fische mit Passive Integrated Transponder Tags markiert und an einer Antenne im Zubringer über zwei Jahre lang detektiert. Weiters wurden umfangreiche saisonale Elektrofischungen und Drohnenzählungen der Laichzüge durchgeführt. Dieser Methodenmix ermöglicht einen detaillierten Einblick in die Populationsdynamik der vier untersuchten Fischarten.

Die Ergebnisse zeigen einen intensiven Austausch zwischen Zubringer und den Meta-Ökosystemeinheiten im Hauptfluss während des ganzen Jahres. Neben der intensiven Nutzung als Laichhabitat durch Fische aus der Donau zeigt die Studie eindrucksvoll, wie der wiederangebundene Zubringer als saisonaler Lebensraum für unterschiedliche Altersklassen dient und im Falle eines extremen Hochwasserereignisses im Hauptfluss als geschützter Rückzugsort genutzt wird.

Assessment of potential host fish species for the thick-shelled river mussel (*Unio crassus*)

Sven Matern¹, Milosz Anisko^{1,2}, Dilara Kösker^{1,3}, Mirko Lorenz^{1,4} & Steffen Zahn¹

¹Potsdam Institute of Inland Fisheries, ²University of Potsdam, ³Berlin University of Applied Sciences and Technology, ⁴Osnabrück University of Applied Sciences

The thick-shelled river mussel (*Unio crassus*) is among the most endangered mussel species in Europe. To complete its lifecycle, the thick-shelled river mussel needs specific fish species that serve as host for their glochidia. A variety of studies have found different host fish species of the thick-shelled river mussel pointing to an area or river system-specific suitability of host fish species. In this study, we investigated the suitability of several native fish species in Elbe-Havel system in Brandenburg. We infested the fishes with glochidia from the thick-shelled river mussel and monitored the number of glochidia on the bodies and especially the gills of the potential host fish species over time. Our results deepen the understanding on the ecology of the thick-shelled river mussel and are used for conservation measures to protect the thick-shelled river mussel.

Monitoring Status and Movement of Fish with Passive Integrated Transponders (PIT Tags)

Jan Droll; Christoffer Nagel; Joachim Pander; Juergen Geist

Technische Universität München

Effective evaluation methods are essential to assess the success of aquatic habitat restoration initiatives. Fish are often used as indicators for monitoring restoration success; however, monitoring their populations remains challenging, driving the development of diverse monitoring techniques. Passive integrated transponders (PIT tags) have emerged as a widely adopted tool for tracking fish movements and population dynamics in riverine systems. At the River Inn, a heavily modified alpine river in southeastern Germany, a PIT tag infrastructure has been established to evaluate the effectiveness of restoration and conservation strategies for fish populations. The network comprises 38 permanently installed antennas spanning fish passes, tributaries, and backwaters across 150 river kilometres. To date, about 30,000 individual fish from 14 species have been tagged, yielding around 3 million detections. Here, we focus on a subset of these data to assess the two-year post-stocking effectiveness and habitat use of common nase (*Chondrostoma nasus*) stocked in autumn 2022 to support struggling wild populations. Survival rates were estimated using a continuous-time mark-recapture model. Redetection rate was 37.9%. Overall, detection rates declined substantially over time, yet tagged individuals were recorded throughout the full observation period. Spatially, detections became concentrated in areas where tributaries, nature-like fish passages, and backwaters converge, suggesting active habitat selection of the stocked fish. Survival was lowest immediately after stocking but stabilised after an acclimatisation period of approximately 240 days. These results answer important questions about the efficacy of current stocking practices and highlight the value of long-term, infrastructure-based monitoring for evidence-informed fisheries and conservation management.

Culture, context and fish length drive catch-and-release behaviour of German anglers

Robert Arlinghaus¹; Max Birdsong²

¹ Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB); ² Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow

Recreational anglers' decisions to harvest or release fish have significant implications for fisheries mortality and therefore fisheries management. In this study, we explore the psychological and contextual factors influencing voluntary catch-and-release (vCandR) of harvestable fish in northern Germany—a culture with a strong tradition in keeping fish for personal consumption. We compiled and analyzed 19,558 trip-level catch and harvest records from two contrasting fisheries: a small club-based fishery in Lower Saxony (LS) in West Germany and a largely open-access fishery in Mecklenburg-Western Pomerania (MWP) in East Germany. Due to differing cultural and socio-economic histories before and after German reunification, we hypothesized lower voluntary release rates in MWP, driven by stronger utilitarian values common to Eastern Germany. In support, MWP anglers harvested a greater proportion of their catch. Saltwater species, migratory species and salmonids were retained to a greater degree than freshwater species. Voluntary CandR behaviour varied by target species, other trip context, angler specialization as represented by the subdimensions psychological commitment, behavioural commitment and skill, catch and consumptive orientation and fish length. The influence of angler characteristics on retention probability of fish often varied by target species, and retention probability was found to be largest in intermediately sized fish in most species. Satisfaction with previous trips increased the likelihood of releasing fish, suggesting a feedback process where past psychological outcomes affected future harvest decisions independent of angler personality. Our findings underscore the importance of culture, individual angler characteristics, and situational factors, highlighting the crucial interaction of target species, fish length, angler psychological predisposition and past fishing success in determining whether an angler keeps or voluntarily releases its catch. That said, our work in German angling culture does not support the proposition that more specialized anglers generally release more fish.

Overfishing due to fish learning: Impacts of catch-and-release angling on behavior towards lures in two freshwater predators in the wild

Ryo Futamura¹; Tammo Steinke²; Maximilian Roederer³; Henrik Baktoft⁴; David James¹; Robert Arlinghaus⁵

¹ IGB Berlin; ² TU Berlin; ³ Univ Potsdam; ⁴ DTU Aqua - Technical University of Denmark; ⁵ IGB Berlin / HU Berlin

Exposure to catch-and-release recreational fishing constitutes a form of human-induced predation risk to which fish should respond with bait and lure avoidance behaviour within the realm of private and social learning. We conducted a whole-lake scale before-after-control-impact (BACI) study targeting previously angling-naive pike (*Esox lucius*) and European perch (*Perca fluviatilis*). A treatment lake was cut in half to simulate a no-fishing protected area, with another lake not exposed to fishing serving as a spatial control to absorb seasonal changes on fish behaviour unrelated to fishing. Intensive catch-and-release fishing over two months resulted in catch-and-release about 55 % of the predator fish population. Non-exploitative fishing causally reduced catch rates in experimental angling by about 55 % relative to controls, which is particularly pronounced in pike. Using high resolution fish tracking and mark-recapture studies we ruled out that the changing catch was caused by fish abundance changes within or among lakes. Camera-assisted trolling revealed that the predator's behaviour towards lures significantly changed in the treatment side, mechanistically explaining the drop in catch rate. Alteration of lure reactivity in catch-and-release fishing constitutes a behavioural insurance policy that helps fish to sustain fishing pressure.

Fisheries-induced evolutionary changes in the brain and cognition related to catchability in an experimentally harvested zebrafish (*Danio rerio*) model

Tamal Roy¹; Valentin Lecheval²; Jonas Häusler³; Pavel Němec⁴; Pawel Romanczuk²; Robert Arlinghaus¹

¹ Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB); ² Humboldt-Universität zu Berlin; ³ Freie Universität Berlin; ⁴ Charles University in Prague

Fish populations are exposed to various selection pressures in the wild. One of the strongest selection-inducing factors is predation. While natural predation is attributed to fish and bird predators found in the environment, human-induced predation is exerted through fishing gears that are used in various commercial and recreational fisheries. Most fishing gears harvest large-sized individuals from fish populations. Increased mortality of larger fish often fosters the evolution of fast life-history emphasizing early reproduction at smaller size i.e., higher energy investment into reproduction. This could be traded-off with lowered energy investment into other energy-expensive tissues like the brain, thereby leading to reduced brain size and/or reduced neuronal numbers, and reduced cognitive abilities. We tested this using three experimental evolution-generated selection lines of zebrafish adapted to large, random and small size-selective harvesting over five consecutive generations. Fish selected for larger size evolved larger brains with heavier telencephalon. Neuronal numbers increased in the telencephalon which is the seat of higher cognitive functions including decision-making in fish. Next, we tested hook-avoidance learning and memory, hook-recognition ability and behavioural adaptability by repeatedly subjecting individuals among the three selection lines to fishing using baited hooks. Zebrafish selected for small size were significantly less vulnerable to hooking and had stronger memory of hook-avoidance response while zebrafish selected for large size demonstrated significant cognitive ability by learning to recognize a real hook. These results are highly relevant for fisheries management as changed cognitive potential is likely to have impacts on fish population sustenance.

Wasser- und Nährstoffhaushalt bewirtschafteter Karpfenteiche – Implikationen für Management und Ökosystemleistungen

Philipp Czapl¹; Robert Seeger; Sven Matern¹; Michael Pietrock¹; Andreas Müller-Belecke¹; Uwe Brämick¹

¹ Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sagrow

Karpfenteiche erbringen neben der Fischerzeugung wesentliche Ökosystemleistungen wie Wasserrückhaltung und Nährstoffretention und tragen dabei wesentlich zur Stabilisierung regionaler Gewässersysteme bei. Vor dem Hintergrund des Klimawandels, zunehmender Wassernutzungskonflikte und veränderter Produktionsbedingungen besteht erheblicher Wissensbedarf zum aktuellen Wasserbedarf bewirtschafteter Teiche sowie zu deren Wirkung auf den Nährstoffhaushalt der Oberflächengewässer. Zu diesem Zweck wurde in 16 Karpfenteichen der Lausitz der Wasserbedarf zu verschiedenen Jahreszeiten quantifiziert. Ergänzend wurden in 27 weiteren Teichen mit Karpfenerträgen zwischen 0 bis 650 kg/ha die Nährstofffrachten entlang von Zu- und Ablauf bilanziert, um das Nährstoffrückhaltepotenzial unter heutigen Bedingungen zu bilanzieren. Der aktuelle mittlere Teichwasserbedarf lag mit 1,84 l/s*ha über den bislang publizierten Werten um etwa 1 l/s*ha. Der Wasserbedarf ist im Jahresdurchschnitt zu etwa 80 % auf Versickerungsverluste zurückzuführen. Im Sommer beträgt der Anteil der Evapotranspiration rund 45 %. Der Nährstoffnettoeintrag von Phosphor und Stickstoff durch die fischereiliche Bewirtschaftung nahm mit steigendem Karpfenertrag zu. Bei allen untersuchten Ertragsniveaus wurden mehr Nährstoffe durch Besatz, Fütterung und Düngung in das System eingetragen als bei der Abfischung entnommen. In der Gesamtbilanz zeigte sich jedoch, dass dieses Mehr an Nährstoffen nicht wieder über den Ablauf an die Umwelt abgegeben, sondern vielmehr im Teich gespeichert wurde und sich dieser Effekt mit steigender Bewirtschaftungsintensität verstärkte. Die Gegenüberstellung von Zu- und Ablauf belegte zudem unabhängig vom Ertragsniveau eine durchgängige Funktion der Teiche als Nährstoffsinken. Auch abfiltrierbare Stoffe wiesen stets positive Bilanzen ohne Zusammenhang zum Ertragsniveau auf. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass Karpfenteiche auch unter gegenwärtigen Bewirtschaftungsbedingungen einen relevanten Beitrag zum regionalen Wasser- und Stoffhaushalt leisten. Für eine nachhaltige Absicherung dieser Ökosystemleistungen sind jedoch standortspezifische Wasserbedarfsabschätzungen und angepasste Bewirtschaftungs- und Wassermanagementkonzepte erforderlich, die in einem aktuellen Projekt erarbeitet werden.

AI-based eel detection with low-cost sonar systems for hydropower management

Lukas Seemann; Stephan Didas; Stefan Stoll

Hochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld

Barriers to hydropower generation pose a significant risk to migrating European eels. High mortality rates have been documented when eels pass through turbines. This pilot project aims to investigate whether it is possible to detect migrating eels in real time using affordable sonar equipment and artificial intelligence. The goal is to validate a predictive model (APRO) for forecasting eel migration, which is used to shut down turbines on nights with high predicted eel migration activity. At the hydroelectric power plant in Zeltingen on the Moselle River, a live operation of a sonar device was established upstream of the turbine intake. A workflow was established consisting of classical image processing methods, AI-based object detection, a tracking procedure for the detected objects over video sequences, and a subsequent rule-based classification of the identified objects. In the current version, this method can detect migrating fish in real time and distinguish them from floating debris. A comparison of detected fish activity with the currently used prediction model over a complete eel migration season shows generally good agreement, but also potential for improvement in fish-friendly turbine control. In the next phase of the project, we will test new sonar devices and record more sonar videos of various fish species will be made from different perspectives to further improve the differentiation of different fish species with this system.

Session S07

Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen / Matter fluxes in aquatic communities

Fate and recovery of polyamide microplastics in the sediments of an aquatic outdoor enclosure mesocosm experiment

Katrin Wendt-Potthoff¹; Sara Arshad¹; Lukas Kruckenfellner²; Peter Ebke²; Siqi Wu¹; Alexander Böhme¹; Burkhard W. Scharf; Susanne Dunker¹

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ; ² Mesocosm GmbH - Institut für Gewässerschutz

Understanding microplastic exposure and effects in freshwater systems needs defined experiments under realistic, complex and reproducible conditions with relevant particles. To achieve this, polyamide microplastics (PA, 5-50 µm diameter) were applied in an outdoor enclosure mesocosm system in three different nominal concentrations (1.5, 15 and 150 mg/L with respect to water volume) and compared to control enclosures without PA addition over a period of 12 weeks. Settling of PA was monitored using turbidity, and sediment samples were taken to study benthic communities and PA concentrations. Benthos exposure was verified by microscopically detecting PA within the intestines of ostracods. We tested if the PA could be quantified in sediments using both imaging-based methods and a mass-based analysis, TED-GC-MS. Sediments were freeze-dried and density-separated using sodium polytungstate solutions. Thereafter, PA in supernatants was (1) stained with Nile Red and evaluated by fluorescence microscopy and ImageJ analysis, and (2) quantified by multispectral imaging flow cytometry (MIFC) with an ImageStream X MkII. Samples from the end of the experiment were assessed mass-wise for PA using TED-GC-MS. Images were used to train an AI (Amnis® AI software) for classification of PA following MIFC. Both image-based methods did not reveal changes in particle size distribution over time, so neither PA degradation nor size-specific loss processes were evident. However, both methods indicated change of particle properties after exposure in sediments. MIFC was able to identify unstained pristine PA very well, but had difficulties in classifying particles that had been in contact with enclosure sediments, which could be overcome by manual tagging. Thereafter, differences between fluorescence microscopy and MIFC were similar to other pairwise comparisons of established microplastic detection methods. This shows that MIFC has great potential, which could be further enhanced through specific staining of particles or more sophisticated preparation of AI training datasets.

Invasive clam *Corbicula sp.* as a bioindicator for microplastic concentrations in the final effluents of wastewater treatment plants

Hedda L. Müller; Friederike Gabel

Institut für Landschaftsökologie, Universität Münster

In the context of ongoing plastic production, microplastic pollution in freshwater ecosystems has become an increasing concern. Because plastic products are used regularly in domestic and industrial settings, microplastics can end up in wastewater. Wastewater treatment plants discharge treated water directly into water bodies and can therefore act both as a barrier and a pathway for microplastics. Despite reported removal rates exceeding 99%, individual wastewater treatment plants are estimated to release millions of plastic particles each day. As many facilities are installing advanced treatment methods to enhance the removal of micropollutants, it is suggested that microplastic concentrations can be reduced as well. However, removal efficiency is assumed to vary between methods, and direct microplastic quantification is time-consuming. Filter-feeding clams could serve as an active bioindicator to assess microplastic pollution over time, but their use in the final effluents of wastewater treatment plants has not been systematically evaluated. To address this gap, we conducted an in-situ exposure experiment and compared the microplastic concentrations in the treated wastewater with those in the clam tissue.

We placed individuals of the clam *Corbicula sp.* in the final effluents of four municipal wastewater treatment plants for two weeks. Two of these facilities implement an advanced treatment level, one oxidative and the other adsorptive. We digested the clams with 10% KOH and analysed the absorbed polymers via μ FTIR spectrometry. Additionally, the microplastic particles in the final effluent were sampled with a drift net and characterised via FTIR spectrometry.

Initial results showed that the effluent of the adsorptive treatment contained the lowest microplastic concentration (2.91 ± 1.66 items/L). It is presumed that microplastic particles are retained by the cloth filter, which follows the adsorptive treatment. On the other hand, the oxidative treatment was not complemented by additional filtering and demonstrated similar or higher concentrations than the conventional treatment (41.38 ± 52.37 items/L). While different polymers were confirmed in the clam tissue, the concentrations did not reflect those in the treated wastewater. It is possible that microplastic uptake was limited by filtering capacity, selective feeding, or stress induced by relocation.

Erhöhte Zinkkonzentrationen und reduzierte Lebensdauer - Effekte von Reifenabrieb auf *Gammarus pulex*

Friederike Gabel; Elena Lepping; Hedda Lil Müller; Ben Schlücking

Institut für Landschaftsökologie, Uni Münster

Mikroplastik wird zunehmend in der wissenschaftlichen Gemeinschaft und in der Öffentlichkeit als Umweltproblem wahrgenommen. Reifenabrieb von Fahrzeugen ist eine der Hauptquellen für den Eintrag von Mikroplastik in die aquatische Umwelt und enthält zahlreiche Schadstoffe und Schwermetalle, die durch Auslaugungsprozesse in Lösung gehen können. Diese Freisetzung wird unter anderem durch Umwelteinflüsse wie Temperatur, Größe der Partikel, Alterung etc. beeinflusst und kann schädliche Auswirkungen auf Pflanzen und Tiere haben. Es ist jedoch noch nicht ausreichend bekannt, welche Auswirkungen die Reifenpartikel und ihre Auslaugungen auf aquatische Wirbellose haben und welche Effekte die Partikelgröße dabei hat.

In dieser Studie wurden die Auswirkungen von Reifenabrieb verschiedener Partikelgrößen ($< 200 \mu\text{m}$ bzw. $< 630 \mu\text{m}$) bei einer Konzentration von 10 g/l auf die Lebensdauer, die Aktivität, die Fraßrate und die Pleopodenbewegungen von *Gammarus pulex* untersucht. Dazu wurden Individuen von *Gammarus pulex* mit frischem Reifenabrieb, dem über vier Wochen exponierten Eluat, dem ausgelaugten Reifenabrieb sowie einer Kontrolle ohne Reifenabrieb ausgesetzt. Die Schwermetallgehalte der einzelnen Ansätze wurden mittels ICP-OES ermittelt.

Die Zinkkonzentrationen waren in den Eluaten signifikant erhöht. In den Eluaten waren die Lebensdauer signifikant kürzer (1,7 vs. 16,2 Tage) und die Pleopodenbewegungen sowie Fraßraten signifikant geringer als in der Kontrolle. Die Aktivität der Gammariden war im Eluat der kleineren Partikel signifikant niedriger. Der frische, kleinere Reifenabrieb hingegen beeinflusste nur die Pleopodenbewegung, während der gealterte Reifenabrieb und die größeren Partikel keine Auswirkungen während der Versuchsdauer zeigten. Somit haben insbesondere die Eluate des Reifenabriebs Auswirkungen auf Gammariden, die (auch) auf die erhöhten Zinkkonzentrationen zurückzuführen sein können. Reifenabrieb hat das Potenzial, die Überlebensrate von Schlüsselarten in aquatischen Lebensräumen zu senken und damit Nahrungsnetze zu stören.

Session S08

Nutzung von Gewässern zur Gewinnung erneuerbarer Energien / Use of surface waters for renewable energy production

Thermische Nutzung von Gewässern zur Wärmegewinnung und schwimmende Photovoltaikanlagen: Aspekte des Einflusses auf die Gewässerökologie

Dieter Leßmann¹; Ursula Riedmüller²; Stefan Christopher³; Sebastian Mix⁴

¹ BTU Cottbus-Senftenberg; ² Büro für Nutzung und Ökologie von Binnengewässern, Titisee-Neustadt; ³ BTU Cottbus - Senftenberg / HNE Eberswalde; ⁴ Privates Institut für Wasser und Boden GmbH, Dresden

Sowohl die thermische Nutzung zur Wärmegewinnung als auch schwimmende Photovoltaikanlagen (FPV-Anlagen) beeinflussen die limnophysikalischen Eigenschaften und dabei insbesondere den Energiehaushalt von Gewässerökosystemen. Die Abkühlung und bei FPV-Anlagen zusätzlich die Verminderung der Lichtverfügbarkeit und die Windabschirmung haben bereits bei geringen Veränderungen Auswirkungen auf die Struktur der Gewässerbiozöten, wie aktuelle Studien und Forschungsergebnisse zeigen. Dies kann auch zu Auswirkungen auf das Ergebnis der ökologischen Gewässerbewertung nach WRRL führen.

Veränderungen der Temperatur und bei FPV-Anlagen zusätzlich der Lichtbedingungen und des Windeinflusses auf die Wasseroberfläche im Einflussbereich der Anlagen lassen sich anhand von Messungen und der Ergebnisse limnophysikalischer Modellierungen analysieren. Neben den Ergebnissen noch rarer biologischer Untersuchungen an bestehenden Anlagen an Flüssen und Seen sind Daten von Gewässern, die Kaltwasserzuflüssen unterliegen, geeignet, hinsichtlich der Auswirkungen z.B. auf die Phytoplanktonzönose wichtige Erkenntnisse zur Wirkung von Temperaturveränderungen zu liefern. Auch der Vergleich der Phytoplanktonentwicklung in warmen, trockenen Jahren mit kühlen, nassen Jahren kann zur Gewinnung von Grundlagen zur Abschätzung der Wirkung thermischer Gewässernutzungen und des Einsatzes von FPV-Anlagen beitragen.

Aus den Erkenntnissen zu den gewässerökologischen Auswirkungen von Temperaturveränderungen lassen sich Anforderungen an den Betrieb von Wärmepumpen an Gewässern sowie von Photovoltaikanlagen auf Seen ableiten, die zum Schutz der Gewässer und ihrer Biozöten eingehalten werden sollten.

Gewässer als Wärmequelle nutzen

Karsten Rinke¹; Taynara Fernandes²; Bertram Boehrer³; Rohini Kumar⁴; Paula Oberfeier⁵; Axel Olivia⁶

¹ Helmholtz-Centre for Environmental Research; ² UFZ - Helmholtz Centre for Environmental Research; ³ Helmholtzzentrum für Umweltforschung - UFZ; ⁴ Helmholtz Center for Environmental Research; ⁵ Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Energy Systems and Energy Economics; ⁶ Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Energy Systems and Energy Economics

Zur Erfüllung der CO₂-Neutralität nach Klimaschutzgesetz bis 2045 müssen neue Wärmequellen für den hohen deutschen Heizungsbedarf erschlossen werden. Hierbei sind Großwärmepumpen eine wichtige Komponente um zentralisierte Wärmeversorgungssysteme mit Wärme sicher zu versorgen. Aufgrund der hohen Wärmekapazität von Wasser stellen unsere Fließ- und Standgewässer attraktive Wärmequellen für Großwärmepumpen zur Verfügung. Diese Thermische Nutzung von Seen und Flüssen verändert das thermische Regime im Gewässer und hinterlässt damit einen ökologischen Fußabdruck. Bei der Planung von Anlagen gilt es zudem, die lokalen Siedungsverhältnisse und Energieinfrastrukturen zu berücksichtigen, um eine sinnvolle kommunale Wärmeplanung zu entwickeln, was wiederum den Anwendungsrahmen der thermischen Nutzung definiert. Außerdem modifizieren technische Details der Wärmepumpen (z.B. Kältemittel) und Neuentwicklungen (z.B. Direktverdampfer) die potentiellen Umweltauswirkungen. Im Verbundprojekt FluSeeQ werden diese Aspekte integriert und sowohl Auswirkungen auf das thermische Regime der Gewässer, als auch Energie-planerische und technische Details gemeinsam betrachtet. Neben technischen Weiterentwicklungen von Großwärmepumpen steht vor allen die Potentialabschätzung sowie die Verfeinerung von Planungswerkzeugen für die kommunale Integration und die Auswirkungen auf das Gewässer im Vordergrund. In diesem Übersichtsvortrag wird eine generelle Einführung in der Wärmenutzung der Binnengewässer präsentiert und Einblicke in das FluSeeQ-Projekt gegeben.

Methodische Ansätze zur Ermittlung des thermischen Potentials von Seen

Sebastian Mix; Wilfried Uhlmann; Kai Zimmermann

IWB - Privates Institut für Wasser und Boden GmbH

Die Nutzung von Seen zur thermischen Energiegewinnung erlangt im Zuge der Energiewende zunehmend an Bedeutung. Die sogenannte Seethermie erschließt erneuerbare Wärme aus einem Gewässer und wird technisch durch Wärmepumpen realisiert. Die thermische Nutzung von Gewässern verändert die Temperaturschichtung des Sees und beeinflusst damit den Sauerstoffhaushalt sowie die aquatischen Lebensgemeinschaften. Um die gewässer-ökologischen Aspekte bei der Planung und Genehmigung gewässer-thermischer Nutzungen angemessen zu berücksichtigen, hat die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) im Jahr 2025 Leitlinien veröffentlicht. Damit existiert erstmalig ein fachlich abgestimmter Rahmen zur Bestimmung des thermischen Potentials von Seen.

Das thermische Potential eines Gewässers kann mittels empirischer Überschlagsrechnungen auf der Grundlage der Wärmebilanz zuverlässig geschätzt werden. Diese empirischen Betrachtungen sind zur Prüfung der grundsätzlichen Genehmigungsfähigkeit bei großen Seen mit einer geringen Wärmeentzugsleistung meist ausreichend. Bei hohen Wärmeentzugsleistungen stoßen die empirischen Methoden jedoch an Grenzen. Hier sind modellgestützte Methoden mit einem höheren räumlichen und zeitlichen Detailgrad erforderlich. Die zu verwendenden Modellansätze hängen von der Dimension des Gewässers und von der Technologie des Wärmeentzugs ab. Eine hohe räumliche Auflösung ist notwendig, um beispielsweise die energieoptimierte und gewässer-ökologisch verträgliche Positionierung und wasserbauliche Gestaltung von Einleit- und Entnahmestellen zu untersuchen. Eine hohe zeitliche Auflösung ist notwendig, um beispielsweise die Betriebsdauer der Wärmenutzung bei veränderlichen meteorologischen Randbedingungen realistisch einzuschätzen oder den ökologischen Einfluss eines intermittierenden Betriebs zu bewerten.

Im Rahmen des Vortrags werden verschiedene methodische Ansätze zur Bestimmung des thermischen Potentials von Seen sowie die zentralen Prüfgrößen zur Beurteilung der limnophysikalischen und gewässerökologischen Auswirkungen einer thermischen Nutzung von Standgewässern vorgestellt. Die unterschiedlichen Ansprüche an den räumlichen und zeitlichen Detailgrad der Betrachtungen werden anhand von Fallbeispielen aufgezeigt.

Integrating thermal exchange into the General Lake Model (GLM)

Taynara Fernandes¹; Matthew Hipsey²; Laura Soares¹; Bertram Boehrer¹; Karsten Rinke¹

¹ UFZ - Helmholtz Centre for Environmental Research; ² University of Western Australia (UWA)

Inland waters account for 3.6% of global land heat uptake, with natural lakes accounting for the majority of this uptake, followed by reservoirs (Vanderkelen et al., 2020). These water bodies offer substantial potential for thermal energy systems that provide heating and cooling. In case of heating use, the resulting cooled lake could even benefit from buffering climate-induced warming. However, existing lake models lack dedicated capabilities to simulate thermal energy extraction and disposal, limiting our ability to assess its environmental impacts on aquatic ecosystems. Here, we present a new thermal use module integrated into the General Lake Model (GLM) framework (Hipsey et al., 2019). The module features: (1) extraction and injection at the same or different elevations; (2) user-defined operational parameters for flow rates, temperature spread and heat flux; (3) depth-flexible extraction and injection at static or dynamic extraction/injection elevations; (4) seamless coupling with the Aquatic Ecodynamics (AED) library, enabling simulations of biogeochemical responses to thermal alterations. Heat transfer calculations are fully integrated with GLM's existing hydrodynamic and thermodynamic algorithms and maintain energy and mass conservation. We tested the module using a heat-extraction scenario for a drinking water reservoir in Germany with 19 years of observational monitoring data. The open-source module enables managers to evaluate the thermal and ecological impacts of lake-based energy projects, providing a tool for the management of aquatic resources.

Konzeption und erste Ergebnisse des gewässerökologischen Monitorings im Flussthermie-Projekt AQVA HEAT Zittau

Mathias Safarik¹; Thomas Gubsch²; Clemens Schneider³

¹ Institut für Luft- und Kältetechnik gGmbH Dresden; ² Hochschule Zittau/Görlitz; ³ Fraunhofer IEG

Als Beitrag zur Umstellung der Wärmeerzeugung für das Zittauer Fernwärmenetz auf erneuerbare Quellen wurde eine Wärmepumpe installiert, die Wasser aus dem Fluss Mandau als Wärmequelle nutzt. Hierbei wurde das AQVA HEAT-Konzept umgesetzt. Bei niedrigen Wassertemperaturen erfolgt der Wärmeentzug durch teilweises Gefrieren des Wassers zu einem pumpfähigen Wasser-Eis-Gemisch. Somit kann der Fluss ganzjährig als zuverlässige Wärmequelle genutzt und auf die zusätzliche Installation eines Ersatz-Wärmeerzeugers verzichtet werden.

Das Flusswasser dient nicht nur als Wärmequelle sondern wird im ersten Teil der Wärmepumpenkaskade auch als Kältemittel (R718) verwendet. Dadurch wird das Risiko einer Kontamination des Gewässers durch wassergefährdende Stoffe prinzipbedingt nahezu ausgeschlossen.

Im AQVA HEAT-Konzept erfolgt der Wärmeentzug durch die sogenannte Direktverdampfung. Dabei wird das Flusswasser in einen Behälter (Verdampfer) gefördert, in dem ein Grobvakuum herrscht. In Abhängigkeit von der Wassertemperatur beträgt der Druck ca. 5...17 mbar_absolut. In Folge der Druckabsenkung tritt ein Großteil der gelösten Gase aus dem Wasser aus. Auf eine Wiederbegasung des Wassers vor Einleitung wird bislang verzichtet, so dass stark entgastetes Wasser in den Fluss zurückgegeben wird. Allerdings ist die benötigte Wassermenge durch die Nutzung der Gefrierwärme wesentlich geringer als bei Systemen, die das Wasser nur abkühlen.

Im Rahmen des gewässerökologischen Monitorings wird untersucht, welche Auswirkungen sowohl die Einleitung von entgastem Wasser als auch die Rückgabe von Wasser-Eis-Gemisch in den Fluss Mandau hat. Im Vortrag werden das dazu entwickelte Monitoringkonzept, erste Ergebnisse sowie Genehmigungsaspekte vorgestellt.

Naturschutzfachliche Auswirkungen von schwimmenden PV-Anlagen auf Stillgewässer

Katja Bunzel¹, Conny Mehl², Konstantin Ilgen³, Klaus van de Weyer⁴, Eberhard Hoehn⁵, Stephan Hilgert⁶, Dietmar Mehl²

¹Bundesamt für Naturschutz, ²biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH, ³Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE, ⁴Ianaplan GbR, ⁵Limnologie-Büro Hoehn (LBH), ⁶Limknow GmbH & Co. KG

In Deutschland werden zunehmend schwimmende PV-Anlagen (oder „Floating-PV-Anlagen“, FPV-Anlagen) auf Seen in Betrieb genommen. FPV-Anlagen können viele für das Gewässer wichtige Prozesse verändern. Sie reduzieren z. B. den Lichteintrag, bremsen die Windeinwirkung und beeinflussen den Austausch von Sauerstoff sowie Kohlendioxid. Dies kann erhebliche Folgen für die im Gewässer lebenden Tiere und Pflanzen haben. Bisher gibt es nur vereinzelt empirische Untersuchungen zu den Auswirkungen von FPV-Anlagen, die zudem meist nur unbelebte Parameter des Gewässers wie Veränderungen von Temperatur, Licht und Sauerstoff betrachten. Welche Folgen die Anlagen für Arten und Lebensräume im und am See haben, ist bisher noch kaum erforscht.

Seit August 2024 untersucht ein Forschungskonsortium im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) drei ausgewählte FPV-Anlagen auf Stillgewässern mit verschiedenen Überdeckungsgraden über einen Zeitraum von drei Jahren. Das bis 2028 laufende Vorhaben „Schwimmende PV-Anlagen und ihre Auswirkungen auf Natur und Landschaft“ wird aus Mitteln des Nationalen Artenhilfsprogramms (AHP) gefördert. Neben ausgewählten Parametern der Gewässerqualität (zum Beispiel Temperatur, Licht- und Sauerstoffverhältnisse) werden auch die Auswirkungen der schwimmenden PV-Anlagen auf relevante Artengruppen wie Phyto- und Zooplankton, Vögel und Fledermäuse untersucht. Zudem erfasst das Vorhaben den ökologischen Effekt des Periphytons und des Muschelaufwuchses auf den Schwimmkörpern sowie die Veränderungen der Sedimentzusammensetzung unter der FPV-Anlage.

Im Rahmen des Vortrags wird das Vorhaben vorgestellt sowie erste vorläufige Ergebnisse aus dem ersten Untersuchungsjahr präsentiert.

Modellierung des Einflusses schwimmender Photovoltaikanlagen (FPV) auf eine Kiesgrube am Niederrhein

Tido Strauß; Natalie Albrecht; Ramona Winkens; Eva-Maria Teggers; Monika Hammers-Wirtz

gaiaac - Forschungsinstitut für Ökosystemanalyse und -bewertung e.V.

Mit dem Ausbau erneuerbarer Energien gewinnen schwimmende Photovoltaikanlagen (FPV) auf Seen an Bedeutung. Trotz ihrer Vorteile für die Erzeugung erneuerbarer Energien stellen sich Fragen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Wärmehaushalt, die Produktivität und die Planktongemeinschaften in Gewässern, die zur Energiegewinnung genutzt werden. FPV-Anlagen beeinflussen insbesondere Licht- und Windverhältnisse sowie Wärmeflüsse in Seen und können, je nach Größe der Anlagen, die genannten Einflussgrößen auf die Lebensgemeinschaften deutlich verändern.

Das Forschungsinstitut gaiaac untersucht in dem mehrjährigen Projekt SPUErs exemplarisch die ökologischen Auswirkungen von FPV auf einen Kiessee bei Weeze (NRW) mit bestehender FPV-Anlage. Die mehrheitlich im Jahr 2025 gewonnenen Daten bilden eine Grundlage für die weitergehende Kalibrierung und Validierung eines computergestützten Prognosetools, mit dem potenzielle Umweltauswirkungen schwimmender PV-Anlagen auf Gewässerbiozönosen unterschiedlicher Seentypen künftig bewertet werden können.

Ein ganzjähriges Monitoring relevanter meteorologischer und seenspezifischer Parameter am Kiessee dient zur Parametrisierung und Validierung der 3D-Version des Gewässergütemodells StoLaM. Des Weiteren ermöglichen experimentelle Untersuchungen zum Einfluss von FPV-Modulen auf den Wärmehaushalt von künstlichen Wasserkörpern (Versuchsteiche mit einem Fassungsvermögen von 5 m³) die Kalibrierung von Modellkomponenten zur Interaktion von FPV-Anlage und Gewässeroberfläche.

Für dieses Fallbeispiel eines nährstoffarmen Kiessees werden Simulationen zur Temperaturentwicklung und Schichtung sowie zur Produktivität in Abhängigkeit vom FPV-Bedeckungsgrad vorgestellt und modellgestützte Analysen zum Einfluss veränderter Wärmestrahlung und Windbeschattung diskutiert. Zudem werden erste Schlussfolgerungen zur Modellparametrisierung und zu sinnvollen Monitoringstrategien gezogen.

Beeinflussung der Phytoplanktonzönose in Seen durch schwimmende Photovoltaikanlagen

Stefan Christopher¹; Dieter Leßmann²

¹ HNE Eberswalde; ² BTU Cottbus-Senftenberg

Im Rahmen des Kohleausstiegs bis zum Jahr 2038 und dem damit einhergehenden Ausbau erneuerbarer Energien nimmt die Bedeutung von Photovoltaik in Deutschland zu. In Ergänzung zu landgestützten Anlagen steigt dabei auch das Interesse an der Errichtung schwimmender Photovoltaikanlagen (FPV) auf Seen, da diese weniger in Konkurrenz zu anderen Nutzungen stehen und eine höhere Effizienz versprechen. Allerdings ist bisher wenig über deren Auswirkungen auf Seeökosysteme bekannt. Die mehr oder weniger starke Abschirmung der Wasseroberfläche hat u.a. Veränderungen der Wassertemperatur, der Durchmischung und der Lichtverfügbarkeit zur Folge, was sich unmittelbar auf die Gewässerorganismen auswirken kann.

Im Rahmen des Projekts PV2Float wurden auf dem Morkasee bei Hoyerswerda an drei Versuchsanlagen mit unterschiedlichen Unterkonstruktionen gewässerökologische Untersuchungen durchgeführt. Dabei wurde auch untersucht, inwieweit sich die Phytoplanktonzönosen unter den Anlagen von der einer Referenzstelle im Freiwasser unterscheiden. Für die Auswertung standen Fluoreszenzsondenmessungen und Phytoplanktonproben aus der euphotischen Zone zur Verfügung.

Eine Auswertung der Daten erfolgte hinsichtlich Veränderungen der Tiefenverteilung der Gruppen des Phytoplanktons und der Struktur der Phytoplanktonzönose. Als Profiteure zeigten sich insbesondere Cyanobakterien. Ergänzend wurde untersucht, ob die FPV-Anlagen Auswirkungen auf die gewässerökologische Bewertung des Sees nach WRRL haben.

Session S09

Kleine Standgewässer im Fokus: Schutz, Wiederherstellung und Neuanlage – Aktuelle Trends in Praxis und Forschung / Small standing water bodies in focus: Protection, restoration and creation – current trends in practice and research

Kleine Gewässer, große Bedeutung: Schutz und nachhaltige Nutzung von Kleingewässern

Miene Gastinger; Jens Arle; Jeanette Völker

Umweltbundesamt (UBA)

Kleine Gewässer wie Teiche, Weiher, Sölle oder kleine Seen sind in Deutschland weit verbreitet und zugleich bedeutende Hotspots der Biodiversität (Scheffer et al., 2006). Sie bieten Lebensräume für zahlreiche, oft gefährdete Arten und leisten wichtige Funktionen im Biotopverbund und Landschaftswasserhaushalt (Downing, 2010; Schmadel et al., 2019). Das German Small Lake and Pond Inventory (GSLPI) weist für Deutschland über 260.000 Gewässer mit einer Wasserfläche größer als 1.000 Quadratmetern aus (> 0,1 ha bis < 50 ha) (Wachholz et al., 2026). Während über 80 % des gesamten Wasservolumens in den 800 großen Seen (> 50 ha) gespeichert sind, entfallen fast 90 % der gesamten Uferlänge auf kleine Gewässer – besonders wertvolle Habitate mit lichtdurchfluteten Flachwasserzonen. Ähnliches gilt für kleine Fließgewässer. Dennoch sind Kleingewässer durch Nutzung, Stoffeinträge aus dem Einzugsgebiet und den menschengemachten Klimawandel stark bedroht (Pi et al., 2022; Pilla et al., 2020). Eine systematische Bewertung ihres Zustands nach Maßstab der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) ist derzeit nicht möglich, da geeignete Typologien, Referenzbedingungen und Bewertungsverfahren fehlen und ein regelmäßiges Monitoring entfällt aufgrund der Fülle an Kleingewässern. Der Erhalt erfordert daher ein konsequentes Vorsorgeprinzip mit Schutz, Pflege und nachhaltiger Nutzung.

Schutz und Pflege von Kleingewässern adressieren vorrangig Vertreter*innen von Kommunen, Eigentümer*innen, Maßnahmentragende, Unterhaltungsverbände, Naturschutzverbände und -vereine, Hegegemeinschaften oder Forstmitarbeitende. Dazu wird derzeit ein Schutzkonzept entwickelt, um Praktiker*innen ein Verständnis und Handlungsempfehlungen für die Pflege, die Nutzung und Maßnahmen zu geben. Ziel ist es, die Anforderungen des Natur-, Klima- und Umweltschutzes mit den Interessen der Eigentümer*innen und Nutzer*innen zu verbinden. Dabei steht im Vordergrund, pragmatische, mit Praxisbeispielen hinterlegte Lösungen aufzuzeigen. Das Schutzkonzept unterstützt Flächeneigentümer*innen und leistet einen Beitrag zu einem nachhaltigeren und umweltschonenden Umgang mit Kleingewässern und deren Erhaltung.

Wie lassen sich die Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Vielfalt benthischer Wirbelloser in landwirtschaftlich beeinflussten Kleingewässern realistisch bewerten?

Stefan Lorenz¹; Holly Lyon Blevins¹; Marlen Heinz¹; Fee Nanett Trau¹; Kathrin Fische¹; Lena Charlotte Ruf²

¹ Julius Kühn Institut; ² Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ

Weltweit leisten rund 500 Millionen stehende Gewässer unverzichtbare Ökosystemleistungen. Im Nordosten Deutschlands kommen kleine, als „Sölle“ bekannte Gletschermulden in hoher Dichte vor, wobei bis zu 90 % davon in landwirtschaftlich genutzten Landschaften liegen. Diese Feuchtgebiete verbessern die Wasserrückhaltung, regulieren den Nährstoffkreislauf und fördern die Biodiversität auf Landschaftsebene. Die angrenzenden landwirtschaftlichen Aktivitäten begünstigen jedoch den Eintrag von Pflanzenschutzmitteln und Nährstoffen, was die Lebensraumqualität und die Biodiversität potenziell beeinträchtigen kann. Makrozoobenthos reagiert besonders empfindlich auf solche Veränderungen und kann als zuverlässiger Bioindikator für anthropogene Belastungen dienen.

Wir haben 84 Sölle in landwirtschaftlichen Gebieten Nordostdeutschlands untersucht, um die Pflanzenschutzmittelbelastung und deren Zusammenhang mit der Diversität des Makrozoobenthos zu bewerten. Direkte Pflanzenschutzmitteleffekte, vor allem durch Insektizide, wurden anhand von Daten zur Toxizität für Wirbellose bewertet. Zusätzlich entwickelten wir den Indikator INPOND zur Quantifizierung indirekter herbizidbedingter Effekte, welche durch Auswirkungen auf Makrophyten die Lebensräume der Wirbellosen strukturieren. Trotz einer generellen Pflanzenschutzmittelbelastung in den untersuchten Gewässern waren die direkten Toxizitätsrisiken im Allgemeinen gering. Im Gegensatz dazu zeigte der Indikator INPOND für indirekte Auswirkungen erhebliche Risiken auf, die mit herbizidbedingten Veränderungen der Unterwasserpflanzengemeinschaften verbunden sind. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass eher langfristige Lebensraumveränderungen als akute Toxizität die primäre Bedrohung für die Artenvielfalt der Wirbellosen in landwirtschaftlich beeinträchtigten Söllen darstellen könnten.

Die Sächsische Teichwirtschaft als Hotspot der Artenvielfalt: Spannungsfeld zwischen Wirtschaftlichkeit, Naturschutz und Klimawandel

Annekatriin Wagner; Christoph Köbsch; Carolin Ditttrich; Thomas Berendonk

TU Dresden

Extensiv bewirtschaftete Karpfenteiche besitzen neben ihrer Funktion als Produktionsgewässer einen großen Wert als Biotop und Rückzugsraum für den Erhalt der Artenvielfalt und der Lebensraumtypen. Auf Grund ihrer Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz unterliegt ein Großteil der sächsischen Teichwirtschaft einer Schutzkategorie (Natura 2000, Biosphärenreservat/Nationalpark, Naturschutzgebiet). In den FFH-Schutzgebieten fallen auch künstlich für die Zucht und Haltung von Speisefischen durch den Menschen angelegte Teiche unter das Verschlechterungsverbot, was z.T. zu erheblichen Ertragsbeschränkungen geführt hat. Ohne menschliche Nutzung und Pflegemaßnahmen würden die Teiche durch Sukzessionsprozesse jedoch verlanden. In diesem Sinne ist nicht nur der Zustand schützenswert, sondern vor allem auch die Ursache für den Zustand – die extensive Teichbewirtschaftung. Zur Erhaltung der Teichlandschaft sowie der daran gebundenen Lebensraumtypen und Arten (Pflanzen, Amphibien und Libellen) muss ein weiterer Verlust an Teichflächen und damit des Lebensraums und möglicher Trittsteinbiotope infolge von Verlandungsprozessen, zu geringen Zuflussmengen, Klimabedingter-Dürreperioden oder Betriebsaufgabe bei nicht auskömmlicher Finanzierung der Bewirtschaftung zwingend verhindert werden. Die sächsischen Teichgebiete und umgebenden Feuchtgebiete bilden u.a. einen Lebensraum für 14 Amphibienarten, die teilweise stark gefährdet sind sowie für 16 stark gefährdete bzw. vom Aussterben bedrohte Makrophyten-Arten (Rote Liste Sachsen). Die herausragende ökologische Bedeutung der Teiche ist neben der extensiven Karpfenbewirtschaftung eine Folge der strukturellen Vielgestaltigkeit der Teichgebiete. Die bisherigen Daten belegen eine hohe Korrelation zwischen den Strukturparametern, der Anzahl Lebensraumtypischer Arten und dem Erhaltungszustand der LRT3130 und 3150. Die Förderrichtlinie Teichwirtschaft und Naturschutz (RL_TWN) hat in Sachsen das Ziel, die Umsetzung der Leitbilder des Naturschutzes mit den fischereilichen Funktionen der Teiche abzugleichen, längerfristige Bewirtschaftungspläne aufzustellen und deren Wirksamkeit zu prüfen. Während sich die RL_TWN bisher primär auf Bewirtschaftungsbeschränkungen fokussierte, soll eine zukünftige Förderrichtlinie in stärkerem Maße auf Verbesserungen der Teichstruktur (Uferlinie, Verlandungsvegetation, Gestaltung von Röhrichtgürtel, Flachwasserzone und Beschattung) und damit der Habitatvielfalt – und Qualität abzielen.

Kleingewässer im Fokus: Nationale Initiativen und (inter)nationale Vernetzung

Marlene Pätzig¹; Andreas Kronshage²; Finn Viehberg³

¹ Kleingewässer-Netzwerk / EPCN Germany; ² LWL-Museum für Naturkunde; ³ WWF Deutschland

Kleingewässer zählen zu den artenreichsten, zugleich aber auch zu den am stärksten gefährdeten aquatischen Lebensräumen. Trotz des seit Langem vorhandenen Wissens über ihre ökologische Bedeutung sowie zunehmender Grundlagenkenntnisse zu ihrer Funktionalität bleibt der Wissensaustausch ebenso wie die Entwicklung und Bereitstellung von Informationsinstrumenten, schnellen Entscheidungshilfen und praxisnahen Managementtools hinter dem bestehenden Bedarf zurück. Dies ist insbesondere relevant, da Kleingewässer regelmäßig Bestandteil von Planungs-, Renaturierungs- und Neuanlagevorhaben in Kommunen, Verbänden, der Landwirtschaft und weiteren Akteursgruppen sind.

Auf europäischer Ebene ist bereits seit 2004 das European Pond Conservation Network (EPCN) etabliert, das den fachlichen Austausch und die Zusammenarbeit zwischen Forschung und Praxis fördert. Der Informationsaustausch auf nationaler Ebene ist hingegen in vielen Ländern deutlich weniger stark ausgeprägt. In Deutschland wurde daher 2022 ein informelles Kleingewässer-Netzwerk ins Leben gerufen, um den Austausch auf nationaler Ebene zu stärken und die Verbindung zwischen Wissenschaft, Planung und Praxis zu verbessern.

Der Vortrag stellt das deutsche Kleingewässer-Netzwerk an der Schnittstelle zwischen weiteren nationalen Initiativen und dem europäischen Kleingewässer-Netzwerk (European Pond Conservation Network, EPCN) vor. Im Mittelpunkt stehen die jeweiligen Zielsetzungen und Arbeitsweisen des Kleingewässer-Netzwerks, des DGL-Arbeitskreises Kleingewässer, der DWA/DGL-Arbeitsgruppe „Stehende Kleingewässer – Schutz, Management, Neuanlage“ sowie des EPCN. Abschließend werden Potenziale für eine weitergehende Vernetzung sowie eine stärkere Beteiligung verschiedener Akteursgruppen aufgezeigt.

Session S11

Auen in Forschung und Praxis / Floodplains in research and practice

Hydrological Connectivity Structures Taxonomic and Functional Diversity in Floodplain Ecosystems

Tobias Nickel¹; Marayke Schreier²; Alexandra Schönlé¹; Markus Weitere³; Mario Brauns³; Ann-Marie Waldvogel¹; Patrick Fink²

¹ TUM School of Life Sciences, Technische Universität München (TUM); ² Universität zu Köln; ³ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ

Floodplain ecosystems are environmentally and ecologically dynamic biodiversity hotspots. Their ecological functioning is strongly shaped by hydrological connectivity. Yet, it remains poorly understood how hydrological connectivity structures both patterns of biodiversity and ecosystem functioning across river-floodplain systems with contrasting degrees of anthropogenic modification. To address this, we conducted a comparative study across the floodplains of the rivers Rhine and Elbe, integrating eDNA metabarcoding and food web analyses via stable isotopes to investigate how spatial and temporal biodiversity dynamics, community composition, and trophic structure respond to connectivity gradients and seasonal hydrological variability. Across both systems, floodplain habitats differed markedly from the main river channels, highlighting their specialised ecological character. Decreasing connectivity was associated with increased food chain length, trophic diversity, and resource diversity, indicating stronger ecological niche differentiation in hydrologically isolated habitats. While the Elbe floodplain showed overall higher taxonomic richness and stronger effects of local environmental heterogeneity, the Rhine exhibited clearer biodiversity structuring along the connectivity gradient and adaptation to dynamic flood-pulse conditions. Our results demonstrate that biodiversity organisation and ecosystem functioning in floodplains are shaped by river-specific interactions between hydrological connectivity, habitat heterogeneity, and temporal dynamics. Integrating molecular biodiversity and food web approaches provides important insights for biodiversity monitoring and conservation of floodplain ecosystems under global environmental change.

Populationskonnektivität limnophiler Fische in Flusslandschaften: Eine Studie aus dem Vjosa-Wildfluss-Nationalpark

Dominik von Spinn¹; Paul Meulenbroek¹; Manuel Curto¹; Spase Shumka²; Friedrich Schiemer³; Thomas Hein¹; Harald Meimberg¹

¹ BOKU University Vienna; ² Agricultural University of Tirana; ³ Universität Wien

Flüsse und ihre Auen zählen zu den am stärksten beeinträchtigten Ökosystemen weltweit. Insbesondere Auen wurden infolge von Landnutzungsänderungen, Flussregulierungen und dem Bau von Stauanlagen drastisch reduziert. Neben dem allgemeinen Rückgang von Auenökosystemen beeinträchtigen veränderte Konnektivitätsmuster ihre ökologische Funktionsfähigkeit. Der Verlust lenticischer Lebensräume in Flusslandschaften stellt dabei eine zentrale Gefährdungsursache für limnophile Fischarten dar. Zudem kann eine eingeschränkte hydrologische Anbindung von Auengewässern an angrenzende Fließgewässer die Konnektivität zwischen Populationen nachhaltig beeinträchtigen.

In diesem Vortrag präsentieren wir eine Studie aus der Vjosa im Süden Albaniens, einem der wenigen größeren naturbelassenen Flusssysteme Europas. Ziel der Studie war es, am Beispiel des Balkan-Endemiten *Pelagus thesproticus* die natürliche Populationsstruktur limnophiler Fischarten zu untersuchen. Im Fokus standen die Analyse der populationsgenetischen Konnektivität zwischen Auengewässern sowie die Untersuchung des Einflusses von räumlichen Eigenschaften des Flussnetzwerks auf den Genfluss innerhalb des Metapopulationssystems.

Im Rahmen der Studie wurden 474 Individuen aus 13 Standorten im Einzugsgebiet der Vjosa sowie vom Typenstandort der Art in Griechenland mittels 30 nuklearer Marker und mitochondrialer Cytochrom-b-Sequenzen genetisch charakterisiert. Die Populationsstruktur und populationsgenetische Konnektivität wurden mithilfe eines landschaftsgenetischen Ansatzes analysiert.

Die Ergebnisse zeigen eine stark vernetzte Metapopulation, deren Struktur eng mit der Topologie des Flussnetzwerks verknüpft ist. Der Genfluss erfolgt überwiegend flussabwärts, während die genetische Differenzierung mit zunehmender Distanz zum Hauptstrom ansteigt. Die Wiederherstellung geeigneter Habitate sowie deren hydrologische Vernetzung stellen daher eine zentrale Voraussetzung für die Etablierung funktionaler Metapopulationen in beeinträchtigten Fluss-Auen-Systemen dar. Darüber hinaus unterstreicht die Studie die Bedeutung der letzten verbleibenden naturnahen Flüsse als Referenzsysteme für das Verständnis natürlicher ökologischer Prozesse und zur Entwicklung effektiver Restaurierungsmaßnahmen.

Wissenstransfer als Motor für naturnahe Gewässerentwicklung: Chancen der Begleitforschung im Blauen Band Deutschland

Nina Henning; Arne Wick; Carolin Schmidt-Wygasch

Federal Institute for Hydrology / Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Das Bundesprogramm Blaues Band Deutschland (BBD) verfolgt das Ziel, einen bundesweiten Biotopverbund entlang der Bundeswasserstraßen und ihrer Auen zu schaffen und Renaturierungsmaßnahmen wirksam umzusetzen. Daraus ergeben sich hohe Anforderungen an Planung, Umsetzung und wissenschaftliche Begleitung. Die Begleitforschung im BBD ist dabei als Schnittstelle zwischen Theorie und Praxis konzipiert und schafft einen strukturierten Rahmen für den gegenseitigen Wissenstransfer zwischen umsetzenden Akteuren und wissenschaftlichen Einrichtungen.

Im Zentrum stehen die konkreten Entwicklungsmaßnahmen des BBD, die sowohl aus Sicht der Praxis als auch aus Sicht der Forschung wertvolle Untersuchungsräume darstellen. Die Wiederanbindung und Reaktivierung von Auen, die ökologische Aufwertung von Uferbereichen sowie die Entwicklung strukturreicher Gewässerlebensräume erzeugen vielfältige praktische Anforderungen, die unmittelbar wissenschaftliche Fragestellungen hervorbringen. Die Begleitforschung greift diese Impulse systematisch auf und untersucht, wie sich die Maßnahmen u. a. hydromorphologisch und ökologisch auf lokaler wie auf Flussgebietsebene auswirken. Dadurch entsteht ein wechselseitiger Rückkopplungsprozess: Die Maßnahmen liefern reale, komplexe Testfelder für Forschung und Monitoring, während wissenschaftliche Ergebnisse die Planung, Priorisierung und Umsetzung zukünftiger Maßnahmen unterstützen.

Die zentralen Ziele der Begleitforschung im BBD sind es, Expertise zu bündeln, Akteure zu vernetzen und gemeinsam methodische Grundlagen für Monitoring und Bewertung weiter zu entwickeln sowie ein tieferes Systemverständnis zu erlangen. Durch koordinierte Wissensformate, thematische Schwerpunkte und die systematische Zusammenführung von Ergebnissen stärkt sie den Austausch zwischen Forschung und Praxis und erhöht die Wirksamkeit der Maßnahmenumsetzung. So trägt sie dazu bei, wissenschaftliche Erkenntnisse schneller in die Praxis zu überführen und gleichzeitig neue Forschungsimpulse aus der Umsetzung heraus zu generieren.

Vor diesem Hintergrund stellt der Beitrag ausgewählte BBD-Maßnahmen und Forschungsprojekte vor. Sie sollen zur gemeinsamen Diskussion über aktuelle und zukünftige Forschungsbedarfe anregen und Akteure mit Interesse an einer wissenschaftlichen Begleitung von BBD-Maßnahmen zusammenbringen. Ziel ist es, das BBD stärker in den Fokus zukünftiger Forschungsinitiativen zu rücken und den Dialog zwischen Forschung und Praxis weiter zu vertiefen.

Biozönotische Erfolgskontrolle von Renaturierungen in Flussauen – Auf der Zielgeraden zu einem praxistauglichen Verfahren

Kathrin Januschke¹; Friedrich Darnstaedt; Klaus Groh; Georg Rieland; Mathias Scholz; Barbara Stammel; Veronika Ullmann; Robert Vogl; Cornelia Sophie Wagner; Daniel Hering

¹ Universität Duisburg-Essen

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. Im aktuellen, vom Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) geförderten Projektes „BioAu Praxistest“ wird das Verfahren umfangreich getestet. Neben der Zusammenstellung und Auswertung bestehender Monitoringdaten wurden in 2024 und 2025 umfangreiche Daten zu den bewertungsrelevanten Artengruppen Gefäßpflanzen, Land- und Wassermollusken, Laufkäfer, Amphibien und Vögel an ausgewählten Auenflächen der Donau, Isar, Lippe, Oder und Ruhr erhoben; pro Gewässer wurden je fünf Flächen mit einem Gradienten an Habitatvielfalt untersucht. Ziel war die Validierung des BioAu-Verfahrens sowie die Entwicklung eines Mindest-Erfassungsstandards für praxistaugliche Erfolgskontrollen, der zukünftig einen bundesweiten Vergleich von Renaturierungserfolgen möglich macht. Der Vortrag gibt einen Überblick über die bisherigen Ergebnisse und das weitere Vorgehen im Projekt, z.B. die Erstellung einer Handlungsempfehlung für die Erfolgskontrolle, die Entwicklung eines Online-Tools zur Berechnung der Bewertungsergebnisse sowie einen für November geplanten Workshop.

Laufkäfer als Bioindikatoren für Flussauen – BioAu-Methodentest und Zustandsbewertung am Beispiel der Ruhr und der Oder

Corina Bruckmann¹; Kathrin Januschke; Ramona Braun

¹ Universität Duisburg-Essen, Fakultät für Biologie

Flussauen zählen zu den ökologisch wertvollsten, zugleich jedoch am stärksten bedrohten Lebensräumen Mitteleuropas. Sie bilden einen sensiblen Lebensraum für eine Vielzahl von Arten. Durch anthropogene Eingriffe wie Begradigungen, Eindeichungen und intensive landwirtschaftliche Nutzung wurden viele Auen in ihrer Strukturvielfalt und ökologischen Funktionalität beeinträchtigt. In diesem Kontext wurden in den letzten Jahren vermehrt Renaturierungsmaßnahmen durchgeführt. Für eine standardisierte biozönotische Erfolgskontrolle von Auenrenaturierungen wurde das BioAu-Verfahren (Januschke et al. 2023) entwickelt, das in 2024 und 2025 im Rahmen der vom Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) geförderten Projekte „BioAu Praxistest“ und „Oder~SO“ getestet wurde. Neben anderen Artengruppen wurde dabei die Eignung von Laufkäfern als Bioindikatoren für den Zustand von Flussauen untersucht. Ausgewählt wurden jeweils fünf Flächen an der Ruhr 2025 (Neheim, Brücke, R-Café, Hüsten, Segelflugplatz) und an der Oder 2024 (Lossow, Reitwein, Aurith, Lebus, Bleyen), die jeweils einen unterschiedlichen Grad an Naturnähe und Habitatausstattung aufwiesen. Die Laufkäfer wurden auf jeweils zwölf Plots pro Untersuchungsfläche standardisiert mittels Barberfallen und ergänzenden Handfängen erfasst. Für die Auswertung wurden unter anderem die Berechnung der BioAu-Kenngrößen sowie eine Indikatorartenanalyse durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede zwischen den Flächen. An der Ruhr war in naturnäheren bzw. renaturierten Abschnitten wie Brücke und Neheim eine höhere Anzahl und Abundanz wertgebender Arten nachweisbar als in naturferneren Bereichen wie dem Segelflugplatz oder Hüsten. Ähnliche Ergebnisse wurden für die Oder erzielt. Insbesondere die naturnahe Fläche Lossow wies eine hohe Laufkäferdiversität und besondere Indikatorarten auf, während die Grünland-geprägten Gebiete Bleyen und Lebus geringere Werte zeigten. Insgesamt wurde deutlich, dass vor allem der Grad an Naturnähe, die Habitatausstattung und das Vorkommen auenabschnittstypischer Habitate, wie z.B. vegetationsarme Uferzonen und Röhrichte entscheidende Faktoren für die Zusammensetzung der Laufkäfergemeinschaften sind. Das BioAu-Verfahren erwies sich im Methodentest als praxistauglich und zeigte die positiven Effekte von Renaturierungen auf die Laufkäferfauna.

Positive Entwicklung der Fischfauna in der renaturierten Lenne im Bereich Hagen (ERKON Lenne 2025-26)

Jörg Drewenskus

Obere Wasserbehörde - Bezirksregierung Arnsberg

Von 2020-2024 wurde die Lenne in Hagen (Nordrhein-Westfalen), der größte Nebenfluss der Ruhrgebiets-Ruhr, in mehreren Bauabschnitten auf über 3 km Länge renaturiert. Ein umfassendes Monitoring von Gewässer und Aue in den Jahren 2025-2026 soll den Erfolg er ergriffenen hydromorphologischen Maßnahmen (darüber wurde bereits auf den DGL-Tagungen 2023-25 berichtet) dokumentieren.

Im Frühjahr und Herbst 2025 wurden erstmalig die Fischbestände erfasst. Die Bewertung erfolgt über Elektrofischungen und fiBS-Berechnungen.

Da der Vorzustand nicht erfasst wurde, wird der unmittelbar anschließende, nicht renaturierte Bereich (Vergleichsabschnitt), mit entsprechenden Untersuchungen erfasst (Space-for-time).

Die Ergebnisse der Elektrofischungen im ersten Untersuchungsjahr 2025 zeigen eine deutlich positive Entwicklung der Fischfauna in den renaturierten Abschnitten der Lenne. Die fiBS-Bewertung belegt, dass die renaturierten Abschnitte bei gepoolter Betrachtung beider Befischungen mit einem Wert von 2,55 bereits einen guten ökologischen Zustand aufweisen. Der Vergleichsabschnitt erreicht lediglich den unbefriedigenden Zustand (1,96).

Besonders hervorzuheben ist der Reproduktionserfolg bei den Leitarten: Barbe (94 % Jungfischanteil), Äsche (: 40 %), Döbel (79 %). Diese hohen Anteile deuten auf optimale Habitatbedingungen während der Laichzeit hin.

Die renaturierten Gewässerabschnitte bieten durch ihre heterogene Struktur ein Mosaik unterschiedlicher Mikrohabitate für verschiedene Lebensstadien: strömungsreiche Rinnenbereiche mit Kiessubstrat für Kieslaicher, strömungsberuhigte Flachwasserzonen als Jungfischhabitate und strukturreiche Uferbereiche als Deckungshabitate.

Im Vergleichsabschnitt fehlen reproduktive Nachweise bei vielen Arten (4,3 % Jungfischanteil). Trotz hoher Elritzen-Individuenzahl (2.335) wurde kein Jungfisch nachgewiesen. Dies deutet auf fehlende Laichhabitate, monotone Strömungsverhältnisse im Ausbauprofil hin. Die Kolmation der Gewässersohle durch Feinsedimente reduziert interstitiale Räume und verhindert erfolgreiche Reproduktion lithophiler Arten.

Die Ergebnisse unterstreichen die Wirksamkeit der durchgeführten Renaturierungsmaßnahmen und belegen, dass bereits nach kurzer Zeit messbare Verbesserungen der Fischfauna eintreten. Der Vergleichsabschnitt dient als wichtiger Referenzwert und verdeutlicht den Unterschied zwischen renaturierten und nicht aufgewerteten Gewässerabschnitten.

Session S12

Wie können belastete Flüsse fit für Klimawandel werden? Ergebnisse und Empfehlungen von der Oder / How can polluted rivers be made fit for climate change? Findings and recommendations from the Oder

Das ufernahe Makrozoobenthos der Oder nach der Oder-Katastrophe 2022

Bianca Dörgeloh¹; Sonja Jähnig¹; Martin Pusch²

¹ Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) & HU Berlin; ² Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

Im Sommer 2022 führte eine Blüte der Alge *Prymnesium parvum* und die Freisetzung ihres Toxins Prymnesin zu einem Massensterben. Neben Fischen waren Großmuscheln und kiemenatmende Schnecken stark betroffen. Im Rahmen des ODER~SO Projektes (www.oder-so.info/en) untersuchen wir die Auswirkungen dieser Blüte auf das Makrozoobenthos der Oder.

In diesem Beitrag stellen wir die zeitliche Entwicklung des Makrozoobenthos über den Zeitraum vor und nach der *Prymnesium*-Blüte vor. Wir beproben von November 2022 bis Oktober 2025 mittels Kicknetz-Beprobung bis zu 13 Probestellen entlang des deutschen Oderufers in Brandenburg. Für den Zeitraum vor der Blüte stehen externe Datensätze vom Landesamt für Umwelt Brandenburg und einer anderen Forschungsgruppe zur Verfügung.

Die Ergebnisse zeigen starke interannuelle und saisonale Schwankungen in der Zusammensetzung des Makrozoobenthos, welche schon im Zeitraum vor der Oder-Katastrophe sichtbar sind. Diese Schwankungen überdecken womöglich potentielle Auswirkungen der Algenblüte. Vor und nach der Blüte ist die Fauna zu einem Großteil durch Neozoen geprägt, darunter Krebstiere wie *Chelicorophium curvispinum* und *Dikerogammarus villosus* oder die Schnecke *Potamopyrgus antipodarum*.

Der infolge der Blüte erwartbare Rückgang von anderer blutkiemenatmender Makrozoobenthos als den Großmuscheln, ist nur für die Viviparus-Schnecken sichtbar. Die Anzahl der Viviparus bleibt auch in den Jahren nach der Blüte auf niedrigem Niveau, es deutet sich aber eine Erholung an. Für kiemenatmende Schnecken der Familien Valvatidae und Bithyniidae ist eine deutliche Beeinträchtigung durch die Blüte zum jetzigen Stand nicht nachweisbar.

Für Kleinmuscheln, einschließlich Dreissena, Corbicula und Sphaeriidae, ist ebenfalls kein deutlicher Rückgang durch die Blüte erkennbar. Ein möglicher Rückgang in Folge der Algenblüte könnte hier durch die starken interannuellen Schwankungen verdeckt werden. Die Neozoen-Muscheln der Gattung Corbicula, sind nach der Blüte sehr häufig vertreten, verzeichnen aber schon seit einigen Jahren vor der Algenblüte einen Anstieg.

Im Allgemeinen lässt sich für die meisten Taxa kein negativer Einfluss der Blüte nachweisen. Insgesamt deuten die Ergebnisse an, dass in den ufernahen Bereichen das Potenzial zur Erholung gegeben ist. Allerdings sollte beobachtet werden, wie sich die einheimischen Arten gegenüber den Neozoen entwickeln und wie das Ökosystem langfristig auf den Rückgang der Großmuscheln reagiert.

Sessions S14, S16

Die Zukunft der Gewässerüberwachung: Digitale Werkzeuge, Modelle und Frühwarn-systeme/ The Future of Freshwater Monitoring: Digital Tools, Models, and Early Warning System

Development and employment of mobile *in-situ* multi-parameter probes for analysing, understanding, modelling and forecasting dynamics of surface water quality parameters of rivers and lakes

Stefan Norra

Universität Potsdam

Mobile *in-situ* multi-parameter probes provide a comprehensive insight into the biochemical and physical dynamics of aquatic systems. These probes are characterized above all by the diversity of different coupling options for various sensors, which can be adapted to the respective aquatic system issues. Such probes can be used to create a two- or three-dimensional model of specific parameters in an aquatic system when used as ship-towed or independent self-steering systems, depending on whether they are depth-steerable. Beside of that, multi-parameter probes can be used as profiling systems to monitor the water column over time.

Here, results based on monitoring campaigns of the Biofish as ship-towed, location-independent system and the Biolift as location-specific profiling system will be presented. The Biofish was able to monitor the three dimensional extend of algal blooms in the Wushan lake, where the Daninghe river flows into the Yangtze. In combination with a two-dimensional model of the water flow pattern it was shown that the run off the Yangtze prevents the run off of the Daninghe river leading to algal growth as typically observed in estuary areas along the Three Gorges Reservoir. At river Elbe, this system was used to record the water quality along a 550 km transect from Bad Schandau to Geesthacht. Sections of higher chlorophyll concentrations have been identified as well as of higher salinity or turbidity. Those changing parameter values are caused by inflows from tributaries such as Saale, Mulde or Schwarze Elster, by meteorological events or land uses.

The Biolift was used in the Taihu lake in East China to investigate the temporal dynamics of algae growth with a specific focus on cyanobacteria. Therefore, the Biolift was equipped with a phycocyanin sensor. Multivariate statistics allowed to simulate the time course of phycocyanin concentrations. Furthermore, deep learnings models were used to develop an early warning system. Currently, the DIWA project, funded by the BMFTR, is developing a comprehensive monitoring concept adapted to the Wahnbach Reservoir to forecast and manage its water quality.

It can be stated, that such mobile *in-situ* multi-parameter probes offer the possibility to comprehensively surveil surface water bodies. Management measures can be deduced from the respective results and early warning systems can be established. However, these concepts and methods are far too rarely used to ensure a healthy aquatic environment.

Zusammenführung von Fernerkundungsdaten mit anderen Datenquellen in operativ nutzbaren Werkzeugen für das Gewässermonitoring

Kerstin Stelzer; Jorrit Scholze; Yogesh Kumar Baljeet Singh; Pia Laue; Carole Lebreton

Brockmann Consult GmbH

Die zunehmende Verfügbarkeit von Erdbeobachtungsdaten (EO) eröffnet neue Möglichkeiten für das Monitoring aquatischer Ökosysteme. Gleichzeitig besteht eine wachsende Nachfrage nach operativen Werkzeugen, die diese Daten für Wissenschaft, Behörden und weitere Nutzenden zugänglich und interpretierbar machen. Dieser Beitrag stellt unterschiedliche Ansätze vor, wie EO-Daten mit In-situ-Messungen und weiteren Umweltdaten in interaktiven Dashboards zusammengeführt werden können.

Ein erster Ansatz zur Integration von EO-Daten in bestehende Monitoring-Infrastrukturen wird im Digital Greentech Projekt DIWA verfolgt. Anstatt neue Visualisierungsumgebungen aufzubauen, werden EO-Extraktionen transferiert und in ein bestehendes Dashboard eingepflegt, das in situ Messdaten von verschiedenen Echtzeit-Sensoren aggregiert. Dieser Ansatz verdeutlicht, dass EO-Daten nicht zwingend spezialisierte Plattformen erfordern, sondern sich über standardisierte Datenformate in etablierte Lösungen integrieren lassen.

Weitere Integrationsarchitekturen werden in Projekten wie ODER~SO und CYANOBLOOM realisiert. Das öffentlich zugängliche ODER~SO Dashboard aggregiert Sentinel-2 basierte Chlorophyllkonzentration mit hydrologischen Parametern für die gesamte Oder, rückwirkend bis 2016. Der räumliche Abdeckungsvorteil der Fernerkundung erlaubt dabei ein grenzüberschreitendes Monitoring, das in situ Verfahren allein nicht leisten können. Das Life Projekt CYANOBLOOM adressiert das Frühwarnsystem für Cyanobakterienblüten in Seen: Satellitendaten, hyperspektrale in situ Messungen (WISP Station) und genetische Probenanalysen werden über APIs in einem Dashboard zusammengeführt, das Algenwarnungen zeitnah an Nutzende überträgt.

Diese Beispiele zeigen ein Spektrum von Integrationsansätzen für das Gewässermonitoring, von dateibasierter Bereitstellung über APIs bis hin zu interaktiven Analyseplattformen, das sich je nach Projektkontext und verfügbarer Infrastruktur flexibel einsetzen lässt.

In einem nächsten Schritt soll das gerade gestartete EU-Projekt OASIS eine integrierte Entscheidungs- und Analyseplattform für Wasserqualität, Ökologie und grenzüberschreitendes Reporting entwickeln. Auf der Basis von Large Language Models und dem Model Context Protocol soll es möglich sein, Fragen von Nutzenden in Prozesse zu übersetzen und Antworten auf die Fragen zurückzugeben. Ziel ist es, die Analyse Satelliten-, in situ- und Modelldaten, für technische wie nicht-technische Anwender nutzbar zu machen.

Innovative Methoden für ein integriertes Phytoplankton-Monitoring: Ergebnisse aus 30 Jahren Datenerfassung und neue Entwicklungen an der BfG

Julia Kleinteich¹; Björn Baschek¹; Bank Beszteri²; Tobias Brehm¹; Hanna Hartenfels¹; Marco Herrmann¹; Franziska Klotz¹; Sascha Krenek¹; Joana Thiel¹; Alexander Zavarsky¹; Helmut Fischer

¹ Bundesanstalt für Gewässerkunde; ² Universität Duisburg-Essen

Das Phytoplankton ist eine artenreiche Gruppe aus phototrophen pro- und eukaryotischen Kleinstorganismen und spielt sowohl für die Biodiversität als auch als Basis des Nahrungsnetzes in vielen aquatischen Ökosystemen eine zentrale Rolle. In der Wasserrahmenrichtlinie ist die quantitative Erfassung und das Artenspektrum des Phytoplanktons für Seen und planktonführende Flüsse als biologische Qualitätskomponente vorgesehen. Als wichtiger Eutrophierungsanzeiger gewinnt das Phytoplankton zusätzlich an Bedeutung, da in den vergangenen Jahren vermehrt schädliche Algenblüten beobachtet wurden, die mit dem Klimawandel und weiteren anthropogenen Stressoren in Verbindung stehen. Eine Echtzeit-nahe und/oder großflächige Gewässerüberwachung mittels neuer Technologien kann helfen, solche Phänomene frühzeitig einzuordnen und behördliche Maßnahmen zu unterstützen. Auch vor dem Hintergrund eines zunehmenden Mangels an ausgebildeten Taxonomen können neue Technologien helfen, die traditionelle, mikroskopische Erfassung des Phytoplanktons zu entlasten oder zu ergänzen.

Seit den 1990er Jahren lässt die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) regelmäßig die Phytoplanktongemeinschaft der Mosel und des Rheins mittels klassischer Mikroskopie durch qualifizierte Büros erfassen. Seit einigen Jahren werden die mikroskopischen Untersuchungen durch mobile und stationäre Chlorophyllsonden ergänzt, von denen einige die Differenzierung der Phytoplankton-Großgruppen ermöglichen. Zudem werden Fernerkundungsmethoden eingesetzt, die über verschiedenen multi- und hyperspektralen Sensoren ebenfalls optische Signale nutzen, um mittels Satellit, Drohne oder mit gewässernah installierten Sensoren Chlorophyll-a kontinuierlich und/oder großflächig zu quantifizieren. In aktuellen Projekten werden diese Fernerkundungsdaten für ausgewählte Wasserkörper deutschlandweit in einem Echtzeit-nahen Betrieb verfügbar gemacht. Genetische Verfahren (Metabarcoding und quantitative PCR) liefern seit 2020 an Rhein und Mosel in Koblenz quantitative und qualitative Einblicke in die Abundanz und Zusammensetzung der bakteriellen und eukaryotischen Planktongemeinschaft. Ab 2027 sollen diese Ansätze zudem durch neue bildgebende mikroskopische Verfahren in Verbindung mit künstlicher Intelligenz (KI) ergänzt werden.

Dieser Beitrag stellt die Daten aus historischen und aktuellen Entwicklungen im Phytoplanktonmonitoring an der BfG vor und diskutiert die jeweiligen Vor- und Nachteile der eingesetzten Methoden.

Process-guided AI for forecasting algal bloom-risk states across shallow lakes and stratified reservoirs

Guining Wei¹; Stefan Norra; Lena Heinrich; Ilhem Ben Maiz; Gabriele Packroff²

¹ Universität Potsdam / Institut für Umweltwissenschaften und Geographie; ² Wahnachtalsperrenverband

Early warning of dynamic water-quality changes is increasingly important under climate change, land-use pressures and pollutant inputs. Algal blooms are a key application, while harmful or toxin-producing events illustrate the ecological and management risks of rapid deterioration. Bloom development is controlled not only by biomass persistence, but also by wind-driven mixing, thermal structure and underwater light. Low-frequency monitoring may miss short-lived vertical state transitions, while purely data-driven models can forecast concentrations without identifying why blooms intensify, weaken or shift vertically.

Here we present a process-guided AI framework for moving from high-frequency monitoring towards forecasting algal bloom-risk states across contrasting freshwater systems. The framework combines autonomous vertical water-quality profiling and meteorological forcing, while process indicators, including mixing intensity, stratification, light attenuation and the euphotic-to-mixed-layer depth ratio, are used to define, stratify and evaluate bloom-risk states. Phytoformer, a hybrid deep-learning model, learns latent waterbody-state representations from chlorophyll-a, phycocyanin and related variables for probabilistic forecasts of future vertical algal dynamics.

The approach is developed using high-resolution observations from shallow Lake Taihu, where algal dynamics are affected by meteorological variability, resuspension and wind-driven mixing. Rather than treating bloom prediction only as concentration forecasting, we define dynamic bloom-risk states that reflect biomass level, vertical distribution, mixing regime and light conditions. Near-surface cyanobacterial enrichment is quantified using a depth-normalized surface enrichment index, separating short-term vertical redistribution from whole-water-column biomass change. Wahnbach Reservoir provides a contrasting stratified system for testing how Phytoformer can be adapted through shared process descriptors and limited local profile observations, where bloom risk may emerge in specific depth layers.

By linking sensor-based monitoring, process descriptors and interpretable AI, the framework supports management-oriented algal bloom-risk forecasting and provides a pathway for testing transferability across lake types. It contributes to early warning by identifying when and why systems enter higher-risk states, rather than only predicting future chlorophyll-a values.

Digitale, Vernetzte und Interaktive Wasserqualitätsüberwachung

Markus Funke¹; Gabriele Packroff²; Timo Pilger²; Lorenz Treitler¹

¹ Sydro Consult GmbH; ² Wahnachtalsperrenverband

Klimawandel, veränderte Landnutzung sowie Schadstoffeinträge bedrohen die Qualität unserer Gewässer. Extremereignisse, wie Starkregen oder Trockenperioden und die durch sie hervorgerufenen, hochdynamischen Änderungen der Wasserqualität wie beispielsweise Algenblüten, haben häufig keine lange Vorlaufzeit. Für eine effektive Gewässerüberwachung ist es daher erforderlich, verstärkt Monitoringmethoden einzusetzen, die zeitlich hochaufgelöst und vor Ort Daten erheben. Die unmittelbare Auswertung der Datensätze erlaubt es, zeitnah Handlungsoptionen abzuleiten und Maßnahmen zum Gewässerschutz umzusetzen.

Im Projekt „Digitale, vernetzte und interaktive Wasserqualitätsüberwachung, ein Konzept für autonome Frühwarnsysteme zum Gewässerschutz“ (DIWA; gefördert vom BMFT) wird an dem Modellgewässer Wahnachtalsperre mit der digitalen Vernetzung von Sensorsystemen und einer KI-gestützten Auswertung der Datensätze ein innovatives Frühwarnsystem entwickelt.

Die bisherige Evaluation hat bestätigt, dass die entwickelten neuronalen Netze durch das Training mit historischen Datensätzen – insbesondere unter Einbeziehung von Abfluss, Wassertemperatur, Leitfähigkeit und pH-Wert – in der Lage sind, die Dynamik z.B. der Trübung in einer Talsperre präzise abzubilden. Die Variation der Eingangsparameter Abfluss und Temperatur zur Ermittlung eines Prognose-Ensembles hat sich dabei als robuster Ansatz für die Unsicherheitsbetrachtung erwiesen.

In der durchgeführten Vertiefungsphase wurde durch systematische Veränderung von Grundparametern die Vorhersagegüte bei Extremereignissen optimiert, um die Abweichungen zwischen Prognosewerten und realen Messwerten weiter zu minimieren. Anschließend wurde untersucht, inwieweit die Einbindung unterschiedlicher Parameter als Proxy-Variable die Stabilität der Trübungsprognose erhöhen und ob weitere Einflussfaktoren die Ergebnisqualität steigern können. Das entwickelte Modell wurde mit unterschiedlichen hydrologischen Belastungszuständen angetrieben. Ziel war es, belastbare Prognosekorridore für das Gewässermanagement abzuleiten, die auch unter veränderten hydrologischen Randbedingungen verlässliche Prognosen liefern. Die Testumgebung wird sukzessive in Richtung einer Anwendung entwickelt.

Die Übertragbarkeit der konzipierten Technologie, die unterschiedliche Sensorsysteme (in-situ und Online-Messungen, Fernüberwachung mit Satelliten) vereint und in einem Frühwarnsystem zusammenführt, auf andere Wasserkörper wird aktuell geprüft.

S15

Ökologische Modellierung in Süßwasserökosystemen / Ecological modelling in freshwater ecosystems

From data pipelines to global freshwater habitat clusters and why scale matters

Marlene Schürz¹; Afroditi Grigoropoulou²; Jaime Ricardo Garcia Marquez²; Thomas Tomiczek; Mathieu Floury³; Christoph Schürz⁴; Giuseppe Amatulli⁵; Sami Domisch²

¹ Universität für Bodenkultur Wien - Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement (IHG); ² IGB Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries; ³ Université Claude Bernard Lyon 1 - CNRS; ⁴ Umweltbundesamt GmbH; ⁵ Yale School of the Environment

Freshwater ecosystems are home to unique biodiversity and depend on effective conservation strategies. Detailed environmental data describing habitat conditions is therefore required to facilitate accurate habitat suitability assessments. However, scaling species and habitat mapping remains difficult due to the computational demands of geospatial analyses needed to address the complexity and connectivity of stream networks across reaches, sub-catchments, and basins. Therefore, scalable analytical workflows for large spatial extents and high-resolution analyses are essential, yet their implementation often requires advanced command-line GIS and programming skills. To overcome these limitations, we developed the R package hydrographr, which facilitates scalable hydrographic data processing within a single, reproducible environment. The package simplifies the acquisition and preparation of high-resolution hydrographic and environmental layers, producing standardized input datasets that provide the foundation for regionalization analyses. By spatially clustering environmental characteristics we aimed to identify spatial patterns and similarities among freshwater habitats and answer the question how spatial scale and variable selection impact patterns of freshwater habitats. Drawing on the Hydrography90m and the Environment90m datasets we applied k-means clustering on six drainage basins distributed across continents to evaluate how spatial scale, the choice of environmental variables, and the combination of scale and variables influence freshwater habitat regionalization. Our results show that broad habitat patterns remained consistent across analytical designs, while basin-specific analyses revealed additional fine-scale habitat clusters. Land cover emerged as the most influential predictor throughout all analyses. These findings underscore the importance of considering spatial scale in freshwater regionalization to better capture basin-specific environmental characteristics and improve high-resolution habitat mapping. Finally, we extended the analysis globally, producing a consistent clustering of freshwater habitats at high spatial resolution worldwide.

From species occurrences to environmental drivers: building a biogeographic baseline for amphibian conservation in the Western Balkans

Kristi Bego; Sami Domisch; Thomas Tomiczek; Afroditi Grigoropoulou

Leibnitz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

Freshwater biodiversity continues to decline at rates that outpace terrestrial and marine systems, with amphibians representing the most threatened vertebrate group globally. Around two thirds of species face some level of extinction risk, falling into IUCN threat category vulnerable and above. The Western Balkans concentrates a disproportionate share of European amphibian diversity across a hydrologically rich landscape, yet distributional knowledge remains fragmented along national boundaries and functional trait coverage for most species remains globally sparse.

This research addresses that concern to all 29 amphibian species found in the Western Balkans. We use our in-house developed Hydrography90m sub-catchment network at 90m resolution as the spatial framework, i.e. the grain at which amphibian distributions are most meaningfully captured.

Occurrence records from GBIF, expert networks, and institutional sources were spatially filtered to the hydrographic boundary and annotated with yearly CHELSA bioclimate values matched to each record's year of observation, alongside 17 hydrographic and 22 land cover variables. A per-species variable selection pipeline combining Pearson correlation filtering, iterative VIF analysis, and hierarchical clustering produced statistically stable, species-specific predictor sets across all three variable families. The same framework was applied to functional trait data from AmphiBIO and the Amphibian Traits Database to identify independent functional axes prior to diversity analyses.

These outputs form the biogeographic and functional baseline for species distribution modelling and spatial prioritization across the Western Balkan freshwater network.

Keywords: amphibians, Western Balkans, freshwater biodiversity, environmental predictors, functional traits, hierarchical clustering, Hydrography90m, species distribution modelling, spatial conservation

200 years of river engineering and the development of functional meta-ecosystem resilience and connectivity

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

Universität für Bodenkultur Wien - Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement (IHG)

River-floodplain ecosystems sustain immense biodiversity, yet river engineering has profoundly reorganized their habitat networks. Using a 150km section of the Danube, we reconstructed the transformation of this meta-ecosystem since 1817. By coupling habitat suitability with dispersal modes, we generated time-specific habitat networks to quantify functional connectivity for multiple organism groups. These results were validated against contemporary biotic observations and used to identify functional connectivity clusters. System-level resilience was assessed through spatial connectivity cluster modularity and a multilayer network approach, quantifying network robustness and cross-layer dissimilarity. Results indicate a nearly 50% decrease in aquatic habitat availability since 1817, with dynamic habitats suffering the most severe losses until 1910. Functional connectivity of these dynamic habitats dropped by at least 75% up to nearly 100% during the same period. While less dynamic or isolated habitats peaked mid-century, their current connectivity is disproportionately low relative to their overall availability. This reorganization is reflected in the near-total disappearance of a historically dominant, dynamic, and highly connected connectivity cluster by 1996, replaced with clusters characterized by less dynamic habitats or lower connectivity. Cluster modularity increased over time, multilayer robustness declined markedly, and cross-layer dissimilarity collapsed after 1965. These trends indicate functional separation, increased sensitivity to habitat loss, functional homogenization, and, thus, a fundamental loss of system-level resilience. By quantifying this development, we provide a key reference for sustainable management and restoration strategies within socioecohydrological constraints. Furthermore, our findings underscore the continuing need for restoration actions to ensure the long-term persistence of populations considering historic degradation and emerging climate stressors.

Impacts of disconnected stream networks on the ecological niche of fish species under global change scenarios

Jaime Garcia Marquez¹; Emilio Politti²; Silvia Artuso²; Sami Domisch¹

¹ IGB Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries; ² International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)

A common global target for the restoration of freshwater systems and its biodiversity is the re-establishment of the river stream network connectivity. Several indices to measure stream connectivity have been developed and used in research and practice to prioritize barrier removal actions. However, most of these indices do not take biodiversity into account. For example, although we can connect the longest river segments to achieve specific connectivity goals, the length alone does not inform about the ecological habitat suitability of a species (let alone multiple species) or the potential influence on habitats of potential environmental changes. Any restoration strategies, although achieving the targets, might be ecologically inefficient. A first step in such endeavors should investigate the fragmented nature of the species ecological niches and how the impacts of environmental change affect long term ecological integrity. We applied a methodology to (i) calculate the expected ecological niche of fish species assuming full connectivity in the river basin, (ii) quantify the ecological niche fragmentation given the current set of barriers, and (iii) estimate the effects of hydrological and climate change scenarios on the habitat suitability of multiple fish species for the fragments in the network. Using the Danube basin as a case study, we will investigate large scale habitat patterns and fragmentation processes along environmental gradients from the mountains to the sea. We will couple detailed fish occurrence data with the current and projected outputs of high resolution models (1km²) for hydrology (CWatM) and data derived from the high-resolution Hydrography90m and Environment90m datasets. These datasets include a detailed stream channel network and several environmental variables which summarize the present and future environmental conditions within single sub-catchments. The results have the high potential to support the identification of key areas for fish habitat restoration and complement prioritization schemes strategies for barrier removal.

Bridging Ecological Narratives and Quantitative Prediction Through Meta-Analysis and Probabilistic Networks

Willem Kaijser

Universität Duisburg-Essen, Campus Essen

Ecology seeks to understand relationships among organisms and their environment. Traditionally, these relationships have been represented through qualitative frameworks, narratives, flow charts, and decision trees. While such approaches synthesize decades of ecological knowledge, they are rarely formalized in probabilistic frameworks that enable quantitative prediction and uncertainty propagation. In contrast, meta-analyses quantitatively synthesize ecological patterns across studies, allowing estimation of general relationships among ecological variables. However, these estimates are rarely integrated into unified predictive frameworks.

Here, I propose the Posterior Predictive Meta-Analytic Network (PPMN) as an approach that combines meta-analysis with probabilistic networks to generate predictions from literature-derived information. In this framework, meta-analytic estimates directly inform the network and its predictions. This allows qualitative ecological knowledge to be translated into quantitative predictive models while propagating uncertainty across the network structure.

The PPMN provides a modular and extensible framework in which ecological relationships can be sequentially updated as new information becomes available. The PPMN enables modular construction, prediction, uncertainty quantification and model comparison. By integrating ecological narratives with quantitative synthesis, I aim to bridge the gap between conceptual ecological theory and predictive ecological inference, using the PPMN as a modular epistemic library for ecological information.

Vertical dimension of seasonal phytoplankton bloom formation

Arthur F. Rossignol¹; Sabine Wollrab²

¹ AgroParisTech, Campus Agro Paris-Saclay; ² Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB)

In the temperate zone of the Northern Hemisphere, deep lakes typically exhibit seasonal shifts between thermal stratification and mixed periods. Global warming is altering the timing and duration of these periods, notably by prolonging summer stratification. Phytoplankton dynamics are closely linked to these patterns: spring bloom formation is typically associated with higher average light availability at the onset of summer stratification, though stratification also increases the risk of cells sinking out of the euphotic layer. To avoid sinking, various phytoplankton species have evolved motility traits such as flagella or buoyancy regulation. Observations from deep clear water lakes in the Northern Hemisphere suggest that especially low light-adapted cyanobacteria like *Planktothrix rubescens* might benefit from extended stratification periods through its capacity to vertically migrate via active buoyancy regulation — a competitive advantage over other sinking species. Using a 1D model, this study investigates competition between sinking and buoyancy-regulating phytoplankton species along the vertical water column over time. Species compete for light and nutrients (nitrogen and phosphorus) along heterogeneous depth gradients, making use of a modified Droop model. Specifically, we examine how seasonally changing stratification regimes influence phytoplankton dynamics and how physiological traits related to resource utilization and vertical movement strategies influence the response of phytoplankton to these seasonal changes. Several scenarios of shifts in seasonal patterns over longer time scales are explored. Overall, this work provides new insight into the development of phytoplankton blooms and their positioning along the water column (surface versus deep water chlorophyll maxima) under changing lake stratification regimes.

Predictability of the vertical chlorophyll distribution in Saidenbach Reservoir with machine learning models

Mihaela Borota¹; Thomas Petzoldt¹; Vasile Mircea Cristea²

¹ TU Dresden; ² Babes-Bolyai University

Phytoplankton blooms in temperate lakes are highly complex, dynamic processes driven by non-linear interactions between physical, biogeochemical and biological processes, especially stratification, nutrient availability and top-down pressure. To better capture these dynamics, machine learning models for the prediction of chlorophyll-a maxima (CM) are developed to improve understanding of bloom dynamics, phytoplankton diversity and community structure. Studying vertical chlorophyll distribution can help track sub-surface cyanobacteria, better represent vertical niche segregation, and assess the consequences of climate warming.

While many studies have already focused on predicting surface chlorophyll-a (often relying on satellite remote sensing data), there is a shortage of studies that focus on the vertical evolution and depth of subsurface chlorophyll peaks. Especially under tight data constraints, robust, optimised frameworks capable of capturing complex, non-linear physical-biological interactions are necessary. Consequently, this study investigates the research question on the predictability of the vertical CM location in a dimictic lake using typical limnological in-situ measurements and recurrent neural networks.

To address this question, long-term biweekly monitoring data from Saidenbach Reservoir were aggregated across epilimnion, metalimnion, and hypolimnion layers, computed with the LakeAnalyser package. The data were used to forecast the vertical position of CM along a 40m depth profile with 1m spatial resolution. For this, a Non-linear Autoregressive network with Exogenous inputs (NARX) model with 4 step delays was applied for a 1-step-ahead (2-week) forecast horizon. The most relevant forcing variables were the temperature and oxygen-deficit saturation profiles, nutrients (NO₃, SRP), thermocline and euphotic zone depths, and seasonal sine/cosine components. Performance was evaluated using R2 and benchmarked against a naive forecast model. The results show an improved forecasting performance of CM in Saidenbach Reservoir against the benchmark model.

Mechanistic modeling of cyanobacteria ecology and cyanotoxin production in Lake Mendota

Pablo Barrancos Garrigós¹; Katherine McMahon²; Todd Miller³; Lucas Beversdorf³; Ferdi Hellweger¹

¹ Technical University of Berlin; ² University of Wisconsin - Madison; ³ University of Wisconsin-Milwaukee

Cyanobacteria harmful algal blooms (CyanoHABs) and the produced cyanotoxins may lead to several problems such as animal deaths, human intoxications or drinking water supply interruptions. Mechanistic models are important tools to understand the environmental processes underlying toxin production and evaluating management options.

We present a model of *Microcystis* and the toxin Microcystin (MC) in Lake Mendota for six years (2013 to 2018). The model simulates toxigenic and non-toxigenic *Microcystis* and other phytoplankton. *Microcystis* growth depends on phosphorus and nitrogen quota, light availability, and temperature. MC production is a function of temperature, nitrogen quota and light availability, and it benefits the toxigenic *Microcystis*. Intracellular MC may become extracellular due to grazing, excretion, or death.

This model is based on a previously-developed code (Schampera & Hellweger, Ecological Modelling, 2025) and includes several extensions/improvements:

1. Representation of epilimnion and hypolimnion and sediment bed compartments and fluxes
2. Simulation of additional non-*Microcystis* phytoplankton species
3. *Microcystis* sediment bed overwintering and recruitment.

The model is applied to Lake Mendota, which experiences *Microcystis* blooms every year. The model is able to reproduce the seasonal patterns observed in 5 of the 6 simulated years (2013–2018). The year 2016 is not well reproduced, which may be due to the zebra mussel invasion that occurred that year. The model is used to simulate management scenarios (reduction of nutrient loading) and climate change scenarios (higher temperatures).

Differential success of freshwater Nostocales in nitrogen limited systems explained by mechanistic modeling

Mariano Santoro; Ferdi Hellweger

Technische Universität Berlin

Nitrogen-fixing cyanobacteria of the order Nostocales, including *Dolichospermum* and *Aphanizomenon*, frequently dominate eutrophic freshwater ecosystems under low dissolved inorganic nitrogen (DIN) availability through heterocyst-mediated N_2 fixation. Despite the ability of diazotrophic cyanobacteria to overcome DIN limitation, physiological trade-offs and the taxon-specific responses associated with diazotrophy remain insufficiently understood across environmental gradients. The energetic demands of heterocyst formation and N_2 fixation may outweigh their ecological advantages under moderate nutrient stress, becoming beneficial only under severe nitrogen limitation. Mechanistic modeling provides a framework to investigate how these cellular processes influence populations and ecosystem dynamics under changing environmental conditions. In this work, we calibrated a quantitative, dynamic agent-based model (ABM), originally developed for *Dolichospermum* (Hellweger et al., 2016), using experimental data from *Aphanizomenon* to investigate taxon-specific fixation strategies and physiological adaptation. Model calibration included growth rates, biomass production, nutrient uptake, heterocyst fraction, fixation activity and nitrogenase transcript dynamics under varying light and nutrient regimes. Our results suggest that *Aphanizomenon* responds differently to irradiance and nutrient availability compared to *Dolichospermum*, showing greater tolerance to low-light conditions and variable growth efficiency. Alongside the ABM, a population-level model (PLM) adapted from previous stoichiometric ecological modeling approaches (Grover et al., 2020) will be applied to Lake Müggelsee (Berlin, Germany). It will use four decades of environmental and nutrient data to assess how DIN limitation and environmental variability influence competition and persistence of diazotrophic taxa in this system. Together, these complementary approaches aim to improve understanding of cyanobacterial ecology under declining nitrogen availability and support nutrient management strategies in eutrophic lakes.

S17**Zooplankton im Gewässermonitoring - Wie geht's weiter? / Zooplankton in water monitoring – what's next?**

Zooplankton als integrative Biokomponente im Ökosystem-Monitoring der Zukunft**Rainer Deneke***zooplankton.eu*

Das Zooplankton (Mikrocrustaceen, Rotatorien) kommt in den unterschiedlichsten Gewässertypen in charakteristischer Ausprägung vor - von Kleingewässern über Seenketten und großen Binnenseen bis zu großen Flussläufen. Es reagiert durch seine Mittelstellung im Nahrungsnetz sowohl auf Veränderungen bei den Primärproduzenten als auch auf den Einfluss von Räubern. Abiotische Stressoren (pH, Sauerstoff, Temperatur, Salzkonzentration, Fließgeschwindigkeit, etc.) spiegeln sich in der Artenzusammensetzung und Biomasse wider. Diese Vielfalt an Lebensräumen und Reaktionsmustern zu erfassen, wird erleichtert durch eine große und dennoch überschaubare Artenvielfalt, eine einfache Probenahme, eine umfangreiche wissenschaftliche Literatur, Altdaten und nicht zuletzt die Monitoringprogramme der Bundesländer.

Durch neue hochauflösende molekularbiologisch/genetische Methoden und KI-gestützte Imageanalyse wird sich das Potential des Zooplanktons als integrative Biokomponente zur Erfassung von diversen Ökosystemzuständen noch erweitern. Denn erst durch die neuen Methoden sind hohe Probendurchsätze denkbar, durch die auch Kleingewässer und Subsysteme (z.B. Litoral) in das Gewässermonitoring einbezogen werden können. Dadurch wird es möglich sein, die Verbreitung der Arten (auch von Neozoen) und die Interaktionen auf Ebene der Metacommunities besser zu verstehen. Soweit eine mögliche Zukunft.

Doch was sind die gegenwärtigen Hindernisse? Die genetischen Datenbanken sind nicht validiert, neue Methoden noch nicht ausgereift, die Verbreitung der Arten unbekannt, es gibt kein anerkanntes System der Bioindikation, etc. Ein weiteres Problem in Deutschland ist, dass mögliche Synergien zwischen Forschung und Monitoring nicht ausgenutzt werden - trotz DGL. Der Globalisierung wird zwar bei der Datenerfassung in den großen Forschungsinstitutionen Rechnung getragen, aber lokale/regionale Prozesse werden nur unzureichend erfasst. Mythen, dass z.B. *Daphnia magna* eine Kleingewässerart ist und *Daphnia cucullata* nur in eutrophen Seen vorkommt, halten sich weiterhin. Echte Kooperation und Interdisziplinarität sollte nicht nur auf gleichgesinnte ForscherInnengruppen beschränkt sein. Um das wissenschaftliche Potential des Zooplanktons zukünftig auszuschöpfen, muss ein wirklicher Austausch zwischen Forschung und den Akteuren im Gewässermonitoring stattfinden, wenn möglich zusammen mit Initiativen interessierter Bürger (Citizen Science).

Automatisierte Analyse von Zooplankton in Binnengewässern mittels künstlicher Intelligenz

Dennis Sidin¹; André Wizemann²; Erik Zschaubitz¹; Stefan Sandrock²; Matthias Vahl¹

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

Die Artzusammensetzung sowie die Häufigkeiten des Zooplanktons liefern wichtige Informationen über den ökologischen Zustand limnischer Gewässer. Obwohl Zooplankton derzeit nicht als eigenständiges Qualitätskriterium in der EU-Wasserrahmenrichtlinie verankert ist, wird es im angewandten Gewässermonitoring seit Jahrzehnten als sensibler Indikator für trophische Veränderungen, Nahrungsnetzstrukturen und ökologische Dynamiken genutzt.

Die Analyse erfolgt traditionell durch manuelle lichtmikroskopische Auswertung von Proben in Zählkammern, einschließlich Bestimmung, Zählung und Vermessung der Organismen. Dieser Prozess ist zeitaufwendig, personalintensiv und stark von taxonomischer Expertise abhängig. In diesem Beitrag stellen wir ein automatisiertes Verfahren zur digitalen Bildaufnahme und anschließender KI-gestützter Auswertung von Zooplanktonproben vor, das in einem Forschungsprojekt zwischen dem Fraunhofer IGD und der bioplan GmbH entwickelt und evaluiert wurde.

Die Proben werden mit einem Digitalmikroskop erfasst, das über einen motorisierten Tisch und konfigurierbare Aufnahmeroutinen verfügt. Dies ermöglicht die reproduzierbare Erfassung kompletter Zählkammern oder definierter Bildfelder. Die Mikroskopbilder werden anschließend durch eine KI-basierte Analysesoftware verarbeitet, die auf Basis von Detektions- und Klassifikationsalgorithmen Organismen des Zooplanktons erkennt, morphologisch analysiert, taxonomisch bestimmt und vermessen kann. Fehlerhafte oder fehlende Detektionen können bei Bedarf in der Software zeiteffizient korrigiert werden. Da die Analysesoftware selbstlernend konzipiert ist, werden die KI-Modelle durch diese Korrekturen stetig verbessert. Die Resultate der Analysen können dann als Bericht mit verschiedenen Metriken wie Taxonomie, Abundanz und Messergebnissen heruntergeladen werden. Bislang umfasst der verfügbare Datensatz 708 verschiedene Taxa, von denen 40 Arten bereits in die automatische Erkennung integriert sind.

Erste Anwendungen im Routinebetrieb zeigen, dass sich der Zeitaufwand für die Bildaufnahme und -auswertung deutlich verringern lässt und gleichzeitig eine hohe Reproduzierbarkeit der Ergebnisse erreicht wird. Die vorgestellte Lösung demonstriert, wie durch die Kombination von automatisierter Mikroskopie und KI-basierter Bildanalyse klassische Laborabläufe in der Zooplanktonanalyse digitalisiert, standardisiert und für größere Probenzahlen skalierbar gemacht werden können.

Processing of zooplankton samples in the laboratory for results at significant level.

Albert Keim

Anglerverein Karlsruhe e. V.

The processing of zooplankton samples from inland waters taken by pump is still not satisfying for results at significant level. A major impediment is the sedimentation in the round flask after stirring the sample and while drawing the subsample. The sedimentation gives rise to the segregation of the sample and the scattering of the results. However, sedimentation may be inhibited by more than one mode of operation.

1) The viscosity in the sample can be increased by stirring it into hot liquid gelatin. 2) A magnetic stirrer holds the organisms up while the subsample is to be drawn. The zooplankton organisms are counted, also measured under the microscope and tested for normal distribution. Length distribution charts are discussed depending on the season.

Zooplankton in bayerischen Seen - Analysen mit PhytoLoss

Ute Mischke¹; Rainer Deneke²; Harald Morscheid¹

¹ LfU Bayern; ² zooplankton.eu

Das Zooplankton kann einen entscheidenden Einfluss auf Menge und Zusammensetzung des Phytoplanktons haben. Es beeinflusst damit indirekt auch die Bewertung nach WRRL. Das Auswertungsprogramm PhytoLoss setzt die beiden Planktongruppen zueinander ins Verhältnis und bewertet die Futterqualität des Phytoplanktons in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Zooplanktons.

Mit dem Online-Tool PhytoLoss wurden Planktondaten von mehr als 40 bayerischen Seen analysiert. Die ermittelten Grazing-Indizes wurden anschließend unter anderem entlang der Trophie der Seen, dem Vorkommen von Cyanobakterien und dem abgeschätzten Fischvorkommen sortiert, um Zusammenhänge zu überprüfen. Es werden insbesondere Nahrungsnetze mit bottom-up- (wenig Phytoplankton) und mit top-down-Kontrolle (vermuteter Fischfraß; räuberische Cyclopiden) gegenübergestellt.

Zudem werden Jahr-zu-Jahr-Unterschiede einzelner Seen dargestellt und damit Aussagen zur Stabilität des Nahrungsnetzes im Pelagial abgeleitet.

Nationale Erhebung der Biodiversität und Ökosystemleistungen von 240 Schweizer Seen

Danina Schmidt¹; Anita Narwani¹; Blake Matthews¹; Ivana Logar¹; Bänz Lundsgaard-Hansen²; Nadine Fragnière¹; Benjamin Misteli³; Marta Reyes¹

¹ Eawag; ² Bundesamt für Umwelt; ³ EAWAG (Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology)

Das "Swiss National Assessment of Lake Biodiversity and Ecosystem Services" (SNALBES) hat zum Ziel, die erste standardisierte, landesweite Bewertung der Biodiversität und der Ökosystemleistungen in Schweizer Seen durchzuführen. Trotz der hohen ökologischen, kulturellen und gesellschaftlichen Bedeutung von Seen existiert derzeit kein einheitlicher Rahmen zur Bewertung und Überwachung ihres Zustands entlang des gesamten Spektrums – von alpinen bis hin zu stark anthropogen beeinflussten Systemen.

SNALBES schließt diese Lücke durch eine koordinierte Untersuchung von 240 Seen, die sich hinsichtlich ihrer Höhenlage, Größe und des Ausmaßes menschlicher Einflüsse unterscheiden. Die aktuelle Projektphase konzentriert sich auf die Entwicklung und Umsetzung eines standardisierten Beprobungsdesigns, das physikalische und chemische Parameter mit der Erfassung der Biodiversität von Makrophyten, Phytoplankton, Zooplankton, Makrozoobenthos und Fischgemeinschaften kombiniert.

Ich werde einige der methodischen und logistischen Herausforderungen erläutern, die mit der praktischen Umsetzung dieser groß angelegten Feldkampagne verbunden sind, und aufzeigen, wie wir die Zielkonflikte zwischen taxonomischer Auflösung, standardisierten Beprobungsprotokollen und begrenzten zeitlichen Ressourcen bewältigt haben.

Die Probenahmen begannen im April 2026. Dieser Beitrag konzentriert sich daher auf das Studiendesign, die gemeinsame Entwicklung der Protokolle mit relevanten Anspruchsgruppen, die Umsetzung der Feldmethoden sowie die praktischen Herausforderungen eines großflächigen ökologischen Monitorings. Alle Methoden werden aufgegriffen, allerdings wird der Schwerpunkt der Präsentation bei der Methodik des Zooplanktons und Makrozoobenthos liegen.

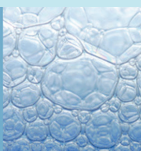
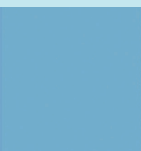
Räumliche Heterogenität des Ciliatenplanktons im Bodensees

Sabine Schmidt-Halewicz¹; Luca Schenone²; David Schleheck²; Dietmar Straile²

¹ LimSa Gewässerbüro; ² Limnologisches Institut, Fachbereich Biologie, Universität Konstanz

Das Ciliatenzooplankton ist der am wenigsten gut untersuchte Teil des Zooplanktons in Seen obwohl es eine wichtige Rolle als Konsument von Phytoplankton spielt. Der Bodensee ist hierfür eine der wenigen Ausnahmen, da Ciliaten seit dem Ende der 1980er Jahre in einem Seeteil, dem Überlinger See, beprobt werden. Inwieweit sich die Befunde im Überlinger See auf den gesamten See, insbesondere auf den flacheren Bodensee-Untersee generalisieren lassen, ist allerdings unklar. Im Rahmen der Untersuchungen der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) wurde von 2023-2025 zusätzlich zum üblichen Monitoring-Programm auch das Ciliatenzooplankton an den Standardprobestellen der IGKB im Bodensee-Obersee (FU) und im Untersee (3 Stellen: Rheinsee, Gnadensee und Zellersee) untersucht. Die Auswertung der Datenreihen ergab, dass sich die Ciliatengemeinschaft an den insgesamt 5 Messstellen (inklusive Überlinger See) in ihrem Artenspektrum nicht wesentlich unterschied. Unterschiede zeigten sich jedoch in der relativen Bedeutung einzelner Arten: Im Untersee spielten beispielsweise größere Ciliaten wie Stentor oder Paratyleptus eine wichtigere Rolle. Unterschiede zeigten sich auch in der Phänologie, wobei in den flacheren Seeteilen (Gnadensee und Zellersee) während des Winters eine höhere Ciliatenbiomasse vorhanden war. Die beobachteten Unterschiede zwischen den Seeteilen können genutzt werden um allgemein ein besseres Verständnis der Regulation von Ciliatenzooplankton und des gesamten planktischen Nahrungsnetzes zu erlangen.

Posters | Poster



Session A01

Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

A biogeographic baseline of freshwater insect diversity in Colombia for spatial prioritisation

Sami Domisch; Alejandra Correa-Bedoya

The Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB)

Spatially explicit knowledge of species distributions constitutes a prerequisite for any evidence-based conservation initiative. In the Magdalena–Cauca Basin (Colombia), one of the world's most biodiverse yet data-deficient river systems, this baseline has been critically lacking for freshwater insects, largely due to historical sampling gaps rooted in armed conflict, limited infrastructure, and insufficient research investment.

Here we present a comprehensive baseline assessment of freshwater insect diversity, encompassing species cataloguing, taxonomic nomenclature revision, and the compilation and cleaning of occurrence records retrieved across the Neotropics via GBIF and additional regional sources. We describe the current state of distributional knowledge, and identify major taxonomic and geographic gaps. This baseline will underpin subsequent habitat suitability modeling across the Magdalena–Cauca Basin, through which we aim to assess how river network structure and connectivity govern patterns of richness, range size, rarity and endemism, and to spatially prioritise areas critical for freshwater insect conservation — including by accounting for current and planned hydropower dams and their role in river network fragmentation.

We showcase results for a selection of ecologically and conservation-relevant taxa, providing a spatially resolved portrait of habitat availability and a first approximation of where targeted conservation action may be most urgently warranted. Although grounded in a Neotropical case study, the modular pipeline we present is applicable to other data-scarce river systems worldwide, offering a transferable framework for freshwater insect conservation in regions where baseline distributional knowledge remains limited.

Assessing critical thresholds for periphyton detachment of different algal groups

Fabienne Göbel^{1,2}; Carola Winkelmann²

¹ Universität Koblenz; ² Federal Institute for Hydrology / 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 evaluate how flow velocity and periphyton biomass affect sloughing, using a controlled laboratory flume setup. Periphyton was grown as monocultures of various algal species, representing the algal groups of cyanobacteria, diatoms and green algae.

All biofilms were cultured in flumes on ceramic tiles in a defined culture medium. After specified growth periods, the tiles were exposed to stepwise increases in flow velocity. Periphyton biomass, quantified as ash-free dry mass and chlorophyll-a concentration for each experimental run, was correlated with the applied flow velocity at which periphyton detachment was observed.

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.

Dynamics of an Arctic Daphnia population under environmental change and trajectories of ephippium size over time

Jan Görbe¹; Athina Karapli-Petritsopoulou²; Dagmar Frisch²

¹ IGB Berlin & HU Berlin; ² IGB Berlin

In Arctic freshwater lakes Daphnia are a key ecosystem member. Their diapausing eggs are a valuable resource that can be used as a marker to study population dynamics in interaction with the lake ecosystem through time. Daphnia diapausing eggs are buried in lake sediment over time and their abundance can be used as a proxy for population size within the corresponding time frame. Their individual size may be used to estimate Daphnia body size. Quantifying past changes in Daphnia populations in response to environmental change provides valuable data for the prediction of the effects of present and future environmental conditions on Daphnia and, by extension, on lake communities. Furthermore, the findings from an examined lake might act as a model for other systems facing similar conditions. Here, we analysed three parallel sediment cores from an Arctic lake in South-West Greenland, reaching back to ca. 1850 CE. Gathering data from three parallel cores will help to assess the repeatability of our sampling method. The cores were processed in 0.5 cm layers in search of ephippia with dormant eggs of Daphnia. The ephippia were counted and their size was measured as proxies for population and Daphnia body size, respectively. Dating and geochemical analyses were conducted on the sediment cores to reconstruct the paleoenvironment. The geochemical data will allow us to assess changes in the lake environment that may have occurred in this lake in the last ca. 150 years. Combined with ephippia abundance and size measurements, we aim to identify possible geochemical factors that influence the population and fitness of Daphnia. Our findings will deepen our understanding of the responses of this Daphnia population to past environmental conditions and may reveal predictable responses of populations or individuals to certain geochemical stressors.

“Tiny but Important” – Benthic Diatoms of the Baltic Sea (BENKIESO): Developing the Foundations for Innovative Biodiversity Monitoring Methods Using eDNA and AI-Assisted Image Analysis

Jonas Zimmermann¹; Katherina Schimani¹; Bábk Beszteri²; Michael Kloster²; Dimitra Ketsidou²; Ulf Karsten³; Jan Kollár³; Konrad Schultz³; Lara R. Prella³

¹ Botanical Garden and Botanical Museum Berlin, Freie Universität Berlin; ² University of Duisburg-Essen & Centre of Water and Environmental Research (ZWU), Essen; ³ University of Rostock, Rostock

Benthic diatoms in the Baltic Sea perform numerous ecologically important functions, such as high primary production and sediment stabilization. Despite extensive research in the Baltic Sea, only fragmentary data on the species inventory of these microalgae is available to date. This contribution presents the launch of the BENKIESO project, funded by the German Federal Environmental Foundation (Deutsche Bundesstiftung Umwelt, DBU), which focuses on benthic diatoms in the Baltic Sea. For the first time, a taxonomic reference database will be established that combines microscopic (light microscopy, SEM) and molecular (sequencing, eDNA metabarcoding) techniques with digital AI-supported image analysis methods based on environmental samples and monoclonal cultures — a combination never before implemented in this form for a microalgal group. Such a reference database is the prerequisite for establishing new monitoring methods for the biodiversity of the understudied benthic diatoms of the brackish Baltic Sea. Similar to their close relatives in limnic environments (EU Water Framework Directive), these species are expected to exhibit high, yet untapped potential as bioindicator species for disturbances (e.g., trawl fishing) and environmental changes (e.g., warming, eutrophication, flooding), which this project aims to investigate. Furthermore, the eDNA metabarcoding approach in particular can also be used to identify new and invasive diatom species. This potential is to be tapped for the first time along the German Baltic Sea coast, with the option of later extending it to other coastal areas. Authorities, decision-makers, and users are to be involved in the process through specialized formats (e.g., exchange of ideas, trainings, intercalibration exercises). The project thus contributes to biodiversity research and efficient environmental monitoring of marine coasts.

FUNACTION: Aquatic Fungal Biodiversity Across Europe Within The Scope Of Conservation and Monitoring

Alice Retter¹; Consortium FUNACTION

¹ *IGB Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries*

Fungi comprise taxonomically and evolutionary diverse taxa and are ubiquitous in aquatic ecosystems worldwide, including many aquatic lineages. As saprotrophs, parasites, and symbionts they play essential roles in cycling of matter and nutrients across the aquatic landscape, ensuring ecosystem health, and stability. However, their biodiversity and functional roles in the aquatic realm remain elusive, and they are therefore excluded from mainstream conservation and monitoring efforts. A multinational initiative, FUNACTION, address these gaps. FUNACTION tests the efficacy of existing nature protection sites for aquatic fungi and builds the necessary knowledge, tools, and networks for conservation and monitoring of this elusive group. By utilizing Third-Generation sequencing approaches, rich metadata, and pan-European sampling with centralized analysis, FUNACTION relates fungal diversity to environmental and anthropogenic drivers. Characterization of fungal diversity across watersheds, from above the Arctic Circle, to northern Portugal, and across a year, as well as a multinational coordinated leaf litter decomposition study have now been completed. A 'hot off the press' view on AF diversity within Europe will be presented. By this collaborative effort, we are generating critical knowledge on fungal diversity in aquatic ecosystems by utilizing advanced molecular techniques and data integration, ultimately aiming to include fungi in routine monitoring programs and develop effective conservation strategies for these vital, yet overlooked, components of aquatic ecosystems.

Effekte Degradierender Muschelschalen auf die Wasserchemie

Marie von Wesendonk; Erwin Kalis; Sebastian Beggel; Jürgen Geist

Technische Universität München, Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie, Freising

Süßwassermuscheln der Ordnung Unionoida gelten als wichtige Ökosystemingenieure aquatischer Lebensräume, doch die Rolle der Schalen nach Absterben der Tiere im Ökosystem ist bislang nicht vollständig verstanden. Daher untersuchten wir den Einfluss degradierender Muschelschalen auf die Wasserchemie, insbesondere hinsichtlich ihrer Effekte auf den pH-Wert sowie ihrer potenziellen Pufferkapazität in versauerten Gewässern durch Remineralisierung. Wir führten standardisierte Labor- (28 Tage) und Freilandexperimente (6 Monate) entlang von wasserchemischen Gradienten des Carbonatgehalts, des pH-Werts und der Leitfähigkeit durch. Im Labor wurden frisch abgestorbene Schalen neun hydrochemischen Bedingungen (drei Medien mit unterschiedlicher Ionenstärke × drei initiale pH-Werte) ausgesetzt, um ihre Effekte auf die Wasserchemie zu untersuchen. Parallel dazu wurden Schalen in drei Bächen mit bestehenden Muschelpopulationen ausgebracht, um den Schalenabbau unter natürlichen Bedingungen zu erfassen. Im Laborexperiment führten Muschelschalen zu einer Erhöhung der Gesamthärte, des pH-Werts, der Ca^{2+} -Konzentrationen und der Leitfähigkeit, was auf die Auflösung von Kaliumcarbonat aus den Schalen zurückgeführt wurde. Diese Effekte waren in weichem Wasser stärker als in hartem Wasser; dort waren sie bei niedrigeren pH-Werten am ausgeprägtesten. Im Freilandexperiment war der Massenverlust der Schalen in silikatischen Gewässern am höchsten. Diese Ergebnisse zeigen, dass Muschelschalen zur Pufferung von pH-Schwankungen im Gewässer beitragen können, insbesondere wenn sie in großer Zahl und in versauerten, silikatischen Regionen mit geringer Ionenstärke vorkommen. Daraus ergaben sich praktische Empfehlungen: Etwa können im Rahmen von Renaturierungsprojekten Muschelschalen zur Pufferung und Stabilisierung der Wasserchemie eingesetzt werden. Zudem sollte das Entfernen von Schalen aus Gewässern, beispielsweise nach Massensterben, kritisch überdacht werden.

Phytoplankton Dynamics in the Lower Warnow River, Mecklenburg-Vorpommern: Insights from a High-Frequency Long-Term Monitoring Dataset

Ekaterina Volkova¹; Julia Kijewski²; Kerstin Gröbe³; Michael Hermann³; Henri Hoche³; André Wizemann¹

¹ bioplan GmbH; ² Aqua Service Schwerin Beratungs- und Betriebsführungsgesellschaft mbH; ³ Nordwasser GmbH

Long-term datasets are essential for understanding changes in aquatic ecosystems in the context of ongoing environmental change. In this study, we analyse a multi-year dataset on the phytoplankton community based on high-resolution sampling conducted at 14-day intervals in the Lower Warnow River, a drinking water abstraction area in Mecklenburg-Vorpommern, Germany. The aim is to characterize seasonal and interannual dynamics in phytoplankton biomass and community composition and to identify potential long-term trends within the ecosystem.

The analysis includes quantitative developments in biomass as well as taxonomic shifts within the community. Particular attention is given to phenomena such as changes in bloom timing, the duration of growth periods, and shifts in the relative dominance of different phytoplankton functional groups (e.g. cyanobacteria, diatoms, and chlorophytes), which are relevant for ecological status assessment under the European Water Framework Directive.

Based on preliminary observations and expected trends, we discuss possible future developments of the phytoplankton community and their ecological implications for trophic interactions, water quality, and aquatic ecosystem management. The present dataset provides a valuable basis for investigating ecosystem responses to environmental change and may contribute to the development of predictive approaches based on high-frequency long-term observations.

Functional Trait Syndromes of Aquatic Macroinvertebrates Across Environmental and Land-Use Gradients in the Vjosa River Basin

Dea Zyruku¹; Bertrand Fournier¹; Martin Pusch²

¹ Institute of Environmental Science and Geography, University of Potsdam; ² Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Berlin, Germany.

Human land-use change is reshaping freshwater biodiversity worldwide, contributing to the functional homogenisation of aquatic communities and threatening the ecological integrity of river ecosystems. Yet, how aquatic macroinvertebrate functional trait syndromes are organised across environmental and anthropogenic gradients remains poorly understood in near-natural, free-flowing river systems. Here, we investigated the spatial organisation of macroinvertebrate functional syndromes across 46 sites distributed throughout the Vjosa River Basin, one of Europe's last near-natural river systems.

Macroinvertebrates were sampled using a multihabitat approach, and functional traits related to feeding strategy, habitat preference, and flow affinity were used to construct a multidimensional trait space through Principal Component Analysis. Functional syndromes were identified using clustering analyses, and their distribution was examined along environmental gradients, river network position, and land-use intensity. We also explored relationships between taxon occurrence patterns, functional roles, and redundancy.

Functional syndromes exhibited strong spatial structuring across the basin. High-elevation tributaries and canyon reaches were characterised by rheophilic scraper-filterer syndromes associated with fast-flowing, coarse-substrate habitats, whereas lowland and anthropogenically influenced catchments showed greater representation of collector-gatherers and environmentally tolerant taxa. Increasing land-use intensity was associated with reduced functional diversity and increased functional homogenisation, reflecting a shift towards more redundant and disturbance-tolerant functional syndromes in agricultural and urban landscapes.

Our findings demonstrate that macroinvertebrate functional organisation in the Vjosa River Basin is shaped by the combined influence of environmental gradients, river network structure, and catchment-scale human activities. The spatial structuring of functional syndromes provides an important baseline for biomonitoring, conservation planning, and the assessment of functional integrity in one of Europe's last near-natural river systems.

Keywords: aquatic macroinvertebrates; functional trait syndromes; trait-based ecology; land-use gradients; functional homogenisation; Vjosa River Basin

Session A04**Mikrobielle Ökologie / Microbial ecology**

Temporal stability of antimicrobial resistance genes during cyanobacterial blooms in a freshwater lake**Erika Martínez Ruiz¹; Uli Klümper; Stephanie Spahr; Michael Monaghan**¹ *Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries*

Aquatic ecosystems are reservoirs of antimicrobial resistance (AMR), facilitating the persistence and transference of antimicrobial resistance genes (ARGs). Cyanobacteria have been proposed as potential contributors to ARG maintenance and dissemination in aquatic systems. Climate-driven warming and eutrophication are increasing the frequency and intensity of cyanobacterial blooms, yet their role in shaping aquatic resistomes remains poorly understood. This study investigates the prevalence and temporal dynamics of ARGs during bloom and non-bloom periods in Lake Müggelsee (Berlin, Germany), a temperate freshwater lake experiencing recurrent cyanobacterial blooms and intensive recreational use. Bloom periods between 2018 and 2024 were identified using long-term microscopic phytoplankton monitoring. Ninety-six surface water DNA samples spanning bloom and non-bloom conditions were screened for 35 ARG markers using high-throughput qPCR (SmartChip Real-Time PCR system). Targets included genes conferring resistance to eight major drug classes and mobile genetic elements. Fourteen representative samples were selected for shotgun metagenomic sequencing. Bioinformatic analyses are ongoing to characterize taxonomic composition, ARG diversity, and potential host associations in relation to bloom dynamics and physicochemical parameters from long-term lake monitoring. All 96 samples contained detectable ARGs, demonstrating a persistent resistome throughout the study period. Multiple resistance classes and mobile genetic elements were identified across seasons and years. Initial analyses suggest that the abundance of ARG markers does not systematically increase during bloom periods, confirming ARG persistence year-round rather than an increase during bloom events. Despite substantial seasonal shifts in cyanobacterial dominance, resistome profiles at the marker level remained comparatively stable. These findings indicate that recurrent cyanobacterial blooms do not necessarily correspond to increased ARG abundance in this freshwater system. Ongoing metagenomic analyses aim to determine whether seasonal microbial community shifts influence the taxonomic distribution and genomic context of ARGs, even in the absence of changes in overall marker abundance. This work contributes to understanding how climate-driven ecological changes may affect environmental AMR reservoirs and informs risk assessment in recreational freshwater environments

A process-based modelling of photolytic degradation of diclofenac in the Ruhr River

Manoj Sanyasee Thapa¹; Julia Kleinteich¹; Julia Anna Prume¹; Jens Wyrwa¹; Karin Banhold²; Felix Drees²; Gerd Huebner¹

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

Several studies have investigated the sources, fate and distribution of diclofenac in aquatic environments, as well as its ecotoxicological effects on organisms. However, its transport dynamics and photo-degradation processes in riverine systems are still insufficiently understood. In the current "SpurMo" project (Transport and Transformation of Organic Micropollutants in Rivers – Processes and Modelling, 2025–2028), we combine extensive field-sampling with a process-based modelling approach to simulate the downstream transport of diclofenac in the Ruhr River, while also accounting for the spatial and seasonal variations in photodegradation processes. Samplings are carried out every 2 to 4 weeks over the period January and December 2026 at nine locations between Hattingen (Ruhr-km 56.95) and Duisburg (Ruhr-km 2.65) as grab water samples from the Ruhr and 24-hour time-composite samples at the outlets of four municipal wastewater treatment plants (WWTPs). This is coupled with in-situ measurements of physico-chemical water properties and light conditions. Measurements obtained from the sampling campaigns will facilitate parameterisation of a process-based photodegradation module integrated into the water quality model QSim. A one-dimensional instance of QSim has been built up for the Ruhr. Subsequently, the validated QSim-photodegradation model will be used to investigate photolytic degradation and downstream transport of diclofenac in the lower Ruhr reach. The results of this study could offer valuable insights for policy makers and water management authorities, including Ruhrverband, water suppliers and municipalities, in developing strategies to minimize diclofenac concentrations in aquatic systems. Furthermore, the model setup can be coupled with socioeconomic scenarios to predict the potential impacts of climate change and demographic change on diclofenac levels and their associated ecotoxicological risks.

Session A05

Multiple Stressoren / Multiple stressors

Der Einfluss von Cyanobakterien auf *Daphnia magna* wird durch Temperaturveränderungen modifiziert

Nadine Hoffschroer; Bettina Zeis

Universität Münster

Massenentwicklungen von Cyanobakterien treten unter nährstoffreichen Bedingungen vor allem in den Sommermonaten bei hohen Wassertemperaturen auf. Unter diesen Bedingungen haben ectotherme Zooplanktonorganismen ihren höchsten Nahrungsbedarf. Durch Toxine mindern Cyanobakterien den Fraßdruck ihrer Konsumenten. So werden durch Proteaseinhibitoren die Verdauungsprozesse gestört. Die dominierenden Enzyme des Proteinabbaus, Trypsin und Chymotrypsin, werden bei erhöhten Temperaturen in unterschiedlichem Maße exprimiert, aber auch die Beeinträchtigung durch Toxine wird durch Temperaturveränderungen modifiziert.

In den vorgestellten Untersuchungen wurden Wasserflöhe der Art *Daphnia magna* mit Microcystin-freien Stämmen von *Microcystis aeruginosa* konfrontiert, die Inhibitoren für Trypsin (PCC 7806) oder Chymotrypsin (NIVA Cya 43) bilden. Die Beeinträchtigung der Proteasen wurde bei verschiedenen Temperaturen quantifiziert. Weiterhin wurde der Status der Energiereserven bestimmt. Ein hoher Anteil von Cyanobakterien im Nahrungsangebot ist für *Daphnia magna* vergleichbar mit den Herausforderungen durch eine Hungersituation. Der starke beobachtete Abbau der Kohlenhydrate könnte auf isodynamische Kompensation hindeuten.

Session A06

Aquatische Nahrungsnetze / Aquatic food webs

Context-dependent effects on protective symbiosis driven by predation and competition

Lena Loh; Guntram Weithoff

Universität Potsdam

To understand the population dynamics of natural communities, it is essential to understand the interactions among the coexisting species. In the past, symbioses (physical connections between individuals of different species) have been studied as interactions with fixed properties, i.e., the costs and benefits for the symbiotic partners were assumed to be constant and independent from external factors. However, this assumption generally does not reflect reality. To date, only few studies have examined how the costs and benefits for the symbiotic partners change in response to external influences. However, this context-dependence is a crucial step toward understanding a community's interaction network under natural conditions.

This study uses a four-species interaction network that includes a variety of different types of symbioses. The focus lies on the protective symbiosis between the rotifer *Brachionus rubens* and the crustacean *Daphnia magna*. This symbiosis is characterized by the attachment of *B. rubens* to *D. magna*. However, these two species also compete for their shared resource, *Monoraphidium minutum*. The system further includes the predatory rotifer *Asplanchna brightwellii*, which feeds on *B. rubens*. The degree of competition, as well as of the protective symbiosis, depends on the resource level and the density of the competitor and the predator. It means that the costs and benefits – and thus the form of symbiosis – can change depending on the density of the symbiotic partners.

We were able to show that *B. rubens* can avoid predation by *A. brightwellii* through the attachment to *D. magna*. We also observed that direct contact with the predator is not necessary to trigger attachment as the attachment behavior is also triggered by the kairomone of *A. brightwellii*.

To improve our understanding of the role of density dependence, we will quantify the costs and benefits of the interactions at different densities of the symbiotic partners and investigate how this density dependence determines the form of symbiosis.

Session A07

Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen / Matter fluxes in aquatic communities

Bioavailability of Dissolved Organic Nitrogen in Danish Streams: Effects of Land Use and Organic Matter Composition

Anika Große¹; Anne Hasselholt Andersen¹; Brian Kronvang¹; Dominik Henrik Zak¹; Oliver Lechtenfeld²; Daniel Graeber²

¹ Aarhus Universitet, Denmark; ² Helmholtz-Centre for Environmental Research – UFZ, Germany

Quantification of nitrogen (N) loss from the Danish agricultural sector into aquatic ecosystems lacks information on the organic forms comprising the dissolved organic nitrogen (DON) pool within the dissolved organic matter (DOM). In-stream transformation and bioavailability of DON are still poorly understood. While inorganic nitrogen is generally assumed to be fully available to pelagic microbial heterotrophs, the bioavailability of DON is hypothesized to vary with catchment characteristics such as land use, soil type, cropping system and climate. Current approaches for assessing DON bioavailability often rely on incubation under N-limited conditions, which is labour intensive and not readily applicable in standard monitoring programs.

To better understand the drivers of DON bioavailability and search for a more general prediction of DON bioavailability, we sampled water from three Danish headwater streams of different catchment characteristics (intensive agriculture on loamy soils, intensive agriculture on sandy soils, deciduous forest on loamy soil). We tested the short-term DON bioavailability by incubating the water samples under N-limited conditions by adding labile dissolved organic carbon and phosphate in a full-factorial design. Furthermore, we connected bioavailability of DON with characteristics of the DOM composition. This was done on one side by Parallel-Factor Analysis (PARAFAC) of fluorescence data and by Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry (FT ICR-MS).

Initial results indicate that agricultural soils export highly microbially processed DON with low bioavailability in the experiment, even under N-limited conditions and after elimination of dissolved inorganic N. The DOM was predominantly composed of universal humic-like compounds whereas the presence of more labile, protein-like compounds was less prominent during incubation. In addition, the full factorial design with independent additions of dissolved organic carbon and phosphate enabled us to determine whether DON is used as a carbon or N source. Nevertheless, the implications of DON bioavailability for N-related ecological consequences such as eutrophication and greenhouse gas emissions in estuaries following in-stream DON transport, remain poorly constrained.

Can rewetting of degraded peat soils promote DOC degradation and minimise export to the fluvial network?

Caecilia Linda Lucius¹; Conrad Jackisch¹; Erik Nestler²; Tobias Houska²; Karsten Kalbitz²; Jun.-Maximilian Lau¹

¹ TU Bergakademie Freiberg; ² TU Dresden

Dissolved organic carbon (DOC) affects the functioning and quality of surface water bodies. In the Ore Mountains of Central-Eastern Germany, rising DOC concentrations in reservoirs threaten an important drinking water resource. The DOC is suspected to origin from patches of degraded bogs in the catchment areas. A nature-based approach to reduce the DOC loads could be the creation of small peat pools as temporary storages for the DOC-richest waters upstream of the drinking water reservoirs. Higher DOC concentrations, leading to different degradation dynamics compared to the reservoir, as well as an increased water residence time compared to reservoir inflows, may drive DOC loss in artificial peat pools.

To investigate this approach, we rewetted a 400 m² degraded bog area and created a 80 m³ peat pool in a natural relief depression in the catchment area of Sosa Dam in the Ore Mountains in spring 2025. The peat pool is fed by a nearby stream, the "Neudecker Bach", in a way that it dynamically disconnects when filled. In one year of approximately biweekly sampling from June 2025 to May 2026, we took water samples and maintained sensors for ambient DOC. We measured DOC degradation properties by oxygen consumption in 6x replicated incubations of pool and stream waters.

First results show that the DOC degradation rate and the degradable DOC fraction in the peat pool were higher than in Neudecker Bach for most of the summer and autumn of 2025, and that their absolute values decreased during this period. Investigating DOC degradation and dynamics throughout the year in the peat pool compared to flowing waters is the first essential step towards assessing whether peat pools could be a useful measure to reduce DOC loads on a larger scale, and towards understanding when they are the most effective.

Effekte und Verbleib von Düngemittelzusatzstoffen in einem Mesokosmen-Vorversuch

Erik Sperfeld; Ulrike Scholz; Steffen Schüler; Bonny Haueisen; Dagmar Schnee; Ina Janthur; Stefan Loth; Valeska Contardo-Jara; Silvia Mohr; Björn Kusebauch

Umweltbundesamt (UBA)

Nitrifikations- und Urease-Inhibitoren (NUI) werden in der Landwirtschaft als Düngemittelzusatzstoffe eingesetzt, um die Emissionen der Treibhausgase Ammoniak und Lachgas sowie die Auswaschung von Nitrat ins Grundwasser zu verringern. Ihr Wirkmechanismus beruht auf der Hemmung von Bodenenzymen und Bakterien, die eine entscheidende Rolle im Stickstoffkreislauf spielen. Von den in der EU zugelassenen Inhibitoren wurde im Zulassungsverfahren lediglich Nitrapyrin als umweltgefährdend eingestuft. Andere NUI, wie MPA, 3-MP und 2-NPT, sind dagegen als organschädigend, akut toxisch bzw. fortpflanzungsgefährdend eingestuft. 3-MP, das sowohl als Wirkstoff fungiert als auch ein Metabolit von MPA ist, wird derzeit zudem hinsichtlich seiner endokrin wirksamen Eigenschaften untersucht. Die bisherige Forschung fokussierte vor allem auf terrestrische Systeme, während potenzielle Umweltrisiken in Gewässern, z.B. durch Eintrag nach Starkregenereignissen (durch run-off oder über Drainagen) noch unzureichend untersucht sind.

In diesem Vorversuch wurden der Verbleib von MPA (N-[3(5)-Methyl-1H-pyrazol-1-yl)methyl]acetamid) und 2-NPT (N-(2-Nitrophenyl)phosphorsäuretriamid) sowie deren potenzielle Auswirkungen auf Süßwasserorganismen über einen Zeitraum von 105 Tagen in 4 kleinen Teichmesokosmen (2 m³) von Juni bis September 2025 untersucht. In einer Einlaufphase vor der NUI-Zugabe wurden die Mesokosmen mit Wasser, Plankton und Periphyton aus natürlichen Teichen beimpft. Anschließend wurden die Mesokosmen einzeln mit 50 µg/L MPA und 2-NPT oder als Mischung mit jeweils 5 µg/L MPA und 2-NPT behandelt. Zur Untersuchung des Verbleibs wurden regelmäßig Wasserproben entnommen und mittels LC-MS/MS analysiert. Am Ende des Experiments war MPA in der Wasserphase nicht mehr nachweisbar, wohingegen 2-NPT noch in geringen Konzentrationen (< 0,4 µg/L) nachgewiesen werden konnte. Bei den Metaboliten war 3 MP noch in einem Anteil von 65 % der eingesetzten MPA-Menge vorhanden, während der 2 NPT-Metabolit 2-NA nach seiner Bildung im Versuchsverlauf wieder verschwand. Nährstoffanalysen zeigten Veränderungen bei den gelösten Stickstoffformen Nitrat, Nitrit und Ammonium abhängig vom eingesetzten NUI. Die NUI hatten auch unterschiedliche Auswirkungen auf die Biomasse von Periphyton und Phytoplankton, sowie auf die Abundanz von bestimmten Zooplanktongruppen. Unsere Studie liefert erste Einblicke in den Verbleib ausgewählter NUI in Teichsystemen, sowie in potentielle Effekte auf deren Organismen.

Session A08

Urbane und erheblich veränderte Gewässer / Urban and heavily modified water bodies

Mehr Leben für den Spoykanal – Aufwertung der Makrozoobenthos-Besiedlung durch schwimmende Pflanzeninseln

Silke Claßen¹; Lena Wiest²; Eva-Maria Teggers³

¹ Büro für Gewässerökologie Aachen; ² NABU-Naturschutzstation Niederrhein; ³ gaiac eco assessment GmbH

Der Spoykanal in Kleve ist durch strukturarme Spundwände geprägt, sodass naturnahe Ufer- und Unterwasserstrukturen weitgehend fehlen. Im Projekt „Mehr Leben für den Spoykanal“ wurden zehn schwimmende Pflanzeninseln mit regionalen Wildpflanzen eingebracht, um neue Habitate und naturnahe Strukturen zu schaffen und die ökologische Vielfalt des Gewässers zu fördern.

Im Rahmen des Projekts wurde eine makrozoobenthosbezogene Erfolgskontrolle durchgeführt, um zu bewerten, ob die schwimmenden Pflanzeninseln im Spoykanal als zusätzliche Habitatstrukturen für Makrozoobenthos (MZB) fungieren und im Vergleich zu den angrenzenden Spundwänden eine höhere Besiedlungsdichte sowie eine größere taxonomische Vielfalt aufweisen.

Dazu wurden an sechs der zehn Pflanzeninseln Macro-invertebrate Artificial Substrate Samplers eingesetzt (MASS; nach EN ISO 9391/DEV 2001). Die Sampler bestehen aus miteinander verbundenen Kunststoffzylindern, die als künstliche Besiedlungssubstrate dienen. Pro Insel wurden vier Sampler so befestigt, dass sie direkt an Drahtkörbe, Auftriebsmaterial und Wurzelbereiche anschlossen. Nach etwa vier Wochen Expositionszeit wurden die Sampler geborgen. Die enthaltenen Makroinvertebraten wurden entnommen, konserviert und taxonomisch bestimmt.

Die Auswertung der Proben ist noch nicht abgeschlossen. Erste Ergebnisse zeigen jedoch deutliche Tendenzen zu einer höheren MZB-Besiedlungsdichte an den schwimmenden Pflanzeninseln als an den Spundwänden. Damit deuten die bisherigen Befunde darauf hin, dass schwimmende Pflanzeninseln auch in stark verbauten urbanen Kanälen kurzfristig zusätzliche Habitatstrukturen für MZB bereitstellen können. Zugleich erwies sich der Einsatz von MASS als vielversprechender methodischer Ansatz, um die Besiedlung solcher künstlich eingebrachten Habitatstrukturen standardisiert zu erfassen und künftig vergleichend zu bewerten.

5 Jahre nach dem Jahrhunderthochwasser in Hagen (Westfalen) – Gewässerökologische Bilanz nach dem Wiederaufbau

Jörg Drewenskus

Obere Wasserbehörde - Bezirksregierung Arnsberg

Am 14. auf den 15. Juli 2021 kam es im Bereich von Hagen-Süd zu einem lokalen Starkregen mit 210 mm Niederschlag in 24 Stunden. Dies führte zu einem extremen Hochwasser mit Überflutungen von Tiefpunkten als auch extremen Hangrutschungen. 5 Jahre nach dem Ereignis werden Örtlichkeiten aufgesucht und der aktuelle Zustand dokumentiert. Ausgewählt wurden Standorte von damaligen Gewässer-Engstellen, zerstörten Brücken sowie durch das Hochwasser geschaffene besondere Gewässerstrukturen. Es soll gezeigt werden wie in den vergangenen Jahren mit diesen Schäden als auch den Möglichkeiten der Gewässerentwicklung umgegangen worden ist. Ein Fazit wird gezogen inwieweit wissenschaftlich-ingenieurtechnische Hinweise beim Wiederaufbau von Brücken, Ufermauern etc. berücksichtigt worden sind.

Die Schlossgräfte in Münster: zum ökologischen Zustand eines urbanen Gewässers

Jaan Viehmeyer; Bettina Zeis

Universität Münster

Die Schlossgräfte in Münster ist Teil einer ehemaligen Befestigungsanlage. In diesem künstlichen Gewässer hat sich durch Eintrag von Falllaub eine Faulschlammsschicht entwickelt, die durch Einsatz eines Saugschwimmbaggers 2022 reduziert wurde.

Die vorgestellten Untersuchungen charakterisieren den ökologischen Zustand des Gewässers anhand abiotischer Parameter (Temperatur- und Sauerstoffprofile). Weiterhin wurden Sedimenteigenschaften und das Phosphatrücklösungspotential unter aeroben und anaeroben Bedingungen charakterisiert. Die Abundanz und Zusammensetzung des Phytoplanktons und des Zooplanktons wiesen auch nach der Sanierungsmaßnahme auf ein stark eutrophes Gewässer hin. Das Makrozoobenthos im Uferbereich wurde von laubzersetzenden Arten dominiert. Im Profundal scheint der nach wie vor geringe Sauerstoffgehalt eine Wiederbesiedlung mit Makrozoobenthos-Organismen bislang zu verhindern. Der Einsatz von Belüftern in den warmen Sommermonaten, der dem Sauerstoffmangel entgegenwirken soll, wird auch nach der Entschlammung fortgesetzt. Es bleibt weiterhin das Ziel, für die Schlossgräfte einen Zustand guten ökologischen Potentials zu erreichen.

Session A09

[Langzeitmonitoring / Long-term monitoring](#)

Klimamonitoring an Seen in Deutschland: Konzept, Methodik und erste Erkenntnisse

Sylvia Jordan¹; Antje Köhler²; Robert Schwefel¹; Michael Hupfer¹

¹Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB); ²Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt, Berlin

Der Klimawandel beeinflusst Seen durch vielfältige direkte und indirekte Wirkungen. Dabei stellt sich die Frage, welche Indikatoren und Parameter geeignet sind, klimabedingte Veränderungen zu erfassen und diese von anderen Einflussfaktoren zu unterscheiden. Die im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) durchgeführten Monitoringprogramme bieten hierfür keine ausreichende Auflösung. Ziel des LAWA-Vorhabens ist es daher, die Grundlagen für ein langfristiges Klimamonitoring von Seen in Deutschland zu schaffen. Die erhobenen Daten sollen dazu beitragen, neue Erkenntnisse über die Wirkmechanismen des Klimawandels zu gewinnen, modellgestützte Prognosen zu erstellen und geeignete Anpassungsstrategien frühzeitig zu entwickeln. Im Rahmen des Vorhabens wurden in mehreren Seen Messketten mit Sensoren zur hochaufgelösten Erfassung von Temperatur und Sauerstoff installiert. Die bisher erhobenen Messdaten wurden zur Kalibrierung von Modellen genutzt, mit denen die Temperaturentwicklung und das Schichtungsverhalten der Seen bis zum Jahr 2100 unter verschiedenen Klimaszenarien prognostiziert werden können. Auf Grundlage der Messungen sowie weiterer limnologischer und standortspezifischer Informationen wurden 15 Klimaseen ausgewählt, die sich insbesondere hinsichtlich geographischer Lage, Mischungstyp und Trophiegrad unterscheiden. Für diese Seen sollen in Zukunft die entwickelten Klimaindikatoren (z.B. Oberflächentemperatur, Dauer der Sommerschichtung, Zeitpunkt der Frühjahresalgenblüte) berechnet werden, um die Veränderungen infolge des Klimawandels quantitativ erfassen können. In dem Poster werden die Messtechnik des Klimamonitorings sowie die Grundlagen zur Berechnung der verwendeten Klimaindikatoren vorgestellt. Darüber hinaus werden ausgewählte Ergebnisse des Monitoringprogramms exemplarisch präsentiert.

Fischdiversität und Artenzusammensetzung in einem renaturierten Auensystem an der Donau nach 12 Jahren

Elisabeth Winter; Joachim Pander; Jürgen Geist

Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie, Technische Universität München, Freising

Durch den Ausbau der Donau wurden wichtige Auenökosysteme wie Altwässer und Auetümpel vom Hauptstrom entkoppelt. Um diese wertvollen Biodiversität Hot-Spots wieder mit der Donau zu verbinden, wurde im Jahr 2010 die stark degenerierte Donau-Aue bei Ingolstadt durch den Bau eines neuen Flussbetts, welche die Anbindung der Altwasser an die Donau wiederherstellt, renaturiert. Im Langzeitmonitoring MONDAU II zeigte sich, dass sich die Fischartengemeinschaften der verschiedenen Habitate – Auentümpel, Donau-Altwasser und neugebaute Fließgewässer – deutlich unterschieden. Die Artendiversität in den Auetümpeln nahm aufgrund der fehlenden Konnektivität durch Flutungsereignisse ab und wurden von Karauschen (*C. carassius*) dominiert. Wie erwartet, kamen die rheophilen Fischarten wie Barbe (*B. barbus*) und Nase (*C. nasus*) hauptsächlich in den Flussabschnitten sowie in einigen schmalen Donau-Altwassern vor. Neben den rheophilen Flussfischen konnten sich auch generalistische Arten, wie Flussbarsch (*P. fluviatilis*), Aitel (*S. cephalus*) und Rotaugen (*R. rutilus*), sowie Stillwasserarten wie Bitterling (*R. amarus*), Rotfeder (*S. erythrophthalmus*) und Schleie (*T. tinca*) ansiedeln. Die Nase war in den Flussabschnitten vor allem saisonal in den Fließstrecken der Donau-Aue. Im Frühjahr wurden hauptsächlich große Laichfische und im Sommer kleine Exemplare nachgewiesen. Im Gegensatz dazu konnte sich die Barbe im gesamten Lebensraumkomplex der Fließgewässer in allen Größenklassen etablieren. Der Bestand an Salmoniden ist in den Fließgewässern während der Projektlaufzeit stark rückläufig. Von anfangs noch regelmäßigem Vorkommen, über einzelnen Individuen sind nach 12 Jahren keine Salmoniden mehr nachweisbar. Grund dafür sind steigende Wassertemperaturen infolge des Klimawandels, die das Temperaturoptimum der Salmoniden überschreiten. Die einzige nachgewiesene Donaupercide war der Streber (*Z. streber*), der als „vom Aussterben bedroht“ gilt. Als neue Art in der Fischartengemeinschaft im Jahr 2022 besiedelte die Schwarzmundgrundel (*N. melanostomus*) die Flussabschnitte aufgrund ihrer angepassten Lebensweise. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass sich die Fischartengemeinschaft in Auerenaturierungen nach einer schnellen Initialbesiedelung auch noch über einen langen Zeitraum entwickeln kann und dass deshalb für ein umfassendes Monitoring entsprechend längere Zeiträume vorgesehen werden müssen.

Session A10

Herausforderungen in der Gewässerbewertung: WRRL, Klimawandel, angepasstes Monitoring / Challenges in water body assessment: WFD, climate change, adapted monitoring

Hydrologie oder Degradation? Trockenfallen in der biologischen Bewertung

Nina Kaiser

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Trockenfallende Gewässer rücken zunehmend in den Fokus der wasserwirtschaftlichen Praxis. Was bislang häufig als temporäres hydrologisches Ereignis betrachtet wurde, kann aquatische Lebensgemeinschaften nachhaltig prägen und damit auch die Aussagekraft biologischer Bewertungsverfahren beeinflussen. Für die ökologische Zustandsbewertung nach Wasserrahmenrichtlinie stellt sich daher eine zentrale Frage: Zeigt die beobachtete Biozönose eine anthropogene Degradation an — oder spiegelt sie zumindest teilweise eine veränderte Wasserführung wider?

Am Beispiel hessischer Fließgewässer wurden Trockenfall-Hinweise aus biologischen Probenahmen verschiedener Qualitätskomponenten ausgewertet und mit MZB-Bewertungsergebnissen verknüpft. Dabei wurden nicht nur akut trockene MZB-Proben betrachtet, sondern auch Messstellen mit dokumentierter Trockenfall-Historie in anderen biologischen Komponenten berücksichtigt. Dieser Ansatz beruht auf der Annahme, dass temporäres Trockenfallen auch außerhalb des MZB-Probenahmezeitraums die Makrozoobenthos-Gemeinschaft prägen kann. Zusätzlich wurde für trockenfallgefährdete Typ-05-Messstellen geprüft, wie sich die Bewertung derselben Taxalisten verändert, wenn sie statt mit dem regulären Fließgewässertyp mit dem Typ tFG bewertet werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Wahl des Bewertungstyps einen deutlichen Einfluss auf die resultierende ökologische Zustandsklasse haben kann. Der direkte Vergleich identischer Taxalisten zeigt, dass die reguläre Bewertung als Typ 05 gegenüber der Bewertung als Typ tFG zu einer systematischeren Verschlechterung der ökologischen Zustandsklasse führt. Damit wird deutlich, dass Bewertungsergebnisse nicht nur von der biologischen Zusammensetzung abhängen, sondern auch wesentlich vom zugrunde gelegten Bewertungsmodell und dessen Passfähigkeit zum hydrologischen Kontext.

Für trockenfallgefährdete Gewässer ist daher eine stärkere Plausibilisierung der Bewertung erforderlich. Probenahmezeitpunkt, Trockenfall-Historie und Bewertungstyp sollten gemeinsam betrachtet werden, um biologische Bewertungsergebnisse fachlich belastbar zu interpretieren. Gleichzeitig stellt sich die grundsätzliche Frage, welche biologischen Qualitätskomponenten und Bewertungsmodelle in welchen hydrologischen Kontexten angemessen sind. An temporär trockenfallenden Messstellen kann dies beispielsweise bedeuten, einzelne Komponenten wie die Fischfauna kritisch zu hinterfragen oder auf ihre Anwendung zu verzichten, wenn sie den ökologischen Zustand unter diesen Bedingungen nicht belastbar abbilden.

Investigation of Makrozoobenthos in Beaver streams

Hannah Pearly Shelly-David¹; Tobias Borgmann²; Raphael-Manuel Komanek¹; Carmen Gallas²; Ute Hansen¹

¹ Hochschule Rhein-Waal; ² Linksniederrheinische Entwässerungs-Genossenschaft (LINEG)

According to the Water Framework Directive of the European Parliament and the Council (WFD) for water bodies such as streams and rivers the degree of anthropogenic deviation from the natural ecosystem status has to be assessed. Therefore, characteristics of makrozoobenthos communities are evaluated as they usually indicate impacts of human activities on aquatic ecosystems. The aim of the study was to investigate benthic invertebrate communities of water bodies affected by beavers, thus exhibiting ponds and beaver dams in addition to normal stream sections. The data show that macrozoobenthos communities differ between beaver ponds, beaver dams and stream sections downstream of the dams what leads to varying evaluation and classification results. Beavers have been a natural component of the European fauna. Due to overhunting they were not present in German rivers, but now they are back and widespread in rivers and streams. How the Makrozoobenthos-based evaluation and classification methodology according to WFD has to be modified in order to account for the return of the beaver remains a matter of discussion.

Environmental DNA Monitoring of Fish Communities in Riverine Environments: A Methodological Review towards Future Standardised eDNA Protocols

Kirandeep Kaur¹; Stefan Großenick²; Carmen Gallas²; Ute Hansen¹

¹ Hochschule Rhein-Waal; ² Linksniederrheinische Entwässerungs-Genossenschaft (LINEG)

Fish communities are important biological indicators of freshwater ecological condition because they reflect habitat quality, connectivity, flow alteration, and broader ecosystem functioning. Conventional fish monitoring commonly relies on capture-based methods such as electrofishing, gill netting, seining, trawling, or other net-based surveys, which provide information on species identity, individual size, biomass, age structure. However, these methods can be labour-intensive, costly, and spatially limited, particularly in large, deep, or fast-flowing rivers.

Although eDNA metabarcoding is increasingly presented as a sensitive and non-invasive tool for fish monitoring, methodological standardisation remains a major barrier to its operational use in riverine fish monitoring. The study reviews how eDNA methods are applied in rivers and streams for fish monitoring, identifies current methods used and investigates which protocol steps need to be adjusted to get comparable results. It evaluates the role of sampling design, hydrology, filtration, replication, molecular processing, and bioinformatics to support more reliable and comparable future river fish-monitoring protocols based on emerging eDNA technologies.

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 Olszyski⁹; Benoit Paix¹⁰; Bart Van de Vijver¹¹; Geurt Verweij¹²; Danijela Vidakovic¹³

¹ Universität Duisburg-Essen; ² University of Bologna, Italy; ³ University of Turin, Italy; ⁴ Swedish University of Agricultural Sciences (SLU); ⁵ Office Français de la Biodiversité; ⁶ Bowburn Consultancy, Durham & University of Nottingham, UK; ⁷ Saints Cyril and Methodius University of Skopje, North Macedonia; ⁸ Ecomonitor Ltd., Finland; ⁹ University of Lodz, Poland; ¹⁰ INRAE, France; ¹¹ Antwerp University, Meise Botanic Garden, Belgium; ¹² Waardenburg Ecology, Netherlands; ¹³ University of Belgrade, Serbia

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 are 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 analyse 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.

Sichttiefe als Standortfaktor – Der Einfluss der Seewasserqualität auf lokale Immobilienpreise

Erik Franke; Gari Walkowitz; Maximilian Lau

TU Bergademie Freiberg

Seen erbringen wichtige Ökosystemleistungen für Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft. Dennoch werden ökonomische Anreize guter Gewässerqualität in politischen und planerischen Entscheidungen nur unzureichend berücksichtigt. In dieser Studie untersuchen wir den Zusammenhang zwischen Wasserqualität und Immobilienpreisen anhand eines deutschlandweiten Datensatzes mit mehr als 400 Seen und 12 Jahren Wasserqualitäts- und Marktdaten. Im Mittelpunkt steht die Frage, wie sich die Wasserqualität – ausgedrückt über Trophieindex oder Sichttiefe – gemeinsam mit der Distanz eines Grundstücks zum Seeufer auf Immobilieninseratpreise auswirkt. Unsere Analysen mit linearen gemischten Modellen zeigen einen deutlichen interaktiven Effekt: Verbesserungen der Wasserqualität wirken sich besonders stark auf see-nahe Immobilien aus. Eine Erhöhung der Sichttiefe um 1 m führt – abhängig von Ausgangszustand und Entfernung zum Ufer – zu Preissteigerungen zwischen 0,6 und mehr als 5 %. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass Gewässerqualität nicht nur eine ökologische, sondern auch eine relevante ökonomische Größe darstellt. Die Studie liefert damit eine quantitative Grundlage, um den Nutzen von Gewässerschutzmaßnahmen stärker in planerische und politische Entscheidungsprozesse einzubeziehen und lokale Stakeholder von Gewässerschutzmaßnahmen zu überzeugen.

Biodiversität aus einem Liter Wasser - eDNA-Metabarcoding-Analysen im Projekt „DNA macht Schule“

Lara Moreno Sanchez¹; Marie-Thérèse Werner¹; Svea I. Kleinert¹; Nora Lösing¹; Justin Timm¹; Antje Ullrich²; Jan Koschorreck²; Florian Leese; Philipp Schmiemann

¹ Universität Duisburg-Essen; ² Umweltbundesamt (UBA)

Der fortschreitende Verlust aquatischer Biodiversität stellt eine zentrale Herausforderung der Limnologie dar. Dies gilt, obwohl bereits umfassende regulatorische Maßnahmen, z.B. im Kontext der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), etabliert sind. Insbesondere in Nordrhein-Westfalen (NRW), wo aufgrund hoher Siedlungsdichte und intensiver Landnutzung viele urban geprägte und erheblich veränderte Fließgewässer existieren, fehlen für viele dieser Gewässer räumlich und zeitlich hochaufgelöste Daten zu biologischen Qualitätskomponenten. Vor diesem Hintergrund gewinnen innovative Ansätze an Bedeutung, die klassische Monitoringstrategien erweitern. Im vom Umweltbundesamt finanzierten Projekt „DNA macht Schule“ wird in NRW ein DNA-basiertes Monitoring umgesetzt, bei dem Schulklassen im Rahmen eines Citizen Science-Ansatzes Wasserproben an kleinen, schulnahen Fließgewässern entnehmen. Durch die Analyse von Umwelt-DNA (environmental DNA, eDNA) können biologische Qualitätskomponenten wie Makrozoobenthos- und Fischgemeinschaften erfasst werden. Die hohe räumliche Abdeckung und wiederholte Probenahme ermöglichen Biodiversitätsanalysen und langfristige Trendbewertungen. Gleichzeitig fördert der Ansatz die ökologische Handlungskompetenz und das Umweltbewusstsein bei Lernenden und Lehrenden. Parallel zu den durch Schulklassen erhobenen Proben erfolgen standardisierte Referenzbeprobungen. Die resultierenden eDNA-Metabarcoding-Datensätze werden hinsichtlich taxonomischer Diversität, Gemeinschaftszusammensetzung und funktioneller Gruppen vergleichend ausgewertet, um die Übereinstimmung zwischen professionell erhobenen und durch Schulen generierten Daten zu bewerten und potenzielle Fehlerquellen zu identifizieren. Die Ergebnisse liefern eine empirische Grundlage zur Bewertung von Citizen Science als ergänzendes Instrument im Gewässermonitoring und zeigen Potenziale für ein skalierbares, langfristiges und kosteneffektives Biodiversitätsmonitoring auf. Insbesondere zur Erweiterung der räumlichen und zeitlichen Abdeckung des WRRL-Monitorings können solche Ansätze dazu beitragen, bestehende Datendefizite zu reduzieren, Monitoringfrequenzen zu erhöhen und ökologische Veränderungen frühzeitig zu erfassen.

COST ACTION 23160: CYANOACTION -- Effective Lake management: reducing cyanobacteria by actions in the catchment

Nikoletta Tsiarta¹; Maria G. Antoniou¹; Claudia Wiegand²; Petra M Visser³; Christine Edwards⁴; Zenepe Dafku⁵; Spyros Gkelis⁶; Sevasti-Kiriaki Zervou⁷; Thomas Petzoldt⁸; Theodoros Triantis⁷

¹ Cyprus University of Technology, Limassol; ² ECOBIO, University of Rennes; ³ Free University of Amsterdam;

⁴ Robert Gordon University, Aberdeen; ⁵ Agricultural University of Tirana; ⁶ Aristotle University of Thessaloniki; ⁷ Institute of Nanoscience and Nanotechnology, NCSR Demokritos, Athens; ⁸ Dresden University of Technology

Eutrophication and the occurrence of algal blooms remain significant challenges for water management that are far from being resolved or scientifically fully understood. Despite successful reductions of point sources, many lakes remain highly eutrophic due to nutrient inputs from diffuse sources in agricultural areas, as well as from urban environments and the legacy stock in sediments. A lower priority for standing waters in the EU WFD, especially those < 50ha, may have contributed to this situation.

Cyanobacterial blooms, bathing restrictions, and public warnings for recreational lakes are the consequences. Although municipalities undertake significant efforts to control algal blooms, monitoring is often inadequate due to limited financial and human resources. Failures of curative actions are rarely made accessible, which leads to a statistically biased perception.

Moreover, even in meso- and oligotrophic lakes and reservoirs, cyanobacterial blooms and benthic cyanobacteria persist. An increase can be observed with rising temperatures, extended summer stratification, and accelerated nutrient recycling, undermining the original successes of re-oligotrophication.

Cyanobacteria have received additional attention because the WHO guideline value of less than 1µg/L microcystin-LR has been adopted in the EU Drinking Water Directive and in national legislation. However, concerns remain about other cyanotoxins, some of which are even more toxic and less studied.

The EU COST Action CA23160 (<https://cyanoaction.eu>) aims to improve success in reducing cyanobacteria through actions in lakes and in the catchment. CYANOACTION will consolidate and transfer scientific knowledge on the occurrence of cyanobacteria and control measures and will focus on the implementation of control measures and their outcomes. CYANOACTION's five working groups focus on early warning methods for detecting cyanobacterial blooms (WG1), long-term catchment management measures (WG2), the evaluation of in-lake mitigation methods (WG3), the development of web-based decision tools (WG4), and the transfer and exchange of knowledge (WG5).

The presented poster invites the exchange of knowledge and experiences from case studies, particularly related to the practical management of smaller water bodies.

Acknowledgments: This publication is based on work from COST Action CA23160 – CYANOACTION, supported by COST (European Cooperation in Science and Technology).

Session A11

Sonstiges

Das tollkühne Leben von Daffy, dem Wasserfloh

Alex Makulla; Ingrid Brettar

Wolfenbüttel

Daffy ist eine Comicfigur, die das Leben der Wasserflöhe und Forschungsergebnisse aus der Wasserforschung in bunten Sketchen darstellt. Ihren ersten internationalen Auftritt hatte Daffy zum Internationalen Jahr des Wassers im Jahr 2003 (englischer Postertitel „The wild life of waterflea Daffy“, deutscher Postertitel: „Das tollkühne Leben von Daffy, dem Wasserfloh“) auf der hierzu eingerichteten Webseite der UNESCO, auf der sie in den Folgejahren präsentiert wurde.

Daffy soll einerseits Wissen vermitteln, und andererseits Heiterkeit und Humor in Lehre und Unterricht bringen.

Die Sketche vermitteln einerseits basales Wissen zu Wasserflöhen und Süßgewässern. Diese wurden schon vielfach für Unterricht bei Kindern eingesetzt (Kinderunis & Schulschiffen).

Andererseits stellen sie auch Forschungsergebnisse als lustige Sketche dar, und können für Heiterkeit und Humor bei der Lehre beitragen. Zum Beispiel beim Sketch zum Klarwasserstadium, wenn das trübe Wasser klar gefiltert ist und Wasserflöhe sich stolz „in die Hände“ klatschen, wenn sie das Klarwasserstadium „geschafft“ haben. Alles also nicht so ganz ernst gemeint, sonst bliebe ja der Spaß auf der Strecke...Viel Spaß beim Anschauen.

Langfristige Stabilität littoraler CH₄-Verteilungsmuster im Bodensee

Amelie Schäfer¹; Katharina Kiefel¹; Hilmar Hofmann¹; Frank Peeters¹; Karla Martinez-Cruz

¹ Universität Konstanz

Seen bedecken weniger als 1 % der Erdoberfläche, tragen jedoch mit etwa 16–20 % erheblich zu den globalen Methanemissionen (CH₄) bei. Die Methanproduktion in anoxischen Sedimenten ist stark temperaturabhängig, wodurch die gelösten CH₄-Konzentrationen im Sediment und in der Wassersäule im Sommer typischerweise deutlich höher sind als im Winter.

Die räumliche Verteilung gelöster CH₄-Konzentrationen in der Uferzone des Bodensees wurde bereits in den Jahren 2010 – 2011 monatlich hochaufgelöst gemessen. Um die langfristige Stabilität dieser räumlichen Muster zu analysieren, wurden zwischen 2025 und 2026 erneut Daten erhoben.

Wir haben diese Daten genutzt um die Temperaturabhängigkeit der CH₄ Konzentration in der Flachwasserzone und die zeitliche Entwicklung der räumliche Verteilungsmuster in der Flachwasserzone zu untersuchen. Dabei hat sich herausgestellt, dass die Temperaturabhängigkeit sich systematisch zwischen Ober- und Untersee und zwischen größeren Uferabschnitten innerhalb des Obersees unterscheidet.

Die räumliche Verteilung im Winter zeigte 2011 ein erstaunliches Muster mit außergewöhnlich hohen Konzentrationen im Südosten des Sees, die an Konzentrationen in den Sommermonaten heranreichen. Dieses Muster konnten wir in Messungen von 2026 bestätigen. Die Ursache für die hohen Konzentrationen liegt wahrscheinlich im Methan-Transport aus Häfen, der vermutlich die angrenzenden Uferbereiche mit CH₄ anreichert und dadurch die Temperaturabhängigkeit an diesen Standorten verringert.

Damselflies in distress: Impact of Artificial Light at Night (ALAN) on life history traits and predation in *Odonata* nymphs

Mackenzie Wallace¹; Nedim Tüzün²; Franz Hölker¹

¹Freie Universität Berlin & Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB); ²Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

Artificial light at night (ALAN) is increasing globally and is known to alter animal behaviour, circadian rhythms, and ecological interactions, particularly in freshwater and coastal marine systems that are hotspots for anthropogenic activity. Light pollution is increasingly recognized as a significant ecological stressor that affects a wide range of organisms. Insects appear to be disproportionately affected, with population declines reported globally and often linked to positive phototactic responses and ecological trap effects associated with artificial lighting. However, previous research has focused primarily on nocturnal terrestrial species while largely overlooking larval development, despite this being the longest life history stage for many insects. Crepuscular and diurnal insects may be similarly affected by light pollution, yet they remain underrepresented in the literature. Odonates are ideal models to tackle this knowledge gap because they occupy both terrestrial and aquatic environments and their visual complexity may make them more sensitive to altered light conditions.

This study investigates how light pollution influences Zygopteran development and predation. Late-stage overwintering larvae were collected, acclimated to laboratory conditions, and assigned to one of two treatment groups: an ALAN treatment (14 hours at ~ 2500 lux : 10 hours at ~ 10 - 15 lux) and a control group (14 hours at ~ 2500 lux : 10 hours at < 1 lux). We measured body mass and head width weekly and monitored development by checking for exuviae on alternating days. After three weeks of exposure, larvae were subjected to a predation trial using *Daphnia magna* as prey and were then returned to their respective treatment conditions, where they were monitored until adult emergence. Adults were measured once more before being released at the original collection site.

Overall, larvae exposed to ALAN exhibited accelerated development, lower larval body mass, and reduced predation success relative to the control group. Notably, head width, a commonly used proxy for body size, did not differ between treatment groups, highlighting the importance of using multiple morphological metrics rather than relying on a single proxy. These results suggest potential implications such as ecological mismatch, altered predator-prey dynamics, and possible carry-over effects into adult stages, further underlining the importance of regulating light pollution near sensitive freshwater habitats.

Session S01

Gekommen, um zu bleiben: Die invasive Quagga-Muschel im Fokus von Forschung und Praxis / Here to stay: The invasive quagga mussel in the spotlight of research and practice

QuaggaAlevel – Towards an Automated Coverage Evaluation of the Invasive Quagga Mussel using Benthic Imaging Systems

Maurizio Piu¹; Christoph Paulus¹, Alexandra Anh-Thu Weber², Thomas Müller², Piet Spaak²

¹Berner Fachhochschule Technik und Informatik. ²EAWAG

Quagga mussels destroy limnic ecosystems and cause damage to adjacent infrastructure [1, 2]. Systematic monitoring allows to evaluate the current state of the infestation as well as the effectiveness of strategies to counter the infestation. "Benthic Imaging Systems" (BIS) are used to capture lake bed images to monitor the spread of invasive mussels by area covered.

The current standard operating procedures (SOP) require manual image evaluation with tools like Adobe Photoshop. This is not only costly but also requires significant amounts of time per evaluated image [3]. Additionally, this approach is prone to subjectivity in monitoring.

This motivates our core research question: "How can we evaluate BIS image data more efficiently while ensuring consistent and comparable output?"

It is therefore our objective to develop a more efficient monitoring solution, leveraging capabilities of current, openly accessible image segmentation models and the creation of an integrated software system that ensures consistent output.

Using an iterative prototyping approach, insights from ongoing exchanges with eawag [4, 6] and the feedback from users testing intermediary prototypes continuously informed development.

The initial software prototype delivers promising results, based on FAIR's SAM2 model [5]. It assists users in the detection of mussel-covered areas within a given BIS lake bed capture and allows them to manually refine these detections. For the processing of larger sets of such images, a single csv file is produced, capturing relevant data in a structured format conforming with existing monitoring data.

When using the current SOP for evaluation, the time required to process one image ranges between 2-16 hours of work [6]. With the same person using the prototype for evaluation, this time can be cut down to at most 10 minutes per image, already resulting in a performance gain of 1100% to 9500%.

In upcoming future work, fine-tuning of the existing model will be in focus. From this we expect an additional increase in monitoring efficiency.

(Detailed references available upon request.)

Session S05

Süßwasserfische, Fischerei und Aquakultur im Anthropozän / Freshwater fish, fisheries and aquaculture in the Anthropocene

Nährstoffrückhaltung von Karpfenteichen und deren Wirkung im Gewässersystem

Philipp Czapla; Sven Matern; Michael Pietrock; Uwe Brämick

Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow

Karpfenteiche besitzen ein hohes natürliches Potential zur Speicherung von Pflanzennährstoffen wie Phosphor, welche auf verschiedenen Pfaden wie dem Zulaufwasser, dem Niederschlag, aber auch durch die fischereiliche Bewirtschaftung in den Teich gelangen. Zwei Jahrzehnte zurückliegende Studien aus verschiedenen Teichgebieten zeigten, dass Teiche auch bei Bewirtschaftungsintensitäten $> 1.000 \text{ kg/ha}$ Ertrag als Nährstoffsенke wirken können. Inzwischen haben sich wesentliche Rahmenbedingungen verändert, sowohl in den Bewirtschaftungsformen, aber auch in den Einzugsgebieten und in den Teichen selbst. Um die momentane Nährstoffbilanz bewirtschafteter Karpfenteiche abzuschätzen, haben wir in 27 Karpfenteichen der Lausitz untersucht, inwiefern das natürliche Retentionspotential von der Bewirtschaftungsintensität abhängt. Der Karpfenertrag der Untersuchungsteiche lag zwischen 0 und 650 kg/ha. Es zeigt sich, dass die so eingebrachten Frachten an Phosphor im Teich gebunden und umgesetzt, aber nicht in die Vorflut und damit in die unterliegenden Oberflächengewässer abgegeben werden. Im Gegenteil: Bei allen von uns untersuchten Bewirtschaftungsintensitäten waren die Nährstofffrachten über eine Aufzuchtssaison im Ablaufwasser der Teiche geringer als im Zulaufwasser. Das bedeutet, dass Karpfenteiche über die bewirtschaftungsbedingten Einträge hinaus weiterhin dem Gewässersystem Phosphor entziehen und somit auch aktuell als Nährstofffallen in Oberflächengewässersystemen wirken.

Development and application of eDNA-based methods for assessing the genetic fragmentation of fish populations in federal waterways (FraGen)

Shaolin Xu; Sascha Krennek; David Nijssen; Saskia Schmidt; Nicole Scheifhacken

Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Dams, weirs, and other hydraulic structures fragment rivers, driving biodiversity loss in freshwater ecosystems. By restricting fish migration, these barriers reduce gene flow, increase genetic isolation, and compromise long-term population resilience. While fishways are commonly installed to restore connectivity, their effectiveness is typically assessed using telemetry or capture-based surveys, which provide limited insight into genetic exchange. Although traditional tissue-based genetic studies can fill this gap, they are invasive, costly, and impractical for large-scale monitoring. Our project (FraGen) aims to develop and validate a non-invasive environmental DNA (eDNA)-based framework for assessing the genetic diversity and population fragmentation of indigenous key fish species in German federal waterways.

This poster presents the conceptual design and methodological framework of the project, which comprises five integrated work packages. First, target species were selected based on their ecological relevance, genetic tractability, and suitability for controlled trials. Second, optimal genetic markers (mitochondrial DNA, microsatellites, and SNPs) will be identified and validated for eDNA-based population genetics using tissue-derived reference datasets. Third, controlled experiments with artificial fish populations of known genetic composition will determine whether eDNA accurately captures genetic variation under varying conditions (species, density, age class, exposure time, and suspended solids). Fourth, the method will be field-validated by comparing parallel eDNA and tissue samples from both free-flowing and dam-regulated river sections. Finally, observed genetic patterns will be correlated with historical fragmentation data for quantifying ecological connectivity.

Upon implementation, FraGen will provide a scalable framework for evaluating fish passage, monitoring genetic recovery, and supporting evidence-based waterway management. By presenting the project at this early stage, we aim to discuss our methodological approach and foster exchange on the application of eDNA-based population genetics in freshwater conservation.

Session S07

Plastik und assoziierte Chemikalien in Binnengewässern / Plastics and associated chemicals in inland waters

Disentangling particle-related and chemical effects in microplastics and other particulate pollutants

Katrin Wendt-Potthoff¹; Patrick Aurich¹; Julia R. Geppert²; Martin G.J. Löder²; Christian La-forsch²; Sebastian Höss³

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ; ² Bayreuth University; ³ ECOSSA

Microplastic and other anthropogenic particles can affect aquatic organisms in different ways, such as dilution of food, change of habitat properties, or chemical effects triggering various behavioral or life-cycle reactions. These effects can occur in combination and are mostly not easy to separate. Specifically prepared polymers with or without known additives and carefully selected reference and control particles for defined particulate pollutants can help to disentangle particle-based physical and chemical effects. As a first step, physical properties of particles were comprehensively characterized, in order to identify specific control particles for testing the toxicity of known or suspected particulate pollutants. We also screened a large selection of potential control particles and known pollutants for their effects on the metabolic activity of bacteria and the reproduction of nematodes. Test organisms associated with natural habitats rich in particulate matter were chosen to obtain realistic results, namely the soil bacterium *Arthrobacter globiformis* and the nematode *Caenorhabditis elegans*. In many of the dose-response assays both organisms reacted similarly to the particles, but some important differences were seen. In general, nematode reproduction reacted more sensitive than bacterial activity, and bacteria were even stimulated by some of the particles. This was especially true for some waxes which may serve as control particles for microplastic. Particles known as pollutants caused inhibition, with the exception that tire wear was only toxic for *Arthrobacter*. In contrast, some natural materials such as pollen and spider silk were surprisingly inhibitory for nematode reproduction, but not for bacterial metabolism. This work highlights the need for well-characterized reference and control particles to improve the mechanistic interpretation and ecological relevance of particulate pollutant assessments.

Session S08

Nutzung von Gewässern zur Gewinnung erneuerbarer Energien / Use of surface waters for renewable energy production

Auswirkungen schwimmender Photovoltaikanlagen auf planktische Lebensgemeinschaften am Beispiel einer Kiesgrube am Niederrhein

Ramona Winkens; Eva-Maria Teggers; Monika Hammers-Wirtz; Tido Strauss

gaiaac – Forschungsinstitut für Ökosystemanalyse und -bewertung e.V.

Im Zusammenhang mit schwimmenden Photovoltaikanlagen wird angenommen, dass diese durch Beschattung sowie veränderte Windexposition einen Einfluss auf das Temperatur- und Schichtungsverhalten in stehenden Gewässern haben können und damit einhergehend zentrale Umweltbedingungen lokal verändern. Derartige Veränderungen können sich insbesondere auf planktonische Lebensgemeinschaften auswirken, da das Phytoplankton auf der einen Seite direkt von der Lichtverfügbarkeit und Nährstoffdynamik abhängt und das Zooplankton auf der anderen Seite eng mit der Entwicklung des Phytoplanktons sowie weiteren abiotischen Rahmenbedingungen verknüpft ist.

Das Forschungsinstitut gaiaac führt im mehrjährigen Projekt SPUers eine Umweltfolgenabschätzung schwimmender Photovoltaikanlagen (Floating PV) in einer Kiesgrube am Niederrhein (NRW) durch. Der Fokus des Monitorings liegt auf der vergleichenden Untersuchung von physiko-chemischen Parametern und Nährstoffkonzentrationen sowie ihrer vertikalen Gradienten an beschatteten und unbeschatteten Stellen im Kiessee, auf der Erfassung von Phyto- und Zooplankton sowie deren möglicher Reaktion auf die durch schwimmende PV-Anlagen veränderten Standortbedingungen. Ergänzend werden meteorologische Begleitparameter über und unter der schwimmenden PV-Anlage erhoben sowie Lichtverhältnisse im See gemessen, um beobachtete Veränderungen der Planktongemeinschaften ökologisch einordnen zu können.

Die mehrheitlich im Jahr 2025 gewonnenen Daten tragen dazu bei, die ökologischen Auswirkungen schwimmender PV-Anlagen auf planktische Lebensgemeinschaften besser quantifizieren zu können. Zugleich bilden sie eine Grundlage für die Entwicklung eines computergestützten Prognosetools, mit dem potenzielle Umweltauswirkungen schwimmender PV-Anlagen auf Gewässerbiozönosen künftig bewertet werden können. Das Poster stellt das Monitoringkonzept vor und ordnet erste Erkenntnisse zu möglichen Veränderungen von Phyto- und Zooplankton unter dem Einfluss schwimmender PV-Anlagen ein.

Session S09

Kleine Standgewässer im Fokus: Schutz, Wiederherstellung und Neuanlage – Aktuelle Trends in Praxis und Forschung / Small standing water bodies in focus: Protection, restoration and creation – current trends in practice and research

Pesticide Occurrence in Small Agricultural Kettle Holes: Evidence from Multi-Year Monitoring

Marlen Heinz¹; Kathrin Fisch; Karin Meinikmann²; Stefan Lorenz

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

Small depressional wetlands (kettle holes) occur at high densities throughout the agricultural landscapes of Northeastern Germany. These ecosystems provide important habitats for diverse aquatic communities and contribute significantly to regional water, carbon, and nutrient cycling. However, because the majority of kettle holes are located within or in close proximity to cultivated land, they are frequently exposed to elevated inputs of nutrients and plant protection products originating from agricultural activities. Plant protection products may enter kettle holes through multiple transport pathways. We investigated which influence hydroperiods and inflow of shallow groundwater have on pesticide dynamics in surface waters across seasons. Eleven kettle holes were monitored at monthly intervals over observation periods ranging from three to six years. Surface water samples were collected from all study sites. Additionally, five kettle holes were equipped with piezometers adjacent to the shoreline to enable sampling of shallow groundwater at a depth of 2.5 m below ground surface. Samples were analyzed using LC-MS/MS and GC-MS/MS for up to 135 different active substances, including 30 metabolites. The investigated water bodies were distributed across five study areas within a maximum distance of 12 km. These areas represented contrasting land-use and management regimes, including one extensively managed pasture without documented pesticide applications, two arable farming sites with regular pesticide use, and one site where no pesticide applications had occurred for at least five years prior to the study period following the conversion of the agricultural system to organic farming. This provided an opportunity to investigate the fate of residues in the water bodies associated with former pesticide applications.

Session S10

Ästuarie – einzigartige Ökosysteme unter dem Einfluss vielfältiger Stressoren / Estuaries – unique ecosystems under the influence of multiple stressors

Long-Term Water Quality Development in Southern Baltic Lagoon: A Case Study in West Rügen Bodden

Amelia Agranovich¹; Gerald Schernewski²; René Friedland¹; Anju Malliserry¹; Thomas Neumann¹; Juan I. Vizzo¹; Mario von Weber²; Miriam von Thenen¹

¹Leibniz-Institute for Baltic Sea Research, Rostock-Warnemünde; ²Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern - LUNG

Coastal lagoons in the Baltic Sea are suffering from long-term eutrophication, leading to reduced macrophyte coverage, seasonal hypoxia, and harmful algal blooms (HABs), with many failing to meet the good ecological status required by the Water Framework Directive (WFD). Using an over three-decade long dataset of three monitoring stations from 1986 through 2022, we examine the seasonal and decadal changes in water quality of the West Rügen Bodden (WRB), a large brackish lagoon thus far not addressed in international literature, located west of the German island Rügen. This dataset was compared to depth-matched output from the 3D-ecosystem Ecological Regional Ocean Model (ERGOM), run at a daily 200 m horizontal grid resolution. We assess whether water quality is driven by local nutrient emissions or exchange with the open Baltic Sea, and examine evidence for a possible regime shift and the role of climate change. Although Dissolved Inorganic Nitrogen (DIN) and Dissolved Inorganic Phosphorus (DIP) have largely decreased since the 1980s, water quality remains poor, with Chlorophyll-a levels during the months of May through September persistently indicating poor ecological status under WFD classification at all three stations. Mean oxygen levels at one meter above the sediment have also declined during summer months, approaching but not yet reaching the indicator threshold for hypoxia. These findings raise questions about whether external nutrient load reductions have been sufficient for ecosystem recovery, and whether current WFD and EU Nature Restoration Regulation targets remain appropriate.

Oxygen depletion and internal eutrophication in Baltic estuaries over decades – an underestimated problem

Sarah Piehl¹; Thomas Neumann¹; Lloyd Reese¹; Gerald Schernewski¹; Amelia Agranovich¹; René Friedland¹; Maria Schneider¹; Mario von Weber²

¹ Leibniz-Institute for Baltic Sea Research, Rostock-Warnemünde; ² Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern - LUNG

Oxygen is a key indicator for assessing the ecological condition of coastal waters, yet current monitoring programs often fail to adequately capture the occurrence and impact of hypoxia, anoxia, and their consequences. In this study, we combine long-term observational data with a 3D ecosystem model and use summer peaks of inorganic phosphorus concentrations as a proxy for anoxic events and subsequent sedimentary phosphorus release. This approach allows us to assess the duration, spatial extent, and ecological impacts of oxygen depletion in the Oder/Szczecin Lagoon, located in the southern Baltic Sea. Mass mortality events of aquatic organisms have been observed in the lagoon, and the model indicates that anoxic conditions frequently occur at a large scale directly above the sediment. However, these events are not captured in standard oxygen measurements, sampling one meter above the sediment. We suggest a site-specific precautionary value for hypoxia of 8 mg O₂/l, when measurements are limited to one meter above the sediment. Daily and hourly maximum wind speeds can serve as site-specific proxies for oxygen depletion, reflecting changes in water mixing depth and indicating periods of stagnation above the sediment. Altogether hypoxia is still an underestimated problem and modified monitoring and assessment strategies are required and suggested. Anoxic phosphorus release from sediments can result in internal phosphorus loads of up to 1,000 tons per month, significantly exceeding all other external phosphorus inputs to the lagoon. The phosphorus concentration peaks do not permit detailed quantification of these anoxic processes and do not appear to have ecological consequences within the lagoon itself. However, it alters the seasonal pattern of nutrient loading and contributes additional phosphorus to the coastal Baltic Sea during the ecologically critical summer months. Over recent decades, both anoxia and internal eutrophication in the lagoon have shown a declining trend, coinciding with reductions in external nutrient inputs from riverine sources. New results from the Warnow Estuary will be shown as well.

Greenhouse gas dynamics along the river-to-marsh continuum: insights from slurry incubations in the Elbe estuary

Juliane Lenz¹; Tina Sanders²; Lars Kutzbach¹; Kirstin Dähnke²

¹ Universität Hamburg; ² Helmholtz-Zentrum Hereon

Tidal marshes are key components of estuarine systems, contributing significantly to coastal carbon and nitrogen cycling and acting as both sources and sinks of methane (CH_4), carbon dioxide (CO_2), and nitrous oxide (N_2O). Situated at the land–sea interface, they experience strong environmental gradients yet controls on greenhouse gas fluxes remain poorly understood. In particular, it remains unclear how redox dynamics and marsh vegetation zonation interact to shape greenhouse gas production and consumption along the river-to-marsh continuum.

We investigated CH_4 , CO_2 and N_2O fluxes along a transect from tidal river sediments to the vegetated marsh to disentangle factors that shape greenhouse gas fluxes. In spring and summer 2025, we collected soil samples along a transect from the river to low marsh in a brackish marsh in the Elbe estuary. We assessed potential greenhouse gas production and uptake rates in slurry incubations.

Preliminary results show greenhouse gas production and uptake rates are strongly gas-specific but generally increase from river sediments towards the vegetated marsh. Redox conditions strongly influenced these patterns. Under oxic conditions, CO_2 production increases towards the vegetated marsh, whereas CH_4 is mainly consumed. N_2O turnover is controlled by local hotspots of production and consumption. Under anoxic conditions, CO_2 production decreases, while CH_4 production strongly increases. This pattern is particularly evident in the low marsh. N_2O is mainly consumed, indicating distinct redox controls on carbon and nitrogen cycling.

Overall, we find that greenhouse gas turnover is lower in river sediments due to substrate limitation and hydrological constraints, but increases with elevation and soil complexity, peaking in low marsh soils as plant roots influence redox dynamics. The strong redox sensitivity of greenhouse gas dynamics across all zones highlights the vulnerability of estuarine ecosystems where even small shifts in hydrology, land-use, and vegetation may substantially alter the greenhouse gas balance and change greenhouse gas emission patterns.

Release of arsenic during anoxic-to-oxic transition in flushing field sediments

Vishnu Rao Thoniparambil Brahmananada Rao¹; Emily Kaffine¹; Jan Kamp²; Joana Thiel²; Sascha Krennek²; Jens Hahn²; Jutta Meier¹

¹ Universität Koblenz; ² Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Sediments dredged from coastal and estuarine waterways and harbors at the Baltic Sea, Germany, are deposited on land in so-called flushing fields. They are strongly reducing and their high content of organic matter and richness of N- and P-nutrients prohibit their re-deposition in the sea. During the flushing event, the sediments are exposed to atmospheric oxygen, causing a transition from anoxic to oxic conditions. Over time, anoxic conditions may reestablish in deeper layers. These redox changes have a major impact on biogeochemical processes and the release of contaminants into the overlying water. Several recent cases indicated an increase of arsenic (As) in the drainage water. Hence, the project FRANCIS was initiated to identify abiotic and biotic factors and processes determining As dynamics in flushing fields.

In the present study, we retrieved sediment sludge directly from the flushing pipe (at the field of Trebbin) and mixed it with basal brackish medium (1:5). Incubations were performed under oxic and anoxic conditions: i) without amendments, ii) with easily degradable organic compounds (glucose or lactate/acetate), and iii) with amorphous Fe(III) (oxyhydr)oxides as natural adsorbent. Triplicate microcosms were incubated at 20°C for six weeks with weekly sampling of the aqueous phase.

Results show that arsenate, As(V), and arsenite, As(III), were the dominant As species under oxic and anoxic conditions, respectively. The highest release of $42.3 \pm 2.8 \mu\text{g/l}$ As(V) was observed in unamended oxic treatments, accompanied by decreasing pH and increasing sulfate, indicating a release of sulfide-bound As by the oxidation of sedimentary sulfides. Under anoxic conditions, As(III) remained at initial levels in unamended treatments ($4.2 \pm 3.0 \mu\text{g/l}$), while lactate/acetate amendments exhibited a slight decrease of As(III) concomitant with a decrease in sulfate. Apparently, sulfate reduction fueled by easily degradable organic compounds caused the formation of sulfides and further immobilization of As. In treatments amended with Fe(III) (oxyhydr)oxides, no dissolved As species were detected under either condition, confirming the effectiveness of Fe minerals as adsorbents for both As(V) and As(III).

In conclusion, arsenic may be released within a few weeks after flushing under oxic conditions, exceeding the allowed limit of $10 \mu\text{g/l}$ in the drainage water in cases where naturally occurring Fe is not sufficient to retain As(V).

Nutrient load reductions, climate change and cold- and heatwaves: Consequences on phytoplankton dynamics in a Baltic estuarine system

Gerald Schernewski^{1,2}; Maria Schneider¹; Thomas Neumann¹; Clara Nuber¹; Mario von Weber³

¹Leibniz-Institute for Baltic Sea Research, Rostock-Warnemünde; ²Marine Research Institute, Klaipeda University, Lithuania; ³Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern - LUNG

The coastal Oder/Szczecin Lagoon is subject to multiple external changes, particularly the reduction of external nutrient loads and the impacts of climate change, including rising temperatures and more frequent heatwaves. By combining monitoring data covering the past 40 years with 3D ecosystem modelling, we assess changes in phytoplankton abundance and diversity across different temporal scales, ranging from long-term trends to the short-term effects. Despite strong reductions in external nutrient loads, neither the average annual phytoplankton biomass nor the long-term species composition changed significantly, although extreme summer blooms appear to have decreased. In summer, cyanobacteria, usually dominated by *Microcystis*, can reach a relative biovolume of up to 90%. Bacillariophyceae (diatoms) contribute up to 72% of the annual relative biovolume and dominate in spring. Both interannual and short-term variability in phytoplankton biomass and composition are pronounced. Heat- and coldwaves show no consistent immediate effects; however, results suggest that cyanobacteria, particularly *Microcystis*, benefit from hot summers. In contrast, diatoms appear less responsive to temperature, although they tend to contribute more in colder years, with distinct shifts in species composition observed between hot and cold springs. Model simulations indicate that a 1.5 °C increase in air temperature would, via elevated water temperatures, raise average monthly phytoplankton biomass by 4% in July and by 9% in August, further promoting cyanobacteria growth.

Consequences of extreme river floods and droughts on a Baltic estuarine system: Combining long-term data with ecosystem model simulations

Gerald Schernewski^{1/2}; René Friedland¹; Thomas Neumann¹; Clara Nuber⁴; Maria Schneider¹

¹Leibniz-Institute for Baltic Sea Research, Rostock-Warnemünde; ²Marine Research Institute, Klaipeda University, Lithuania; ³Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde

We combine 35 years of monitoring data and model simulations to assess the behaviour of the large Oder/ Szczecin lagoon at different temporal and spatial scales. The focus is on floods and droughts of the Oder/ Odra River. These events only have a significant effect on the lagoon ecosystem in summer. The major drivers are increased nutrient loads during floods and decreased loads during summer droughts, which tend to increase or decrease primary production in summer, respectively, and affect the loads discharged into the Baltic Sea. Floods appear to favour bottom hypoxia; however, these effects are short-lived and are heavily influenced by internal processes. As the distance to the river mouth increases, internal processes dominate, and the two eastern lagoon (Wielki Zalew) and western part (Kleines Haff) can be regarded as different systems with different phytoplankton diversity and dominant groups. Cyanobacteria, especially *Microcystis*, dominate in summer. Over the past decade, the frequency and intensity of summer river droughts has increased, improving the state of summer water quality in the eastern lagoon, but not in the western lagoon. There are initial signs that phytoplankton communities are adapting to climate warming and reduced summer riverine loads. However, neither ongoing reductions in nutrient loads, nor summer droughts, will enable the light-limited lagoon to reach a non-eutrophic state. Neither nutrient concentrations nor water transparency or chlorophyll-a levels are well suitable for describing the trophic state. Nevertheless, realistic chlorophyll-a targets have been suggested.

Arsen in Spülfeldsedimenten: Mikrobielle Transformation und Freisetzung von Arsen auf Spülfeldern der Ostsee

Joana Thiel¹; Jan Kamp¹; Jutta Meier²; Sascha Krenek¹; Annika Fiskal¹; Jens Hahn¹

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

Bei Unterhaltungsbaggerungen in der Ostsee fallen große Mengen an Sedimenten an, die aufgrund zu hoher Nährstoffkonzentrationen nicht im Gewässer verbracht werden dürfen und stattdessen auf Spülfeldern zur Abtrocknung gelagert werden. Während der Aufspülung können sich die Redox-Verhältnisse grundlegend ändern, was häufig zu einer starken Versauerung und/oder zur Freisetzung von mineralisch gebundenen Schadstoffen wie z. B. Arsen (As) führt. Hierdurch werden die behördlichen Auflagen zum Ablassen des Überstandswassers oftmals nicht erfüllt, sodass das Abtrocknen des auf den Spülfeldern befindlichen Baggerguts auf unbestimmte Zeit verzögert wird. Da die Kapazitäten der Ostsee-Spülfelder zunehmend an ihre Grenzen stoßen, wird dringend ein verbessertes Verständnis der biogeochemischen Prozesse während des Abtrocknens und der Sedimentalterung benötigt, um daraus Handlungsempfehlungen für das Spülfeldmanagement, wie z. B. Remediationsmaßnahmen, abzuleiten.

Im Rahmen des Forschungsprojekts „FRANCIS“ untersucht die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) die Ursachen und Mechanismen der As-Freisetzung und -Speziation in Spülfeldsedimenten. Dafür wurden Sedimentkerne aus im Jahr 2019 aufgespültem Sediment des Spülfelds Drigge (Rügen) entnommen und in vertikalen Abständen von 5 cm beprobt. Die gemessenen As-Konzentrationen in Sediment (0,8–9,7 mg/kg) und Porenwasser (1,4–27,4 µg/L) lagen im Bereich geologischer Hintergrundwerte und deuten auf eine Abnahme gelösten Arsens gegenüber früherer Messungen direkt nach der Aufspülung 2019 (24,7 µg/L) hin. ICP-MS/MS-Analysen zeigen, dass freies As fast ausschließlich in oxidiert Form als As(V) vorliegt. In Kombination mit Mikrosensor-Messungen von pH, O₂ und Redoxpotential konnte in den anoxischen Sedimenten (O₂ = 0–4 µmol/L) eine mit dem pH-Wert negativ korrelierte Abnahme der As(V)-Konzentration mit zunehmender Sedimenttiefe festgestellt werden. Dies könnte auf eine Sulfatreduktion und sulfidische Bindung von As(V) an Eisen-Schwefel-Mineralien hindeuten. Mittels PCR konnten sowohl funktionelle Gene der Sulfatreduktion, als auch der mikrobiellen Arsen-Transformation vor allem in den tieferen Sedimentschichten nachgewiesen werden. Quantitative PCR-Assays für relevante funktionelle Gene sowie Metabarcoding-Analysen der bakteriellen Gemeinschaften sollen dazu beitragen, ein umfassenderes Verständnis für die potentielle Rolle mikrobieller Prozesse bei der Arsen-Speziation und -Freisetzung in Spülfeldsedimenten zu entwickeln.

Session S11

Auen in Forschung und Praxis / Floodplains in research and practice

Low Cost Renaturierung im Ehrenamt am Beispiel der Diemel

Jens Elgehausen¹; René Sahn²; Andreas Schwarzer¹

¹ Planungsnetzwerk für nachhaltige Regionalentwicklung e.V.; ² Universität Kassel

Trotz großer Anstrengungen und vieler kostenintensiver Maßnahmenumsetzungen scheint die Erreichung der Ziele der EU-WRRRL in weiter Ferne. Oftmals ist dies vor allem auf hydromorphologische Defizite zurückzuführen, so auch an der Diemel, ein 110,5 Kilometer langer Zufluss der Weser. Diese Studie soll aufzeigen, wie mit geringen finanziellen Mitteln und auf Initiative des bewirtschaftenden Vereins („low-budget/bottom-up“ Ansatz) eine naturnahe Gewässerentwicklung zum Erfolg führen kann. Die Gesamtkosten von ca. 140.000 € für 1,5 km Gewässerstrecke an der Diemel belegen, dass eine ökologische Aufwertung nicht an hohe Budgets gebunden sein muss. Getragen vom Wasserverband Diemel Marsberg (mit 80% Förderung durch die Bezirksregierung Arnsberg, NRW) und seit 2018 initiiert und organisiert durch planar e.V., sowie weiteren Partnern vor Ort, steht die Maßnahme für gelebte Bürgerbeteiligung. Weiterhin verbindet das Projekt praktischen Gewässerschutz mit wissenschaftlicher Begleitung durch die Universität Kassel.

Die Umsetzung der Renaturierung war konzentrierte sich auf die Umlenkung in neu profilierte Gerinne mit punktueller Verplombung des Altlaufs, wobei sämtliches Aushubmaterial vor Ort verblieb. Durch grobe Vorstrukturierung, Totholzeinbau und Anlage von Pool-Riffle-Sequenzen wurde die eigendynamische Entwicklung initiiert. Ein iterativer Prozess mit wiederholten, gezielten Kleinsteingriffen ermöglichte herausragende ökologische Verbesserungen bei sehr niedrigen Kosten. Die Wirkung der Renaturierung konnte bereits nach kurzer Zeit nachgewiesen werden. Ein Monitoring von insbesondere der Gewässerstruktur und der Fischfauna nach dem BACI-Design dokumentiert die positive Entwicklung. Die Ergebnisse zeigen eine mehr als verdoppelte Gewässeroberfläche mit neuer Strukturvielfalt und einer deutlichen Verbesserung des Habitatindexes. Weiterhin konnte eine schnelle Besiedlung durch Fisch-Leitarten mit Reproduktionsnachweis (u.a. Äsche und Elritze) bei gleichzeitig verbessertem Hochwasserrückhalt beobachtet werden.

Eine Besonderheit der Maßnahme ist, dass diese von engagierten Privatpersonen initiiert wurde und zeigt, wie gesellschaftliches Engagement Renaturierungen erfolgreich vorantreiben und umsetzen kann. Für den innovativen Ansatz wurde unser Projekt bereits mehrfach prämiert. Es soll engagierten Bürgern und Gewässerentwicklungsplaner helfen ähnliche Projekt zu initiieren.

Zukunftsfähige Auen gestalten lernen – Wissen in Handlung übersetzen

Franziska Wenskus¹; Joselyn Veronica Arreaga Espin²; Nicolas Grondard³; Daniel Hering¹; Silke-Silvia Michelitsch²; Anders Nielsen⁴; Josselin Rouillard⁵; Dennis Trolle⁴; Astrid Schmidt-Kloiber²

¹ Universität Duisburg-Essen; ² Universität für Bodenkultur Wien - Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement (IHG); ³ Wageningen University & Research; ⁴ WaterITech; ⁵ Ecologic Institut gemeinnützige GmbH

Die derzeitigen Instrumente für Ökosystem- und Renaturierungsmanager:innen reichen nicht aus, um die umfassende Wiederherstellung europäischer Ökosysteme zu erreichen. Eine wirksame Renaturierung erfordert grundlegende Veränderungen in der Landnutzungspolitik und -praxis, eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen Ökosystemmanager:innen und Landnutzer:innen, innovative Planung, neue Finanzierungsstrategien, neue Technologien sowie transparente, systematische Methoden zur Überwachung und Bewertung der Fortschritte bei der Renaturierung. Eine wirksame Wiederherstellung hängt von einer soliden Kommunikation zwischen Ökosystemmanager:innen, Praktiker:innen, Landnutzenden und der breiten Öffentlichkeit ab. Oft besteht jedoch eine Kluft zwischen den neuesten Forschungsergebnissen und deren Anwendung in der Praxis sowie eine mangelhafte Kommunikation der praktischen Bedürfnisse von den Praktiker:innen an die Forscher:innen.

Das Projekt FLOODTRAIN überbrückt diese Kluft und untersucht zentrale Fragen wie: Wie können wissenschaftliche Erkenntnisse zur Auenrenaturierung für Praktiker:innen nutzbar gemacht werden? Welche Schulungsstrukturen und -instrumente sind am wirksamsten, um die Kluft zwischen Wissenschaft und Praxis zu überbrücken? Wie kann die gemeinsame Gestaltung mit und durch Nutzende die Relevanz und Akzeptanz von Leitlinien und Strategien zur Renaturierung verbessern?

Im Mittelpunkt des Projekts steht die Erstellung von neun e-Learning-Modulen, bestehend aus Lehrvideos, Webinaren und Lesematerialien. Es stützt sich auf bereits vorhandene Erkenntnisse zur Renaturierung von Auen und generiert gleichzeitig neue wissenschaftliche Ergebnisse.

Um die Lernmodule in ihrem Inhalt und ihrer Gestaltung an die Bedürfnisse der Nutzenden anzupassen, arbeiten wir eng mit Stakeholdergruppen und Testpersonen zusammen und laden alle Interessierten ein, Teil dieser projektbegleitenden Gemeinschaft zu werden.

Session S12

Wie können belastete Flüsse fit für Klimawandel werden? Ergebnisse und Empfehlungen von der Oder / How can polluted rivers be made fit for climate change? Findings and recommendations from the Oder

Auf dem trockenen? – Biologisches Klimafolgen-Monitoring in den Einzugsgebieten von Emscher und Lippe

Sonja Heldt¹; Emily Richter²; Alexandra Heinrich¹; Thomas Korte¹; Thorsten Mietzel³; Florian Leischner³; Nadine Gerner¹

¹ Emschergenossenschaft / Lippeverband; ² Universität Münster; ³ Universität Duisburg-Essen, Fachgebiet Siedlungswasser- und Abfallwirtschaft

Klimawandel und anthropogene Eingriffe in den Wasserhaushalt führen zunehmend zu hydrologischen Extremsituationen in Fließgewässern. Steigende Temperaturen und veränderte Niederschlagsmuster fördern längere Trockenperioden, sinkende Wasserspeicher und eine verringerte Wasserverfügbarkeit (UBA 2024). Die Trockensommer 2018, 2019, 2020, 2022 und 2025 haben extremes Niedrigwasser und Austrocknung von Oberflächengewässern ins Bewusstsein der Wasserwirtschaft gerückt. Besonders in kleinen Gewässern in urbanen sowie landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten treten vermehrt Niedrigwasserphasen bis hin zum vollständigen Trockenfall auf. Diese Prozesse verändern Habitatstrukturen, beeinflussen biogeochemische Stoffumsätze und reduzieren die Resilienz aquatischer Lebensgemeinschaften (Bohoki et al. 2024, Soria et al. 2017).

Um das Risiko ökologischer Schäden durch Niedrigwasser und Trockenfall im Emscher- und Lippe-Einzugsgebiet besser abschätzen zu können wurde, seit 2023 im Rahmen des des EGLV-Dürremanagements an insgesamt 14 Untersuchungsstellen ein biologisches Klimafolge-Monitoring etabliert. Ziel ist die Identifikation von Wirkzusammenhängen und ökologischen Folgen, durch die kontinuierliche Erhebung biologischer Frühindikatoren. An allen Messstellen wird seit 2023 jährlich im Frühjahr das Makrozoobenthos gemäß den Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie untersucht. Ergänzend erfolgt quartalsweise die Erfassung allgemeiner chemisch-physikalischer Parameter (ACP). Die Auswertung der Daten aus den ersten drei Untersuchungsjahren (2023 bis 2025) ermöglicht bereits eine differenzierte Bewertung der Auswirkung von klimatischen Extremereignissen auf die Zusammensetzung der aquatischen Lebensgemeinschaften vor dem Hintergrund verschiedener Standortbedingungen. Zur kontinuierlichen Dokumentation der Umweltbedingungen sind die Standorte seit 2025 mit NB-IoT-Sensoren ausgestattet, die elektrische Leitfähigkeit, Wassertemperatur und gelösten Sauerstoff messen. Die Sensorik ermöglicht eine verlässliche und zeitlich hochaufgelöste Detektion von Niedrigwasser- und Trockenfallereignissen sowie die Erfassung zentraler abiotischer Wirkungsgrößen und stellt dadurch wichtige Informationen zur Interpretation der Ergebnisse des Makrozoobenthos-Monitorings bereit.

Habitatvielfalt und Vogelmgemeinschaften der Oderauen zwischen Eisenhüttenstadt und Küstrin

Lena Feldhaus¹; Kathrin Januschke

¹ Universität Duisburg-Essen, Fakultät für Biologie

Auen sind ökologisch bedeutsame Lebensräume mit hoher Biodiversität und wichtigen Ökosystemfunktionen. In Deutschland gelten jedoch rund 70 % der Auen als anthropogen verändert und degradiert. Für die Oderauen fehlen Grundlagen, um die Auswirkungen von Umweltveränderungen auf die Lebensgemeinschaften zu beurteilen. Dies betrifft auch etwaige Wirkungen der Oderkatastrophe, die sich z. B. durch Veränderungen der Nahrungsnetze auf Lebensgemeinschaften der Auen auswirken könnten. Vor diesem Hintergrund wurde im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) im Rahmen des Oder~SO-Projektes der Zustand ausgewählter Auenflächen in Brandenburg mit dem biozönotischen Bewertungsverfahren BioAu untersucht. Dabei wurde u.a. der Einfluss der Habitatvielfalt und des Vorkommens auenspezifischer Habitate auf die Artengruppe Vögel betrachtet.

In fünf Auengebieten á je vier Hektar, die sich in ihrer Habitatvielfalt und -ausstattung unterschieden, erfolgten im Jahr 2025 an je sechs Terminen Punkt-Stopp-Zählungen zur Erfassung der Avifauna. Insgesamt wurden 97 Vogelarten und 184 Brutreviere erfasst. Die Anzahl Arten und Brutreviere stieg mit zunehmendem Grad an Habitatvielfalt. Während die habitatreichste Fläche Lossow durch einen hohen Waldanteil und Röhricht sowie von typischen Auwaldarten wie Kleiber und Kleinspecht geprägt ist, dominieren in Lebus Grünlandbereiche und typische Offenlandarten wie der Kiebitz und die Feldlerche. Der strukturreiche Wald in Lossow bietet zudem günstige Brutbedingungen für anspruchsvolle Arten wie Schwarzspecht, Trauerschnäpper und Kleinspecht. Die Grünland-dominierte Fläche Lebus wies dagegen die geringste Zahl an Brutrevieren auf, bietet jedoch wichtige Nahrungsflächen für Arten wie den Weißstorch, den Kranich und den Graureiher. Insgesamt zeigte sich, dass die teils nur kleinräumig vorhandenen Stillgewässer, Röhrichte und Weichholzauwälder eine hohe Bedeutung für wertgebende Röhrichtarten wie Drosselrohrsänger, Teichrohrsänger und Rohrammer sowie gefährdete Arten wie den Fischadler und den Zwergtaucher haben. Die Ergebnisse verdeutlichen insgesamt die hohe Bedeutung strukturreicher und dynamischer Auenlandschaften für die Vogelmvielfalt.

Session S14

Interdisziplinäre Konzepte für Frühwarnsysteme zum Gewässerschutz / Interdisciplinary concepts for early warning systems in water protection

Thermal stratification, diatom–cyanobacteria competition, and bloom risk in a drinking-water reservoir: towards a compound geochemical early warning condition (Wahnbach Reservoir , DIWA project)

Ilhem Ben Maiz¹; Lena Heinrich¹; Gabriele Packroff²; Elisabeth Eiche³; Jonas Bauer³; Stefan Norra¹

¹ University Potsdam - Institute of Environmental Science and Geography; ² Wahnachtalsperrenverband (WTV), Siegburg; ³ Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

In drinking-water reservoirs in temperate climates, thermal stratification limits vertical chemical exchanges between epilimnion and hypolimnion, posing a growing challenge to water quality and ecosystem balance. By depleting surface Si and promoting upward P diffusion from anoxic sediments, stratification disadvantages diatoms, the PUFA-rich keystones sustaining zooplankton and fish, while creating conditions favourable to PUFA-deficient, toxin-producing cyanobacteria. We investigate whether these stratification-driven conditions consistently drive cyanobacterial dominance, and whether turbidity can serve as a real-time indicator for bloom risks.

Vertical profiles were collected at the Wahnbach Reservoir (NRW, ~40 m) between October 2024 and September 2025 through physicochemical probe measurements (temperature, O₂, pH, turbidity, conductivity), fluorescence-based phytoplankton profiling (chlorophyll-a and cyanobacteria concentration), and dissolved element analysis (ICP-OES/MS/IC) including Mn as a tracer of hypolimnetic anoxia at dam-face and transect sites (mid-reservoir, inflow).

Results from vertical profiling confirm low epilimnetic Si levels (below 0.5 mg/L), consistent with hypolimnetic trapping under stratification, which halts diatom frustule synthesis and causes passive sinking. Elevated P diffusing upward from anoxic sediments lowered N/P below Redfield ratio, creating conditions that favour cyanobacteria over Si-limited diatoms. Cyanobacteria thrive under such P-enriched, low-N/P conditions by storing excess P and fixing N₂, and exploit gas-vesicle buoyancy to position themselves at the lower metalimnion (8–15 m), where they access light from above and nutrients from below, a niche unreachable for passive-sinking diatoms. Dissolved Mn concentrations reached 295–473 µg/L below 30 m depth (10× TrinkwV), confirming sustained hypolimnetic anoxia. Turbidity correlated strongly with cyanobacteria concentration in the hypolimnion ($r = 0.64\text{--}0.85$) but inversely in the metalimnion during bloom onset ($r = -0.75$), confirming zone-dependent reliability as a real-time indicator.

These findings suggest that thermal stratification consistently generates compound conditions favouring cyanobacterial dominance, with potential consequences for trophic balance and drinking-water safety. Whether this translates into a critical biodiversity shift from diatoms to cyanobacteria remains open, pending microscopy for taxa-specific identification and cell counting.

Session S15

Ökologische Modellierung in Süßwasserökosystemen / Ecological modelling in freshwater ecosystems

A practical guide for spatial freshwater biodiversity analyses: data handling, connectivity and modelling species distributions

Afroditi Grigoropoulou¹; Leonidas Vardakas²; Jaime Garcia Marquez¹; Merret Buurman¹; Alejandra Correa-Bedoya¹; Yusdiel Torres Cambas¹; Thomas Tomiczek¹; Vanessa Bremerich¹; Nikolaos Koutsikos²; Lucas Abbadi Ebling¹; Kristi Bego¹; Marlene Schürz³; Sami Domisch¹

¹ IGB; ² HCMR; ³ BOKU

Spatial biodiversity analyses in the freshwater realm are often challenged by the complex dendritic structure of river networks, the need to address connectivity between species observations, and the computational burden of processing large-scale hydrographic datasets. These barriers frequently limit the scope and accessibility of freshwater conservation science.

We present a generic and end-to-end workflow for assessing freshwater fish distributions and connectivity, designed to lower these barriers for researchers and conservation practitioners alike. The workflow integrates data acquisition, quality control, network-based spatial referencing, connectivity assessment, species distribution modeling, and conservation prioritization into a seamless and modular pipeline. We show how data- and resource-hungry extractions can be computed remotely via server-side processing, eliminating the need for high-performance local infrastructure or advanced GIS expertise, and making rigorous freshwater biodiversity analysis accessible to a broad user community.

The workflow is delivered as a flexible vignette in which individual modules can be chained and customized for any target region or species assemblage, supporting applications ranging from biogeographic analyses to conservation planning. This approach is readily adaptable to different study areas, supporting reproducible spatial freshwater analyses and offering a practical foundation for conservation prioritization efforts.

Historische und heutige Nährstoffeinträge in deutschen Oberflächengewässern – ein modellbasierter Vergleich

Karoline Morling¹; Stephan Fuchs¹; Andreas Gericke²

¹ Karlsruher Institut für Technologie (KIT); ² Umweltbundesamt (UBA)

Die Bewertung des Zustandes von Küsten- und Übergangsgewässern erfolgt unter Nutzung von Referenzbedingungen, wofür historische Zeiträume herangezogen werden. Ziel dieser Studie ist der Vergleich der Einträge von Gesamtstickstoff (TN) und Gesamtposphor (TP) für ein historisches Szenario um 1880 und ein aktuelles Szenario für den Zeitraum 2016-2018 für das heutige Bundesgebiet von Deutschland. Für die Modellierung beider Szenarien wurde das Modell MoRE verwendet, das Stoffeinträge in Oberflächengewässer über verschiedene diffuse Eintragspfade (z.B. Erosion, Grundwasser) und Punktquellen (z.B. Kläranlagen) abbildet. Für die Modellierung der Abflusskomponenten wurde das Wasserhaushaltsmodell LARSIM-ME verwendet. Beide Modelle wurden mit Abfluss- und Gütedaten validiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die spezifischen TN-Einträge landesweit von 5,77 kg N/(ha a) auf 12,66 kg N/(ha a) mehr als verdoppelt haben, während die TP-Einträge von 0,14 kg P/(ha a) auf 0,41 kg P/(ha a) fast dreifach angestiegen sind. Durch die Intensivierung der Landwirtschaft werden heute weniger Ackerflächen bewirtschaftet, aber bedeutend mehr Stickstoff über landwirtschaftlich geprägte diffuse Pfade in die Gewässer eingetragen. Die starke Urbanisierung sorgte dafür, dass heute rund 15 % des Gesamtabflusses aus (gereinigtem) Abwasser besteht. Kläranlagen und Kanalisationssysteme stellen heute die Hauptquellen für TP-Einträge dar.

Für das historische Szenario wurden vereinfachte Modellannahmen getroffen. Die Datenlage erschwert die Validierung. Die Plausibilisierung zeigt, dass die Ergebnisse mit historischen Literaturdaten sowie mit anderen historischen Modellierungsstudien übereinstimmen.

Der Vergleich heutiger und historischer Einträge verdeutlicht anthropogen bedingte Veränderungen der Quellen und des Eintragsgeschehens von Nährstoffen in Gewässersysteme. Die Ergebnisse unterstützen eine kritische Bewertung historischer Referenzzustände für die praktische Umsetzung der Wasserrahmen- und Meeresstrategie-Richtlinie.

Session S16

Von der Überwachung zur Vorhersage: Verknüpfung von Beobachtungen, Modellen und digitalen Werkzeugen in der Limnologie / From monitoring to prediction: linking observations, models and digital tools in limnology

FIPbio: Ein interoperables Datenökosystem zur Verknüpfung von Biodiversitäts-, Umwelt- und Fernerkundungsdaten in Binnengewässern

Vanessa Bremerich¹; Sonja ¹ Jähnig²; Emil Friedrich¹; Astrid Schmidt-Kloiber³

¹ Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB); ² Humboldt-Universität zu Berlin; ³ Universität für Bodenkultur Wien

Forschung, Monitoring und Management der Biodiversität sind zunehmend auf interoperable Dateninfrastrukturen angewiesen, die Taxonomie, Biodiversitätsbeobachtungen, abiotische Probenahmedaten und Fernerkundungsdaten miteinander verknüpfen. Mit der Neuentwicklung des Süßwasser-Biodiversitätsportals FIPbio innerhalb der Freshwater Information Platform (FIP) stellen wir einen Ansatz vor, der Vorkommensdaten, eDNA Daten, abiotische Probenahme- oder Sensordaten sowie satellitengestützte Umweltzeitreihen – darunter Chlorophyll-a-Dynamiken und Landnutzungsänderungen – für Seen und Seeinzugsgebiete, Feuchtgebiete und Flüsse sowie deren Einzugsgebiete in einem integrierten Datenökosystem zusammenführt.

Das erneuerte Portal basiert auf dem Open Source „Biodiversity Information Management System“ (BIMS), das speziell auf Daten aus Süßwassersystemen zugeschnitten ist. Eine zentrale Rolle spielen dabei die globalen taxonomische Referenzlisten des Freshwater Animal Diversity Assessment (FADA), die kontinuierlich über die Plattform FADAtims kuratiert und aktuell gehalten werden. Diese süßwasserspezifischen taxonomischen Checklisten ermöglicht einen umfassenden Überblick über die globale Süßwasserbiodiversität und die Verteilung bereits mobilisierter Vorkommensdaten.

In FIPbio werden Probenahmestellen räumlich mit globalen Umweltkontextdaten für Binnengewässer verknüpft, darunter Flussnetzwerke, Einzugsgebiete, Seen, Feuchtgebiete sowie Land-Wasser-Interfaceklassen. Vorkommensdaten werden automatisiert mit Kontextinformationen annotiert und auf Flussegmente referenziert, wodurch reproduzierbare, süßwasserspezifische Analyse-Workflows auf Basis von Datensätzen wie Hydrography90m ermöglicht werden.

FIPbio verbessert die Auffindbarkeit, Interoperabilität und langfristige Nutzbarkeit von Biodiversitäts- und Monitoringdaten in Binnengewässern und ermöglicht die direkte Analyse von räumlich-zeitlichen Mustern, Untersuchungen von Zeitreihen und Trends oder die Visualisierungen von biologischen und Umweltdaten. Die Plattform unterstützt Aktivitäten zur Datenmobilisierung im Süßwasserbereich, unter anderem im Rahmen des Freshwater Biodiversity Observation Network (FWBON), und trägt zu einer integrierten globalen Informationslandschaft für die Süßwasserbiodiversität bei.

Session S17

Zooplankton im Gewässermonitoring – Wie geht's weiter? / Zooplankton in water monitoring – what's next?

Erstellung einer Bilddatenbank von Zooplankton für die automatische Artenerkennung mithilfe künstlicher Intelligenz: Möglichkeiten und Einschränkungen

Yuliia Hromova¹; Dennis Sidin²; Erik Zschaubitz²

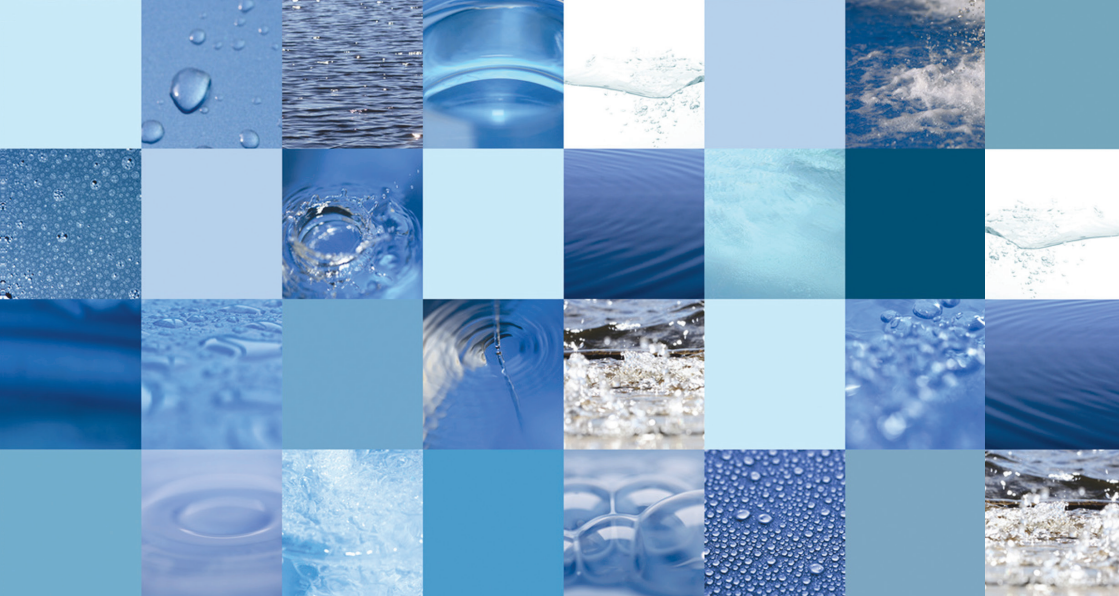
¹ bioplan GmbH; ² Fraunhofer Institut für graphische Datenverarbeitung (IGD) Rostock

Im Rahmen eines Forschungsprojekts zwischen dem Fraunhofer IGD und der bioplan GmbH wurde ein Programm zur automatisierten Verarbeitung von Zooplanktonproben mithilfe künstlicher Intelligenz entwickelt. Der Kern der Methode besteht in der Bewertung einer Probe (Erkennung, Identifizierung, Messung und Zählung von Arten) anhand von Fotos, die mit einem digitalen Mikroskop aufgenommen wurden. Der wichtigste Teil der Analyse – die Erkennung und taxonomische Identifizierung von Arten erfolgt durch ein KI-Modell, das auf einer annotierten Bilddatenbank von Zooplankton trainiert worden ist. Durch die Nutzung der Analysesoftware lernt das KI-Modell dabei anhand der menschlichen Korrekturen zunehmend bessere Ergebnisse zu produzieren. Eine Erkennung und taxonomische Identifizierung ist möglich, wenn im System mindestens 200 Fotos jedes Taxons vorhanden sind.

Gleichzeitig bestehen derzeit bestimmte Schwierigkeiten und Einschränkungen, die mit der Weiterentwicklung des Systems teilweise oder vollständig beseitigt werden könnten. Die wichtigsten davon sind folgende:

- Unmöglichkeit, einige Taxa bis zur Art zu bestimmen, die Präparation oder andere Manipulationen erfordern
- Schwierigkeit, Organismen in Proben mit einer großen Anzahl von Algen oder Detritus zu erkennen
- Schwierigkeit, einzelne Organismen zu erkennen, wenn sie in der Probe zusammengeballt sind

Derzeit umfasst die Datenbank Arten des Süßwasser- (und begrenzt Brackwasser-) Zooplanktons. Die Artenzusammensetzung der Pelagialzone der Seen von Mecklenburg-Vorpommern ist am vollständigsten dargestellt. Dies wird auf dem Poster dieser Konferenz präsentiert.



Tagungsbüro

Dr. Hildegard Feldmann

F&U confirm

Permoserstraße 15

04318 Leipzig

fon 0341 6025 1827

dgl@fu-confirm.de

