



BEDROHTE BIODIVERSITÄT UNSERER GEWÄSSER – GEFAHREN UND STRATEGIEN

38. Jahrestagung 2023

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

Universität zu Köln

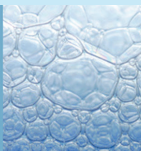
18. – 22. September 2023

ABSTRACTBAND

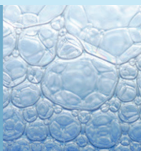
Plenary Lectures | Plenarvorträge

Lectures | Vorträge

Posters | Poster



Plenary Lectures | Plenarvorträge



Intraspecific variation and resilience to anthropogenic pressures

Luc De Meester

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

I will try to develop a framework on how intraspecific variation might contribute to buffer responses to climate change and what the limitations are – both intrinsic limitations as well as linked to the interaction between intra- and interspecific responses. And on how landscape structure, dispersal and generation times play a role in all this. I will illustrate this framework and its building blocks using examples building on our research on the water flea *Daphnia* and some modelling and synthesis results. This is about rapid trait change and evolution, eco-evolutionary interactions, standing genetic diversity, priority effects, environmental heterogeneity, and the ecological resilience and management of our freshwaters. My goal with this presentation is to inspire limnologists to consider intraspecific variation as relevant in their research.

Reviving the Past: resurrected *Daphnia* and the secrets they hold

Jana Isanta-Navarro

Lund University, Department of Biology, Sweden

Lake ecosystems around the world are suffering from human-induced or intensified environmental changes. This has severe consequences for the ecosystem itself, its organisms and its value to society. Urbanization, intensive agriculture and wastewater discharge have been among the major threats to lake ecosystems, in the past century. Consequently, nutrient loads increased, water quality was reduced, and harmful cyanobacterial blooms emerged. Because of morphological properties, the production of toxic secondary metabolites, and the lack of essential sterols and long-chain polyunsaturated fatty acids (PUFAs), cyanobacteria are considered to be nutritionally inadequate for zooplankton grazers. Hence, when cyanobacteria dominate the phytoplankton community, the freshwater keystone grazer *Daphnia* is subject to strong natural selection. Genotypes that can survive, grow and reproduce on a cyanobacteria- rich diet, are expected to be favoured. Similar to many lakes around the world, Lake Constance experienced massive eutrophication in the 1970s and 1980s, accompanied by increasing cyanobacterial biomass. During that time, *Daphnia* in Lake Constance rapidly evolved a resistance to cyanobacteria. Today, due to intense restoration efforts that resulted in a reduction of nutrient loading, Lake Constance is oligotrophic again. The cyanobacterial biomass decreased subsequently.

Environmental change, anthropogenic or natural, can induce or remove, intensify or weaken a source of selection. In the last decades, human efforts to minimize or reverse our impacts on ecosystems have been given more importance. It is therefore of particular importance to understand how species react to human-caused environmental change. In light of current efforts, it is crucial to not only study the response to an induced threat but also its removal. That is, if organisms were able to adapt to induced or intensified threats, their removal or weakening could challenge the adapted organisms once more. Understanding and tracking the evolution and decay of adaptive traits often is challenging, since they typically occur over longer time scales. The reproductive cycle of *Daphnia*, however, offers a unique opportunity to track past evolutionary change. By resurrecting dormant eggs that were chronologically deposited into the sediment, progenies of past decades can be revived.

Here, I resurrected genotypes from the sediment egg bank of Lake Constance. This allowed me to reveal the secret temporal changes in the capacity of *Daphnia* to cope with cyanobacterial food. The trait 'resistance to cyanobacteria' that evolved during eutrophication was subsequently lost following a reduction in nutrient loading. This left genotypes that are highly susceptible to dietary cyanobacteria. Trait evolution and subsequent trait loss progressed at high evolutionary rates, occurring within only a few generations. The resurrected *Daphnia* revealed, that evolution can be crucially shaped by human action on the scale of a few decades.

Metamorphose eines Physikers zum Talsperrenlimnologen - Stationen und Begegnungen in einem 40jährigen Berufsleben

Lothar Paul

Talsperren werden häufig als künstliche, vom Menschen geschaffene Seen bezeichnet. Allerdings unterscheiden sich Seen und Talsperren in vielfacher Weise. Zum Beispiel gleicht die geometrische Beckenform vieler Talsperren im Gegensatz zu natürlichen Seen der eines Konus. Mit Hilfe eines einfachen Modells der Gewässermorphometrie (Junge CO (1966): Depth distributions for quadric surfaces and other configurations. In: Hrbacek J (ed.): Hydrobiological Studies, pp. 257-265. Prague: Academia Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences) wird gezeigt, dass sich dieser Umstand vergleichsweise negativ auf eine Reihe von abiotischen Faktoren auswirkt. Infolge ihres Einflusses auf die Primärproduktion ("Asterionella & Co.") und die biotische Struktur der Trinkwassertalsperren haben sie das Potenzial, die Rohwasserbeschaffenheit zu beeinträchtigen. Anhand von Beispielen wird gezeigt, wie mittels integraler, d.h. einer hinsichtlich Wassermenge und Wassergüte optimierten Talsperrenbewirtschaftung die aus der ungünstigen Beckenform herrührenden negativen Effekte auf die Rohwasserbeschaffenheit begrenzt oder sogar kompensiert werden können.

Ecological impacts of water-based recreational activities on freshwater ecosystems: a global meta-analysis

Malwina Schafft^{1,2}, Benjamin Wegner^{1,2}, Nora Meyer³, Christian Wolter¹, Robert Arlinghaus^{1,2}

¹Department of Biology and Ecology of Fishes, Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Berlin, Germany; ²Division of Integrative Fisheries Management, Department of Crop and Animal Sciences, Faculty of Life Sciences, Humboldt-Universität zu Berlin, Germany; ³Institute for General Ecology and Environmental Protection, Technische Universität Dresden

Human presence at water bodies can have a range of ecological impacts, creating trade-offs between recreation as an ecosystem service and conservation. Conservation policies could be improved by relying on robust knowledge about the relative ecological impacts of water-based recreation. We present the first global synthesis on recreation ecology in aquatic ecosystems, differentiating the ecological impacts of shore use, (shoreline) angling, swimming and boating. Impacts were assessed at three levels of biological organization (individuals, populations and communities) for several taxa. We screened over 13 000 articles and identified 94 suitable studies that met the inclusion criteria, providing 701 effect sizes. Impacts of boating and shore use resulted in consistently negative, significant ecological impacts across all levels of biological organization. The results were less consistent for angling and swimming. The strongest negative effects were observed in invertebrates and plants. Recreational impacts on birds were most pronounced at the individual level, but not significant at the community level. Due to publication bias and knowledge gaps, generalizations of the ecological impacts of aquatic recreation are challenging. Impacts depend less on the form of recreation. Thus, selectively constraining specific types of recreation may have little conservation value, as long as other forms of water-based recreation continue.

Ökologische Auswirkungen von wasserbasierten Freizeitaktivitäten auf Süßwasserökosysteme: eine globale Metaanalyse

Die Anwesenheit von Menschen an Gewässern kann verschiedenste ökologische Auswirkungen haben. Daraus ergeben sich Zielkonflikte zwischen Freizeitnutzung als Ökosystemdienstleistung und dem Naturschutz. Es ist daher wichtig, dass sich die Naturschutzpolitik auf robustem Wissen zu den relativen Auswirkungen von Freizeitnutzungen auf Gewässerökosysteme stützt. Wir präsentieren die erste globale Synthese zu den Auswirkungen von verschiedenen Gewässerfreizeitnutzungen (Ufernutzung, (Ufer-)angeln, Schwimmen und Bootsnutzung) auf verschiedenen Ebenen der biologischen Organisation (Individuum, Population und Lebensgemeinschaften) für verschiedene Organismengruppen. Es wurden über 13 000 Artikel gesichtet und davon 94 geeignete Studien identifiziert, die die Einschlusskriterien erfüllten und 701 Effektstärken ergaben. Während Ufer- und Bootsnutzungen konsistent negative Auswirkungen auf alle Ebenen der biologischen Organisation aufwiesen, waren die Ergebnisse für Angelnutzung und Schwimmen weniger konsistent. Die stärksten negativen Effekte wurden für Invertebraten und Pflanzen dokumentiert. Auswirkungen von Freizeitnutzungen auf Vögel hingegen waren zwar auf Ebene von Individuen signifikant, jedoch nicht auf der Ebene von Vogelmgemeinschaften. Aufgrund von Publikationsverzerrungen und Wissenslücken sind Verallgemeinerungen über die Auswirkungen von Freizeitaktivitäten auf Gewässerökosysteme schwierig. Effekte sind stark kontextabhängig und hängen weniger von der ausgeübten Freizeitaktivität ab. Daher hat die Einschränkung spezifischer Freizeitaktivitäten wahrscheinlich wenig Nutzen für den Naturschutz, wenn andere Freizeitaktivitäten an einem Gewässer weiterhin durchgeführt werden.

Entangled systems – the cross-boundary change of biodiversity

Kristin Scharnweber

University of Potsdam

Aquatic and terrestrial systems are tightly connected via multiple fluxes and pathways and the concept of cross-boundary linkage is well established in “wet” and also “dry” ecology. Thus, biodiversity changes in one ecosystem are often directly or indirectly linked to changes in biodiversity in other connected ecosystems. However, these changes remain often undetected as our research communities very rarely interact. I will present previous and ongoing work that demonstrates the reciprocal linkages between connected habitats, especially of aquatic and terrestrial food-webs. Specifically, I will focus on the spill-over effects of human-alterations in one ecosystem, such as lignite-mining and intense agriculture.

Umsetzung des Ems-Auenschutz-Konzeptes von 1990 bis heute

Hannes Schimmer

Dezernat Wasserwirtschaft, Bezirksregierung Münster

Nachdem die Wasserqualität vieler Flüsse ab Mitte der 1980er Jahre langsam ausreichte um sich über ökologische Verbesserungen und eine Einbindung der (ehemaligen) Überschwemmungsgebiete Gedanken zu machen, begann ein langsames Umdenken in der Gewässerunterhaltung. 1980 kommt die erste Auflage der „Richtlinie für die Entwicklung naturnaher Fließgewässer in Nordrhein- Westfalen“ heraus, die schnell als Blaue Richtlinie Standards setzt. Eine 1996-2000 durchgeführte Evaluation zeigte deutlich, dass auch 10 Jahre nach Aufgabe der regelmäßigen Böschungsmahd nur zögerlich und kleinräumig positive Effekte auf den Gewässerzustand festzustellen waren. Wehre und Sohlschwellen brechen bis heute die Kraft bettbildender Hochwasserereignisse und verhindern zusammen mit den Nutzungsansprüchen des Menschen in der Aue die notwendige Gewässerdynamik. Das Ems-Auen Schutzkonzept nahm genau diese Verbindung von Fluss und Aue in den Fokus und wurde so 1990 zur Blaupause von insgesamt 14 Gewässerauenprogrammen des Landes NRW.

Neben Großprojekten die teilweise nur mit Co- Finanzierung durch die EU umsetzbar waren, werden zahlreiche Maßnahmen wie Fischaufstiege, Schaffung von Ersatzauen, Entsteinungen der Ufer, Profilaufweitungen und die Anlage von Lenkbuhnen überall da vorgenommen, wo Flächen vorhanden und der Widerstand tatsächlich oder vermeintlich Betroffener überwindbar ist. Vielfach steht auch der überwiegend konservierende Ansatz des Naturschutzes dem eigentlich wünschenswerten Prozessschutz mit dem Ziel der Gewässerredynamisierung entgegen. Dieser Zielkonflikt führt bis hin zu der Forderung Alterungserscheinungen von Lebensräumen aufzuhalten oder gar rückgängig zu machen und Nutzungsszenarien künstlich zu erhalten um publikumswirksame, naturschutzrelevante Arten und Lebensräume einseitig zu fördern.

Daher freuen wir uns besonders über die Gründe, aus denen uns das Präsidium der DGL mit dem Praxispreis 2022 bedacht hat: „Wir sehen in dem Ems-Auen-Schutzkonzept ein hervorragendes Beispiel für ein innovatives und ganzheitliches Bemühen zur Verbesserung der hydromorphologischen Situation innerhalb eines in sich geschlossenen Flusssystems. Besonders beeindruckt hat uns dabei die Beteiligung verschiedenster Institutionen und Interessensvertretungen im Umsetzungsprozess, welche neben einer langfristig angelegten Perspektive auch einen hohen koordinativen Aufwand unter dem Schirm des Ems-Auen-Schutzkonzeptes erfordert. Die Maßnahmen haben in der Summe zu einer erheblichen Verbesserung des Gewässerschutzes zum Wohle von Mensch und Natur beigetragen. Das Projekt gilt in besondere Weise als Vorbild für Schutzprojekte von Flüssen und deren Auen.“

Vom eisernen Vorhang zum grünen Band: Langfristige Trends und Wendepunkte in der Wasserqualität der Elbe

Alexander Wachholz

Department Aquatische Ökosystemanalyse und Management, Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Magdeburg

Lange Zeitreihen von Wasserqualitätsdaten spielen eine zentrale Rolle für das Verständnis der Veränderungen aquatischer Ökosysteme über verschiedene Zeitskalen hinweg und sind essenziell für die Bewertung der Auswirkungen menschlicher Eingriffe. Besonders wichtig sind Zeitreihen, die nicht nur Perioden der Verbesserung, sondern auch solche der Verschlechterung des Zustands von aquatischen Ökosystemen abdecken. Nur anhand solcher Zeitreihen können wir die Auswirkungen menschlicher Eingriffe auf aquatische Ökosysteme vollständig verstehen und beurteilen, ob die derzeitigen Sanierungsbemühungen frühere Verschlechterungen rückgängig machen. Während viele europäische Flussökosysteme in den letzten Jahrhunderten eine Verschlechterung ihres Zustandes und in den letzten Jahrzehnten eine Erholung erfahren haben, bieten nur wenige genügend Wasserqualitätsdaten, um Langzeitstudien durchzuführen. Einer dieser Flüsse ist die Elbe, die vor allem in den 70er und 80er Jahren verheerende Verschlechterungen der Wasserqualität aufwies, deren Ökosystem sich aber nach der deutschen Wiedervereinigung rasch erholte. In diesem Vortrag werden Ergebnisse vorgestellt, die aus der Analyse von Wasserqualitätszeitreihen gewonnen wurden, die bis in die 1950er Jahre zurückreichen.

Drei Hauptthemen werden dabei fokussiert: 1. Ein Regimewechsel der saisonalen Nitratkonzentrationen in der Elbe in den 1970er Jahre, seine Ursachen und die Folgen für das Ökosystem des Flusses und der unterstromigen Ökosysteme. 2. Die Bedeutung der Stickstoffretention durch Organismen im Fluss für den Stickstoffhaushalt des Elbeinzugsgebietes und ihre Änderung zwischen den Hochzeiten der Verschmutzung in den 1980er Jahren und heute. 3. Die Veränderungen des metabolischen Regimes der Elbe seit den 1980er Jahren, mit besonderem Fokus auf die Effekte verschiedener Maßnahmen zur Wasserqualitätsverbesserung seit den 1990er Jahren.

From iron curtain to green belt: long-term trends and change points in the water quality of the River Elbe

Long-time series of water quality data play a central role in understanding changes in aquatic ecosystems across different time scales and are essential for assessing the impacts of human interventions. Time series that cover not only periods of improvement but also those of deterioration in aquatic ecosystems are critical. Only by using such time series can we fully understand the effects of human interventions on aquatic ecosystems and assess whether current restoration efforts are reversing past degradations. While many European river ecosystems have experienced degradation in recent centuries and recovery in recent decades, few provide sufficient water quality data to conduct long-term studies. One such river is the Elbe, which experienced devastating water quality degradation, especially in the 1970s and 1980s, but whose ecosystem recovered rapidly after German reunification. This presentation will present results from analyzing water quality time series going back to the 1950s.

Three main topics will be focused on: 1. A regime change of seasonal nitrate concentrations in the Elbe River in the 1970s, its causes, and consequences for the river and downstream ecosystems. 2. The importance of in-stream nitrogen retention for the nitrogen budget of the Elbe catchment and its change between the peak of pollution in the 1980s and today. 3. The changes in the metabolic regime of the Elbe since the 1980s, with a focus on the effects of various water quality improvements since the 1990s.

Adding the biodiversity genomic perspective to limnology

Ann-Marie Waldvogel

Institute of Zoology, University of Cologne

Despite covering less than 1% of the world's surface, freshwater ecosystems, are extremely diverse in terms of species and habitat types and harbour a disproportionately large share of biodiversity with more than 10% of the world's species. However, despite centuries of research, an estimated 80% of multicellular species worldwide are still awaiting scientific discovery and description. Astonishingly little is known about those organisms that make up the majority of ecosystems in terms of number of species and biomass, such as meiofauna communities of freshwater systems. Naturally embedded in land masses, particularly rivers and lakes are prone to human and socioeconomic impacts and consequently freshwater systems are amongst those facing the most dramatic biodiversity declines. The alarming decline of biodiversity in contemporary ecosystems has become one of the major societal and political issues of our times. The COP15 negotiations at the United Nations Biodiversity Conference in Montreal in December 2022 have resulted in a milestone achievement not only for the agreement on the 30-to-30 targets but in particular also by addressing and naming the importance "to maintain genetic diversity for wild and domesticated species to safeguard their adaptive potential" (Goal A). The maintenance of genetic diversity obviously requires its documentation and monitoring, a task that will demand innovative strategies of genomic biomonitoring at scale.

Adding the biodiversity genomics perspective to limnological research provides a powerful approach in facing the challenges to deciphering biological complexity of freshwater ecosystems, whilst having to meet the accelerating speed of anthropogenic environmental changes in order to combat the loss of biodiversity or at least forecast potential future scenarios.

Presenting concepts and preliminary data of a recently launched Long-Term Ecological Research project to study the eco-evolutionary dynamics in the River Rhine and associated water bodies, I will present the power but also challenges of biodiversity genomics to assess and understand biodiversity by reading out the unifying language of all species, their natural populations and communities - deciphering genomes.

Contribution to conserve aquatic biodiversity in zoos:

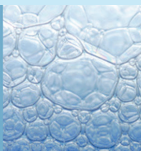
Implementation of the IUCN's "One Plan Approach" in the Aquarium of the Cologne Zoo

Thomas Ziegler

Zoo Köln

The central theme of the Cologne Zoo's Aquarium house, which recently has developed into a species conservation center, is the "One Plan Approach to Conservation" by the IUCN/SSC Conservation Planning Specialist Group (CPSG), which refers to the interaction of "in situ" (in nature) and "ex situ" (keeping of animals) measures involving various expertise and thus enables optimized, contemporary species conservation. This ranges from the discovery of new taxa in our field programs – you can only protect what is known – to administrative assistance for the conservation authorities in confiscation cases of threatened animals and to the development of conservation breeding programs for invertebrates, fish, amphibians and reptiles classified as threatened with extinction by the IUCN Red List. For the buildup and expansion of conservation breeding networks, we also support the Citizen Conservation initiatives for threatened Malagasy freshwater fish and Vietnamese crocodile newt species. More than 100 of the species kept in the more than 1,000 animal keeping facilities of Cologne Zoo's Aquarium are threatened according to the IUCN Red List, and many of them listed in the appendices of CITES, 25 species of which derive from confiscations. The idea of the conservation zoo (modern ark) is to provide space, expertise, time and funds for threatened taxa, which urgently need support. Our conservation commitment ranges from the local green toad rearing and restocking program to conservation projects in the tropics. With regard to freshwater fish species, 25 threatened species are kept in Cologne Zoo's Aquarium, with a focus on conservation breeding of threatened Malagasy fish species. Molecular analyses of rescued animals from official confiscations, such as the semi-aquatic crocodile lizards also provide proper identification and allocation to geographical lineages so that they or their offspring are suitable for repatriation, once required. Students in our working group carry out threat analyses to detect the gaps in conservation. This is done, for example, by evaluating zoo databases as a means for improved ex situ measure planning. Furthermore, endemism analyses are carried out and protected area coverage is examined as a basis for further conservation measures, i.e., inclusion of species not yet considered so far in the IUCN Red List, suggestion of the designation of new protected areas, or the establishment of conservation breeding programs. For many species, the keeping and breeding in Cologne Zoo's Aquarium house is linked to projects in the tropics, mainly in Southeast Asia, such as in Vietnam, Laos and the Philippines, and since recently also in Madagascar. Field work for species conservation is performed by means of population and threat analyzes. This is carried out by students and cooperation partners on-site, which allows species to first be assigned an international protection status. We also cooperate with local partners in reserve establishment, building up stations and in-country breeding programs, as well as in terms of repatriation / restocking of threatened vertebrate taxa, such as for the Spotted softshell turtle and the Philippine crocodile.

Lectures | Vorträge



Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften-Aquatic Biodiversity

Induction of DVM in Daphnia by fish: Exploring the exudation of the underlying infochemical by cyprinid fish

Johanna Ahlers

Universität zu Köln

In freshwater systems prey species have evolved inducible defenses against predators to increase fitness and ensure species survival. The role of chemical cues released by planktivorous fish for the induction of diel vertical migration (DVM) has been of great interest. Only recently cyprinid fish have been found to release the bile salt 5- α -cyprinol sulfate (CPS), which triggers DVM in Daphnia. In this study, we investigated how the exudation of CPS by roach (*Rutilus rutilus*) is affected by body size and amount of food. Using targeted LC-MS we quantified CPS in incubation water of individual fish. Our findings demonstrate a positive correlation of food amount and CPS exudation of fish. The results further suggest that smaller fish exhibited higher CPS exudation rates than larger size ones. The results demonstrate the induction of DVM is affected by both, abundance and feeding activity of fish – and in-situ concentrations of CPS might provide a means of assessing overall feeding activity of fish.

Modified water bodies and matter fluxes

Temperature as a driver of groundwater ecosystem functioning in an urban area? Munich City as a case study

Julia Becher¹; Christian Griebler²; Kai Zosseder³; Peter Bayer¹

¹ Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg; ² Universität Wien; ³ Technische Universität München

Groundwater ecosystems are perceived as systems relatively stable in environmental conditions, i.e. only small changes in temperature, and characterised by permanent darkness and oligotrophy. They are populated by highly specialised, cold-stenotherm invertebrates and psychrophilic to mesophilic microorganisms. Land use, climate change, and diverse sources of pollution impact these subterranean ecosystems with yet unknown consequences on biodiversity and ecosystem functions. This is in particular the case for shallow aquifers below large cities, due to multiple pollution scenarios, extended surface sealing, and significantly elevated groundwater temperatures. One phenomenon characteristic for large cities is the presence of subsurface urban heat islands. Shallow groundwater temperatures below densely populated and old urban regions (i.e. city center) typically exceed natural background conditions by several degrees. This is also the case for the city of Munich, Germany, where the shallow aquifer composed of porous unconsolidated quaternary sediments in principle constitute a suitable habitat for groundwater fauna (stygobionts). In our study, around 100 groundwater wells distributed all over the city were sampled twice during two field campaigns. In fact, first temperature profiles were recorded at each well followed by sampling of well water and freshly pumped groundwater dedicated to chemical and microbial analyses. Finally, samples were collected to examine for stygofauna. With this comprehensive set of biological and physico-chemical variables, we aim to identify drivers of groundwater biodiversity and ecosystem functioning. Mean groundwater temperature of the city center was 16.5 °C in summer 2020 and 13.7 °C in spring 2022, exceeding the natural ambient groundwater temperature outside the city by 3.7 - 6 °C. Clear spatial pattern in the concentrations of selected nutrients and major ions, such as Na²⁺ or Cl⁻, are observed along land use gradients. Composition of groundwater is found to be influenced by the time of sampling and sampling location (well vs. aquifer). Especially microbial parameters (total cell prokaryotic counts and intracellular ATP concentrations) are significantly different between well and aquifer water. Spatio-temporal changes in selected physico-chemical and microbial variables including correlation analysis will be presented. Moreover, we will provide first data on stygofauna biodiversity beneath the city of Munich.

DYNATRAIT- Flexibility matters

Indirect response to external drivers through trait variation in predator-prey systems

Lutz Becks¹; Tom Réveillon; Ruben Hermann

¹ University of Konstanz

It has been suggested that feedbacks between ecological and trait dynamics allow systems to buffer external perturbations. Although this is a popular idea, the underlying mechanisms are not well understood. For example, it is not clear whether and how trait variance determines the potential for buffering and the degree of buffering, i.e. the divergence from the initial state of the system before the perturbation. Furthermore, the role of trait variation in buffering different types of perturbation, e.g. an increase in mortality, a change in the condition/health of individuals or a change in the strength of species interactions, is largely unknown. However, this is important for predicting the ecological state of a system after a disturbance (e.g. high or low biomass, extinction or persistence) and the trait diversity that is maintained. The latter will determine the potential to buffer against future disturbances. Thus, understanding the feedback between traits and system dynamics (e.g. temporal changes in biomass) is a prerequisite for predicting responses to changing environmental conditions. We will present results from a series of experiments and model analyses that show how trait variation influences the dynamics of the ecological system, and how perturbations affect system dynamics. The latter has a feedback effect on the maintenance of trait variation, which depends on the trade-off between traits and their shape.

Modified water bodies and matter fluxes

Freshwater macroinvertebrate richness in Singapore's reservoirs - biodiversity patterns and processes

Christina Belle¹; Juergen Geist²

¹ Technical University of Munich (TUM) ; ² Technical University of Munich (TUM)

Benthic macroinvertebrates are important contributors to the biodiversity, structure, and functioning of freshwater ecosystems, as well as indicators of water quality. Standard procedures for sampling benthic macroinvertebrates in lotic systems and taxonomic literature for identifying freshwater macroinvertebrate species in temperate regions are well established. In contrast, methods surveying freshwater invertebrates in tropic regions are less frequently employed, also due to the uncertain taxonomic status of many invertebrate species in tropical freshwater environments.

Artificial substrates are one method of standardized organism sampling from lentic systems. In Singapore, a newly developed benthic artificial substrate sampler was used to quantify the macroinvertebrate composition across 13 reservoirs and two quarry lakes to further enable the construction of a biotic index for reservoir water quality assessment. Based on replicated sampling from the 15 water bodies, methodological sampling effects as well as species-area and species-habitat relationships of major benthic macroinvertebrate taxa were characterized. Accumulation curves and regression modelling were used to verify whether the used method ensured representative sampling of the lentic macroinvertebrate community across Singapore and to elucidate the major drivers of the found macroinvertebrate distribution.

Overall, 50,670 macroinvertebrates from 35 families comprising all major freshwater invertebrate classes were collected. Across all 75 samples, the macroinvertebrate community was dominated by Chironomidae (Diptera), followed by Polymitarcyidae (Povilla sp., Ephemeroptera), and Viviparidae (Gastropoda). Sampling effort sufficiently captured the macroinvertebrate family richness, whereas the macroinvertebrate communities of some catchments (i.e., Western catchment), and of both quarry lakes used as unmanaged reference sites did not reach saturation. Multiple regression models further indicate weak or no support for the species-area relationship and time hypothesis, i.e., the oldest and largest reservoirs not necessarily harboured the highest macroinvertebrate family richness. Instead, habitat features such as the degree of urbanization most strongly governed the macroinvertebrate distribution patterns, with the most urbanized reservoirs harbouring the lowest macroinvertebrate diversity.

Anthropogene Einflüsse

Gewässergüte des in der Rheinaue gelegenen Baggersees Monsterloch und seine geplante Anbindung an den Rhein

Tanja Bergfeld-Wiedemann; Pauline Onjira; Sascha Krenek; Marieke Frassl

Federal Institute of Hydrology (BfG) / Bundesanstalt für Gewässerkunde

Deutschlands Wasserstraßen wieder naturnäher zu gestalten ist das Ziel des Bundesprogramms „Blaues Band Deutschland (BBD)“, einer gemeinsamen Initiative von Bundesverkehrs- und Bundesumweltministerium. Die Bundesanstalt für Gewässerkunde ist dabei am BBD-Modellprojekt „Ufer- und Auenrenaturierung Monsterloch“ beteiligt, einem ca. 5,5 km langen Abschnitt des Rheins (Flusskilometer 397,5 - 403) in Baden-Württemberg. „Monsterloch“ ist auch der Name des im Projektgebiet gelegenen Baggersees, welcher eine durchschnittliche Tiefe von 6,4 m aufweist, wobei die tiefste Stelle fast 14 m erreicht.

Das Referat Mikrobielle Ökologie untersuchte die Gewässergüte im stark geschichteten Gewässer von 2017 bis 2021. Die Probenahmen konzentrierten sich hauptsächlich auf die Wassertemperatur, den Sauerstoffgehalt, Nährstoffe sowie Phyto- und Zooplankton in verschiedenen Wassertiefen. Im Jahresgang bilden sich regelmäßig stabile Temperaturschichtungen aus, die durch kurzzeitig höhere Rheinabflüsse durchbrochen werden können. In den fünf Untersuchungsjahren wurde in der Regel ab März kaum Sauerstoff in den unteren Wasserschichten ab 5 m Wassertiefe gemessen. Der Baggersee Monsterloch wird geprägt durch interne Stoffumsätze, den Einfluss von meist sauerstoffarmem Grundwasser und sauerstoffhaltigem Rheinwasser. Im Spätsommer können bei einsetzender Volldurchmischung kritische Sauerstoffverhältnisse im gesamten Wasserkörper auftreten.

Im Rahmen des BBD ist eine Umgestaltung der Anbindung des Monsterlochs an den Rhein geplant. Dadurch soll die Vernetzung zwischen Hauptstrom und Aue und damit die ökologische Durchgängigkeit deutlich verbessert werden. Durch die vorgesehenen Maßnahmen kann das Projektgebiet Monsterloch zukünftig als „ökologischer Trittstein“ für einen Biotopverbund von nationaler Bedeutung dienen. Zudem würde sich die Gewässergüte im Baggersee Monsterloch bei einer erhöhten Durchströmung verbessern. Die Umsetzung der Vorzugsvariante verbessert insbesondere die Sauerstoffverhältnisse in den oberflächennahen Wasserschichten, während der Sauerstoffgehalt in den tiefen Wasserschichten davon nicht profitiert. Allerdings muss bei der Anbindung auch der Abfluss im Rhein mit betrachtet werden. Durch die Maßnahme würde dieser leicht sinken, da ein geringer Teil des Rheinwassers durch die Monsterloch-Aue geleitet würde.

Insgesamt wird der Lebensraum Monsterloch durch die Maßnahmenumsetzung ökologisch aufgewertet.

Biodiversität aquatischer Lebensgemeinschaften

Effekte wiederholter pulsartiger Pyrethroid-Expositionen auf eine benthische Lebensgemeinschaft

Sarah Betz-Koch¹; Pia Lüdeke¹; Jörg Oehlmann¹; Matthias Oetken¹

¹ Goethe Universität Frankfurt am Main

Der zunehmende Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft ist einer der Hauptgründe für den schlechten chemischen Zustand von Gewässern. Es hat sich gezeigt, dass der Eintrag von Pestiziden von landwirtschaftlich genutzten Flächen insbesondere nach Niederschlagsereignissen innerhalb einer Applikationsperiode durch run-off verursacht wird. Dies führt zu hohen Spitzenkonzentrationen sowie einer komplexen Expositionsdynamik in Fließgewässern, die erhebliche Auswirkungen auf die aquatische Umwelt haben können. Auf der Grundlage der verfügbaren Wirkungsdaten werden für Oberflächengewässer regulatorisch akzeptable Konzentrationen (RAK) abgeleitet, die keine kurz- oder langfristigen Auswirkungen auf die Biozönose haben sollten. Jedoch können Pestizide ihren RAK-Wert nach Starkregenereignissen über einen Zeitraum von bis zu 24 h überschreiten. In der aquatischen Umwelt ist die Biozönose neben dem Pestizideintrag mit einer Vielzahl von biotischen und abiotischen Stressoren konfrontiert. Um realistischere Wirkungsdaten zu erhalten, ist es notwendig, die Exposition von Pestiziden an die in der Umwelt auftretenden Szenarien anzupassen und multiple Stressoren zu berücksichtigen.

In einem experimentellen Ansatz mit künstlichen Fließgewässern als Multistressor-System wurde eine benthische Lebensgemeinschaft, bestehend aus *Gammarus pulex*, *Chaetopteryx villosa*, *Lumbriculus variegatus* und *Potamopyrgus antipodarum*, innerhalb von 35 Tagen einer unterschiedlichen Anzahl von 12-stündigen Deltamethrin-Pulsen (ein- bis viermal) mit dazwischenliegenden Erholungsphasen ausgesetzt. Die Deltamethrin-Konzentration für die pulsartige Exposition orientierte sich an dem zugehörigen RAK-Wert von 0,64 ng/L.

Erste Ergebnisse zeigen, dass sich die Entwicklungsphasen von *C. villosa* ab einer viermaligen pulsartigen Exposition signifikant verschieben. Zudem weisen die Larven von *C. villosa*, die einer Deltamethrin-Exposition ausgesetzt wurden, einen tendenziell geringen Energiegehalt auf. Bei *L. variegatus* wurde mit einer steigenden Anzahl von Deltamethrin-Pulsen ein tendenziell geringeres Trockengewicht bei nahezu gleichbleibender Abundanz zwischen den verschiedenen Behandlungsgruppen festgestellt. Die zuvor genannten Beobachtungen unterstreichen, dass kurz- bzw. langfristige Auswirkungen bei einer pulsartigen Exposition mit Deltamethrin in Höhe des RAK-Werts auf wirbellose aquatische Organismen nicht ausgeschlossen werden können.

Multiple stressors in river systems

Multiple stressor effects in freshwater invertebrates – lessons learned from functional genomics

Marie Brasseur¹; Florian Leese²; Christoph Mayer¹

¹ LIB-Leibniz Institute for the Analysis of Biodiversity Change, Zoological Research Museum A. Koenig; ² University of Duisburg-Essen

Identifying the consequences of anthropogenic activities on natural systems is urgently required to counteract the global biodiversity decline. The impact of these stressors is often quantified at the population level, assessed via changes in specimen abundances following stressor exposure. While this provides valuable insights in stressor induced structural alterations of biological communities, sublethal effects remain undetected. Physiological responses, which are ultimately controlled at the level of gene expression, are more sensitive in this regard. We show how globally relevant anthropogenic stressors such as pesticides, fine sediment deposition, reduced discharge and salinization affect the transcriptome of selected freshwater macroinvertebrate species. In some cases, multiple stressor effects and their interactions at the transcriptomic level are in line with ecological response pattern at higher levels of biological organization, inferred with specimen abundance data. For instance, increased fine sediment and reduced flow velocity consistently showed an antagonistic interaction in the case of the amphipod *Gammarus fossarum*. At the same time, functional genomics data provides new mechanistic insights into multiple stressor dynamics: pesticide exposure affects gene regulatory networks which are not associated with the pesticides' molecular target or its assumed mode of action in aquatic insects (*Lepidostoma basale*, *Ephemera danica*) and no effects of increased salinity can be observed when relying solely on specimen abundance data of *G. fossarum*. In the latter case, the induced transcriptional program might represent a physiological compensatory strategy of gammarids to cope with sublethal salt stress. These findings highlight further layers of complexity in multiple stressors dynamics, as effects are inconsistent not only across spatial and temporal, but also biological scales. Identifying mechanistic targets of stressors like the exposure induced physiological response mechanisms will advance our understanding of the context-dependency of multiple stressors in natural systems, since shared mechanistic targets are a prerequisite for stressor interactions. One possibility to achieve this can be the integration of functional genomics data into multiple stressor research, making use of the potential provided by next-generation sequencing technologies in an ecological framework.

Aquatisches Monitoring

Langzeituntersuchungen der Makrophytenentwicklung in nordwestdeutschen Fließgewässern

Holger Brux

Büro Dipl.-Biol. H. Brux

Durch das Monitoring gemäß WRRL an Fließ- und Marschgewässern finden (in Niedersachsen) seit ca. 2007 auch regelmäßige Erfassungen von Makrophyten statt. Damit besteht die Aussicht, dass es - wie z.B. bei Messungen von Klimafaktoren - zunehmend langjährige Messreihen geben wird. Was vielfach fehlt (auch für die Herleitung von Referenzzuständen), sind ausreichend ältere Daten von vor Beginn der WRRL-Erfassungen.

Die seit den 1950er Jahren eingetretenen Diversitätsverluste der Makrophytenvegetation in Nordwestdeutschen Fließgewässern sind durch einzelne Nachkartierungen bekannt. Eine flächendeckende Inventarisierung ist in Niedersachsen bis Anfang der 1980er Jahre erfolgt und eine wertvolle Datenbasis.

Die seitdem erfolgten Veränderungen von Diversität und Zusammensetzung der Vegetation wurden für einige Gewässer erfasst. Hierzu wird eine Langzeituntersuchung an niedersächsischen Fließ- und Marschgewässern im Flachland vorgestellt. Neben Marschgewässern wurden vor allem sandgeprägte, z.T. auch um organisch- und kiesgeprägte Tieflandbäche bearbeitet. Für jedes Gewässer wurden über einen Zeitraum von ca. 35 Jahren in mindestens 10 Jahren Daten erhoben.

Gemeinsam ist ihnen, dass zu Beginn der Untersuchungen Großlaichkräuter (Magnopotamiden) festgestellt wurden, von denen jeweils eine Art (vielfach *Potamogeton alpinus*) als Referenz festgelegt wurde. Diversität und Zusammensetzung der Vegetation waren nach ca. 40 Jahren nur in ca. 9% der Gewässer wenig verändert. Im letzten Untersuchungsjahr konnten nur noch bei 25% der Gewässer die bei der ersten Untersuchung vorhandenen Referenz-Großlaichkräuter festgestellt werden. In ca. 50% der Gewässer lag dem Verschwinden ein kontinuierlicher Rückgang zugrunde, bei ca. 25% war das Auftreten der Referenz-Großlaichkräuter nicht stetig. Oft ist nach Mitte der 1980er Jahre die Diversität zurück gegangen – eine Entwicklung, die sich offensichtlich weiter fortsetzt. Ein Bezug zu den Fließgewässertypen konnte nicht festgestellt werden.

Die Vegetation kann überwiegend der *Sparganium emersum*-Ges. zugeordnet werden. *S. emersum* kommt in 70% der Aufnahmen vor, *Potamogeton natans* in 61%. Dieser Grundtyp blieb in vielen Gewässern über Jahrzehnte erhalten, wobei jedoch häufiger die als Referenz festgelegten Großlaichkräuter (Magnopotamiden) von *P. natans* ersetzt wurden. Eine Zunahme der Diversität der Vegetation oder das Wiederauftreten lange verschollener Arten konnten nicht festgestellt werden.

Urbane und erheblich veränderte Gewässer

Neustart eines Flusses: Biologische Erstbesiedlung des Emscher-Hauptlaufs nach Herstellung der Abwasser- und Grubenwasserfreiheit

Jannis Budke¹; Armin W. Lorenz¹; Thomas Korte²; Mario M. Sommerhäuser²

¹ Universität Duisburg-Essen; ² Emschergerossenschaft / Lippeverband

Im Laufe der Industrialisierung des Ruhrgebietes wurden die Emscher und ihre Nebenflüsse zu offenen kommunalen Abwasserkanälen umfunktioniert. Dieser Wandel hatte erhebliche Auswirkungen auf das Fließgewässer in seiner Funktion als Lebensraum, sodass der Fluss lange Zeit als biologisch tot galt. Im Rahmen der europäischen Wasserrahmenrichtlinie und dem Ziel alle Flüsse in einen mindestens guten ökologischen Zustand zu versetzen, begannen die Renaturierungsmaßnahmen. So wurden im Januar 2022 die Einleitung von kommunalen Abwässern und im Februar 2023 die direkte Einleitung von Grubenwasser in die Emscher unterbunden.

Im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 1439 RESIST wurde die Emscher im Hauptlauf ab Dortmund-Deusen an 14 Probenstellen auf Makrozoobenthos und physikalisch-chemischen Stressoren untersucht. Diese Untersuchungen wurden, seit der Abwasserfreiheit, alternierend in einem Rhythmus von ca. sechs Monaten von der Abteilung Aquatische Ökologie der Universität Duisburg-Essen und dem Kooperationslabor der der Emschergerossenschaft durchgeführt. Der Fokus der Untersuchungen lag dabei auf der Veränderung der Makroinvertebraten-Zoozönosen, den möglichen Wiederbesiedlungsquellen durch Zuflüsse und den Eintragspunkten von Stressoren.

Die Beprobung erfolgte standardisiert nach dem „Methodischen Handbuch Fließgewässerbewertung“. Die Bestimmung der Taxa wurde unter Berücksichtigung der „operationellen Taxaliste“ durchgeführt. Eine erste Beprobung, direkt nach der Abwasserfreiheit, wies eine überwiegend abwassertolerante Arten-Gemeinschaft auf. Im Verlauf der weiteren Beprobungen konnten Veränderungen der Gemeinschaften und klare Unterschiede zwischen den einzelnen Probestellen festgestellt werden. Es konnten auch bereits erste sensitive Taxa nachgewiesen werden.

Dieser Vortrag stellt die Ergebnisse der Makrozoobenthosbesammlungen der ersten eineinhalb Jahren vor und setzt sie in Zusammenhang zu den chemisch-physikalischen Bedingungen der einzelnen Stellen. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der zeitlichen Entwicklung der Makrozoobenthosgemeinschaften.

Depth distribution of dissolved oxygen stable isotopes constrain temperature-related diel metabolic balances in Germany's largest drinking water reservoir: The Rappbode System

Marlene Dordoni¹; Michael Seewald²; Karsten Rinke²; Jakob Schmidmeier³; Johannes A. C. Barth³

¹ Universität zu Köln; ² Helmholtz Centre for Environmental Research-UFZ; ³ Friedrich- Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)

Stable isotopes of dissolved oxygen ($\delta^{18}\text{O}_{\text{DO}}$) in aquatic studies help to quantify photosynthesis and respiration. Sampling frequencies for $\delta^{18}\text{O}_{\text{DO}}$ are commonly monthly or more sporadic and often lack the necessary resolution to pair dissolved oxygen (DO) dynamics with daily variations in solar radiation and water temperature. Here we present a high-frequency case study from Rappbode Reservoir, Germany, with sampling intervals of every four hours over a time period of 2 days. Eleven depths were sampled for DO concentration and its stable isotopes. These parameters served to develop metabolic balances in water by means of ratios between photosynthesis and respiration (P/R). Results were also paired with in situ solar radiation and temperature data. DO and $\delta^{18}\text{O}_{\text{DO}}$ marked the epilimnion as the most productive area of the reservoir, with values that reached 0.303 mmol L⁻¹ and + 19.8 ‰ (vs VSMOW). The metalimnion showed significant DO depletion linked to respiration processes with DO down to 0.232 mmol L⁻¹ and $\delta^{18}\text{O}_{\text{DO}}$ up to + 30.1 ‰. Calculated P/R ratios limited the productive zone to the first 8 meters of the water column. The same parameter confirmed intense respiration that was likely linked to fresh algae biomass decomposition in the metalimnion. This metalimnetic turnover even exceeded DO consumption of the hypolimnion. Diel productivity responses were found down to a depth of 16 m below the surface. This implies that solar radiation triggers diel dynamics in the hypolimnion and in the metalimnion down to this critical depth.

Auengewässer

Die Lenneauen-Renaturierung in Hagen (NRW)

Jörg Drewenskus

Obere Wasserbehörde - Bezirksregierung Arnsberg

Die Lenne in Hagen (Nordrhein-Westfalen) ist der größte Nebenfluss der Ruhr. Nach Fließgewässertypologie der LAWA (2013) ist die als Typ 9. 2: „Große Flüsse des Mittelgebirges“ eingestuft.

Zur Flächengewinnung für ein großes Gewerbegebiet ist die Lenne in den 1970er Jahren aus ihrem natürlichen Lauf heraus – sie floss in großen Windungen durch die Aue –und in ein kanalartiges Profil mit fester Sohlbreite (30 Metern) sowie Steinschüttungen und Rasengitterstein-Böschungen verlegt und ausgebaut worden.

Die Lenne-Renaturierung wurde 2019 begonnen. Der erste Bauabschnitt, etwa 800 Meter lang, wurde Anfang 2021 fertiggestellt. Im Februar 2022 ist auch der zweite Bauabschnitt abgeschlossen worden, sodass derzeit auf einer Fließlänge von 1,5 Kilometern eine renaturierte Flussauenlandschaft vorliegt. Der dritte Bauabschnitt mit knapp einem Kilometer Länge wird ab Sommer 2023 umgesetzt.

Im Zuge der Renaturierung der Lenne wurde der Fluss auf eine Breite von bis zu 100 Metern aufgeweitet. Dazu wurden beidseitig Ufersicherungen sowie Vorlandbereiche großräumig zur Schaffung einer Sekundäraue abgetragen. Erhaltenswerte Weiden wurden als Baum-Inseln im Fluss belassen. Es wurde der gesamte geomorphologische Formenschatz mit ausgeprägter Krümmungserosion, Sturzbäumen, Laufverzweigungen, ausgeprägten Querbänken, großer Strömungsdiversität und Tiefenvarianz mit Kolken, Kehr-/Stillwässern, Tiefrinnen, Flachwassern, Schnellen, Pools, Kaskaden, Wurzelpolstern, Baumumläufen, Sturz- und Prallbäumen, umfangreichen Treibholzansammlungen, Schlammfluren, Unterstände sowie Steilufern im Auenlehm angelegt bzw. initialisiert.

Die Ufer- und Inselbänke wurden aus dem plattigen Schotter des silikatischen Grundgebirges planiert. Uferschwalben und Flussregenpfeifer haben diesen Lebensraum schon besiedelt. Die Renaturierung konnte beim Sommer Hochwasser im Juli 2021 schon erfolgreich 60.000 m³ Retentionsvolumen bereitstellen und ihren Funktionstest erfolgreich bestehen. Es kam zu umfangreichen Treibholzansammlungen, die bisher als sehr lagestabil erwiesen und belassen werden.

Erste Ergebnisse von Voruntersuchungen für ein über die WRRL-Vorgaben hinausgehendes Monitoring (geplant) werden vorgestellt. Diese umfassen die Vegetationsentwicklung auf den Schotterinseln ab dem Jahr 2022 sowie eine aktuelle Bestandsaufnahme der Uferlaufkäfer-Biozönos.

Anthropogene Einflüsse

Entwicklung des Fischbestandes in Deutschlands viertlängstem Schifffahrtskanal und Diskussion von Managementansätzen zur Förderung heimischer Fischarten in angrenzenden Hafenanlagen

Andreas Maday; Matthias Emmrich

Anglerverband Niedersachsen e. V.

Der Elbe-Seitenkanal (ESK) ist mit einer Länge von 115 km einer der längsten Schifffahrtskanäle Deutschlands. Neben seiner Funktion als Wasserstraße, stellt dieses künstliche Gewässer ebenfalls einen Lebensraum für unterschiedliche Fischarten dar und wird von einer Vielzahl von Anglern geschätzt. Als Grundlage eines adaptiven, datenbasierten Fischereimanagements wurde im Jahr 2022 eine fischereibiologische Untersuchung mittels Elektrofischerei auf sechs, bereits vor 16 Jahren befischten, Untersuchungstransekten durchgeführt. Ziel der Untersuchung war es, aktuelle Informationen zur Fischartenvielfalt und Fischartenzusammensetzung - auch kleinerer in den Anglerfängen meist unterrepräsentierter Fischarten und Größenklassen - zu gewinnen.

Insgesamt wurden bei der Befischung 1.024 Individuen aus 15 Fischarten nachgewiesen. Im Vergleich zu den zuvor erhobenen Daten wurde gezeigt, dass sich sowohl das Fischartenspektrum, als auch die Dominanzverhältnisse in den Fängen zwischen den Untersuchungsjahren deutlich verändert haben. Neben den heimischen Fischarten wurden zwei gebietsfremde Grundelarten, die Marmorierte Grundel (*Proterorhinus marmoratus*) und die Schwarzmundgrundel (*Neogobius melanostomus*) nachgewiesen. Letztere konnte auf allen Transekten gefangen werden und stellt die zweithäufigste Fischart im ESK dar. Grundsätzlich konnte eine deutlich höhere Artenvielfalt sowie höhere Einheitsfänge verschiedener Fischarten in den Untersuchungstransekten beobachtet werden, in denen emerse Makrophyten wuchsen.

Die strukturelle Aufwertung von überwiegend strömungsberuhigten Hafenbereichen, welche als wichtige Larven- und Jungfischhabitate für limno- und euryopare Fischarten gelten, stellt eine Möglichkeit dar, um die Bestände insbesondere heimischer Fischarten in monotonen Schifffahrtskanälen nachhaltig zu fördern. Im Vortrag werden die Befischungsergebnisse im Detail erläutert und mögliche Aufwertungsmaßnahmen von Hafenanlagen als Managementansatz vorgestellt und diskutiert.

Neobiota & food webs

Wissen am Haken - Sensibilisierung der Angler für aquatische Neozoen am Beispiel des Wolgazanders (*Sander volgensis*) im niedersächsischen Kanalsystem

Matthias Emmrich; Andreas Maday

Anglerverband Niedersachsen e. V.

Schiffbare Wasserstraßen gelten als „highways“ für nicht heimische aquatische Arten. Viele der in Niedersachsens Gewässern vorkommenden Neozoen werden über Schifffahrtskanäle

verbreitet. Das niedersächsische Kanalsystem umfasst ca. 390 km. Ein Großteil dieser Gewässer wird beangelt. Allein im Anglerverband Niedersachsen e.V. (AVN) haben 71 Angelvereine mit über 38.000 Mitgliedern einen direkten Zugang zu den Kanälen. Somit ist es nicht verwunderlich, dass neue Fischarten häufig als erstes von Anglern entdeckt werden. Im Jahr 2010 wurden erstmals der Fang eines Wolgazanders im Mittellandkanal zwischen Peine und Braunschweig gemeldet.

Im Rahmen eines Citizen-Science Projekt soll mit Hilfe der Anglerinnen und Angler die Ausbreitung und Ökologie des Wolgazanders untersucht werden. Der Wolgazander genießt mittlerweile in der Anglerschaft eine große Aufmerksamkeit, da er gut beangelt werden kann und ein hochwertiger Speisefisch ist.

Über verschiedene Kommunikationsstrategien mit dem Schwerpunkt Social Media sind die Anglerinnen und Angler aufgerufen, Wolgazanderfänge dem AVN zu melden und gefangene Fische für die Forschung zur Verfügung zu stellen. Innerhalb von zweieinhalb Jahren wurden über 400 verifizierte Wolgazanderfänge gemeldet und es wurden ca. 180 geangelte Fische für die Forschung zur Verfügung gestellt.

Der Wolgazander gilt mittlerweile im gesamten niedersächsischen Kanalsystem als etabliert und wurde darüber hinaus in Gewässern in Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen gefangen. Mit Hilfe der geangelten Fische werden das Wachstum und die Nahrungsgewohnheiten des Wolgazanders außerhalb seines natürlichen Verbreitungsgebietes untersucht, um den Einfluss des nicht heimischen Zanderverwandten auf die Fischfauna bewerten zu können.

Multiple stressors and food webs

Flushing away the future: The effects of wastewater treatment plants on aquatic invertebrates

Daniel Enns¹; Sarah Cunze¹; Nathan Baker²; Jörg Oehlmann¹; Jonas Jourdan³

¹ Goethe University Frankfurt am Main; ² Nature Research Centre, Vilnius; ³ Goethe University Frankfurt am Main, Frankfurt am Main

Wastewater treatment plants (WWTP) are essential infrastructure in our developing world. However, with the development and release of novel entities and without modern upgrades, they are ineffective at fully removing micropollutants before treated effluents are released back into aquatic environments. Thus, WWTPs may represent additional point source impacts to freshwater environments, further pressuring aquatic fauna and already at risk insect communities. Previous studies – mostly focused on single WWTPs – have shown general trends of freshwater invertebrate communities becoming dominated by pollution tolerant taxa. To expand on these findings, the current study is the first to comprehensively investigate data on the effects of 170 WWTPs on invertebrate taxonomic composition. We compared data for several diversity and pollution indices, as well as the taxonomic composition both upstream and downstream of the WWTPs (366 sampling sites). In terms of abundance, the three most frequent and negatively impacted orders were the Plecoptera, Trichoptera and Gastropoda, while the Turbellaria, Hirudinea and Crustacea increased in abundance. Although strong changes in community composition were observed between upstream and downstream sites (mean species turnover of 61%), commonly used diversity indices were not sensitive to these changes, highlighting their potential inadequacy in accurately assessing ecological health. Our results indicate that WWTPs change downstream conditions in favour of pollution tolerant taxa to the detriment of sensitive taxa. Order-level taxonomic responses can be informative but should be interpreted with caution, since they can be driven by a few taxa, or opposing responses of species in the same group can result in an overall low order-level response. Upgrading WWTPs via additional treatment steps or merging may be beneficial, provided upstream sections are unimpacted and/or are in a good chemical and structural condition.

Multiple stressors and food webs

Stable isotope (^{15}N) labelling facilitates the measurement of macroinvertebrate dispersal across species and feeding types

Julian Enß; Milen Nachev; Christian K. Feld

Universität Duisburg-Essen

Macroinvertebrate dispersal is a key mechanism for recovery of streams from multiple stressors. A parameter that plays a significant role in understanding this process is the dispersal distance. Predictions of the dispersal distances of macroinvertebrates often rely on indirect proxies at species level (e.g., dispersal traits) rather than on actual dispersal measurements at individual specimen level. This renders predictions of dispersal highly uncertain. Using stable isotope enrichment (^{15}N), we non-invasively labelled large quantities of macroinvertebrates at eight sites in sand-bottom lowland streams of Germany. At each site, between 15 g and 40 g $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$ were dissolved in 40 l pure water and slowly released to the water column over a period of 42 days (enrichment). During enrichment, flow measurements were frequently taken at all sites. After enrichment, benthic invertebrates, phytobenthos, and coarse particulate organic matter (CPOM) were sampled repeatedly to evaluate the enrichment with and depletion of ^{15}N in the biomass over a distance of up to 2 km downstream of the release point. In order to estimate the total number of labelled individuals, larval density was determined using hand nets. Overall, between approx. 565 (*Sialis* sp.) and 700.000 (*Gammarus pulex*) individuals could be labelled with ^{15}N at each site. Species-specific results show that enrichment was highest in grazers (and phytobenthos) as compared to shredders (and CPOM), passive and active filter feeders and predators. Our findings show that isotope enrichment is suited to label large quantities of macroinvertebrates across species and feeding types up to distances of at least 2000 m and thus providing a sound basis for the measurement of their dispersal distances and rates.

Managementmaßnahmen zur Bekämpfung der Eutrophierung

Wasserverluste und Eutrophierung - Maßnahmen zum Erhalt eines ostfriesischen Flachsees

Tim Epe

Institut Dr. Nowak GmbH & Co. KG

Viele Geestrandseen Ostfrieslands sind als flache, ursprüngliche an das Gewässernetz angebundene Seen durch Entwässerungs- und Meliorationsmaßnahmen bereits vor Jahrzehnten verschwunden.

Das ca. 32 ha große Sandwater bildet eine Ausnahme. Der ursprünglich oligo- bis mesotrophe See erfuhr zwar starke Nährstoffeinträge ab 1935, wurde jedoch in den 1960er Jahren durch Errichtung eines Dammbauwerks als See erhalten und 1973 unter Naturschutz gestellt. Entwässerung und intensive Landwirtschaft auf organischen Böden im direkten Umfeld des Sees führten dort seither zu einer starken Absenkung des Geländeniveaus und einer hydrologischen Entkoppelung des Sees vom ursprünglichen Einzugsgebiet.

Der heute hypertrophe See ist nunmehr in der Landschaft exponiert und von der Regenspende abhängig. Extreme Sommer (2018 & 2019) hatten neben hohen Verdunstungsraten auch Undichtigkeiten im Dammbauwerk zur Folge, so dass der See seinen ursprünglichen Wasserstand trotz ausreichender Regenspende anschließend nicht mehr erreichte. Die Wasserverluste verstärkten zudem die Symptome der Eutrophierung und hatten Fischsterben zur Folge.

Der Vortrag zeigt die Auswirkungen der bereits umgesetzten Dammbabdichtung und wirft einen Ausblick auf mögliche interne Maßnahmen zur Senkung der Trophie. Vor dem Hintergrund der extremen Standortbedingungen des Sees, wird zudem die Frage diskutiert, wie weit Maßnahmen zukünftig im Zuge des Klimawandels greifen müssen, um Seen und ihre Funktionen zu erhalten.

Langzeitmonitoring

DEMOSTREAM – Nutzung möglicher Synergieeffekte im biologischen Monitoring von Fließgewässern in Nordrhein-Westfalen und Israel

Christian K. Feld¹; Armin W. Lorenz¹; Yaron Hershkovitz²

¹ Universität Duisburg-Essen; ² University of Tel Aviv

Im Zuge der Umsetzung europäischer Richtlinien werden die Fließgewässer in Deutschland nahezu flächendeckend physikalisch-chemisch, hydromorphologisch und biologisch überwacht. Zudem sind viele Gewässer als FFH-Gebiete ausgewiesen und Bestandteil des europäischen Netzwerks NATURA 2000. Auentypische Lebensräume und ausgewählte Tier- und Pflanzenarten werden regelmäßig erfasst. Werden Renaturierungs- bzw. Revitalisierungsmaßnahmen an Flüssen und Bächen umgesetzt, sind auch diese oft Gegenstand eines Monitorings, beispielsweise zur Erfolgskontrolle. Bereits diese wenigen Beispiele legen nahe, dass hinsichtlich der biologischen Überwachung von Fließgewässern immer dann ein großes Synergiepotenzial besteht, wenn die Gewässerbiologie erfasst wird.

Gleichzeitig bergen flächendeckend durchgeführte Erhebungen von Arten und Artengruppen im Rahmen der o. g. Monitoringaktivitäten ein bislang nur wenig ausgeschöpftes Indikationspotenzial. Auswertungen von kurz- und langfristigen Trends von Arten und Artengruppen können wichtige Hinweise zum Gefährdungsgrad geben und den Erhalt der biologischen Vielfalt unterstützen, z. B. über ein landes-/bundesweites Diversitätsmonitoring. Klimawandelindikatoren können dabei helfen, besonders vulnerable Gewässerabschnitte oder Regionen zu identifizieren und klimabedingte Veränderungen zu dokumentieren. Diagnoseindikatoren können wichtige Hinweise zur hierarchischen Wirkung einzelner Belastungen geben und sind daher vor allem für die Ableitung zielgerichteter Maßnahmen interessant. Zukünftig wird es nicht nur darum gehen, Fließgewässer und ihre Auen ökologisch aufzuwerten, sondern sie auch „klimasicherer“ zu machen.

Das Vorhaben DEMOSTREAM zielt darauf ab, potenzielle Synergien zwischen bestehenden Überwachungsprogrammen zu identifizieren und darauf basierend einen integrativen Ansatz für das Gewässermonitoring zu entwickeln. Ziel ist es, die Überwachung von Fließgewässern in NRW und Israel durch die Entwicklung neuartiger Ansätze und Schließung relevanter Lücken (z. B. Überwachung von Ökosystemleistungen, Bewertung der Ökosystemfunktionen, Überwachung der Auswirkungen des Klimawandels, Erfassung von Biodiversitätstrends) zu unterstützen. Die Ansätze werden in zwei Modellgebieten in NRW (Emscher/Boye) und Israel (Kishon/Tzipori) hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit überprüft.

Multiple stressors in river systems

Fatty acid biomarkers in stream biofilms along a multiple stressor gradient

Patrick Fink

UFZ - Helmholtz Centre for Environmental Research

Anthropogenic land use causes multiple stressors for stream ecosystems, affecting biodiversity and ecosystem functions. Stream biofilms are a key component of freshwater biodiversity and mediate several important ecosystem functions such as nutrient retention and primary production. Simultaneously, they are one of the major basal resources for the entire stream food web. Here, the algal content of polyunsaturated fatty acids that are essential to many herbivorous animals is a key determinant of the trophic transfer efficiency from biofilm primary producers to higher trophic levels. To investigate how human land use affects the fatty acid composition of stream biofilms, we analysed water quality parameters together with biofilm composition and in particular biofilm fatty acids along two streams in Central Germany with strong longitudinal land use gradients. As expected, land use change had strong effects on water chemistry and biofilm nutrient content. Biofilm fatty acid contents also changed along the rivers' course, but with unexpected hotspots in essential polyunsaturated fatty acids at sites with high nutrient inputs, such as wastewater treatment plants. Assuming the biofilms' content in polyunsaturated fatty acids is related to high biofilm quality for herbivores, land use intensity hence does not necessarily decrease the nutritional value of biofilms for herbivorous invertebrates. On the other hand, some of these fatty acid biomarkers may be useful as indicators of anthropogenic land use impacts in general.

Managementmaßnahmen zur Bekämpfung der Eutrophierung

Natriumpercarbonat-Einsatz als Akut-Maßnahme zur internen Seerestaurierung bei Abundanz von Cyanophyceen – Ergebnisse aus Labor und Feld

Andreas Szabados¹; Björn Fischer¹; Patrick von Busch¹; Andreas Boenert²; Max Ehlig³; Dominique Mario Gampe³; Thomas Willuweit³

¹ Oase GmbH; ² AgL - Büro für Umweltgutachten; ³ Söll GmbH

Im Gelbdruck des Merkblattes DWA-M 606 „Grundlagen und Maßnahmen der Seentherapie“, Abschnitt 9.6.2 wird explizit Natriumpercarbonat als potenzielles Mittel zur Akutmaßnahme gegen cyanobakterielle Aufrahmungen benannt. Im Rahmen eines Feldversuchs konnte ein Natriumpercarbonat-basiertes Cyanobakterizid getestet und die Maßnahme wissenschaftlich begleitet werden.

Nachdem an einem künstlich angelegten See (ca. 3 ha / 75.000 m³) mit intensiver Freizeitnutzung ein Massenwachstum von Cyanophyceen („Blualgenblüte“) diagnostiziert worden war, wurde der Teich wegen der möglichen Gefährdung durch freigesetzte „Blualgen-Toxine“ gesperrt. An 5 definierten Probenahmestellen wurde zunächst eine Bestandsaufnahme durchgeführt, dabei konnten die Vorort-Parameter (Wassertemperatur, Sichttiefe, Sauerstoffgehalt, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit) im Epilimnion und über Grund, ergänzt werden um die Nährstoffgehalte (Stickstoff, Phosphor, Alkalinität) sowie die Chlorophyll-a- und die Microcystinkonzentration. Ausschlaggebend für die Restaurierung war letztlich die ermittelte Phytoplanktonzusammensetzung inklusive Abschätzung in Häufigkeitsklassen, mit großer Abundanz von Microcystis sp. und Anabaena div. sp.

Innerhalb von 2 Tagen wurde der See abschnittsweise restauriert. Mittels Ausbringung per Boot wurden 2,2 t ($\pm 75 \text{ g/m}^2$) des Cyanobakterizids in die obere Wasserschicht eingebracht.

Die erwähnten Parameter der Bestandsaufnahme wurden fortlaufend während und nach des Applikationszeitraumes ermittelt. Ziel war es, die Selektivität Natriumpercarbonats gegenüber Cyanobakterien nachzuweisen. Dabei offenbarte bereits die Messung der Sichttiefe das Potential der Restaurierungsmaßnahme. Diese konnte mittels Applikation innerhalb von 48 h um 20 % ($\pm 16 \text{ cm}$) gesteigert werden. Die Masse und Artenzusammensetzung des Zooplanktons blieben unverändert. Im Rahmen der Charakterisierung des Phytoplanktons ergaben sich bemerkenswerte Resultate. Während die gefundenen Bacillariophyceae, Dinophyceae und Chlorophyceae sogar leichte Zunahmen der Algenmasse zeigten, war eine deutliche Abnahme lebender Cyanophyceen nachzuweisen.

Die in der Literatur beschriebene, im Vergleich zu anderen Algenzellen, erhöhte Sensitivität der Prokaryoten gegenüber Wasserstoffperoxid konnte im Rahmen des Feldversuchs eindeutig nachgewiesen werden, wobei negative Effekte zunächst auszuschließen sind.

Multiple Stressoren

Auswirkungen von Schwall/Sunk auf karpfenartige Fische, mit Fokus auf Larvenstrandung von Barbe (*Barbus barbus* L.) und Nase (*Chondrostoma nasus* L.)

Simon Führer¹; Stefan Auer¹; David R. M. Graf¹; Thomas Hasler¹; Felix Stoisser¹; Anna Coudrais²; Antonin Olejarz²; Elora Fauchery²; Daniel Mameri³; Stefan Schmutz¹; Daniel S. Hayes¹

¹ Universität für Bodenkultur Wien - Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement (IHG); ² Graduate School of Engineering, University of Tours; ³ Forest Research Centre (CEF) and Associate Laboratory TERRA, School of Agriculture, University of Lisbon

Der erwartete Ausbau erneuerbarer Energien zur Verringerung der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern wird Flussökosysteme weiter belasten. Da die Produktion von Wind- und Solarenergie schwankt, wird die Wasserkraft, insbesondere die Speicherwasserkraft, eine wichtige Rolle bei der Aufrechterhaltung der Netzstabilität spielen. Die Betriebsweise solcher Anlagen führt jedoch zu unnatürlichen Abflussschwankungen flussab von Kraftwerken, die weitreichende negative ökologische Auswirkungen haben können, wie zB. Abdrift und Strandung von Fischen. Diese Thematik war in den letzten Jahrzehnten Gegenstand zahlreicher Studien, wobei karpfenartige Fische (Cypriniden), zB. Aitel, Barbe oder Nase, im Gegensatz zu Salmoniden, zB. Lachs, Forelle oder Äsche, kaum berücksichtigt wurden.

Unsere integrative Studie zielt darauf ab, Wissenslücken zu den Auswirkungen von Schwall/Sunk auf Cypriniden zu schließen, wobei zwei Ansätze verfolgt werden. Erstens wird eine umfangreiche Datenbank genutzt, um die Effekte von Schwall/Sunk auf den Populationszustand ausgewählter Cyprinidenarten in Österreich zu modellieren, wobei Abflussdaten mit anderen relevanten Stressoren (u.a. morph. Beeinträchtigungen, Fragmentierung) verknüpft werden. Zweitens werden Schwall/Sunk-Experimente mit Fokus auf die Strandung früher Lebensstadien der Barbe und der Nase in naturnahen Fließrinnen durchgeführt (<http://hydropeaking.boku.ac.at>). In diesen Experimenten werden unterschiedliche Pegelabstiegsraten (0.3–3.0 cm.min⁻¹), Kiesbank-Querneigungen (2%, 5%), morph. Ausprägungen (mit/ohne Strukturen) sowie Tag-Nacht Effekte getestet.

Durch die Verschneidung von Datenbankauswertungen und experimentellen Studien kann ein umfassendes Verständnis hydromorphologischer Einflussfaktoren auf einzelne Fische und deren Populationen gewonnen werden. Die Analysen zeigen einen desaströsen Zustand von Aitel-, Barben- und Nasenbeständen in österreichischen Schwallgewässern an. Die Strandungsversuche zeigen eine starke tageszeitabhängige Strandungsanfälligkeit, mit erhöhter Strandung in der Nacht. Zudem weisen die Daten auf Unterschiede im Strandungsrisiko zwischen den Abstiegsraten hin und zeigen Wechselwirkungen in Kombination mit der Tageszeit und Kiesbank-Querneigung. Die Ergebnisse dieser Studie gewähren erste Einblicke in die direkten Auswirkungen von Schwall/Sunk auf Cypriniden und könnten in der laufenden Diskussion über Sanierungsmaßnahmen helfen, die ökologische Integrität von Flüssen weltweit zu verbessern.

DYNATRAIT- Flexibility matters

Bridging between food web theory and observed seasonal plankton dynamics and regulation

Ursula Gaedke¹; Xiaoxiao Li²; Lia Hemerik³; Peter de Ruiter⁴

¹ Potsdam University; ² Guangdong University of Technology; ³ Wageningen University; ⁴ University of Wageningen

We field limnologists think we have now a profound understanding how seasonal plankton dynamics are regulated enabling management. Our data show e.g. that the quantity of biomasses, production and feeding interactions often change by orders of magnitude during the season in a recurrent way, whereas long-term annual averages are less variable. We are aware of numerous density-dependent processes acting bottom-up (e.g. nutrient concentrations, self-shading, food quantity and quality) or top-down (e.g. predation, parasites, viruses) potentially stabilizing dynamics. We food web theoreticians think that we identified various mechanisms influencing food web stability, using e.g. the Jacobian matrix approach to measure food web stability. The required parameters in such matrices can sometimes be directly obtained from empirical food webs quantifying who eats whom how much. A well-known example is the long-term, high frequency data-base of the pelagic food web of Lake Constance. We used the maximum weight of the positive feedback loop as measure for stability (a heavy positive feedback loop indicates low food web stability). Such a loop consists of a chain of feeding interactions from a certain species through the web back to the same species without visiting other species more than once. Identifying the heaviest loop tells us which plankton groups determine stability. The loop going from phytoplankton to ciliates to heterotrophic flagellates and back to phytoplankton was most often the heaviest and thus most destabilizing loop, herewith determining overall food web stability. The heavy weight originates from the high weight-specific metabolic rates of these small unicellular organisms, which enable potentially fast destabilizing dynamics, e.g. during early spring. Later their loop weight decreased as larger, slower growing consumers suppressed these small plankters and herbivore diversity increased, so that loops involving larger organisms like crustaceans became the heaviest ones. Overall, we found a remarkable seasonal succession of the heaviest loops determining stability revealing how the observed changes in food web structure and energetics caused a high stability throughout the year despite the major environmental changes. This can be explained by density-dependent regulation of the individual plankton groups. Thus, theoretical stability analysis based on food web theory can be linked to established processes regulating seasonal plankton dynamics.

Biodiversität aquatischer Lebensgemeinschaften

Über 20 Jahre EG-WRRL und keine Verbesserung in Sicht – sind wir mit unseren Bewertungsmethoden am Ende?

Carmen Gallas¹; Martin Sorg²; Thomas Hörrn²

¹ Linksniederrheinische Entwässerungs-Genossenschaft (LINEG); ² Entomologischer Verein Krefeld (EVK)

Trotz aller Bemühungen verfehlen seit Inkrafttreten der EG-WRRL bundesweit noch ca. 90 % der Fließgewässer den guten ökologischen Zustand.

Bei der Makrozoobenthos-Bewertung nehmen Insekten in der aquatischen Biozönose eine wichtige Rolle ein, bilden das Fundament von Nahrungsnetzen und sind Bindeglied im Gefüge von Gewässer-, Ufer- und Auenzönosen. Im MZB-Bewertungsverfahren ASTERICS sind die Metrics „EPT [%] (HK)“ und „Trichopteren“ wesentlich für die Berechnung des ökologischen Zustands, die am Niederrhein mit wenigen Ausnahmen degradierte Verhältnisse indizieren. Die EPT-Taxa sind gegenüber der Wasserqualität und Gewässermorphologie i. d. R. belastungsintolerant und stellen hohe Ansprüche an ihren aquatischen Lebensraum und das terrestrische Umfeld.

In den MZB-Proben finden sich am Niederrhein nur selten Plecoptera. Seit 1990 sind im LINEG-Gebiet in den Fließgewässern 29 Ephemeroptera- und 114 Trichoptera-Arten dokumentiert. In Einzelproben reicht die Anzahl der EPT-Taxa für eine gute Bewertung i. d. R. dennoch nicht aus. Die Niedrigungsgewässer haben einen naturgemäß großen Feinsedimentanteil mit großer Anzahl an Dipteren, die nur in wenigen Fällen auf Artniveau bestimmbar sind und nicht bewertet werden.

Für den linken Niederrhein liegen keine umfänglichen, vorindustriellen Verbreitungsdaten zu den EPT-Taxa und Diptera vor.

Seit 2018 werden an gewässernahen Standorten die flugfähigen Insekten mittels standardisierten Malaise-Fallen erfasst. Die konservierten Insektenproben werden für weitere Untersuchungen und anschließend dauerhaft in den Sammlungen des Entomologischen Vereins Krefeld archiviert.

Die Bestimmung der Proben auf Artniveau ist aufgrund des taxonomischen Spektrums nicht vollumfänglich möglich. Genetische Methoden (DNA Metabarcoding) helfen, einen tieferen Einblick in die Artengemeinschaften von Standorten zu erlangen. Erste Ergebnisse aus Forschungsprojekten des EVK liegen vor. Zu einem exemplarisch ausgewählten Fallstandort im Randbereich eines Gewässers wurden 2342 Insektenarten determiniert. Darunter 993 Diptera, 1 Ephemeroptera und 17 Trichoptera.

Detailliertes Wissen über gewässerassoziierte Insektenzönosen birgt Möglichkeiten zur Klärung standortspezifischer Fragestellungen und kann zur Maßnahmenableitung für die Verbesserung des ökologischen Zustands herangezogen werden, dient als Basis zur Bewertung zukünftiger Veränderungen und schließt Wissenslücken über die Biodiversität in Auen- und Gewässerhabitaten.

Urbane und erheblich veränderte Gewässer

Güteentwicklung im ersten Jahr der abwasserfreien Emscher

Nadine Gerner; Peter zur Mühlen

Emschergenossenschaft/Lippeverband

Nach über 100 Jahren der Nutzung als offener Schmutzwasserlauf, welcher Abwässer von Siedlungen, Bergbau und Industrie ableitete, gelangt seit Ende 2021 kein ungeklärtes Abwasser mehr in die Nebenläufe und den Hauptlauf der Emscher – einem Zufluss des Rheins im Ruhrgebiet. Um den Entwicklungsprozess zu einem neuen, lebendigen Fluss von Anfang an begleiten zu können, wurde ein neues Gewässer-Monitoring aufgesetzt. Seit Beginn 2022 messen acht Online-Kontrollstationen kontinuierlich und in Echtzeit die Gewässergüteparameter Sauerstoff, Temperatur, pH, Leitfähigkeit, Trübung, Ammonium und Phosphat entlang der Emscher. Der zweite Baustein des Monitorings sind die neuen Emscherlängsuntersuchungen – dies sind regelmäßige Probennahmen zur chemischen Wasserqualität sowie zur Fauna und Flora an 13 Messstellen im Gewässerverlauf.

Die Monitoringaktivitäten belegen, dass die Ammonium- und Phosphatbelastungen der Emscher durch die Abwasserfreiheit mehr als halbiert wurden. Die Sauerstoffkonzentration ist generell gestiegen und die Emscher ist deutlich klarer geworden. Vor allem nach Regenereignissen ist die Trübung jedoch noch erhöht und der Sauerstoff fällt ab. Teilweise sind Metall-, PAK- und Spurenstoffkonzentrationen erhöht. Der extreme Sommer 2022 stellte besonders herausfordernde Bedingungen für die sich entwickelnde Emscher dar: Die lange Hitze- und Dürrephase sorgte für geringe Abflüsse. Zudem befindet sich die Emscher noch in einer Phase des Übergangs. So werden die drei großen Kläranlagen entlang der Emscher noch um eine vierte Reinigungsstufe erweitert. Parallel wird die ökologische Verbesserung der Nebenläufe und des Emscher-Hauptlaufs fortgesetzt und weitere ökologische Schwerpunkte werden als Trittsteine für eine hochwertige biologische Besiedlung angelegt. Auch erfolgte die Einstellung der Grubenwasser- Einleitungen aus dem Steinkohlebergbau in die Emscher.

Im Vortrag werden die Güteergebnisse aus den Online-Kontrollstationen sowie der chemischen Emscherlängsuntersuchung präsentiert und diskutiert sowie ein Ausblick auf die weitere Entwicklung der Emscher sowie geplanter Maßnahmen zur schrittweisen Verbesserung der Wasserqualität als Voraussetzung für die ökologische Entwicklung der Emscher gegeben.

Aquatisches Monitoring

Neue Ideen für das Eutrophierungsmanagement von Flachseen: Über die Theorie der alternativen Gleichgewichte hinaus

Daniel Graeber¹; Mark J. McCarthy²; Tom Shatwell³; Dietrich Borchardt³; Erik Jeppesen⁴; Martin Søndergaard⁴; Torben Lauridsen⁴; Thomas A. Davidson⁴

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ); ² Estonian University of Life Sciences; ³ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ); ⁴ Aarhus University

Die Theorie der alternativen Gleichgewichte, die sich auf zwei mögliche Zustände in Flachseen bezieht - ein Zustand gekennzeichnet durch klares Wasser und reiche Vegetation und der andere Zustand geprägt durch trübes, von Phytoplankton dominiertes Wasser – wird häufig genutzt, um die Dynamik der Eutrophierung in Flachseen zu verstehen und zu beeinflussen. Allerdings stellen wir, gestützt auf Daten aus hunderten von Seen in den USA und Dänemark, die Anwendbarkeit dieser Theorie für das Management der Eutrophierung in Frage. Unsere Untersuchungen offenbarten einen linearen Zusammenhang zwischen Nährstoffgehalt und Phytoplanktonbiomasse, gemessen als Chlorophyll a, welche die Annahme alternativer Gleichgewichte nicht erforderte. Dieser Zusammenhang wurde jedoch erst deutlich, wenn die Beobachtungen über einen Zeitraum von mehr als drei Jahren erfolgten.

In einer nachfolgenden Studie analysierten wir die spezifische Beziehung zwischen Stickstoff, Phosphor und Chlorophyll a. Dabei stießen wir auf eine robuste, langfristige stöchiometrische Beziehung zwischen Stickstoff und Phosphor in Flachseen, welche eine erstaunlich genaue Vorhersage der durchschnittlichen Chlorophyll a Konzentration ermöglicht. Diese Beziehung erwies sich als in allen 159 untersuchten Flachseen gültig, wurde allerdings erst ab Beobachtungszeiträumen von fünf oder mehr Jahren deutlich sichtbar. Diese langfristigen Zusammenhänge zeigen eine duale Beziehung zwischen Stickstoff, Phosphor und Chlorophyll a. Entweder gibt es einen klaren Zusammenhang zwischen beiden Nährstoffen und Chlorophyll a wenn die Verfügbarkeit beider Nährstoff während der Wachstumsperiode des Phytoplankton gleichermaßen erschöpft ist, oder es gibt ein erhöhtes Risiko des Austrags von Phosphat oder Nitrat, wenn entweder Stickstoff oder Phosphor im Überschuss vorhanden sind. Da 89% aller Seen weltweit Flachseen sind, könnte dieses Ergebnis von globaler Relevanz sein.

In Kombination legen beide Studien nahe, dass nur eine langfristige Kontrolle der Stickstoff- und Phosphorfrachten die Eutrophierung von Flachseen beeinflusst. Auf Grundlage unserer Ergebnisse würde das Management der Eutrophierung von Flachseen durch folgende Ansätze wirksamer: 1. Kontrolle der Stickstoff- und Phosphoreinträge und deren stöchiometrische Verhältnisse, und 2. Monitoring der Einträge und der Wirksamkeit von Maßnahmen über mindestens fünf Jahre im Gewässer mit seinem Einzugsgebiet.

Biodiversität aquatischer Lebensgemeinschaften

Entwicklung der Fischlebensgemeinschaft eines revitalisierten Tieflandbachs im Ruhrgebiet

Stefan Grosenick¹; Armin Lorenz²

¹ Universität Duisburg-Essen; ² Universität Duisburg-Essen

In der Zeit der Industrialisierung wurde der sandgeprägte Tieflandbach Boye und viele ihrer Nebengewässer im zentralen Ruhrgebiet begradigt und die Betten mit Sohlshalen befestigt. In diesen erheblich veränderten Gewässern, welche als offene Schmutzwasserabläufe genutzt wurden, war kaum höheres Leben möglich.

Einige Fischarten konnten diese Zeit in abwasserfreien, kleinsten Zuflüssen der Boye überdauern und darin stabile Populationen erhalten. Die ersten Arbeiten zur Renaturierung im Oberlauf der Boye begannen 2003, seit 2017 ist das System abwasserfrei und seit 2018 wird das gesamte System durch die Emscher-Genossenschaft im Rahmen des Generationen-Projektes Emscher-Umbau renaturiert. Die vorkommenden Fische können sich nun wieder selbstständig ausbreiten.

In diesem Vortrag wird die Entwicklung der Fischfauna an 20 ausgewählten Probestellen des Boye-Systems mit Daten von Elektrofischungen der letzten drei Jahre nachvollzogen und ihr Vorkommen anhand der abiotischen Bedingungen hergeleitet. Die ebenfalls in den letzten drei Jahren, im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 1439 - RESIST, regelmäßig aufgenommenen hydromorphologischen, chemischen und physikalischen Messgrößen an den Probestellen wurden visualisiert und durch statistische Testverfahren in Beziehung zu den Fischvorkommen gesetzt. Der ökologische Zustand der Gewässer wurde anhand des fischbasierten Bewertungssystems fiBS berechnet. Daraus wurden Präferenzen der Fischarten für bestimmte abiotische Umweltbedingungen innerhalb des Boye-Systems ermittelt und Potentiale für weitere Entwicklungsmöglichkeiten der Fischlebensgemeinschaft im Boye-System aufgezeigt. Dieses Ausbreitungspotential soll in den nächsten Jahren weiterhin evaluiert werden.

Managementmaßnahmen zur Bekämpfung der Eutrophierung

Aktuelle Herausforderungen bei der Sanierung und Restaurierung von Seen – Neuerungen im Merkblatt DWA-M 606 „Grundlagen und Maßnahmen der Seentherapie“

Björn Grüneberg¹; Tim Epe²; Michael Hupfer³

¹ Landeslabor Berlin-Brandenburg; ² Institut Dr. Nowak GmbH & Co. KG; ³ Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

Das Merkblatt DWA-M 606 zu „Grundlagen und Maßnahmen der Seentherapie“ wird in Kürze in einer weitreichend überarbeiteten Version erscheinen. Unverändert befasst sich das aktualisierte Merkblatt mit der Eutrophierung, denn dies ist nach wie vor das dominierende Problem für Seen und Talsperren und eine der größten Bedrohungen unserer Süßwasserressourcen in Deutschland und weltweit. Seentherapie muss zudem zunehmend die Folgen der Klimakrise mitberücksichtigen, denn die Gewässergüte wird immer stärker durch Wassermengenprobleme und zahlreiche klimawandelbedingte Effekte beeinflusst. Angesichts des bisher mäßigen Erfolges bei der Verbesserung des ökologischen Zustandes von Seen stellen sich grundlegende Fragen nach den Strategien, Zielen und Möglichkeiten der Seentherapie im Sinne eines modernen Seenmanagements. Prinzipiell sind langfristig stabile Qualitätsverbesserungen eutrophierter Seen nur zu erreichen, wenn die P-Einträge aus dem Einzugsgebiet (externe Belastung) auf ein verträgliches Maß reduziert wurden. Eine ausreichende Frachtminderung durch Maßnahmen im Einzugsgebiet ist jedoch auch wegen irreversibler Struktur- und Nutzungsänderungen der Kulturlandschaft oft kaum mit vertretbarem Aufwand zu erreichen. Daher werden seeinterne Maßnahmen zunehmend dafür genutzt, die Folgen vermeintlich unumkehrbarer Veränderungen der Landschaftsstruktur und einer nicht gewässerschutzkonformen nährstoffintensiven Landwirtschaft in Vergangenheit und Gegenwart zu kompensieren.

Der Vortrag gibt einen Überblick zu den wesentlichen Neuerungen im Merkblatt. Obwohl der Fokus des Interesses oft bei den technischen internen Maßnahmen liegt, wurden die Themen „Quantifizierung von Stoffeinträgen“ und „Maßnahmen im Einzugsgebiet“ ausführlicher und detaillierter ausgeführt. Auch die Grundlagen der Seentherapie inklusive der Nährstoffbilanzierung wurden gestärkt, um Rüstzeug für eine Ursachenanalyse der Nährstoffbelastung bereitzustellen. Seeinterne Restaurierungsmaßnahmen wurden neu bewertet, auf die relevanten Maßnahmen eingegrenzt, und um einen Abschnitt „Sofortmaßnahmen bei kritischen Situationen“ ergänzt. Die Erfolgsaussichten von Maßnahmen hängen davon ab, ob die Randbedingungen für einen wirksamen Einsatz von Maßnahmen ermittelt und ob realistische (d. h. wissenschaftlich begründete und dem natürlichen Potenzial des Sees entsprechende) Ziele gesetzt wurden.

Urbane und erheblich veränderte Gewässer

Laubrückhalt und Laubzersetzung – frühe Indikatoren für den Erfolg von Renaturierungsmaßnahmen in urbanen Fließgewässern

Ulrike Haase¹; Luisa Kauert¹; Thomas Berendonk¹; Mario Brauns²

¹ TU Dresden; ² Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ

Der Rückhalt von Laubstreu und deren Zersetzung im Gewässer sind grundlegende Ökosystemfunktionen, die sowohl den morphologischen als auch den funktionalen Aspekt der Integrität eines Ökosystems darstellen.

Diese Ökosystemfunktionen wurden an einem städtischen Fließgewässer vor und zwei Jahre nach einer Renaturierung im Frühjahr und Herbst durchgeführt und mit einem Referenzabschnitt des Gewässers oberhalb verglichen. Ergänzend wurden die morphologischen Merkmale der Fließgewässer aufgenommen sowie die Artendiversität und funktionale Diversität der Zerkleinerer-Gemeinschaften quantifiziert.

Die Retentionsstrukturen und die Fließgewässereigenschaften unterschieden sich zwischen den renaturierten und dem Referenzabschnitten. Dennoch wurde an den renaturierten Abschnitten ausreichend Laubstreu zurückgehalten und bot somit wertvolle Lebensräume und Nahrungsressourcen für die funktionale Gruppe der Zerkleinerer.

Die sich entwickelnde Gemeinschaft der Zerkleinerer an den renaturierten Bachabschnitten führte zu einem deutlichen Anstieg der Zersetzungsraten der Laubstreu im Vergleich zu vor der Renaturierung.

Die am Referenzabschnitt beobachteten höheren Zersetzungsraten der eingebrachten Laubsäckchen sind zum einen jahreszeitlich bedingt (im Frühjahr aufgrund von Nahrungsknappeit höher als im Herbst) und können zum anderen auf die massiven Abundanzen von *Gammarus fossarum* zurückgeführt werden. Die Feinsedimentauflage an den renaturierten Stellen hingegen könnte die Zersetzung der Laubstreu behindert haben.

Die taxonomischen und funktionalen Merkmale der Zerkleinerer-Gemeinschaft zeigten an den renaturierten Abschnitten eine höhere Artendiversität und funktionale Diversität und unterscheiden sich so von denen am Referenzabschnitt.

Das Monitoring funktionaler Eigenschaften und spezifischer Ökosystemfunktionen zwei Jahre nach der Renaturierung lieferte wichtige Informationen über die Eignung der renaturierten Lebensräume für Zerkleinerer und darüber, wie die Renaturierungsmaßnahme angepasst werden könnte, z. B. partielle Erhöhung der Fließgeschwindigkeit, um die Ablagerung von Feinsedimenten zu vermeiden. Ufervegetation diene zwar als ergänzende Nahrungsquelle für Zerkleinerer im Frühjahr, kann aber zur Etablierung einer nicht fließgewässertypspezifischen Artengemeinschaft führen. Dennoch sind Sukzessionsgemeinschaften, welche die grundlegenden Ökosystemfunktionen aufrechterhalten, ein wertvoller Beitrag zur Artendiversität in städtischen Fließgewässern.

Microbial Communities and Manganese Cycling in Wahnbach Reservoir: Insights from 16S-rRNA Amplicon Sequencing

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

¹ Universität Koblenz, Institut für Integrierte Naturwissenschaften, Koblenz; ² Wahnachtalsperrenverband (WTV), Siegburg

Redox reactions of both the Mn and Fe cycle are partly driven by microbial communities. Mn as an indicator parameter for water quality causes technical difficulties in drinking water treatment. In lakes and reservoirs, stratification and the resulting changes in oxygen availability, nutrient concentrations, and temperature distributions affect this system. Mn is known for its seasonal accumulation in the sediment and subsequent release under anoxic conditions. This also applies to the Wahnbach Reservoir, an important source of drinking water supply in the region Bonn/Rhein-Sieg/Ahr.

So far, little is known about the prokaryotic communities inhabiting the Wahnbach Reservoir and even less about the key players in Mn cycling. In this study, water and sediment samples of different depths were taken in July 2022. Due to the operation of this artificial reservoir, three locations along the length of the water body were investigated. Furthermore, sediment samples were incubated in dilutions series applying media selecting for Mn(II) oxidizing and Mn(IV) reducing prokaryotes. To complement the selective enrichment cultures, 16S-rRNA amplicon sequencing was performed. Followed by bioinformatic analysis under the aspect of metabolic processes.

As typical for freshwater lakes, the three most prominent classes in the water samples were Actinobacteria, Bacteroidia, and Gammaproteobacteria. In the sediment samples representatives of the Gammaproteobacteria, Clostridia, and Bacilli dominated. Based on an intensive literature study in combination with sequence analysis, we were able to shed some light on the distribution of prokaryotes involved in Mn cycling. Overall, sequences affiliated with Mn-transforming prokaryotes showed higher relative abundances in sediments than in the water column. While Mn(II) oxidizing activity was not observed in the corresponding dilution series, decoloration in the dilution series selecting Mn(IV) reducing prokaryotes confirmed Mn(IV) reduction associated with growth. Sequences with high relative abundances were affiliated with the genera *Rhodospirillum* and *Geothrix*. Representatives of these genera are known to reduce Mn(IV).

Through a better insight of the Mn cycle in the reservoir, technical processes such as bottom water aeration and extraction of raw water can be optimized. Especially in times of water scarcity, costs and resources can be saved in addition to improving drinking water quality.

Biodiversität aquatischer Lebensgemeinschaften

Quantitative und qualitative Analyse eines auf Mulchfolien wachsenden Biofilms als Nahrungsquelle für *Physa fontinalis* – Unterschiede zwischen konventionellen und Biokunststoffen

Verena Haupt¹; Bodo Philipp²; Friederike Gabel¹

¹ Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Landschaftsökologie; ² Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Molekulare Mikrobiologie und Biotechnologie

Eine Eintragsquelle von Kunststoffen, die in Deutschland zunehmend an Bedeutung gewinnt, ist der Einsatz von Kunststoffen in der Landwirtschaft. Die Emissionen aus der Landwirtschaft machen lokal etwa 1% des gesamten Kunststoffeintrags in die Umwelt in Deutschland aus, aber treten gehäuft und insgesamt zunehmend auf. Gelangen Teile landwirtschaftlicher Folien wie Mulchfolien in angrenzende Gewässer, sind die Auswirkungen auf aquatische Organismen noch nicht bekannt. In der vorgestellten Arbeit wurden die Auswirkungen von konventionellen und sog. Bio-Mulchfolien auf zwei trophischen Ebenen in Laborexperimenten untersucht. Als Primärproduzent wurde eine von Polyethylen isolierte epibenthische, photoautotrophe Mikroorganismengemeinschaft verwendet, die reproduzierbar Biofilme auf verschiedenen Materialien bildet; als Primärkonsument wurde die Quellblasenschnecke *Physa fontinalis* (Draparnaud, 1801) eingesetzt. Als Substrate für den Biofilm dienten drei verschiedene Mulchfolien und Glasobjektträger. Eine konventionell eingesetzte, biologisch nicht abbaubare Folie aus Polyethylen (PE) sowie zwei biologisch abbaubare Mulchfolien aus Polymilchsäure (PLA) wurden miteinander verglichen. Glas diente als Kontrollsubstrat. Die erste Folie enthält neben PLA Co-Polyester und Additive und die zweite Polybutylenadipat-terephthalat (PBAT).

Es erfolgte eine quantitative und qualitative Analyse des Biofilms in Bezug auf die Nahrungsqualität und -menge für *Physa fontinalis*. Zum einen wurde die Menge des abgeweideten Biofilms über Chlorophyllfluoreszenz und eine Kristall-Violett-Färbung sowie über die Trockenmasse des Biofilms und der Schneckenfäzes bestimmt. Zum anderen wurden die C/N/P-Verhältnisse der Biofilmbiomasse und der Schneckenfäzes sowie das Wachstum und Reproduktion der Schnecken analysiert, um Rückschlüsse auf die Nährstoffqualität der Biofilme ziehen zu können. Bei den Schnecken, die Biofilme auf PE abweideten, war ein signifikant größeres Wachstum zu verzeichnen als bei denen, die Biofilme auf der biologisch abbaubaren Mulchfolie aus PLA oder Glas abweideten.

Insgesamt zeigen konventionelle und biologisch abbaubare Bio-Mulchfolien einen Einfluss auf die Bildung von Biofilmen und das Wachstum und Laichverhalten von *Physa fontinalis*.

DYNATRAIT- Flexibility matters

Trait difference in prey determines evolutionary contributions on predator growth rates

Ruben J. Hermann¹, Jelena H. Pantel¹, Tom Réveillon², Lutz Becks²

¹ Modellierung von Süßwasser-Ökosystemen, Faculty of Biology, Universität Duisburg Essen, Essen, Germany; ² Aquatic Ecology and evolution, Limnological Institute, University of Konstanz, Konstanz, Germany

Evolutionary and ecological dynamics can occur on similar time scales and thus influence each other. While it has been shown that the relative contribution of ecological and evolutionary change to population dynamics can vary, it still remains unknown what influences these differences. Here, we hypothesize that an increase in intraspecific trait variation in a preys' defense leads to an increased contribution of evolution on predator-prey dynamics. To test this hypothesis, we paired different clones with known defense traits of a green alga as prey with rotifers as predators. We measured the impact of evolution and ecology depending on the trait differences between the clones using an approach based on a two-way ANOVA. We found that higher trait variation, a greater distance between the traits along the defense trait axis, increased the relative contribution of evolution on predator growth rate over 3-4 rotifer generations. Despite that, the final densities of predators at the final day of the experiment were similar, as such this effect would be missed without quantification of ecology and evolution. Determining the factors that influence the relative contributions can contribute to a better understanding of conditions that favor eco-evolutionary dynamics on a similar timescale.

Multiple Stressoren

Ökologie trifft auf Toxikologie: Veränderungen der Makrozoobenthosgemeinschaft entlang von Toxizitätsgradienten

Sebastian Heß¹; Delia Hof²; Matthias Oetken²; Andrea Sundermann¹

¹ Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung (SGN); ² Goethe-Universität Frankfurt

Einer der Hauptstressoren für Gewässerökosysteme ist eine stoffliche Belastung durch beispielsweise Nährstoffe, aber auch Mikroschadstoffe wie Pestizide und Arzneimittel, die dazu führen, dass die Ziele der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie nicht erreicht werden. Die Identifizierung der wichtigsten Eintragspfade und ihres Beitrags zum defizitären Zustand der Gewässer ist jedoch komplex. Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen sind die derzeitigen chemischen Standardmonitoringverfahren begrenzt, sodass die Mehrzahl der in der aquatischen Umwelt vorhandenen Schadstoffe und Stoffgemische nicht analysiert, nachgewiesen und quantifiziert werden können. Effektbasierte Methoden, die die allgemeine Toxizität und spezifischere Wirkmechanismen erfassen, können daher als geeignete Alternativansätze fungieren. Mit dem Ziel, ein ökotoxikologisches Bewertungssystem zu entwickeln, wurde im Rahmen des DECIDE-Projekts an insgesamt 30 Stellen in Südhessen eine breite Palette an in-vivo- und in-vitro-Methoden auf ihre Aussagekraft und Praktikabilität getestet. Zusätzlich wurden diese ökotoxikologischen Untersuchungen durch eine Bewertung des Makrozoobenthos, der lokalen Gewässerstruktur und unterstützender physikalisch-chemischer Qualitätskomponenten ergänzt. In diesem Beitrag wurden ökotoxikologische, morphologische, chemische und biologische Daten miteinander verknüpft, um Veränderungen in der Makrozoobenthosgemeinschaft entlang von Toxizitätsgradienten zu untersuchen.

Wir danken der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) für die Förderung des DECIDE-Projekts (AZ 35663/01).

Multiple Stressoren

Stadt, Land, Fluss – lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Umlandnutzung und dem ökotoxikologischen Zustand in Fließgewässern herstellen?

Delia Lara Hof¹; Thomas Bing²; Klaus Peter Ebke²; Gustav Glock¹; Sebastian Heß³; Jörg Oehlmann¹; Andrea Sundermann³; Matthias Oetken¹

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

Die Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG fordert für alle Oberflächengewässer einen mindestens „guten ökologischen Zustand“. Insbesondere aufgrund morphologischer Defizite und stofflicher Einträge erreichen die meisten deutschen Gewässer dieses Ziel jedoch nicht. Ein Großteil der toxischen Effekte in Gewässern lässt sich nicht auf Schadstoffe zurückführen, die einer regelmäßigen behördlichen Überwachung unterliegen. Das Spektrum an Umweltschadstoffen verändert sich ständig, weshalb eine selektive Testung von Chemikalien immer nur einen Ausschnitt der tatsächlich vorkommenden Substanzen im Gewässer abbilden kann. Effektbasierte Methoden können über spezifische Wirkmechanismen oder die allgemeine Toxizität die Schadstoffwirkungen auch komplexer Mischungen, wie sie in der Umwelt auftreten, integrativ in vivo und in vitro erfassen.

Im Projekt DECIDE, wurden an 30 Probestellen im Hessischen Ried Sediment- und Wasserproben auf In-vivo- und In-vitro-Ebene untersucht. Die Ergebnisse wurden vor dem Hintergrund der jeweiligen lokal dominierenden Landnutzungsart bewertet, um so mögliche Zusammenhänge zwischen der Umlandnutzung und den auftretenden ökotoxikologischen Effekten erfassen zu können. Basierend auf Daten aus dem Corine Land Cover Modell, wurden hierfür die Anteile verschiedener Landnutzungsarten um die jeweiligen Probestellen ermittelt und anschließend ein entsprechender Landnutzungsindex berechnet. Die Auswahl der Biotests wurde so gewählt, dass eine möglichst große Bandbreite an Schadstoffeffekten abgedeckt wird.

Nach chronischer Exposition zeigten die Zwergdeckelschnecke *Potamopyrgus antipodorum* und der Bachflohkrebs *Gammarus fossarum* signifikante Effekte im Vergleich zu unbelasteten Referenzstellen. Auf der In-vitro-Ebene wurden mutagene, endokrine und dioxinähnliche Wirkungen sowie basistoxische Effekte festgestellt. Parallel erfolgten an allen Probestellen chemische Analysen ausgewählter Substanzen. Erste Ergebnisse zeigen, dass große Punkteinleiter, wie Kläranlagen, einen dominierenden Einfluss auf die Gewässerqualität haben, jedoch war es nicht möglich, in einem weiteren Schritt die Effekte bei einzelnen Testsystemen bestimmten Landnutzungsformen zuzuordnen. Insgesamt eigneten sich die ausgewählten Testsysteme gut, um eine effektbasierte Qualitätsbewertung des Gewässers und somit eine erste Einschätzung des Gefährdungspotentials vorhandener Schadstoffe vorzunehmen.

Wir danken der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für die Projektförderung (35663/01).

S7 Managementmaßnahmen zur Bekämpfung der Eutrophierung / Management measures to tackle eutrophication

Management von Seen und Talsperren im Klimawandel

Michael Hupfer

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Müggelseedamm 310, Berlin

Die Folgen der Klimawandels für Seen und Talsperren sind bereits jetzt deutlich zu erkennen und stellen eine große wasserwirtschaftliche Herausforderung dar. Dabei wirken Klimafaktoren direkt auf die Seen und indirekt werden die Wasser- und Stoffflüsse aus dem terrestrischen Einzugsgebiet beeinflusst. Der Temperaturanstieg an der Wasseroberfläche von ca. 0.5°C pro Dekade seit 1980 sowie sinkende Wasserstände verändern zudem das thermische Regime sowie den Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt von Standgewässern. Modellierungen unter Einbeziehung verschiedener Klimaszenarien zeigen außerdem, dass dieser Trend sich bis 2100 fortsetzt, wenn einschneidende Klimaschutzmaßnahmen ausbleiben. Die eingetretenen und erwarteten Klimaeffekte verstärken meist die Eutrophierung und deren negative Symptome, so dass Massenentwicklungen von Cyanobakterien, Fischsterben und die Einwanderung invasiver Arten die Nutzung und die Funktion der Gewässer zusätzlich einschränken. Um die Wirkungen abzumildern, müssen die Anstrengungen zur Reduzierung von Nährstoffeinträgen verstärkt werden. In dem Vortrag werden weitere Anpassungsstrategien an den Klimawandel und die Notwendigkeit eines (Klima-) Monitorings für modellgestützte Kurz- und Langzeitprognosen diskutiert.

Langzeitmonitoring

Untersuchungen zur Dynamik der räumlichen Verteilung kolmativer Feinsedimente im Interstitial

Sven Holl¹; Thomas Zumbroich²

¹ Planungsbüro Zumbroich - Landschaft und Gewässer; ² Planungsbüro Zumbroich - Landschaft und Gewässer sowie Universität Bonn (GIUB)

Anthropogene Feinsedimenteinträge können die ökologische Funktionsfähigkeit von Fließgewässern beeinträchtigen. Sie sind in der Lage das Lückensystem der Gewässersohle zu verstopfen, hemmen so den Wasser- und Stoffaustausch zwischen fließender Welle und hyporheischem Interstitial und führen folglich zu einer Degradation des Lebensraums Sohle.

Der Vortrag fasst die Ergebnisse mehrjähriger, verschiedener Feldstudien des Planungsbüro Zumbroich zur Kolmation von Gewässern zusammen. Dazu gehören sowohl universitäre Abschlussarbeiten als auch drei aufeinander aufbauende, durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderte, Forschungsprojekte (AZ. 33590/01, AZ. 35211/01, AZ. 37595/01).

Die durchgeführten Untersuchungen standen im Zusammenhang mit der Entwicklung eines Messgerätes, mit dem die Intensität der Kolmation erfasst werden kann. Das Messprinzip beruht auf der Erfassung der Abflussreduktion von eingepresstem Wasser in das Gewässerinterstitial. Im Ergebnis erlauben die Messungen der Kolmation ein dreidimensionales Bild der quantitativen Verteilung der Feinsedimente im Interstitial. Die Untersuchungen zeigen sowohl in der senkrechten als auch in der horizontalen Ebene unterschiedliche Verdichtungsgrade. Das Langzeit-Monitoring bestimmter Untersuchungsstellen ergibt zudem eine dynamische Abfolge bestimmter Kolmationsmuster. Daraus lässt sich ableiten, dass zur Beschreibung der Kolmation eines Gewässers sowohl längere Untersuchungszeiträume unter Berücksichtigung der Abflussverhältnisse als auch eine hohe Stichprobenzahl notwendig sind.

Im Vortrag werden Kolmationsergebnisse vorgestellt und der Vorschlag einer Messvorschrift für das Langzeit-Monitoring der Kolmation diskutiert. Die Arbeiten können einen Baustein für die Entwicklung einer Bewertungsmatrix zur Kolmation als „ergänzende Qualitätskomponente“ bei der Gewässerbewertung liefern, beispielsweise im Rahmen des investigativen Monitorings.

Quantification of bank erosion using structure-from-motion photogrammetry

Thea Hose; Anna-Lena Henke; Oliver Grothum; Anette Eltner; Thomas Ulrich Berendonk

Technische Universität Dresden

Bank erosion is a fundamental process that shapes the morphology of rivers and contributes to sediment loads. At the same time, it promotes natural succession of bank vegetation and aquatic habitats. Nevertheless, material eroded from river banks is often deposited within the stream where it can have negative impacts on ecological processes and biodiversity. In particular, the deposition of fine sediments may result in interstitial clogging and thus have negative impacts on organisms and turnover in the hyporheic zone. The endangered freshwater pearl mussel (FPM), for example, depends on the unlimited exchange of oxygen and suspended particles across the sediment-water interface during its early life stage. Structure-from-motion photogrammetry (SFM) is a promising technique to quantify bank erosion. SFM uses the overlapping of 2-dimensional (2D) pictures to obtain a 3D representation of the survey area in the form of a point cloud. Point clouds recorded at different time can be compared to reconstruct erosion dynamics. We applied SFM to quantify bank erosion in two FPM habitats in a stream in Vogtland, Saxony. Specifically, we tested the capabilities of two different camera types, a digital single lens reflex camera (DSLR) and a common mobile phone camera (MP), regarding their potential to produce high-quality point clouds. Benchmark tests showed that both DSLR and MP cameras produce point clouds of similar quality. However, the calculated loss of soil volume obtained on a test object revealed an underestimation of 17% (DSLR) and 38% (MP), respectively, in relation to manual measurements. The method was also applied to stream banks in autumn 2022 and spring 2023 to obtain data under field conditions. Over a time period of 5 months, we identified erosion rates of 45 L/m² and 12 L/m² respectively. According to grain size analysis of the bank material, the percentage of fine sediments with $d < 0.63$ mm ranged between 60 and 80%. Thus, the measured bank erosion may deteriorate habitat conditions for FPM. Generally, we found SFM to be a powerful, easily accessible method to the efficient quantification of bank erosion. SFM can thus serve as an additional tool in the planning of targeted restoration measures. While the method was demonstrated to work successfully with different camera systems, the accuracy of calculated erosion rates has yet to be improved by advanced post-processing of point cloud data.

Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften-Aquatic Biodiversity

Kryptische Diversität im Fokus: Ökologische Unterschiede und Vulnerabilität des Artkomplexes *Gammarus roeselii* in Zeiten des Biodiversitätsverlustes

Jana Kabus¹; Vanessa Hartmann¹; Sarah Cunze¹; Andrea Dombrowski¹; Ioannis Karaouzas²; Spase Shumka³; Jonas Jourdan¹

¹ Goethe Universität Frankfurt am Main / Institut für Ökologie, Evolution und Diversität; ² Hellenic Centre for Marine Research / Institute of Marine Biological Resources and Inland Waters; ³ Agricultural University of Tirana

Biodiversitätsverlust wird meist an morphologisch definierten Arten festgemacht. Durch genetisches Biomonitoring wurden jedoch mittlerweile viele Arten entdeckt, die zwar eine gleiche Morphologie, aber eine deutliche molekulare Differenzierung aufweisen. Inwiefern kryptische Arten sich in ihren ökologischen Eigenschaften unterscheiden, ist bisher kaum bekannt. Mögliche Unterschiede sind dann von großer Bedeutung, wenn den Arten eine Schlüsselrolle im Nahrungsnetz zugeschrieben wird, wie es bei Gammaridae (Crustacea, Amphipoda) der Fall ist. Der Artkomplex *Gammarus roeselii* eignet sich speziell für Untersuchungen kryptischer Arten, da er eine definierte Ursprungsregion auf der Balkan-Halbinsel hat und sich die kryptischen Linien meist auf ein Flusseinzugsgebiet beschränken. Eine der Linien hat sich über Zentraleuropa ausgebreitet und ist auch in Deutschland weit verbreitet. Somit können Fragen (konvergenter) Anpassung entlang von Umweltgradienten an *G. roeselii* untersucht werden. Nach einer ersten umfangreichen Beprobung über das gesamte Verbreitungsgebiet des Artkomplexes und der Auswertung von Klimadaten, Wasserparametern und ökotoxikologischen Untersuchungen an Sedimenten zeigt sich, dass die genetischen Linien unterschiedliche abiotische Nischen einnehmen. Insbesondere Linien die kleine, spezialisierte Nischenräume besiedeln, sind womöglich besonders durch anthropogene Veränderung beeinflusst und damit im globalen Wandel stärker bedroht. Akuttoxizitätstests mit dem Neonikotinoid Thiacloprid sollten exemplarisch die Vulnerabilität einzelner Linien zeigen. In der Tat zeigten sich Unterschiede zwischen genetischen Linien, aber vor allem zwischen einzelnen Populationen. Da diese Unterschiede sehr kleinräumig auftraten, ist es gerade für Untersuchungen der Biodiversität und des Naturschutzes notwendig, genetische Diversität auf verschiedenen taxonomischen Ebenen zu berücksichtigen. Hierbei ist insbesondere die Populationsebene von großer Bedeutung, da man zwischen Populationen wichtige Anpassungsprozesse, wie die Entwicklung von Toleranzen gegenüber Stressoren, direkt vergleichen und in Bezug zu lokal auftretenden lokalen Belastungen setzen kann.

Extreme events and global change

Macroinvertebrate communities in the Draa River basin, Northwest Africa: Trends, adaptations, and a shift of species

Nils Kaczmarek; Mokhtar Benlasri; Ralf B. Schäfer; Elisabeth Berger

Northwest Africa is projected to experience a climatic shift from a temperate to an arid climate, leading to increased aridity, water salinity, and river intermittency. Macroinvertebrate species must possess specific adaptations to cope with these increasing harsh environmental conditions. In our study we examined the composition and trait profiles of macroinvertebrate communities in Northwest Africa, focusing on the Draa River basin in Southern Morocco, and compared sites across an aridity gradient with varying levels of water salinity. Our findings indicate that insect family richness in arid sites was, on average, 37 % lower than in temperate sites. The primary factors contributing to this decline were low flow rate and high water salinity. 90 % of the total individuals per site constituted of only five taxa, such as *Caenis luctuosa* and *Baetis pavidus*, with a greater abundance of salt-tolerant generalist species in saline sites. Other salt-sensitive EPT-taxa showed reduced presence and abundance in increasingly arid and saline conditions. Traits associated with resistance and resilience, such as small body size, aerial dispersal, and air breathing, were found to promote survival in the arid and more saline sites. Given that more and more areas of Northwest Africa are projected to become arid by the end of the century we can anticipate a loss of macroinvertebrate diversity that will adversely impact the entire ecosystem compromising human well-being as well. To safeguard the integrity of the ecosystem in the face of ongoing climate change, it is crucial to mitigate climate change and minimize anthropogenic stressors such as secondary salinization and further stressors for water courses.

Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen / Matter fluxes in aquatic communities

Large-scale nutrient and carbon dynamics along the river-estuary-ocean continuum

Norbert Kamjunke¹, Holger Brix², Götz Flöser², Ingeborg Bussmann³, Claudia Schütze¹, Eric P. Achterberg⁴, Tina Sanders², Vanessa Russnak², Johannes Pein², Benjamin Jacob², Anna Matouš², Petr Znachor⁵, Markus Weitere¹

¹Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ, Magdeburg, Germany; ²Helmholtz-Zentrum hereon GmbH, Geesthacht, Germany;

³Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz Centre for Polar and Marine Research, Bremerhaven, Germany; ⁴GEOMAR, Helmholtz Centre for Ocean Research, Kiel, Germany; ⁵Institute of Hydrobiology, Biology Centre CA, České Budějovice, Czech Republic

Nutrient and carbon dynamics within the river-estuary-coastal water systems are key processes to understand the flux of matter from the terrestrial environment to the ocean. Here, we analysed those dynamics by following a sampling approach based on the travel time of water. We started with a sampling of River Elbe from the source. After a subsequent investigation of the estuary, we followed the plume of the river by raster sampling the German Bight (North Sea) using three ships simultaneously. In the river, we detected intensive growth of phytoplankton connected with high oxygen saturation and pH values and undersaturation of CO₂, whereas concentrations of dissolved nutrients declined. In the estuary, the Elbe shifted from an autotrophic to a heterotrophic system: Phytoplankton died off upstream of the salinity gradient causing minima in oxygen saturation and pH, supersaturation of CO₂, and a release of nutrients. In the shelf region, phytoplankton and nutrient concentrations were low, oxygen close to saturation, and pH in a typical marine range. We detected a positive relationship between pH and oxygen saturation and a negative one between pCO₂ and oxygen saturation. Flux rates of dissolved nutrients from river into estuary were low and determined by depleted concentrations. In contrast, fluxes from the estuary to the coastal waters were higher and the pattern was determined by tidal current. Overall, the approach is appropriate to better understand land-ocean fluxes, particularly to illuminate the importance of these fluxes under different seasonal and hydrological conditions, including flood and drought events.

Multiple stressors and food webs

Defence evaluation of distinct morphological trait changes of *Daphnia magna* against its predator *Triops cancriformis*

Patricia Diel; [Marvin Kiene](#); Matthias Schott; Christian Laforsch

Universität Bayreuth

Predation is a crucial determinant of natural selection and shapes the composition of populations and communities. Selection pressure via predation lead to the development of various defences in prey organisms. An inducible defence is a temporarily expressed, adaptive response of prey organisms to a varying, yet at times strong, predator impact, in order to increase the prey's chances of survival.

An increasing amount of inducible, morphological defences of various species has been discovered, which is indicative of the vast complexity of their associated defence strategies. However, for most of them a detailed understanding of the defensive traits' mechanisms is still lacking.

Therefore, we conducted this study with the water flea *Daphnia magna* and its frequently co-investigated invertebrate predator *Triops cancriformis*. We investigated a set of ten morphological traits simultaneously, that have been suggested to provide a defensive benefit. Each prey's individual trait values could be related to single predation attempts with detailed recording and analysis of the predation process.

Our study exposes the distinct benefit, i.e., increased survival probability, resulting from the different defensively induced morphological traits of *D. magna* against *T. cancriformis*. We found an elongation of the tail spine, as a major defensive trait. Furthermore, we found a lateral wider body and an elongated dorsal spinule bearing area to provide a defensive benefit only in certain, but common orientations towards the predator. Finally, our results indicate a distinct defensive benefit of the abdominal claw, the furca, of *D. magna* against *T. cancriformis*. A trait that has not gained much attention so far in alike predator-prey systems.

We show that the analysis of a set of defensive morphological traits, improves our understanding of the protective benefits of single defensive traits. Our approach, as well as the new insights, carry applicability potential and future directions for further studies in this field. We provide detailed information on defensive trait benefits of a model organism in life science and a deeper understanding of the underlying mechanisms in inducible defences.

Urbane und erheblich veränderte Gewässer

Zeitliche Veränderungen der Grundwasserfauna in einem urbanen Aquifer

Fabien Koch¹; Kathrin Menberg¹; Svenja Schweikert¹; Jessica Hengel¹; Cornelia Spengler²; Hans Jürgen Hahn²; Philipp Blum¹

¹ Karlsruhe Institute of Technology (KIT) - Institute of Applied Geosciences (AGW); ² Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau (RPTU)

Der Klimawandel und anthropogene Aktivitäten verursachen vielfältige Veränderungen in Gewässern. Im Grundwasser führen diese Prozesse insbesondere zu einer Erhöhung der Grundwassertemperaturen unter dicht bebauten Gebieten. Während die physikochemischen Auswirkungen bereits weitreichend erforscht sind, sind die Konsequenzen für Grundwasserökosysteme bisher kaum bekannt. Ein genaues Verständnis wie dieses empfindliche Ökosystem auf verschiedene Stressoren in urbanen Räumen, z. B. Temperatur, reagiert, ist jedoch entscheidend für ein nachhaltiges Grundwasser- und Ressourcenmanagement.

Ziel dieser Studie ist daher die Bewertung der Grundwasserfauna in und um die Stadt Karlsruhe. Dazu wurden thermische und chemisch-physikalische Parameter in 39 Grundwassermessstellen von 2011 bis 2022 untersucht und zur Bewertung des ökologischen Zustands des Grundwassers der Grundwasser-Ökosystem-Status-Index bestimmt. Demzufolge zeigten 2011-2014 nur 35% der Messstellen im Stadtgebiet und nur 50% der Messstellen in einem Waldgebiet nahe Karlsruhe einen sehr guten bis guten ökologischen Zustand. Im Jahr 2022 hingegen wiesen alle Messstellen im Waldgebiet einen sehr guten oder guten ökologischen Zustand auf. Jedoch zeigten die Messungen in 2022 im Wald- und Stadtgebiet auch signifikant abnehmende Individuenzahlen und Artenvielfalt in 62% bzw. 48% der Messstellen, obwohl die abiotischen Parameter nur geringe Veränderungen zeigen. Insgesamt wurden keine eindeutigen, räumlichen Zusammenhänge zwischen Landnutzung und anthropogenen Einflüssen, insbesondere erhöhten Grundwassertemperaturen, festgestellt. Jedoch konnten mit Hilfe von Korrelationsanalysen merkliche Unterschiede in der räumlichen Verteilung von Grundwasserarten in Abhängigkeit von abiotischen Grundwassercharakteristika in den verschiedenen Bereichen der Stadt aufgezeigt werden.

Die Studie zeigt somit heterogene und zeitlich veränderliche Bedingungen im städtischen und natürlichen Grundwasser als Lebensraum, die eine eindeutige Bewertung des ökologischen Zustands mit den bestehenden Bewertungsansätzen erschweren. Zukünftig sollten daher zusätzliche Indikatoren, wie die Grundwassertemperatur, die lokale Geologie, das Vorhandensein von Indikatorspezies, die Beschreibung von standortspezifischen Besonderheiten und natürliche Referenzwerte, bei der Bewertung berücksichtigt werden. Zudem sind weitere Studien in anderen Städten, mit großangelegten, wiederholten Messkampagnen, erforderlich um die Ergebnisse zu verifizieren.

Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften-Aquatic Biodiversity

Sicherung genetischer Vielfalt bei der Erhaltungszucht von Bachmuscheln

Meike Koester^{1,2}, Ralph Kuehn², Juergen Geist³

¹ Institut für Integrierte Naturwissenschaften, Projektgruppe Fließgewässerökologie, Universität Koblenz;

² Technische Universität München, AG Molekulare Zoologie, Lehrstuhl für Zoologie, Freising; ³ Technische Universität München, Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie, Freising

Süßwassermuscheln erbringen wichtige Ökosystemdienstleistungen gehören, jedoch weltweit zu den am stärksten bedrohten Arten. Insbesondere der Bestand der ursprünglich in Europa weit verbreiteten Bachmuschel (*Unio crassus*, UC) ist so drastisch zurückgegangen, dass die Art auf der IUCN Roten Liste als gefährdet und in Deutschland als vom Aussterben bedroht eingestuft wird. Mittlerweile gibt es daher zunehmend Erhaltungsprogramme für UC, welche auch Zuchtbemühungen einschließen. Bisheriger Zuchtprogramme für UC sind meist nur auf die Maximierung der Produktion von Jungmuscheln ausgerichtet, während genetische Aspekte wie die Auswahl der Elterntiere meist nicht beachtet werden. Für eine langfristige Erhaltung von UC-Populationen, die in der Lage sind, sich an künftige Umweltveränderungen anzupassen, ist es jedoch wichtig, die genetische Diversität und das maximale genetisch evolutive Potential der Population zu erhalten.

Im Projektgebiet Nister wurde der Restbestand der Bachmuschelpopulation 2013 auf ca. 2.500 Tiere geschätzt, jedoch wurden in den Folgejahren deutliche Bestandsrückgänge beobachtet. Zur Bestandssicherung der UC-Population ist daher zusätzlich zu habitatverbessernden Maßnahmen eine Erhaltungszucht dringend erforderlich. Die genetische Diversität solch kleiner Populationen ist häufig gering sodass eine willkürliche Auswahl von Elterntieren für die Zucht das Risiko weiterer Verluste der genetischen Diversität erhöht. Daher wird derzeit, im Rahmen eines durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz finanzierten Projektes, an der Nister exemplarisch ein Programm zur nachhaltigen ergänzenden Zucht entwickelt, das nicht nur auf die Produktion vieler Jungmuscheln ausgelegt ist, sondern auch die Vermeidung genetischer Diversitätsverluste zum Ziel hat, um die langfristige Erhaltung einer anpassungsfähigen UC-Population zu gewährleisten. Dazu haben wir 279 Bachmuscheln von sieben Fundstellen aus der Nister genetisch charakterisiert und mit weiteren potenziellen Quellpopulationen für die Bachmuschelzucht aus nahegelegenen Gewässern verglichen. Hierdurch konnten potentielle Elterntiere für die Erhaltungszucht anhand genetischer Diversitätsmerkmale ausgewählt werden.

Aquatische Nahrungsnetze

Verändern trophische Interaktionen die Wachstumsreaktionen von Phytoplankton bei Phosphor- und Stickstoff-Limitierung in experimentellen Planktongemeinschaften?

Melanie Köhne; Andrea Redoglio; Erik Sperfeld

Universität Greifswald, Zoologisches Institut & Museum

Phytoplankton in Süßgewässern wird in seinem Wachstum häufig durch Phosphor (P) limitiert, kann aber auch durch Stickstoff (N) limitiert werden. Ob P, N oder beide Elemente das Wachstum des Phytoplanktons limitieren, hängt von deren Quantität und dem Verhältnis beider Nährstoffe ab. Vorherige Studien an autotrophen Gemeinschaften fanden bei faktorieller Nährstoffzugabe Einzel-, serielle oder Co-Limitation als vorherrschende Limitationsreaktionen. Es ist jedoch wenig darüber bekannt, a) wie die Anwesenheit von höheren trophischen Ebenen (d.h. Herbivore und Räuber) zu einer Veränderung solcher Limitationsreaktionen führt und b) wie die Biomasse- und Stöchiometrie-Änderungen des Phytoplanktons die Abundanzen verschiedener Zooplanktonarten in der Planktongemeinschaft beeinflussen und wie die Anwesenheit eines Räubers die Zooplanktonreaktionen beeinflusst. Nach Wachstum einer experimentellen Phytoplanktongemeinschaft in Mikrokosmen mit N- und P-limitierenden Medien, wurde N, P, oder beide Nährstoffe faktoriell zugegeben, um die tatsächlich limitierenden Nährstoffe zu identifizieren (d.h. die Limitationsreaktionen). Anschließend wurde einem Teil der Mikrokosmen *Daphnia pulex* und *Brachionus calyciflorus* hinzugefügt, um zu untersuchen, wie sich die Anwesenheit von Herbivoren auf die Limitationsreaktionen des Phytoplanktons auswirkt. In einem anderen Teil der Mikrokosmen wurde eine räuberische Büschelmückenlarve (*Chaoborus sp.*) zur Phyto- und Zooplanktongemeinschaft hinzugefügt, um die Auswirkungen von Räubern auf die Phytoplankton-Limitationsreaktionen sowie auf die Abundanzen der beiden Zooplanktonarten zu untersuchen. Das N:P-Verhältnis der Phytoplanktonbiomasse zeigte Unterschiede abhängig von den Wachstumsmedien und N- und P-Zugaben. Die unterschiedliche stöchiometrische Nahrungsqualität des Phytoplanktons führte wahrscheinlich zu Unterschieden in den Abundanzen des Zooplanktons. Die variierenden Zooplanktonabundanzen führten wiederum zu einem unterschiedlichen Fraßdruck in den verschiedenen Behandlungen, wodurch sich die Limitationsreaktionen des Phytoplanktons veränderten. Die Anwesenheit des Räubers dämpfte erwartungsgemäß die Wirkung des Zooplanktons auf das Phytoplankton, wirkte sich aber je nach Nährstoffzugabe unterschiedlich auf die Zooplanktonabundanz aus. Insgesamt zeigt die Studie, wie co-limitierte Wachstumsreaktionen des Phytoplanktons durch die Anwesenheit von Zooplankton und Räubern in einer Planktongemeinschaft beeinflusst werden können.

Aquatisches Monitoring

Indikation landbürtiger Sedimenttoxizität durch submerse Makrophyten (SUM) im Suhrer See und Konsequenzen für Artenschutz und WRRL Routinen.

Christiane Krambeck, Mara Römerscheid¹

¹ UFZ, Leipzig

Im mesotrophen Suhrer See kommen neben wintergrünen Chara-Wiesen einsommerige Bestände vor, die lokal oder zeitweise durch Angiosperme ersetzt werden oder samt diesen ganz ausfallen können. Ökologisch ist ein Ersatz durch weniger sensible Arten bis hin zum Ausfall gesamter funktionaler Gruppen ein klassisches Zeichen für zunehmenden Stress. Aus dem Landschaftszusammenhang und Bezügen zu hydrologischen Bilanzen folgt belasteter Zwischenabfluss als Stress-Auslöser (Krambeck 2022). 2022 wurden dazu auf Sedimentoberflächen in 2m Tiefe, auf denen SUM fehlten, mit Passivsammlern unpolare Herbizide nachgewiesen. Als ökotoxikologisch relevant wurden Teilungshemmer detektiert, die in Teil-Einzugsgebieten appliziert worden waren, sowie atmosphärisch eingetragene Photosynthesehemmer. Die geschätzte Toxizität von ersteren passt zu SUM-Ausfällen, die von letzteren zu Konkurrenzeffekten (Krambeck et al. in prep.). Nach lokalen Makrophytendaten ermittelbare Stressstufen sind kompatibel mit seeweit nach toxikologischen Befunden erstellbaren Stressprofilen, wenn die hydrologische Bilanz zur Zeit des Monitorings am jeweiligen Ort berücksichtigt wird. Eine zusätzliche Belastung von Zwischenabfluss durch Versauerung ist in dem kaum gepufferten Sandergebiet theoretisch möglich und als Hypothese für nicht ins übrige Bild passende, stellenweise H₂S Schäden plausibel. Eine Teil-Stilllegung (LLUR SH) 2019 führte nicht zu SUM-Regeneration. 2022 wurden in Ufersedimenten unterhalb auch die gleiche Herbizidtoxizität wie an anderen Stellen mit SUM-Ausfällen ermittelt. Erforderlich wären demnach Pufferzonen in ganzen Teileinzugsgebieten von sensiblen Bereichen, für die Förderinstrumente zur Zeit jedoch fehlen. Eine weniger einschneidende Maßnahme wäre, wenigstens das ökotoxikologisch relevanteste Herbizid zu ersetzen. Im Umfeld der Nordbucht ergäbe sich damit auch eine Chance, den Gesamtstress für dort noch vorhandene, wintergrüne Bestände und Reste von Chara subspinoza auf einen weniger kritischen Level zu senken. Muster des saisonalen Monitorings seit 2018 und Daten des sommerlichen WRRL Monitorings seit 2008 (Stuhr, van de Weyer, Meis) ergänzen sich. Nach WRRL ermittelte, gute ÖZK besagen allerdings nur, dass Eutrophierung hier nicht der Störfaktor ist. Möglichkeiten einer an das reale Schadensbild angepassten Dateninterpretation sind zu diskutieren.

Modified water bodies and matter fluxes

Einfluss der Gewässerqualität und des Polymertyps auf die Sauerstoffbilanz plastikgebundener Biofilme

Maike Kuhls; Friederike Gabel

Plastics getting into freshwaters is a key component of the global plastic cycle. Most studies focus on the direct effects of plastic intake on organisms, but in freshwater ecosystems plastics are rapidly colonized by microbial biofilms which have indirect effects on organisms and ecosystems. While literature examining the role of plastic type on biofilms is already quickly expanding, research which covers the effect of the ecological quality of the freshwater ecosystem on the biofilm composition needs to be expanded. We hypothesized that different polymer types and eutrophy of ecosystems affect biofilm composition and its photosynthesis and respiration rates. For natural biofilm establishment we incubated polyethylene (PE), polyethylene terephthalate (PET) and glass (control) in a very eutrophic freshwater lake (Lake Aasee, Münster) and in a more oligotrophic one (Lake Heiliges Meer, Recke). By optic oxygen measurement the oxygen balance of the different biofilms was calculated with and without exposure to UV-light. Additionally, biofilm composition (amount of green algae, diatoms and cyano bacteria) was observed using a Benthos torch (BBE Moldaenke). The results should give insights in the functioning of the biofilm 'plastisphere' in aquatic ecosystems and if it is altered by polymer type and/or environmental conditions.

Managementmaßnahmen zur Bekämpfung der Eutrophierung

Pflanzenbedarfsgerechte Beregnung mit gereinigtem Abwasser auf semiariden Standorten – ist diese Praxis trotz des Vorhandenseins von Spurenstoffen eine verantwortbare Strategie zur Schonung der Grundwasserressourcen in Zeiten des Klimawandels?

Corinna Lorey¹; Hinnerk Voermanek²; Gerhard Meier³; Ernst-Dieter Meinecke⁴; Regina Nogueira¹

¹ ISAH, Leibniz Universität Hannover; ² aquaplaner Ingenieurgesellschaft; ³ Wolfsburger Entwässerungsbetriebe; ⁴ Abwasserverband Wolfsburg

Eine Beregnung von landwirtschaftlich genutzten, sandigen Flächen ist zum Erhalt von Ernteerträgen für viele der angebauten Pflanzen notwendig. In klimawandelbedingten Zeiten ohne nennenswerte Grundwasserneubildung kann die Beregnung mit gereinigtem Abwasser eine Entlastung der Grundwasserleiter und des Vorfluters darstellen. Im Rahmen eines Monitorings über drei Jahre wurde untersucht, inwieweit durch die Praxis der pflanzenbedarfsgerechten Beregnung mit gereinigtem Abwasser eine Kontamination des Grundwassers durch Spurenstoffe ausgeschlossen werden kann.

Untersucht wurden drei Grundwasserbrunnen, die Grundwasseroberfläche an drei Standorten, eine Dränleitung, das zur Beregnung verwendete gereinigte Abwasser und das anfallende Sickerwasser auf vier verschiedenen Ackerstandorten. Zusätzlich wurden die auf den Flächen angebauten Feldfrüchte untersucht.

Es konnte gezeigt werden, dass das nicht reaktive Röntgenkontrastmittel Amidotrizoesäure aus dem Abwasser in das Sickerwasser in Konzentrationen über dem Gesundheitlichen Orientierungswert (GOW; hier 1 µg/L) übergeht. Alle anderen untersuchten Substanzen lagen unterhalb der Bestimmungs-grenze (< BG), oder konnten nur in Konzentrationen < GOW nachgewiesen werden.

Eine Aufnahme der Substanzen in die zu erntenden Pflanzenteile kann auf der Grundlage dieser Untersuchungen weitgehend ausgeschlossen werden. Im Erntegut (Getreide-körner, Zuckerrübe) konnten keine Spurenstoffe nachgewiesen werden. Durch äußerliche Anhaft-ungen (Boden, Spritzwasser) kam es zu einer geringen Kontamination verschiedener Pflanzenteile (Wurzeln, Knollen, Stängel, Blätter, Ähren und gehäckselter Mais).

Das Grundwasser in den untersuchten Brunnen muss als vorbelastet gelten. Es wurden neben Amidotrizoesäure auch andere Spurenstoffe mindestens vereinzelt > GOW nachgewiesen. Einige Substanzen zeigten gelegentlich Konzentrationen > BG, aber < GOW. Das nur wenig belastete Sickerwasser trägt daher nicht zu einer Konzentrationserhöhung im Grundwasser bei. Insofern ist die in Wolfsburg gelebte Praxis der pflanzenbedarfsgerechten Beregnung zur Sicherstellung einer normalen landwirtschaftlichen Nutzung sinnvoll, sie schadet der Qualität der Grundwasserleiter hinsichtlich der untersuchten Spurenstoffe nicht.

Das zur Beregnung verwendete Abwasser wurde infolgedessen nicht in die als Vorfluter dienende Aller eingeleitet. Dem Fließgewässer blieben abwasserbürtige Einträge an CSB, Phosphor und Stickstoff sowie an Wärme und Spurenstoffen erspart.

Multiple Stressoren

Priorisierung von Stressoren für ein zielgerichtetes Gewässermanagement: Relevanz der Wasserqualität für das Makrozoobenthos, Diatomeen und Fische

Nele Markert¹; Barbara Guhl¹; Christian K. Feld²

¹ LANUV NRW; ² Universität Duisburg Essen

Weniger als 10 % der Fließgewässer erreichen aktuell den guten ökologischen Zustand. Für eine zielgerichtete Maßnahmenplanung ist es notwendig, die Ursachen einer defizitären Gewässerökologie zu identifizieren. Im Vortrag werden die Effekte multipler Belastungen bzw. Stressoren (Eutrophierung, Spurenstoffe, hydrologische Überformung, morphologische Degradation) auf die Gewässerbiologie (Makrozoobenthos, benthische Diatomeen und Fische) dargestellt. Dazu wurde ein Multi-Stressor-Datensatz mit 21 Stressorvariablen auf Basis von WRRL-Monitoringdaten in Schleswig-Holstein, Nordrhein-Westfalen, Sachsen und Bayern zusammengestellt. Mittels Random Forest-Analysen wurde die Einflussstärke der Stressorvariablen auf 35 ausgewählte biologische Metrics quantifiziert und hierarchisiert.

Die Modellgüte und die relativen Einflussstärken der Stressoren variierten deutlich zwischen den ausgewählten Metrics und Organismengruppen. Dennoch konnten folgende Muster in den biologischen Antworten beobachtet werden: i) die Wasserqualität, insbesondere die Gruppe der chemisch-physikalischen Parameter, bildet die dominierende Stressorgruppe für alle Organismen. Das Makrozoobenthos reagierte dabei vor allem auf Sauerstoffmangel und Versalzung, während Diatomeen insbesondere von Nährstoffen beeinflusst wurden; ii) die Einflussstärke der Spurenstoffe fiel dagegen meist gering aus. Effekte wurden vor allem für die Diatomeen beobachtet; iii) hohe Modellgüten wurden für Metrics auf Basis von Taxa-spezifischen Sensitivitätseinstufungen erzielt. Die Ergebnisse der Analysen mit Fischmetrics fielen dagegen heterogener aus und lassen nur eingeschränkt belastbare Aussagen zu.

Die tendenziell geringe Einflussstärke der Spurenstoffe, insbesondere beim Makrozoobenthos, kann mit Einschränkungen beim Spurenstoff-Monitoring (u.a. Datenlücken, limitierte Substanzauswahl, geringe Probennahmefrequenz) zusammenhängen. Die Ergebnisse zeigen, dass die drei Organismengruppen von unterschiedlichen Stressoren beeinflusst werden. Relevante Stressoren können durch dafür besonders geeignete Metrics identifiziert werden und so eine effektivere Maßnahmenplanung ermöglichen.

Neobiota & food webs

Unterschiedliche Eigelegefarben beim Kalikokrebs *Faxonius immunis*

Andreas Martens

PH Karlsruhe

Der Kalikokrebs *Faxonius immunis* besitzt mehrere Eifarben. Dazu wurden seit 2017 gezielt Erfassungen durchgeführt. Hier vorgestellt werden systematische Untersuchungen an mehreren Gewässern auf dem Stadtgebiet von Rheinstetten südlich von Karlsruhe 2019 bis 2021. Es dominierten die Eigelegefarben Schwarz, Braun, Rot und Orange; selten waren Beige, Gelb, Oliv und Grau. Die Farben der an den Pleopoden der Weibchen angehefteten Eier traten zwischen November und April über die gesamte Saison auf. Die Gelegefarbe änderte sich saisonal nur unwesentlich. Es wird angenommen, dass für die Eifarbe Astaxanthin und Melanine verantwortlich sind. In Gewässern mit extrem hohen Krebsdichten und Nahrungsmangel fehlten Weibchen mit schwarzen Eiern vollständig. Es wird angenommen, dass dies mit dem Mangel an Melaninen, wichtigen Immunstoffen der Arthropoden, zusammenhängt.

Flexibility matters

Impact of carp farming intensities on pond biodiversity

Sven Matern ; Philipp Czapla; Uwe Brämick

Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow

One of the largest pond landscapes in Europe can be found in the Lausitz area, which is characterised by a great biodiversity of aquatic and semiaquatic organisms. The first ponds were excavated about 750 years ago to foster the production of fish, mainly carp. Nowadays, fish production in the ponds is subsidized depending on management strategies which mainly comprise differences in stocking densities and species. In our study, we investigated the effect of different carp farming intensities on pond biodiversity. We sampled fish and mollusc diversity with two different methods in carp ponds of three different management regimes. We further used available datasets from other relevant taxa in these ponds to analyse management effects on pond biodiversity. Our first results show that the diversity of fish and molluscs was lowest in ponds with very low or no fish production. Fish diversity did not differ between intensive and extensive carp production, while mollusc diversity was highest in ponds with extensive fish farming. Analysis of further taxa is still ongoing and the latest results will be presented in the talk.

Aquatische Nahrungsnetze

Nahrungsnutzung uferbewohnender Spinnen im Kontext einer Renaturierung

Daniela Mewes¹; Meike Koester²; Mario Brauns³; Carola Winkelmann¹; Patrick Fink³

¹ Universität Koblenz; ² Universität Koblenz/ TUM; ³ Helmholtz – UFZ

In einem Abschnitt der Nister (LAWA Typ 9) nahe Helmeroth, Westerwald (RLP) wurden, insbesondere zur Schaffung geeigneter Habitats für Jungmuscheln und Jungfische, einzelne Nebenarme in einem Gleithang vertieft, um eine durchgehende Wasserführung zu ermöglichen. Zudem wurden zwei neue Anschlüsse dieser Nebenarme zum Hauptgewässer angelegt. Im Rahmen eines durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz finanzierten Projektes wurde die Auswirkungen dieser Renaturierung auf das angrenzende terrestrische Nahrungsnetz geprüft. Dazu wurde sowohl die Verfügbarkeit der aquatische Emergenz als Nahrungsressource sowie deren Nutzung durch netzbauende Streckerspinnen (Tetragnatha) und bodenlebende Wolfspinnen (Lycosidae) untersucht. Die Untersuchungen folgten einem BACI-Design (before-after-control-impact) mit einer Vorhererfassung in 2020 und einer Nachhererfassung in 2022, welche jeweils für die Renaturierungsstrecke und eine oberhalbgelegene Referenzstrecke durchgeführt wurden. Die Nutzung der aquatischen Emergenz als Nahrung der Spinnen wurde mittels Analysen der Zusammensetzung der stabilen Kohlenstoff- und Stickstoff-Isotope sowie der Fettsäuren ermittelt. Die Verfügbarkeit der aquatischen Emergenz als Nahrungsressource erfolgte mit schwimmenden Emergenzfallen auf der Nister und Fensterfallen am Ufer.

Streckerspinnen deckten einen höheren Anteil ihrer Nahrung über die aquatische Emergenz als Wolfspinnen. Die Nahrungsverfügbarkeit für die Spinnen wurde durch die Zusammensetzung der aquatischen Emergenz in den Uferfallen deutlich besser repräsentiert als durch die der schwimmenden Emergenzfallen. Für die bodenlebenden Wolfspinnen spielte anscheinend insbesondere der Anteil „kriechender“ Emergenz (Häutung zum geflügelten (Sub) Imago an Land) sowie die Individuengröße der Emergenz eine wichtige Rolle für die Verfügbarkeit.

Ein positiver Renaturierungseffekt auf die Nahrungsnutzung der Spinnen war auf Individuenebene nicht erkennbar, ist durch die deutliche Verlängerung der Uferlinie auf Populationsebene aber zu erwarten.

Modified water bodies and matter fluxes

Drivers of Sediment Phosphorus Buffering and Implications for Internal Eutrophication in Floodplain Waterbodies of the River Elbe

Michele Meyer; Matthias Koschorreck; Markus Weitere; Nuria Perujo

UFZ - Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung

Eutrophication is increasing in many waterbodies and poses a persistent threat to water quality. Despite management efforts to lower external nutrient loads, internal eutrophication triggered by a positive sediment net nutrient release may cause algal blooms. In this context, particularly benthic sediments with a high phosphorus (P) buffering capacity may release P into the water. This sedimentary P release is frequently linked to sorption processes. However, microbial processes mediating organic matter mineralisation may also promote substantial P diffusive flux, but their effect on sediment P buffering is poorly understood. To identify relevant drivers of sediment P buffering and, thus, potential internal eutrophication, we investigated the effects of dissolved organic matter (DOM) quality, microbial mineralisation (via extracellular enzyme activity) and metabolic diversity as microbial functions mediating DOM turnover. Additionally, we compared the effects in four hydrologically connected to three surficially disconnected floodplain waterbodies from the main river Elbe (Magdeburg, Germany). We observed a positive correlation between DOM quality and enzyme activities associated with carbon degradation and organic P and nitrogen compounds mineralisation. Moreover, enzyme activity, metabolic diversity, and DOM quality combined significantly affected P buffering and thus potentially act as drivers of internal eutrophication. Our findings further suggest that hydrologically connected waterbodies within the studied floodplain display an increased vulnerability to internal eutrophication compared to disconnected ones. Our study underscores the pivotal role of DOM quality and organic matter mineralisation in governing sediment P buffering and potential P release. Moreover, our results stress the relevance of considering microbe-organic matter interactions when studying the P cycle in river-floodplain systems.

Auengewässer

Wertschätzung der Havelaue – erste Ergebnisse einer Befragung von Touristen und Anwohner:innen

Stephanie Natho, Ann-Christin Kra, Annegret Thieken;

Universität Potsdam, Institut für Umweltwissenschaften und Geographie, AG Geographie und Naturrisikoforschung

Kulturelle Ökosystemleistungen (ÖSL) in Auen zu quantifizieren stellt eine große Herausforderung dar. Identität, Freizeit & Erholung, Spiritualität, Ästhetik, Bildung, Sport und andere kulturelle ÖSL haben keinen direkten marktwirtschaftlichen Wert. Stattdessen können mittels Umfragen indirekte Quantifizierungen durchgeführt werden. Umfragen sind jedoch zeitlich sehr aufwendig und wurden in Deutschland bislang selten durchgeführt. An der unteren Havel werden seit dem Sommer 2023 Umfragen bei Touristen und Anwohnern durchgeführt, die Einblicke in die Wertschätzung und Nutzung der unteren Havelaue zum Ziel haben. Die untere Havel gilt trotz Stauregulierung als naturnah. Die Havel ist ein nordostdeutscher Tieflandfluss, der zwar an Berlin vorbei, dann aber durch dünn besiedeltes Gebiet fließt und kurz hinter Havelberg in die Elbe mündet. Seit einiger Zeit wird die untere Havel intensiv renaturiert und die Region gilt als eine der dunkelsten Deutschlands.

Die Umfrage umfasst einen 4-seitigen Fragebogen, der in verschiedenen Havel nahen Orten in Sachsen-Anhalt und Brandenburg persönlich an der Tür abgegeben und nach 14 Tagen wieder eingesammelt wird. Touristen werden an Biwak-Plätzen, Camping-Plätzen, auf Wegen, in den Ferienwohnungen und an Angelstellen anonym mittels eines leicht abgeänderten Umfragebogens befragt.

800 Fragebögen wurden an Touristen und Anwohner:innen verteilt, die Rückholung ist noch nicht komplett abgeschlossen. Aus den Gesprächen mit den Befragten nach Rückgabe der Fragebögen sind bereits wichtige Aspekte der Wertschätzung der Havelaue genannt worden und zeigen, dass diese Region wegen ihrer Stille, Dunkelheit, Weite, Sicherheit, Natürlichkeit und Nähe wertgeschätzt und aufgesucht wird – gerade weil die Region eben noch nicht so touristisch erschlossen ist wie andere ländliche Regionen.

Weitere Befragungen in den folgenden Wintermonaten stehen aus, um einen jahreszeitlichen Unterschied der touristischen Präferenzen und der Wahrnehmung der Anwohner:innen zu untersuchen.

Bacterial colonization dynamics of zooplankton carcasses (*Arctodiaptomus salinus*) in the saline Lake Shira, southern Siberia

Darshan Neubauer¹; Olesya Kolmakova²; Jason Woodhouse¹; Michail Gladyshev³; Hans-Peter Grossart¹

¹ Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB); ² University of Cambridge, United Kingdom; ³ Institute of Biophysics SB RAS, Federal Research Center "Krasnoyarsk Science Center SB RAS"

Zooplankton can reach very high seasonal population densities and thus contribute to a non-negligible fraction of total aquatic biomass. Environmental stressors, starvation or infections can lead to high rates of zooplankton mortality. In the process of sedimentation, which can last up to several days, zooplankton carcasses turn into short-term hotspots of microbial activity as they largely consist of easily degradable organic matter (OM) compounds. Therefore, we investigated the bacterial colonization and decomposition of carcasses and examined the influence of external factors such as temperature, water oxygen content and surrounding microbial community on the decomposition processes. The experimental work was conducted at the saline Lake Shira in southern Siberia. Water and *Arctodiaptomus salinus*, the dominant zooplankton species, were collected from three different depths (3 m, 6 m, 9 m) and incubated in situ. After 36 h and 72 h samples were taken and split into three size fractions for DNA analysis. Additional zooplankton samples were collected, stained and counted to obtain biomass estimates and alive:dead ratios. PCO analysis revealed the highest similarity between samples of the same size fraction, yet sample depth and incubation time affected the bacterial community composition. A more detailed analysis of changes in community composition was conducted by combining DESeq2 analysis and pairwise comparisons across different samples. These results were combined with zooplankton counts, environmental and biogeochemical data to evaluate effects and implications at a broader scale. Rapid turnover of carcass-derived OM was observed in the first 72 h upon death. After 36 h incubation, the bacterial community on the carcasses of the 3 m and 6 m samples were dominated by Alteromonadaceae. Although delayed, we observed the same effect for the 9 m samples after 72 h of incubation. Interestingly, only a few single sequences of Alteromonadaceae were found in the initial samples, but were not specifically attributed either to the carcasses-associated microbiota nor to the surrounding lake community. Yet, despite being almost absent in the initial samples, Alteromonadaceae outcompeted all other bacteria in colonizing *A. salinus* carcasses. We conclude that most of the zooplankton carcasses degradation is driven by very specialized and efficient bacteria in a very short time span, suggesting they play a key role in nutrient and C cycling at ecosystem level.

Aquatisches Monitoring

Analyse der ökologischen Belastungen durch Fahrgast- und Freizeitschifffahrt auf Seen in Deutschland: Zwischenstand des DBU-Projektes SuBoLakes nach zwei Jahren

Darshan Neubauer¹; Ralf Köhler¹; Ole Lessmann²; Jörg Ostendorp³; Wolfgang Ostendorp²; Frank Peeters²

¹ Landesamt für Umwelt Brandenburg (LfU); ² Limnologisches Institut, Universität Konstanz; ³ EcoDataDesign Consultant, Essen

Die Küsten- und Binnengewässer Europas gehören zu den am stärksten frequentierten Wassersportrevieren weltweit. Mehrere tourismuspolitische Initiativen haben zum Ziel, die Nutzbarkeit der Gewässer auszubauen. Eine ökologische Folgenabschätzung u. a. wurde bisher nicht vorgenommen. Im DBU-Projekt SuBoLakes werden die ökologischen Belastungen von Seen durch Fahrgast- und Freizeitschifffahrt im Spannungsfeld von Gewässerschutzziele und Nutzungsansprüchen analysiert und bewertet, um daraus Mitigationsstrategien für eine umweltverträglichere Nutzungslenkung abzuleiten.

Das Projekt SuBoLakes folgt einem interdisziplinären Ansatz und gliedert sich in fünf Arbeitspakete (AP), darunter die rechtlichen und organisatorischen Randbedingungen der Freizeit- und Fahrgastschifffahrt (AP1), die Neubewertung der bisherigen Faktenlage und Umweltbelastungen durch motorisierte Schifffahrt (AP2), die Messung und Modellierung von Schiffswellen (AP3), der Flächenverbrauch durch die stillliegenden Schifffahrt (AP4) sowie die Analyse der Zusammenhänge zwischen Uferstrukturveränderungen und den Metrics von Qualitätskomponenten der WRRL wie Makrophyten und Makrozoobenthos (AP5).

Um den Bestand, die Bootsflottenstruktur sowie Entwicklungen und Trends des motorisierten Wassersports einschätzen zu können, wurden Daten über die Registrierung von Sportbooten, Schleusen und Liegeplätzen erhoben. Dabei zeichnete sich ab, dass es in vielen Bereichen an einer institutionsübergreifenden Datenstruktur und -verwaltung mangelt, um solide Rückschlüsse auf die Entwicklungen des Motorbootbestands, der Liegeplätze oder des Bootsverkehrs ziehen zu können. An verschiedenen Uferabschnitten des Bodensees, sowie in der Uferzone der Roseninsel am Starnberger See wurde die Wellenbelastung durch Schiffswellen untersucht. Potentielle Auswirkungen dieser Wellenbelastungen auf das Uferhabitat werden diskutiert. Der Flächenverbrauch der ruhenden Schifffahrt wurde anhand des BoStA-MAP-Verfahrens am Bodensee und an 15 weiteren Seen in Brandenburg untersucht. An zwei sehr unterschiedlichen BoStA-Typen, kleinen Pfahlstegen am Ruppiner See und einer komplexen Marina am Rheinsberger See, wird die Anwendung des BoStA-MAP-Verfahrens exemplarisch dargestellt.

Ziel des SuBoLakes Projektes ist es, die Ergebnisse der einzelnen AP zusammenzuführen um daraus Maßnahmen und Handlungsempfehlungen für eine bessere Verträglichkeit der Freizeitschifffahrt auf Seen zu entwickeln.

Neobiota & food webs

Penetration of Aquatic Insects and Nutrients into Adjacent Terrestrial Ecosystems

Tarn Preet Parmar ¹; Cornelia Twining ²; Jeremy Shipley ³; Dominik Martin-Creuzburg ¹

¹ BTU Cottbus - Senftenberg; ² Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag); ³ Swiss Federal Research Institute for Forest, Snow, and Landscape Research (WSL)

Emergent aquatic insects represent a key vector for aquatic-based nutrients to penetrate adjacent terrestrial food webs. Long-chain polyunsaturated fatty acids (LC-PUFA) have been a recent interest when quantifying the cross-ecosystem transfer of dietary nutrients. Aquatic insects contain higher LC-PUFA, such as eicosapentaenoic acid (EPA), arachidonic acid (ARA), and docosahexaenoic acid (DHA), than terrestrial insects. The importance of LC-PUFA has been demonstrated for several riparian predators (e.g., birds, bats, and spiders), thus the penetration of aquatic insects into terrestrial habitats strongly dictates the availability of these LC-PUFA in terrestrial food webs. We deployed Malaise/window hybrid traps at 8 different distances (ranging from 1 to 1000 m) from the lake shore in two different terrestrial habitats (i.e., forested and meadows) to estimate the terrestrial penetration of aquatic biomass and LC-PUFA (i.e., EPA, ARA, DHA). Terrestrial insect biomass generally did not differ with distance from the lake, but aquatic biomass decreased with distance from lake shore in both habitats at differing rates. Our dataset provides order-level aquatic and terrestrial insect abundance along a distance gradient and demonstrates that physiologically-important aquatic-derived LC-PUFA are only available for terrestrial predators within a few meters of a lakeshore, highlighting the importance of riparian zones for terrestrial food webs.

DYNATRAIT- Flexibility matters

Robustness of planktonic food webs against a nutrient pulse perturbation depending on the functional diversity

Arne Pfennig; Steven Flamm; Toni Klauschies; Laurie Wojcik; Guntram Weithoff; Ursula Gaedke

Universität Potsdam/ Institute for Biochemistry and Biology

It is often hypothesized that diverse communities have the potential to adapt to changing environmental conditions and that they may exhibit substantial robustness against rapid environmental change such as pulse perturbations. To test this hypothesis, we conducted a series of chemostat experiments, where we varied the functional diversity at the producer and/or consumer level. The producer community consisted of four algal species differing in growth rate, ecophysiology, size and edibility. Consumer diversity was varied between none, one or three rotifer species differing in body size and feeding preferences. After an initial phase, we imposed a strong nutrient pulse (four-fold to ambient nutrient level) and recorded the subsequent community response. Against our expectation, we did not find that diverse communities buffered the response to the nutrient pulse consistently more strongly than low diverse communities. Deviations from expected results could be attributed to three mechanisms:

- i) the biomass ratio of the consumers and the producers at the time point of the nutrient pulse with high values indicating strong top-down control of the algae. This implied that the algae benefited in terms of biomass less from the nutrient pulse which was subsequently washed out.
- ii) a species identity effect (which consumer dominates), e.g. the presence or absence of the largest and often most abundant generalist consumer can overrule the diversity effect, and
- iii) the differences in physiology among the algae determining whether they invest primarily into nutrient uptake or immediate population growth. For example, the smaller algae have a higher affinity for the limiting nutrient nitrogen and optimize immediately after the pulse for rapid nutrient uptake without population growth, resulting in a short post pulse lag phase in their growth response and thus a short-term decline due to dilution and grazing.

Langzeitmonitoring

Seen-Monitoring seit 1991 an 45 Gewässern in der Holsteinischen-Schweiz/Kreis Plön SH. - Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Sommersichttiefen

Edith Reck-Mieth

Trägerverein des "Seen-Monitorings seit 1991 „Wasser Otter Mensch e.V. - Verein für Ökosystemschatz und -nutzung“

Das auf Citizen Science basierende Seen-Monitoring liegt in der Trägerschaft von „Wasser Otter Mensch e.V. - Verein für Ökosystemschatz und -nutzung“. Von den einbezogenen Seen, darunter die beiden größten Seen Schleswig-Holsteins, Gr. Plöner See und der Selenter See, weisen ca. 2/3 eine Wasserfläche kleiner als 50 ha auf. Das Programm umfasst geschichtete sowie instabil geschichtete Seen, bistabile Seen und Flachgewässer. Die Erfassung der Sichttiefe ebenso wie die Entnahme der Wasserproben erfolgt seit 1991 unter vergleichbaren Bedingungen.

Die Sichttiefe wird wöchentlich in der Vegetationsperiode oder darüber hinausgehend aktuell an 35 Seen mit einer Secchi-Scheibe erfasst. Eine internationale Anerkennung erfuhr das Seen-Monitoring durch die Speicherung von über 32.000 Sichttiefen auf dem besonders gesicherten Server der Umweltdatenbank der NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), der Wetter- und Ozeanografie Behörde der Vereinigten Staaten.

Seit 1991 wurden von engagierten Bürgern und Bürgerinnen mehr als 40.000 Sichttiefen erfasst, graphisch nachzuverfolgen auf der Internetseite www.seen-transparent.de. Die Sommersichttiefen 1991 bis 2010 hatte Prof. Winfried Lampert, ehemals Direktor des Max-Planck-Instituts für Limnologie und Initiator des Seen-Monitorings, ausgewertet und festgestellt, dass „über alle Seen in 2003 die niedrigsten Sichttiefen der 20 Jahre“ gemessen wurden.

Wie stellen sich im Vergleich zum Jahrhundertsommer 2003 die Sichttiefen der „Sommerspitzenreiter“ 2018-2019-2020 dar? Die Sichttiefen zeigen extrem gegenläufige Tendenzen: Seit Start des Monitorings vor 30 Jahren wurden 2003 und 2018 die geringsten Sichttiefen und 2020 und 2019 die größten Sommersichttiefen erfasst. Diese gegensätzlichen Reaktionsmuster treten zeitparallel auf in Flachseen wie z.B. dem Bothkampfer See sowie auch in tiefen, stabil geschichteten Seen wie z.B. dem Gr. Plöner See.

Sind diese Extremsituationen Folge von Dürre bzw. von extrem erosiven Niederschlagsereignissen? Durch Auswertung der Sichttiefen und Wasseranalysen, Beurteilung der zeitlichen Verschiebung von r Klarwasserstadien, Frühjahrs- und Sommerblüten sowie deren Dauer, können zu erwartende Konsequenzen (Klimawandel) besser abgeschätzt und z.B. abgestufte Schutzmaßnahmen an den Seen und in den Einzugsgebieten gezielt konzipiert werden.

Multiple stressors and food webs

N:P stoichiometry is the main driver of zooplankton growth response to nutrient (co-)limited experimental phytoplankton communities

Andrea Redoglio; Erik Sperfeld

Universität Greifswald, Zoologisches Institut und Museum

Phytoplankton communities are often limited or co-limited by nitrogen (N) and phosphorus (P), which may lead to variation in food quantity and quality for herbivorous zooplankton. Little is known about the relative effect of different nutritional drivers, such as stoichiometry, on the response of zooplankton feeding on N- and P- (co-)limited communities. To investigate how zooplankton growth is affected by various nutritional aspects of nutrient-limited phytoplankton communities, we first grew three communities of different taxonomic composition on three media varying in N:P ratios, and subsequently supplied them in a factorial way with N, P, or both nutrients. Then, we fed the microcrustacean *Daphnia pulex* with these communities in a separate growth assay. The growth response of daphniids was affected by the community, medium, and nutrient supply treatment. Because food quantity was above levels limiting growth, we focused on investigating the effects of dietary essential elements, fatty acids, and species composition of the phytoplankton community, to understand which food quality aspects drove the observed zooplankton growth patterns. We found that P was the main driving nutritional factor supporting daphniid growth, with minor explanatory contributions by community composition and essential micronutrients such as poly-unsaturated fatty acids. These findings suggest that food stoichiometry plays a key role in explaining the growth of herbivorous zooplankton across the wide range of N- and P- (co-)limited phytoplankton communities observed in nature.

Multiple Stressoren

Ein automatisches, modulares Heizsystem für experimentelle Durchflusssysteme

Philipp M. Rehsen¹; Iris Madge Pimentel¹; Arne J. Beermann¹; Florian Leese¹; Jeremy J. Piggott²; Sebastian Schmuck³

¹ Universität Duisburg-Essen; ² Trinity College Dublin; ³ Universität Stuttgart

Wassertemperatur ist einer der größten Einflussfaktoren der Zusammensetzung von Artgemeinschaften in Fließgewässern und bestimmt maßgeblich die Verbreitung von Makroinvertebraten, Fischen und Periphyton. Dabei beeinflussen Veränderungen der Wassertemperatur Fließgewässerorganismen auf vielfältige Weise, u. a. durch physiologische Effekte, Veränderungen des Lebenszyklus und des Verhaltens sowie indirekte Auswirkungen durch veränderte biologische Interaktionen. Heutzutage wird die Wassertemperatur von Fließgewässern sowohl durch den Klimawandel als auch durch direkte anthropogene Einflüsse (z. B. Kühlwasser aus Kraftwerken, Entfernung der Ufervegetation) erhöht.

Zur systematischen Untersuchung von Temperatureffekten auf Fließgewässerorganismen eignen sich Mesokosmenexperimente besonders. Während diese in Seen bisher vielfach zum Einsatz gekommen sind, wurden nur wenige in lotischen Systemen durchgeführt. Verglichen mit Kreislaufsystemen haben Durchflusssysteme den Vorteil, dass sie nicht nur naturnahe Umweltbedingungen wie Temperatur- und Lichtzyklen, sondern ebenfalls Schwankungen in Salzgehalt oder Nährstoffkonzentration abbilden. Allerdings ist die praktische Umsetzung von Durchflusssystemen zur Manipulation der Wassertemperatur herausfordernd. Als technische Lösung für experimentelle Durchflusssysteme präsentieren wir ein Heizsystem zur differenziellen Temperaturregelung durch automatische Steuerung der Warmwasserzufuhr.

Wir haben die Funktionalität unseres Systems zur Erhaltung einer gleichmäßigen Temperaturerhöhung sowohl unter kontrollierten Laborbedingungen als auch während eines Feldexperiments, dem Mesokosmen-System "ExStream", validiert. Darüber hinaus haben wir die Auswirkungen unterschiedlicher Wassertemperaturen auf das Überleben von Makroinvertebraten, die durch das Heizmodul driften, getestet, um die maximal nutzbare Warmwassertemperatur zu bestimmen. Es wurden keine Anzeichen für eine erhöhte Sterblichkeit im Vergleich zu einer Kontrollgruppe gefunden, wenn 43,6 °C warmes Wasser mit dem Flusswasser vermischt wurde, um die gewünschte Temperaturerhöhung zu erreichen. Die Komponenten des Systems sind modular, skalierbar und bieten diverse Anwendungsmöglichkeiten, welche es ermöglichen bestehende Durchflussexperimente zu erweitern.

Aquatische Nahrungsnetze

Persistenz hormonell wirksame Stoffe in der aquatischen Umwelt des Niederrheinischen Tieflands

Petra Reinders; Fabian Itzel

Linksniederrheinische Entwässerungs-Genossenschaft (LINEG)

In der aquatischen Umwelt persistieren unzählige ökotoxikologisch wirksame Stoffe, von denen ein Großteil endokrin wirksam ist. Für die Einzelstoffanalytik stellt dies methodisch eine große Herausforderung dar. Um eine ganzheitliche Beurteilung der Schadstoffe zu erhalten, stehen seit einigen Jahren bioindikative Bioassays zur Verfügung, die einen schädlichen Effekt von Wasserinhaltsstoffen auf Testorganismen nachweisen können.

Es werden die Ergebnisse der Untersuchung von hormonell wirksamen Stoffe in Grund – und Oberflächenwässern des linken Niederrheins mittels effektdirigierter Analytik, im Detail mit effektbasierte Bioassays auf Basis von gentechnisch veränderten Hefezellen (*Arxula adenivorans*) für den Nachweis östrogenen (A-YES) und androgenen (A-YAS) Disruptoren vorgestellt. Ergänzt wurde die Untersuchung durch den Einsatz der instrumentellen Analytik mittels Flüssig- und Gaschromatographie gekoppelt mit einem Massenspektrometer zur Detektion von Einzelstoffen.

Als Ergebnis wurde in keiner der untersuchten Grundwasser- und Oberflächengewässerproben der empfohlene Triggerwert von 0,4 ng 17 β -Östradiolequivalenten pro Liter (EEQ/L) überschritten. Die Schwankungsbreite der Ergebnisse beim A-YES lag zwischen < 0,03 ng EEQ/L und 0,095 ng EEQ/L bei den Grundwasserproben und bis 0,059 ng EEQ/L bei den Oberflächengewässern. Beim A-YAS wurden Werte zwischen < 0,05 ng Dihydrotestosteronequivalente pro Liter (DHTEQ/L) und 0,3 ng DHTEQ/L in den Grundwasserproben und bis 0,26 ng DHTEQ/L in den Oberflächengewässern ermittelt. Durch die Bestimmung der Antagonisten wurde festgestellt, dass der östrogene bzw. androgene Effekt in Wirklichkeit höher sein muss, da aufgrund der vorhandenen Antagonisten der östrogene/androgene Effekt maskiert wurde.

Zukünftig könnte der Einsatz von Bioassays insbesondere mit der Bestimmung der Antagonisten und die Etablierung von Triggerwerten helfen, schnell und umfassend eine Aussage über den Status eines Gewässers im Hinblick auf ökotoxikologisch relevante Stoffgruppen treffen zu können. Es reicht oft nicht aus, eine Bewertung anhand von Einzelstoffen vorzunehmen, da die Stärke von nicht berücksichtigten Stoffen und der daraus resultierende Effekt auf Organismen falsch eingeschätzt werden kann.

Aquatische Nahrungsnetze

Die Rolle von Umweltkontext, Maßnahmendesign und Projektumsetzung für das Erreichen ökologischer Renaturierungsziele

Wolfram Remmers; Stefan Stoll

Hochschule Trier (Umwelt-Campus Birkenfeld)

Zahlreiche Studien haben gezeigt, dass die ökologischen Effekte kleiner Renaturierungsprojekte (100 – 1000 m), die den Großteil aller Projekte darstellen, in der Regel limitiert sind. Wir haben 15 Renaturierungsprojekte, die im Rahmen der "Aktion Blau Plus" des Landes Rheinland-Pfalz in Bächen und Flüssen der Mittelgebirge durchgeführt wurden, untersucht. Anhand von 51 Indikatoren wurde analysiert, wie die ökologischen Effekte von den Merkmalen (1) des Umfeldes mit seinen spezifischen Einschränkungen, (2) der Planung der Renaturierung im Vergleich zur hydromorphologischen Referenz des jeweiligen Gewässertyps und (3) der konkreten baulichen Umsetzung der Renaturierung abhängen. Unser Fokus lag nicht auf dem Erreichen eines insgesamt guten ökologischen Zustands, sondern auf spezifischen Auswirkungen in Bezug auf die projektspezifischen Renaturierungsziele. Ökologische Veränderungen wurden anhand funktionaler Indizes der Fisch- und Makroinvertebratenfauna erfasst. Wir identifizierten Projekte, die insgesamt sehr gut funktionierten, aber auch Beispiele für Mängel auf allen drei Ebenen, d. h. ungeeignete Umweltbedingungen, ungezielte Planung und mangelhafte Umsetzung. Wiederkehrende Mängel waren (1) eine zu geringe Flächenverfügbarkeit, um die wichtigsten Degradationsprobleme anzugehen, (2) wenig ehrgeizige Maßnahmen, die nicht ausreichten, um signifikante ökologische Effekte zu erzielen, (3) Sanierungsziele, die nicht mit den natürlichen Strukturen des Gewässertyps übereinstimmten, und (4) eine starke Konzentration auf landschaftsgestalterische Aspekte und weniger auf die Aktivierung selbstorganisierender hydromorphologischer Prozesse. Die Erkenntnisse aus diesen Analysen sollen genutzt werden um zukünftige Bewilligungsanträge zu beurteilen und die Erfolgsaussichten spezifischer Projektziele schon in der Planungs- und Bewilligungsphase erkennen zu können.

Langzeitmonitoring

Phototrophe Schwefelbakterien als Indikatoren komplexer Veränderungen in geschichteten Seen

Jacqueline Rücker; Brigitte Nixdorf

Brandenburgische Technische Universität Cottbus – Senftenberg

Seit 1993 untersucht die Forschungsstation Bad Saarow die Entwicklung von Seen in der Scharmützelsee-Region im Zuge der reduzierten externen Belastung. Durch die Sanierung der Einzugsgebiete, insbesondere eine verbesserte Abwasserentsorgung, wurden die Nährstoffeinträge nach 1990 drastisch reduziert. Langzeituntersuchungen belegen, dass die Seen unterschiedlich schnell mit einer Abnahme der Gesamtphosphorkonzentration und der Phytoplanktonbiomasse reagierten, wobei letztere mit einer Erhöhung der Sichttiefe und somit verbesserten Unterwasserlichtverhältnissen einher geht.

Im Fokus dieses Beitrages stehen die langfristigen Veränderungen im Hypolimnion von vier dimiktischen Seen. Hier bewirkte die abnehmende Phytoplanktonproduktion eine Verringerung der organischen Last im Hypolimnion, was sich in einer allmählichen Entlastung des Sauerstoffhaushalts widerspiegelte. Die räumliche und zeitliche Ausbreitung der anoxischen Zone und von Schwefelwasserstoff verringerten sich. Da sich H_2S in allen vier Seen während der Sommerstagnation im Hypolimnion anreichert, bilden sich ausgeprägte Tiefenchlorophyllmaxima (DCM) von phototrophen Schwefelbakterien (PSB). Diese konnten durch regelmäßige Messungen mit einer Fluoreszenzsonde (⁹⁹bbe Moldaenke, Kiel) detektiert werden. Die Langzeitreihen der Fluoreszenzprofile zeigen außerdem, dass sich die Artzusammensetzung in den DCM verändert hat. Mit dem verbesserten Lichtdargebot in den Tiefenzonen, hat sich der Anteil v.a. von phycoerythrinhaltigen Organismen, wie z.B. des Cyanobakteriums *Limnithrix rosea* erhöht. Die DCM der PSB folgten der H_2S -Ausbreitung und verlagerten sich in größere Tiefen.

Am auffälligsten waren die Veränderungen im Scharmützelsee. Hier konnten bis 2003 keine PSB nachgewiesen werden. In allen vier Seen wurden 1996 und 2003 Kampagnen zum Nachweis von PSB durch spektralphotometrische Analysen von Pigmentextrakten durchgeführt. Erst seit 2007 deuten die Fluoreszenzprofile auf ein regelmäßiges Vorkommen von PSB im Scharmützelsee hin, deren Existenz ab 2020 durch die Extraktion von Bakteriochlorophyllen bestätigt werden konnte.

Dieser Beitrag zeigt, dass der Nachweis von PSB an Hand ihrer spezifischen Pigmentierung relativ einfach und somit in Langzeitstudien integrierbar ist. Der Nachweis von Tiefenchlorophyllmaxima, gebildet aus phototrophen Schwefelbakterien oder anderen photoautotrophen Organismen, kann wichtige Erkenntnisse zu langfristigen komplexen Veränderungen in geschichteten Seen liefern.

Managementmaßnahmen zur Bekämpfung der Eutrophierung

Entwicklung und Einsatz von Phosphatfällanlagen in Zuläufen von Seen - Erfahrungsbericht aus Mecklenburg-Vorpommern

Stefan Sandrock¹; André Wizemann¹; Ilona Korczynski²

¹ bioplan GmbH; ² Ministerium für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern

Die Forderungen der EG-WRRL, den guten ökologischen Zustand in den Seen wiederherzustellen sind insbesondere für die vielen kleinen bis mittelgroßen Seen in ackerbaulich geprägten, von Kläranlagenabläufen durchsetzten Einzugsgebieten schwer umzusetzen. Daher werden seitens der Landesregierung M-V bei laufenden Sanierungs- und Restaurierungsprojekten ergänzend auch sogenannte „end of pipe“-Lösungen, bei denen es primär um Sofortlösungen zur Reduktion des Phosphoreintrags aus Seezuläufen geht, seit ca. 12 Jahren genehmigt und gefördert.

Bei einer Phosphatfällanlage (PFA) handelt es sich um weitgehend autarke Kompaktanlagen, die kontinuierlich durch Zudosierung von Fällmittel in die fließende Welle eine Fällung auslösen. Die Idee, eine P-Fällung direkt im Fließgewässer (Graben, Bach) vorzunehmen, resultiert aus der Beobachtung, dass Fällmittelflocken bei Strömungsgeschwindigkeiten über 3 cm/sec. über weite Strecken transportiert werden und dabei einen sehr langen intensiver Kontakt mit dem strömenden Wasser haben. Schon geringe (stöchiometrisch unteroptimale) Zudosierungen bewirken einen signifikant P-absenkenden Effekt im Wasserkörper, ohne dass zu erwartende Nebenwirkungen wie pH-Absenkungen oder Flockenablagerungen am Gewässergrund auftreten. Funktion und Dosiermengen müssen allerdings kontinuierlich überwacht und optimiert werden. Gegenwärtig sind in MV 9 Anlagen an 5 Seen in Betrieb.

Im Zeitraum von 10 Jahren wurden im Rahmen des begleitenden Monitorings 873 Wertepaare zu Phosphorwerten (TP, SRP) vor und 100 m nach den Anlagen analysiert. Aus den Mittelwerten wurden für die Einzelanlagen die P-Reduktionsraten errechnet. Die SRP-Werte wurden je nach Gewässer um 30,8 % - 76,2 %, im Mittel um ca. 50 % abgesenkt. Bei den TP-Werten lag die mittlere Reduktionsrate bei ca. 30 %. Das ist im Vergleich zu großtechnischen Phosphateliminierungsanlagen, wie sie an der Wahnachtalsperre, am Grunewaldsee oder auch am Tegeler See zum Einsatz kommen gering, kann in ländlichen Räumen mit geringerer finanzieller Ausstattung jedoch durchaus eine Überbrückungshilfe bis zur Sanierung des Einzugsgebietes darstellen.

Auengewässer

Hydrochorie in Mittelgebirgsbächen im Kontext von Ufervegetation und Landschaft

Sebastian Schäfer; Gert Rosenthal

Universität Kassel

Durch den Transport keimfähiger pflanzlicher Diasporen (z.B. Samen und Pflanzenfragmente) haben Fließgewässer das Potential, die Vegetation ihrer Ufer und Auen zu beeinflussen und zur Verbindung entsprechender Biotope beizutragen. Die Artenzusammensetzung der transportierten Diasporen unterliegt dabei unterschiedlichsten abiotischen (z.B. Abflussdynamik) und biotischen Faktoren (z.B. Zusammensetzung der Vegetation im Gewässerumfeld). Für ausgewählte Faktoren soll diese Studie einen Beitrag zum Verständnis der relevanten Skalenebene liefern und setzt sich dazu vor allem mit folgenden Fragen auseinander:

- Wie variabel ist die Artenvielfalt und -zusammensetzung der in den untersuchten Mittelgebirgsbächen transportierten Diasporen?
- Auf welcher Skalenebene zeigt dabei das Gewässerumfeld deutliche Einflüsse?
- Ist vor allem die Vegetation des unmittelbaren Uferbereichs entscheidend?
- Ist auch der weiträumigere Landschaftskontext (z.B. hinsichtlich Landnutzung) von Bedeutung?

Viele Arten der Ufer- und Auenvegetation zeigen besondere Anpassungen für Hydrochorie, den Transport mit dem Wasser. Für diese oft auf feuchte Bedingungen angewiesenen Arten ist Hydrochorie eine gerichtete Ausbreitung, durch die sie meist an für sie günstige, mehr oder weniger häufig überflutete Standorte gelangen.

Je nach transportierten Arten kann Hydrochorie die Vielfalt der Vegetation am Zielort ergänzen, oder sie durch Begünstigung von Dominanzbeständen konkurrenzstarker Arten beeinträchtigen. Für eine Einschätzung der Rolle eines Gewässers im Biotopverbund ist es deswegen spannend die Artenzusammensetzung der transportierten Pflanzen zu erfassen. Es liegt nahe, dass diese Zusammensetzung saisonal und abhängig von Abfluss- und Wetterverhältnissen stark variabel ist und mit der das Gewässer umgebenden Vegetation zusammenhängt.

Die vorliegende Studie bietet eine Annäherung an die Artenzusammensetzung der keimfähigen Diasporenfracht in 10 unterschiedlichen Probe-Abschnitten von silikatischen Mittelgebirgsbächen der Kellerwald-Region in Nordhessen. Die Annäherung bezieht sich auf monatliche Probenahmen im Verlauf eines Jahres (2022/2023). Während sich die beprobten Bäche bzgl. Gewässertyp ähneln, zeigen sie große Unterschiede hinsichtlich der Komposition der bis zur Probestelle durchströmten Landschaft (z.B. hinsichtlich Landnutzung und Biotoptypen). Der Tagungsbeitrag soll erste Ergebnisse der Untersuchung der Diasporenproben und räumliche Auswertungen vorstellen.

Beaver activities modify benthic communities of small streams to resemble “potentially natural conditions”

Sara Schloemer¹; Daniel Hering²

¹ Universität Duisburg-Essen; ² Universität Duisburg-Essen

Beavers can alter benthic communities in small streams through the construction of dams and associated habitat creation. Through their activities, beavers are reintroducing features that were once characteristic of natural stream ecosystems and that are absent from most contemporary European streams. These include the expansion of lenitic habitats, the establishment of side channels, and the construction of dams, which collectively contribute to the structural diversity and functionality of the stream environment. We mapped habitat types and their areal extend in beaver territories and adjacent floodplain sections unimpacted by beavers in spring 2018 and 2019. We documented substrate types, flow patterns and water depths. In addition, we sampled invertebrates in the different habitats to study how morphological changes influence community structure in terms of species richness, abundance, and species traits. A total of 189 habitat-specific samples of benthic invertebrates were taken and 120 transects were mapped. We found that 56 % of the taxa in the study area were exclusive to beaver territories, while only 2 % occurred in floodplain sections not colonised by beavers. The habitat area increased sixfold and the number of individuals 4.5-fold due to beaver activities. The composition of invertebrate communities within beaver territories did not exhibit a distinct shift from lotic to lenitic conditions. On the contrary, the presence of beaver dams, free flowing sections downstream of the dams, and side channels provided suitable habitats that supported rheophilic species. Thus, beaver activities contribute to the conservation and persistence of species and individuals in small streams. Therefore, beaver activities should be encouraged whenever possible.

Multiple stressors in river systems

The Concept of Stress-induced community tolerance (SICT): a suitable tool to understand effects of multiple stressor interactions across scales?

Mechthild Schmitt-Jansen¹; Bastian Polst¹; Franziska Fiolka²; Stefan Lips¹

¹ Helmholtz Center for Environmental Research (UFZ); ² RPTU Rheinland-Pfälzische Technische Universität

The concept of induced community tolerance roots in the ecological principle that environmental filtering has a selective effect on communities towards higher tolerance during chronic exposure. For three decades, the concept of pollution-induced community tolerance detection was used in ecotoxicology to establish causal links between pollution from single chemicals or chemical mixtures and changes in community structure. However, in the context of multiple stressors the concept was mainly addressed from a conceptual perspective. This presentation will expand the focus from chemical pollution to the general concept of stress-induced community tolerance (SICT) to provide a better mechanistic understanding of the effects of multiple stressors. In different experiments, periphyton communities were exposed to toxic stressors in combination with a set of abiotic stressors: hydrodynamic changes, salt stress and exposure to agricultural runoff (composed of nitrate and a representative selection of pesticides) under climate warming. We applied tolerance assays to quantify induced tolerance under the given settings. Results derive from a set of experiments scaling from micro- and mesocosms to field investigations. We further applied molecular/biochemical tools to gain insights in the causes of stressor interactions in periphyton communities beyond stress-induced succession of tolerant species. The results (i) illustrate that tolerance assays are suitable tools to quantify induced tolerance under multiple stressor conditions; (ii) indicate strong interactions of combined stressors but (iii) that interaction types diverge for the applied stressor qualities. Finally, field investigations illustrate that the concept enables unraveling effects of agricultural stressors in periphyton in heavily impacted streams and rivers. We conclude that stress-induced community tolerance is a key concept to understand multiple stressor effects in anthropogenic impacted landscapes.

Anthropogene Einflüsse

Von der Diamantelektrode und Hormonen, Medikamentenrückständen sowie weiteren Rückständen im Wasser bis zu giftigen Kippen – Modellexperimente zur oxidativen Abwasserreinigung von Schadstoffen im Wasserkreislauf für die Umweltbildung

Wolfgang Schmitz

Pädagogisch Hochschule Karlsruhe

Ein weltweites Umweltproblem, das von der Öffentlichkeit bislang wenig wahrgenommen wird, stellen Arzneimittelrückstände und weitere Spurenstoffe im Wasser dar. Zahlreiche Wirkstoffe können in allen Gewässern nachgewiesen werden. Aus häuslichen Abwässern gelangen diese Stoffe sowie Metabolite über Kläranlagen in die Umwelt. Dazu zählen auch zahlreiche hormonell aktive Substanzen, wie das zur Empfängnisverhütung hergestellte 17 β -Ethinylestradiol. Schon ab einer Konzentration von 0,1 ng/L kann es schon zu einer Verweiblichung männlicher Fische kommen. Aber auch Antivirenmittel, künstliche Süßstoffe und Nikotin (aus Zigarettenskippen) findet man im urbanen Wasserkreislauf.

Im Vortrag werden Modellexperimente vorgestellt, die einerseits den Einfluss o.g. Substanzen auf Organismen anschaulich darstellen [1], andererseits Möglichkeiten aufzeigen, wie derartige Substanzen durch eine weitergehende oxidative Abwasserreinigung z.B. mit einer Diamantelektrode entfernt werden können.

References:

[1] W. Schmitz, M. Lindemann und C. Rothweiler: Schneckensex im Einmachglas – Akt 2.0: Modellexperimente für die Umweltbildung. Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL), Ergebnisse der Jahrestagung 2018 (Kamp-Lintfort), Essen 2019, 52.

Flexibility matters

Automated Daphnia measurements for phenotypic plasticity research and assessment of sublethal effects in ecotoxicological hazard assessment

Philipp Kropf; Magdalena Mair; Matthias Schott

University of Bayreuth

The zooplankton genus *Daphnia* are an ecological keystone and are studied for its phenotypic plasticity. *Daphnia* are widely used in ecotoxicological hazard assessment due to their importance in food webs as well as for ecosystem resilience. Measurements of *Daphnia* body parts are carried out in laboratories all over the world in time-consuming and expensive experiments. To enable faster and more reliable measurements we developed an open workflow using Fast Region-based Convolutional Network (Fast-RCNN) algorithms, which automatically recognise body parts and measure body dimensions. Reliable detection of *Daphnia* body parts in test-datasets including low quality images allows for automated measurements of body regions with human precision. Additionally, we were able to utilize a standard convolutional neural network (CNN) to classify species. Our current model classifies pictures of *Daphnia magna*, *D. pulex*, *D. longicephala*, *D. longispina*, and *D. cucullata* with accuracy of 94%. Automated recognition of the heart region in combination with frequency amplification allows for automated measurements of *Daphnia* heart rates. Explainable AI will allow for recognition of morphological reactions of potentially unknown traits to kairomones and sublethal stressors. Our model and algorithms are open source, available and adaptable for other research questions.

Auengewässer

Wissenschaftliche Begleitung und Wirkungskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen im Leipziger Auwald

Mathias Scholz¹, Georg Rieland¹, Timo Hartmann¹, Christan Hecht¹, Stefanie Henkel², Friedrich Daenstedt¹, Carolin Seele-Dilbat^{1,3}, Rolf A. Engelmann^{2,1}, Hans D. Kasperidus¹, Nadia Rüger⁴, Christian Wirth^{2,4}; Michael Vieweg¹

¹ Helmholtz Zentrum für Umweltforschung, ² Universität Leipzig – AG Spezielle Botanik und Funktionelle Biodiversität, ³ Stadt Leipzig – Amt für Stadtgrün und Gewässer & Amt für Umweltschutz, ⁴ Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung iDiv, Leipzig

Flussauen-Ökosysteme sind Hotspots der Biodiversität und stellen zahlreiche Ökosystemleistungen bereit. Gleichzeitig gehören sie zu den Ökosystemen, die weltweit am stärksten durch anthropogene Eingriffe in ihrer Funktionsfähigkeit und ökologischen Integrität beeinträchtigt sind. Dies trifft auch für das Auensystem der Weißen Elster in Leipzig zu. Aber trotz der gravierenden Veränderungen des Auensystems, blieb ein vergleichsweise großer Anteil des Hartholzauwaldes erhalten und ist auch heute noch in einem naturschutzfachlich wertvollen Zustand. Jedoch kann als direkte Konsequenz der wasserbaulichen Regulierungen und ausbleibender Dynamik bereits ein Wandel der Artenzusammensetzung beobachtet werden. Um langfristig eine autotypische Biodiversität wiederherzustellen und zu erhalten, sind Revitalisierungsmaßnahmen in diesem Auensystem zwingend erforderlich und werden aktuell im Projekt „Lebendige Lupe“ und weiterer Vorhaben geplant und umgesetzt. Im Rahmen der naturwissenschaftlichen Begleitforschung des Verbundprojektes Lebendige Lupe wurde ein Netzwerk von 66 Dauerbeobachtungsflächen (je 0.25 ha) im Hartholzauenwald eingerichtet, auf denen im Zeitraum 2013-2023 (vor Umsetzung und nach Umsetzung von Revitalisierungsmaßnahmen) kontinuierlich biologische und hydrologische Daten erfasst wurden. Untersuchungen zu Arten- und Lebensgemeinschaften auf den Dauerbeobachtungsflächen schließen die Vegetation der Kraut-, Strauch- und Baumschicht (inkl. Totholz) sowie teilweise faunistische Untersuchungen zu Laufkäfern und Mollusken ein. Trotz einer Homogenisierung der abiotischen Standortbedingung in Folge der Regulierungen, kommt es entlang des (verbliebenen) hydrologischen Gradienten oder in bereits umgesetzten Redynamisierungen zu einer deutlichen Differenzierung der Artenzusammensetzung der Vegetation und ihrer Steuergrößen. Erste Redynamisierungserfolge konnten dokumentiert werden.

Ergebnisse zu den vorgefundenen Baumarten und das Artenspektrum der Krautschicht zeigen, dass die im Leipziger Auwald allgemein zu beobachtende Tendenz einer allmählichen Entwicklung vom Hartholz-Auwald hin zu einem Eichen-Hainbuchen-Mischwald auf einer experimentellen Überflutungsfläche gestoppt bzw. umgekehrt werden konnte: Auf der Flutungsfläche dominieren im Oberstand Stieleiche und Hainbuche, dagegen ist Bergahorn nur zu einem geringen Anteil, Spitzahorn kaum und Schwarzer Holunder oder Rotbuche nicht mehr vorhanden, während sie auf den nicht überfluteten Vergleichsflächen den Gehölzbestand im Unterbau dominieren.

Das hier vorgefundene Biotopmosaik sollte durch Dynamisierung der Grundwasser- und Überflutungsverhältnisse auch in weiteren Auenbereichen gefördert werden, womit auf ca. 30 ha dieses Jahr begonnen wurde.

Flexibility matters

Shedding Light on Phytoplankton Dynamics: Exploring the Combined Effects of Fluctuating Light Quality and Intensity in a Mixed Water Column

Brian Schulze; Julian Dohmen; Alexander Wacker

Universität Greifswald, Zoologisches Institut & Museum

Light is one of the basic resources used by autotrophic organisms, but its quantity (intensity) and quality (spectrum) are not constant and fluctuate over different spatio-temporal scales. While the effects of light intensity and its fluctuations on phytoplankton have been recognized long ago, the effects of light quality, especially its variation, are rarely considered. Phytoplankton in a mixed water column experiences fluctuation in both factors at the same time, as the light attenuates and shifts towards shorter wavelengths with increasing depth. We designed a LED setup and simulated depth cycling with fluctuating light covarying in intensity and spectrum, as well as constant conditions along the gradient. A green alga and a cyanobacterium, two groups with complementary resource strategies and abilities to utilize light, were exposed to these conditions, both in monoculture and mix. We show how the growth, absorption properties, and competitive abilities of the two species under fluctuating conditions can be predicted from the cultures under constant conditions.

Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften-Aquatic Biodiversity

How do agricultural types differ in their effect on river biota? A Germany-wide analysis

Christian Schürings¹; Jochem Kail ; Willem Kaijser; Daniel Hering

¹ Duisburg-Essen University

Agriculture is often identified as the most relevant stressor for river biota. However, most large-scale studies do not reflect differences in crop types and cultivation intensities, although case studies highlight clear differences in biota response to different agricultural crops. Here we used a Germany-wide dataset of more than 7,000 sites with information on macroinvertebrates, macrophytes and diatoms and related it to the adjacent land use using random forest analysis and generalized linear mixed models. For all organism groups, effects of agriculture were stronger than those of urban land use. Pesticides have been identified more relevant than nutrient pollution for macroinvertebrates and macrophytes, while diatoms appear more sensitive to nutrients. For macroinvertebrates and macrophytes, strongest negative effects were found for pesticide intensive permanent crops (orchards, hops, vineyard), while intensively fertilized crops (maize, intensive cereals) affected diatoms most severely. Incorporating pesticide- and nutrient application rates could slightly increase the correlative strength of agriculture (up to an increase of explanatory power of R^2 by 0.14 for diatoms). Strong differences were found among ecoregions with strongest explanatory power of agriculture in small mountain streams of up to $R^2 = 0.43$ for macroinvertebrates, best assessed at the catchment scale. These differential effects show that agriculture clearly impairs river biota displaying strong associations with agrochemicals. Consequently, to protect river biota, a shift to more sustainable agricultural practices like reducing pesticide application is urgently required.

Seen und Talsperren im Klimawandel

The impact of climate change on German lakes

Robert Schwefel; Sylvia Jordan; Michael Hupfer

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

Climate change affects lakes and reservoirs around the world. Warming temperatures have a direct impact on the ecosystem. However, the indirect effects are often even more relevant: While surface temperatures are warming in parallel to the air, deepwater temperatures in stratified lakes often behave differently and stay constant or are even decreasing. The consequence is a prolonged period of summer stratification. In turn, ice cover and winter stratification shorten. The prolonged summer stratification impacts deepwater oxygen concentrations and nutrient budgets.

To assess the impact of climate change in German lakes, a series of moorings equipped with temperature and oxygen loggers measuring in high-frequency were deployed in a series of lakes within a project financed by the Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser. The measurements were complemented by an extensive analysis of long-term monitoring data collected by various institutions. The data were also used to calibrate the one-dimensional model FLake which reproduces bottom and surface temperatures as well as mixed-layer depth in response to the meteorological forcing. The model was then run for the years 2005-2099 using the results from several combinations of global circulation models and regional downscaling according to the IPCC emission scenarios RCP 2.6, RCP 4.5, and RCP 8.5.

Here we present observational findings and modelling results regarding lake surface and bottom temperature, and lakes stratification. In addition, the consequences for the ecosystem of the lakes will be discussed. Under the most pessimistic emission scenario, surface temperatures are predicted to increase by 0.2-0.4°C depending on the chosen climate model while bottom temperatures remain almost constant. Stratification is expected to increase by approximately 4 weeks until the end of the century. As a consequence, deepwater oxygen will decrease and more favorable conditions for cyanobacteria are more likely to occur. The increases are lower in RCP 4.5 and in the most optimistic scenario, RCP 2.6, almost no increase in temperature or stratification is observed at all.

Modified water bodies and matter fluxes

Nutrient retention efficiency and concentration variability in a small reservoir

Maria Determann¹; Andreas Musolff¹; Marieke Frassl²; Karsten Rinke¹; Tom Shatwell¹

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ; ² Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Lakes and reservoirs are integral components of freshwater networks that retain nutrients and modify the variability of streamflow nutrient concentrations. Knowledge of this is important when estimating catchment nutrient exports. Here we examined nutrient retention efficiencies and their variability in a small German reservoir with a short retention time, by integrating inflow hydrology, reservoir stratification and nutrient biogeochemistry. We used the 1-d lake model GOTM-WET to simulate the hydrodynamics and biogeochemistry of the reservoir and ran model scenarios with modified inflow nutrient concentration variability. The reservoir retained total phosphorus (TP) and total nitrogen (TN), with a higher efficiency for TP. The particulate nutrient fractions were retained most efficiently, whereas the retention of the dissolved fractions was close to zero, with a net conversion to and export of dissolved organic nutrients. During seasonal stratification, TP retention efficiency increased but TN retention efficiency was minimal. The relative variability of TN and TP concentration in the reservoir outflow was similar to that of the inflow, but higher for phosphate, because hydrological flushing events were important when summer phosphate concentrations were low. An increase in inflow nutrient concentration variability caused a decrease in retention efficiency. Overall the reservoir had a buffering effect on the variability of streamflow nutrient concentrations.

Flexibility matters

Co-limitation of phytoplankton by phosphorus and nitrogen: what drives growth response patterns in experimental communities?

Andrea Redoglio; Erik Sperfeld

Universität Greifswald, Zoologisches Institut & Museum

The growth of freshwater phytoplankton is frequently (co-)limited by essential nutrients such as nitrogen (N) and phosphorus (P). At the molecular level, several mechanisms have been proposed to explain the observed (co-)limitation patterns, such as the mutual biochemical exclusivity of elements at very low concentrations. At the community level, the presence of different species and functional groups with contrasting physiologies and nutrient requirements leads to a more difficult understanding of the mechanisms involved in nutrient (co-)limitation. We grew three phytoplankton communities, composed of species of distantly related phylogenetic groups, in experimental microcosms on media of three N:P ratios to impose different limiting conditions. Afterwards, N, P, both or none were supplied in a factorial way to the communities to test which nutrients were limiting phytoplankton growth. We measured the biovolume of the single species in the communities to assess their response before and after the factorial nutrient additions, and compared it to the response of the overall community biovolume. For overall community biomass, we identified several types of nutrient limitation, ranging from single N to serial, to simultaneous N and P (co-)limitation. We found that the species in the communities responded differently to the nutrient addition treatments, i.e. they showed contrasting nutrient limitation outcomes and thus requirements. Furthermore, we found that the limitation scenarios identified for overall community biomass were strongly driven by the dominant species. Our experiment indicates that phylogenetically distantly-related phytoplankton species grown in a community can have different resource use efficiencies and thus are limited by different nutrients. We suggest that the dominance of species or groups with specific nutrients requirements is the mechanism that determines the pattern of nutrient (co-)limitation observed at the community level. This work also highlights the potential of predicting community growth limitation outcomes based on knowledge of nutrient use efficiencies of one or few dominant species, which can be a useful tool for lake restoration and de-eutrophication efforts.

Flexibility matters

Trait changes in crustacean zooplankton during the last century

Dietmar Straile

Universität Konstanz

The crustacean zooplankton community of large and deep Lake Constance was monitored with few interruptions since the 1920s. During this time period the lake experienced strong eutrophication with an increase in annual mean phosphorus concentration exceeding one order of magnitude, but also strong oligotrophication. In response to these changes the crustacean zooplankton shifted in species composition associated with striking changes in community mean traits such as body phosphorus content, body size, depth distribution, and mode of reproduction. Furthermore, also intraspecific trait changes in e.g. clutch sizes, body sizes and mode of reproduction were observed. This study examines the resilience of community and species traits, and analyses to which extent traits were reversible after eutrophication.

DYNATRAIT- Flexibility matters

Optimal prey preference – implications and constraints

Patch Thongthaisong; Sabine Wollrab

Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB)

Generalist top consumer can promote stability, coexistence, and increase trophic transfer efficiency resulting in an increase in the abundance of species at higher trophic levels. This is especially true for top consumers with adaptive feeding modes which can shift their prey preference to optimize their energy gain. How adaptive foraging influences food web response to environmental change, such as eutrophication, is largely unknown as food web response studies are largely based on the assumption of non-adaptive foragers. Based on existing theory, alternative prey of a shared predator are negatively coupled, i.e. abundance of the less profitable prey increases while the other decreases with eutrophication. By analyzing mathematical models of a two prey – one shared predator interaction module, we found that there is only one optimal prey availability (OPA, i.e. the optimal total density and relative prey composition), dominated by the less profitable prey, that is independent of overall resource availability and prey preference of the consumer. Once prey abundances reach the OPA, an adaptive forager will keep the prey abundances constant at the OPA with nutrient enrichment by adjusting its prey preference accordingly. However, the OPA may not be reached for specific environmental conditions, e.g. if nutrient availability is too low. This restriction on the effectiveness of optimal foraging strategies has so far been overlooked. As adaptive foraging is rather the rule than the exception, this feeding strategy and its consequences should be considered when assessing the food web response to environmental change.

DYNATRAIT- Flexibility matters

Diversity begets diversity: adaptation promotes coexistence across trophic levels

Ellen van Velzen

University of Potsdam

Trait adaptation can promote coexistence by reducing fitness differences between species (equalizing mechanism) and by providing a fitness advantage for rare species (stabilizing mechanism). Typically, this is applied to how adaptation may affect the survival of the adapting species itself. Here, however, I give several examples of how adaptation in traits related to trophic interactions enhances coexistence on different trophic levels: prey adaptation enabling coexistence of predators, and vice versa. In a simple model with one prey, its adaptation of defense can prevent competitive exclusion between two competing predators by reducing the difference in their R^* -values, allowing them to coexist at a stable equilibrium. In a slightly more complicated model with two prey and two predators, prey adaptation has the same effect on predator coexistence, but has a strong negative impact on prey coexistence. Predator adaptation also always has a positive impact on prey coexistence. I show that adaptation acts as an equalizing mechanism in all the examples above, but it only acts as a stabilizing mechanism across trophic levels. Hence, adaptation of traits related to trophic interactions is far more likely to promote coexistence on a different trophic level than to promote survival within the same trophic level.

Urbane und erheblich veränderte Gewässer

Ökologische Entwicklung des Emscher-Oberlaufes

Thomas Korte; Patrick Volkens; Mario Sommerhäuser

EmscherGenossenschaft / Lippeverband

Mit rund 2,3 Millionen Einwohnern ist die Emscher-Region heute eins der am dichtest besiedelten Gebiete Europas. Ab Mitte des 19. Jahrhunderts war das Gebiet geprägt durch Bergbauaktivitäten und zunehmender Industrialisierung. Die Kombination dieser Faktoren führte, einhergehend mit dem Bevölkerungswachstum, zu wasserwirtschaftlichen Herausforderungen. Aufgrund von Bergsenkungen in Verbindung mit immer größer werdenden Abwassermengen aus Industrie, Gewerbe und Siedlungsgebieten kam es zu abwassertechnischen und hygienischen Missständen. Hinzu kam die Erfordernis, bergbauliche Grubenwässer einzuleiten. Anfang des 20. Jahrhunderts wurde, als einzig machbare technische Lösung, die Emscher mit allen Zuflüssen technisch ausgebaut. Sie wurde begradigt, tiefergelegt, kanalisiert und als offener Abwasser- und Regenwasserlauf genutzt. Aufgrund des vollständigen Ausbau und einer entsprechend schlechten Wasserqualität war eine biologische Besiedlung (z. B. durch aquatische Wirbellose) dieses Gewässers nicht mehr möglich.

Im Zuge eines groß angelegten Umbau-Projekts wurden in einem Zeitraum von 30 Jahren (1991 – 2021) alle ehemaligen Abwasserläufe entflochten und das gesamte Flussgebiet in weiten Teilen bereits naturnah umgestaltet. Die Emscher selbst führt seit Ende 2021 kein Abwasser mehr. Auf den ersten 23 Fließkilometern von Holzwickede bis zur Kläranlage in Dortmund-Deusen besteht die Abwasserfreiheit bereits seit 2009. Der Oberlauf ist daher seitdem nicht mehr abwasserführend und die meisten Wasserläufe hier wurden anschließend ökologisch verbessert.

Seit dem Abschluss des Umbaus und nach Beendigung der Maßnahmen zur ökologischen Verbesserung am Emscher-Oberlauf wurde zwischen 2012 und 2020 ein Gewässer-Monitoring durchgeführt. Es beinhaltete die Überwachung der aquatischen Wirbellosen (Makrozoobenthos) und zahlreicher chemisch-physikalischer Parameter. Die Untersuchungen dienen zum einem dem Nachweis der Gewässerverträglichkeit von Mischwasserbehandlungsanlagen und zum anderen zur Dokumentation der Entwicklung der Makrozoobenthos-Lebensgemeinschaft nach den durchgeführten Umbaumaßnahmen (Erfolgskontrolle).

In dem Vortrag werden die Ergebnisse dieses Gewässer-Monitorings dargestellt und der Wiederbesiedlungsprozess der Makrozoobenthos-Lebensgemeinschaft in dem ehemaligen Schmutzwasserlauf thematisiert.

Wassertemperatur und Beschattung: Ergebnisse eines Forschungsprojektes der Länder BY, BW, RLP, HE

Stephan von Keitz, Mechthild Banning

Hessisches Umweltministerium

Fließgewässer sind häufig begradigt, eingeschnitten und statisch befestigt. In zunehmendem Maß hat auch der Faktor Erwärmung Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und somit auf die aquatische Biozönose, da die Fließgewässertemperatur ein wichtiger ökologischer Leitparameter ist. Im Zuge des Klimawandels ist bereits ein Anstieg festzustellen, der sich voraussichtlich fortsetzen dürfte.

Die Ergebnisse einer gemeinsam durch die Bundesländer Hessen, Rheinland-Pfalz, Bayern und Baden-Württemberg erstellten Studie „Zwei-Grad-Ziel für unsere Bäche –

Wassertemperatur und Beschattung“ (2022) verdeutlicht, dass Beschattung ein wirksames Mittel ist, um negative ökologische Effekte zu vermindern. Das maximale Potential der Beschattung mit Laubvegetation zur Reduktion der Tagesmittel kritischer sommerlicher Wassertemperaturen liegt je nach meteorologischen Bedingungen bei ca. 6 °C – 7 °C. Für die hier nicht untersuchten Tagesmaxima liegt das Potential noch deutlich höher. Wie viel unter den lokalen Bedingungen vor Ort tatsächlich erreicht werden kann, hängt darüber hinaus vor allem von der Aufenthaltszeit im betrachteten Abschnitt, der Wassertiefe, der Gewässerbreite und in geringerem Maße von weiteren Einflussfaktoren ab. Derzeit verfügen jedoch nur rund 50 % der Fließstrecken in Hessen und Rheinland-Pfalz über einen Gehölzbewuchs.

DYNATRAIT- Flexibility matters

Trait distribution explains phytoplankton community composition

Phuong-Anh Vu; Lutz Becks

Limnological Institute, Konstanz University

The functioning of aquatic ecosystems is highly dependent on the phytoplankton community composition. Predicting community composition and community dynamics is challenging and the need to understand community structures is becoming increasingly urgent, especially with rapidly changing environments. Rather than focusing on species identity, trait-based approaches have gained importance as they can provide more generalized rules for the understanding of community structure due to their taxonomic independence by investigating functional traits. However, predicting community structure and dynamics from a single trait remain challenging. One of the challenges is that the relationship between traits and fitness can be highly context dependent and depends on both biotic and abiotic processes. In our study, we investigated whether and how trait variation affects community structure, using experimental communities with combinations of 5 out of 13 phytoplankton species in the presence of a rotifer predator. The phytoplankton species differed in traits related to competition for resources and to defense against the predator. We assembled the communities in such a way that the communities covered different parts of the defense-competition trait space. Phytoplankton diversity and evenness decreased in all communities compared to initial conditions, but was highest when starting communities covered a larger area in trait space in contrast to communities where species were initially closer in trait space. For the latter, one species usually dominated the community. Rotifers persisted in all communities and rotifer population dynamics were dependent on the phytoplankton community composition.

Auengewässer

Tiefenerosion und Klimawandel – Wie entwickeln sich die Auenhabitate in der Erosionsstrecke an der Elbe bis 2060

Arnd Weber; Peter Horchler

Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Eine Vielzahl menschlicher Eingriffe und Nutzungen haben zu dramatischen Verlusten von Auenlebensräumen geführt. Entlang der Mittellelbe sind 50 – 90 % der historischen Auen durch Ausdeichungen verloren gegangen, gleichzeitig sind die verbliebenen Vorlandflächen fast vollflächig als Schutzgebiete ausgewiesen und ökologische Verbesserungen werden angestrebt.

Im Rahmen des Pilotprojektes Klöden soll eine ganze Reihe von Maßnahmen zur Verbesserung der gegenwärtigen Situation in der Erosionsstrecke beitragen, vor allem mit dem Ziel einer Reduktion der Tiefenerosion. Durch flussbauliche Maßnahmen soll dabei eine morphologische Dynamisierung des Flusslaufes mit seinen Ufern erreicht werden. Durch Uferabgrabungen, neue Flutrinnen und den oberstromigen Anschluss des Bösewiger Altarms soll die Konnektivität von Fluss und Aue verbessert werden.

Für unterschiedliche Maßnahmenvarianten wurden hydrologische, hydro- und morphodynamische Modelle gekoppelt und auch unter Berücksichtigung des Klimawandels bis zum Jahr 2060 gerechnet. Für die ökologische Bewertung wurden darauf aufbauende statistische Habitatmodelle für drei Indikatorarten (Elb-Spitzklette (*Xanthium albinum*), Schwanenblume (*Butomus umbellatus*) und Wiesen-Labkraut (*Galium mollugo*)) entwickelt, für die Maßnahmenvarianten in die Fläche projiziert und im Vergleich zum Ist-Zustand von 2015 bilanziert.

Die Ergebnisse für die Maßnahmenvarianten zeigen ein Fortschreiten der Sohlerosion, wenn auch verlangsamt. Denn feuchte Habitate mit Vorkommen der Elb-Spitzklette und Schwanenblume nehmen tendenziell ab, während trockene Habitate mit Wiesen-Labkraut zunehmen. Die klimawandelbedingte Zunahme von Hochwasserabflüssen kompensiert einen Teil dieser Effekte.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die etablierte Modellkette anwendbar ist, die gewählten Indikatoren aussagekräftig sind und neue Möglichkeiten zur Maßnahmenoptimierung bietet. Gleichzeitig lassen die großräumigen Gegebenheiten, wie historische Laufverkürzungen und Schifffahrt, keine vollständige Reduktion oder gar Rückführung der Tiefenerosion zu. Dies wird auch zukünftig zu weiteren Verlusten dynamischer, autotypischer Lebensräume führen.

Neobiota & food webs

Taxonomic and functional effects of floodplain decoupling on terrestrial plant and animal communities

Franziska Wenskus¹; Christian Hecht²; Daniel Hering¹; Kathrin Januschke¹; Georg Rieland²; Andrea Rumm³; Mathias Scholz²; Arnd Weber⁴; Peter Horchler⁴

¹ Universität Duisburg-Essen; ² Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ; ³ ÖKON - Gesellschaft für Landschaftsökologie, Gewässerbiologie und Umweltplanung mbH; ⁴ Bundesanstalt für Gewässerkunde

Decoupling of floodplains from their parent river is an issue in all of Europe, potentially leading to reduced ecosystem functioning and a reduced provisioning of ecosystem services. (Geo-)morphological alterations in the floodplain can be clearly observable, but what happens to the terrestrial biotic communities when the floodplain is decoupled? For floodplain sections along the Elbe river, we could previously show that species richness of plants and molluscs is significantly reduced in decoupled floodplains compared to coupled ones with many floodplain-specific species missing, while carabids had increased species richness in the decoupled floodplain sections. Other than taxonomic diversity, floodplain decoupling can also affect functional diversity and the underlying mechanisms structuring the (meta-)communities. Both mollusc and carabid communities showed a shift in their mean functional identity from more to less disturbance-adapted species with decoupling. A better understanding of these underlying processes can help to better manage our fragile but very important floodplains.

Multiple Stressoren

Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Schlupferfolg und die Embryonalentwicklung von kieselweichenden Fischen: Untersuchung multipler Stressoren-Effekte in einer Freiland-Mesokosmenanlage

Romy Wild; Christoffer Nagel; Jürgen Geist

Technische Universität München

Der Klimawandel bedroht Süßwasserfischarten aufgrund der prognostizierten Veränderungen der thermischen, sedimentären und hydrologischen Eigenschaften von Fließgewässerökosystemen. Kieselweichende Fische reagieren besonders empfindlich auf solche Veränderungen, da Erwärmung, höhere Einträge von Feinsedimenten und Niedrigwasser potenziell negative Auswirkungen auf die Funktionalität ihres Fortpflanzungshabitats, der hyporheischen Zone, haben. Mehrere Stressoren können auf synergistische und antagonistische Weise zusammenwirken und so Effekte hervorrufen, die sich aus der rein additiven Betrachtung der einzelnen Stressoren nicht vorhersagen lassen. Um verlässliche und dennoch realistische Daten über die Auswirkungen der Klimawandelstressoren - Erwärmung (+3-4 °C), Feinsediment (Zunahme von < 0,85 mm um 22 %) und Niedrigwasser (Verringerung des Abflusses um den Faktor 8) - zu erhalten, wurde in der vorliegenden Studie eine groß angelegte Freiland-Mesokosmenanlage mit 24 Fließrinnen errichtet, in denen erstmals sowohl die individuellen als auch die kombinierten Effekte der drei genannten Stressoren in einem Ansatz getestet werden konnten. Um repräsentative Ergebnisse zu erhalten, die die individuelle Sensitivität kieselweichender Fischarten aufgrund der taxonomischen Zugehörigkeit oder der Laichzeit berücksichtigen, wurde in dieser Studie der Schlupferfolg sowie die Embryonalentwicklung der drei Fischarten Bachforelle (*Salmo trutta* L.), Nase (*Chondrostoma nasus* L.) und Huchen (*Hucho hucho* L.) untersucht. Feinsediment hatte die stärkste negative Auswirkung auf die Schlupfrate (-80 % bei Bachforellen, -50 % bei Nasen, -60 % bei Huchen). Wenn Feinsediment mit einem oder beiden anderen Stressoren kombiniert wurde, zeigten sich stark synergistische Wirkungen, die bei den beiden Salmonidenarten deutlich stärker ausfielen als bei der Cyprinidenart Nase. Der Huchen war am anfälligsten für synergistische Effekte, da die wärmeren Wassertemperaturen im Frühjahr die durch Feinsediment verursachte Hypoxie noch verstärkten, was zu einem vollständigen Absterben der Fischeier führte. Diese Studie zeigt, dass die Auswirkungen einzelner und multipler Stressoren stark von den ökologischen Ansprüchen und Lebenszyklen der untersuchten Fischarten abhängen. Da in der vorliegenden Studie zum Großteil nicht-additive Effekte auftraten, ist es umso wichtiger, dass Stressoren systematisch und in Kombination untersucht werden, da nur so wirksame Mitigationsstrategien abgeleitet werden können.

Anthropogene Einflüsse

Implementierung eines satellitenbasierten Seenmonitorings in Baden-Württemberg – aktueller Stand und weitere Schritte

Thomas Wolf¹; Kristina Popp²; Karin Schenk³; Hendrik Bernert³

¹ LUBW - Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg; ² Landratsamt Bodenseekreis; ³ EOMAP

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 satellitenbasierte Informationen für ein Gewässermonitoring zur Verfügung, das sowohl größere Gewässer mit Satelliten mit größerer räumlicher Auflösung (z.B.: Sentinel 3, dx= 300 m) und einer hohen Abtastrate/Überflugfrequenz (1d) als auch kleinere Gewässer mit Satelliten mit höherer räumlicher Auflösung (z.B.: Sentinel 2 A/B dx = 10 - 60 m) und geringerer Abtastrate/Überflugfrequenz (5d) erfassen kann.

Das Institut für Seenforschung (ISF) der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) arbeitet in den Projekten WasMon-CT „Satellitendaten für das behördliche Gewässermonitoring von Chlorophyll und Trübung“ und SAMOSEE-BW „Satellitenbasiertes Monitoring von Seen in Baden-Württemberg“ an der Entwicklung eines satellitenbasierten Gewässermonitorings für stehende Gewässer. SAMOSEE-BW wird durch die Digitalisierungsstrategie [digital@bw](mailto:digital@bw.lubw.de) des Landes Baden-Württemberg gefördert (www.digital-bw.de/digitalisierungsstrategie, BWL 2017).

Die LUBW hat ein hybrides Modell für die Implementierung des satellitenbasierten Seenmonitorings gewählt. Dabei werden vom Serviceprovider EOMAP (www.eomap.com) aus den Satellitenrohdaten georeferenzierte und atmosphärenkorrigierte Gewässerparametern generiert. In weiteren Schritten werden diese Daten am Institut für Seenforschung der LUBW mit MATLAB-Skripten prozessiert und anwenderorientierte Informationsprodukte abgeleitet.

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

Extreme events and global change

Shifts in plankton phenology with global warming

Sabine Wollrab

Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB)

Predictions of food web responses to global warming are difficult because of the complex interplay between abiotic influences and biotic interactions. Mechanistic models of species interaction networks in seasonal environments can help to understand the effects of climate change in different ecosystems. Plankton phenology is closely linked to seasonal changes in the physical environment. In deep temperate lakes, phytoplankton blooms typically begin with the onset of summer stratification in spring. For temperate lakes, global warming results in a prolongation of summer stratification and a decrease or complete absence of the ice-covered period. In particular, with the absence of winter ice, formerly dimictic lakes experience a shift toward monomictic. Seasonally forced dynamic phyto-zooplankton food web models provide insight into how changes in the length of winter and summer periods affect plankton dynamics and community composition in temperate lakes. Results reveal that beside the physical conditions, complex inter-seasonal and inter-annual couplings of predator-prey dynamics influence community composition and bloom dynamics. Specifically, pre-winter conditions are critical for spring bloom formation and composition. Furthermore, results show that even gradual environmental changes, such as decreasing duration of ice cover, can lead to discontinuous or abrupt transitions between dynamic regimes in food webs.

Managementmaßnahmen zur Bekämpfung der Eutrophierung

Einfluss der Bekämpfung der Massenentwicklung von Cyanobakterien durch Ultraschall auf das Zooplankton im Hiltruper See

Victoria Scheuerer; Bettina Zeis

Universität Münster

Hohes Nährstoffangebot und zunehmende Erwärmung begünstigen das Wachstum von Phytoplankton in stehenden Gewässern. Vor allem Massenentwicklungen von Cyanobakterien sind aufgrund der Beeinträchtigung der Nutzung von Seen unerwünscht. Eine Bekämpfungsmethode der Symptome stellt die Behandlung mit Ultraschallimpulsen dar. Diese wird seit mehreren Jahren erfolgreich im Hiltruper See in Münster durchgeführt. Effekte auf Zooplanktonorganismen sind dabei kaum untersucht.

Im Rahmen einer Masterarbeit im Studiengang Wasserwissenschaften und in Kooperation mit den städtischen Behörden wurden im Sommer 2022 Analysen zum Zooplankton in verschiedenen Abständen zur Ultraschallquelle durchgeführt. Weiterhin wurden Mesokosmen mit klonalen Individuen von *Daphnia longispina* an diesen Positionen ausgebracht und nach einer Expositionszeit von drei Wochen die Wachstumsrate der Test-Individuen und -Populationen ermittelt.

Die Ergebnisse zeigen eine geringere Individuendichte der Phyto- und Zooplanktonorganismen im Einflussbereich der Ultraschallemission. Veränderungen in der Zusammensetzung des Zooplanktons, speziell der relativen Anteile der häufigsten Crustaceen-Gruppen (Copepoden und Cladoceren) wurden beobachtet. In der Nähe der Quelle (0 und 90 m) waren Wachstum und Reproduktion der exponierten Wasserflöhe stark reduziert, während in einer Entfernung von 180 m diese Parameter nicht vom Ergebnis des Kontrolllexperiments unter Laborbedingungen abwichen.

Eine Unterscheidung der direkten Effekte durch Ultraschalleinwirkung von indirekten Effekten über das veränderte Nahrungsangebot erfordert weitere Untersuchungen unter Laborbedingung.

Langzeitmonitoring

Das Forschungsprojekt „IMI Lachs“ – Feldstudien zur Qualität von Salmoniden-Laichhabitaten

Thomas Zumbroich¹; Mariele Evers²

¹ Planungsbüro Zumbroich - Landschaft und Gewässer sowie Universität Bonn (GIUB); ² Universität Bonn (GIUB)

Das Projekt widmet sich der Habitatqualität von Lachslaichgewässern des Wanderfischprogramms Nordrhein-Westfalen. Schwerpunkt bilden mehrjährige in-situ-Versuche mit Lachsbrut sowie die Anwendung und Weiterentwicklung innovativer Feldmethoden in Kombination mit chemischer Laboranalytik.

Mit den Ergebnissen sind neue Erkenntnisse zur „Qualitätskomponente Fisch“ im Zusammenhang mit Feinsedimentbelastungen des Interstitials zu erwarten (Kolmation und Schadstoffanreicherung). Außerdem wird ein Beitrag für die Beurteilung der betreffenden Gewässer als Lebensraum für rheophile Fischarten geleistet.

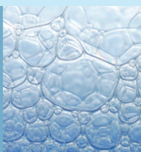
Die Fragestellung knüpft an die Ergebnisse mehrjähriger, methodisch ausgerichteter Arbeiten des Planungsbüro Zumbroich sowie verschiedenen universitären Abschlussarbeiten an. Dabei stand die Abhängigkeit von Bruterfolg und Kolmationsintensität im Vordergrund. Nunmehr wird ein wesentlicher Schwerpunkt auf die qualitative, schadstofforientierte Untersuchung des kolmatierenden Materials und des Interstitialwassers gelegt. Durch den Abgleich der Laborergebnisse mit dem jeweiligen Bruterfolg als Summenparameter für die generelle Habitateignung in den Untersuchungsstellen ergeben sich Möglichkeiten zur Beurteilung sonstiger relevanter Qualitätsparameter.

Für das in-situ-Untersuchungsprogramm wird durch die Landesfischereianstalt NRW Lachsbrut zur Verfügung gestellt. Die Probereiche (simulierte Laichplätze mit Brutmaterial zzgl. Probenahmestellen für Interstitialwasser und suspendierte Feinsedimente) werden so verortet, dass sich möglicherweise Aussagen zu Eintragspfaden bestimmter Schadstoffgruppen sowie deren Auflösung im weiteren Gewässerverlauf treffen lassen.

Das Forschungsprojekt läuft in Kooperation mit dem Geographischen Institut der Universität Bonn unter Leitung von Prof. Dr. Mariele Evers und wird u. a. vom Rheinischen Fischereiverband von 1880 e.V. (Wanderfischprogramm NRW, Fachbearbeitung Lachs); dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Abteilung Fischereiökologie und Aquakultur (LANUV); dem Aggerverband; dem Wasserverband Eifel-Rur (WVER); dem Wupperverband; sowie dem Kooperations- und Forschungsprojekt „Lebendige Alster“ Hamburg (NABU, BUND und Aktion Fischotterschutz) begleitet.

Das Projekt wird zudem von einem wissenschaftlichen Beirat begleitet.

Posters | Poster



Managementmaßnahmen zur Bekämpfung der Eutrophierung/ Management measures to tackle eutrophication

Sanierungs- und Restaurierungsarbeiten am Völser Weiher

Renate Alber; Samuel Vorhauser

Biologisches Labor, Landesagentur für Umwelt und Klimaschutz, Bozen

Der Völser Weiher ist ein Gewässer mit einer Ausdehnung von 1,6 ha, einer Maximaltiefe von 3,5 m und liegt in Südtirol, Italien, auf einer Meereshöhe von 1056 m. Der ehemals klare, Makrophyten-dominierte Weiher erfuhr nach einem illegalen Besatz von Graskarpfen eine zunehmende Verschlechterung des Zustandes mit einer einhergehenden Gefährdung der Badetauglichkeit. Graskarpfen fraßen große Mengen an Wasserpflanzen und vernichteten nach den gesamten Pflanzenbestand. Die Nährstoffe, die normalerweise von den Wasserpflanzen aufgenommen wurden, standen ausschließlich den einzelligen Algen und den potenziell toxinbildenden Cyanobakterien zur Verfügung, wodurch Algenblüten begünstigt wurden.

Im Sommer 2019 hat das Biologische Labor der Landesagentur für Umwelt und Klimaschutz in enger Zusammenarbeit mit anderen Ämtern der Landesverwaltung, der Gemeinde Völs, der Firma Systema GmbH, der Firma Limnological Solutions International und einigen Freiwilligen mit der Umsetzung einer Reihe von Restaurierungsarbeiten begonnen. Dazu wurden in einem ersten Schritt die im Sediment gespeicherten Pflanzennährstoffe anhand von mehreren entnommenen Kurzkernen ermittelt. Eine Echosondierung brachte Aufschluss über die Sedimentverteilung und über die Morphometrie des Gewässers. Nach einer Absenkung des Wasserpegels wurde mit Hilfe eines Zugnetzes ein Großteil des Friedfischbestandes entnommen und in einem nahen gelegenen Weiher besetzt. Die Graskarpfen konnten nach einer weiteren Absenkung aus dem Weiher endgültig entfernt werden. Anschließend erfolgte eine Fixierung der pflanzenverfügbaren Phosphate im Wasser und Sediment mittels dem Produkt Phoslock, einem Lanthan modifizierten Benthonit. Darauf erfolgte die Einpflanzung von verschiedenen heimischen und lokalen Characeen Arten. Sie sind durch ein flaches, üppiges Wachstum gekennzeichnet und können somit eine große Menge an Nährstoffen im Zuge ihres Wachstums aufnehmen, ohne dabei Badegäste zu stören. Die kontinuierliche Messung der chemisch-physikalischen Parameter, des Chlorophylls und die Untersuchung der Cyanobakterien ergab bereits eine Besserung der Situation seit Beginn der Maßnahmen.

Sonstiges / Miscellaneous

MitoGeneExtractor: Efficient extraction of mitochondrial genes from next-generation sequencing libraries

Christoph Mayer; Jonas J. Astrin; Matthias F. Geiger; Marie V. Brasseur

LIB-Leibniz Institute for the Analysis of Biodiversity Change, Zoological Research Museum A. Koenig

The mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I (COI) gene is the most commonly used molecular marker in animal species identification—aka DNA barcode. Under large efforts, global initiatives generate COI barcode sequences with the aim to obtain representative references for all animal species. Yet, barcode reference databases such as BOLD are far away from being complete. At the same time, mitochondrial DNA sequences are often found as byproducts in next-generation sequencing (NGS) data that were originally created to capture genomic or transcriptomic information of an organism. These mitochondrial DNA sequences are often discarded during bioinformatic processing, wasting this valuable sequence information. We present MitoGeneExtractor, an innovative tool which allows to extract mitochondrial protein-coding gene sequences such as COI from NGS libraries through multiple sequence alignments of sequencing reads to amino acid references. Since mitochondrial protein-coding genes are free of introns and highly conserved, thus being very similar across taxonomic groups, even amino acid sequence information from a more distantly related taxon can be supplied as reference. Accordingly, protein references can be downloaded from public databases like NCBI or Swissprot/Uniprot.

Compared to an existing mitochondrial sequence reconstruction algorithm, MitoGeneExtractor was faster and substantially more sensitive. The mitochondrial DNA sequences mined with MitoGeneExtractor show a high sequence similarity between the recovered sequence and the COI barcodes associated to the same morphospecies in BOLD. In principle, any organellar protein-coding gene or prokaryotic gene can be reconstructed, if the gene contributed to the read population: we successfully reconstructed sequences over a broad taxonomic range (i.e., vertebrates, invertebrates) as well as sequences of the plastome marker genes *rbcl* and *matK*. MitoGeneExtractor works on various NGS datasets obtained from genomic and transcriptomic sources, including long-read sequencing data, although the best results are expected from short-read Illumina data due to their high read coverage of organellar loci. An important use case of MitoGeneExtractor can be the extraction of molecular marker sequences from specimens which are not yet represented in databases. Further, species identities can be confirmed or, in case of incongruent taxonomic assignments, library contamination can be identified.

Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

Arzneimittelwirkstoffe in NRW – Langzeitmonitoring in Oberflächengewässern

Nicole Brennholt¹; Christiane Kreyenschulte²; Stefan Kummetat¹; Jaqueline Lowis¹

¹ LANUV NRW; ² Bezirksregierung Düsseldorf

Im Rahmen der Gesundheitsversorgung von Mensch und Tier werden eine Vielzahl von Arzneimitteln eingesetzt. Allein in Deutschland sind im Humanbereich zurzeit über 2.500 Wirkstoffe in Gebrauch. Rückstände dieser Arzneimittelwirkstoffe gelangen über verschiedene Eintragspfade in die Umwelt und somit auch in Oberflächengewässer. Bei Humanarzneimitteln sind dies in der Regel punktförmige Einträge über Kläranlagenabläufe (je nach Ausbaustufe) und Mischwasserentlastungen, wohingegen Veterinärarzneimittel oftmals diffus über Abschwemmungen von landwirtschaftlichen Nutzflächen in Gewässer eingetragen werden.

In NRW liegen für 132 Arzneimittelwirkstoffe Monitoringdaten in Oberflächengewässern vor. Die längste Datenreihe besteht für Carbamazepin, welches seit dem Jahr 1997 gemessen wird. Insgesamt umfasst der Datensatz 459.511 Einzelmesswerte an 2.181 Messstellen in ca. 880 Oberflächengewässern. Die Arzneimittelwirkstoffe werden mittels LC-MS/MS analysiert, die Bestimmungsgrenze liegt aktuell bei 25 ng/L. Insbesondere seit dem Jahr 2015 haben sowohl die Anzahl der überwachten Arzneimittelwirkstoffe als auch die Anzahl der jeweiligen Messungen deutlich zugenommen. Der größte Teil der vorliegenden Daten (67 %) sind vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) in ganz NRW selbst gemessene Proben. Die restlichen Daten wurden von den jeweiligen Wasserverbänden in ihrem Zuständigkeitsbereich erhoben (33%). Die betrachteten Arzneimittelwirkstoffe wurden neun Wirkstoffgruppen zugeordnet. Bei den untersuchten Arzneimittelwirkstoffen handelt es sich hauptsächlich um Antibiotika (23%), Analgetika (14%) und Antiepileptika (12%). Aktuell wird zur Beurteilung von Arzneimittelwirkstoffen ein Präventivwert von 0,1 µg/L herangezogen. Im Entwurf der Novellierung der UQN RL vom 26.10.2022 wird für 9 Arzneimittelwirkstoffe eine Umweltqualitätsnorm diskutiert.

Detaillierte Auswertungen hinsichtlich der räumlichen Verteilung, der Konzentrationen einschließlich der Überschreitung von Beurteilungswerten sowie weitergehende Betrachtung einzelner Wirkstoffgruppen wie z.B. Antibiotika (sowohl aus dem Human- als auch aus dem Veterinärbereich) werden auf dem Poster präsentiert.

Plastik in Binnengewässern – Quellen, Transport und Auswirkungen

Auswirkungen von Polyamidpartikeln und dem Herbizid Terbuthylazin auf das Wachstum und die Entwicklung von *Egeria densa*

Isabell Bußmann; Friederike Gabel

Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Mikroplastik- und Herbizidkontaminationen gelten als zunehmendes Umweltproblem in aquatischen Systemen. Dennoch ist bislang nur wenig über die möglichen Auswirkungen dieser kombinierten Schadstoffbelastung auf Makrophyten bekannt. Diese Studie untersuchte sowohl die isolierten als auch synergistischen Effekte von Terbuthylazin (TBA) und Polyamid 12-Partikeln (PA) auf die Entwicklung von *Egeria densa*.

Einzelne Stecklinge der Pflanzen wurden unter verschiedenen Konzentrationen an TBA (333 µg/L) und/oder PA (300-800 µm; 50 mg/L bzw. 250 mg/L) in Reagenzgläsern kultiviert. Das Wachstum der Pflanzen wurde über einen Zeitraum von zwei Wochen beobachtet, wobei Sprosslänge, Quirlentwicklung und das Wurzelwachstum erfasst wurden. Nach der Expositionsphase wurde das Trockengewicht quantifiziert und die Adsorption der PA-Partikel mikroskopisch untersucht.

Die Ergebnisse zeigten, dass eine isolierte Exposition von PA gegenüber *E. densa* keine signifikanten Auswirkungen auf die genannten Entwicklungsparameter aufwies. TBA allein führte zu einer deutlichen negativen Beeinflussung des Trockengewichts und der Quirlentwicklung des Makrophyten. Durch die gleichzeitige Exposition von TBA und PA gegenüber *E. densa* wurden synergistische Effekte der beiden Schadstoffe beobachtet, die zu einer deutlichen Verringerung des Sprosslängenwachstums, des Trockengewichts und der Quirlentwicklung führten. Es wurden keine signifikanten Unterschiede in der Rhizogenese zwischen den verschiedenen Behandlungsbedingungen festgestellt. Mikroskopische Beobachtungen bestätigten, dass die PA-Partikel hauptsächlich an den Wurzeln adsorbiert wurden. Insgesamt zeigte sich, dass die PA-Partikel in der verwendeten Konzentration keine Auswirkungen auf die Pflanzen hatten, wohingegen eine sehr hohe Konzentration in Kombination mit dem Herbizid die Entwicklung von *E. densa* stark beeinflusste. Deshalb ist es wichtig, die Auswirkungen möglicher Interaktionen von verschiedenen in der Umwelt vorkommenden Stoffen (Herbizide/Pharmazeutika, Schwermetalle) unter anderem mit Mikroplastik zu untersuchen und die zugrundeliegenden Mechanismen zu verstehen.

Multiple Stressoren / Multiple stressors

Flood- mediated contamination of riparian floodplain plants and their respective root-zone soil with organic pesticides

Franziska Fiolka; Ralf Schulz

RPTU Kaiserslautern-Landau/Institute for Environmental Sciences

Climate change will significantly alter and impact many ecosystems, such as the riparian ecosystem, by recurring floods. As surface water bodies are known to be polluted by a variety of contaminants, these recurring floods are expected to transport these contaminants to riparian areas. The goal of this study was to determine the extent to which riparian vegetation communities along this pathway had been contaminated by floods, and the extent to which species-specific contaminant uptake might play a role.

This study investigated five plant species commonly associated with the riparian zone, in floodplain zones as well as higher riverbanks nearby, namely *Urtica dioica*, *Hedera helix*, *Alnus* spp., *Rubus* sect. *rubus*, and *Glechoma hederacea*. For each of these five plant species, five individuals were collected at each of the five streams in the Upper Rhine Plain, an area dominated by viticulture, fruit orchards, and vegetable crops. The organic pesticide concentration within these plant species and their respective root-zone soil has been investigated by using UHPLC- MS/MS. The quantitative and qualitative differences in contamination between frequently flooded soil and plants species and less frequently flooded individuals were assessed. Further, the plant individuals were divided into root, shoot, and leaf, to assess the specific contamination level within each plant compartment.

The results of our study demonstrate the flood-related contamination of riparian plant species with micropollutants, supporting the hypothesis of an aquatic-terrestrial link. In addition, this study allows for the investigation of plant-specific risks as individual species were assessed. As plants are part of the terrestrial food web, the risk for possible consumers of different parts of the plant will be addressed.

Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen / Matter fluxes in aquatic communities

Vertical profiles of oxygen, redox potential and dissolved metals along the fluid to consolidated mud layer in the Ems estuary

Annika Fiskal¹; Lorenzo Rovelli; Andreas Schöl

¹ Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

The hyper turbid Ems estuary is characterized by high suspended particulate matter (SPM) concentrations of up to 100 g/l. The tidal pumping effect in combination with high SPM leads to fluid mud layers of different densities and properties (mobile fluid mud, stationary fluid mud and consolidated mud). The SPM in the fluid mud contains about 4% organic carbon (OC) per dry weight, which will be degraded by microorganism, thereby depleting O₂ in the system. This can lead to low O₂ concentration especially in the warmer summer months and when SPM concentrations are high. Within this project, we want to quantify the processes that drive the O₂ deficiencies within the fluid mud such as aerobic/anaerobic degradation of organic carbon and subsequent redox processes of manganese and iron. We apply sampling techniques such as anoxic pore water sampling with rhizons from sediment cores taken in the fluid mud layers and combine them with microsensor measurements of redox potential and O₂ to infer prevailing redox reactions. Furthermore, we combine these analyses with data from long term monitoring (e.g. vertical profiles of O₂, temperature, nutrients, redox, DOC/TOC).

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

Investigating the variability of eDNA-based invertebrate and fish detection within the horizontal stream profile

Lina Frank; Florian Leese; Till-Hendrik Macher; Robin Schütz; Arne J. Beermann

University of Duisburg Essen, Aquatic Ecosystem Research

Environmental DNA (eDNA) metabarcoding is increasingly used for biodiversity assessments of aquatic ecosystems. Main advantages of eDNA-based analyses from water samples are the minimally invasive sample collection and the time and cost efficiency compared to traditional methods and even bulk DNA metabarcoding. However, open questions remain regarding the homogeneity of DNA traces in the water and thus reliability of detection. In this study we investigated how the detection of eDNA signals is influenced on a small spatial scale within one sampling site. Therefore, we collected four eDNA samples within the horizontal stream profile at each of six sampling sites in three streams: one sample at each stream side (left and right), and two in the middle of the stream, one at the stream bed and one at the surface. To account for temporal effects the sampling was repeated three times in 10 min intervals. We amplified DNA from invertebrates (two COI markers) as well as fish (12S marker) and investigated species composition at the three time points at the different sampling positions. We hypothesized that eDNA shed from the more mobile fish species within the water column is distributed more homogeneously over the horizontal stream profile compared to eDNA shed from the less mobile invertebrate species. Generally, we obtained comprehensive taxa lists with eDNA metabarcoding for both invertebrates and vertebrates. However, the species richness as well as the community composition of both invertebrates and fish differed between the different sampling positions and time points. All observed differences were random indicating not a temporal or spatial effect but highlighting the positive effect of increasing replicates on species detection. Thus, we recommend optimizing eDNA sampling strategies by collecting sufficient subsamples to further optimize species detection.

Mechanistisches Verständnis der Auswirkungen multipler Stressoren in Flussökosystemen / Mechanistic understanding of multiple stressor effects in river ecosystems

The role of tolerances, competition and dispersal for colonisation patterns of benthic invertebrates in a multistressed urban stream system

Svenja M. Gillmann¹; Armin W. Lorenz¹; Willem Kaijser¹; Hong Hanh Nguyen²; Daniel Hering¹

¹ Universität Duisburg-Essen, Campus Essen; ² Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt

Stream restoration improves in-stream conditions and increases habitat diversity, which allows new species to colonise the formerly degraded streams. This recolonisation process is primarily controlled by three factors: species tolerances, competition and dispersal. To understand the community dynamics following stream restoration, these factors need to be investigated separately and their relative importance considered, but this has rarely been done. Here, we investigated the benthic community of an urban stream catchment, whose tributaries were restored over the past 20 years. Formerly, the streams transported raw sewage and removal of the wastewater initialized a recolonisation process. According to an analysis of ten years of monitoring data, the temporal changes in species assemblages are mainly driven by habitat development. The community variability decreased with time since restoration and the community generally changed from stone- to sand-preferring species. Closely linked to these changes was the increase in riparian cover because of natural succession. Monitoring was intensified for the past two years at 20 sites, which were restored in different years. This allows us to investigate the environmental and community filters that prevent (or foster) species from recolonizing individual sites. The habitat suitability is assessed by comparing species tolerances, obtained from a Germany-wide dataset, with the conditions at each samplings site. The degree of competition between species is analysed based on the overlap of selected species traits and co-occurrence patterns. Lastly, the species' dispersal abilities are compared between species that are present and absent from the sites. For each site we will identify the main acting filter. Regarding the tolerance filter, we expect higher habitat suitability for species present at the sampling sites. Concerning the dispersal filter, we anticipate that present species exhibit greater dispersal ability compared to absent species. As for the competition filter, we expect that species with similar traits will not co-occur. The results of the analyses described above will help us to disentangle the filters that primarily affect and control recolonisation.

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

Untersuchung biologischer und physikochemischer Parameter im Wesel-Datteln-Kanal und Blauen See zur Risikobewertung von Algenblütenaufkommen

Valerie Greif; Bettina Zeis¹; Axel Bergmann²

¹ Westfälische Wilhelms-Universität-Münster; ² RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH

Die Universität Münster untersucht in Kooperation mit RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH die Wasserqualität des Wesel-Datteln-Kanals (WDK) und des Blauen Sees in Dorsten. Ähnlich wie bei stehenden Gewässern handelt es sich bei Schifffahrtskanälen um Gewässer ohne oder mit geringer Strömung. Im Vergleich zu Talsperren, Flüssen und Seen werden sie limnologisch in geringerem Umfang überwacht.

Um die Wasserqualität des WDK und des Blauen Sees bewerten und vergleichen zu können, werden über das Kalenderjahr 2023 im 2-wöchigen Rhythmus biologische und physikochemische Parameter aufgenommen, darunter unter Anderem die Auswertung des Zoo- und Phytoplanktons inklusive der Bestimmung des Gesamt- und Cyanobakterien-Chlorophyll-a Gehalts, die Microcystin-Konzentration und biologische Parameter nach Trinkwasserverordnung. Darüber hinaus dient die Aufnahme dieser Parameter in dieser Studie dazu, die Interaktion der Lebensgemeinschaften und das Risiko von Algenblütenaufkommen des WDK und des Blauen Sees zu vergleichen. Die Größenzusammensetzung und Abundanz des Zooplanktons gibt Aufschluss über die Wechselwirkung zwischen den trophischen Ebenen. Die Zusammensetzung von vertebraten und invertebraten Räubern beeinflusst maßgeblich die Größenzusammensetzung des Zooplanktons und damit den Fraßdruck auf das Phytoplankton. Die qualitative Bestimmung des Phytoplanktons soll potenziell toxische sowie geruchs- und geschmacksstoffbildende Algenarten aufzeigen. Über den Nährstoffgehalt und weitere physikochemische Parameter wird das Risiko abgeschätzt, ob sich toxische Algenblüten durchsetzen könnten.

Zwischenergebnisse der Beprobungen von Januar bis Juni 2023 zeigen, dass sich im WDK bisher keine Temperatur- und Sauerstoffgradienten einstellten, wie es für entsprechend tiefe Stillgewässer typisch wäre. Außerdem traten geringere Chlorophyll-a-Konzentrationen sowie Zooplankton-Abundanzen auf als im Blauen See. Diese Beobachtungen lassen sich vermutlich auf die Turbulenzen im WDK aufgrund der Schifffahrt zurückführen. Des Weiteren traten in beiden Gewässern potenziell Microcystin-bildende Cyanobakterien-Gattungen auf, wobei kein gelöstes Microcystin nachgewiesen wurde. Ab März 2023 trat im Blauen See eine Phytoplankton-bedingte Geruchsbelastung durch erhöhte Geosmin-Konzentrationen über dem Geruchsschwellenwert von 5 ng/L auf, die im WDK ausblieben.

Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

Temporal and Spatial Analysis of Groundwater Nitrate Concentrations: Long Term Trends and Land Use Impacts in the Lower Rhine Region

Yana Cherepinina¹; Carmen Gallas²; Fabian Itzel²; Ute Hansen¹

¹ Hochschule Rhein-Waal; ² Linksniederrheinische Entwässerungs-Genossenschaft (LINEG)

The nitrate concentration in groundwater is a critical parameter that reflects water quality as high nitrate levels pose potential risks to human health and the environment. This project aimed to investigate temporal changes in groundwater nitrate concentrations and to examine the relationship between land use and nitrate levels. Additionally, an interactive map dashboard was developed to facilitate data visualization and analysis. The study utilized a dataset of groundwater nitrate levels collected from various monitoring stations over several decades in the Lower Rhine region. The project objectives also encompassed assessing the spatial variability of nitrate concentration, identifying regions and characteristic temporal changes, and investigating the potential drivers of nitrate contamination. Spatial interpolation techniques, such as kriging, were employed to generate continuous nitrate concentration surfaces and fill data gaps in undefined areas.

The temporal analysis of nitrate concentrations demonstrated a decreasing trend over the study period. Furthermore, certain monitoring stations exhibited significant seasonal variability in nitrate concentrations, and potential reasons for this phenomenon are discussed. The findings further revealed that groundwater below arable land exhibited notably higher average nitrate concentrations as compared to other land use types. This highlights the critical need for effective agricultural management strategies to mitigate nitrate pollution and safeguard groundwater quality.

Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

Belastung linksniederrheinischer Fließ- und Stillgewässer mit *Escherichia coli*

Ute Hansen¹; Carmen Gallas²

¹ Hochschule Rhein-Waal; ² Linksniederrheinische Entwässerungsgenossenschaft (LINEG)

In den zurückliegenden zwanzig Jahren wurden regelmäßig Proben aus mehr als sechzig Oberflächengewässern des Wasserverbandes LINEG hinsichtlich des Vorkommens von *Escherichia coli* (*E. coli*) untersucht. Ziel der hier vorgestellten Studie war, anhand der 3926 Datensätze die typische Belastung von Fließ- und Stillgewässern mit diesen Bakterien zu charakterisieren. Sie kommen im menschlichen und tierischen Darm vor und gelten als Indikatoren für fäkale Wasserkontamination. Trotz der starken Variabilität ließ sich feststellen, dass Fließgewässerproben mit deutlich höherer Wahrscheinlichkeit stark belastet sind als Stillgewässer. Baggerseen wiesen geringere Kontaminationslevel auf als Seen und Weiher. Die Europäische Gesetzgebung (Verordnung (EU) 2020/741) setzt Qualitätsstandards für wiederaufbereitetes Abwasser, das in der Landwirtschaft für Bewässerung eingesetzt werden darf. Zwei Drittel der Wasserproben der Oberflächengewässer waren so stark mit *E. coli* kontaminiert, dass sie nicht die Qualität erreicht hätten, die für die Bewässerung von Futterpflanzen für milch- und fleischerzeugende Tiere erforderlich ist und auch für Pflanzen, deren essbare Teile nicht in direktem Kontakt mit dem Wasser sind. In Deutschland ist es aktuell nicht üblich, Wasser aus Fließ- und Stillgewässern landwirtschaftlich zu nutzen. Im Verbandsgebiet kommt es allerdings regelmäßig zu (illegalen) Wasserentnahmen aus Fließgewässern für Bewässerungszwecke von Nutzpflanzen und für die Nutzung als Tränkwasser weidender Rinder. Die Daten zeigen, dass vor dem Hintergrund zunehmender Wasserknappheit Hygieneaspekte und entsprechende Monitoring-Aktivitäten in Zukunft eine wichtige Rolle spielen könnten.

Plastik in Binnengewässern – Quellen, Transport und Auswirkungen

Aufnahme von Mikroplastik bei Daphnia: Einfluss von Temperatur, Futter- und Sauerstoffverfügbarkeit

Nadine Hoffschröder; David Betke; Paul Diletti; Bettina Zeis

Westfälische Wilhelms-Universität-Münster

Die Verschmutzung limnischer Lebensräume mit Mikroplastik stellt eine spezifische Gefahr für filtrierendes Zooplankton wie die Gattung Daphnia dar, da sie Mikroplastik bei der Nahrungsaufnahme aufnehmen können. Dies führt zur Anreicherung von Mikroplastik im Verdauungstrakt. Mithilfe des Modellorganismus Daphnia wurde der Einfluss der Futtermenge, der Umgebungstemperatur und des Sauerstoffgehalts auf die Aufnahme von Polystyrolkugeln ($\emptyset$ 1 μm) untersucht. Bei geringem Nahrungsangebot und erhöhter Temperatur war die Aufnahmerate von Mikroplastik erhöht. Dies spiegelte die komplexen Regulationsmuster des von den Thorakopoden erzeugten Wasserstroms wider: Innerhalb einer Stunde wurde eine Anreicherung von Mikroplastik im Organismus beobachtet, die das 1160-fache der Konzentration im umgebenden Medium betrug. Unter Hypoxie war die Aufnahme von Mikroplastik gering, was dafür spricht, dass Daphnien unter Hypoxie nicht stärker filtrieren und ausreichend Sauerstoff durch andere Anpassungsmechanismen wie z.B. kompensatorische Tachykardie in die Zellen gelangt. Um die Auswirkungen auf physiologische Parameter zu untersuchen, wurde der Reservestoffgehalt von Daphnia nach der Aufnahme von Mikroplastik als Indikator für den Stoffwechselzustand herangezogen. Eine dreitägige Mikroplastikexposition mit und ohne Fütterung mit *Desmodesmus subspicatus* hatte keinen Einfluss auf die Speicherstoffreserven über die Reaktion auf die vorherrschenden Futter- und Temperaturbedingungen hinaus. Daher war trotz eines mit Mikroplastik gefüllten Verdauungstrakts eine normale Verdauung und Nährstoffaufnahme möglich, solange Nahrung vorhanden war. Die Ausscheidung von Mikroplastik war erhöht, wenn Algen im Medium vorhanden waren. Die Übertragung der Laborexperimente auf den Lebensraum See legt die Vermutung nahe, dass während der filtrierenden Nahrungsaufnahme von Zooplanktonorganismen in warmen Gewässern und bei knappem Nahrungsangebot, wie es während der Klarwasserphase von Seen im Sommer der Fall ist, eine erhöhte Belastung durch Mikroplastikpartikel zu erwarten ist.

Plastik in Binnengewässern – Quellen, Transport und Auswirkungen

Polyvinylchlorid-Mikroplastikpartikel als Adsorbens für Kupfer und Auswirkungen der Exposition auf *Asellus aquaticus*

Henrike Jägel; Friederike Gabel; Tanja Broder

Westfälische-Wilhelms Universität Münster

Die allgegenwärtige Verschmutzung von Gewässern durch Mikroplastik birgt neben der direkten Aufnahme durch Gewässerlebewesen, zusätzliche Risiken. So haben Studien bewiesen, dass Mikroplastik in der Lage ist, Schadstoffe wie z.B. Schwermetalle aus der aquatischen Umgebung zu adsorbieren. Diese Schwermetalle wie Kupfer können toxisch auf Wirbellose wirken. Das zu präsentierende Projekt befasst sich mit der Adsorptionskapazität von Polyvinylchlorid-Mikroplastik in Bezug auf Kupfer. In Laborversuchen wurde mittels ICP-OES analysiert, wieviel Kupfer sich in einem Zeitraum von 21 Tagen an den Partikeln anlagert. Dieses mit Kupfer versetzte PVC wurde anschließend an *Asellus aquaticus* verfüttert. In den Expositionsversuchen wurden die Auswirkungen auf die Aktivität, das Fressverhalten sowie das Wachstum von *Asellus aquaticus* überprüft. Es wird erwartet, dass die Organismen mit dem PVC Kupfer aufnehmen und so Einbußen in Wachstum, Fressverhalten und der Aktivität zeigen werden.

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

Totholz in urbanen Gewässern: Auswirkungen von Totholzersatzstrukturen auf die Makrozoobenthos-Besiedlung

Yara Kobbe¹; Friederike Gabel¹; Elisabeth Irmgard Meyer²

¹ Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Landschaftsökologie; ² Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Evolution und Biodiversität

Urbane Gewässer sind häufig durch Verbauungen der Ufer oder Betonsohlen gekennzeichnet. Weiterhin ist durch die intensive Nutzung der angrenzenden Flächen die Möglichkeit der eigendynamischen Entwicklung der Gewässer stark eingeschränkt. Dementsprechend sind die Gemeinschaften des Makrozoobenthos in diesen erheblich veränderten Gewässern häufig durch eine geringe Diversität und tolerante Arten gekennzeichnet. Totholz ist ein wichtiges Sekundärsubstrat für Fließgewässer des Typs 14, sorgt als morphologische Struktur für die Entstehung verschiedener Fließgeschwindigkeiten und dient vielen Arten des Makrozoobenthos innerhalb verschiedener Lebensstadien als Habitat. Da große Totholzstrukturen wie Baumstämme in urbanen Gewässern häufig nicht genügend Platz haben bzw. die Nutzungen oder den Abfluss einschränken können, sollte in dieser Arbeit getestet werden, ob kleine (ca. 70 cm Länge und 23 cm Durchmesser) Totholz-Ersatzstrukturen (Äste bzw. Wurzelgeflecht) zur Erhöhung der Substratvielfalt und Schaffung neuer Strukturen als Besiedlungshabitate für benthisch lebende Organismen dienen können. Für die 24 Körbe wurden jeweils 12 Pakete beider Substrattypen mit Maschendraht umwickelt. An zwei Bächen des nordwestdeutschen Tieflandes wurde je ein urban-geprägter und ein naturnaher Standort ausgewählt, an denen die Körbe für einen Zeitraum von drei Monaten ausgebracht wurden. In der Auswertung erfolgt ein Vergleich der Makrozoobenthos-Zönosen der Totholz-Körbe mit jener Probenahme, die zuvor an denselben Standorten mittels des Kicksampling-Verfahrens durchgeführt wurde. Dazu wurden die Besiedlung der Äste und des Wurzelgeflechts, als auch die des urbanen und des naturnahen Standortes auf Unterschiede in der Artzusammensetzung geprüft. Innerhalb des kurzen Zeitraums konnte eine diverse Besiedlung der Totholzkörbe festgestellt werden. Verschiedene Arten der Trichoptera wurden vorwiegend in den Körben der urban geprägten Standorte aufgefunden. Zwischen den unterschiedlichen Standorten und den Körben zeigte sich ein heterogenes Bild der Besiedlung. Es wird herausgestellt, inwiefern sich die Individuenzahl und Artzusammensetzung der Totholzersatzstrukturen von dem vorherigen Zustand unterscheidet.

Extremereignisse und globaler Wandel / Extreme events and global change

Emerging Threats: Insights into the toxic *Prymnesium parvum* bloom as a cause of the environmental disaster in the river Oder

Sascha Krenek¹; Demetrio Mora²; Julia Kleinteich¹; Michael Schlüsener¹; Arne Wick¹; Helmut Fischer¹

¹ Federal Institute of Hydrology (BfG) / Bundesanstalt für Gewässerkunde; ² Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST)

Massive die-offs of fish and invertebrates occurred in the river Oder (Poland and Germany) in August 2022. After weeks of uncertainty, a harmful algal bloom (HAB) of the haptophyte *Prymnesium parvum*, mainly driven by increased salinity, was identified as the main cause of the devastating ecological disaster.

Our investigation provides a comprehensive analysis of the causative agent of the toxic bloom, including the molecular detection, toxin-screening, and phylogenetic characterization of *P. parvum*. The harmful algal bloom could be traced retrospectively using a droplet digital PCR assay and DNA metabarcoding approach based on automatically taken daily composite samples of river water. Established cultures of *P. parvum* were taxonomically identified (phylogenetics and microscopy) and classified as B-type prymnesin producers (genotyping and toxin screening). By confirming the presence of prymnesium B1 in the extracts of filter residues of native water samples using high-resolution mass spectrometry, while not detecting other contaminants in fish-toxic concentrations, our investigation led us to the conclusion that the toxins produced by *P. parvum* were the primary factor responsible for the mass mortality event.

The bloom, however, was facilitated by high concentrations of NaCl, likely originating from mining water discharge. In combination with high temperatures, intense sunlight, and prolonged low flow conditions in summer 2022, this enabled the massive proliferation of *P. parvum* in the Oder. Our findings emphasize the need for early risk assessment and the development of rapid monitoring methods to mitigate future algal blooms and their associated environmental impacts, highlighting the effectiveness of molecular techniques. Proactive monitoring and response strategies are crucial for similar situations in the future, particularly in the context of ongoing climate change.

Hydrodynamik und Ökologie / Hydrodynamics and ecology

Wellenbelastung der Fahrgastschiffahrt auf Uferzonen im Bodensee

Ole Lessmann; Karla Martínez-Cruz; Jens P. Armbruster; Wolfgang Ostendorf; Frank Peeters

Universität Konstanz, Limnologisches Institut

Schiffahrt spielt eine bedeutende Rolle in der touristischen Nutzung von Seen. Sowohl Fahrgast- als auch Freizeitschiffahrt haben sich in den letzten Jahren intensiviert, was zu einer zunehmenden Belastung von Seeökosystemen führt. Zum einen wird durch den Bau der für die Schiffahrt erforderlichen Infrastruktur die Uferstruktur stark verändert, zum anderen führen die durch Schiffe erzeugten Wellen zu einem erhöhten Energieeintrag in die Uferzonen und wirken sich dort auf die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften aus, verstärken die Erosion der Sedimente und verändern den Stoffhaushalt in der Uferzone.

Am Bodensee spielt die Wellenbelastung durch intensive Fahrgastschiffahrt eine besondere Rolle. Die von den schnell fahrenden Fahrgastschiffen erzeugten Schiffswellen haben im Gegensatz zu Wellen von gewöhnlichen Freizeitbooten vergleichsweise große Amplitude und lange Wellenlängen und wirken sich daher besonders stark auf die Uferzone aus.

In dieser Studie wurden an verschiedenen Uferabschnitten des Bodensees über mehrere Wochen bis Monaten Wellenmessungen durchgeführt. Aus diesen Messungen wurden Wellenhöhen, durch Wellen erzeugte Energieeinträge und bodennahe Strömungsgeschwindigkeiten berechnet und für unterschiedliche Uferabschnitte verglichen. Ziel dabei war es, die Wellenbelastung durch Fahrgastschiffe an diesen Uferabschnitten zu charakterisieren. Zusätzlich zur Wellenbelastung werden wir auch auf Auswirkungen der Schiffswellen auf umweltrelevante Größen eingehen.

Sonstiges / Miscellaneous

Auswirkungen intermittierender thermischer Nutzung eines Fließgewässers auf Makrozoobenthos und benthische Diatomeen

Dieter Leßmann¹; Thomas Gubsch²; Christoph Steffan³

¹ BTU Cottbus-Senftenberg; ² Hochschule Zittau/Görlitz; ³ Institut für Luft- und Kältetechnik gGmbH Dresden

Im Zuge der in Deutschland eingeleiteten Wärmewende ist ein zunehmendes Interesse an der thermischen Nutzung von Gewässern zu verzeichnen. Zu den gewässerökologischen Auswirkungen insbesondere im Hinblick auf die Biozönosen liegen bisher jedoch noch relativ wenige Erkenntnisse vor. Im Rahmen des Projekts AQVA HEAT wurde an der Mandau im Stadtgebiet von Zittau / Sachsen ein Vakuum-Flüssigeiserzeuger erprobt, der dem Wasser sowohl sensible als auch latente Wärme zur thermischen Nutzung entziehen kann. Dabei wurde das dem Gewässer entnommene Wasser nicht nur abgekühlt, sondern auch der Sauerstoff entzogen. Im Rahmen eines die Erprobung der Technologie begleitenden Forschungsvorhabens wurde untersucht, inwieweit der Anlagenbetrieb zu Veränderungen der Temperatur, der Sauerstoff-Konzentrationen und der Besiedlung des Gewässers durch das Makrozoobenthos und die benthischen Diatomeen führt. Dazu wurden im Gewässer zeitlich und räumlich hoch aufgelöste physikalische Messungen durchgeführt. Für die biologischen Untersuchungen wurden drei Bereiche ober- und unterhalb der Wasserrückleitung ausgewählt. Bei intermittierendem Anlagenbetrieb mit unterschiedlicher Fahrweise hinsichtlich des Grads der Entgasung und des Wärmeentzugs konnten die Auswirkungen auf die Gewässerökologie dokumentiert werden.

Multiple Stressoren / Multiple stressors

Microbial functional biodiversity and presence of toxic substances in waterbodies and the groundwater in the Lower Rhine region, Germany

Vanessa Meinert¹; Carmen Gallas²; Daniela Lud³

¹ Hochschule Rhein-Waal; ² Linksniederrheinische Entwässerungs-Genossenschaft; ³ Hochschule Rhein-Waal

By using different tests such as luminescent bacteria tests, Biolog EcoPlates and chemical analyses, it is investigated whether chemicals adversely affect samples from surface water and groundwater in Kamp-Lintfort, North Rhine-Westphalia. The results show that in the main part of the samples, toxicity is low; however, in some of the samples, toxic effects could be shown in surface water samples and in groundwater samples. Preliminary results show that the bacterial community has different response kinetics but the carbon source use patterns are similar at different sampling points in the surface water. The relationship between biological effects and chemical properties is discussed taking the environmental conditions of the sampling sites into account.

Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen / Matter fluxes in aquatic communities

Cross-ecosystem transfer of polyunsaturated fatty acids via emergent aquatic insects: a case study in a midsize, mesotrophic lake

Dominik Martin-Creuzburg¹; Cornelia W. Twining²; J. Ryan Shipley³; Tarn Preet Parmar¹

¹ BTU Cottbus - Senftenberg; ² Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag); ³ Swiss Federal Research Institute for Forest, Snow, and Landscape Research (WSL)

Cross-ecosystem nutrient fluxes can crucially influence the productivity of adjacent habitats. Emerging aquatic insects represent one important pathway through which freshwater-derived organic matter can enter terrestrial food webs. Aquatic insects may be of superior food quality for terrestrial consumers, such as spiders, birds or bats, because they contain high amounts of essential polyunsaturated fatty acids (PUFA). We quantified the export of PUFA via emerging insects from a midsize, mesotrophic lake. Insects were collected using emergence traps installed above different water depths and subjected to fatty acid analyses. In addition, we deployed Malaise/window hybrid traps at different distances from the shore to estimate the penetration of aquatic insects and thus PUFA into adjacent terrestrial habitats. While chironomids contributed most to insect biomass and total PUFA export, *Chaoborus flavicans* contributed most to the export of long-chain PUFA. The export of total insect biomass declined with depth and the timing at which 50 % of total insect biomass emerged was correlated with the water depths over which the traps were installed, suggesting that insect-mediated PUFA fluxes are strongly affected by lake morphometry. Aquatic insect biomass decreased with distance from shore and the majority of aquatic insects did not penetrate further than 10 m into the adjacent terrestrial habitat. We show here that insect-mediated PUFA fluxes from lakes can be substantial. However, our data also suggest that aquatic PUFA exported via emergent insects are available only to riparian predators foraging in near-shore habitats.

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

Potential impacts of invasive crayfish on native benthic fish: shelter use and agonistic behaviour

Essmat Mohammed¹; Rahma Amen²; Hoda M. Mostafa³; Carola Winkelmann¹

¹ Koblenz University; ² University of Potsdam; ³ Aswan University

Spinycheek crayfish (*Faxonius limosus*) and signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) are successful North American invasive crayfish species distributed throughout Europe. Both species compete with native benthic fish for shelter. In a laboratory approach, we assessed competition for shelter and antagonistic interactions between these invasive crayfish species and the native benthic fish species, stone loach (*Barbatula barbatula*) and bullhead (*Cottus gobio*). This allows for studying the potential impacts of invasive crayfish on native benthic fish. Spinycheek crayfish and signal crayfish were able to gain control of the shelter and could successfully displace both benthic fish species. For stone loach, the presence of crayfish significantly decreased their shelter use and caused several behavioural changes such as reduced activity and increased hiding behaviour outside the shelter. Although the shelter use by bullheads was not reduced, they displayed similar behavioural changes, if less intense. Invasive crayfish species showed remarkable combative interactions against both species of benthic fishes, evidenced by the high number of aggressive interactions, especially concerning stone loach. Our results highlight the pronounced dominance of invasive crayfish over benthic fish in terms of shelter competition and aggressive interactions under laboratory conditions, which consequently might promote the latter's exposure to predation.

Managementmaßnahmen zur Bekämpfung der Eutrophierung/ Management measures to tackle eutrophication

Projekt Schlamm-TEC: Kompetenzbündelung für eine ökologische Behandlung nährstoffbelasteter Kleingewässer

Franziska Kreher¹; Tobias Neumann¹; Jacqueline Rücker²; Brigitte Nixdorf²; Hendrik Ostrop³; Dominique Mario Gampe⁴; Thomas Kaupper⁵; Felix Pfaff⁵; Tillmann Lüders⁵

¹ Wertec GmbH; ² BTU Cottbus - Senftenberg; ³ OASE GmbH; ⁴ Söll GmbH; ⁵ Uni Bayreuth

Kleingewässer erfüllen vielfältige Funktionen, ob als Wasserspeicher und Hotspots der Biodiversität oder für Freizeit und Naherholung. Besonders Kleingewässer sind weltweit durch hohe Nährstoffeinträge und Verschlammung in ihrer Existenz bedroht.

Das ZIM-Kooperationsprojekt „Schlamm-TEC“ widmet sich der Entwicklung eines standardisierten Anwendungs- und Monitoring-Verfahrens für eine umweltverträgliche und nachhaltige Schlammreduzierung in Kleingewässern auf der Basis von Kalziumperoxid (CaO_2). Dazu wird die Ausbringungstechnologie mit einer automatisierten Dosier- und Kartiereinrichtung optimiert. Die Wirksamkeit des Verfahrens soll parametrisiert und skalierbar gemacht werden, wobei die Vielfalt der geologischen Bedingungen, Gewässermorphologie, Hydrologie und Schlammbelastung individuell angepasste Lösungen erfordert. Gleichzeitig erfolgen ökologische Begleituntersuchungen sowie eine mikrobielle und ökotoxikologische Bewertung mit wissenschaftlichen Methoden im Labor, um so die gewässerökologische Verträglichkeit der Sanierungsmaßnahme für Kunden und Behörden zu belegen.

Bei der Anwendung in Seen lagert sich das schwerlösliche CaO_2 auf der Sedimentoberfläche ab. Bei dessen Dissoziation wird langsam Sauerstoff freigesetzt und der aerobe mikrobielle Abbau von organischem Material angeregt. Obwohl der CaO_2 -initiierte Abbau von organischen Stoffen in aquatischen Systemen seit Jahrzehnten bekannt und erprobt ist, sind die biotischen und abiotischen Faktoren für einen gewässerspezifischen Einsatz und Erfolg noch immer unbekannt.

Parallel zur Auswahl einer Reihe von restaurierungsbedürftigen Kleinseen werden Experimente in Mikrokosmen durchgeführt, um CaO_2 -induzierte Effekte mittels Mikrosensormessungen, Gaschromatographie, molekularbiologischen und weiteren Aktivitätsmessungen zu untersuchen. Erste Ergebnisse aus Experimenten bestätigen die Erhöhung verfügbaren Sauerstoffs durch Zugabe von CaO_2 in den tieferen Schichten des Sediments.

Die wissenschaftlichen Untersuchungen sollen die Beeinflussung biotischer als auch abiotischer Parameter in Sedimenten *in vitro* und *in situ* durch CaO_2 dokumentieren. Die Ergebnisse dieses Projekts werden zu einem besseren Verständnis von Maßnahmen zur Sanierung von Seen mittels CaO_2 als minimalinvasive Alternative zum Ausbaggern beitragen.

Die ersten Ergebnisse aus den Laboratorien, sowie die Bestandsaufnahme und der Restaurierungsstart von 7 Seen werden als Tagungsbeitrag vorgestellt.

Multiple Stressoren / Multiple stressors

Developing an agricultural land-use intensity index for the assessment of stream ecosystem health

Devanshi Pathak¹; Alina Kindinger¹; Dietrich Borchardt¹; Karin Frank¹; Mario Brauns¹; Mechthild Schmitt-Jansen; Olaf Büttner¹; Patrick Fink¹; Ulrike Scharfenberger¹

¹ Helmholtz Center for Environmental Research (UFZ)

Global agriculture heavily depends on using fertilisers and pesticides to promote crop growth and to counteract the negative impacts of pest infestation, weeds and crop diseases on food production. However, agricultural management based on fertilisers and pesticides poses a multiple stressors risk to aquatic biodiversity and ecosystem functions. Here we present the concept and development of an agricultural Land-Use Intensity index for Streams (LUIS) able to quantify and differentiate the potential magnitude of the multiple pressures of agricultural land-use on stream ecosystems. We derive the LUIS index by integrating satellite-based land-use information and time-resolved fertiliser and pesticide application regimes according to management agency recommendations with surface transport processes as well as the dendritic structure of the river networks. LUIS' grid-based inputs of nutrients and pesticides vary according to the crop type, soil conditions and geographical location of the field. The grid-based inputs are aggregated at a sub-catchment scale and combined with longitudinal surface transport processes through a connectivity metric to account for long-distance stressor effects. The LUIS concept will first be tested in the Elbe River catchment in Germany. However, we aim to quantify responses of ecosystem structure across the entire agricultural intensity spectrum from pristine to intensive crop farming in the river catchments across Germany. The development of such an index will provide a framework for studies assessing multiple stressors, thus supporting the adaptive management of both landscape and freshwater systems.

Managementmaßnahmen zur Bekämpfung der Eutrophierung/ Management measures to tackle eutrophication

Machbarkeitsstudie zur Reduzierung der Nährstofffrachten und Klimafolgenanpassung eines eutrophen Flachsees im Norden Niedersachsens

Jessica Ramm¹; Angela Pannek²; Marcus Rudolph¹; Kerstin Norda¹

¹ Landkreis Cuxhaven; ² Naturschutzstiftung Landkreis Cuxhaven

Die anthropogen bedingte globale Erwärmung hat dramatische Auswirkungen auf Menschen, Biodiversität und Gewässer. Potenziell höhere Verdunstungen und ein verändertes Niederschlagsregime beeinflussen den Wasserhaushalt. Die Folge sind häufig auftretende Dürren, extremes Niedrigwasser in Flüssen, Absinken des Grundwasserspiegels, Häufung von Hochwasser- und Starkregenereignissen und steigende Wassertemperaturen. Geringere Wasserqualität und Wasserverfügbarkeit vor allem im Sommer wirkt sich in der Folge nachteilig auf Ökosysteme sowie deren biologische Vielfalt und letztendlich auch auf menschliche Ansprüche aus. Um auf die Folgen der sich ändernden klimatischen Prozesse reagieren zu können bedarf es kleinräumiger Konzepte zum Wassermanagement.

Der Dahlemer / Halemer See (624 ha insgesamt) ist ein natürlicher eutropher polymiktischer Flachsee mit relativ großem landwirtschaftlich geprägtem Einzugsgebiet von 58,4 km² Größe im Landkreis Cuxhaven im Norden Niedersachsens. Er zeigt eine kritische Nährstoffbelastung mit dringendem Handlungsbedarf für Sanierungen. Die Wassertiefe schwankt zwischen 0,5 – 1,5 m, wobei die Wasseroberfläche 0,6 m unter NN liegt. Der See bildet den Kern des Naturschutzgebietes „Ahlen-Falkenberger Moor, Halemer/Dahlemer See“ (NSG-CUX 7) sowie des FFH-Gebietes „Ahlen-Falkenberger Moor, Seen bei Bederkesa“ (DE2218301). Hauptzuflüsse über Schöpfwerke sind die Ahlenrönne, der Neuenwalder-Ahlener-Randkanal und die Neumühlener Aue. Der Abfluss wird über den Halemer Seeabfluss in den Flögelner See durch eine Staueinrichtung gesteuert. Die Neumühlener Aue weist eine bedingt naturnahe Gewässerstruktur auf. Die Fließgeschwindigkeit ist auf Grund des geringen Gefälles sehr niedrig bei hoher Trophie. Die Gewässerstruktur des Neuenwalder-Ahlener Randkanals ist extrem verarmt ausgeprägt.

Ziel des Vorhabens soll sein, Voraussetzungen zu schaffen, die Nährstofffrachten in den Dahlemer / Halemer See durch ein gezieltes Wassermengenmanagement im Einzugsgebiet zu reduzieren und die Wasserqualität des Sees und folglich des Flögelner Sees langfristig zu verbessern. Perspektivisch soll ein Schilfpolder angelegt werden, um Überschwemmungen bei Starkregenereignissen entgegenwirken zu können.

Verschiedene Akteure aus Landwirtschaft, Naturschutz und Wasserwirtschaft sind in dem Vorhaben involviert. Ein Seenmonitoring wird als Grundlage des Konzeptes zur Machbarkeitsstudie durchgeführt. Erste Ergebnisse werden präsentiert.

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

Durchlässe als teilendes Element? Uferverbau hat keinen Einfluss auf Unterschiedlichkeit der Makrozoobenthos-Zönose

Joachim Rikus; Elisabeth I. Meyer; Friederike Gabel

Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Während die Auswirkungen von Querbauwerken und Verrohrungen an Fließgewässern auf die Fischfauna gut beschrieben und in technischen Regelwerken berücksichtigt sind, liegen für das Makrozoobenthos verhältnismäßig weniger Erkenntnisse vor. Sowohl Driftkompensations- als auch Migrationswanderungen sind für verschiedene Arten des Makrozoobenthos beschrieben, allerdings ist nur selten klar, welche Barrierewirkung von Durchlässen und Uferunterbrechungen ausgeht. Gemäß der WRRL ist die ungestörte Durchwanderbarkeit von Fließgewässern für alle Organismen Voraussetzung für einen sehr guten Zustand. Aus diesem Grund wurde erhoben, ob sich die Zusammensetzung der Makrozoobenthos-Zönose an Durchlässen in Abhängigkeit vom Grad des Uferverbaus unterscheidet, um Rückschlüsse auf die Barrierewirkung der Durchlässe zu ziehen.

In sandgeprägten oder löss-lehmgeprägten Tieflandbächen im Münsterland wurde das Makrozoobenthos an 13 verschiedenen Durchlässen (sieben mit einseitig oder nicht verbautem Ufer, sechs mit vollständig verbautem Ufer) beprobt. Es wurde jeweils zweimal oberhalb und unterhalb gepaart beprobt (4 Proben pro Durchlass). Die Bray-Curtis-Unähnlichkeit der gepaarten Proben an Durchlässen mit einseitig oder nicht verbautem Ufer betrug $0,62 \pm 0,24$ ($n=7$), an vollständig verbauten Durchlässen betrug sie $0,62 \pm 0,20$ ($n=6$). Obwohl weitere Untersuchungen an anderen Durchlassarten und anderen Fließgewässertypen notwendig sind, deuten die erhobenen Daten darauf hin, dass die Barrierewirkung von Durchlässen mit Sediment auf das Makrozoobenthos, unabhängig vom Grad des Uferverbaus, begrenzt ist.

Multiple Stressoren / Multiple stressors

Eventbasierte Erfassung und Bewertung diffuser Pflanzenschutzmitteleinträge für den Biodiversitätsverlust in hessischen Fließgewässern (PSM-Biodiv)

Jessica Rosenbaum^{1,2}; Andrea Sundermann^{1,2}; Matthias Oetken²

¹ Senckenberg Forschungsinstitut und Naturkundemuseum Frankfurt, ² Goethe-Universität Frankfurt

In landwirtschaftlich intensiv genutzten Regionen stellen Pflanzenschutzmittel (PSM) und deren Metabolite einen wichtigen Stressor für die aquatischen Biozönosen dar. Im Wesentlichen gelangen PSM in die Oberflächengewässer durch den Abfluss von behandelten Feldern während und nach (Stark-)Regenereignissen. Die Messungen von PSM werden aufgrund der aktuellen Probennahmen-Strategie gemäß der EU-Wasserrahmenrichtlinie, völlig unabhängig von Regenereignissen, durch Schöpfproben durchgeführt. Hierbei können die mittleren und maximalen Schadstoffkonzentrationen nicht adäquat erfasst werden und die Gesamtbelastung durch PSM wird oft unterschätzt.

Im Forschungsprojekt PSM-Biodiv werden daher event-basiert automatische Probennehmer eingesetzt, die direkt an kleinen Gewässern in landwirtschaftlich intensiv genutzten Regionen lokalisiert sind. Bei (Stark-)Regenereignissen werden hochaufgelöste Wasserproben entnommen, bei denen die PSM-Welle über einen Zeitraum von 24 Stunden erfasst wird. Die PSM-Wirkstoffe bzw. deren Metabolite in den Wasserproben werden analytisch identifiziert und quantifiziert. Zudem wird das ökotoxikologische Wirkpotenzial der Wasserproben durch spezifische effektbasierte Methoden (EBM) im Labor ermittelt. Zusätzlich wird der ökologische Zustand der untersuchten Gewässerabschnitte für die Qualitätskomponente der benthischen Invertebraten bestimmt. Ziel ist es, kausale Bezüge zwischen der PSM-Belastung während Regenereignissen und beobachteten Effekten herzustellen, um auf diese Weise die Rolle der PSM für den Biodiversitätsverlust in hessischen Gewässern besser beurteilen zu können. Der Beitrag soll einen Einblick in die ersten Ergebnisse des Projektes geben.

Wir danken dem Lore-Steubing-Institut für Naturschutz und Biodiversität in Hessen für die Förderung des PSM-Biodiv Projekts.

Extremereignisse und globaler Wandel / Extreme events and global change

Bridging ecological and modelling needs using novel model evaluation approaches for a river water temperature model

Ulrike Scharfenberger¹; Sebastian Müller²; Stephan Thober²; Sabine Attinger²; Dietrich Borchardt²; Justin Calabrese¹; Luis Samaniego²; Soohyun Yang³; Rohini Kumar²

¹ Center for Advanced Systems Understanding, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e.V. ; ² Helmholtz Centre for Environmental Research GmbH - UFZ; ³ Seoul National University

River water temperature (RWT) is a critical variable for river ecosystems at all organisational levels, from molecular processes to species community composition and decisively contributes to ecosystem health. Hereby, not only average temperatures but also other aspects of the thermal regime are of high ecological relevance, such as the timing of surpassing cardinal temperature thresholds or frequency and duration of extremes. However, the earth's climate changes will also lead to significant changes in the river's thermal regimes, likely with high spatial variability, which has already been shown for RWT trends. Thus there is a dire need to assess and predict those thermal regime changes and link them to their ecological consequences. However, RWT time series in sufficient quality, length, and spatial coverage are scarce, and their use is often hampered by highly distributed ownerships. Here modelled river water temperature can depict a valuable solution and are even advantageous if there is a strong focus on prediction. However, to use modelled river water temperatures in an ecological context and convince the ecological community of their value, the spatial and temporal resolution of the modelled RWTs must be ecologically meaningful. Moreover, modelled temperatures must prove their ability to capture the ecologically relevant thermal regimes. Here we advocate and present a novel evaluation approach for modelled RWTs and apply it to our newly developed river water temperature module integrated within the mesoscale hydrological model (mHM), which can generate daily RWTs on a spatial resolution of up to 1 km. Apart from the classical validation approach, we test the model's ability to capture aspects of the thermal regime in large German river basins (e.g., Elbe), allowing us to assess past changes in the thermal regime, forecast them under different climate scenarios, and directly link them to ecological consequences.

Mechanistisches Verständnis der Auswirkungen multipler Stressoren in Flussökosystemen / Mechanistic understanding of multiple stressor effects in river ecosystems

Trophic redundancy of stream macroinvertebrate community increases with time since restoration

Alexandra Schlenker¹; Mario Brauns¹; Patrick Fink¹; Armin Lorenz²; Markus Weitere¹

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

In times of climate and land use changes, the resilience of an ecosystem is essential in defining the amount of stress an ecosystem can cope with to maintain its state and function. The trophic redundancy of an ecosystem contributes to the ecosystem's functional resilience and describes how many species occupy a similar trophic niche. In the case of local species loss due to stressor exposure, trophic redundancy can be an important factor in whether a trophic function can be maintained by a different species in a similar trophic niche.

We investigated how the time since restoration affects the recovery of trophic redundancy by analysing samples of benthic macroinvertebrate communities collected over 10 years at different stream sites which had undergone restoration in the Boye River catchment (Germany). Specifically, we analysed the patterns of the mean nearest neighbour distance (NND) calculated from stable isotopes i.e., $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ of benthic macroinvertebrate communities.

Our results clearly show a decrease in the NND at all sites with time since restoration, indicating an increase in trophic redundancy. This implies that recovery of trophic redundancy and its contribution to stress resilience of the ecosystem takes time following the restoration.

Occurrence and seasonality of biogenic polyphosphates in lakes sediments

Lucas Schröder¹; Peter Schmieder²; Michael Hupfer¹

¹ Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB); ² Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie (FMP)

Phosphorus (P) limits the algal growth in most lakes and has therefore a huge impact on their ecological status. Lake sediments play an important role as source and sink of P in the internal P cycle of lakes. It is hypothesized, that bacteria may have a quantitative impact on these processes if they are able to store significant amounts of P in the form of polyphosphates (polyP). PolyP are formed by phosphate accumulating organisms (PAO) which occur in terrestrial, freshwater, marine and technical ecosystems. Although PAOs and polyP are well studied for the enhanced biological P removal in waste water treatment plants their role in the internal P cycle of lakes is still unclear. This projects aim is to identify the importance and function of polyP and associated PAOs in lake sediments. Therefore, polyP data from 30 lakes obtained from 1993 to 2022 were analyzed. Additionally, the dimictic lakes Arendsee (Saxony-Anhalt, GER) and Peetzsee (Brandenburg, GER) are monthly surveyed during 2023. PolyP is analyzed quantitatively with ³¹P nuclear resonance spectroscopy (NMR). The NMR data set shows, that polyP is a common P compound in the uppermost sediment layer, as it was found in 23 of 30 lakes. The polyP contents ranged from 0.02 to 0.95 mg/g dw. In Lake Stechlin, up to 21 % of the total P in the upper sediment layer was identified as polyP. Data from five lakes (n ≥ 10 for each lake, different years) show, that polyP is a very variable P compound and indicate a seasonality throughout the year. Preliminary results from 2023 show increasing polyP contents in the sediments of Lake Arendsee and Lake Peetzsee at the beginning of the summer stagnation, while the oxygen concentrations in the hypolimnion is decreasing without already reaching anoxic conditions. Future research is directed towards developing a technique in which PAOs can be sorted out from the sediment and then identified using DNA sequencing.

Plastik in Binnengewässern – Quellen, Transport und Auswirkungen

Auswirkungen von Diclofenac in Kombination mit PET auf *Asellus aquaticus*

Theresa Sodenkamp; Frederike Kunz; Mika Radtke; Moana Ritterbecks; Lina van de Loo; Friederike Gabel

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Landschaftsökologie

Untersuchungen der Auswirkungen von Mikroplastik auf Organismen verwenden meist reines und frisches Mikroplastik. Allerdings interagieren diese Partikel mit anderen gelösten Stoffen, wie z.B. Arzneimitteln, die in Oberflächengewässern zu finden sind. Diese kombinierten Auswirkungen sind bisher jedoch kaum untersucht. Das Schmerzmittel Diclofenac ist in Oberflächengewässern weit verbreitet und kann negative Auswirkungen auf aquatische Wirbellose haben. In der vorliegenden Studie wurde untersucht, ob das Vorkommen von Diclofenac die Wirkungen von PET verstärkt. Dazu wurden Individuen von *Asellus aquaticus* drei Konzentrationsstufen von Diclofenac für eine Woche ausgesetzt sowie in Kombination mit PET-Partikeln bzw. Kaolin als Partikel-Kontrolle. Als weitere Kontrolle diente reines Wasser. Als Zielparameter wurden die Mortalität, die Aktivität und das Fraßverhalten der Asseln analysiert. Die Ergebnisse zeigten keine signifikanten Effekte der verwendeten Diclofenac und PET-Konzentrationen alleine, noch in Kombination. Die Wasserasseln scheinen demnach in den verwendeten Konzentrationsbereichen in den relativ kurzen Versuchslaufzeiten keine Auswirkungen auf Wasserasseln zu haben. Längere Versuchslaufzeiten oder sensitivere Endpunkte könnten aber zu anderen größeren Auswirkungen führen.

Extremereignisse und globaler Wandel / Extreme events and global change

Too hot to handle? – Natural stream characteristics mitigate negative effects of extreme low-flows on macroinvertebrates

Hannah-Marie Stappert; Jochem Kail; Daniel Hering

Universität Duisburg-Essen, Campus Essen

Climate change is predicted to increase the duration and intensity of droughts globally. This will strongly affect all water-related ecosystems, including streams. During drought events in streams, discharge decreases resulting in extreme low-flow, followed by the pool-phase with a series of disconnected pools until the stream eventually dries. The environmental conditions for aquatic organism like macroinvertebrates fundamentally change in the pool- and especially dry phase, which has already been subject to many studies, especially in temporary streams. However, environmental conditions like water temperature and oxygen concentration already distinctly change during extreme low-flows (ELF), which are less-well studied, especially in perennial streams which did not experience such ELF before. The vulnerability of invertebrate communities in these streams to ELF caused by climate change might be reduced and adverse effects mitigated by river characteristics like cross-section form, width to depth ratio, and especially groundwater influx and shading by woody riparian vegetation. In this study, aquatic macroinvertebrates were sampled in September 2022 right after three months of an extraordinary drought event resulting in ELF (but no pool or dry phase) in the 29 stream sections investigated. The stream sections were located in perennial sand-bed streams in a lowland region in Germany and selected to cover a large gradient in the stream characteristics mentioned above. In addition to invertebrate sampling, water temperature was continuously measured every 20 minutes and water samples taken monthly in the two months prior to sampling. Water temperature was mainly depending on riparian shading despite varying groundwater influx. Water temperature in turn affected several macroinvertebrate metrics like the German Fauna Index, especially mean maximum daily water temperature. In conclusion, simple restoration measures like developing woody riparian vegetation may mitigate the adverse effects of ELF on macroinvertebrates in summer caused by climate change.

Multiple Stressoren / Multiple stressors

Unraveling the causes and trends of mass fish mortality events: First results from a systematic review

Francisco Sylvester¹; Phillip J. Haubrock²; Boris Adamovich³; Markus Hecker⁴; Jonas Jourdan⁵; Florencia Liquin⁶; Deike U. Lüdtke⁷; Flurina Schneider⁸; Ismael Soto⁹; Christian Wolter¹⁰; Jörg Oehlmann⁵; Peter Haase¹¹; Henner Hollert¹²; Klement Tockner¹³

¹ Faculty of Biological Sciences, Goethe University Frankfurt, ² Senckenberg Research Institute and Natural History Museum Frankfurt, ³ Biology Faculty, Belarusian State University, ⁴ University of Saskatchewan, ⁵ Faculty of Biological Sciences, Goethe University Frankfurt, ⁶ Universidad Nacional de Salta ⁷ ISOE - Institute for Social-Ecological Research; ⁸ Faculty of Biological Sciences, Goethe University Frankfurt, ⁹ University of South Bohemia in České Budějovice; ¹⁰ Department of Fish Biology, Fisheries and Aquaculture, Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Berlin, ¹¹ Department of River Ecology and Conservation, Senckenberg Research Institute and Natural History Museum Frankfurt, ¹² Faculty of Biological Sciences, Goethe University Frankfurt ¹³ Faculty of Biological Sciences, Goethe University Frankfurt

Throughout history, freshwater habitats have experienced instances of mass fish mortality events. Yet, anthropogenic impacts such as hydro-morphological alterations, chemical pollution, and climate change may have increased their frequency. To synthesize the available scientific information, we conducted a systematic review on occurrences and causes of mass fish mortality events. We searched the Scopus database, obtaining 2,097 candidate papers, which were then manually reviewed to exclude mishits captured by this automatized search. Ultimately, we identified 266 original reports and review papers reporting mass fish mortalities in lakes, ponds, streams, rivers, and estuaries. From those papers, we extracted detailed information including the location, latitude, habitat type, year, and season of the respective events. Additionally, when available, we recorded environmental conditions, trophic state of the waterbody, duration, extent (number of affected fish species and estimated number of dead fish), and likely causes of the event.

The causes of fish kills most frequently reported included bacterial and algal blooms that can lead to oxygen depletion, reduced water clarity, direct gill damage, and toxicity; but also disease outbreaks, environmental conditions (such as low water levels, high temperatures, eutrophication), sediment and contaminant resuspension, accidental spills, urban effluents, resource depletion, and trophic imbalances resulting from fish management. Fish-kill events were also found to be influenced by natural causes including post-mating and post-spawning death, as well as habitat alterations linked to geothermal activity, extreme weather events, hurricanes, volcanic activity, and meteorite impacts. Often fish-kills were deemed to be the result of a combination of factors.

To analyze spatial and temporal patterns in the occurrence of mass fish mortality events, we will use meta-regression and non-linear models (GAMs). The findings derived from these analyses will enhance our understanding of the impacts of these events on aquatic ecosystems. Moreover, they will inform management actions aimed at preventing future mass fish mortality events, promoting ecosystem rehabilitation, and restoring fish communities.

Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

One to preserve it all - Fixation strategies for morphology and DNA of freshwater zooplankton communities

Tobias Nickel; Anna Dölz; Alexandra Schönle; Ann-Marie Waldvogel

Universität zu Köln

The long-term study LTER-D REES is a project that aims to a holistic perspective on the eco-evolutionary dynamics at the Lower Rhine in North Rhine-Westphalia (Rees, Germany) to understand the impact of environmental changes on species and the entire ecosystems. For sampling zooplankton communities from freshwater systems regarding long-term aspects, a fixation strategy is needed, that is suitable for both genetic and morphological approaches.

This study provides a quantitative comparison between different fixation reagents for zooplankton communities concerning the preservation properties for both, DNA and morphology of specimen, while taking practicality into account. We tested eight fixatives (each n=10) including ethanol-based and formalin-based fixatives as well as DESS and RNAlater on freshwater zooplankton communities. For the morphological assessment, samples were analyzed with the automated scanning and identification system called ZooSCAN, including the software ZooProcess and Plankton Identifier. For the assessment of DNA preservation properties, DNA from zooplankton communities was extracted as bulk and the DNA amount was determined quantitatively as well as qualitatively. Through the combined analysis of all assessed factors, ethanol-based fixants and especially ethanol with an addition of glycerol turned out to be most suitable to preserve morphology and DNA at the same time while being additionally easy to handle and cost-effective.

Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

A Long Term Ecological Research project to investigate the Rhine Eco-Evolutionary System (REES)

Alexandra Schönlé; Ann-Marie Waldvogel

Universität zu Köln

What is the impact of changing environmental conditions on freshwater eco-evolutionary processes and how do these effects directly feed back on the community or ecosystem?

REES is a larger collaborative effort of multiple ecological working groups of the University of Cologne. With complementary work and focusing on different research aspects, we aim to generate a holistic perspective on the eco-evolutionary dynamics of the Rhine system.

The project focuses on an area at the Lower Rhine in North Rhine-Westphalia (district Rees), which can be described as landscape of ecological succession including several gravel pit lakes, Rhine oxbows and abandoned meanders, as well as the main river channel.

This wider system of standing and flowing freshwater bodies offers great opportunities to study dynamic fluctuations in the composition of biodiversity at all levels, from species diversity of communities to genomic diversity at the molecular level of individuals and populations.

Whilst population genetics/genomics as well as quantitative genetics approaches have already elucidated many processes where evolution is shaping ecology, the opposite direction from ecology to evolution, however, has scarcely been investigated empirically and even to a lesser extent using genomic data. Using population genomics approaches, both evolutionary as well as ecological processes can be inferred from genome data (e.g. signatures of selection, genotype-environment associations, demographic history, dispersal).

Along a selected trophic cascade (from protists to fish), representative species will be recorded and analyzed in the longer term ecologically and especially also (population-)genomically. The incorporation of ecological genomics is the core aspect of this LTER project, which is intended to capture the feedback of evolutionary changes on the ecological system.

This project will be most powerful if many collaborators focusing on different target aspects of the ecosystem join forces to build the overall picture.

Plastik in Binnengewässern – Quellen, Transport und Auswirkungen

Detection of polyamide microplastics in natural sediments using fluorescence microscopy and multispectral imaging flow cytometry

Sara Arshad¹; Sumaira Saleem¹; Lukas Kruckenfellner²; Peter Ebke²; Susanne Dunker¹; Katrin Wendt-Potthoff¹

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

Commercially available polyamide microplastics (PA MP, 5-50 µm diameter) were applied in static outdoor mesocosms in three different nominal concentrations (1.5, 15 and 150 mg/L with respect to water volume) to investigate effects on water and sediment communities under natural conditions. Settling of particles was monitored using turbidity measurements and sediment samples were taken to study benthic communities and microplastic concentrations. We wanted to find out if the known PA MP could be quantified in sediments using imaging-based methods and if their size distribution changed during the experiment phase of 12 weeks due to size-specific loss processes under Middle and Northern European weather conditions. To determine PA MP concentrations, sediments were density-separated using sodium polytungstate (1.9 g/mL). Thereafter, subsamples were (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. Images were used to train an AI (Amnis® AI software) for training and classification of PA MP particles. Both methods did not reveal changes in particle size distribution. About 26 % of recovery was achieved in experimental samples, and ultrasonic treatment had no significant effect on this. MIFC was able to identify unstained pristine PA MP very well, but had difficulties in classifying particles that had been in contact with mesocosm sediments.

Sonstiges / Miscellaneous

Gammarus fossarum populations exhibit strong genetic isolation in the headwater regions of the Kinzig catchment

Marie-Thérèse Werner; Kamil Hupalo; Florian Leese; Martina Weiss

Universität Duisburg-Essen

Especially freshwater ecosystems incur a strong decline in biodiversity which is commonly described as a loss of species. However, also intraspecific genetic diversity represents biodiversity and suffers losses. The genetic diversity within a species can be estimated using molecular methods, providing valuable insights for species monitoring. Therefore, in a previous study by Weigand et al. (2020), the genetic diversity of the freshwater amphipod *Gammarus fossarum* was investigated in the Kinzig catchment (RMO, LTER). They aimed to check for cryptic species and determine the population structure to provide information about connectivity and population demography. The authors reported a high genetic diversity including a potential new cryptic species (clade RMO) and a prominent small-scale pattern with endemic haplotypes in the headwater regions. By using the mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I (COI) gene, a marker commonly used for DNA barcoding, it could not be clarified if the *G. fossarum* species complex inhabits a new cryptic species and if the populations in the headwater regions are genetically isolated. This can only be clarified by using nuclear markers. To answer these questions, we reinvestigated the population structure of 300 specimens from 15 of the sampling sites studied before focusing on the headwater regions using double digest restriction-site associated DNA sequencing (ddRADseq) to obtain genome-wide single nucleotide polymorphism (SNP) data. We aimed to test if the RMO clade represents a new cryptic species in the *G. fossarum* species complex, analyze if the population structure has changed over time, and verify if populations in headwater regions are isolated. Since we did not find any specimens of the mitochondrial RMO clade in our reinvestigation, it was not possible to verify the species status. The comparison of the population structure in terms of mitochondrial haplotypes revealed a large overlap, indicating again high genetic diversity and a prominent small-scale pattern with endemic haplotypes. With the analysis of the genome-wide SNP data, we were able to confirm a strong isolation of the populations with 13 genetic clusters along the 15 sampling sites. These results show that populations of *G. fossarum* can be highly isolated despite being highly abundant in many streams, underlining the importance of including genetic diversity for monitoring freshwater communities and identifying conservation priorities.

Multiple Stressoren / Multiple stressors

Das Potential renaturierter Fließgewässer gegenüber klimawandelbedingter Stressoren

Fiete Winkelmann; Hanna Schlüter

Die zunehmenden Auswirkungen des Klimawandels gehen mit einem steigenden Nutzungsdruck auf die Fließgewässer einher. Besonders relevante Stressoren sind die steigende Wassertemperatur als auch zunehmende Niedrigwasserperioden, welche vor allem im landwirtschaftlich geprägten Münsterland eine Rolle spielen. Um den ökologischen Zustand von Fließgewässern zu verbessern und deren Resilienz gegenüber diverser Stressoren zu erhöhen, werden viele Fließgewässer renaturiert. In der vorliegenden Studie wurde untersucht ob Renaturierungsmaßnahmen negative Effekte von erhöhter Wassertemperatur und niedrigerem Abfluss reduzieren können. Dadurch soll festgestellt werden, ob die Renaturierung der Flüsse einen positiven Effekt auf die, von Makrozoobenthos (MZB) abhängigen, Ökosystemfunktionen sowie deren Diversität und Abundanz hat. Dazu wurde mithilfe einer Mesokosmenstudie die ein renaturierter und ein begradigter Fließgewässerabschnitt von sandgeprägten Tieflandbächen verglichen.

Die Resilienz gegenüber Niedrigwasser und erhöhter Wassertemperatur wurde anhand der Artgemeinschaften und der davon abhängigen Ökosystemfunktion Laubabbau in 2 Studienphasen ermittelt. In der ersten Phase wurde in den Mesokosmen zunächst die Reaktion der Makroinvertebraten und des Laubabbaus auf die veränderte Wassertemperatur getestet. Um die Vorteile der, bei Renaturierungen üblichen, Uferpflanzungen darzustellen, wurde ein Teil der Mesokosmen beschattet und mit kühlerem Wasser durchströmt. Die restlichen Mesokosmen wurden nicht gekühlt, um den zukünftig erwartbaren Temperaturunterschied von 1,5° C zu simulieren. In die Mesokosmen wurden Invertebraten aus einem renaturierten beziehungsweise ausgebauten Gewässerabschnitt eingesetzt und der Laubabbau wurde mithilfe von Baumwollstrips simuliert. Über eine Dauer von 3 Wochen wurde ein Monitoring des Laubabbaus und ein Vergleich der renaturierten und ausgebauten Artgemeinschaften durchgeführt.

In der zweiten Studienphase wurde die Resilienz der MZB-Gemeinschaften gegenüber Niedrigwasser getestet. Anstelle der Beschattung und des Zuführens von kühlerem Wasser wurde der Durchfluss für einen Teil der Mesokosmen gedrosselt, um den Stressor zu simulieren. Auch in dieser Phase wurde der Abbau als auch die MZB-Gemeinschaften zwischen dem renaturierten und ausgebauten Fließgewässer verglichen.

Es wird erwartet, dass sowohl Beschattung als auch Niedrigwasser einen signifikanten Effekt auf Laubabbau sowie die Diversität und Abundanz des MZB haben.

Aquatische Nahrungsnetze / Aquatic food webs

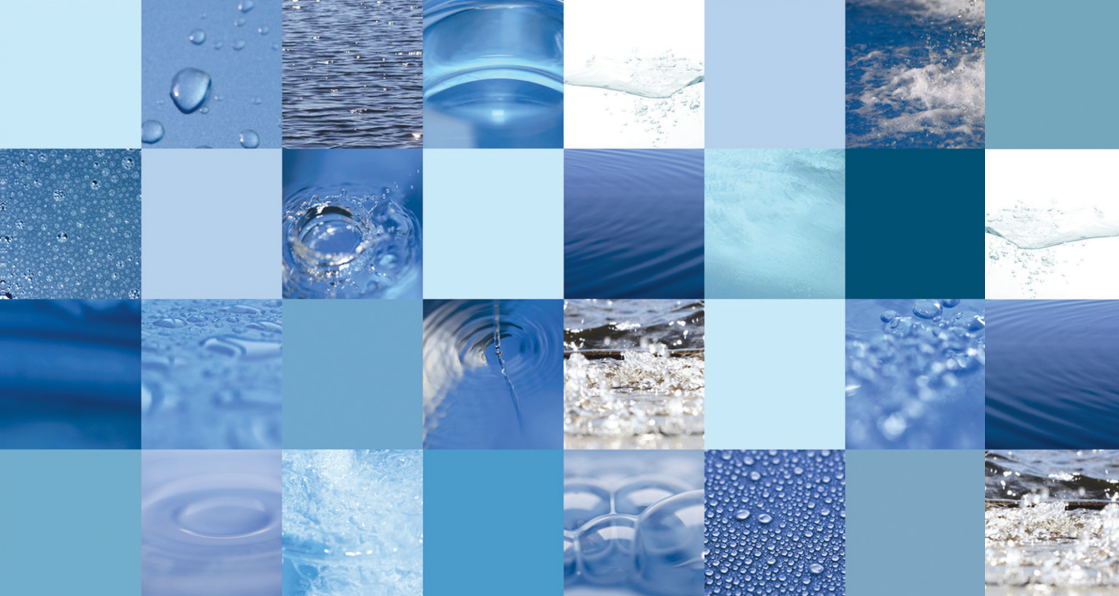
Beeinträchtigung von Zooplanktonorganismen durch Cyanobakterien: Abbau der Reservestoffe in *Daphnia magna*

Nadine Hoffschroer¹; [Bettina Zeis](#)²

¹ Universität Münster; ² Universität Münster

Hohe Nährstoffbelastung und zunehmende Erwärmung stehender Gewässer verstärken die Gefahr der Massenentwicklung von Phytoplankton. Cyanobakterien sind dabei besonders erfolgreich, da sie den Fraßdruck ihrer Konsumenten durch Toxinbildung vermindern. Wasserflöhe nehmen ihre Nahrung durch unselektive Filtration auf. Hohe Anteile von Cyanobakterien in der Nahrung führen dann über Protease-Inhibitoren dazu, dass die Nahrung im Darm nicht aufgeschlossen werden kann. Diese Beeinträchtigung könnte besonders bei hohen Temperaturen mit verstärktem Nahrungsbedarf zu einem Mangel an energiereichen Substraten für Wachstums- und Fortpflanzungsprozesse führen.

Individuen der Art *Daphnia magna* wurden bei unterschiedlichen Temperaturen Futterbedingungen variabler Quantität und Qualität ausgesetzt, also unterschiedlichen Kombinationen von Grünalgen (*Desmodesmus subspicatus*) und Cyanobakterien (*Microcystis aeruginosa*). Die verwendeten *Microcystis*-Stämme produzierten Inhibitoren für Trypsin (PCC 7806) oder Chymotrypsin (NIVA Cya 43), aber keine Microcystine. Der Gehalt an Kohlenhydraten, Proteinen und Lipiden wurde nach 48-stündiger Inkubation bei 10°C, 20°C oder 30°C ermittelt. Es war ein Abbau der Reservestoffe bei Cyanobakterien-Exposition zu beobachten, der durch steigende Temperaturen beschleunigt wurde. Insgesamt ist ein hoher Anteil von Cyanobakterien im Nahrungsangebot für *Daphnia magna* vergleichbar mit den Herausforderungen durch eine Hungersituation.



Tagungsbüro

Dr. Hildegard Feldmann

F&U confirm

Permoserstraße 15

04318 Leipzig

fon 0341 235 2264

fax 0341 235 2782

dgl@fu-confirm.de

