

VIERZIG JAHRE EINFLUSS AUF SÜSSWASSERSYSTEME – FORTY YEARS OF HUMAN IMPACT ON FRESHWATER SYSTEMS

39. Jahrestagung 2024

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

TU Dresden

16. – 20. September 2024

ABSTRACTBAND

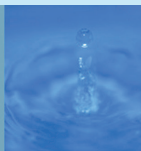
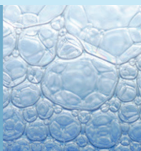
Keynote speeches | Plenarvorträge

Schwoerbel-Benndorf-Nachwuchspreis der DGL

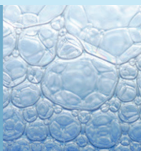
Praxispreis der DGL

Lectures | Vorträge

Posters | Poster



Keynote speeches | Plenarvorträge



Non-perennial rivers in southern Africa: Unpredictable, highly variable and often misunderstood

Marinda Avenant

University of the Free State, Bloemfontein, South Africa

South Africa's climate ranges from semi-arid to hyper-arid, with humid areas being limited to the south and east coasts. Its mean annual rainfall of 452 mm/year is exceeded by evaporation for most of the country, resulting in a rainfall-runoff conversion rate 8.6%; among the lowest in the world. This, together with highly erratic seasonal rainfall, result in highly variable stream flows, as well as unpredicted periods of droughts and floods. A large percentage of South Africa's rivers are, therefore, event-driven and subjected to natural interruptions in their surface flow. These interruptions may last from a few days for intermittent rivers, to several years for episodic rivers that flow only briefly after an occasional rainfall event. Despite their abundance in southern Africa, surprisingly little is known about the hydrological and ecological processes sculpting these unique rivers. This poor understanding is mainly due to a strong research focus on perennial rivers in the past. A general lack of historical hydrological and ecological data for non-perennial rivers, together with the difficulty in predicting the occurrence of hydrological events, complicated the planning and execution of research programmes. This situation is not unique to southern Africa, with water scientists and managers in other parts of the world, including Europe, facing similar challenges. Globally, the realisation of how vulnerable non-perennial rivers are due to increasing anthropogenic pressures and general lack of legislative protection measures have led to a renewed focus and research interest in these understudied systems. Of particular concern is the impact climate change may have on existing flow regimes. Hydrological simulations project that the number of zero-flow days, as well as the frequency and duration of drying events in rivers, will markedly increase by 2050. The growing prevalence of streamflow interruptions will not only "force" intermittent river sections towards the episodic end of the hydrological continuum but will cause some perennial rivers to become intermittent. Research indicates that perennial rivers experiencing flow interruptions may exhibit comparable ecological trends to natural non-perennial river systems. This presentation shares information from case studies done on non-perennial systems in southern Africa, highlighting some of the lessons learnt and implications for river management.

Freilandforschung als Basis ökologischer Analysen - Immer nah am Fisch

Jost Borcherding

Ökologische Forschungsstation Rees, Institut für Zoologie der Universität zu Köln

In den letzten drei Jahrzehnten fokussierte sich unsere Forschung in den Auengewässern am Niederrhein im Wesentlichen auf fischökologische Fragestellungen. Das übergeordnete Ziel lag dabei in der Analyse von funktionalen Zusammenhängen, die zum Verständnis ökologischer Anpassungen der Arten beitragen, sowohl als Mitglied von Lebensgemeinschaften als auch in ihrer aktuellen Umwelt. In dem Vortrag werde ich erläutern, wie in der durchdachten Kombination der Erfassung der Artengemeinschaften im Freiland mit nachgeordneten Analysemethoden der qualitative Schritt vom rein deskriptiven zur Aufklärung der ökologischen Funktionalität gelingen kann. Für das Freiland bedarf es zunächst eines klug gewählten Designs in der Erfassung der Arten (Befischungen, Zählungen, Beobachtungen), um nachvollziehbare Entwicklungen (Abundanzen, Wachstum) der Arten (-gemeinschaften) zu dokumentieren. Häufig konnten wir anschließend mit umfangreichen Magenuntersuchungen grundlegende qualitative aber auch quantitative ökologische Zusammenhänge zum Lebensraum aufzeigen, weil der Großteil der ökologischen Nische der Fische durch die Nahrung bestimmt ist. Der wichtige Aspekt von Fischwanderungen/-bewegungen, als essentieller Bestandteil des Lifecycles vieler Arten, wurden durch sich immer weiter verbessernde Methoden der Besenderung unterstützt. In den Bereichen wo funktionale Zusammenhänge durch Erfassungen der Artengemeinschaften alleine nicht zweifelsfrei belegt werden konnten, halfen weitergehende Analysemethoden Zusammenhänge zu belegen, wie Modellierungen, statistische Verfahren und, in der jüngeren Vergangenheit zunehmend genetische Methoden. Ich werde in meinem Vortrag explizit eingehen auf, (a) zeitliche und örtliche Aspekte von Fischwanderungen (Jungfischschwärme im Winter, Nordseeschnäpel, Lachs, Aal), (b) auf phänotypische Plastizität in Bezug auf Verhalten, Wachstum und morphologische Veränderungen (Flussbarsch, invasive Grundeln), (c) Aspekte der Prädation und Konkurrenz innerhalb der Artengemeinschaften (Flussbarsch, invasive Grundeln), sowie (d) auf langfristige Veränderungen von Artengemeinschaften über Raum und Zeit (invasive Grundeln). Mein Vortrag soll dabei den Wert der Feldforschung als wesentliche Grundlage des Erkenntnisgewinns in den Vordergrund stellen, die über das deskriptive hinaus ökologische Zusammenhänge aufklären kann, um die heutigen Fischartengemeinschaften in ihrer anthropogen überformten und häufig gestörten Umwelt besser zu verstehen.

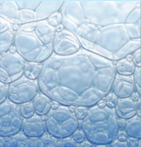
Combining data-driven and process-based modeling to delineate the sources and mechanisms of CO₂ emissions from lakes

Marie-Elodie Perga¹, Nicolas Escoffier, Pascal Perolo, Gael Many, Marttiina Rantala, Damien Bouffard

¹ University of Lausanne, Switzerland

The role of lakes and other inland waters as significant CO₂ emitters has been repeatedly demonstrated over the last three decades, but the underlying mechanisms remain debated. The metabolic theory has long been the dominant paradigm, i.e., lake metabolism, the balance between inorganic fixation by primary production and release by organic matter mineralization (respiration at large), is the primary mechanism controlling C cycling in lakes. However, the metabolic theory fails to explain CO₂ emissions in many lakes, as well as the magnitude and directions of the changes we observed for the last 150 years. There is now piling evidence that lake CO₂ excess could also be largely the product of inputs of inorganic carbon from the surrounding catchment, but the inorganic theory still struggles to find its way within the general understanding of the carbon cycle in lakes. A cause could be the deficient understanding that we still have of the processes acting upon alkalinity (i.e., TAC) and DIC in lakes and how they affect CO₂ exchanges at the lake-atmosphere interface. We built upon observations at multiple scales, from paleo-ecological records, long-term ground observatories, high-frequency data, and remote sensing, and blended the acquired knowledge within a physical-biogeochemical model to understand and quantify how alkalinity inherited from catchment weathering could sustain the net positive CO₂ emissions of lake Geneva. We mechanistically demonstrated how the so far sidelined process of calcite precipitation boosts net CO₂ emissions at the annual scale. Far from being anecdotal, we showed that calcite precipitation could explain CO₂ outgassing across various lakes globally, including some of the largest lakes in the World.

Schwoerbel-Benndorf-Nachwuchspreis der DGL



‘The valley rules the stream’: Land use influence on stressor levels and effects in river ecosystems

Nele Markert

Department of Aquatic Ecology, Faculty of Biology, University of Duisburg-Essen

Human land use significantly impacts environmental conditions of aquatic ecosystems on a broad scale, thus affecting a wide range of riverine parameters from water quality to hydro-morphological conditions. The resulting multiple environmental stressors and their impacts on riverine biodiversity have been analysed in many limnological studies. Yet some stressors, such as micropollutants, have only been addressed in recent years, while questions remain about their specific sources and ecological effects.

This project examined the influence of catchment land use on stressor levels, including the proportion of agricultural areas, with detailed information on the cultivation of specific crop types, and the percentage of urban effluents. The results show that diffuse pollution from agricultural areas was positively associated with elevated pesticide concentrations. Crop type-specific analyses resulted in much stronger associations with pesticide concentrations (R^2 up to 0.46) as compared to the proportion of crop land. Urban areas and wastewater treatment plants, as important point sources of pollution, were strongly linked to elevated concentrations of both pharmaceuticals (R^2 up to 0.54) and pesticides (R^2 up to 0.33).

The analyses of multi-stressor effects on macroinvertebrates, benthic diatoms and fishes showed that water quality variables, especially physico-chemical variables, remain important factors for the ecological status of rivers. Notably, the calculated ecotoxicological risks of micropollutants did not align well with the relative importance for the three organism groups. Among hydromorphological stressors, only hydrological variables showed a high relative effect on riverine communities.

To improve the ecological status of river ecosystems, both water quality and structural habitat quality require consideration in river basin management. Broad-scale proxies such as the total percentage of agricultural (crop land) and urban areas may fail to detect specific areas of environmental risk. To identify potential agricultural impacts, a more detailed analysis at the level of individual cultivations is recommended, while in urban catchments analyses of the impacts of wastewater treatment plant effluents considering both water quality and hydrological alterations can help to identify targeted management measures.

Rivers at Risk: The Impact of Agricultural Practices on Aquatic Ecosystems across Europe

Christian Schürings

Department of Aquatic Ecology, Faculty of Biology, University of Duisburg-Essen

The health of European rivers, as indicated by riverine biota, is profoundly influenced by agricultural land use. Numerous studies have documented the substantial pressures that agriculture exerts on freshwater systems, impairing water quality, altering habitat structure, and threatening biodiversity. However, large-scale studies often overlook the variability in crop types and cultivation intensities, despite clear evidence from case studies showing differential biota responses to various agricultural practices. Our European-scale study aggregates agricultural activities across the continent into 20 Areas of Farming-induced Freshwater Pressures (AFFP), characterized by specific profiles of nutrient surplus, pesticide toxicity, water abstraction, and hydromorphological alterations. This classification allowed us to create an agricultural intensity index that nearly doubled the correlative strength between agriculture and the ecological status of rivers compared to using the sheer share of agriculture in sub-catchments.

To place these findings within a broader context, a global meta-analysis revealed that the impacts of agricultural land use on river biota are widespread and significant, underscoring the importance of our European-scale analysis. Additionally, applying these findings to a Germany-wide dataset of 7,748 sites, we observed that agriculture's impact, particularly through pesticide use, was more detrimental than urban land use across all organism groups. The strongest negative effects on macroinvertebrates and macrophytes were linked to pesticide-intensive permanent crops (e.g., orchards, hops, vineyards), while diatoms were most affected by nutrient-intensive crops (e.g., maize, intensive cereals). The relationship between land use and micropollutants, such as pesticides, in rivers was further evidenced at a regional scale.

Further detailed analysis in Germany showed that small mountain streams are particularly vulnerable to agricultural pressures, with the explanatory power of agriculture reaching up to $R^2 = 0.43$ for macroinvertebrates. These findings highlight the urgent need for sustainable agricultural practices across Europe and within Germany, particularly reducing pesticide application to protect river ecosystems. Additionally, these insights have the potential to contribute to the successful implementation of the EU Nature Restoration Law, which aims to halt and reverse biodiversity losses across European ecosystems and strengthen the resilience of freshwater habitats.

This research not only advances our understanding of agricultural impacts on freshwater ecosystems at a European scale but also provides crucial insights for national policymaking in Germany, where targeted measures could significantly enhance riverine biodiversity conservation. By aligning agricultural practices with ecological preservation, we can ensure healthier rivers and more resilient ecosystems across the continent.

Understanding spatial and temporal dynamics in single-species systems: Implications for ecosystem stability and biodiversity conservation

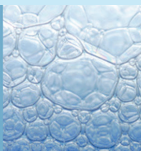
Johannes Werner

Department of General Ecology, Institute for Zoology, University of Cologne

Biodiversity is a crucial prerequisite for the functioning of natural communities and ecosystems. However, the immense biodiversity in aquatic systems still raises many unresolved questions for ecologists. How can so many species coexist with only a few limited resources? This question was initially addressed by models and later by experiments showing that non-linear dynamics (interactions which do not follow linear trends) can generate complex behaviours, including oscillations and deterministic chaos, which allow multiple species to coexist where traditional linear models predict competitive exclusion. Deterministic chaos describes aperiodic fluctuations highly sensitive to initial conditions and is, without mathematical methods, barely distinguishable from random fluctuations. However, its underlying order providing ecosystem stability and ranges in which organisms abundances fluctuate, unlike pure stochasticity. Whilst models and experiments have demonstrated the potential of non-linear and chaotic dynamics to explain biodiversity patterns, the underlying mechanisms and reasons for chaos have remained elusive. This gap in understanding is not due to the absence of such dynamics in nature, but rather the complexity of natural systems and the challenge in isolating intrinsic factors from external influences make it difficult to recognise this phenomenon. Long-term, high-resolution data collection under tightly controlled conditions is necessary to distinguish deterministic chaos from random fluctuations and to uncover the intrinsic mechanisms driving dynamics. Such experiments are challenging to conduct and interpret, but are crucial for understanding the fundamental processes that contribute to biodiversity.

Our results show that even single-species populations exhibit characteristics of non-linear and chaotic dynamics. Using an automatic cell registration system, we conducted a continuous and undisturbed analysis of dynamic behaviour of a chemostat with high temporal resolution. Additionally, we performed experiments using a microfluidic chip, which in addition to chaotic dynamics also revealed self-organised patterns in a spatial dimension. These findings demonstrate that complex processes occurring within individual cells can significantly influence dynamics at both the population and spatial levels, challenging the traditional view that non-linear dynamics primarily arise from interactions between different species and as a response to interactions with the environment. Our findings reveal that single-species dynamics often operate at the “edge of chaos”, a state characterised by a mixture of chaotic, ordered and stochastic disordered behaviour, which may be particularly important for ecosystem resilience. Studying non-linear dynamics is crucial as it provides insights into the mechanisms that maintain biodiversity in natural ecosystems, even in wastewater treatment such pattern have been observed. Also, chaotic dynamics and pattern formation can stabilise ecosystems by reducing extinction rates and allowing a higher diversity, implications which can be explained by the behaviour of single-species dynamics as visible in our experiment. Hopefully, this study can bridge the gap between theoretical models and experimental observations, underscoring the importance of considering non-linear dynamics in both basic research and applied fields of ecology.

Praxispreis der DGL



Bemühungen um klare Seen und Wasser in der Landschaft – Erfolge und Misserfolge von Projekten in Nord-Brandenburg

Rüdiger Mauersberger

Förderverein Feldberg-Uckermärkische Seenlandschaft e.V., Templin

Zu den prioritären Objekten des Naturschutzes im Jungpleistozängebiet NO-Deutschlands zählen vordergründig natürliche, eiszeitlich entstandene Seen, Sölle (wassergefüllte Toteishohlformen) und Moore verschiedenster Typen. Eigene Aktivitäten seit den 1990er Jahren, vor allem im Naturpark Uckermärkische Seen, ferner im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin sowie in den Naturparks Feldberger Seenlandschaft und Stechlin-Ruppiner Land widmeten sich der Qualitätsverbesserung und Mehrung derartiger aquatischer Ökosysteme. Grundlage bildeten vor allem Förderungen des Bundes (Naturschutzgroßprojekt Uckermärkische Seen, E+E-Vorhaben Chara-Seen), der Länder Brandenburg und MV sowie des Naturschutzfonds Brandenburg oder des WWF Deutschland.

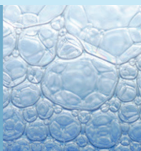
Der Zielvorstellung von klaren, von Makrophyten dominierten Gewässern folgend, wurden intensiv stoffemittierende Flächen erworben und ihre Nutzung verändert, Drainagezuflüsse rückgebaut, seeinterne Eingriffe in den Phosphorhaushalt versucht (Fällung, Adsorption an eisenhaltiges Granulat, P-Entzug über Pflanzen-Biomasse oder Tiefenwasserentnahme). An etwa 40 Seen wurden verschiedene fischereiliche Maßnahmen zur Förderung von Makrophyten umgesetzt (Entnahme von Pflanzenfressern, Weißfischen und Karpfen, Besatz mit verschiedenen piscivoren Fischen). Auch wenn nicht wenige der genannten Maßnahmen erfolgreich oder sehr erfolgreich waren, bleibt nach drei Jahrzehnten Erfahrung doch die Erkenntnis, dass die erwünschte Beeinflussung der Gewässerqualität in der Realität deutlich schwerer ist als gedacht.

Entsprechend intensive Bemühungen vorausgesetzt (z.B. 16 Planfeststellungsverfahren, Beantragung von über 40 wasserrechtlichen Erlaubnissen), führen Maßnahmen zum Wasserrückhalt zugunsten des Volumens und der Fläche von Gewässern und Mooren zu signifikanter positiven Ergebnissen. So gelang die Wasserstandshebung an 30 Seen und über 60 Mooren sowie die Wiederherstellung zahlreicher Kleingewässer, vor allem als Habitate für die Rotbauchunke. Erwünschte Nebeneffekte dieser Maßnahmen waren die Vergrößerung der Grundwasservorräte, die Verlagerung eines Teils des Abflusses aus dem oberflächlichen Geschehen ins Grundwasser, die Pufferung von Abflussspitzen sowie die Schaffung oder Aufwertung einer großen Zahl von Lebensräumen von aquatischen oder semiaquatischen Arten (z.B. Characeen, Stratiotes aloides, Leucorrhinia pectoralis, Dytiscus latissimus, Seeadler, Kranich und Fischotter).

Meine Arbeit beim Förderverein Feldberg-Uckermärkische Seenlandschaft e.V. beinhaltet nicht nur die Vorbereitung weiterer Vorhaben, sondern auch die Verwaltung und Sicherung der bisherigen Maßnahmeflächen sowie den Versuch, die bewirkten Veränderungen in der Landschaft so gut wie möglich durch ein Monitoring mit geringem Budget zu dokumentieren.

In der Öffentlichkeit setze ich mich seit Langem für die Zurückdrängung der künstlichen Entwässerung der Landschaft und den Wasserrückhalt – ein Thema, was bei zunehmenden Klimawandeleffekten (die sich in NO-Deutschland durch eine anhaltend negative klimatische Wasserbilanz äußern) immer dringlicher wird.

Lectures | Vorträge



A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

Der Faktencheck Artenvielfalt zeigt: Es steht nicht gut um die Biodiversität der Binnengewässer und Auen in Deutschland

Christian K. Feld

University Duisburg-Essen

Welche Artenvielfalt finden wir in Deutschlands Binnengewässern und Auen? Welche Trends sind zu erkennen und wie hängen diese mit den meist menschengemachten Belastungen der Ökosysteme zusammen? Welche Auswirkungen auf Ökosystemleistungen sind zu erkennen bzw. zu erwarten? Und welche Handlungsoptionen haben wir, um die Situation zu verbessern? Dies waren die Kernfragen des „Faktencheck Artenvielfalt“, der sich von 2021–2024 mit über 140 Expert:innen aus Wissenschaft und Praxis der bislang umfassendsten Bestandsaufnahme von Fakten zur Biodiversität in Deutschland widmete. Mit Blick auf die Süßwasserlebensräume wurden Fließgewässer mit ihren Auen und Ästuaren, Seen und kleine Stillgewässer, Quellen, Moore und das Grundwasser betrachtet. Die Ergebnisse sind alarmierend. Die Mehrzahl der untersuchten aquatischen Pflanzen- und Tiergruppen sowie ihrer Lebensräume ist in einem eher ungünstigen Erhaltungszustand. Viele Arten zeigen negative Bestandstrends, insbesondere Fische, Amphibien, Reptilien und einige Insektengruppen. Alarmierend ist zudem, dass die Mehrzahl der Binnengewässer und Fließstrecken in Deutschland nicht bzw. nicht regelmäßig überwacht werden. Die Datenlage zu vielen kleinen Bachoberläufen und Quellen sowie Teichen, Söllen und anderen kleinen Stillgewässern ist dünn. Das gilt auch für zahlreiche meist sehr kleine Organismengruppen, wie Bakterien, Archaeobakterien und Pilze; Fakten zu ihrer Vielfalt in Binnengewässern und Auen sind kaum vorhanden. Die Befunde geben Anlass zur Besorgnis, zumal zahlreiche Studien einen Zusammenhang zwischen Biodiversität und Ökosystemleistungen demonstrieren. Letztere umfassen beispielsweise die für uns so wichtige Selbstreinigung des Wassers, die Retention von Stickstoff oder die Festlegung von klimaschädlichem Kohlendioxid in pflanzlicher Biomasse sowie im Boden. Die Suche nach Lösungen gestaltet sich nicht einfach. Die Förderung der Biodiversität von Flora und Fauna, beispielsweise durch Renaturierungsmaßnahmen, zeigte in der Vergangenheit zwar durchaus positive Wirkungen; für eine deutschlandweite Verbesserung wird es aber notwendig sein, auch die politischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen an die ökologischen Ziele anzupassen. Wie das aussehen könnte, wird im Rahmen des Vortrags erläutert. Das Projekt „Faktencheck Artenvielfalt“ wurde vom BMBF gefördert und ist Teil der BMBF-Forschungsinitiative zum Erhalt der Artenvielfalt (FEa).

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

Bestandsentwicklung der Eintagsfliegen, Steinfliegen, Wasserkäfer und Wasserwanzen der Fulda über vier Jahrzehnte

Michael Marten

In den letzten Jahren wurden Nachuntersuchungen der Ephemeroptera, Plecoptera sowie der aquatischen Coleoptera und Heteroptera mit gleicher Methodik wie im Zuge der Diplomarbeit des Autors im Jahr 1981 an 21 Probestellen der Fulda durchgeführt.

Die Ergebnisse der neuesten Untersuchungen werden im „historischen“ Vergleich der vergangenen vier Jahrzehnte dargestellt und Entwicklungen mit Bioindikationsverfahren am Beispiel der vier Tiergruppen bewertet. Mögliche Ursachen wie z. B. aktuell die Situation der Fulda im Trockenjahr 2022, aber auch längerfristige klimatische Veränderungen, werden anhand von Temperatur und Abflussdaten beleuchtet.

Die Diversität je Untersuchung über den vollständigen Flussverlauf, von der Quelle auf der Wasserkuppe bis nach Hannoversch Münden, ist über die Jahre im Wesentlichen vergleichbar. Wenngleich einige Arten aus den ersten Untersuchungen noch verlustig sind, gibt es mit dem Wiederauftauchen der *Steinfliegen Taeniopteryx nebulosa* und *T. schoenemundi* und dem Käfer *Stenelmis canaliculata* einige positive Entwicklungen. Insbesondere die Ausbreitung der Eintagsfliegen *Oligoneuriella rhenana*, *Potamanthus luteus* und *Torleya major*, der Erstnachweis von *Ephoron virgo*, sowie die reiche Präsenz der Grundwanze *Aphelocheirus aestivalis*, z. T. weit über ehemals stark abwasserbelastete Abschnitte unterhalb der Städte Gersfeld und Fulda hinaus, zeigen die Erfolge der zunehmenden Abwasserreinigung.

Unter der Ägide der Limnologischen Flußstation Freudenthal, später MPI für Limnologie (1951-2006), wurden weitere Erhebungen durchgeführt: Die erste Fuldaexpedition der 5 Göttinger Studenten E.-J. Fittkau, J. Illies, K. Müller, M. Scheele, W. Schmitz im September 1948, sowie Untersuchungen von Illies (1953), Zwick (1969, 2010) und Siebert (1998). Damit liegen aus insgesamt 75 Jahren meist qualitative Daten verschiedener Gruppen des Makrozoobenthos vor, die Gegenstand weiterer Vergleiche seien werden.

Insgesamt ist die Fauna der Fulda auch unter Einbeziehung der faunistischen Nachweise, von zeitweisen Abwasser bedingten lokalen Einbrüchen abgesehen, in einem relativ stabilem Zustand. Allerdings ergreifen im Metapotamon der Fulda leider Neozoa der Gruppen Asellidae und Gammaridae aus der Werra Besitz, so dass der Lebensraum für einheimische Arten zumindest ab Kassel abwärts knapper wird.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

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

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

Brandenburg University of Technology (BTU) Cottbus-Senftenberg

A sudden bloom of the toxin-producing, brackish water golden alga *Prymnesium parvum* caused a massive die-off of fish, aquatic molluscs and likely other aquatic invertebrates. However, it is currently unknown how the species richness and abundance of aquatic insect communities were affected by the algae bloom. Adjacent flood plains ecosystems were not as severely impacted by the alga bloom as the river ecosystem. Flood plain water bodies could play a major role in the recovery of aquatic insect communities after environmental disasters. Especially considering that insects are important food web components in aquatic and terrestrial habitats, and they link these two habitats when they emerge. We deployed floating insect emergence traps at a total of six sites on the German side of the Oder between March and November, both in 2023 and 2024. At three of the sites, we also sampled adjacent floodplain waterbodies that are connected to the river during the spring flooding. We compared the taxonomic community composition of adult insect communities in both habitats and investigated changes within one year (seasonal dynamics) and between the sampling years (potential recovery). Despite lacking information on the insect communities before the environmental catastrophe, we aim to detect spill-over effects and recovery of the insect community in the river. The data may elaborate on the role of floodplains as a refuge for aquatic invertebrates in case of an ecological disaster and help to understand the population dynamics of emerging aquatic insects.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

Großräumige Untersuchungen zur Grundwasserfauna Norddeutschlands

Anne Jäger; Hans Jürgen Hahn

Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau, Standort Landau

Zur Grundwasserfauna der Norddeutschen Tiefebene gibt es, von wenigen Ausnahmen abgesehen (Sachsen-Anhalt, Hannover und Berlin), kaum flächige Untersuchungen. Die bisherigen Befunde lassen eine vergleichsweise unstete, geringe und artenarme Besiedlung erkennen, bei der Oligochäten, Nematoden und Acari dominieren, während Crustaceen nur selten auftreten (Stein et al. 2012). Ursachen dürften die glazialen Vereisungen und, als Folge davon, der geringe Sauerstoffgehalt und die kleinen Lückensysteme der norddeutschen Grundwasserleiter sein. Die nacheiszeitliche Wiederbesiedlung dürfte überwiegend über die Fluss- und Urstromtäler erfolgt sein.

Im Rahmen der aktuellen Studie wurden 154 Grundwassermessstellen in allen norddeutschen Bundesländern (Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein) faunistisch beprobt. Die Untersuchungen fanden von Juni bis November 2022 statt. Die Probenahme wurde mit sogenannten Netzsammlern durchgeführt, speziellen Planktonnetzen für die Beprobung von Grundwassermessstellen. Die Auswahl der Messstellen erfolgte nach Tiefe (< 20 m), und Sauerstoffangebot im Grundwasser (> 1 mg/l). Zumeist handelte es sich auch um Messstellen des Monitoringnetzes zur Überwachung des chemischen Zustands nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, RL 2000/60/EG).

Insgesamt wurden mehr als 50 Arten und höhere Taxa erfasst. Die aktuellen Ergebnisse bestätigen die bisherigen Befunde: So dominierten vor allem „Würmer“ (Nematoda, Aphanoneura, Oligochaeta, Polychaeta) und Milben (Acari). Krebstiere waren zwar durchaus divers vertreten (darunter Amphipoda, Syncarida, Cyclopoida, Ostracoda und Harpacticoida), kamen jedoch nur unstet vor. Crustaceen fanden sich vor allem direkt nördlich und östlich der Mittelgebirgsschwelle, vereinzelt aber auch im gesamten Untersuchungsgebiet. Bemerkenswert ist der Nachweis von Brunnenkrebsen (Syncarida) in Wahnebergen südöstlich von Bremen.

Die bisherigen grundwasserfaunistischen Bewertungsverfahren lassen sich kaum für die norddeutsche Tiefebene anwenden. Diese ersten Untersuchungen zum Vorkommen der Grundwasserfauna in der gesamten norddeutschen Tiefebene geben einen Überblick über deren Verbreitungsmuster. Darauf aufbauend soll versucht werden, faunistische Referenzen für die ökologische Bewertung des Grundwassers zu definieren.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

Ein Inventar Deutscher Kleingewässer

Alexander Wachholz; Jens Arle; Jeanette Völker

Umweltbundesamt

Kleine Standgewässer (< 50 ha) spielen eine zentrale Rolle für die Biodiversität sowie den Wasser- und Stoffhaushalt von Landschaften. Trotz ihrer Bedeutung werden sie in Monitoringprogrammen und Studien auf Einzugsgebietsebene selten berücksichtigt, und auf nationaler Ebene liegen kaum Informationen über ihre Verteilung und Eigenschaften vor. Angesichts ihrer besonderen Empfindlichkeit gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels und ihrer bedeutenden Rolle in der Landschaft ist ein besseres Verständnis dieser Gewässer von großer Wichtigkeit, um ihre Funktionen für Mensch und Natur zu schützen, zu erhalten und wiederherzustellen. Unsere Untersuchung zielt darauf ab, die Funktionen von Kleingewässern auf verschiedenen räumlichen Skalen besser zu verstehen. Hierfür haben wir nationale Datensätze genutzt, um ein Inventar der kleinen Standgewässer (> 1000 m² & < 50 ha) in Deutschland zu erstellen. Wir haben die Anzahl und relevante Eigenschaften wie Volumen, Anbindung an das Gewässernetz und die Landnutzung in ihren Einzugsgebieten ermittelt. Mit räumlichen Analysen haben wir die Gewässer des Weiteren in verschiedene Kategorien wie Baggerseen, Altarme oder Teichlandschaften eingeteilt. Insgesamt konnten wir für Deutschland ca. 300.000 Kleingewässer identifizieren. Unsere Ergebnisse zeigen, dass diese einen beträchtlichen Teil der Anzahl, der Uferlänge, der Gewässerfläche und des Volumens der deutschen Standgewässer repräsentieren, welcher jedoch regional stark variiert.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

Web-based digital diatom taxonomy intercalibration

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

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

Intercalibration, also referred to as ring or proficiency tests, is one of the most important tools for quality control in diatom biomonitoring. In such a ring test, participants receive slides prepared from the same sample, and their diatom identifications (counts by taxa) are compared with a “ground truth” count performed by an expert. This means that agreement / disagreement is only captured at the level of a whole sample, i.e., for instance, identical counts can be the result of misidentifying an individual belonging to species A as B accompanied by a misidentification the other way around. Differing counts can result not only from misidentifications, but also from stochastically different subsampling of the original sample during preparation and selection of the screened slide area. Also, whereas statistically sound conclusions about the expert’s identification proficiency can be drawn for abundant species, for rarer species this evaluation is much less significant.

Addressing these limitations, and using digital diatom analysis methodology developed by our group within the last years, we are preparing the first web-based digital diatom taxonomy intercalibration in the frame of the DNAqualMG project (<https://dnaquaimg.eu/>). In this intercalibration, participants will be able to perform diatom identification and counting via a web browser-based interface, interacting with high resolution, multi-focal virtual slides digitized by slide scanning light microscopy. We are currently extending the functionality of our BioSLIDES virtual slide viewer (<http://udue.de/bioslidesEN/>) to enable it to serve as a platform for this intercalibration. The proposed procedure closely resembles the process of conventional light microscopic diatom analysis, and allows to evaluate identifications in a reproducible and traceable way on the level of individual cells.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

Benennung von Algetaxa in Checklisten, Taxonomie, Monitoring und Metabarcoding

Wolf-Henning Kusber; Nérida Abarca; Jonas Zimmermann

Freie Universität Berlin

Taxonomie als Grundlagenforschung untersucht verwandtschaftliche Organismengruppen auf verschiedenen Rangstufen. Besonders häufig werden Gattungen, Arten und innerartliche Taxa untersucht. Wenn im besten Fall Taxa nach ihren morphologischen, mikromorphologischen, biologischen und molekularen Merkmalen untersucht, nach dem Linnéschen System benannt und publiziert werden, ist eine Basis für die Namensverwendung geschaffen. Meist wird eine Synonymie von Namen älterer Taxa hinzugefügt und häufig Information zu Vorkommen und Ökologie.

Bei angewandten Fragestellungen (Umweltmonitoring, Wasserrahmenrichtlinie) werden meist Taxonbeschreibungen und -dokumentationen aus zweiter Hand verwendet und die Bestimmungsergebnisse mit Datenbankeinträgen (z.B. AlgaeBase, DiatomBase) oder Taxonlisten (Rote Listen, Bundestaxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands) abgeglichen. Jeder dieser Schritte kann durch Interpretation und Verkürzung der Informationen Verschiebungen bezüglich der ursprünglichen Daten bedeuten. Daher ist es unbedingt notwendig, dass bei der lichtmikroskopischen Artidentifikation grundsätzlich die Bestimmungsquelle, möglichst mit Seitenzahl und Abbildung genannt wird. Auch bei Listen aus dem Umwelt-Metabarcoding ist es wichtig, ob die Referenz-Sequenzen aus taxonomischen Originalarbeiten oder aus dokumentierten Identifikationen stammen. Grundlagenforschung und Praxis haben unterschiedliche Anforderungen an die Taxonomie die leicht als gegensätzlich wahrgenommen werden könnten.

In unserem Beitrag werden Werkzeuge zum Erkennen der Datenqualität von Bestimmungen und taxonomischen Beschreibungen kommuniziert. Ferner werden die Bedingungen der Möglichkeiten der Rückverfolgbarkeit von Artidentifikationen dargelegt.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

Analyse der Zooplanktonvielfalt im Starnberger See mittels ZooScan und DNA-Metabarcoding – Ein Methodenvergleich

Christian Vogelmann

Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

Zooplankton spielt eine entscheidende Rolle in aquatischen Ökosystemen und ist vielfältigen Umwelteinflüssen ausgesetzt. Traditionelle morphologische Analysen der Zooplanktonzusammensetzung sind jedoch zeitaufwändig. Moderne innovative Technologien wie das bildverarbeitende ZooScan System oder DNA-Metabarcoding bieten neue zeitsparende Analysemöglichkeiten. Beide Methoden wurden anhand von identischen Proben aus dem Starnberger See vergleichend angewandt, um die Übereinstimmung der mit ihnen gewonnenen Analyseergebnisse zu ermitteln.

Hierzu wurden vertikale Zooplanktonzüge analysiert, wobei dieselben Teilproben sowohl morphologisch mittels ZooScan als auch genetisch mittels DNA-Metabarcoding untersucht wurden. Es zeigte sich eine hohe Übereinstimmung (86,8 %) zwischen den ZooScan-Abundanzen und den DNA-Reads. Die Biomasseberechnung anhand der Körperlänge (Major-Axis) und des äquivalenten Kugeldurchmessers (ESD) ergab eine etwas geringere Übereinstimmung (78,1 % bzw. 79,6 %).

Die Ergebnisse heben die komplementären Stärken und Grenzen beider Methoden hervor: ZooScan unterstützt die Biomasseabschätzung und morphologische Differenzierung, während DNA-Metabarcoding eine höhere taxonomische Auflösung, die Erfassung seltener Taxa und Analyse großer Probennamevolumina ermöglicht. Die Kombination beider Ansätze erleichtert zukünftige Analysen bei gleichzeitigem Erkenntnisgewinn.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

Phytoplankton thermal performance determines the distinction of their life strategies

Patch Thongthaisong¹; Philippe Pondaven; Herwig Stibor; Maria Stockenreiter; Sabine Wollrab

¹ IGB Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Stechlin

Life strategies of phytoplankton can be defined using three quantities: maximum growth rate (μ), carrying capacity (K) and minimum required resource (R^*), relative to others in the community. These quantities are modulated by temperature, where phytoplankton groups (e.g. diatom, chrysophyte, cyanobacteria, and chlorophyte) exert different thermal performance curves, affecting the three quantities. Here, we mathematically derived predictions on shifts in life strategies along a temperature gradient from 4 to 35°C, based on empirically derived thermal performance curves. We differentiated three size classes per phytoplankton group and contrasted oligo- from eutrophic environments. Our results suggest that below 10 to above 30°C, diatoms shift from the combination of high μ and R^* (typical for a copiotroph strategy known from bacteria) to only high R^* , while cyanobacteria shift from high K (K-strategy) to high μ (r-strategy). Between 10 and 30°C, we found that cyanobacteria, chrysophytes and chlorophytes can have positive μ -K correlation (r-K trade-up), instead of the typically assumed r-K trade-off. Above 30°C, the four groups express distinctive strategies: high values of μ (cyanobacteria), K (chrysophytes), R^* (diatoms), and intermediate μ and R^* but low K (chlorophytes). Our results further indicate that, in general, strategies (via its impact on the respective quantities) of larger sized cells are more sensitive to changes in environmental N:P and strategies of cyanobacteria express high N:P sensitiveness below 20°C. Our theoretical results provide an explanation for the fact that cyanobacteria can thrive both under cold and very warm conditions and provide a helpful framework for predictions on shifts in life strategies and correspondingly species performance with global warming.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

Cyphonautes Larven von *Hislopia prolixa* (Bryozoa) – eine neue Larvenform in der Planktongemeinschaft des Europäischen Süßwassers

Gerhard Schoolmann; Andreas Martens¹; Karsten Grabow¹

¹ PH Karlsruhe

Kolonien des aus Gewässern von Japan, Südkorea und China beschriebenen Süßwasser-Moostierchens *Hislopia prolixa* Hirose & Mawatari, 2011 (Gymnolaemata) wurden erstmals 2021 im Oberrhein nachgewiesen (Grabow et al., 2022). Inzwischen sind auch Vorkommen aus holländischen Rheinabschnitten und der Lahn bekannt, und mit einer weiteren Ausbreitung im europäischen Fließgewässernetz ist zu rechnen. Während der überwiegende Anteil von Süßwasserarten von Moostierchen der Klasse Phylactolaemata angehört, die keine ähnlich spezialisierten Larvenformen aufweisen, dafür aber zur Überwinterung Statoblasten ausbilden, produziert *H. prolixa* in einem Zeitfenster planktische Larven, welche als Cyphonautes Larven bezeichnet werden. Sie sind bisher noch nicht im europäischen Süßwasserplankton vorgekommen. Im marinen Zooplankton der europäischen Küstengewässer ist diese Larvenform z.B. von dem weit verbreiteten Moostierchen *Membranipora membranacea* bekannt, die in ihrem Bauplan den Larven von *H. prolixa* sehr ähnelt. Da es sich bei Cyphonautes um eine völlig neue Larvenform für das europäische Süßwasser handelt, sollte sie in Zukunft bei Planktonuntersuchungen von Fließgewässern, und potentiell auch stehenden Gewässern, erkannt werden.

Der Vortrag stellt diese für das Plankton des Süßwassers in Deutschland und Holland neue Larvenform vor, informiert über voraussichtliche Ausbreitungstendenzen und Zeitfenster von Eientwicklung und Larvenproduktion.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

Können die Habitatqualität und Habitatdiversität das Äschenvorkommen erklären?

Maren Paulmann; Tanja Dickel; Manuel Müller; Carola Winkelmann

Universität Koblenz, Institut für Integrierte Naturwissenschaften, Koblenz

Die Bestände der Europäischen Äsche (*Thymallus thymallus*) sind in den letzten Jahren stark zurückgegangen. Gewässerverschmutzung, Verbau, Habitatverluste durch Überprägung, Klimawandel und Prädationsdruck sind mögliche Gründe dafür, dass die Leitfischart der Äschenregion heute auf der Roten Liste als „stark gefährdet“ eingestuft ist. Trotz Bemühungen im Gewässerschutz wirken bis heute lokale und großräumige Einflüsse negativ auf die Äschenbestände. Die Äsche stellt in verschiedenen Entwicklungsstadien unterschiedliche Ansprüche an ihren Lebensraum: Sie benötigt gut durchspülte Kiesbänke, die als Laichplätze dienen. Die Qualität und Sauerstoffversorgung dieser ist entscheidend für den Laicherfolg. Adulte Äschen bevorzugen tiefere Strukturen wie Rinnen oder Pools. Äschen migrieren zwischen Laich- und Adulthabitaten, weshalb anthropogene Wanderungshindernisse die Habitatqualität herabsetzen können. Der Verlust der Strukturvielfalt sowie die Degradation des Gewässerumfeldes führen zu Habitatverlust und dem Fehlen geeigneter Rückzugsorte für den Fall hoher Temperaturen oder Niedrigwasserphasen.

Ziel dieser Studie war es zu ermitteln, ob die Habitatqualität und -diversität die deutlichen Bestandsunterschiede der Äsche in Mittelgebirgsbächen in Rheinland-Pfalz erklären können. Dazu wurden in neun Mittelgebirgsbächen die kleinräumige und großräumige Habitatqualität und -diversität erfasst. Außerdem wurden die Äschendichten in Gewässerabschnitten von 250-400 m (1500-4500 m²) ermittelt und mit den Habitateigenschaften in Zusammenhang gebracht. Die Habitatdiversität wurde mit Hilfe der Hauptkategorien und deren Komponenten der Strukturgütekartierung aufgenommen. Die großräumigen Einflussfaktoren wurden mithilfe von GIS-gestützten Analysen untersucht, die eine Identifizierung und Bewertung der räumlichen Muster und Zusammenhänge ermöglichen. Da die Äschendichten neben der Habitatqualität und -diversität auch durch Prädatoren gesteuert werden können, wurde der Kormoran-Prädationsdruck anhand von Daten zu Kormoranschlagplätzen abgeschätzt. Im Vortrag werden die relativen Bedeutungen und die Wechselwirkungen zwischen Habitatqualität, -diversität und dem Kormoran-Prädationsdruck diskutiert.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

Details zur bisher nahezu unbekanntem Imaginalbiologie von *Atrichops crassipes* (Diptera: Athericidae)

Andreas Martens; Karsten Grabow

PH Karlsruhe

Atrichops crassipes (Meigen, 1820) ist eine Fliege mit aquatischer Entwicklung. Die Larve lebt im Sediment von Bächen und Seeufern und ist mit paarigen Pseudopodien an den Hinterleibssegmenten 1-7 plus zehn sehr langen, fädigen Tracheenkiemen auf den Hinterleibssegmenten 6-8 einzigartig und unverwechselbar. Es gibt eine Vielzahl von limnologischen Untersuchungen zu dieser Art.

Die Imaginalbiologie ist hingegen bisher weitgehend unbekannt. Dass die Weibchen am Teichfrosch *Pelophylax esculentum* parasitiert, wird in einer nur wenig bekannten Arbeit aus dem Jahre 1942 mit einem einzigen Satz erwähnt. Wir stießen zufällig auf dieses Phänomen und haben zwei Sommer lang an einem Gewässer südlich von Karlsruhe Frösche und ihre Interaktionen mit Weibchen von *Atrichops crassipes* beobachtet und mit Video systematisch registriert.

Die Weibchen der Art sind im Juni/Juli Blutsauger an Teichfröschen an Stillgewässern in der Nähe von Fließgewässern. Sie sind dort zwischen 11 und 16 h aktiv. Sie landen auf dem Rücken der Frösche an der Wasseroberfläche und haben einen massiven Einfluss auf das Verhalten der Frösche.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

Mesocosm flume experiments as a tool for the controlled investigation of ecosystem functioning under near-natural conditions

Patrick Fink; Dietrich Borchardt; Markus Weitere

Helmholtz-Centre for Environmental Research GmbH – UFZ

Stream and river ecosystems suffer from multiple, co-occurring anthropogenic stressors due to land use changes (agriculture, urbanization), hydromorphological alterations, inputs of organic and inorganic nutrients and pollutants, invasive species, and various effects of climate change. Taken together, these stressors impact the biodiversity and ecosystem functioning of small streams as well as large rivers. However, it is often difficult to disentangle the actions and effects of those simultaneous and interacting stressors through field observation and monitoring alone. Controlled experiments that incorporate the natural complexity are needed to study stressor effects and interactions and to understand mechanism and hierarchies of stressor effects. Flume experiments in mesocosms under near-natural conditions offer unique opportunities to separate and disentangle stressor actions and mechanisms. This is particularly important in highly heterogeneous environments such as river networks, with pronounced longitudinal gradients and various compartments. To account for this complexity, multi-flume experiments allow for gradient designs that are essential to assess stressor-response relationships with their potential thresholds for ecosystem functions and to ultimately delineate safe operating spaces for the management of resilient stream and river ecosystems. In my presentation, I will present several examples from such research using the Mobile streamside Mesocosm platform (MOBICOS) of the Helmholtz Centre for Environmental Research. I will demonstrate the versatility and application potential of the MOBICOS platform and show how this large research infrastructure could benefit functional stream ecology research across Germany and Europe.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

Morphologische Bestimmung vs. DNA-Metabarcoding im Kontext einer detaillierten Betrachtung eines renaturierten, urbanen Einzugsgebietes

Nele Wittmeier; Dominik Buchner; Svenja Gillmann; Marie-Thérèse Werner; Arne Beermann; Florian Leese; Armin Lorenz

Universität Duisburg-Essen

Die Boye ist ein rechter Zulauf der Emscher im Ruhrgebiet mit einem ca. 80 km² großen Einzugsgebiet. Das Einzugsgebiet ist urban geprägt und war in weiten Teilen bis vor wenigen Jahrzehnten als offener Schmutzwasserlauf ausgebaut. Seit den 2000er Jahren wurde es renaturiert. Im Rahmen des DFG-Sonderforschungsbereichs RESIST („Multilevel response to stressor increase and release in stream ecosystems“) wurden durch ein sehr engmaschiges Probestellendesign mit Probestellen im Abstand von etwa einem Kilometer (insgesamt > 50 Probestellen) umfassend Daten erhoben. Das Makrozoobenthos wurde nach Wasserrahmenrichtlinienstandard beprobt und bearbeitet. Die Bestimmung erfolgte mittels DNA-Metabarcoding, teilweise nach einer initialen morphologischen Bestimmung. Dieser Vortrag stellt die Ergebnisse des Vergleichs der beiden Bestimmungsmethoden vor und präsentiert darüber hinaus eine einzugsgebietsbezogene Analyse der Verteilung der Arten und Gemeinschaften basierend auf den morphologischen und Metabarcoding-Ergebnissen. Die Analyse fokussiert sich dabei auf die Ausbreitung der Arten nach Beendigung des offenen Abwasserabflusses und diskutiert den Einfluss möglicher Besiedlungsquellen auf die Zusammensetzung der Gemeinschaften.

Für eine bestmögliche Erfassung der Biodiversität ist es wichtig, dass beide Methoden kombiniert werden, da jede Methode bestimmte Taxa besser bzw. schlechter erfassen konnte.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

12 Stellen 12 Jahre – Ergebnisse einer Langzeitstudie zur Entwicklung der Makrozoobenthoszönosen ehemaliger Abwasserläufe des Emscher-Gebiets nach deren Renaturierung

Armin Lorenz¹; Caroline Winking²; Svenja Gillmann¹

¹ Universität Duisburg-Essen, Fakultät für Biologie; ² Emschergenossenschaft / Lippeverband

Seit den 2000er Jahren renaturiert die Emschergenossenschaft den Oberlauf und die Nebenbäche der Emscher im Ruhrgebiet. Einer der bedeutendsten Zuflüsse in diesem Kontext ist die ca. 14 km lange Boye, die ein Einzugsgebiet von ca. 80 km² umfasst. Mitte des 20. Jahrhunderts wurden die Boye und ihre sieben Nebenbäche weitgehend zu offenen Schmutzwasserläufen ausgebaut und führten seitdem Schmutzwasser. Über 70 Jahre später wurden im Jahr 2002 erste Maßnahmen zur ökologischen Verbesserung eingeleitet. Ab 2008 erfolgte schrittweise die Renaturierung aller Nebenbäche. Diese umfasste die Abwasserfreiheit und die morphologische Umgestaltung. Im Jahr 2017 wurden die letzten abwasserbelasteten ca. 8 km des Hauptlaufs der Boye abwasserfrei geschaltet und in den Folgejahren auch morphologisch verbessert.

Die Abteilung Aquatische Ökologie der Universität Duisburg-Essen begleitet und bewertet die Entwicklung der MZB-Zönosen, denn sie führt seit 2012 ein systematisches Monitoring an 12 Probestellen im Boye-System durch. Dabei werden jährlich im Frühjahr standardisiert Makrozoobenthosproben entnommen.

Dieser Vortrag präsentiert die Entwicklung der Zönosen und die Veränderung der ökologischen Bewertung der 12 Stellen über die 12 Jahre des Monitorings. Die Ergebnisse zeigen erhebliche Verbesserungen in der ökologischen Qualität im Zeitverlauf, wobei standortspezifische Unterschiede deutlich werden.

Darüber hinaus wird dargestellt, welche abiotischen Parameter (Wasserchemie, Substratanteile, klimatische Parameter) diese Veränderungen maßgeblich beeinflussen. Zudem wird die Ausbreitung verschiedener Makrozoobenthosarten als weiterer wichtiger biotischer Faktor näher beleuchtet.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

Arten turnover bei chemischer Belastung: Welche Rolle spielen Anpassungsprozesse bei lokalen Schlüsselarten?

Jonas Jourdan¹; Daniel Enns¹; Laura Soose¹; Safia El Toum Abdel Fadi²; Jörg Oehlmann¹; Kamil Hupato³

¹ Goethe Universität Frankfurt; ² Hamburg University of Applied Sciences; ³ Universität Duisburg-Essen

Die allgegenwärtige Schadstoffexposition führt dazu, dass sich unsere Gewässer in ihrer Artzusammensetzung verändern. Unser Wissen darüber, warum welche Arten wo verschwinden ist dabei absolut unzureichend. Während Arten die als sensitiv angesehen werden vielerorts verschwinden, nehmen andere Arten an Abundanz zu und dominieren lokale Artgemeinschaften. Solche Arten turnover konnten wir in einer hessenweiten Studie für zahlreiche Ordnungen aquatischer Invertebraten feststellen, selbst innerhalb nah verwandter Arten. Einige Arten scheinen in der Lage zu sein, Anpassungsstrategien zu entwickeln, die ihr Überleben auch unter Belastungen ermöglichen. Am Beispiel der ökologisch bedeutsamen Ordnung Amphipoda haben wir festgestellt, dass sich nah verwandte Arten sowie Populationen innerhalb einer Art in ihrem Verhalten, ihrer Reproduktion und ihrer Toleranz gegenüber Schadstoffen unterscheiden. Offensichtliche Anpassungsstrategien finden wir bei Arten, die aquatische Artgemeinschaften in belasteten Regionen dominieren. Diese spiegeln sich einerseits in einer graduellen Zunahme der Toleranz gegenüber Neonicotinoiden wider, andererseits in einer veränderten Reproduktionsstrategie. Entwicklungsplastizität scheint dabei eine wichtige Komponente bei der Anpassung an Belastungen zu sein, wie wir in Mehrgenerationsexperimenten im Labor zeigen konnten. Es bleibt zu klären, ob die Plastizität der schnell entwickelten Toleranz artspezifisch ist und warum nah verwandte Arten – möglicherweise aufgrund fehlender Anpassungsfähigkeiten – in belasteten Lebensräumen verschwinden. Unsere Ergebnisse unterstreichen dabei die vernachlässigte Rolle der Entwicklungsplastizität bei der kurz- und langfristigen Exposition natürlicher Populationen gegenüber Umweltverschmutzung. Darüber hinaus zeigen unsere Ergebnisse, dass selbst Schadstoffwerte, die um ein Vielfaches niedriger sind als die in der Untersuchungsregion festgestellten Konzentrationen, deutliche Auswirkungen auf die Entwicklungsverläufe von Schlüsselarten haben. Insgesamt wird offensichtlich wie wichtig ein wissenschaftlicher Fokus auf ökologisch relevante, lokal dominierende Arten ist, wenn wir gegenwärtige Veränderungen unserer aquatischen Lebensräume verstehen wollen.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

Von Schwebalgen- zur Makrophytendominanz – Langzeitentwicklung eines hessischen Badesees nach Restaurierungsmaßnahmen

Thomas Walter; Tim Epe

Institut Dr. Nowak GmbH & Co. KG

Nährstoffeinträge verschlechtern den ökologischen Zustand von Gewässern und können unter anderem die Badenutzung von Seen einschränken. Flachseen sind von der Eutrophierung besonders betroffen, da das organische Material schnellen Umsetzungsraten unterliegt.

Nach einer Reduzierung externer Zuflüsse sind Nährstofffällungen ein Mittel, um die Menge verfügbarer Nährstoffe im Gewässer zu begrenzen und die Produktivität des Phytoplanktons zu mindern.

Durch Massenentwicklungen von Cyanobakterien war das Baden im ca. 6 ha großen und mit einer mittleren Tiefe von 2,6 m flachen Bärensee vor 2007 häufig nur eingeschränkt möglich. Der Bärensee ist von der größten Campingplatzanlage Hessens umgeben und unterliegt einer intensiven Badenutzung. Nach Errichtung einer Ringkanalisation und der Reduzierung externer Nährstoffeinträge, wurde im Sommer 2007 erstmalig eine Nährstoffbindung mit lanthan-modifiziertem Bentonit (LMB) durchgeführt. Die Entwicklung im See wurde seitdem durch ein kontinuierliches Monitoring dokumentiert. Neu eingetragene Nährstoffe wurden durch weitere kleinere Nachbehandlungen mit LMB gebunden und damit die Nutzung des Badesees gewährleistet.

Der Vortrag zeigt die Entwicklung des Sees seit 2007. Neben dem Nährstoffhaushalt und den Chlorophyll-a-Gehalten wird die Entwicklung und Verbreitung der submersen Makrophyten beleuchtet. Diese haben sich seit 2017 im See etabliert. Hierbei wird auch die Frage diskutiert, wie sich flächendeckender Makrophytenbewuchs mit der Nutzung des Sees als Badegewässer vereinbaren lässt und welche Managementkonzepte zum Erhalt des Zielzustandes des Gewässers nötig sind.

Ecosystem metabolism as a tool to assess an ecological disaster: the River Oder

Janine Rüegg¹; Flavia Tromboni²; Dominik Martin-Creuzburg¹

¹ Brandenburgische Technische Universität (BTU) Cottbus-Senftenberg; ² Rheinland Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau (RPTU)

Anthropogenic impacts on freshwater ecosystems range from nutrient and contaminant inputs to flow regulation and climate change, the effects of which may act antagonistically, additively, or synergistically to affect ecosystem biota and function. Extremes of multiple stressors can lead to ecological disasters, such as occurred in August 2022 in the River Oder, when prolonged low flows combined with high temperatures created low oxygen concentrations which were compounded with high salt inputs and a toxic algal bloom. These combined stressors resulted in a large fish kill of an estimated 1000 tons dead. The evaluation of ecosystem resistance and resilience after such an event is limited by a lack of ecological information before the event as they are rare and unexpected. Long-term water quality monitoring stations could provide tools to evaluate such ecological disasters, especially if ecological functional metrics can be derived, such as ecosystem metabolism, which can be estimated long-term (> 25 yrs time series available). Daily average temperatures in the first week of August were 2 – 4 °C higher at 23 – 25°C and oxygen concentrations 2 – 3 mg/L lower at 6 – 7 mg/L compared to the previous year, while chlorophyll concentration increased with a delay of approximately one week, potentially explaining why low oxygen concentrations recovered by mid-August. Both gross primary production (GPP) and ecosystem respiration (ER), suffered a “crash” and were extremely low for summer, but then recovered by early August. However, early August values were not extremely elevated compared to other years. Furthermore, the “crash” was not unique to 2022 but also occurred in the two years prior. Temperature and light best predicted GPP and temperature, dissolved oxygen and GPP best predicted ER. However, the relationships followed a general linear pattern with the values during the event not significantly affecting predictive relationships. Identifying and potentially predicting a toxic algal bloom will likely require a multivariate evaluation considering rates of change in addition to absolute values.

A02 Extremereignisse und globaler Wandel / Extreme events and global change

A Catalog of Extreme Events of Water Quality in Federal Waterways

Mayra Ishikawa; Helmut Fischer; Marieke Frassl

Federal Institute of Hydrology (BfG) / Bundesanstalt für Gewässerkunde

Climate change is expected to enhance the frequency, duration and intensity of extreme events such as heat waves, droughts, floods, oxygen depletion and algal blooms. Nevertheless, extreme events have no fixed definition, especially for parameters outside the meteorological community. Water quality is no exception. To address this issue, time series of water temperature (WT), dissolved oxygen (DO) and chlorophyll-a (chl-a), at five stations of four different rivers, were assessed and events identified based on seasonal and fixed thresholds. Observations of WT and DO had a daily temporal resolution and started in the late 1970's. While chl-a had weekly to monthly observations since the 1990's. Seasonal thresholds were calculated based on a reference period of 30 years. For the seasonal thresholds, an extreme event was identified when observations exceeded the 90th percentile of the reference period. Additionally, an event must have had values above the threshold for a minimum of 5 days, and could have values under the threshold for 2 days or less. For chl-a, any observation that exceeded the threshold was marked as an event, due to the lower temporal resolution. With this approach, events based on seasonal thresholds were not limited to summer, and extreme events were assessed for the entire year and different seasons. Fixed thresholds refer to key/critical values established in regulations, common values used in the literature, and calculated site-specific mean maximum values. Water quality results from complex interactions in an aquatic system and it is not trivial to separate the climate from other anthropogenic signals. This became evident from the different trends at different stations, which were influenced by other factors despite the climate. WT showed a significant increase of the mean intensity of events at the Elbe and a decrease at the Neckar. Other stations presented changes on frequency and duration, but those were not significant (p -value > 0.05). DO showed a general improvement across all stations, with a significant reduction of events with concentrations lower than 8 mg/L. The same was observed for chl-a, except for the Moselle River, where the duration and intensity of events increased significantly.

Diatom communities in non-perennial rivers – new challenges for diatoms and ecologists alike

Andrea Burfeid-Castellanos

Duisburg-Essen University

Diatoms make a major contribution to the microphytobenthos and are only able to survive desiccation up to a certain degree. Throughout Europe, an increasing number of rivers are drying out at least temporarily because of climate change, and the effects this has on the organisms is not yet fully understood. Rivers can also run dry because of direct anthropogenic influence, e.g. by water extraction or due to landscape remodelling. This water reduction subjects a not-adapted diatom community to excessive drying stress and will consecutively reduce autochthone diversity. On the other hand, rivers that naturally fall dry at least for short periods of time are sometimes artificially replenished with water influx from other sources, which also modifies and homogenizes the river diatom communities. To observe the effects of increased drying and perennialization on riparian ecosystems, ecologists can use traditional morphology based as well as newer molecular methods to identify the microphytobenthos. However, both approaches have different advantages and drawbacks in the characterization of diatom communities, and combining both methods can help to give a more comprehensive view on the species diversity in the ecosystems and the ecological mechanisms underlying them. Here we provide an overview of diatom-based projects and their findings in Europe-wide surveys and regional long-term studies. One result is that resistance (survival through the drought) and resilience ([spatial] avoidance of drought) patterns seem to differ throughout Europe, probably following a gradient of environmental humidity. Another result is that perennialization creates a clear breaking point in the diatom communities, as the species distribution and water quality directly respond to the characteristics of the influx water. In general, the increasing threat of drought on previously perennial rivers, as well as the modification of the hydrology of previously non-perennial rivers, can have unforeseen consequences on diatom communities and ecology that need to be addressed.

Running dry– Auswirkungen extremer Trockenheit auf das Makrozoobenthos in Fließgewässern

Diana Goertzen¹; Anne-Kathrin Schneider²; Frank Suhling¹

¹ TU Braunschweig, Institut für Geoökologie; ² Thünen Institut für Biodiversität

Seit dem Jahr 2018 kam es in mehreren aufeinanderfolgenden Jahren zu extremer Trockenheit, was zu Veränderungen der Wasserführung in Fließgewässern führte: natürlicherweise temporäre Gewässer fielen überdurchschnittlich lange trocken, sonst permanente Bäche trockneten wiederholt aus oder wiesen eine stark reduzierte Wassertiefe von nur wenigen Zentimetern auf und größere Bäche und Flüsse hatten eine erkennbar verringerte Abflussmenge. Nun stellt sich die Frage, welche Auswirkungen die überdurchschnittlich trockenen Jahre auf die Zusammensetzung der Makrozoobenthoszönosen der Fließgewässer hatten. In der Stadt Braunschweig wird seit 2009 ein jährliches Gewässergütemonitoring an rund 60 Probestellen kleiner und größerer Fließgewässer durchgeführt. Diese Daten ermöglichten es uns, Veränderungen in den Makrozoobenthoszönosen und ihrer Diversität ab 2018 im Vergleich zum vorherigen Zeitraum zu untersuchen. Erste Ergebnisse zeigten, dass für die gesamte Stadt die Taxazahl (gamma-Diversität) zwar gleichbleibend hoch war, an verschiedenen Gewässertypen veränderten sich aber die Anzahl und/oder die Zusammensetzung der Taxa. Insbesondere ließen sich Veränderungen in Vorkommen und Häufigkeiten verschiedener Köcherfliegentaxa feststellen.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

Tagging loggerhead turtles (*Caretta caretta*) by using clingfish-inspired suction cups

Petra Ditsche¹; Andrea Herguedas²; Joana Batalha²; Rui Prieto²; Frederic Vandeperre²

¹ ClingTech Bionics UG; ² IMAR/MARE - University of the Azores

Attaching bio-logging tags to marine animals to study their behavior and physiology has a long tradition in marine research. Tracking techniques have continuously improved, e.g. in the size and shape of the tag or attachment methods. Sea turtles are usually tagged using epoxy resin to attach the tag to the carapace, even for short-term deployments. After tag detachment the epoxy resin remains on the turtle's carapace increasing hydrodynamic resistance of the turtle and the danger of entanglement. Moreover, the epoxy resin stays in the ocean. Therefore, a reliable, non-invasive and reversible attachment method would be desirable. Suction cups with the Clingfish-Effect® (CE) have been developed by the model of the Northern clingfish. They attach reversibly, but strong to rough and textured surfaces.

To test the suitability for specifically designed suction cups with the CE for tagging sea turtles, we (1) measured the attachment forces of the CE-suction cups on different scales (central, 2nd, and 3rd scale) of a loggerhead turtle's carapace in normal (perpendicular to the surface) and lateral (parallel to the surface) direction; (2) determined the hydrodynamic forces of the tag in a flow tank; and (3) performed first tag deployments with the CE-suction cups on living loggerhead turtles in the ocean.

Our results show significant differences in the attachment forces depending on the place of attachment (scale on the carapace) and the condition in which the suction cups have been attached to the carapace (dry, wet, and completely submerged). The strongest attachment was determined for CE-suction cups (6.5 cm diameter) attached in dry condition on the 3rd scale with pull-off forces ~ 150-200 N in the normal direction and 80-100 N in the lateral direction. Relating the forces to the size of the suction cup this equals a tenacity of ~ 50-60 N in the normal direction and ~20-30 kPa in the lateral direction. The drag forces of the tag, measured at flow velocities between 0 and 1.7 m/s, were always considerably under 10 N. In conclusion, the attachment forces in the lateral direction were always much higher than the acting drag forces and ensured secure attachment. However, it has to be considered that at higher swimming velocities drag will also increase. Moreover, the active behavior of the turtles can affect tag attachment. In the first deployment trials in the Atlantic at the Azores, the tag stayed on the large juvenile loggerhead turtles for up to 24 hours.

A04 Mikrobielle Ökologie / Microbial ecology

Dynamics and functions of aquatic microbial communities

Hans-Peter Grossart; Jason Woodhouse

Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB-Neuglobsow)

Freshwater lakes are under pressure, with both eutrophication and brownification impacting on phytoplankton dominance and community composition as well as food-web structure. Multi-year microbial studies of lakes are lacking, despite the role of microorganisms in determining remineralisation of organic matter and net carbon export. Over ten years, we implemented monthly sampling of microbial community composition for metagenomic analyses alongside physical, chemical and biological variables in two freshwater lakes; (i) the clear water Lake Stechlin, experiencing internal eutrophication, and (ii) dystrophic bog Lake Fuchskuhle receiving pulsed terrestrial inputs from its surrounding. Eutrophication with intensification of phytoplankton blooms increased niche opportunities for generalist copiotrophic bacteria. Browning contributed to decreases in phytoplankton, particularly mixotrophic Dinoflagellates, increasing the dominance of specialised bacterioplankton often involved in humic matter degradation. Multi-year investigations are critical to avoid overstating seasonal predictors and highlight the dynamic and highly contextualised nature of individual lakes and their respective food webs.

Inundation History and Drought Intensity interactively modulate Sediment Phosphorus Release and Microbial Functioning in River-Floodplain Systems

Michele Meyer¹; Matthias Koschorreck¹; Markus Weitere¹; Daniel Graeber¹; David Kneis²; Nuria Perujó¹

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

Floodplains are increasingly threatened by climate change and more extended low flow and drought periods. In this context, prolonged water residence times during low flow and flow resumption following drought may alter biogeochemical processes and promote sediment nutrient release, leading to eutrophication. Previous studies have focused on the effects of drought intensity on microbial functioning and sediment nutrient release. However, how phosphorus (P) release and microbial functioning are coupled in drought-affected floodplains is poorly understood. Furthermore, the response of sediments and nutrient fluxes following drought upon flow resumption is likely dependent on the previous inundation history. Here, we tested how drought intensity and inundation history interactively affect macronutrient fluxes and microbial functioning in a floodplain area of the River Elbe (Germany). We conducted a laboratory drought-induced incubation experiment using sediments from three sites with varying inundation histories: a site close to the river (constantly flooded), a backwater, and a periodically disconnected site. Each site was subjected to two drought intensities (low and high) and a control (no drought).

Our results show that sediments closer to the river and in the backwater released P into the water irrespective of the drought intensity, with an overall higher P release at the site closer to the river. In contrast, the periodically disconnected site exhibited considerably lower P fluxes compared to the other sites and showed increased sediment P retention with higher drought intensity. Preliminary data suggest that these differences in P release behaviour are linked to variations in functional microbial metabolic diversity, extracellular enzyme activities, and microbial community-level physiological profiles. The inundation history had a stronger effect on sediment P fluxes and the P buffering potential than drought intensity. However, significant interactions between inundation history and drought on microbial metabolic diversity and community-level physiological profiles indicate that the P release behaviour was indirectly affected by the coupled effects of inundation history and drought. Our findings highlight that inundation history and drought intensity trigger a cascade of processes, ultimately altering sediment P retention and release dynamics.

A04 Mikrobielle Ökologie / Microbial ecology

The role of light in spread of antibiotic resistance genes

Ling Luo, Uli Klümper

TU Dresden

Since the widespread of antibiotic resistance genes (ARGs), they may result in high risk for human beings' health. In the river ecosystems, biofilms are important part for microbial spread of ARGs, therefore, the spread of ARGs on biofilms should be paid attention. Moreover, the influence of light on the microbial communities on biofilms should not be ignored due to the role of phototrophs in affecting the spread of ARGs. Therefore, we designed different treatments, including dark-dark, dark-light, light-light, and light-dark, to reveal the importance of light on formation of microbial communities and ARG spread on biofilm. As a result, we found that light could alter the relative abundance of E.coli harboring ARGs and also the ARGs. In addition, the communities were altered by different light treatments. Through these results, we can know that, light, beneficial for phototrophs, was a crucial factor affecting the spread of ARGs between prokaryotic/ eukaryotic microbes.

A04 Mikrobielle Ökologie / Microbial ecology

Trade-offs of increasing temperatures for the spread of antimicrobial resistance in river biofilms

Uli Klümper¹; Kenyum Bagra²

¹ TU Dresden; ² Indian institute of Technology Roorkee

River microbial communities regularly act as the first defense against antimicrobial resistance genes (ARGs) that enter environmental microbiomes through wastewater. The global increase in temperatures due to climate change might disrupt this barrier effect by altering river microbial community structure and functions as well as resistome composition. Furthermore, the invasion dynamics of wastewater-born ARGs into river biofilm communities could be affected.

To combat the spread of antimicrobial resistance (AMR) in the environment under changing global temperatures, it is hence imperative to study such temperature effects on the natural river microbial resistome as well as the river microbial communities' resistance to invasion of foreign ARGs. Here we aimed to elucidate such temperature effects on the naturally occurring river biofilm resistome, as well as invasion success of foreign ARGs entering through wastewater.

To achieve this, natural river biofilms were grown in pristine rivers and transferred to laboratory recirculation flume systems operated at three temperatures (20°C, 25°C, and 30°C). Already after one week of temperature acclimatization, significant increases in the abundance of naturally occurring ARGs were detected at higher temperatures. After this acclimatization period, biofilms were exposed to a single pulse of wastewater, and invasion dynamics of wastewater-born ARGs were analyzed over two weeks. Initially, after one day, wastewater-born ARGs were throughout able to successfully invade all biofilms with no observable temperature effect on their relative abundance. However, thereafter ARGs were lost at a far increased rate at 30°C, with ARG levels dropping to the initial natural levels after 14 days. Contrary at lower temperatures, ARGs were either lost at slower rates or even able to establish themselves in biofilms with stable relative abundances above natural levels. Hence, higher temperatures come with trade-offs for river resistomes: Naturally occurring ARGs increase in abundance, while foreign, invading ARGs are lost at elevated speed.

A04 Mikrobielle Ökologie / Microbial ecology

Impact of biodiversity on neurotoxin exposure - benthic cyanobacteria colonize aquatic plants

Sven Meißner¹; Nikola Stankovic¹; Jutta Fastner²; Sabine Hilt¹

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

Neurotoxic benthic cyanobacteria can form associations with aquatic plants and have recently caused fatal dog poisonings in Berlin and worldwide. Reductions in external nutrient inputs have reduced phytoplankton biomass in many inland waters. However, deeper light penetration also means increased growth of aquatic plants and their associated cyanobacteria. Cyanobacteria on aquatic plants can be easily transported to beaches where humans and animals can be exposed to potent neurotoxins.

Here I will present the results of a screening and monitoring study of Lake Tegel with a focus on the diversity of aquatic plants and the impact of biotic and abiotic factors on their associated cyanobacteria.

A04 Mikrobielle Ökologie / Microbial ecology

Influence of salinity on growth and toxin production of the harmful alga *Prymnesium parvum*

Shambhavi Parmar; Karla Münzner; Stephanie Spahr; Jan Köhler

Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB), Berlin

Harmful algal blooms (HABs) have significant ecological and economic impacts on aquatic ecosystems. One such HAB-causing alga is *Prymnesium parvum*, found in brackish and freshwater habitats, which caused the most recent algal bloom in August 2022 in the Oder River, resulting in the death of many fish and mussels. The specific environmental factors that potentially facilitated its growth in the river include high temperatures, low river flow rates due to reduced precipitation, and increased salinity. Quantifying the influence of these conditions on growth and toxin production of the *P. parvum* strain from the Oder River is crucial for forecasting and potentially preventing toxic blooms and mass kills of fish and other aquatic life in the future. In this study, we focussed on the effects of salinity and light on the growth and toxin production of a lab culture of the Oder strain of *P. parvum*. Additionally, we compared the salt tolerance of different *P. parvum* strains from around the world to the Oder strain. The optimal salinity for the growth of the *P. parvum* Oder strain was between 4 and 8 PSU, with growth decreasing at salinities below 4 PSU and death of the algae at 16 and 32 PSU. The different strains of *P. parvum* differed in their salinity optima but were able to adapt to a wide range of salinities and survived at lower salinities for some time while producing toxins, posing a significant threat to freshwater ecosystems. These results underscore the importance of monitoring salinity and avoiding salinization of freshwater systems as a potential factor in bloom events. Additionally, further research into the specific environmental triggers for toxin production is essential to develop targeted approaches for preventing and controlling harmful algal blooms. Ultimately, understanding the ecological niche and adaptability of *P. parvum* can inform policy and conservation efforts to protect freshwater biodiversity and ecosystem health.

A04 Mikrobielle Ökologie / Microbial ecology

Predatory and parasitic microeukaryotes in wastewater treatment plants - diversity & function

Kenneth Dumack; Jule Freudenthal; Nils Heck; Nina Pohl; Marcel Dominik Solbach; Michael Bonkowski

University of Cologne, Germany

Microeukaryotes, particularly protists, have been overlooked in wastewater treatment studies due to methodological biases favoring prokaryotes. Applying metatranscriptomics has enabled us to address these biases, and in this presentation, I will provide a summary of four recent studies examining the entire wastewater microbiome, encompassing prokaryotes, fungi, protists, and microscopic metazoa (Heck et al. 2023, Freudenthal et al. 2022, Pohl et al. 2021, Solbach et al. 2021).

Our primary focus has been the exploration of biotic interactions within wastewater, leading to several noteworthy findings: 1. Microeukaryotic predators shape the prokaryotic community composition and are thus integral for well-performed wastewater treatment. 2. Gut parasites among microeukaryotes exhibit heightened activity in wastewater but undergo effective reduction during denitrification, likely influenced by microbial predation. 3. The so-far overlooked, but most abundant wastewater protist worldwide, *Rhogostoma minus*, hosts Legionellales and potentially functions as a vector for Legionnaire's disease in humans. These findings underscore the significance of investigating microbial eukaryotes in wastewater, now made feasible with advanced tools.

Protozoan predation can promote bacterial plasmid transfer in aquatic ecosystems

Robin Starke¹; Magali de la Cruz Barron; Thomas Berendonk; David Kneis; Uli Klümper

¹TU Dresden

Conjugative plasmid transfer is a major bacterial evolutionary process and significantly contributes to the dissemination of antibiotic resistance genes. Abiotic conditions affecting plasmid transfer rates have been widely studied. Biotic factors including interactions with non-bacterial microorganisms have received less attention. Protozoa are commonly found in any aquatic ecosystem and constitute an important link between metazoan organisms and the microbial loop of aquatic food webs. Further, they are highly abundant in environments with high bacterial densities like wastewater treatment plants or aquatic biofilms which are considered hotspots for the spread and emergence of antibiotic resistance through plasmid transfer.

We here hypothesize that bacterial defense mechanisms like aggregation and stress responses under protozoan predation could provide favorable conditions for bacterial conjugation and thus increase transfer rates of antibiotic resistance encoding plasmids.

Through a combination of experimental liquid mating assays and mathematical modeling, we here demonstrate that predation pressure by the bacterivorous ciliates *Tetrahymena pyriformis* and *Paramecium tetraurelia* increase plasmid transfer rates between *Pseudomonas putida* strains. The presence of *T. pyriformis* caused a significant up to six-fold decrease in total bacterial densities. However, the number of transconjugants per recipient increased significantly with increasing predation pressure from $7.7 \pm 7.8\%$ in the absence of *T. pyriformis* to $47.7 \pm 22.9\%$ at the highest initial *Tetrahymena* concentration of 1000 cells/mL. A mathematical model based on ordinary differential equations was able to corroborate the experimental observations when assuming that the plasmid transfer rate constant γ is predation-dependent. Here γ increased by up to 60% at predator concentrations of 1000 cells/mL. Similar trends but with weaker effect sizes were obtained under predation of the other ciliate *P. tetraurelia*. Contrarily, the tested non-ciliate protozoan grazers, flagellates, and amoebae, did not affect the conjugation rates of their prey bacteria.

In conclusion, biotic stress through protozoan predation can directly affect plasmid transfer rates. Hence, ecological interactions need to be taken into account when assessing the spread of conjugative plasmids in complex environmental settings.

Do effects observed in laboratory plasmid transfer experiments translate to ARG levels in natural aquatic communities? - A case study on carbamazepine

Eda Deniz Erdem; Thomas Ulrich Berendonk; Uli Klümper

TU Dresden, Institute of Hydrobiology

Carbamazepine (CBZ), a frequently used anticonvulsant pharmaceutical is accumulating as a pollutant in aquatic environments as it regularly persists environmental biodegradation. Previously, using artificial plasmid donor strains at unnaturally high abundance, CBZ at environmentally relevant concentrations has been shown to facilitate plasmid transfer in both single-species and community-level experiments. This brings into question if such conjugation-promoting effects of CBZ are of environmental relevance and detectably promote the spread of antibiotic resistance gene (ARG) encoding plasmids that occur at far lower, natural levels in complex bacterial communities. Here we aimed at investigating this, using an experimental evolution approach.

To this end, an aquatic bacterial community was passaged in liquid medium across five different concentrations of CBZ (0, 0.05, 0.5, 5, 50 mg/L) for three days. High-throughput qPCR was employed to quantify changes in the abundances of 26 ARGs and 5 MGEs. Moreover, 16S rRNA gene-based amplicon sequencing was conducted to investigate CBZ-induced changes to the community composition.

First, no substantial changes in community composition of the microbial communities exposed to differing concentrations of CBZ were detected. Consequently, any effects observed for enrichment of ARGs or MGEs would be attributable to increased horizontal gene transfer within the community, rather than an altered survivability or selection of the specific ARG/MGE hosts. However, unlike in previous experiments with high plasmid loads, there was no all-encompassing trend of increase in the relative abundances of ARGs and MGEs due to CBZ exposure. In the evolved communities only 7 out of 30 genes of interest were significantly positive correlated with CBZ concentration. Among these genes, only the two beta-lactam ARGs blaOXA-48 and blaNDM were lost in the absence but increased in abundance in presence of CBZ. The macrolide ARG ermF increased under all conditions but this increase was more pronounced at higher CBZ concentrations. For the remaining 2 ARGs blaCMY and dfrA1 and the two MGE markers IncW and IS26 rather than enrichment through CBZ a decrease in the loss rate during the evolution experiment was detected.

Consequently, effects observed in laboratory plasmid transfer experiments with high plasmid loads do only partly translate to effects on ARG levels in natural aquatic communities and are if at all detectable highly gene dependent.

A05 Multiple Stressoren / Multiple stressors

Risikoabschätzung für Fischbestände in Fließgewässern infolge von Niedrigwasser - Denkanstöße und -ansätze

Louis Sollinger

Mesocosm GmbH - Institut für Gewässerschutz

Infolge des durch den Menschen beschleunigten Klimawandels wird eine Zunahme von Abflussextemereignissen in deutschen Fließgewässern postuliert. Sowohl Hoch- als auch Niedrigwasserphasen beeinflussen natürlicherweise die Ichthyozönosen eines Fließgewässers auf vielfältige Weise und auf verschiedenen Ebenen. Im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „WaX – Wasserextremereignisse“ und des geförderten Projekts „DryRivers“ wurde das Ziel verfolgt, ein bundesweit für alle natürlichen Fließgewässer gültiges Werkzeug zur Risikoabschätzung der aus extremen Niedrigwasserereignissen resultierenden Schädigung von Fließgewässerfischartengemeinschaften zu entwickeln. Im Rahmen des Vortrages sollen zwei in diesem Zusammenhang entwickelte Herangehensweisen erläutert sowie ihre Vor- beziehungsweise Nachteile und vorläufige Ergebnisse präsentiert werden.

A05 Multiple Stressoren / Multiple stressors

Temperatur-induzierte Veränderungen in der Mitochondrienatmung bei *Daphnia magna*

Nadine Hoffschroer¹; Cecilia Laspoumaderes²; Bettina Zeis¹; Nelly Tremblay³

¹ Universität Münster; ² CONICET-Universidad Nacional del Comahue, Argentina; ³ Université du Québec à Rimouski, Canada

Der Lebensraum des limnischen Zooplanktons stellt aufgrund der saisonalen sowie lokalen Temperaturschwankungen innerhalb der Wassersäule eine Herausforderung dar. Bei poikilothermen Organismen beeinflusst die Exposition gegenüber wechselnden Temperaturen die Eigenschaften der Mitochondrien. Enzyme des Metabolismus, die reduzierte Substrate an die Elektronentransportkette und das oxidative Phosphorylierungssystem liefern, müssen ihre Aktivität und Fluxraten an die veränderten Temperaturbedingungen anpassen. Untersuchungen mit Hilfe von Respirometrie ergaben, dass die Atmung von *Daphnia magna* durch die Akklimationstemperatur der Tiere beeinflusst wurde, wobei kalt-akklimierte Tiere eine höhere Citratsynthase-Aktivität zeigten, wahrscheinlich aufgrund quantitativer Anpassungen, während warm-akklimierte Tiere eine höhere Temperaturempfindlichkeit der funktionellen Eigenschaften mitochondrialer Enzyme aufwiesen. Dies deutet darauf hin, dass die Atmung von *Daphnia* hauptsächlich durch die Bereitstellung reduzierter Substrate begrenzt wird und nicht durch Einschränkungen in den Enzymkomplexen der Atmungskette. Dies könnte dazu beitragen, die Produktion reaktiver Sauerstoffspezies zu reduzieren und die Energiereserven der Tiere zu bewahren. Die Studie ergab jedoch auch, dass erhöhte Temperaturen zu einer verstärkten Abwehr gegen oxidativen Stress führten, wie durch die integrierte Biomarkerantwort aufgezeigt wurde.

A05 Multiple Stressoren / Multiple stressors

Gibt es einen Zusammenhang zwischen Fließgewässerkolmation, Sedimentfauna und Bewertung nach Wasserrahmenrichtlinie?

Teresa Luftensteiner¹; Alcides Aybar-Galdos²; Heide Stein³; Markus Noack²; Hans Jürgen Hahn³

¹ RPTU Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau; ² Hochschule Karlsruhe University of Applied Sciences; ³ Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) verpflichtet die Mitgliedsländer bis 2027 den guten ökologischen Zustand aller Fließgewässer herzustellen. Dieses Ziel wird voraussichtlich verfehlt werden. Ein Grund könnte die Kolmation sein, die sich hinter der „Allgemeinen Degradation“ verbergen dürfte. Kolmation, das Verstopfen der Sedimente, ist ein natürlicher Prozess, der durch intensive Landnutzung verstärkt wird. Sie führt zur Verringerung der Sauerstoff- und Nährstoffversorgung, zum Verlust von Lebensraum sowie zur Verarmung der Sedimentfauna.

Um den Zusammenhang zwischen WRRL-Bewertung, Kolmation und Sedimentbesiedlung zu überprüfen, wurden 2021 bis 2022 14 Bäche unterschiedlicher Fließgewässertypen (FGWT) hydrochemisch, faunistisch sowie sedimentologisch untersucht und die Kolmation quantitativ erfasst. Die Ergebnisse für silikatische, grobmaterialreiche Mittelgebirgsbäche (FGWT 5) werden vorgestellt.

Es besteht ein klarer Zusammenhang zwischen WRRL-Bewertung, Kolmation und Sedimentfauna. Die Trennung der Gewässer gemäß WRRL in „mäßig“ und besser spiegelt sich in der Besiedlung wider. Abundanz und Diversität sinken mit zunehmender „Allgemeiner Degradation“ sowie Kolmation und steigen mit hydraulischen Konduktivität (kf). Auch die Wasserchemie reflektiert die WRRL-Bewertung, wobei besser bewertete Bäche höhere Sauerstoffkonzentrationen aufweisen. Die die Sedimentfauna prägendsten Faktoren/ Parameter sind jedoch „Allgemeine Degradation“ sowie Feinsedimentanteil, Kolmation und kf.

Die Degradation von Fließgewässern wird durch verschiedene Faktoren wie stofflichen und organischen Belastungen beeinflusst. Unsere Untersuchungen zeigen, dass Kolmation einer dieser Faktoren ist. Fließgewässertypspezifische Referenzen zur Bewertung der Kolmation sind jedoch noch nicht verfügbar. Eine Bewertung der Kolmation ist notwendig, um Kolmationsprobleme zu erkennen und Maßnahmen zu ergreifen, besonders wenn Renaturierungsmaßnahmen den ökologischen Zustand kaum verbessern konnten.

A05 Multiple Stressoren / Multiple stressors

Ökologisch faunistische Analysen der Kolmation in Fließgewässern: räumliche & zeitliche Aspekte

Heide Stein; Hans Jürgen Hahn

Institut für Grundwasserökologie (IGÖ GmbH)

Kiesige und sandige Gewässersohlen können durch Feinsedimente und biologische Vorgänge verstopfen. Dieser Prozess wird als Kolmation bezeichnet. Hohe Feinsedimentfrachten in Fließgewässern (FG) können natürliche Kolmationsprozesse verstärken. Besonders bei FG mit intensiv genutzten Einzugsgebieten sowie begradigten und verbauten Gewässern. Dauerhaft stark kolmatierte Gewässersohlen weisen ein strukturell und funktionell verarmtes Lückensystem (hyporheisches Interstitial) auf, hier sind das Reinigungspotenzial sowie die Habitat- und Biodiversität vermindert. Studien belegen, dass die Kolmation eine entscheidende Rolle bei der Degradation von Biozönosen spielt und negative Auswirkungen auf den ökologischen Zustand (ÖZ) hat. Bei der Zustandsbewertung der FG nach EG-Wasserrahmenrichtlinie wird die Kolmation jedoch nicht erfasst. Bei Renaturierungsmaßnahmen werden Sedimenteinträge und ihre Folgen kaum berücksichtigt, sodass sie selten nachhaltig zu einem guten ÖZ führen.

Im Frühjahr 2019 wurde die Kolmation an 25 FG in Rheinland-Pfalz gemessen, um Zusammenhänge mit der Interstitialbesiedlung und dem ÖZ zu untersuchen. An allen Standorten wurden der ÖZ, die hyporheische Meiofauna und ökologisch relevante Parameter (z. B. Sauerstoff, Sedimente) erfasst. Einer der Standorte (Unterer Guldenbach) wurde von Mai 2019 bis April 2020 monatlich untersucht, um zeitliche Veränderungen der Kolmatierung und Meiofauna zu erfassen.

Die Ergebnisse zeigen deutliche gewässertypische Unterschiede in der Kolmation. Folglich wären für eine Bewertung der Kolmation Referenzzustände für Fließgewässertypen sinnvoll. Auch wurden negative Zusammenhänge zwischen der Diversität und den Anteilen von Lückensystembesiedlern (v.a. Crustacea) mit der allgemeinen Degradation und der Kolmation nachgewiesen. Stärker degradierte FG waren i.d.R. auch stärker kolmatiert. Am Unteren Guldenbach wurde eine ausgeprägte zeitliche Dynamik der Kolmation festgestellt, die stark an das Abflussverhalten gekoppelt war. Die hyporheische Meiofauna spiegelte die wechselnde Kolmationssituation deutlich wider.

Die Untersuchungen bestätigen, dass zielgerichtete Maßnahmen v.a. auch im Einzugsgebiet zur Erreichung des guten ÖZ definiert werden können, wenn die Erfassung der Kolmation die Fließgewässerbewertung ergänzt. Forschungsbedarf besteht bei der Definition gewässertypspezifischer Referenzzustände für die Kolmationsbewertung und der Weiterentwicklung der Erfassungsmethoden, z.B. Messtiefe, -zeitpunkt, Standortwahl.

A05 Multiple Stressoren / Multiple stressors

Maßnahmen zur Re-Etablierung von Characeen in oligo-mesotrophen kalkreichen Seen

Uta Müller¹; Patrick Heidbüchel; Rüdiger Mauersberger; Constacia Levertz; Sabine Hilt

¹ Leibnitz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

Characeen sind die charakteristische Vegetation oligo-mesotropher kalkreicher Seen des Habitattyps 3140. Viele Characeen Bestände waren schon vor über 100 Jahren von starken Rückgängen betroffen, die meist auf erhöhte Nährstoffeinträge aus dem Einzugsgebiet zurückgeführt wurden. In den letzten Jahrzehnten gingen Characeen jedoch auch in vielen Seen ohne erkennbare erhöhte Nährstoffzufuhr aus dem Einzugsgebiet zurück. Im Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben „Chara-Seen“ wurde zwischen 2019-24 der Erfolg verschiedener Maßnahmen zur Revitalisierung von Characeen in einem Vorher-Nachher-Maßnahme-Kontrolle Ansatz getestet. Beispiele für getestete Maßnahmen umfassen die Reduktion der Fischbestände, Exclosures, Phosphorfällung oder die Entnahme von *Ceratophyllum demersum*. Für alle drei Typen von Maßnahme-Seen konnte eine signifikante Verbesserung der Characeen-Zustandsklasse erreicht werden, während der Zustand der Kontroll-Seen im Mittel unverändert blieb. Von 10 Seen, die vor Durchführung der Maßnahmen keine Characeen-Bestände mehr aufwiesen, blieb nur ein See in diesem schlechten Zustand. Eine gute Characeen-Zustandsklasse konnte in 3-4 Seen erreicht werden, ein sehr guter Zustand dagegen keinem der Projekt-Seen. Vor- und Nachteile sowie Chancen und Grenzen der verschiedenen Ansätze werden diskutiert. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für die Entwicklung einer Entscheidungshilfe zur Re-etablierung von Characeen in Hartwasserseen.

A05 Multiple Stressoren / Multiple stressors

Resilienz und biologische Vielfalt gefährdeter Gewässer durch minimalinvasive Sedimentbehandlung

Cordula Jäger

Drausy GmbH

Künstliche Seen, Flüsse, Teiche und Feuchtgebiete sind eigenständige wichtige Lebensräume. Sie sind nicht in der Lage, sich natürlich zu regenerieren - abgestorbene Biomasse führt zu Verschlämzung und zur Produktion von Fäulnisgasen.

Durch minimalinvasive Sauerstoffanreicherung der Grenzschicht zwischen Wasserkörper und Sediment kann ein natürliches Gleichgewicht in den Gewässern geschaffen werden. Die flächig-bodennahe Dauerbehandlung erhält und verbessert die Funktions- und Leistungsfähigkeit von Oberflächengewässern unter Berücksichtigung der Anpassung an den Klimawandel, der Ressourcenschonung und des Schutzes der Artenvielfalt.

Herausforderung: Sauerstoffdefizite am Grund von Oberflächengewässern

Die Sauerstoffaufbereitung ist vor allem aus der Klärtechnik bekannt - in Oberflächengewässern besteht die Herausforderung darin, den Sauerstoff dort einzubringen, wo das Defizit entsteht: am Grund.

Stand der Technik:

- Belüftungssysteme in Teichen und Seen wirken an der Oberfläche / benötigen viel Energie.
- In tiefen Schichten ist die Flächenbehandlung ein Problem.

Die Technologie Drausy® Professional bietet eine nachhaltige, kontinuierliche Bewirtschaftung der Wasserressourcen. Diese Schlussfolgerung ergibt sich aus den folgenden Bewertungen:

- Funktionale Kohärenz des Systems - In Bezug auf Material und Funktionalität (Bruch, Elastizität, Widerstand, Lebenszeit)
- Wirkungsgrad (Sauerstofflöslichkeit) - Seit 2021 sind feine Blasen im Submillimeterbereich zum Standard geworden - das hat die O₂-Löslichkeit deutlich erhöht und den Energiebedarf gesenkt. Der gesamte Wasserkörper wird kontinuierlich vom Boden bis zur Wassersäule behandelt.

Die vorgestellte naturbasierte Technologie erreicht mit einer Anwendung verschiedene Ziele. Sie ist eine ressourcenschonende Instandhaltungsmaßnahme. Die folgenden Herausforderungen können gelöst werden:

Erhaltung und Verbesserung der Funktionalität und Leistungsfähigkeit von Oberflächengewässern:

- Stimulierung des Gewässers/ der Biozönose durch Sauerstoffanreicherung (Nährstoffbindung am Boden, Klärung des Wassers)
- Sedimentreduzierung (Volumenreduzierung durch Metabolisierung organischer Stoffe und Bodenverdichtung)
- Prophylaxe gegen Schlamm/Verschlämzung/Methanemissionen

Anpassung an den Klimawandel, Ressourcenschutz und Erhaltung der biologischen Vielfalt werden in dieser naturbasierten Langzeitanwendung gleichermaßen berücksichtigt:

Energie, Betriebsmittel, Lebenszeit, Infrastruktur (Wasser und Land)

A05 Multiple Stressoren / Multiple stressors

Reaktionen einer aquatischen Gemeinschaft auf wiederholte Pyrethroid-Pulseexpositionen

Sarah Betz-Koch; Jörg Oehlmann; Matthias Oetken

Goethe Universität Frankfurt am Main

Neben einer Vielzahl von anthropogenen Stressfaktoren gelten Pestizide als einer der Hauptverantwortlichen für den Rückgang der Artenvielfalt von Makroinvertebraten in kleinen Bächen. Diese werden insbesondere während Regenereignissen von benachbarten Agrarflächen über Run-off wiederholt in die Gewässer eingetragen, was zu komplexen Expositions dynamiken für die aquatischen Organismen führt. Insbesondere Pyrethroide werden weltweit in landwirtschaftlichen Oberflächengewässern nachgewiesen und stellen ein hohes Risiko für wirbellose Wasserorganismen dar. Aufgrund ihrer schnellen Wirkungsweise, die auf Natriumkanäle abzielt, können selbst kurze Pyrethroid-Expositionsimpulse erhebliche kurz- und langfristige Auswirkungen auf Makroinvertebratengemeinschaften haben. Daher ist es notwendig, für die Umweltrisikobewertung von Pestiziden realistischere Expositionsszenarien zu berücksichtigen und folglich realitätsnähere Wirkungsdaten durch den Einsatz von Multi-Stressor-Testsystemen zu erhalten.

Daher wurden in einem experimentellen Ansatz unter Verwendung künstlicher Fließrinnen vier durch starke Regenfälle verursachte Pyrethroidpulse simuliert, indem eine aquatische Lebensgemeinschaft, bestehend aus *Gammarus pulex*, *Ephemera danica*, *Lumbriculus variegatus* und *Potamopyrgus antipodarum*, über einen Zeitraum von 35 Tagen verschiedenen umweltrelevanten Konzentrationen von Deltamethrin (0.64 ng/L, 4 ng/L, 16 ng/L, 64 ng/L) für 12 Stunden mit dazwischen liegenden Erholungsphasen von sechs Tagen ausgesetzt wurde. Verschiedene letale (Mortalität) und subletale Endpunkte, darunter Reproduktion sowie das Trockengewicht der Würmer etc., wurden zur Bewertung der ökotoxikologischen Auswirkungen auf eine aquatische Gemeinschaft verwendet.

Erste Ergebnisse zeigen, dass es bei einer gepulsten viermaligen Belastung mit einer Konzentration von 64 ng/L Deltamethrin zu einem signifikanten Anstieg der Mortalitätsrate von *Gammarus pulex* mit steigenden Deltamethrin-Konzentrationen kam, während die Anzahl an juvenilen Gammariden signifikant abnahm. Da *Gammarus pulex* als Zerkleinerer von Detritus und als Beutetier für viele Fischarten eine Schlüsselrolle von Süßwassersystemen spielt, deuten die vorliegenden Ergebnisse darauf hin, dass der Einfluss einer gepulsten Pyrethroidbelastung negative Auswirkungen auf das gesamte Süßwassersystem zur Folge haben kann.

A05 Multiple Stressoren / Multiple stressors

Predicting Ecosystem Functioning with a Land-Use Intensity Index for Streams (LUIS)

Alina Kindinger; Devanshi Pathak; Dietrich Borchardt; Markus Weitere; Karin Frank; Mechthild Schmitt-Jansen; Olaf Büttner; Ulrike Scharfenberger; Mario Brauns; Patrick Fink

UFZ - Helmholtz Centre for Environmental Research

Intensive agriculture relies heavily on the application of fertilizers and pesticides to increase crop production. However, export of these substances from agricultural areas into surface waters impairs water bodies' ecological status and ecosystem functions. Prediction of stream ecosystem functioning from land use information is challenging, because it requires knowledge on how spatially distributed agricultural impacts in the catchment are integrated along the stream network to impact in-stream ecosystem functioning. To fill this gap, we introduce a novel Agricultural Land-Use Intensity index for Streams (LUIS) designed to quantify and differentiate the multiple stressors that agricultural land use exerts on stream ecosystems. Using grid-level information on fertilizer and pesticide inputs, and hydrological connectivity, LUIS is able to aggregate agriculture-related stressors at a sub-catchment level and to consider long-distance effects. To connect LUIS with trophic transfer efficiency as a proxy for ecosystem functioning, we conducted a large sampling campaign in the Harz mountains in Saxony-Anhalt in 20 different streams spanning along a LUIS gradient. The quantitative assessment of LUIS-function relationships will reveal potential thresholds for land use intensity where ecosystem functionality may shift outside sustainable safe operating spaces.

A05 Multiple Stressoren / Multiple stressors

Thresholds for eutrophication of benthic and hyporheic biofilms under different C: P and light: P ratios

Rizwan Ullah; Anika Große; Nuria Perujo; Daniel Graeber; Patrick Fink

Helmholtz-Centre for Environmental Research - UFZ

Eutrophication is a prevalent stressor for streams worldwide. Nutrient enrichment, such as an excess of phosphorus together with light can drive eutrophication by stimulating the growth of autotrophic biofilms, while a combination of phosphorus together with dissolved organic carbon (DOC) should stimulate the heterotrophic biofilm growth. Yet, the effects of light or DOC along phosphorus gradients is largely unknown for benthic and hyporheic biofilm communities under near-natural conditions. We performed a flume mesocosm experiment in the anthropogenically undisturbed portion of the Holtemme River, which is characterized by low dissolved phosphorus concentrations. We applied a gradient of dissolved phosphate concentrations (12 levels from 5 to 220 $\mu\text{g P L}^{-1}$) either together with increased light or together with additional reactive DOC (1 mg L⁻¹, acetate). We expected the biomass of both benthic and hyporheic microbial communities to increase non-linearly with increasing phosphorus concentrations, but with characteristic differences for autotrophic and heterotrophic communities. Specifically, a combination of soluble reactive phosphorus with light should promote the dominance of cyanobacteria and chlorophytes compared to diatoms. The gradient approach of our experiment work will potentially contribute to the delineation of a safe operating space for biofilm biomass and composition, within which eutrophication only has moderate impacts. With this we may be able to delineate thresholds for eutrophication under different light and DOC regimes and predict effects on stream ecosystem functioning.

A05 Multiple Stressoren / Multiple stressors

Biodiversity trends of major riverine aquatic organism groups as a function of multiple stressors

Willem Kaijser

Universität Duisburg-Essen, Campus Essen

Aquatic ecology aims to generalize available information for practical applications. Biodiversity metrics of five biotic groups—bacteria, algae, macrophytes, macro-invertebrates, and fish—vary with specific stressors and their intensities. Commonly assessed stressors include salinity, oxygen, substrate (fine sediment), nutrients, flow, and temperature. Despite scattered literature, limited synthesis exists on the quantitative relationships between these stressors and biodiversity metrics.

This study synthesizes existing knowledge to quantify these general patterns and assess their uncertainties. We systematically scanned approximately 30,000 articles for relevant data in figures, tables, and datasets, fitting models and conducting a Bayesian meta-analysis on 1-3% of usable sources. Bayesian Model Averaging (BMA) was employed to account for noisy and biased sources of uncertainty.

Preliminary results indicate that data from figures more positively display patterns, with a notable relationship between effect size and standard error, suggesting large heterogeneity and potential overestimation. Biodiversity trends in invertebrates concerning fine sediment and salinity are most apparent, while other patterns remain vague and uncertain.

These results can inform future studies or highlight gaps in knowledge about other biotic groups. Additionally, ecology should emphasize clearly defining target populations and publishing negative results and datasets to improve transparency and progress.

A06 Aquatische Nahrungsnetze / Aquatic food webs

Food webs of agricultural streams are less complex but not less efficient

Mario Brauns¹; Romy Wild²

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ ; ² Technische Universität München (TUM)

The expansion and intensification of agricultural land use and the associated deforestation, eutrophication and modification of habitat heterogeneity remain the most important stressors to stream ecosystems worldwide. Their effects on biodiversity and community composition are well described, but we lack comparative knowledge about the effects of agriculture on the topology of and energy fluxes in food webs. We combined stable isotope-derived dietary proportions with quantifications of ecosystem production to calculate food chain length, complexity and trophic transfer efficiency (TTE) of the green (biofilm) and brown (terrestrial POM) food chain in two forested and two agricultural streams. Food web complexity was lower, and food chains were shorter in agricultural than in forested streams. There was a shift in basal resources from tPOM to biofilm in agricultural streams, and TTE of the brown and green pathway decreased with increasing trophic positions in agricultural streams. However, the remarkably high TTE of primary consumers in agricultural streams compensated for the loss of green and brown fluxes to higher trophic levels. We attribute the observed food web effects to the release of primary consumers from top-down pressure, as predator production was lower in agricultural than in forested streams. We discuss if the inverse relationship between food chain length and TTE is a peculiarity of highly modified freshwater ecosystems.

A06 Aquatische Nahrungsnetze / Aquatic food webs

Invasion of sunbleak in previously fish-free gravel pit lake: A trophic cascade on the whole-lake scale

Kristin Scharnweber¹; Lisa Heermann¹; Ulrich Werneke²; Jost Borchering¹

¹ Universität zu Köln; ² Naturschutzzentrum im Kreis Kleve e.V.

Gravel pit lakes probably display the most abundant type of artificially created water bodies. These newly established ecosystems are oftentimes, at least initially, devoid of any fish as most gravel pit lakes are not connected to a river system or other water bodies. Natural colonization by fish may randomly occur via flooding or dispersal by other animals, in most cases, however, we have to assume human impact as colonization vector.

Excavation of the gravel pit lake Reeser Meer Nord-Erweiterung (RMNE) which is located in the floodplain area of the Lower Rhine started in 2006. We have monitored the lake over the course of 14 years. In 2019, we caught the first fish individuals of the species sunbleak *Leucaspis delineates*. Fish abundance increased massively and reached a peak in autumn 2022, but during the following year, catch-per-unit-effort has decreased again. Following the fish invasion, we were able to demonstrate a classical trophic cascade with top-down effects on zooplankton and subsequent decreasing effects on secchi depth and physical-chemical parameters, due to the release from grazing pressure on phytoplankton. For the zooplankton samples, we used an automated scanning system (ZooScan - Hydroptic) for identification and biomass estimation of the community. This system helped us to identify differences in the extent of the top down pressure on zooplankton. Little effects were visible for Copepoda, but size- dependent predation eliminated larger species of Cladocera (classical size-efficiency hypothesis). Cladocera abundance and their sizes decreased and the population responded with vertical migration patterns to escape predation. Chaoborus larvae were no longer detected in the second year after the fish invasion, indicating a strong feeding preference of sunbleak on these organisms. Stomach content analyses of sunbleak further showed that the rather planktivorous fish species switched their diet during ontogeny, incorporating more benthic macroinvertebrates and terrestrial insects from a size of > 40 mm total length. Our results of this long-term monitoring thus demonstrate the manifold processes following fish invasion.

A06 Aquatische Nahrungsnetze / Aquatic food webs

Functional ecology of the European pond turtle (*Emys orbicularis*)

Johannes Meka¹; Karina A. E. van der Zon²; Melina Werner³; Juliane Romahn³; Damian Baranski³; Leonie Schardt³; Kathrin Theissingner¹; Jean-Yves Georges⁴

¹ Justus Liebig Universität Gießen; ² Université de Strasbourg, France; ³ LOEWE Center for Translational Biodiversity Genomics; ⁴ Université de Strasbourg, France

Since the 18th century, wetlands have declined by 90% due to land mismanagement, leading to significant biodiversity loss, including the European pond turtle (*Emys orbicularis*, “Emys”). Emys play a major role in wetland ecosystems, as it operates at all trophic levels from herbivore to predator and scavenger. Beyond, understanding the functional ecology of this threatened species is crucial for effective conservation efforts. In our study site between Neuburg am Rhein and Lauterbourg (Upper Rhine Valley, FR/DE), we investigated the food web dynamics involving *Emys* to determine: 1) *Emys* diet composition throughout seasons, 2) if *Emys* are opportunistic feeders or exhibit prey selection, and 3) the actual trophic levels of *Emys* within our study system. We hypothesised that according to optimal foraging theory, *Emys*' diet varies in respect to seasonal prey availability while selecting prey size relative to its own body size. We collected faecal samples from turtles (N=243) and potential predators (N=71) during the *Emys*' active season (April to September, 2022 and 2023). Using faecal eDNA and a multiplex metabarcoding approach, we performed exhaustive diet analyses, which surpass traditional methods reliant on identifying hard faecal items. To assess if *Emys* exhibit seasonal diet and prey selection, we compared the identified food items with the list of species identified during eDNA surveys in water samples analysed with the same multiplex metabarcoding approach. In addition, we analysed faeces of potential competitors, namely the invasive exotic turtle *Trachemys scripta* (as above), and of potential predators using an *Emys*-specific qPCR approach, followed by predator identification via metabarcoding in scats collected in the area. All analyses are currently in progress. Our study will reveal whether *Emys* are truly opportunistic feeders as described in literature. We identify species that act as potential competitors or predators of *Emys* to draw an exhaustive food web centered on *Emys*. As part of the *Emys*-R project (www.emysr.cnrs.fr), our study enhances the understanding of *Emys*' trophic ecology, revealing the *Emys*' ecological function in wetland ecosystems. This knowledge may contribute to conservation initiatives and aligning management measures to halt biodiversity loss in wetlands.

A06 Aquatische Nahrungsnetze / Aquatic food webs

Working equipment in planktology and the exchange about it

Albert Keim

Anglerverein Karlsruhe e. V.

Retrieving floating objects from the open water, i.e. sampling zooplankton, can become a demanding activity. Working on ichthyoplankton in the open sea, on coastal plankton and on inland water plankton sometimes has differences in tasks and work equipment. Are there criteria for successful work and what promoting and inhibiting influences work? Limits and possibilities of nets, water sampling bottles and pumps are compared regarding the different sizes and densities of plankton organisms. Criteria for the quality of sampling are sought. To what extent is it possible to reduce the dispersion in the data and correlate the zooplankton with other parameters? In further processing, the comparison of net towing with pumping under the conditions of sampling on small lakes should be given priority.

A06 Aquatische Nahrungsnetze / Aquatic food webs

Veränderungen im Makrophyten-basierten Nahrungsnetz im Litoral des Bodensees

Almut J. Hanselmann; Dietmar Straile

Universität Konstanz

Im Zuge des Klimawandels und der damit einhergehenden Veränderungen wie Temperatur- und Wasserstand, verändert sich im Bodensee auch die Verbreitung und Verteilung der submersen Makrophyten. Speziell die Characeen verbreiten sich seit Jahren immer mehr im See, vermutlich auch als Folge der Reoligotrophierung. Zusätzlich gibt es vermehrt Sichtungen von vitalen Armleuchteralgen im Winter.

Für das Ökosystem im Litoral gewinnen die Makrophyten somit immer mehr an Bedeutung, sind sie doch Lebensraum, Refugium und Nahrungsgrundlage für viele Organismen.

Dieses Frühjahr ist das Teilprojekt Litoral des Seewandel-Klima-Projektes gestartet, das diese Gemeinschaft nun genauer untersucht. Die Makrophyten und die damit assoziierte Makrozoobenthos-Gemeinschaft werden zu verschiedenen Jahreszeiten an verschiedenen Stellen unterschiedlicher lokaler Nährstoffbelastung im Bodensee mit Hilfe von Tauchern beprobt und quantitativ erfasst. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auch auf die Interaktion zwischen den Makrophyten und Neozoen gelegt, da diese sich auf verschiedene Weise beeinflussen könnten. Neozoen haben die Artengemeinschaft in den letzten Jahren stark verändert, die neu eingewanderten Arten zeigen auch in den ersten Proben eine Dominanz.

Stoffumsetzungen in einem großen Fluss: Transformation von gelöstem organischem Kohlenstoff und vollständige Zehrung gelöster Nährstoffe

Norbert Kamjunke¹; Peter Herzsprung¹; Wolf von Tümpling¹; Oliver Lechtenfeld¹; Anna Matoušů²; Petr Znachor²; Holger Brix³; Götz Flöser³; Tina Sanders³

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ; ² Institute of Hydrobiology, Biology Centre CAS; ³ Helmholtz-Zentrum Hereon GmbH

In großen Flüssen finden auf dem Weg zum Meer erhebliche Stoffumsetzungen statt. Wir untersuchten die Umsetzung von gelöstem organischem Kohlenstoff und von gelösten Nährstoffen in der Elbe von der Quelle in Tschechien bis in die Nordsee. Der organische Kohlenstoff war im Oberlauf von Ligninen und Polyphenolen aus terrestrischem Material dominiert. Mit fortschreitender Fließstrecke sanken das O/C-Verhältnis, die Anzahl an Doppelbindungen und die Aromatizität, und im Tide- und Küstenbereich stieg der Anteil von organischen Stickstoffverbindungen. Die gelösten Nährstoffe Phosphat, Silikat und Nitrat wurden in der Binnenelbe bis zur Nachweisgrenze aufgezehrt, was für Nitrat erstmalig beobachtet wurde. Die Nitratreduzierung war nicht eine Folge außergewöhnlich hoher Phytoplankton-Biomassen oder verringerter Stickstoffeinträge. Vielmehr indiziert das 18O:15N Verhältnis von Nitrat eine intensive autotrophe Nitratassimilation im Oberlauf und eine heterotrophe Denitrifikation im Unterlauf, welche durch lange Retentionszeiten und geringe Wassertiefe bzw. durch hohe Sedimentation und Temperaturen in Dürreperioden gefördert werden.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen / Matter fluxes in aquatic communities

Wirkung von Stickstoff-Einträgen und -Umsetzungen auf die Phytoplanktonentwicklung im polymiktischen Müggelsee

Jan Köhler¹; Sarah Faye Harpenslager²; Jordan Facey¹

¹ Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB); ² B-WARE Research Centre

Das Gewässermanagement ist traditionell auf den Rückhalt von Phosphor in Kläranlagen fokussiert. Polymiktische Flachseen wie der Berliner Müggelsee können im Sommer aber Stickstoff-limitiert sein, während P im Überschuss aus dem Sediment freigesetzt wird. Wir nutzten Langzeitdaten und Prozessmessungen, um folgende Fragen zu beantworten: Welcher Anteil der Frachten an N und P wird durch Wasserpflanzen im Zufluss zurückgehalten? Kann der Rückgang der externen N-Frachten durch erhöhte N₂-Fixierung im See ausgeglichen werden? Profitieren N₂-fixierende Cyanobakterien vom Mangel an Nitrat und Ammonium? Die Spree oberhalb des Müggelsees wurde ab 1994 wieder durch submerse Makrophyten besiedelt. Dadurch stieg der Rückhalt in einem 30 km langen Spreeabschnitt im Sommermittel von 1 auf 26 % für TP und von 16 auf 28 % für TN an. Etwa 65 (TP) bzw. 50 % (TN) des Rückhalts waren auf Assimilation durch Wasserpflanzen und Aufwuchsalgen zurückzuführen, aber auch die Denitrifikation war in bewachsenen Abschnitten deutlich höher als in pflanzenfreien. Dieser verstärkte Rückhalt im Zufluss trug zur Reduktion der in den Müggelsee gelangenden TN-Fracht um etwa 85% seit den 1980er Jahren bei. Die seeinternen Konzentrationen an gelöstem anorganischem N verringerten sich im Sommermittel um 75 %, obwohl in (häufiger auftretenden) Schichtungsphasen neben P auch viel N aus den Sedimenten rückgelöst wurde. Die Biomasse der zur N₂-Fixierung fähigen Cyanobakterien, insbesondere von Aphanizomenon, nahm noch stärker ab als die Biomasse des gesamten Phytoplanktons. Das Beispiel zeigt, dass Wasserpflanzen im Einzugsgebiet die Nährstoffeinträge mindestens temporär verringern, dass die Phytoplankton-Entwicklung in polymiktischen Flachseen im Sommer vom Stickstoff-Eintrag abhängen kann und dass N₂-fixierende Cyanobakterien den Rückgang externer N-Frachten nicht ausgleichen können.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen / Matter fluxes in aquatic communities

Bedeutung von *Planktothrix rubescens* auf die vertikale Phosphorverteilung im Wasserkörper eines Sees

Michael Hupfer¹; Yara Friese¹; Thomas Gonsiorczyk²; Mark Gessner²

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

Im Metalimnion oligo- und mesotropher Seen und Talsperren kommt es zunehmend zu Massenentwicklungen der Burgunderblutalge, *Planktothrix rubescens*. Die Ursache für dieses Phänomen wird auch im Klimawandel und den damit verbundenen Veränderungen der thermischen Struktur gesehen. Bisher ist wenig bekannt, in welchem Maße damit auch der interne Phosphorhaushalt von Seen beeinflusst wird. Die Biomasse von *P. rubescens* könnte als temporäre Phosphor-Senke wirken und so die Gesamtproduktivität des Sees begrenzen sowie die Sedimentation von Phosphor in das Hypolimnion verringern. Hochoaufgelöste Messungen von Phycoerythrin, Phycocyanin, Trübung und partikulärem Phosphor im Wasserkörper des Stechlinsee (NO Deutschland) zeigten im Juni 2023 einen parallelen Verlauf bis 25 m mit einem Maximum in 16 m. Der in *P. rubescens* fixierte Phosphor nahm einen Anteil von 43,0 % des partikulären und 18,4% des gesamten Phosphors in der Wasserschicht zwischen 0 bis 25 m ein. Diese hohen Anteile bedeuten, dass die genaue Ermittlung des Phosphorinhaltes und damit der mittleren Phosphor-Konzentration von Seen nur durch eine gezielte Beprobung auch der Horizonte mit Tiefenbiomassemaxima erreicht werden kann. Die Studie zeigt, dass die Dauer und das Ausmaß der Anreicherung von *P. rubescens* in tieferen Wasserschichten sowohl für das Verständnis des seointernen Phosphorhaushalts als auch für die Gewässerschutzpraxis erhebliche Bedeutung haben kann.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen / Matter fluxes in aquatic communities

Kleingewässer – die Vernachlässigten

Brigitte Nixdorf; Jacqueline Rücker

BTU Cottbus - Senftenberg

Die Anwendung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) bedeutet einen großen Fortschritt hinsichtlich der ökologischen Klassifikation und Bewertung von Gewässern. Die Zielvorgabe: „Mindestens guter ökologischer Zustand“ gilt für alle Gewässer. Durch die Reduzierung der Berichtspflicht an die EG auf Standgewässer >50 ha werden in der Gewässerüberwachung kleinere Seen vernachlässigt. Das betrifft sowohl Typisierungen als Grundlage für Bewertungsstrategien als auch Monitoringkonzepte zur Einschätzung der Belastung und zur Erfolgskontrolle von Therapiemaßnahmen. Die Vorgaben der EG-WRRL sind für Seen einer Größe von 10 bis 50 ha in den meisten Fällen anwendbar. Dagegen ist die Klassifikation und Bewertung von Kleingewässern im Bereich unter 10 ha nicht gelöst. Kleingewässer dieser Größenordnungen unterliegen meist vielfältigen Nutzungen. Während ihre Morphometrie relativ einfach ermittelt werden kann, sind die hydrologischen Verhältnisse und die Belastungspfade meist nur mit großem Messaufwand zu erfassen. Dieser ist ebenso wie die Quantifizierung des Istzustandes und eine vergleichbare Bewertung wie für Seen >50 ha nach EG-WRRL meist weder ökonomisch zu leisten, noch ökologisch sinnvoll. In diesem Beitrag wird ein Überblick über Klassifikationsansätze von Kleinseen gegeben. Belastungsparameter in Anlehnung an die trophischen Kriterien der LAWA und der EG-WRRL werden vorgestellt und diskutiert.

Aufgrund der Kleinheit der Gewässer gewinnen die benthischen Lebensgemeinschaften und Prozesse zur Beschreibung von Belastungen eine größere Bedeutung. Verschlammung, sprich: Sedimentzuwachs ist eine Schlüsselgröße für die Belastung und auch für die Erfolgskontrolle entsprechender Therapiemaßnahmen, die auf eine Verringerung des Schlammvolumens ausgerichtet sind. Welche Parameter zur Beurteilung des Istzustandes und möglicher Therapieerfolge eingesetzt werden können, wird anhand von Fallbeispielen vorgestellt. Ein Focus wird dabei auf respiratorische Umsätze in den verschiedenen Reaktionsräumen von Kleinseen gelegt.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen / Matter fluxes in aquatic communities

Rolle des Sediments bei der Restaurierung von Flachseen

Kai-Uwe Ulrich¹; Ina Hildebrandt¹; Jens Meisel²

¹ BGD ECOSAX GmbH, Dresden; ² Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH

Bei polytrophen Flachseen richtet sich der Fokus trophiesenkender Therapiemaßnahmen zumeist primär auf das Sediment als interner Phosphorspeicher. Externe P-Einträge sind oftmals schwer zu steuern, insbesondere, wenn der See von Grundwasser gespeist wird. Wurde die externe P-Last unter die erforderliche Frachtschwelle gesenkt, können die häufig polymiktischen Verhältnisse gerade in der Vegetationsperiode die Freisetzung von labil gebundenem Phosphat forcieren und eine zügige Senkung des Trophiegrades trotz niedriger Verweilzeit behindern. Somit stellt sich die Frage nach der Effektivität und Nachhaltigkeit der prinzipiell geeigneten Therapiemaßnahmen (insb. Entschlammung, Nährstoff-Fällung, Biomanipulation). Anhand mehrerer Praxisbeispiele stellt der Beitrag die Ergebnisse von Sedimentuntersuchungen an Flachseen in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern vor, für die im Vorfeld von Sanierungsmaßnahmen mit einheitlicher Untersuchungsmethodik die Rolle des Sediments bezüglich seines P-Freisetzungspotenzials abgeschätzt wurde. Vergleichend zwischen den einzelnen Seen werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede dieser Sedimenteigenschaften dargestellt und bewertet. Weiterhin werden nach den nun vorliegenden Erfahrungen Schlussfolgerungen zur Optimierung der Untersuchungsmethodik für solche Praxisprojekte gezogen.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen / Matter fluxes in aquatic communities

Use of remote sensing to assess the impact of treated wastewater discharge on water quality in the river Aller

Seyedmorteza Ghorashinejad; Corinna Lorey; Regina Nogueira; Mahmud Haghshenas Haghghi

Leibniz University of Hannover

Eutrophication is a growing water quality problem caused by high nutrient concentrations in water bodies that favour the growth of algae. Chlorophyll-a (Chl-a) is an indicator parameter of eutrophication in routine in-situ water quality monitoring. However, the traditional in-situ monitoring is time-consuming, requiring extensive sampling, transport to the laboratory and careful analysis. On the other hand, remote sensing, in particular Sentinel-2 with its regular revisit and medium spatial resolution, has proved effective in monitoring Chl-a in large water bodies. Previous studies suggest, the reflectance values from the red and red-edge bands of the electromagnetic spectrum, which correspond to bands 4, 5, 6 and 8 of the MSI sensor on board the Sentinel-2 satellite, are particularly sensitive to variations of Chl-a.

This study evaluates the potentials and limitations of remote sensing in assessing inland water quality of the River Aller, Celle, Germany. Two sections of the River Aller, located upstream and downstream of the Celle Wastewater Treatment Plant were selected for analysis. By integrating Sentinel-2 data with in-situ measurements, this study evaluates the potentials and limitations of assessing investigates temporal and spatial changes in Chl-a. Photometric determination of Chl-a, in the time period of summer 2024, was used to determine the concentration of Chl-a for the in-situ data. The results obtained so far show first of all a higher concentration of Chl-a for samples from the section after the wastewater treatment plant which can explain the effect of the wastewater treatment plant discharge on the eutrophication status of the river. Moreover, a positive correlation between satellite-derived reflectance values and in-situ Chl-a concentrations was found, indicating that higher reflectance values correspond to increased Chl-a levels. This relationship highlights the potential of using remote sensing techniques for effective, large-scale monitoring of inland water quality.

Surface CO₂ Gradients Challenge Conventional Flux quantification in lentic water bodies under Calm Conditions

Patrick Aurich¹; Uwe Spank²; Matthias Koschorreck¹

¹ Helmholtz Zentrum für Umweltforschung - UFZ; ² TU Dresden, Institut für Hydrologie und Meteorologie

Lakes are hotspots of inland carbon cycling and are important sources of greenhouse gases (GHGs), such as carbon dioxide (CO₂). The significant role of CO₂ in global carbon cycle makes quantifying its emission from various ecosystems, including lakes and reservoirs, important for developing strategies to mitigate climate change. The thin boundary layer method is a common approach to calculate CO₂ fluxes from CO₂ measurements in both the water and the air, and wind speed. However, one assumption for the TBL method is a homogeneous CO₂ concentration between the measurement depth and the water surface, where gas exchange takes place. This assumption might not be true under calm conditions, when microstratification below the surface slows vertical exchange of gases. We used an advanced floating field observatory to monitor CO₂ concentrations in 5 cm and 25 cm depth, CO₂ concentration in the air, wind speed, and water temperature profiles for one week in Bautzen Reservoir, Germany. While we found homogeneous CO₂ concentrations in the two depths during wind speeds above 3 m s⁻¹, there was a vertical gradient observed during wind still nights. The concentrations observed temporally ranged from undersaturation to supersaturation in 25 cm and 5 cm, respectively. Fluxes calculated from the measured concentrations therefore would change from negative to positive, depending on the measurement depth. Simultaneous Eddy Covariance measurements showed that even the measurements close to the surface underestimated the actual CO₂ fluxes. Oxygen measurements support our hypothesis that respirational processes at the water surface cause a temporal CO₂ concentration gradient from the surface to the underlying water. Until now, the depth of CO₂ measurements has not been questioned, as long as measurements were done in the upper mixed layer and close to the surface. Our results provide evidence that representative measurements of CO₂ in the water strongly depend on depth and time of measurements.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen / Matter fluxes in aquatic communities

Composition of Photosynthetic Gas Bubbles From Submerged Macrophytes

Muhammed Shikhani

Helmholtz Center for Environmental Research (UFZ)

Dissolved oxygen is essential for aquatic organisms. However, the flux of oxygen by ebullition has not received much attention in environmental science. For a better quantitative understanding of the oxygen flux due to ebullition, we conducted a series of laboratory experiments, where we forced macrophytes to produce photosynthetic gas bubbles. Raising the CO_2 concentration in the water greatly increased bubble formation. Depth was varied to compare the results with theoretically predicted composition of photosynthetic bubbles forming at minimum required gas pressure. Oxygen concentrations were between this theoretical line as lower boundary (ca. 21% O_2 at 0.3 m depth and 45% of O_2 at 4.5 m) and 45% of oxygen as the purely empirical upper limit for all depths. As a consequence, no bubble formation was observed at depths below 4.5 m.

Carbon dioxide emissions from two lignite pit lakes of different maturity

Eric Röder; Maximilian Peter Lau

Technische Universität Bergakademie Freiberg

Over the last four decades, the global surface area of inland waters has increased due to human-made impoundments such as hydropower reservoirs, but also by flooding former mining pits. Lakes in former lignite pits (lignite pit lakes) typically differ considerably from reservoirs in terms of water chemistry and hydrology. Their features can support high rates of accumulation and release of greenhouse gases (GHG) like carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄).

As lignite pit lakes age, they have the potential to become more similar to other lentic water bodies. To test the effect of maturation on GHG emissions, we studied lignite pit lakes of different age and trophic status. We repeatedly measured dissolved CO₂ and CH₄ concentrations throughout the water column and gas fluxes at the water surface using a floating chamber. Additionally, past surface water CO₂ concentrations were estimated from long-term data on temperature, pH, and DIC. We compared these results with data from three freshwater reservoirs of different maturity and trophic status.

Like the reservoirs, an older and eutrophic lignite pit lake showed pronounced seasonal variations in GHG concentrations and fluxes of CO₂, shifting from oversaturation and CO₂ efflux at the water surface during fall turnover to hypolimnetic accumulation, surface water undersaturation, and CO₂ uptake during summer stratification. Summertime GHG accumulation and turnover emissions were higher in the eutrophic pit lake, possibly due to additional DOC inputs fueling GHG enrichment and subsequent emissions. In contrast, a young and oligotrophic lignite pit lake was CO₂ supersaturated and a source of CO₂ to the atmosphere independent of season, likely due to groundwater inputs of acidity and repeated neutralization amendments, and low phytoplanktonic CO₂ consumption. We conclude that the shape, maturity, and management of lignite pit lakes are essential factors in controlling their GHG budgets.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen / Matter fluxes in aquatic communities

Temporal and spatial variation in the metal(oid) mobilization area of a historic mine drainage system

Anita Sanchez; Conrad Jackisch; Sabrina Hedrich; Maximilian Lau

TU Bergakademie Freiberg

Water quality degradation by decommissioned mining sites is an environmental issue recognized globally. In the Ore Mountains (Erzgebirge), a wide array of contaminants is released by old subsurface mining sites threatening the quality of receiving surface water bodies. While remediation has focused on treating contaminated mine water once it surfaces, the potential for controlling pollutant release within the mines have been largely overlooked. Here, we study temporal and spatial pollutant release dynamics in an abandoned but accessible mine (Reiche Zeche) draining directly to Elbe river tributaries. Using in-situ sensors, deuterium ($\delta^2\text{H}$) and oxygen-18 ($\delta^{18}\text{O}$) isotopic tracers, and extensive monitoring over a 2-year period across and below former extraction horizons, we identified distinct flow regimes of the mine drainage. Our results show shifts in water sources, organic matter origin and metal(oid) loads during different flow phases. The hydrochemical heterogeneity suggests complex metal(oid) mobilization mechanisms influenced by water storage capacity and flow path connectivity within the mine drainage system. The insights gained from this study offer valuable guidance for developing effective remediation and water management strategies for highly modified subsurface-surface water interfaces like mine outlets.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen / Matter fluxes in aquatic communities

Biogeochemical perturbations in a heavily polluted river network

Tobias Goldhammer¹; Giulia Kommana²; Thomas Rossoll¹; Michael Hupfer¹

¹ Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB); ² Senat für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt

The Spree is the major river system in NE Germany, with about 380km in length and a catchment of more than 10,000 km². While intensive open pit lignite mining in the upper catchment has significantly altered the hydrology and hydrochemistry over the last century, River Spree is at the same time a critical supplier of drinking water to the city of Berlin. Acid mine drainage is the major contributor to the river water sulfate load, which frequently exceeds the drinking water limit of 250mg L⁻¹. Increasing summer drought and low-flow regimes are projected to intensify this situation in the future. The iron and sulfate pollution has induced a significant shift in biogeochemical regimes, especially in those compartments of the river network where low flow velocity is supportive to sediment accumulation and decomposition of organic matter via anaerobic processes including iron and sulfate reduction. Secondary effects include the mobility of iron and phosphorus and entail critical consequences for the aquatic ecosystem.

In our contribution, we discuss selected results of our studies on the biogeochemical interactions between carbon, iron, and sulfur in the Spree River network. We put particular emphasis on

- (1) Major geographic and functional sulfate sources and sinks in the Spree River network based on river sulfate isotopes and the role of biogeochemical sulfur cycling (reduction/reoxidation cycles and intermediates) in retention spaces of the river network
- (2) The reduction of greenhouse gas fluxes in iron-polluted sediments with important implications for the carbon balance of the fluvial-lacustrine network
- (3) Some scenarios for mid- to longterm perspectives of water quality and biogeochemical cycles in the Spree River network.

A09 Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

20 Jahre AK-Tauchen – unterm Horizont geht es weiter!

Markus Eßer; Jens Mählmann¹; Silke Oldorff²; Ellen Kiel³

¹ Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI); ² Landesamt für Umwelt (LFU) Brandenburg; ³ Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Seit seiner Gründung, anlässlich der DGL-Jahrestagung 2003 in Köln durch Dr. Klaus van de Weyer und Dr. Ralf Köhler, versteht sich der AK-Tauchen in der Limnologie als Mediator, der das (Forschungs-)Tauchen den Kolleg*innen als Methode der Limnologie näherbringen möchte. Regelmäßig finden Treffen statt, die dem Austausch über aktuelle Entwicklungen und Erkenntnissen zum Thema Tauchen in der Limnologie dienen. Die Fortentwicklung von Methoden zur ökologischen Zustandsbewertung unterschiedlicher Gewässer bildet einen wichtigen Schwerpunkt der Aktivität. Vor- und Nachteile von Taucheinsätzen werden im Arbeitskreis deshalb ebenso diskutiert wie rechtliche Aspekte und Belange des Arbeitsschutzes bei der limnologischen Arbeit unter Wasser. Seit 2003 wurden im Anschluss an alle Jahrestagungen der DGL Tauchexkursionen in ausgewählte Gewässer der jeweiligen Region organisiert. Die Tauchexkursionen fanden überwiegend in räumlicher Nähe zum Tagungsort statt. Sie lieferten eine gute Übersicht über die Gewässertypen, ihre Vegetation und Fauna, aber auch wertvolle Erkenntnisse über Belastungsfaktoren und Entwicklungen, wie z.B. die Ausbreitung von Neobiota in Deutschland. Die Ergebnisse wurden regelmäßig in den Schriftenreihen der DGL publiziert. Die gewonnenen Daten, Herbarbelege sowie Foto- und Videomaterial waren für Fachbehörden oder die mit dem Management befassten Personenkreise oftmals von besonderem Interesse. Nicht selten lieferten Tauchexkursionen dem Naturschutz aber auch Wissenschaftler*innen wertvolle Informationen und Ansatzpunkte für Maßnahmen zur Verbesserung von Gewässern. Ein wichtiges Bewertungsinstrument stellt die Methodik des naturschutzfachlichen Tauchens dar, bei dem die ökologische Zustandsbewertung der Gewässer über die Unterwasservegetation erfolgt. Teilweise wurden Gewässer über die 20 Jahre mehrfach betaut, hierdurch dokumentierte und kommunizierte der AK Tauchen auch langfristige Entwicklungen (z.B. massive Veränderungen im Bodensee nach Ausbreitung der Quagga Muschel). Mit seiner Arbeit unterstützt der AK Tauchen seit 20 Jahren aktiv den Bildungsauftrag der DGL, indem regelmäßig Sporttauchvereine und Naturschutzverbände einbezogen und über die eingesetzten Methoden und Erkenntnisse der Tauchgänge informiert werden. Ein von der DGL geförderter Makrozoobenthos-Bestimmungskurses 2023 zielt zudem darauf ab, die Erfassung aquatischer Wirbelloser insbesondere durch die Unterwasserfotografie zu motivieren und methodisch zu verbessern.

A09 Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

Citizen Science unter Wasser mit der App und Onlineplattform LakeExplorer

Ralph Schill¹; Meinolf Asshoff²; Rainer Borchering³; Franz Brümmer¹; Björn Marten Philipps³; Beate Rendgen-Heugle⁴; Wolfgang Schöder⁵; Thomas Uher⁶

¹ Universität Stuttgart; ² geoGLIS GmbH & Co. KG; ³ Schutzstation Wattenmeer e.V.; ⁴ aquatil gGmbH; ⁵ netzweber GmbH; ⁶ SiSol Systems

Die neue naturkundliche App und Webplattform "LakeExplorer" eröffnet Naturbegeisterten neue Möglichkeiten, die aquatische Biodiversität Deutschlands zu erkunden. Dieses Citizen Science-Projekt vereint Umweltbildung mit Bürgerforschung, indem es Nutzer*innen ermöglicht, etwas über die heimische Flora und Fauna unter Wasser zu lernen, diese zu bestimmen und ihre Beobachtungen zu melden.

Die Plattform bietet für viele Tiergruppen eine digitale Bestimmungshilfe, die das Erkunden der Gewässerbiologie vereinfacht und den Nutzern erlaubt, theoretisches und praktisches Wissen anzueignen. Gemeldete Beobachtungen fließen in die Global Biodiversity Information Facility (GBIF) ein, wo sie für weitere Forschungen zur Verfügung stehen.

Der „LakeExplorer“ sensibilisiert die Nutzer*innen für Themen wie Artenschutz und die Auswirkungen invasiver Arten und motiviert zur aktiven Auseinandersetzung mit den ökologischen Herausforderungen unserer Gewässer. Verfügbar als kostenlose App für iOS und Android sowie als Webplattform, unterstützt der „LakeExplorer“ die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (NBS) und bietet jedem die Möglichkeit, zum Erhalt der biologischen Vielfalt beizutragen.

Das Projekt "LakeExplorer - Citizen Science taucht ab!" wird gefördert im Bundesprogramm Biologische Vielfalt durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz sowie durch die Bingo!-Umweltlotterie Schleswig-Holstein.

A09 Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

Langzeiteffekte des Klimawandels auf Quellen und Quellbäche in den Alpen? Ein Monitoring in der UNESCO Biosfera Engiadina Val Müstair

Stefanie von Fumetti

Universität Basel, Schweiz

Durch den Klimawandel sind Fließgewässer in den Alpen mit starken Umweltveränderungen konfrontiert. Untersuchungen dazu, wie aquatische Invertebraten etwa auf eine Erhöhung der Wassertemperatur oder ein verändertes Schüttungsregime reagieren werden, basieren bisher vor allem auf Modellierungen. Quellen gelten als stabile Ökosysteme, die im Jahresverlauf eine konstante Wassertemperatur und zumeist stabile Schüttungsverhältnisse aufweisen. An diese Stabilität ihres Habitats haben sich Quellspezialisten angepasst. Deswegen eignen sich Quellen besonders gut dazu langfristige und tiefgreifende Umweltveränderungen anhand von Veränderungen der hydrogeologischen Verhältnisse wie auch der faunistischen Zusammensetzung aufzuzeigen. Mit einer Langzeituntersuchung unberührter Quellen und Quellbäche wird in der UNESCO Biosfera Engiadina Val Müstair die Entwicklung alpiner und subalpiner Fließgewässer erfasst und analysiert. Die Wassertemperatur wird dabei mit Hilfe von Loggern kontinuierlich aufgenommen, physikochemische Parameter, die Schüttung und die Ionenkonzentrationen werden dreimal pro Jahr gemessen und die Ökomorphologie einmal pro Jahr kartiert. Die Meio- and Makrofauna wurde in 2019, 2020 und 2021 mit einem semi-quantitativen Ansatz beprobt, 2022 und 2023 erfolgte die Erfassung der Fauna mittels eDNA-Metabarcoding. Erste Ergebnisse aus den Jahren 2019-2023 zeigen, dass die Wassertemperatur, die Ionenkonzentrationen und auch die Schüttung bisher nur leichte jährliche Schwankungen aufweisen. Die saisonale Variabilität in einigen Quellen weist vermutlich auf einen Einfluss von Permafrost und Gletscherschmelzwasser hin. Die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften unterscheidet sich signifikant von Standort zu Standort, innerhalb eines Standorts bleibt die Zusammensetzung über die Zeit aber relativ stabil. Die Höhenlage und die Verfügbarkeit von Holz beeinflussen die Artenzusammensetzung signifikant; dies sind Parameter, die auf die Bewaldung der Standorte zurückschließen lassen. Die Quellbäche lassen sich faunistisch von ihren Quellen abgrenzen: durch das vermehrte Auftreten von Bach-Arten ist ihre Diversität höher. Die langfristige Untersuchung der faunistischen Zusammensetzung – auch mittels eDNA-Metabarcoding – und der Abiotik werden es erlauben etwaige Auswirkungen des Klimawandels in eigentlich stabilen Ökosystemen in den Zentralalpen nachzuvollziehen.

A09 Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

Vom „schwarzen“ zum lebendigen Fluss – die ökologische Entwicklung der Unteren Wupper

Katharina Rettig; Patrick Heidbüchel; Andrea van den Boom

Wupperverband

Das Bergische Land, die Kernregion der Wupper, wandelte sich bis Mitte des 19. Jahrhunderts von einer vom Menschen wenig beeinflussten Landschaft zu einem der größten von der Textilindustrie geprägten Wirtschaftszentren des europäischen Kontinents. Dieses Industrie- und Bevölkerungswachstum ging mit der Entsorgung großer Mengen an Müll und Abwässern in der Wupper einher. Infolge dieser massiven Verschmutzung wandelte sich die Wupper zur Kloake der Region und wurde zu einem lebensfeindlichen Gewässer – dem „schwarzen Fluss“.

Während der letzten Jahrzehnte wurden zahlreiche abwassertechnische Maßnahmen sowie Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur in enger Zusammenarbeit von Wasserakteuren umgesetzt. Maßnahmen, die auf eine saubere, artenreiche und möglichst naturnahe Untere Wupper abzielen und bereits deutliche Erfolge gezeigt haben. Sichtbar werden diese Erfolge anhand der Analyse umfangreicher abiotischer und biologischer Monitoringdaten, die an der Unteren Wupper bis in die späten 1960er Jahre zurückreichen.

Seit Mitte der 1980er Jahre wird die Untere Wupper verstärkt von Gewässerorganismen wiederbesiedelt. Während die Besiedlung durch das Makrozoobenthos Anfang der 1980er Jahre einheitlich durch Strudelwürmer, Schnecken und Egel charakterisiert war, ist solch eine artenarme Makrozoobenthos-Biozönose mit der Absenz kompletter Organismengruppen heute nicht mehr zu beobachten. Vielmehr ist die Ausbreitung gewässertypischer anspruchsvoller Arten und das Verschwinden von Störzeigern zu verzeichnen. Obwohl auch noch heute kein Abschnitt der Unteren Wupper alle Kriterien des guten ökologischen Zustandes/Potentials nach EU-WRRRL erfüllt, wird das Potential für die Zielerreichung des guten ökologischen Zustands anhand der Veränderungen in der Fließgewässerbiozönose deutlich. So wurde die Untere Wupper bis 1980 noch als fischfrei eingestuft, während sie heute einen wichtigen Lebensraum für anspruchsvolle Fisch- und Rundmaularten wie Groppe, Bach- und Flussneunauge und Großsalmoniden darstellt.

Phylib-FG 7.0 - ein deutlich verbessertes und erweitertes Instrument zur Bewertung von Fließgewässern in Übereinstimmung mit der EU-Wasserrahmenrichtlinie

Antje Gutowski¹; Ilka Schönfelder²; Doris Stelzer; Andreas Müller³

¹ AlgaLab; ² Büro für Diatomeenanalyse; ³ chromgruen Planungs- und Beratungs-GmbH & Co. KG

Die Bewertung der benthischen Flora von Fließgewässern mit den Teilkomponenten „Makrophyten“, „Diatomeen“ und „Phytobenthos ohne Diatomeen“ ist als Verfahren „Makrophyten und Phytobenthos“ ein Bestandteil des Ländermonitorings zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Aktuell wird Phylib 5.3 (Stand 2016) als online-Version 6.2.3 genutzt. Finanziert durch das Umweltbundesamt und die Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) sowie unter Einbeziehung weiterer Projekte der Bundesländer wurde diese Version weiterentwickelt und in zwei LAWA-Projekten (O 6.22/O 6.23) als Phylib-FG 7 zur Anwendungsreife gebracht. Dies wurde durch einen Beirat der LAWA begleitet sowie durch die Bundesländer getestet. Phylib – FG 7 ermöglicht unter Beibehaltung des Vorgehens bei der Probenahme und des Eingabeprozederes für Makrophyten eine verbesserte Abstimmung mit der LAWA-Typologie, die Erweiterung auf vier Gruppen von Indikatoren, die Beseitigung von mathematischen Unstetigkeiten und die Bewertung großer Flüsse. Bei den Diatomeen wurden der Trophie-, Saprobitäts- und Halobien-Index aktualisiert, Klassensprünge bei Massenentwicklungen überwunden, Bewertungen mit der Zustandsklasse 5 (schlecht) und plausiblere Bewertungen für Große Flüsse und Ströme gewährleistet und leicht interpretierbare stoffliche Belastungsprofile erstellt. Für das PoD führte die Differenzierung der biozönotischen Typen zu verbesserter Anpassung an die LAWA-Typologie und zur Ausweisung neuer bzw. Überarbeitung vorhandener Indikatorata. Weiterhin wurden plausible und gut vermittelbare Indexgrenzen hergeleitet sowie der Bewertungsindex erneuert. Insgesamt resultierten für alle Teilkomponenten eine Anpassung an den aktuellen taxonomischen Stand (BTL 2020) und die Normierung der Indexwerte auf einheitliche Klassengrenzen. Damit wurden Bewertungslücken geschlossen, Anpassungswünsche an Praxisanforderungen eingearbeitet und ein Plus an plausiblen, harmonisierten Gesamtbewertungen bei ähnlicher Bewertungsstrenge erreicht. Weiterhin bietet das Tool eine aktualisierte, gestraffte, differenzierte Verfahrensanleitung in drei Teilen. Teil 1 umfasst mit der Verfahrensanleitung Probenahme, Typermittlung, Grundsätze der Bewertung, Hilfen zur Interpretation und Plausibilisierung der Bewertungsergebnisse sowie Literatur. Teil 2 beinhaltet die Technische Dokumentation mit allen Berechnungsformeln zum Bewertungstool, Teil 3 alle aktuellen Tabellen zur Artestufung. Alles wird in aktueller Form online verfügbar sein.

A09 Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

Projekt BIGFE (Erfassung der Wasserqualität und Wasserflächenausdehnung von Binnengewässern durch Fernerkundung): Vom Satellitensignal zum Gewässermonitoring von Seen und Talsperren

Susanne Schmidt¹; Pia Laue²; Tanja Schröder¹; Kerstin Stelzer³; Hendrik Bernert⁴; Désirée Dietrich¹; Thomas Wolf⁵; Kurt Friese⁵; Karsten Rinke¹

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ, Germany; ² Hygiene Institut Hamburg HU; ³ Brockmann Consult GmbH; ⁴ EOMAP GMBH & CO. KG; ⁵ Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, LUBW

Fernerkundungs-Daten können im Monitoring von Oberflächengewässern hilfreich sein. Aus den optischen Messdaten z.B. der Sentinel- oder Landsat-Satelliten lassen sich Aussagen bezüglich der Wassergüte über Chlorophyll, Sichttiefe, Trübung oder Cyanobakterien bzw. Auftreten von potentiell gesundheitsgefährdenden Cyanobakterienblüten treffen.

Die Ausgestaltung der Messprogramme im behördlichen Monitoring wird wesentlich von nationalen und internationalen Rechtsvorschriften vorgegeben, insbesondere von der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) der Europäischen Union. Die Nutzung von Satellitendaten wird hier nicht explizit erwähnt, aber auch nicht ausgeschlossen. Satellitendaten zu integrieren, hat den Vorteil, dass die Satelliten mehr oder weniger regelmäßig und flächendeckend Informationen liefern und das klassische Monitoring sinnvoll ergänzen können, und dass man auch in die vergangenen Jahrzehnte zurückschauen kann.

Im Projekt BIGFE, das von der Raumfahrtagentur im DLR im Auftrag des BMDV gefördert wird, wurden die Daten der in situ-Messungen für Temperatur, Chlorophyll, Cyanobakterien, Sichttiefe und Trübung von über 100 Gewässern aus den Jahren 2016 bis 2020 von 13 Bundesländern für die Validierung der Satellitendaten verwendet.

Für die Auswertung hat man bei den satellitenbasierenden Rasterdaten die Wahl zwischen verschiedenen räumlichen Auswertung: man kann Pixel-genau (entsprechend der räumlichen Auflösung des verwendeten Satelliten und Sensors), über Makropixel, (z.B. 3×3 , 5×5 , 15×15 Pixel), oder Gewässer-weit auswerten. Da die Satelliten-Überflüge meist nicht Tag-genau mit den in situ-Beprobungen übereinstimmen, ist eine Möglichkeit, das Zeitfenster auf z.B. ± 1 Tag oder ± 5 Tage zu der in situ-Probenahme auszuweiten. Dadurch erhöht sich die Anzahl der „matches“ zwischen Satelliten- und in situ-Daten. In einem ersten Schritt wurde geprüft, ob es eine ideale räumliche und zeitliche Auflösung bei den Satellitendaten gibt, um möglichst genau die in situ-Daten wider zu spiegeln. Es stellte sich heraus, dass die beste Übereinstimmung von der Messgröße, dem Algorithmus, dem Fehlermaß und dem Prozessor abhängt. Ein Vergleich von Chlorophyll-Werten von in situ- und Fernerkundungsdaten aufgetrennt nach Trophie-Klassen zeigt auch: je höher die Trophie, desto genauer die Übereinstimmung.

Die hier vorgestellte Validierung ist eine Voraussetzung, um die Aussagekraft und Belastbarkeit der Fernerkundungsprodukte zu belegen.

S01 New perspectives in stream restoration - a focus on structure-function relationships

Assessing hydromorphological restoration success

Christine Anlanger¹; Mario Brauns¹; Julia Pasqualini¹; Patrick Fink¹; Markus Weitere¹; Clara Mendoza-Lera³; Daniel von Schiller²; Andreas Lorke³

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ, Germany; ² University of Barcelona, Spain; ³ University of Kaiserslautern-Landau (RPTU)

Humans have interfered with the natural hydromorphology of streams and rivers for centuries by altering the flow regime, channel structure, and connectivity to floodplains. Improvements of the hydromorphology have thus been the focus of many restoration projects aiming to improve biodiversity and ecosystem functioning. However, these aims are often not achieved, most likely due to a mismatch between the spatial scales at which restoration measures are applied and the scales that are relevant for biodiversity and functioning. Moreover, there is no unified measure of hydromorphological diversity across different spatial scales allowing for the direct evaluation of hydromorphological restoration success.

Here we present an evaluation of hydromorphological restoration success at five sets of 2nd-order mountain stream reaches in Germany and Spain. Each set consisted of a control reach exhibiting a natural hydromorphological regime, an impacted reach disrupted by a low-head dam, and a restored reach after removal of the dam. To express hydromorphological diversity we deployed a novel framework using additive variance partitioning, similar to established biological concepts based on alpha, beta and gamma diversities. New to the approach is the evaluation of hydromorphological restoration success across different scales. In each set, hydromorphological restoration was successful in terms of increasing the reach-scale flow diversity (i.e., gamma diversity) in the restored in comparison to the impacted site. However, compared to the control reach, the restored flow diversity was higher for four out of the five sets, implying that too much constructional effort was put into the creation of low- and fast-flowing areas. When considering flow diversity at the microhabitat (i.e., alpha diversity), the restored sites had lower or equal flow diversity than the control sites in three out of the five sets.

Our findings may explain why restoration efforts, though generally successful, may not always fully restore to natural hydromorphological conditions. Such deficits, which we attribute to the influence of spatial scale, is a key consideration for professionals in the field. Our results can serve as a unifying foundation for evaluating the biological and functional restoration success.

S01 New perspectives in stream restoration - a focus on structure-function relationships

Do epilithic biofilm DOC and NO₃ uptake capacities recover to pre-impacted conditions after dam removal in a low-order stream?

Julia Pasqualini¹; Christine Anlanger²; Patrick Fink¹; Andreas Lorke²; Clara Mendoza-Lera²; Markus Weitere¹; Mario Brauns¹

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research (UFZ); ² Institute for Environmental Sciences, University of Kaiserslautern-Landau

Streams are hotspots of biodiversity and host key ecosystem processes. However, human activities have altered streams, resulting in loss of biodiversity and alteration of many ecosystem processes. In headwater streams, one of the main causes of these alterations is thought to be attributable to the presence of barriers and dams, which degrade their hydro-morphology. In the upcoming years, an increasing number of dams will be removed, with the main aim of restoring connectivity and ultimately biodiversity to conditions found under reference conditions. However, it is unclear whether these measures will also restore important stream ecosystem functions, such as nutrient uptake of epilithic biofilms. In the RESTOLINK project, we aim to first assess if degraded hydro morphology has an impact on the structural and functional attributes of biofilms when compared to reference conditions. Secondly, we aim to assess if restoration measures are successful in restoring these attributes to reference conditions. We sampled three reaches of a 2nd order stream (Harz region, Germany): an "impacted" reach altered by a dam, a "control" reach in reference conditions, and a "restored" reach where a dam was removed and replaced by a step-pool structure more than 10 years ago. At each reach, we measured structural (bacterial abundance, chlorophyll-a, biofilm biomass) and functional attributes (DOC and NO₃- uptake) of epilithic biofilms. Chlorophyll-a and biofilm biomass did not differ among sites, while bacterial abundance was significantly higher at the impacted than at the restored site. We found that DOC uptake was significantly lower in the impacted site compared to the control. DOC uptake rates were comparable among the restored and control site. Conversely, the NO₃- uptake was significantly higher at the restored than at the control site. Our results show that the presence of barriers in streams can alter the DOC uptake rates of biofilms and that restoration measures can be successful in restoring them to reference conditions. However, restoration measures themselves can result in alteration of other functions, as in this case, NO₃- uptake. Finally, given the stronger sensitivity of functional attributes compared to structural ones to changes in the hydro morphological conditions, functions appear to be a promising tool for assessing stream restoration success.

S01 New perspectives in stream restoration - a focus on structure-function relationships

Using stream ecosystem functioning to quantify restoration success – a global meta-analysis

Ulrike Haase¹; Thomas Berendonk¹; Mario Brauns²

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

Ecosystem functioning may be a promising tool for evaluating stream restoration success, as it complements existing monitoring and evaluation schemes based on species diversity and community composition. However, we currently lack a systematic comparison of the effect size and effect direction at which functions respond to restoration. Here, we present a meta-analysis of the peer-reviewed literature of direct measurements of nutrient cycling, organic matter dynamics, ecosystem productivity, and food web interactions and the responses of these ecosystem functions to stream restoration. We aim to rank ecosystem functions by their sensitivity to detect changes following stream restoration. By doing this, we improve the development of a comprehensive assessment system to assess restoring success that combines biodiversity and functionality of stream ecosystems. Additionally, enhancing our understanding of how stream restoration improves ecosystem functionality can assist decision-makers in adapting stream management strategies or planning restoration.

S01 New perspectives in stream restoration - a focus on structure-function relationships

How tolerances, competition and dispersal shape benthic invertebrate colonisation in restored urban streams

Svenja M. Gillmann¹; Armin W. Lorenz¹; Willem Kaijser¹; Hong Hanh Nguyen²; Peter Haase²; Daniel Hering¹

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

Biotic communities often respond poorly to river restoration activities and the drivers of community recovery after restoration are not fully understood. According to the Asymmetric Response Concept (ARC), dispersal capacity, species tolerances to stressors, and biotic interactions are three key drivers influencing community recovery of restored streams. However, the ARC remains to be tested. Here we used a dataset on benthic invertebrate communities of eleven restored stream sections in a former open sewer system that were sampled yearly over a period of eleven years. We applied four indices that reflect tolerance against chloride and organic pollution, the community's dispersal capacity and strength of competition to the benthic invertebrate taxa lists of each year and site. Subsequently, we used generalised linear mixed models to analyse the change of these indices over time since restoration. Dispersal capacity was high directly after restoration but continuously decreased over time. The initial communities thus consisted of good dispersers and were later joined by more slowly dispersing taxa. The tolerance to organic pollution also decreased over time, reflecting continuous improvement of water quality and an associated increase of sensitive species. On the contrary, chloride tolerances did not change, which could indicate a stable chloride level throughout the sampling period. Lastly, competition within the communities, reflected by interspecific trait niche overlap, increased with time since restoration. We show that recovery follows a specific pattern that is comparable between sites. Benthic communities change from tolerant, fast dispersing generalists to more sensitive, slowly dispersing specialists exposed to stronger competition. Our results lay support to the ARC (increasing role of competition, decreasing role of dispersal) but also underline that certain tolerances may still shape communities a decade after restoration. Disentangling the drivers of macroinvertebrate colonisation can help managers to better understand recovery trajectories and to define more realistic restoration targets.

S01 New perspectives in stream restoration - a focus on structure-function relationships

The food web perspective on degradation and recovery of stream ecosystems

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

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ; ² Universität Duisburg-Essen

Effects of stream degradation and recovery after restoration are well studied for the composition of communities. However, the effects on ecological functions and processes and their relation to community structure are hardly understood. Stream food webs link structural and functional attributes, thereby offering a comprehensive ecosystem perspective. We hypothesize that stressor exposure simplifies food web complexity, including food chain length and resource diversity. Though simplified in terms of structure, functionality in terms of resource use is only negatively affected at high stressor levels, due to functional redundancy of species under intermediate stress. Further, we want to demonstrate how food webs recover with time since restoration. Therefore, we analysed food webs from 14 stream sites with varying stressor intensities and restoration status in the Boye and Rotbach catchments (North-Rhine Westphalia, Germany). The Boye catchment is a former open sewer system and has been restored section-wise, chemically and hydromorphologically. Upstream sites in the Boye and sites in the Rotbach catchment serve as natural references and have never been used as an open sewer. We conducted stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) and gut content analyses of benthic macroinvertebrates from these sites, combined with stable isotope analysis of their potential food resources. The number of prey taxa in macroinvertebrate guts was higher in reference sites compared to restored sites, despite a similar overall diversity of macroinvertebrates. This indicates a higher resource diversity for predating invertebrates at reference sites, making predators more resilient to species loss. Additionally, the $\delta^{13}\text{C}$ range of resources and consumers, as a proxy for resource diversity, decreased with time since restoration, approaching reference levels. This finding contradicts the original hypothesis and is probably explained by an increase of terrestrial leaf litter as the primary resource that increased with time since restoration and tree growth. Further, other food resources such as periphyton and sewage decreased with time since restoration. Overall, the investigation of the food webs brought new insights into the complex responses of stream ecosystems and their communities to degradation and recovery.

S01 New perspectives in stream restoration - a focus on structure-function relationships

Making the invisible visible: novel molecular methods to trace the success of the restoration of river Emscher

Lise Klunder ; Robin Schütz; Florian Leese; Till-Hendrik Macher

University of Duisburg-Essen

The river Emscher, a tributary of the Rhine, was used as a channelized, open sewage for industrial wastewater for over a century. Even until recently, untreated wastewater from households was still discharged directly into the river. A generation programme to restore the ecological state of the river was launched in the 1990's leading to substantial improvements of the tributaries to the Emscher. A key step in the restoration efforts was January 2022, when untreated sewage discharges were stopped and subsequently, in November 2022, a 5-m barrier blocking the mouth of the Emscher, was removed, promoting migration of species between both rivers.

Conventional methods assessing restoration effects are often focused on a specific species or taxonomic group in which taxonomic resolution is limited. However, changes in biodiversity due to stream restoration are diverse and can affect the entire tree of life and novel broad genetic methods might be better suited to investigate these changes also in groups that are difficult to determine, such as small insects or various other invertebrates. Environmental DNA (eDNA) analysis, which utilizes DNA from organisms, has proven a powerful tool for biodiversity analysis in freshwaters.

We sampled the river Emscher monthly for two years starting from February 2022, directly after the sewage discharge in the Emscher stopped. Sampling was conducted at 18 sites in the Emscher catchment, 15 from the Emscher river itself between Dinslaken and Dortmund, and three from its tributaries. At each location 1L of water was collected and filtered for eDNA. Diversity was assessed using two genetic markers, one designed to identify the fish community (12S), the other for the freshwater invertebrate community (COI).

In this talk, we will present the first results obtained from this longitudinal time-series monitoring program using eDNA. In this analysis, we particularly focus on the time species (native and non-native) are reported for the first time in the Emscher, as well as total richness change, nestedness and turn-over. We will show the benefits of using eDNA metabarcoding as an additional tool to study biodiversity change in stream ecosystems and provide recommendations on the interpretation of the data in anthropogenically highly-impacted systems.

S02 Verborgene Erfolge - Bewertung der ergänzenden Erfolgsfaktoren der Flussrenaturierung / Hidden successes – Evaluating complementary success factors of river restoration

Neue Methoden zur Evaluierung von Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern: 2 Beispiele aus Österreich

Florian Borgwardt¹; Stephanie Popp; Daniela Csar; Daniel Hayes

¹ Universität für Bodenkultur Wien - Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement (IHG)

Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern werden stets mit dem Ziel umgesetzt, den ökologischen Zustand von Gewässern zu verbessern oder zu erhalten. Die Erfolgskontrolle der Maßnahmen erfolgt zumeist über das Monitoring der biologischen Qualitätskomponenten (BQE - Fische, Makrozoobenthos, Makrophyten) entsprechend den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie. Kleinräumige Wirkungen von Renaturierungsmaßnahmen, lokale Belastungsreduktionen bzw. Strukturverbesserungen oder auch Verbesserungen von Einzelkomponenten werden im Rahmen dieses Monitorings oft nur unzureichend angezeigt. Andere Aspekte, wie zum Beispiel eine Verbesserung der zur Verfügung gestellten Ökosystemleistungen gar nicht berücksichtigt. Dies kann dazu führen, dass eine gesetzte Maßnahme als nicht wirksam angesehen wird, obwohl es positive Effekte (abseits der BQE-indizierten) gibt. In Österreich wurden in den letzten Jahren zwei neue Methoden zur Evaluierung erarbeitet, die es erlauben, Renaturierungsmaßnahmen komplementär zum Monitoring der BQEs zu bewerten. Diese Methoden werden vorgestellt und diskutiert. Die erste Methode mit dem Namen „evaRest“ (evaluation of Restoration) zielt dabei auf kleinräumige ökologische und hydromorphologische Wirkungen von Renaturierungsmaßnahmen ab. Die zweite Methode „ResCulES“ (Methodological development of the evaluation of Restoration measures by Cultural ecosystem services“) liefert ein methodisches Konzept zur Erhebung und Bewertung kultureller Ökosystemleistungen renaturierter Fließgewässer(abschnitte). Erste Evaluierungsergebnisse basierend auf ResCulES belegen, dass die Sanierungen von Isel und Liesingbach das Potenzial kultureller Ökosystemleistungen grundsätzlich erhöht haben. Dies trifft vor allem auf die wasserbezogenen Leistungen „Baden und Planschen“, „Bootfahren“ und „Angeln“ zu, aber auch auf passive Leistungen wie „Naturerlebnis und Ruhe“ sowie „Schönheit und Landschaftsbild“. Mit den beiden neuen Methoden zur Maßnahmenevaluierung stehen zwei Werkzeuge zur Verfügung, die es erlauben kleinräumige Wirkungen von Renaturierungsmaßnahmen zu bewerten und andere positive Effekte, die über reine ökologische Wirksamkeit hinausgehen, darzustellen und zu beschreiben.

S02 Verborgene Erfolge - Bewertung der ergänzenden Erfolgsfaktoren der Flussrenaturierung / Hidden successes – Evaluating complementary success factors of river restoration

Exploring the environmental factors mitigating past river restoration ecological success

Mathieu Floury¹; Blandine Charrat²; Aliénor Jeliakov¹; Nina Kaiser³; Céline Le Pichon¹; Martin Palt³; Stefan Stoll³; Evelyne Talès¹; Ralf Verdonschot⁴; **Jérémy Piffady²**; Christine Weber⁵

¹ INRAE Hycar Antony; ² INRAE RiverLy; ³ Hochschule Trier (Umwelt-Campus Birkenfeld); ⁴ Wageningen Environmental Research; ⁵ EAWAG Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology

In the past two decades, many river restoration projects have been implemented worldwide to improve the ecological status of rivers. Initially, they aimed at recreating local hydromorphological structures and habitats, assuming that these should be directly colonized by aquatic organisms and thus promote diversity of the biological communities. However, this habitat-based strategy has been lately criticized as it ignores the fact that the anticipated ecological outcomes (e.g. improved community structure and functions, reinforcement of ecosystem processes) strongly depend on multiple drivers and processes at various spatial scales, such as river fragmentation and/or poor regional biodiversity preventing recolonization, large-scale hydromorphological and biogeochemical processes and anthropogenic drivers at the reach and watershed scales. Historical land use and legacy effects can also play an important role in recovery processes of streams, shaping current macroinvertebrate and fish communities.

Considering spatio-temporal landscape context is therefore crucial in restoration implementation to support more successful projects. However, the quantitative effects of the various context variables and their relative importance in restoration practices, as well as the role of metacommunities, the scale issue and the role of legacy effects are still understudied and thus poorly considered in restoration planning.

Here, we propose new insights in analyzing outcomes of past restoration projects. In the COSAR project (Biodiversa+ Biodivrestore), we use existing ecological monitoring data from about 200 European restoration projects representing a large diversity of implemented hydromorphological measures and we develop models to represent and assess the dependence of a variety of complementary ecological metrics (describing both fish and macroinvertebrate taxonomic and functional responses) to landscape context, including climatic, land use and network connectivity descriptors. Trade-offs and synergies between the multiple metrics are also explored, allowing the assessment of ecological response complexity.

S02 Verborgene Erfolge - Bewertung der ergänzenden Erfolgsfaktoren der Flussrenaturierung / Hidden successes – Evaluating complementary success factors of river restoration

Methodological Insights and Critical Analysis of Social Media Data in Evaluating River Restoration Impacts

Martin Palt; Nina Kaiser; Wolfram Remmers; Stefan Stoll

Hochschule Trier (Umwelt-Campus Birkenfeld)

The primary objective of river restoration is to enhance the ecological quality of the river biota. A number of methodological frameworks exist to assess aquatic communities, quantifying metrics that allow comparison between sites. However, river restoration also has the potential to deliver societal benefits that increase as ecosystems become more natural, particularly cultural ecosystem services (CES). No such consistent methodological frameworks have yet been established for these effects of restoration.

This is particularly true for the inclusion of social media in the assessment of CES. While it is possible to retrieve texts and photos posted on social networks in the context of aquatic ecosystems, this process is not straightforward, nor is the interpretation of findings from this new and promising data source. Therefore, this presentation aims to critically evaluate the methodological rigour and effectiveness of the analysis of social media data derived from different river restoration sites.

Specifically, we examine which restoration sites have social media posts available and how these differ in context (population, accessibility) from sites where this is not possible. In addition, we show how results from a combination of qualitative and quantitative approaches reveal motifs and themes in human-nature interactions that are prevalent in social media posts, and where there are current limitations and scope for further methodological advances. Issues of representativeness of user groups and potential biases are also discussed.

Based on these findings, we conclude that while social media can be a valuable source of information for deriving societal benefits from river restoration, there are caveats. However, these could be avoided by proactive measures taken during restoration processes. We provide recommendations for planners to take this into account, and for researchers to increase the reliability and depth of findings in future studies.

S02 Verborgene Erfolge - Bewertung der ergänzenden Erfolgsfaktoren der Flussrenaturierung / Hidden successes – Evaluating complementary success factors of river restoration

Analyzing Social Media to Uncover Societal Benefits of River Restoration: Enhancing Human-Nature Relationships

Nina N. Kaiser; Martin Palt; Stefan Stoll

Hochschule Trier (Umwelt-Campus Birkenfeld)

River restoration projects are primarily undertaken to enhance biodiversity and ecosystem services, but their impact extends far beyond ecological benefits. This study explores the societal effects of river restoration by analyzing social media posts from various restoration sites. By employing qualitative and quantitative analysis, we identified distinct motifs and themes in the posts related to each site. Our findings reveal that restored river sites not only foster greater biodiversity but also significantly enrich human-nature relationships. The diversity of social media content indicates that these sites become vibrant spaces for community engagement, recreation, and cultural expression. This research highlights the multifaceted value of river restoration, demonstrating its capacity to foster social cohesion, enhance well-being, and strengthen connections between people and natural environments.

S02 Verborgene Erfolge - Bewertung der ergänzenden Erfolgsfaktoren der Flussrenaturierung / Hidden successes – Evaluating complementary success factors of river restoration

Public Perception of River Restoration: Insights from Questionnaire Surveys in Rhineland-Palatinate, Germany

Wolfram Remmers; Nina N. Kaiser; Martin Palt; Stefan Stoll

Hochschule Trier (Umwelt-Campus Birkenfeld)

A key success factor for river restoration projects are benefits for local communities. The directly perceived values from restoration of small watercourses in urban areas consist mainly of improvements to various cultural ecosystem services in the areas of recreational activities and aesthetics. Furthermore, the perception of benefits and possible downsides as well as an understanding of the importance of ecological viability of watercourses, can influence the acceptance of restoration efforts and concomitant financial expenditures. Therefore, we aimed to improve the understanding of public perception regarding small urban river restoration projects in Rhineland-Palatinate, Germany. Our analysis is based on several years of questionnaire surveys conducted among local residents. The surveys aimed to gauge community views on the ecological and social impacts of the restoration efforts. Our findings indicate a generally positive reception, with many respondents recognizing the benefits of enhanced biodiversity, improved recreational opportunities, and strengthened human-nature relationships. However, the study also highlights critical voices, particularly concerning unmet expectations and perceived shortcomings in some restoration outcomes. These mixed responses provide a nuanced understanding of the public's perspective, emphasizing the need for ongoing communication and engagement with local communities to address concerns and align restoration efforts with public expectations. This presentation will offer valuable insights for policymakers and practitioners seeking to balance ecological goals with societal needs in future restoration projects.

S02 Verborgene Erfolge - Bewertung der ergänzenden Erfolgsfaktoren der Flussrenaturierung / Hidden successes – Evaluating complementary success factors of river restoration

Using a Stoichiometric Macronutrient Framework to predict Secondary Effects of Freshwater Restoration Strategies

Daniel Graeber¹; Anika Große²; Katja Westphal³; Alexander Wachholz⁴; Marc Stutter⁵; Gabriele Weigelhofer⁶; Thomas A. Davidson⁷; Tom Shatwell¹; Andreas Musolff²; Rohini Kumar¹; Dietrich Borchardt²

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) ; ² Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ); ³ Landesamt für Umwelt des Landes Schleswig-Holstein; ⁴ Umweltbundesamt (German Environment Agency); ⁵ James Hutton Institute, UK; ⁶ WasserCluster Lutz; ⁷ Aarhus University, Denmark

The ongoing climate crisis necessitates evolving strategies for water usage and the protection of freshwater ecosystems. Current national initiatives, including the National Water Strategy and the Programme for Natural Climate Protection, advocate for large-scale restructuring of freshwater bodies and their catchments. Central to these strategies is the restoration and development of wetlands and floodplains, which are expected to improve landscape water balance, particularly in terms of flood and drought mitigation. These actions will also exert significant secondary effects on freshwater ecosystems, especially regarding macronutrient biogeochemical cycling.

We propose a comprehensive framework aimed at predicting these secondary effects on macronutrients. This framework enhances catchment and ecosystem-level understanding of nitrogen (N) and phosphorus (P) sources and their impacts through N:P ratio assessments, examining sources, transport mechanisms, and ecological effects, such as eutrophication. Furthermore, we suggest that the provision of organic carbon (OC) from restored wetlands and floodplains will alter the retention of N and P in agriculturally impacted inland waters. This can be effectively assessed using C:N:P ratios in innovative statistical approaches. By restoring water balances through wetland restoration, the unintended side effects can be transformed into opportunities for a multiple-benefit approach within catchment and freshwater ecosystem management strategies.

In our presentation, we will present robust evidence supporting the efficacy of this stoichiometric nutrient management framework. Our evidence is derived from a series of studies, including conceptual and statistical modeling, ratio-based monitoring, and proof-of-concept microcosm experiments. We conclude that this stoichiometric framework will be a valuable tool in predicting landscape and ecosystem effects, thereby aiding in the adaptation and protection of our freshwater resources amidst the challenges posed by the climate crisis beyond the water framework directive.

S02 Verborgene Erfolge - Bewertung der ergänzenden Erfolgsfaktoren der Flussrenaturierung / Hidden successes – Evaluating complementary success factors of river restoration

Neuansiedlung des Europäischen Bibers (*Castor fiber*, LINNEAUS 1758) nach Renaturierung eines Tieflandbachs im Deichvorland des Rheins – Auswirkungen der Biberdämme auf die Zusammensetzung des Makrozoobenthos

Carmen Gallas¹; Raphael-Manuel Komanek²; Carmen Gallas¹; Johannes-Ulrich Bossert¹; Fabian Itzel¹; Ute Hansen²

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

Fünf Jahre nach Umsetzung der Renaturierungsmaßnahme eines Tieflandgewässers im Deichvorland siedelte sich 2021 der Biber im Lohkanal in Rheinberg-Orsoy an.

Biber wirken auf natürliche Weise gestalterisch auf die Gewässerlandschaft ein. Biberdämme liefern zusätzliche Habitate für aquatische und semiterrestrische Tiere. Die Auswirkungen von Biberaktivitäten auf den ökologischen Zustand eines Gewässerabschnitts werden in der Fachwelt jedoch kontrovers diskutiert.

Inzwischen sind im Gewässer drei Biberdämme mit positiven hydromorphologische Auswirkungen auf die Tiefen- und Breitenvarianz und das Strömungsbild entstanden. Andererseits kommt es in den Biber-teichen zu vermehrter Ablagerung von Feinsedimenten.

Mittels Surber Sampler und Substratkästen wurde im April/Mai 2024 die Lebensgemeinschaft des Makrozoobenthos in den Biber-teichen und unterhalb der Biberdämme erfasst. Das Monitoring der Biberdämme wurde mit dem Vacuum Sampler nach SCHLOEMER durchgeführt.

Die Ergebnisse der unterschiedlichen Untersuchungsmethoden werden verglichen. Der Vacuum Sampler eignet sich gut für eine schonende Beprobung der Biberdämme. Die Substratkästen stellen eine Ergänzung zur herkömmlichen Erfassung des MZB nach AQEM dar.

S04/S05 Große Flüsse unter Mehrfachbelastung: Multidisziplinäre Erkenntnisse aus Modellierung und Management von Wassermenge und -güte in internationalen Flusssystemen

Treiber von Cyanobakterienblüten im Längsprofil eines Flusses unter saisonal unterschiedlichen hydrologischen Bedingungen

Franziska Klotz¹; Marco Herrmann¹; Mayra Ishikawa¹; Demetrio Mora²; Manoj Schulz¹; Johannes Lingen¹; Phillip Jung¹; Björn Baschek¹; Helmut Fischer¹; Julia Kleinteich¹

¹ Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG); ² Observatory for Climate, Environment and Biodiversity (OCEB)

Cyanobakterienblüten in Flüssen haben einen negativen Einfluss auf die Gewässergüte und können auf Grund potentieller Toxine eine Bedrohung für Menschen und andere Organismen darstellen. In der stauregulierten Mosel kam es seit 2017 wiederholt zu Cyanobakterienblüten der Gattung *Microcystis*, mit Ausnahme des kühlen und abflussreichen Sommers 2021. Wir untersuchten den gesamten deutschen Moselabschnitt im Detail seit 2021 anhand von molekularbiologischen, aber auch fernerkundlichen Methoden. Die Konzentration von *Microcystis* erreichte in warmen und trockenen Jahren Maxima von 5×10^8 Zellen/L und dominierte damit die Phytoplanktongemeinschaft mit mehr als 86 %. Besonders im Unterlauf waren die *Microcystis*-Blüten stark ausgeprägt. Auch die abgeleiteten Gesamtchlorophyllkonzentrationen des Sentinel-2-Satellitenpaars aus dem ESA/Copernicus Programm zeigten, dass es räumlich und zeitlich zu großen Unterschieden entlang des Moselverlaufs kommt mit Maxima im Unterlauf der Mosel. Die Toxinkonzentrationen (Microcystin) variierten lokal stark und überstiegen teilweise den WHO-Trinkwassergrenzwert von $1,0 \mu\text{g/L}$ mit Maximalwerten von $4 \mu\text{g/L}$ in der Flussmitte. Anhand von sensitiven Bestimmungsmethoden wie droplet digital PCR konnten wir die *Microcystis* Bestände im Längsverlauf wie auch saisonal nachvollziehen und mit Temperatur- und Abflussveränderungen korrelieren. Anhand des Vergleichs mit dem Cyanobakterien-freien Jahr 2021 nehmen wir an, dass die unterschiedlichen hydrologischen und klimatischen Bedingungen, insbesondere die Fließgeschwindigkeit, zu den ausgeprägten saisonalen Unterschieden im Wachstum der Cyanobakterien führten. Die Mosel kann als Modellsystem dienen, wie stauregulierte Flüsse in Zukunft auf höhere Temperaturen und geringere Abflüsse infolge des Klimawandels reagieren werden.

S04/S05 Große Flüsse unter Mehrfachbelastung: Multidisziplinäre Erkenntnisse aus Modellierung und Management von Wassermenge und -güte in internationalen Flusssystemen

Einsatz von Satellitendaten zur Erfassung der Wasserqualität in großen Flusssystemen am Beispiel der Oder

Kerstin Stelzer¹; Tobias Goldhammer²; Carole Lebreton¹; Jorrit Scholze¹

¹ Brockmann Consult GmbH, ² Leibnitz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

Monitoring von Fließgewässern erfolgt in der Regel über regelmäßig durchgeführte Messungen entweder über Dauermesssonden oder wiederkehrenden Analyse von entnommenen Wasserproben. Für das Monitoring und die Dokumentation der Gewässerqualität in kritischen Teilen des Flussökosystems der Oder sind diese punktuell erhobenen Messungen eine wichtige Komponente, besitzen aber bei regionalen Analysen der Wasserqualität nur eingeschränkte Aussagekraft. Insbesondere die räumliche Erfassung von Algenblüten, ihr zeitliches Auftreten und ihre Dynamik ist aus stationsgebundenen Zeitreihen nur eingeschränkt möglich. Hier können Daten multispektraler Sensoren von Erdbeobachtungssatelliten, insbesondere dem Europäischen Copernicus-Satelliten Sentinel-2, ergänzend genutzt werden, um farbgebende Pigmente wie Algenchlorophyll in der Fläche und grenzüberschreitend innerhalb eines Gewässernetzwerks zu erfassen. Damit können auch Entwicklungen im Oberlauf frühzeitig detektiert und mögliche Konsequenzen für den Unterlauf vorausschauend berücksichtigt werden. Im Zuge der Umweltkatastrophe in der Oder im August 2022 konnte die Nutzbarkeit von Sentinel-2 Daten bereits demonstriert werden (<https://www.igb-berlin.de/news/neue-analyse-satellitendaten-bestaetigen-massive-algenbluete-der-oder>). Im Rahmen eines im Juni 2024 gestarteten Teilprojektes des ODER~SO Projekts erfolgt nun eine spezifische, zeitnahe Auswertung aus frei verfügbaren Sentinel-2 Daten für die Oder. Es wird ein neues, kontinuierliches Datenprodukt erzeugt, das die Entwicklung der Chlorophyllkonzentrationen in der Oder sichtbar macht.

Diese Satellitendaten werden in einer integrierten Daten- und Informationsplattform veröffentlicht, um die verfügbaren Informationen gebündelt aufbereitet zur Verfügung zu stellen. Dieser Beitrag stellt die Werkzeuge zur Satellitenbildverarbeitung und ihrer Darstellung vor und wird die Zeitverläufe der Chlorophyllkonzentrationen aus den letzten Sommern demonstrieren.

S04/S05 Große Flüsse unter Mehrfachbelastung: Multidisziplinäre Erkenntnisse aus Modellierung und Management von Wassermenge und -güte in internationalen Flusssystemen

Experimentelle Untersuchungen zum Gefährdungspotential durch *Prymnesium parvum* im Werra-Weser-Einzugsgebiet

Beke Lohmann¹; Maike Lorenz²; Birgit Olberg²; Urban Tillmann³; Eckhard Coring¹

¹ EcoRing; ² SAG; ³ AWI (Alfred-Wegener-Institute Helmholtz Centre for Polar and Marine Research)

Die fisch-giftige Mikroalge *Prymnesium parvum* hat in den letzten Jahren aufgrund ihrer potenziell verheerenden Auswirkungen auf aquatische Ökosysteme erhebliche Aufmerksamkeit erlangt. Massenhaftes Fisch- und Invertebratensterben, verursacht durch Prymnesin-Toxine, hat weltweit zugenommen, insbesondere durch anthropogene Einflüsse wie Eutrophierung und Bergbau. Ein aktuelles Beispiel aus Deutschland ist das massive Fischsterben in der Oder im Jahr 2022. Diese Vorfälle unterstreichen die Notwendigkeit, das Wachstum und die Ausbreitung von *P. parvum* in Süßwassersystemen besser zu verstehen.

In dieser Studie haben wir das Wachstumsverhalten von *P. parvum* unter verschiedenen Salinitätsbedingungen, mit besonderem Fokus auf die Flüsse Weser und Werra, untersucht. Diese Flusssysteme sind ökologisch bedeutsam und stehen aufgrund der Einflüsse des Kalibergbaus unter besonderer Beobachtung. Unsere Methodik umfasste die Kultivierung von fünf *P. parvum* Stämmen, darunter ein mariner Stamm, ein aus einem Fischteich isolierter Stamm und drei Stämme aus der Oder-Katastrophe, unter kontrollierten Laborbedingungen. Wir analysierten die Wachstumsraten in verschiedenen künstlichen Kulturmedien mit unterschiedlichen Natriumchlorid-Gehalten und in verschiedenen natürlichen Medien aus der Werra, Weser und einiger stehender Gewässer. Mit Hilfe eines Gradiententisches haben wir außerdem das Wachstum eines Oder-Stammes in Wasser aus Gerstungen in Abhängigkeit von Temperatur und Lichtintensität untersucht.

Die Versuche zielten darauf ab, Antworten auf die Fragen zu finden, wie unterschiedliche Salinitäten das Wachstum von *P. parvum* beeinflussen und welche spezifischen Umweltbedingungen das Wachstum der giftigen Alge begünstigen.

Unsere Ergebnisse liefern wertvolle Erkenntnisse über die bevorzugten Wachstumsbedingungen von *P. parvum* und die potenziellen Risiken für die aquatischen Ökosysteme der Flüsse Weser und Werra. Diese Informationen wurden mit den hydrologischen Rahmenbedingungen verschnitten und sind entscheidend für das Risikomanagement und die Entwicklung gezielter Maßnahmen zum Schutz und zur Erhaltung dieser Lebensräume.

S04/S05 Große Flüsse unter Mehrfachbelastung: Multidisziplinäre Erkenntnisse aus Modellierung und Management von Wassermenge und -güte in internationalen Flusssystemen

Do rapid changes in salinity trigger toxin production in the harmful alga *Prymnesium parvum*?

Karla Münzner; Sven Würtz; Margie Glenn; Heiner Kuhl; Stephanie Spahr; Jan Köhler

IGB Berlin

The harmful alga *Prymnesium parvum* (Haptophyta) causes massive kills of fish and other aquatic organisms in saline rivers around the world, most recently in the Oder River in Poland and Germany (also known as the “Oder catastrophe”). It is believed that such blooms are caused by an increase in salinity resulting from high evaporation and low discharge during droughts, natural sources of salt, or anthropogenic salt inputs. However, blooms also occur at salinities as low as 0.8 ppt, and the mechanism of how salinity stress could induce toxin production in *P. parvum* remains unknown. We conducted batch experiments with *P. parvum* cultures isolated during the Oder catastrophe to determine whether changes in salinity trigger toxin production in this alga. In a first step, cultures producing high and low amounts of toxins were grown at 5 ppt salinity, and exposed to a 50% decrease in salinity, simulating the release of brine storage rich in *P. parvum* into less salty river water. Over a time period of 48 hours, we extracted RNA to analyse whether mRNA expression of two polyketide synthases (PKS) increased after salinity shock. Both PKS have recently been correlated to the prymnesin structure by genomics analyses of strains producing prymnesins of types A and B. We also determined the amount of toxins (prymnesins) produced before and after salinity treatments. We expected cultures exposed to salinity stress to produce more toxins than the control cultures congruent with a higher expression of the PKS genes. This would, for the first time, confirm the role of environmental stressors in the synthesis of prymnesins, representing an experimental model to study environmental triggers of toxin production during harmful algal blooms. Such insight will help to better understand the processes which caused the Oder catastrophe in 2022, and to adapt bloom management efforts in the Oder River.

S04/S05 Große Flüsse unter Mehrfachbelastung: Multidisziplinäre Erkenntnisse aus Modellierung und Management von Wassermenge und -güte in internationalen Flusssystemen

Aquatic Insect Emergence from the Oder River and its Floodplains after the 2022 Catastrophe

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

Brandenburg University of Technology (BTU) Cottbus-Senftenberg

Massive amounts of fish and invertebrates perished in the Oder River in 2022 as a result of the toxin-producing, brackish water, golden alga *Prymnesium parvum*. Understanding the impact of this catastrophe on invertebrate communities is important as such events might affect not only the aquatic communities themselves but also the surrounding terrestrial food webs via insect emergence. To examine the potential impact, we need to understand the trajectory of the aquatic emergence and its contribution to the surrounding terrestrial food web in the following years as information on insect emergence from the Oder is currently lacking. Insect larvae represent an important food web component for aquatic consumers and the emerging adults represent a key vector for aquatic-based nutrients to transfer to adjacent terrestrial food webs. Aquatic insects contain higher long-chain polyunsaturated fatty acids (LC-PUFA) than terrestrial insects and can be physiologically important for several riparian predators (e.g., birds, bats, and spiders). We deployed floating insect emergence traps at six sites along the German side of the Oder River, at three of which we also sampled floodplain waterbodies from March to November 2023. Here we present the taxonomic diversity, biomass flux, and LC-PUFA flux of emerging insect from the aquatic to the terrestrial environment. Without baseline information of insect emergence from the Oder before the catastrophe, quantifying the extent of the environmental damage is difficult, however, we aim to use this data as a baseline to study the recovery of invertebrate communities, in general, and in the event of persistent *Prymnesium parvum* bloom in particular.

S04/S05 Große Flüsse unter Mehrfachbelastung: Multidisziplinäre Erkenntnisse aus Modellierung und Management von Wassermenge und -güte in internationalen Flusssystemen

Modelling effects of thermal pollution on water quality: Study on water temperatures and dissolved oxygen in the Rhine

Manoj Sanyasee Thapa; Tanja Bergfeld-Wiedemann; Annette Becker

Bundesantalt für Gewässerkunde (BfG)

Thermal pollution arises due to discharge of heated water from power plants and industries into aquatic ecosystems. It affects water temperatures (wT) and causes variations in the concentration of dissolved oxygen (DO) in water. DO is important for sustaining aquatic life and it is required for biodegradation processes that remove organic pollutants from water. In this study, we investigated how thermal pollution affects water temperatures and dissolved oxygen in the Rhine River. This study implemented a deterministic model QSim of BfG to simulate water quality in the free-flowing German reach of the Rhine, from Karlsruhe (km 359) up to Bimmen (km 865). The influences of thermal emissions into the Rhine between 2018 and 2020 were assessed via comparison of two identical simulation runs only differing in heat inputs. As an effect of thermal emissions, water temperatures increased in the Upper Rhine (between km 359 and 500), since the larger power plants are situated in this region. This energy effect was highest during autumn and winter at low discharge. However, the Lower Rhine was less influenced from thermal pollution. Further, heated Rhine water resulted in less DO in river compared to cooler water without thermal emissions. Likewise, DO concentrations in the Rhine between km 400-500 remained roughly constant as an effect of thermal emissions before it decreased with the confluence of the Main River. Downstream after km 500, oxygen level increased with decreasing water temperatures and higher photosynthetic activity of phytoplankton. Oxygen concentration was differently controlled, in summer predominantly via phytoplankton production whereas in winter via air-water oxygen exchange concurrently with high discharge and high turbulence. Further, elevated water temperatures in the Rhine during winter due to thermal emissions resulted in actual oxygen concentrations above the saturated concentrations between km 395 and 495. Hence, oxygen was aerated to the atmosphere for the restoration of the equilibrium DO condition.

S04/S05 Große Flüsse unter Mehrfachbelastung: Multidisziplinäre Erkenntnisse aus Modellierung und Management von Wassermenge und -güte in internationalen Flusssystemen

Modelling of nutrient emissions in river systems (MONERIS): Modellweiterentwicklungen zur harmonisierten Abbildung grenzüberschreitender Flusseinzugsgebiete

Anna Oprei; Markus Venohr

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

Weltweit sind aquatische Ökosysteme von multiplen, anthropogenen Stressoren wie z.B. Landnutzungsänderungen und Klimawandel betroffen. Unter anderem verändern Wasserentnahme, Bodenversiegelung und -verdichtung, Drainagen und Ab-flussregulierung die Menge, Qualität und Dynamik der Wasserressourcen. Die natürliche und zunehmend anthropogen überprägte Niederschlags- und Abflussdynamik bedingt spezifische raum-zeitliche Muster des Eintragsgeschehens und der resultierenden Wasserqualität, die aquatische und terrestrische Ökosysteme maß-geblich beeinflussen. Die sich saisonal verändernden ökodydrologischen Bedingungen erfordern eine Modellierung auf unterjähriger Ebene, um eine effektive Wasserbewirtschaftung in Verbindung mit einer ökologischen Bewertung zu ermöglichen. Um diesen Herausforderungen besser gerecht zu werden, wurde das Nährstoffeintragsmodell MONERIS (Venohr et al., 2011, Lemm et al., 2021) in die Open-Source-Programmiersprache R überführt und die Eingangsdatenformate als auch Berechnungsansätze grundlegend überarbeitet. Hierbei wurde insbesondere auf eine transparente, flexible und performante Umsetzung geachtet, die eine Wiederverwendung und Kombination unterschiedlicher Eingangsdaten erlaubt und eine Reproduzierbarkeit sicherstellt. Zu den neuesten Modellentwicklungen gehören die Erhöhung der zeitlichen (monatlich) sowie räumlichen Auflösung (1 km²) durch den Einsatz hochaufgelöster Eingangsdaten sowie der Verwendung einer räumlichen Standardauflösung. Da der Abfluss einer der Haupttreiber der Nährstoffemissionen ist, wurde ein modellspezifischer Niederschlags-Abfluss-Ansatz entwickelt und erfolgreich getestet. Obwohl die Verfügbarkeit an hochaufgelösten internationalen Eingangsdaten in letzter Zeit deutlich gestiegen ist, liegen national häufig besser-aufgelöste Datengrundlagen vor. MONERIS ermöglicht daher die Kombination von alternativen internationalen Eingangsdaten sowie verschiedenen nationalen Datensätzen. Wir stellen hier nun das aktualisierte, auf Open Source basierende Modell MONERIS vor und zeigen seine praktische Anwendung anhand der ausländischen Oberlieger der großen deutschen Flusseinzugsgebiete. Unser Ziel ist es, eine offene Modellierungsplattform aufzubauen, die die Emissionsmodellierung weiterer Parameter und Stoffe (z.B. Salzgehalt, Schwermetalle oder prioritäre Stoffe) und die Berücksichtigung zusätzlicher Module wie z.B. für Phytoplanktonwachstum, Auen- oder Buhnenfeldretention ermöglicht.

S04/S05 Große Flüsse unter Mehrfachbelastung: Multidisziplinäre Erkenntnisse aus Modellierung und Management von Wassermenge und -güte in internationalen Flusssystemen

Integrated Water Management: Linking the Danube River with the Black Sea

Jürg Bloesch

IAD (International Association for Danube Research)

The five Co-Authors act as Editors of an ELSEVIER-Book entitled “Danube River and Western Black Sea Coast: Complex Transboundary Management” in the series “Ecohydrology from catchment to coast”. The book encompasses 17 chapters grouped into three parts and shall be published in fall 2024. A couple of distinct case studies clearly show the existing environmental problems. Sturgeons, one of the Danube flagship species, are presented in several chapters to illustrate the link between the sea and the river.

This contribution presents a selection of three specific scientific topics emphasizing the interlinkage between riverine and marine ecosystems, reflecting theory and practice, major pressures as well as main obstacles for the implementation of restoration and conservation (including governance, politics and management): (1) Alteration of hydromorphology, reduced sediment transport by the Danube and shore erosion in the Black Sea, (2) Nutrient load and eutrophication, and (3) Drastic decline of anadromous sturgeons due to disrupted connectivity and overfishing. Environmental protection of aquatic ecosystems to conserve biodiversity needs to consider, amongst other, ecosystem services, floodplain ecology, effects of climate change, and sustainable use of resources. Accounting for the requirements of Integrated Water Resources Management (IWRM) and the rather poor implementation of environmental law, the decision makers and politicians face multiple challenges: to have procedural knowledge, to support and trust science, to understand and rate expert debates, to finance the development and harmonization of new methodology and proper monitoring programs, to have a holistic view of the social-ecological systems, and to cope with inherent conflicts of interest. Basic managerial tools are learning by doing, adaptive management, transparent and well-designed communication, early involvement of relevant stakeholders to discuss and co-design solutions (sound public participation), and public awareness. In the long term, the prevailing primacy of economy (business as usual), exploiting ecosystems for profit, must be ended and the environmental costs of any business should be internalized. The elaboration of Sustainable Development Strategies for the Danube and Black Sea regions can foster the wellbeing of inhabitants. The key message is that fighting the causes provides much better solutions than fighting the negative effects themselves (end-of-pipe solutions).

S06 Ästuare – einzigartige Ökosysteme unter dem Einfluss vielfältiger Stressoren / Estuaries – unique environment under multiple stressors

Vegetationsmodellierung an der Tideelbe: Röhrichtwachstum in Abhängigkeit von Hydrodynamik und Klimawandel

Johannes A. Leins¹; Maike Heuner¹; Jana Carus²; Tim Scheufen¹; Christine Borgsmüller¹

¹ Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), ² TU Berlin

Im BMDV-finanzierten Projekt „Parabola for Climate“ wird mit dem Vegetationsmodell HaMac (Habitat Macrophyte Model) die Entwicklung der Marschvegetation in Ästuaren untersucht. HaMac-Simulationen projizieren die Auswirkungen lokaler Stressoren und des Meeresspiegelanstiegs (MSA) unter künftigen Klimaszenarien auf dieses Ökosystem. Die Erkenntnisse tragen dazu bei, die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) zielgerichtet zu beraten, wie die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) an den Klimawandel und einhergehende klimaverträgliche Maßnahmen an Ufern und Marschen umgesetzt werden könnten.

Bereits die Maßnahmen, die auf die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) abzielen, sind aufgrund anthropogener Einflüsse und der Dynamik der Ästuare herausfordernd. Der Klimawandel verschärft diese Bedingungen und sollte bei der Auswahl von Ufersicherungsmaßnahmen berücksichtigt werden. So dürfte mit dem MSA auch das Mittlere Tidehochwasser (MThw) ansteigen und Watten bzw. Marschen länger und häufiger überflutet werden. In diesem Kontext liefern bestandsbildende Röhrichte mit ihrer Ökosystemleistung einen bedeutenden Beitrag. Sie sichern mit ihren Wurzeln das Ufer, schwächen Strömung und Wellen ab und akkumulieren Sediment, sodass Watten und Marschen mit dem MSA mitwachsen.

Im BMVI-Forschungsprogramm KLIWAS (Klimawandel an Wasserstraßen) wurde mit HaMac anhand zweier Röhrichtarten (*B. maritimus*, *P. australis*) bereits untersucht, wie ausgewählte Habitatfaktoren Wachstum und Mortalität dieser Spezies beeinflussen. Mit statistischen Modellen wurden dazu Funktionen berechnet, die das Artvorkommen mit Faktoren wie interspezifischer Konkurrenz und Überflutungsdauer verknüpfen. Die Ergebnisse der HaMac-Simulationen wurden hinsichtlich der Ursachen für Ausbreitung und Rückzug der Röhrichtvegetation entlang der Tideelbe analysiert. Einige dynamische Prozesse mit voraussichtlich hoher Bedeutung für Langzeitprognosen konnten bisher jedoch noch nicht berücksichtigt werden.

Im Projekt „Parabola for Climate“ wird HaMac um dynamische Feedbackprozesse wie Sedimentation erweitert und für weitere Habitatfaktoren kalibriert – etwa Wellenschlag, steigendes MThw und Sohlschubspannung. Neben der Abschätzung zur dynamischen Entwicklung der Marschvegetation werden die Robustheit und Gültigkeit der in KLIWAS berechneten Funktionen anhand aktueller Daten diskutiert. Zudem wird erörtert, wie sich die ergänzten Prozesse und Faktoren auf die Modellergebnisse auswirken.

S06 Ästuare – einzigartige Ökosysteme unter dem Einfluss vielfältiger Stressoren / Estuaries – unique environment under multiple stressors

Satellitendaten für Ästuare – der Copernicus High Resolution Coastal Service

Kerstin Stelzer¹; Carole Lebreton¹; Dmitry Van der Zande²; Quinten Vanhellemon²; Joppe Massant²; Martin Böttcher¹

¹ Brockmann Consult GmbH; ² Royal Belgian Institute of Natural Sciences (RBINS)

Qualitativ hochwertige satellitengestützte Wasserqualitätsprodukte können wertvolle Unterstützung und Erkenntnisse für die Bewirtschaftung und Überwachung von Binnen-, Übergangs- und Küstengewässern liefern. Die heutige Verfügbarkeit von Erdbeobachtungsdaten (EO) basiert auf traditionellen Ocean Colour Systemen mit mittlerer Auflösung (z. B. SeaWiFS, MODIS-AQUA, MERIS, Sentinel-3/OLCI) aber auch auf hochauflösenden Landsensoren (z. B. Sentinel-2/MSI). Jeder dieser Sensoren bietet spezifische Vorteile in Bezug auf räumliche, zeitliche oder radiometrische Eigenschaften. Im Rahmen von Copernicus Marine werden verschieden Wasserqualitätsprodukten auf verschiedenen Skalen für unterschiedliche Fragestellungen bereitgestellt.

Mit dem High-Resolution Coastal Service (HROC) bietet Copernicus Marine hochauflösende Wasserqualitätsprodukte auf der Grundlage von Sentinel-2/MSI-Daten für alle europäischen Küstengewässer. Es stehen 12 verschiedene Produkte zur Verfügung, die sowohl im Echtzeitdienst als auch als aggregierte Produkte genutzt werden können. Neben den Küstengewässern, die in einem Streifen von 20-km-Streifen zur Verfügung stehen, sind auch die Europäischen Ästuare Teil des Datensatzes. Es werden sowohl optische (Wasserreflektanzen, Rückstreuung, Trübung), also auch bio-geo-physikalische Parameter (Chlorophyll- und Schwebstoffkonzentration) bereitgestellt.

Die Produkte sind seit 2020 verfügbar, wobei regelmäßig (jährlich) Verbesserungen der Algorithmen einfließen. Dazu gehört die Entwicklung eines Korrekturverfahrens für die deutlichen Detektor-Streifen, die bei S2/MSI-Bildern über Wasser beobachtet werden können.

Über die frei verfügbaren Daten aus den Copernicus Diensten gibt es auch Downstreamdienste, die individuell auf Nutzerwünsche eingehen und die Daten beispielsweise in höherer räumlicher Auflösung oder weiter ins Landesinnere reichende Produkte erzeugen.

Die Produkte werden an Beispielen verschiedener Ästuare in Europa vorgestellt und wo verfügbar, das Zusammenspiel von in-situ Messungen und Fernerkundungsdaten demonstriert.

S06 Ästuar – einzigartige Ökosysteme unter dem Einfluss vielfältiger Stressoren / Estuaries – unique environment under multiple stressors

Hohe Mortalität der Fintenlarven (*Alosa fallax*) im Elbästuar – eine Frage der Nahrungsgrundlage?

Nele Oncken¹; Dennis Eick²; Jörg Scholle³; Andreas Schöl¹

¹ Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG); ² Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe-Nordsee; ³ BioConsult GmbH & Co. KG

Die anadrome Fischart Finte (*Alosa fallax*) laicht im limnischen Ästuarbereich der Elbe unterhalb des Hamburger Hafens und ist eine Art innerhalb der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie. Die Hauptnahrungsquelle der Fintenlarven ist das Zooplankton. Die Finte ist durch eine interannuell unterschiedliche Dichten der Eier und Larven geprägt. Eine unzureichende Nahrungsverfügbarkeit mit Blick auf Fintenlarven könnte eine mögliche Ursache für ungewöhnlich geringe Larvendichten (als Folge einer ungewöhnlich hohen Mortalität) sein. Ob allerdings ein generell unzureichendes Nahrungsangebot für Fintenlarven vorliegt oder ob das räumliche oder zeitliche Aufkommen der Fintenlarven nicht mit dem vorhandenen Nahrungsangebot übereinstimmt, ist nicht bekannt.

Als Datengrundlage des Projektes dienen die Daten des Fintenmonitoring (Eier und Larven) die im Auftrag des WSV Elbe-Nordsee von der Firma BioConsult wöchentlich von Mitte April bis Mitte Juni der Jahre 2013–2022 bei Elbe-km 643 und 651 erhoben wurden, inklusive der parallel genommenen Zooplanktonproben. Um die Dynamik des Zooplanktons im Elbästuar besser zu verstehen, wurden zusätzlich Zooplanktonproben knapp oberhalb des Fintenlaichgebietes bei km 629 ausgewertet.

Ziel der Auswertung ist es, die Nahrungsgrundlage der Fintenlarven zu bestimmen, die Zooplanktonbiomasse in Bezug zum räumlichen und zeitlichen Nahrungsbedarf der Fintenlarven zu setzen und intra- und interannuelle Unterschiede der Nahrungsgrundlage zu untersuchen. Zudem wird der Einfluss der abiotischen Bedingungen in Form von Abfluss, Temperatur, Sauerstoffkonzentration und zusätzlich Chlorophyll a-Gehalt auf das Zooplankton bzw. die Fintenlarvenabundanz untersucht.

Die bisherigen Auswertungen zeigen eine Korrelation des Vorkommens von Fintenlaichprodukten und hoher Zooplanktonbiomasse bei Probestelle Elbe-km 643 (im Hauptlaichgebiet der Finte), was auf eine zeitliche Synchronisierung der Eiablage mit dem Auftreten des Zooplanktons hindeuten könnte. Auffällig ist zudem, dass die Anzahl der Finteneier nicht zwingend mit der Zahl der Fintenlarven korreliert. Dies zeigt, dass der Entwicklungserfolg von Eiern oder Frühlarven nicht jedes Jahr gleich ist, sondern stark von verschiedenen biotischen oder abiotischen Bedingungen beeinflusst wird und nach unseren Auswertungen in einigen Jahren möglicherweise auch auf eine unzureichende Nahrungsgrundlage der Fintenlarven zurückzuführen ist.

S06 Ästuare – einzigartige Ökosysteme unter dem Einfluss vielfältiger Stressoren / Estuaries – unique environment under multiple stressors

Untersuchung der Bildung des Sauerstoffminimums in der Unterems unter Betrachtung der Schwebstoffkonzentrationen

Tea Behrends¹; Christine Borgsmüller²; Andreas Schöl²; Oliver Wurl³; Dennis Oberrecht¹; Andreas Wurpts¹

¹ Forschungsstelle Küste im Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz – Betriebsstelle Norden-Norderney; ² Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG); ³ ICBM, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Im teildurchmischten Emsästuar ist aufgrund der hohen Ansammlung von Schwebstoffkonzentrationen mit phasenweiser massiver Flüssigschlickbildung infolge der anthropogenen Eingriffe (Begradigungen und Vertiefungen) in den Sommermonaten eine starke Sauerstoffzehrung zu beobachten. Diese führt zu einer mehrere Monate andauernde Sauerstoffminimumzonen (anaerobe Verhältnisse). Anhand von stationären Messungen über einen Zeitraum mit geringen Oberwassermengen (2014) sind an drei Standorten innerhalb der Flüssigschlickstrecke hochaufgelöste Messungen durchgeführt worden. Es wurden Schwebstoffkonzentration, Strömungsgeschwindigkeit, Wassertemperatur, Leitfähigkeit und Sauerstoffsättigung gemessen und ausgewertet. Die über den Großteil der Gezeit deutlich ausgeprägte sedimentinduzierte Schichtung, führte zu einer vollständigen Entkopplung innerhalb der Wassersäule mit einem frei fließenden oberflächennahen Bereich und einen auf ungefähr von der Sohle an bis zu der Hälfte der Wassertiefe beschränkte hochkonzentrierte Flüssigschlickschicht. Letztere zeigt Konzentrationen von SSC 20 – 300 g/l. Durch die hohe (rheologische) Viskosität wird die horizontale Strömungsgeschwindigkeit und vertikale Turbulenzproduktion stark gedämpft. Dadurch wurde deutlich, dass sich hier lokal die Aufenthaltszeiten erhöhen und zusätzlich eine starke Sauerstoffzehrung vorhanden ist, während in der oberen Wassersäule der Sauerstofftransport vorwiegend von der Tidedynamik gesteuert wird. Die Ergebnisse zeigen ebenfalls, dass die Sauerstoffzehrung sehr dominant in der unteren Wassersäule stattfindet und ebenfalls stark von der Schwebstoffkonzentration abhängen. Es ist gelungen anhand der Daten einen physikalischen Zusammenhang zwischen der Sauerstoffzehrung, der Wassertemperatur als auch den Schwebstoffkonzentrationen (organischem Anteil) abzuleiten. Die hier gewonnenen Ergebnisse können zu einem verbesserten Systemverständnis in der Ausbildung von anthropogen veränderten Ästuaren beitragen. Gerade im Hinblick auf die geltenden Richtlinien, wie der WRRL und dem darin verankerten Verschlechterungsverbot des ökologischen Zustandes, ist die Analyse der komplexen dreidimensionalen Sauerstoffdynamik in Zusammenhang mit der Schwebstoffdynamik und Morphologie, von großer Bedeutung.

S06 Ästuar – einzigartige Ökosysteme unter dem Einfluss vielfältiger Stressoren / Estuaries – unique environment under multiple stressors

Evaluation of machine learning tools for the investigation of fluid mud dynamics and dissolved oxygen deficit in the Ems Estuary

Lorenzo Rovelli¹; Dörthe Holthusen¹; Aron Slabon¹; Ole Rößler¹; Andreas Schöl¹; Christine Borgsmüller; Annika Fiskal¹

¹ Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

The hyper-turbid Ems Estuary (NW Germany) is characterized by the occurrence of fluid mud (i.e., suspended matter concentrations above 10 g L⁻¹). The presence of fluid mud not only poses obvious threats to the Ems as a waterway, e.g., by affecting its navigability but has also been linked to oxygen deficits, leading to an overall poor ecological status of the lower Ems. Given the complexity of the fluid mud dynamics, predictive tools to assess past and future conditions, such as deterministic models, require extensive monitoring data and dedicated high-resolution field measurements with high temporal and vertical resolution to validate their approach and identify missing processes or feedbacks. However, the strength and usability of such datasets strongly depend on their resolution and completeness, and gaps in the data might make it difficult to conciliate temporal and spatial monitoring data, targeted field measuring campaigns, and modeling results.

Here we evaluate the use of numerical machine learning approaches based on artificial neural networks (ANN) as tools for i) the reconstruction of gaps in time series, ii) the plausibilisation of measurements, and iii) the reproduction and forecast of fluid mud driven dissolved oxygen concentrations in the Ems Estuary. The ANNs are trained and tested with time series of key physical parameters such as temperature, salinity, water level, and flow velocity/direction as part of the decade-long monitoring effort of the Federal Institute of Hydrology (BfG) in the Ems Estuary. Our evaluation highlights the robustness of ANN approaches for time series processing and validation, as well as their strength as predictive tools for fluid mud occurrence and resulting dissolved oxygen availability. There is therefore a great potential for the utilization of ANN tools as numerical support for the testing and optimization of deterministic models.

S06 Ästuare – einzigartige Ökosysteme unter dem Einfluss vielfältiger Stressoren / Estuaries – unique environment under multiple stressors

Microbial community composition during low-water and high-water spring tide in the Ems Estuary

Anjela L. Vogel; Lorenzo Rovelli; Dörthe Holthusen; Aron Slabon; Christine Borgsmüller; Helmut Fischer; Annika Fiskal

Federal Institute of Hydrology (BfG)

The Ems Estuary is highly turbid, with suspended particle matter (SPM) values of up to 100 g/L throughout the water column. The tidal pumping effect, along with high SPM, leads to fluid mud layers of varying densities and characteristics resulting in dynamic variations in, e.g., oxygen and nutrient concentrations. The changing conditions affect the composition of the estuaries' microbial population whose alterations over tidal cycles are poorly understood. To close this knowledge gap, changes of the 16S rRNA Illumina sequencing-based community, nutrients, oxygen concentrations, salinity, total organic carbon content, and density were followed vertically within the water column and fluid mud layer during high and low spring tide. We demonstrate that the composition and possible function of the microbial community varied with water depth and between low and high tide. First results show that the upper water column contained an increased abundance of aerobic species compared to community within the fluid mud. Furthermore, a high relative abundance of microbial nitrifiers was found associated with the fluid mud layer, indicating active cycling of nitrogen. In future, changes in microbial community composition could help to characterize and monitor residence time and ecological quality of fluid mud in highly turbid estuaries.

S06 Ästuare – einzigartige Ökosysteme unter dem Einfluss vielfältiger Stressoren / Estuaries – unique environment under multiple stressors

Regulation of nitrate production along the River-Sea-Continuum in a turbid estuary

Kirstin Dähne¹; Vanessa Russnak¹; Tina Sanders¹; Gesa Schulz²

¹ Helmholtz-Zentrum Hereon; ² Universität Hamburg

Along the River-Sea-Continuum, the estuarine transition zone is an important biogeochemical hotspot. Nitrate regeneration has in the past been investigated in the Elbe, and it has been shown to double the river nitrate load, contributing strongly to river nutrient loads to downstream regions and to the coastal ocean. Over an annual cycle, we performed incubation experiments with contrasting techniques to capture nitrate production in the water column. We use these data to evaluate the role and limitation of nitrate production (nitrification) along the Elbe estuary. We find that the substrate availability limits nitrate generation, so that either ammonium concentration in the water column or remineralisation of ammonium are crucial for nitrate regeneration. An overarching control, however, is exerted by competition for ammonium between nitrifiers and phytoplankton. Under favourable conditions, phytoplankton outcompete nitrifiers, producing fresh organic matter and adding to a downstream cascade effect of eutrophication. This highlights that even in heterotrophic, turbid estuaries, phytoplankton is key to nutrient management in the coastal transition zone. Optimal management strategies for nutrient reduction should be adapted to river biogeochemistry.

S06 Ästuar – einzigartige Ökosysteme unter dem Einfluss vielfältiger Stressoren / Estuaries – unique environment under multiple stressors

A model-based analysis of summertime oxygen deficiency in the Elbe Estuary (Germany)

Fabian Große¹; Tina Sanders²; Werner Blohm³; Jens Wyrwa¹

¹ Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG); ² Helmholtz-Zentrum Hereon; ³ Institut für Hygiene und Umwelt

The Elbe Estuary (Elbe-km 585 to 727) is a heavily anthropogenically modified and influenced waterbody providing access to the Port of Hamburg, one of the largest seaports in Europe and the world. A combination of factors – including eutrophication of the Elbe River causing high organic matter loads and high turbidity in the estuary – result in the formation of low oxygen conditions in the Port of Hamburg area and downstream (Elbe-km 620 to 660) every summer. However, in late June 2022, the relatively shallow upper Elbe Estuary (Elbe-km 585 to 620) experienced the lowest observed oxygen levels since the German reunification, even falling below those in the Port of Hamburg. Observations at the tidal weir in Geesthacht (Elbe-km 585) reveal that during this event, oxygen levels were unusually low in the lower Elbe River leading to the all-time oxygen low in the upper estuary. In this study, we investigate the June 2022 event using a coupled hydrodynamical-biogeochemical model system based on the QSim model representing the Elbe River and Estuary from the German-Czech border (Elbe-km 0) to the outer estuary (Elbe-km 727). Our main focus is on the effect of low discharge on water residence times and changes in the biogeochemical processes that caused a significant upstream shift of the net heterotrophic regime normally confined to the deeper parts of the Elbe Estuary. In addition, we analyze a longer model hindcast with respect to the frequency of similar, though less pronounced events as an attempt to derive a statistical relationship between river discharge and oxygen levels in the Elbe Estuary.

S06 Ästuare – einzigartige Ökosysteme unter dem Einfluss vielfältiger Stressoren / Estuaries – unique environment under multiple stressors

Modeling harbor seal populations in the German Bight

Ovidio Garcia-Oliva; Carsten Lemmen

Helmholtz-Zentrum Hereon

Harbor seals (*Phoca vitulina*) are top predators in the German Bight, with resident populations extending from the Elbe estuary to the Wadden Sea. Seals are climate and ecosystem sentinels; however, detailed assessments of the main drivers of seal population dynamics are still lacking in this strongly anthropogenically affected region. Here, we used a simple age-structured autonomous-logistic model to describe population dynamics in the German Bight, and we compared these results to observed seal counts in the Wadden Sea from 1975 to 2021. While our model demonstrates high skill in reproducing observed seal populations pre-2010, it lacks the mechanisms to explain the stabilizing population trend observed in the last decade. These results motivate the introduction of other ecological variables, such as food availability, spatial constraints, and temperature sensitivity, in future model implementations.

S07 Computational Limnology: How data-driven and process-based modeling, and field research inspire each other

Robotic 3D profiling to study hypolimnetic re-aeration

Maximilian Lau¹; Eric Röder¹; Gero Licht¹; Marcus Fahle²; Anne Weber³; Sebastian Zug¹

¹ TU Bergakademie Freiberg; ² Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR); ³ Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH

Conventional lake monitoring methods, such as boat-based human operators or stationary monitoring buoys, have limited spatial replication due to scalability constraints. Robotic monitoring, however, can overcome such limitations with its higher observation density in weather- and daytime-independent sampling and monitoring campaigns. As such, robotic monitoring can be used to resolve horizontal heterogeneities in deep lake waters, which have received little attention so far, mostly because lateral diffusion is thought to strongly promote chemical homogenization across specific water layers. However, sediment conditions may locally alter oxygen availability in overlying waters on short temporal and spatial scales. In this work, we present a mobile robotic device that can autonomously sample hydrochemical profiles in water bodies. By example of a (230 ha) artificial lake, we illustrate 3D sampling capabilities of oxygen availability in deep waters. The lake is equipped with an oxygen supply infrastructure to prevent deoxygenation of the hypolimnion and associated contaminant release from reduced surface sediments. In several sampling campaigns we show local differences in oxygen availability and sediment release dynamics under natural, and under artificially aerated conditions. Such a 3D observation framework is rarely employed for lake studies but is important for understanding and modelling critical functions of deep lake waters such as cold-water habitat, carbon burial, contaminant retention, and greenhouse gas production.

S07 Computational Limnology: How data-driven and process-based modeling, and field research inspire each other

Which model works best for which lake? A benchmark of four hydrodynamic models applied to 73 lakes

Johannes Feldbauer¹; Jorrit P. Mesman²; Thomas Petzoldt¹

¹ TU Dresden, Institut für Hydrobiologie; ² Uppsala University, Department of Ecology and Genetics

Ecological functions and water quality of lakes are shaped by a complex interplay between nutrient availability, food-web structure and thermal stratification. Global warming impacts this balance, shifting the regime of water temperature and mixing and, finally, affecting processes like nutrient recycling, re-eutrophication and methane emission. To estimate and plan mitigation measures for future developments under a changing climate and management, process-based lake models depend crucially on a valid description of water temperature, stratification and mixing. In recent years, 1-dimensional hydrophysical models have become standard tools, however, the reliability of the predictions relies on multiple factors such as: observational data, model complexity, uncertainty in climate forcing data and parametrization. In our study, we compared the performance of four hydrophysical lake models (FLake, GLM, GOTM, Simstrat), which differ in their process description using a global dataset of 73 lakes. In addition, the sensitivity of the calibrated parameters was analysed for each model and then related to the different model structures and lake characteristics. All models exhibited general patterns with respect to overall model performance, and each of the models performed best for a particular subset of lakes. From our findings we advocate the application of model ensembles, and we also see the need for further improvement of the individual models and of the multi-model ensemble techniques.

S07 Computational Limnology: How data-driven and process-based modeling, and field research inspire each other

Changes in summer stratification in response to climate change

Robert Schwefel¹; Sylvia Jordan¹; Antje Köhler²; Michael Hupfer¹

¹ IGB Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, ² Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt Abteilung Integrativer Umweltschutz

In response to global warming, mean temperatures and temperature gradients increase in dimictic lakes. Both factors lead to increased stratification during the summer season and a longer duration of the stratified period. Under stratified conditions, oxygen is consumed in the hypolimnion, and solutes typically bound to the sediment under oxic conditions, such as phosphorus, manganese or iron, can dissolve into the open water. For lake ecosystems, the increase of the stratified period during summer can therefore be one of the most severe consequences of climate change.

In a project financed by the German Working Group on water issues of the Federal States and the Federal Government, we equipped a set of lakes with temperature and oxygen loggers measuring in high temporal and spatial resolution. In combination with additional high-frequency measurements from other institutions, we obtained a total of 18 lakes with combined 124 years in which either the beginning or the end of the stratified period was captured.

The results reveal that the onset of stratified conditions in spring depends universally on meteorological conditions while the end of stratification in fall or early winter is primarily determined by lake depth with air temperatures or wind speed playing only a secondary role. In this contribution, we will present the different responses of stratification onset and end on morphological and meteorological boundary conditions and discuss their potential future development based on IPCC emission scenarios. In addition, the possible impact of increased stratification duration on the lake ecosystem, e. g. the oxygen concentrations in the hypolimnion will be discussed.

S07 Computational Limnology: How data-driven and process-based modeling, and field research inspire each other

Climate warming effects in stratified reservoirs: Thorough assessment for opportunities and limits of machine learning techniques versus process-based models in thermal structure projections

Karsten Rinke¹; Chenxi Mi²; Hans Duerr³; Martina Flörke³; Ammanuel Tilahun³

¹ Helmholtz-Centre for Environmental Research (UFZ), Magdeburg; ² Helmholtz-Centre for Environmental Research (UFZ), Halle; ³ Ruhr Uni Bochum

It is nowadays a hot topic to apply machine learning (ML) algorithms to illustrate water temperature dynamics in lentic waters. Due to the limited amount of in-situ temperature measurements from traditional sampling programmes, most of the related studies, however, restricted their analysis within the surface and rarely checked the results for whole depth profiles. Moreover, capability of such methods in projecting thermal dynamics under future climate conditions is even less illustrated. To fill the gap, we collected an unparalleled huge database including 9 million water temperature measurements, from 2013 to 2022, in Rappbode Reservoir, Germany as well as the corresponding climatic and hydrological observations, to train three commonly used ML models (Random Forest, XGBoost, and Long Short-Term Memory) and comprehensively evaluate their performance in reproducing thermal structure within the whole water column. We also systemically compared such simulation results with a well-established process-driven model (CE-QUAL-W2). Going beyond a pure reproduction of observations, we further evaluated the ability of CE-QUAL-W2 and ML models in projecting thermal dynamics under RCP8.5 climate scenario up to 2100. Our results suggested three ML methods yielded high accuracy in capturing water temperature dynamics from the surface (epilimnion) to bottom (hypolimnion), and also satisfactorily reproduced temporal development of the stratification pattern, with the results corresponding well with those from CE-QUAL-W2. By contrast, the projections by ML models were rather insensitive to future climate warming under RCP8.5 comparing with those by CE-QUAL-W2, pointing to an important risk whenever ML-based models are extrapolated beyond their training data range. Supported by millions of in situ measurements, our research clearly illustrated the opportunities (limits) of ML models in projecting thermal dynamics in deep waters, and the conclusion also provides key guidance for scientists to select the appropriate tools in projecting water temperature, and other environmental factors, under changing climate.

S07 Computational Limnology: How data-driven and process-based modeling, and field research inspire each other

How robust are species distribution models against noise in the data?

Emma Chollet Ramampandra; Andreas Scheidegger; Gaspard Fragnière; Nele Schuwirth

Eawag, Switzerland

Species distribution models (SDMs) are used by ecologists to make predictions and understand species response to environmental factors. These empirical models differ in many properties, such as flexibility of the response shapes and interactions between predictors, which affect their predictive performance and interpretability. In particular, since ecological datasets are prone to different sources of noise, too flexible models do overfitting and show implausible response shapes. To interpret SDMs with confidence, it is crucial to understand if a model captures the “true” relationship between the species and the environmental factors rather than the noise in the data.

This study aims to assess the impact of noise on the predictions and interpretability of SDMs. To that end, we use the complex mechanistic food web model, Streambugs, which integrates key ecological processes such as biotic interactions, environmental filtering, and dispersal limitation, to generate artificial presence/absence data of macroinvertebrates in streams. We introduce different noise scenarios, including Gaussian noise on predictors and misidentification of taxa, and then train and compare four SDMs with varying complexity levels. These comparisons focus on predictive performance, degree of overfitting, and response shapes.

Through this research, we aim to provide recommendations for selecting and applying SDMs to inform environmental management, in the context of noisy ecological datasets.

S07 Computational Limnology: How data-driven and process-based modeling, and field research inspire each other

Modelling phytoplankton phenology of Lake Constance: a Bayesian approach

Luca Schenone; Dietmar Straile

University of Konstanz

Phenology, the study of periodic biological events and their relationship to the environment, is crucial for understanding temporal changes in complex living systems, such as planktonic communities. However, modeling phenological curves can be challenging due to their nonlinear shapes, which complicate the estimation of quantitative and predictive metrics, which could then be compared statistically through time and among different organisms. In this study, we addressed this challenge by developing a nonlinear model based on the equation behind the Lorentz-Cauchy distribution to describe the phenology of phytoplankton in Lake Constance, Germany. Lake Constance is a large, deep peri-alpine lake that has undergone oligotrophication during the last decades and also faced biological invasions in recent years. By using a comprehensive time series of biweekly data on phytoplankton biovolumes from 1966 to 2022, we applied a Bayesian approach to fit our model parameters. The model, incorporating three Lorentz-Cauchy functions, effectively captures up to three phenological peaks (corresponding mostly to spring, summer and autumn blooms, respectively) and identifies the clear water phase between spring and summer blooms. By using the relative biovolume as the response variable and the day of the year as the only predictor, we revealed significant patterns in the timing, magnitude, and duration of phytoplankton peaks over six decades. Moreover, by using Bayesian changepoint modeling over the posterior distributions of our model parameters, we identified clusters of years with similar phenological patterns. Finally, we compared the model across different phytoplankton groups and highlighted their mutual influences on phenology. These insights show the model's capacity to delineate complex ecological dynamics and the impacts of long-term environmental changes on plankton phenology.

S07 Computational Limnology: How data-driven and process-based modeling, and field research inspire each other

Modellierung von lokalen stetig physiologisch strukturierten Räuber-Beute-Beziehungen unter multiplen Stressoren

Sylvia Moenickes

Hochschule Rhein-Waal

Modellierung von lokalen stetig physiologisch strukturierten Räuber-Beute-Beziehungen unter multiplen Stressoren

Die Entwicklung der Populationen von *Perca fluviatilis* und *Neogobius melanostomus* unter Berücksichtigung der Räuber-Beute-Beziehung und der Wirkung multipler Stressoren vorherzusagen, eröffnet Einsichten in einen Aspekt des aquatischen Nahrungsnetzes, der beispielsweise durch Invasion und Klimawandel hochdynamisch ist.

Sowohl für *P. fluviatilis* als auch für *N. melanostomus* liegen zu den verschiedenen Prozessen im Lebenszyklus, Reproduktion, Wachstum, Mortalität, aus Laborexperimenten, aber auch aus Freilandexperimenten an verschiedenen Flüssen in der Literatur Kenntnisse zu den Effekten verschiedener Stressoren wie Erwärmung oder Versalzung vor (z.B. Hempel, M., 2015; Borcherting, J. et al., 2010, Lynch, M.P., 2013, Wang, N. et al. 2010). Trotz guter Datenlage entsteht Modellunsicherheit durch die Grenzen geografischer Übertragbarkeit und punktueller Kenntnis stetiger Variablen.

Auch finden sich für beide Arten für verschiedene Prozesse Modellansätze in der Literatur (z.B. Lee, V. und Johnson, T., 2005; Karas, P. und Thoreson, G., 1992; Jacobson, P. et al., 2019). In einem homogenen Populationsmodell Parameter aus diesen Modellen zu integrieren, erzeugt weitere Unsicherheiten.

Sogar Simulationen zum räuberischen Verhalten von *P. fluviatilis* sind bereits mehrfach publiziert worden (z.B. Claessen, D., et al. 2000, Liversage, K. et al., 2017, Ohlberger, J. et al, 2011). Diese Ansätze in einem stetig physiologisch strukturierten Populationsmodell zur Quantifizierung der Interaktion zwischen beiden Arten zu nutzen, mündet in ein hochparametrisiertes und stark unsicherheitsbehaftetes gekoppeltes Modell.

Diese Studie lotet aus, welche Qualität Modellvorhersagen unter diesen Bedingungen überhaupt haben können und welchen Mehrwert durch Kontext sie den Studien einzelner Prozesse verleihen.

S07 Computational Limnology: How data-driven and process-based modeling, and field research inspire each other

Satellitenbasiertes Seenmonitoring in Baden-Württemberg – erste Erfahrungen und weitere Schritte

Thomas Wolf¹; Kristina Popp; Philipp Bauer²; Hendrik Bernert²

¹ LUBW - Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg; ² 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) hat basierend auf den Projekten WasMon-CT und SAMOSEE-BW ein landesweites, satellitenbasiertes Gewässermonitoring implementiert. Dabei wurde von der LUBW ein hybrides Modell gewählt, bei dem in einem ersten Schritt vom Serviceprovider EOMAP (www.eomap.com) aus den Satellitenrohdaten georeferenzierte und atmosphärenkorrigierte Gewässerparametern generiert werden. Im zweiten Schritt werden diese Daten am Institut für Seenforschung der LUBW mit hausinternen MATLAB-Scripten prozessiert und anwenderorientierte Informationsprodukte abgeleitet.

Inzwischen wurden retrospektiv Gewässerqualitätsdaten für Seenensemble von 50 bzw. 100 Seen für die Jahre 2022 bzw. 2023 prozessiert. Aktuell wird in 2024 ein neues Satelliten-Retrieval-System (eoApp) erprobt, das die nahezu Echtzeit/Near Real Time Prozessierung von Satellitendaten ermöglicht.

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

S07 Computational Limnology: How data-driven and process-based modeling, and field research inspire each other

Competition between sinking and buoyancy regulating algae along vertical gradients of light and nutrients

Sabine Wollrab; Arthur Rossignol

Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB)

Global warming leads to extended periods of summer stratification. While algae growth typically occurs during stratified periods where the warmer and shallower epilimnion layer provides enough light for growth, lake stratification also increases the risk of sinking out of the upper water column. Planktonic primary producers have developed diverse strategies to counteract sinking such as specific morphologies, flagella, or the ability to regulate cell buoyancy. A cyanobacteria with buoyancy regulation is *Planktothrix rubescence*, for which a strong increase has been observed in several deep stratifying lakes across Europe. One suggested reason is that they strongly profit from lengthened periods of summer stratification, with their ability to move below the thermocline giving them a unique advantage over passive sinking algae to overcome nutrient limitation in the epilimnion. So far models on phytoplankton competition and seasonal plankton succession (such as the PEG model) largely ignore vertical gradients in resource availability and specifically do not consider vertical movement strategies. This limits our ability to assess how changes in stratification regimes will impact algal growth and community composition. In this study, we theoretically investigated resource competition between two phytoplankton species along a 1D water column, contrasting passively sinking algae with taxa that can regulate buoyancy to ascend or descend along the water column according to optimal resource availability. We investigated how competition between sinking and buoyancy regulating taxa is influenced by physiological traits related to resource use efficiency of light and nutrients as well as by environmental conditions such as background turbidity and eddy diffusion. Our results show that coexistence between buoyancy-regulating and sinking algae is critically influenced by differences related to light and nutrient use efficiencies. This also applies to the occurrence of a deep chlorophyll maximum (DCM), its location along the water column as well as which species is forming the DCM.

S07 Computational Limnology: How data-driven and process-based modeling, and field research inspire each other

The data detectives, episode 1: chasing water temperature changes in the Rhine

Marieke Frassl; Alex Zavarovsky; Daniel Schwandt; Manoj S. Thapa; Mayra Ishikawa; Tanja Bergfeld-Wiedemann

Federal Institute of Hydrology (BfG) / Bundesanstalt für Gewässerkunde

Water temperature is one of the key indicators for ecological stress, but also an important metric for power plant operation. It is relatively easy and reliably to measure and other than many ecologically relevant variables, long time-series do exist of water temperature. We expect that water temperature has increased over the past decades and that it will further increase in the future due to climate change. So, maybe you'd say "That's so much common knowledge. What an old hat!". But is that true? Does water temperature increase everywhere and throughout all seasons? What is a river heat wave and haven't there always been hot years in the past? In this talk, we will present data collected for one of the large rivers in Europe, the Rhine. We will show how thermal load from power plants and industry can and has changed water temperature and how climate change has and will continue to affect water temperature in the future. In order to better understand the future, we will peek into the past - the very past - and take a look back at public swimming baths in the Rhine in the 19th century.

The central questions of this talk are: How does water temperature vary over time? Why does it increase at times and decrease at others? How can models help to better understand all this? Which data sources can we find to get better information and why should we use them? And finally, how can all of this help us to adapt policies?

Yes, it is water under the bridge. Yet, don't you like to look at water more closely, too? There are many questions we haven't answered yet. Come and see.

S07 Computational Limnology: How data-driven and process-based modeling, and field research inspire each other

Web-based applications motivate students to become enthusiastic data scientists and modelers

Thomas Petzoldt, Johannes Feldbauer

TU Dresden

Modeling and data analysis have become an important part of limnology. However, the complexity and the mathematical, statistical, and technical skills required are barriers to entry. Differential equation models are perceived as complicated due to school experience and the mathematics behind them (wrongly!) as intransparent and dry.

In contrast, practical experience with simulations shows that complex content can be conveyed through a playful approach. However, many of the "download models" are not designed for the classroom, use different software, or are closed source. This creates new technical hurdles that detract from the learning experience. In this context, apps that run in the web-browser offer advantages. Using R and its "Shiny" web-interface package, along with R's numerical solvers and visualization tools, data and live simulations can be easily visualized and explored. Web-based applications can integrate tutorial material directly, or vice versa: applications can be integrated into tutorials.

We will show web-based apps from different fields of limnology: for visualization of CTD and fluorescence probe data, for time series analysis of climate trends, for understanding dynamic processes such as population growth and predator-prey interactions, and a simplified interface to the hydrodynamic model GOTM of lake stratification dynamics. We also give some background on how such applications can be implemented.

S08 Novel approaches to assess or detect biodiversity, contaminants, pathogens or antibiotic resistance in freshwater systems

Discarded cigarette filters as breeding grounds for pathogens and AMR in aquatic ecosystems

Diala Konyali¹; Eda Deniz Erdem¹; Faina Tskhay¹; Peiju Fang¹; Robin Pascal Mayer²; Thomas U. Berendonk¹; Uli Klümper¹

¹ TU Dresden, Institute of Hydrobiology; ² TU Dresden, Institute of Urban and Industrial Water Management

In addition to the immediate human health risks of smoking cigarettes, there are significant secondary environmental effects, particularly concerning cigarette waste. Approximately 37% of all cigarette filters end up as roadway litter, which can runoff from streets into drains and eventually rivers. While the paper component may biodegrade, the filters remain for years. The toxicants embedded within cigarette filters make them significant emerging pollutants. We here propose that the toxic compounds entrapped in cigarette filters lead to the selective colonization by bacteria that thrive under stressful conditions, including pathogens and antimicrobial resistant (AMR) bacteria, which could threaten aquatic environments, wildlife, and humans who come into contact with them on beaches and in waterways.

This study consequently investigated the resistance profiles and pathogenicity of bacteria colonizing cigarette filters, focusing particularly on the environmental implications of discarded filters. To test this, used cigarette filters enriched with toxic residues and unused control filters were submerged in a wastewater-receiving stream. After five weeks their colonizing microbial communities were analyzed for AMR and mobile genetic elements (MGEs). Further, we utilized a live pathogenicity model, *Galleria mellonella* (wax moth larvae), and injected bacterial communities extracted from used and unused filters into the larvae. Their survival was then monitored over a 24-hour period.

Larvae exposed to bacteria from used cigarette filters displayed a significantly higher mortality rate compared to those exposed to bacteria from unused filters. Consequently, used cigarette filters enriched with toxic residues were selectively colonized by microbial communities with significantly and consistently higher pathogenic potential. Moreover, over 30 tested ARGs and MGEs were selectively enriched in the used filter communities. These high-risk filter-colonizing communities have the potential to hitchhike large distances to novel environments.

The potential health risks associated with environmental contamination by discarded cigarette filters are significant, as these filters not only carry toxicants but also foster harmful bacterial communities. This study emphasizes the need for improved waste management strategies to mitigate the impact of cigarette filters on both environmental and public health.

S08 Novel approaches to assess or detect biodiversity, contaminants, pathogens or antibiotic resistance in freshwater systems

Can fish be used as sentinels for AMR pollution in rivers receiving wastewater treatment plant effluents?

Faina Tskhay¹; Alan Elena¹; Christoph Köbsch¹; Johan Bengtsson-Palme²; Thomas Berendonk¹; Uli Klümper¹

¹ Technische Universität Dresden, Institut für Hydrobiologie; ² Chalmers University of Technology, Sweden

Wastewater Treatment Plants (WWTP) lack effective mechanisms for the removal of antibiotic resistance bacteria (ARB) and antibiotic-resistance genes (ARGs) during sewage treatment. As a result, WWTP effluent is discharged into receiving water bodies enriched with ARB and ARGs, where they can be taken up by the river microbiome. Significant enrichment in ARBs and ARGs is regularly found in the waters and sediments downstream of WWTPs.

However, whether such enrichment is also observable in the wildlife colonizing the river environments downstream of WWTPs is unknown. In theory, ARB can attach to fish skin and gills as one of the most accessible surfaces in water. The ingestion of food and water with higher levels of ARB and ARGs can also lead to the accumulation of ARGs in the fish intestines. Depending on their lifestyle, fish can transport the ARGs and ARB to unpolluted reservoirs and introduce resistance to new environments.

To investigate if fish are indeed sentinels for AMR pollution, we compared the microbiome and resistome of gills, skin, and feces of two freshwater fish: Brown trout (*Salmo trutta*) and European bullhead (*Cottus gobio*) up- and downstream of the WWTP in the same river. We chose two fish species with different lifestyles: trout was selected as an actively swimming fish, while bullheads are less active, with little movement up and down the river. In addition, the microbiomes, and resistomes of water and sediments up- and downstream of the WWTP were compared to evaluate the impact of wastewater on the environment. We employed 16S rRNA gene sequencing to analyze the bacterial community composition of the fish and environmental samples. Furthermore, high-throughput qPCR was performed to assess the effects on the ARG profiles of fish, water, and sediment. As expected, the microbiome of water and sediment differed between the up- and downstream samples. This trend was mirrored in the microbiomes of both types of fish. Similarly, the resistome of the environmental samples downstream of the WWTP displayed higher ARG abundance compared to upstream samples for those ARGs that were particularly abundant in WWTP effluent. However, this dissimilarity in resistomes was not detected in either trout or bullhead resistomes. Since effects on the river resistome are not reflected in fishes, fish are no effective sentinels for environmental AMR pollution. Therefore, they are not suitable as indicator organisms for AMR surveillance in aquatic environments

S08 Novel approaches to assess or detect biodiversity, contaminants, pathogens or antibiotic resistance in freshwater systems

Can innovative eDNA metabarcoding sampling lead to further insights in biodiversity?

Sven Matern; Philipp Czapla; Uwe Brämick

Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow

The Lusatia (dt. Lausitz) inhabits one of the largest pond landscapes in Europe including a great biodiversity of aquatic and semiaquatic organisms. The ponds are mainly used for fish production, but information about fish diversity is only rarely available as the ponds are not covered by the water framework directive. We sampled fish diversity by monitoring traditional fish harvesting and by using water samples from two timepoints throughout the year to analyse eDNA via metabarcoding. Our first results show that the diversity of fish did not differ between both methods. The detection of species with low abundance was not given in all cases using eDNA metabarcoding. Analysis of latest eDNA results is still ongoing and updated results and conclusions will be presented in the talk.

S08 Novel approaches to assess or detect biodiversity, contaminants, pathogens or antibiotic resistance in freshwater systems

Improving biomass and abundance assessment of aquatic biological quality indicator taxa by combining semi-automated imaging and DNA megabarcoding

Philipp M. Rehsen¹; Mikko Impiö²; Florian Leese¹; Arne Beermann¹

¹ University of Duisburg-Essen; ² Finnish Environment Institute (SYKE)

Understanding biodiversity change requires a comprehensive understanding of not only the species inhabiting an ecosystem but also their biomass and abundance, as well as the factors influencing these metrics. However, assessing biodiversity with high taxonomic resolution and precise biomass information is a time-consuming process and thus rarely - if at all - applied in any biomonitoring program. While new DNA-based approaches like DNA barcoding offer precise species identification, they lack information about specimen size and biomass. In contrast, high-throughput imaging techniques enable rapid measurements of a specimen's size and morphological features but may lack taxonomic resolution. In this study, we combined DNA megabarcoding with semi-automated imaging and deep neural networks. We collected a dataset of 690 specimens from 14 EPT species (aquatic biological quality indicator taxa of the orders Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera) in a multiple stressor field experiment. Each specimen was imaged, weighed, and barcoded using the COI barcode gene. Using the semi-automated imaging device BIODISCOVER, we captured a total of 143,830 images of these specimens from two perpendicular cameras. We trained convolutional neural networks (CNNs) with these pictures for species identification and biomass estimation and evaluated their performance. Initial training of a CNN on species identification resulted in a weighted F1 score of 97%, which is a metric for classifier performance. In addition, we investigated whether pre-training CNNs on identifying species improves the performance of estimating the biomass of aquatic biological quality indicator taxa, thus potentially reducing the need for extensive labeled data in future studies. Our findings demonstrate that combining DNA megabarcoding with automated imaging and deep neural networks can create fast and efficient biodiversity assessment data. This approach has the potential to significantly enhance research and application, possibly improving biodiversity protection efforts by providing accurate and rapid assessments of species composition and biomass.

S08 Novel approaches to assess or detect biodiversity, contaminants, pathogens or antibiotic resistance in freshwater systems

Identifying the original hosts of antibiotic resistance genes through multiple sequencing technologies

David Kneis; Alan Elena; Thomas Berendonk

TU Dresden, Institute of Hydrobiology

Specific drug resistance in bacteria is conferred by antibiotic resistance genes (ARG). While the use of antibacterial drugs likely results in an accelerated evolution of ARG, the precursor genes usually existed in environmental microbiomes long before the era of antibiotics. To become a threat to human or veterinary health, such precursors must be mobilized and horizontally transferred from their original host(s) into pathogens. Contemporary sequence data bases mainly reflect the association of ARG with recent host bacteria, particularly pathogens. At the same time, the original environmental hosts of many ARG are still unknown. Information about the original hosts can, however, play a significant role in the management of emerging ARG: Once the original environmental reservoir has been identified, strategies can be developed that minimize the risk of further mobilization and selection associated with, e.g., the disposal of wastewater or manure.

In this presentation, we consider the *df*rB gene family as an example which has recently seen an expansion from 10 to 20 member ARGs. The latter confer resistance to trimethoprim, a cheap synthetic antibiotic employed in the treatment of urinary tract infections. We demonstrate how conventional short-read metagenomic sequences can be used to depict the prevalence of *df*rB-like genes in bacterial communities of various habitats, including freshwater. Further, we reveal the value of long-read metagenomes for the identification of bacterial families which likely harbor the original environmental host species. We finally highlight the role of whole-genome sequencing and metagenome assembly in the verification of candidate hosts.

S08 Novel approaches to assess or detect biodiversity, contaminants, pathogens or antibiotic resistance in freshwater systems

Evaluation of Third Generation Sequencing for Application in Routine Monitoring of Phytoplankton

Joana Thiel; Franziska Klotz; Sascha Krenek; Julia Kleinteich

Federal Institute of Hydrology (BfG) / Bundesanstalt für Gewässerkunde

Environmental DNA (eDNA) metabarcoding with sequences derived from the Illumina platform is a common method in molecular biology studies on biodiversity. However, due to the limitation in fragment length, the sequence information provided is often too short to distinguish organisms on species and even genus level. Third generation sequencing technologies provided by either PacBio or Oxford Nanopore Technologies (ONT) enable the generation of metabarcodes with 10 kbp length and more which can improve taxonomic resolution dramatically. Here, we explore the performance of third generation sequencing for the biodiversity assessment of phytoplankton communities. We use a mock community assembled specifically for this purpose, containing ten commonly detected eukaryotic phytoplankton- and two cyanobacterial species. Full-length 18S rRNA gene sequences were derived by Sequel II (PacBio) and MinION Mk1C (ONT) sequencing, respectively, and evaluated by comparison with sequences typically derived by Illumina sequencing and appropriate databases. In order to test the applicability of the method under a real-life scenario, eDNA obtained from the river Moselle at different time points in 2022 (Koblenz, Germany) is sequenced as described above by all three technologies and compared to morphotaxonomic data obtained by microscopy. In that context, we used the MinION Mk1C device together with the portable Bento Lab to test the whole procedure from sampling to sequencing analysis on-site in real-time for the applicability of the method in field sequencing and near-real-time monitoring. We discuss the output of all three sequencing technologies and their comparability to morphotaxonomic data, and whether long-read eDNA metabarcoding can be used as supplementary method in biomonitoring studies as required by the Water Framework Directive (WFD).

S08 Novel approaches to assess or detect biodiversity, contaminants, pathogens or antibiotic resistance in freshwater systems

Tourism-related activities as a potential source of *Escherichia coli* isolates with epidemiological significance on the Island of Guadeloupe.

Alan Elena¹; Degrâce Batantou²; Uli Klümper¹; Sebastián Breurec²; Thomas Berendonk¹

¹ Technische Universität Dresden, Institut für Hydrobiologie; ² Institut Pasteur de la Guadeloupe

Background: Bacterial infections caused by multidrug-resistant pathogens are among the most relevant threats to human health. As commercial travel becomes increasingly accessible, these pathogens regularly hitchhike across long distances within their human hosts. Hence, the impact of tourism on the dissemination of these microorganisms needs to be assessed. Here, we sought to understand the impact of tourism on the spread of *E. coli* with relevant epidemiological traits.

Methods: 1136 *E. coli* isolates from Guadeloupe, a French overseas territory with high touristic flow, were whole-genome sequenced. Three different sampling continua were defined: Hospitals, low-tourism (LT) and high-tourism (HT) region, samples from aircraft toilettes arriving into the island were also analysed. The association of high-risk isolates to different continua was assessed by the comparison of features of epidemiological interest including ARGs, VGs and sequence-types (STs). Additionally, the overall genetic variation was assessed through a pangenome analysis

Results: ARG carriage per isolate in aircrafts was significantly higher compared to the hospital and LT areas. Despite the lack of differences in the overall VGs per isolate across continua, pathotypes were differentially distributed. Enteropathogenic, enteropathogenic and hybrid pathotypes were mostly related to either hospitals or touristic activities. The LT continuum was the source of the widest clonal diversity, in spite of this, HT and hospital related samples showed the highest number of high-risk clones. Additionally, a high proportion of unique STs in aircraft and HT samples was not shared with the LT samples, showing the relevance of tourism in novel STs incorporation. Hospital and HT samples showed a wider pangenome than LT samples, suggesting the role of tourism in overall genetic diversification.

Conclusions: Findings indicate that the spread of high-risk strains of multidrug-resistant and virulent pathogens is indeed facilitated by tourism, with a risk for the propagation of new highly successful clones introduced in regions with high touristic activities.

S08 Novel approaches to assess or detect biodiversity, contaminants, pathogens or antibiotic resistance in freshwater systems

Assessing the mobility potential of antibiotic resistance genes through linkage-based droplet digital PCR (ddPCR) assays

Magali de la Cruz Barrón¹; David Kneis¹; Alan Xavier Elena¹; Kenyum Bagra²; Thomas U. Berendonk¹; Uli Klümper¹

¹ TU-Dresden; ² Indian Institute of Technology, Roorkee, Uttarakhand, India

Environmental surveillance of antibiotic resistance genes (ARGs) poses unique challenges. Merely monitoring the abundance of ARGs is insufficient, as it fails to capture the dynamic nature of their transfer facilitated by Mobile Genetic Elements (MGEs) among bacterial hosts, which is crucial for translating abundances into subsequent risks. The absence of robust methods to quantify the mobility potential of ARGs complicates predicting their ability to spread to human pathogenic bacteria. To address this limitation, we developed a novel, sequencing-independent method for quantifying the mobility potential of ARGs. The approach relies on ddPCR technology, distinguished by the random dispersion of individual DNA molecules among numerous droplets, each serving as an independent PCR reaction vessel. Through statistical analysis of the proportion of droplets with the simultaneous detection of ARG and MGE markers, it becomes possible to quantify their physical linkage within the same DNA molecule. Notably, a high linkage between an ARG and an MGE suggests a stronger association, making it more likely for the gene to be transferred between bacteria. The suitability of our methodology was first tested and validated using mixtures of model DNA fragments containing linked and unlinked target genes. These included the ARG sulfonamide *sul1* or OXA-2 beta-lactamase and the MGEs Class1 integron integrase gene *intI1* or the broad host range *IncP-1α/β* plasmids. We extended our analysis to evaluate the abundance of individual targets and their genetic linkages in DNA extracted from wastewater samples, thereby affirming the applicability of linkage-ddPCR assays in the environmental context. Linkage-ddPCR assays allow for the rapid, simultaneous detection and quantification of ARG abundance and mobility and should be integrated into AMR surveillance and risk assessment initiatives that will be fundamental to reducing global antimicrobial resistance spread.

S08 Novel approaches to assess or detect biodiversity, contaminants, pathogens or antibiotic resistance in freshwater systems

Beeinflussen Kläranlagen die funktionelle Diversität von Makrozoobenthos-Gemeinschaften?

Daniel Enns; Nathan Baker¹; Jörg Oehlmann²; Jonas Jourdan²

¹ Nature Research Centre, Vilnius; ² Goethe - Universität Frankfurt

Kläranlagen sind ein wichtiger Bestandteil der modernen Infrastruktur, denn sie reinigen etwa die Hälfte unseres weltweiten Abwassers. Durch den verstärkten Einsatz und die Freisetzung neuartiger Mikroschadstoffe sowie häufiger werdende Extremwetterereignisse entstehen jedoch bis dato ungeahnte Herausforderungen. Konventionell gereinigtes Abwasser und ein verändertes Abflussregime sorgen, in beeinträchtigten Gewässerabschnitten, für neue Umweltbedingungen, welche sich auf Lebensgemeinschaften auswirken. Bisherige Studien konnten zeigen, dass Makrozoobenthos-Gemeinschaften, als Reaktion auf Abwässer, sich in ihrer taxonomischen Zusammensetzung veränderten. Um zu untersuchen, ob sich diese Veränderungen auch auf funktioneller Ebene widerspiegeln, haben wir häufig verwendete Maße funktionaler Vielfalt von 364 Artgemeinschaften flussaufwärts und flussabwärts von 170 Kläranlagen berechnet. Bei den funktionalen Alpha- und Beta-Diversitätsmetriken sowie den gewichteten Mittelwerten (CWM) waren keine offensichtlichen Veränderungen zu beobachten. Die Analyse von Probestellen, in denen ausschließlich Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera dominierten, zeigte jedoch deutliche Verschiebungen in den CWMs. Unsere Ergebnisse deuten auf eine unveränderte Funktionalität der Ökosysteme hin, die wahrscheinlich durch den zuvor untersuchten taxonomischen Austausch kompensiert wird. Die Analyse der funktionellen Diversität birgt ein großes Potenzial, da sie es ermöglicht die Bildungsprozesse von Artgemeinschaften genauer zu untersuchen. Außerdem sind die Untersuchungen mit kaum Mehraufwand verbunden, da keinen zusätzlichen Kosten entstehen und Datensätze sowie Arbeitsanleitungen bereits verfügbar sind.

S08 Novel approaches to assess or detect biodiversity, contaminants, pathogens or antibiotic resistance in freshwater systems

Diversitätsbewertung von Ufer- und Auenzönosen – Matabarcoding aus Erhebungen flugfähiger Insekten mittels Malaise-Fallen am Niederrhein

Carmen Gallas¹; Martin Sorg²; Thomas Hörrn²

¹ Linksniederrheinische Entwässerungs-Genossenschaft; ² Entomologischer Verein Krefeld e. V.

The success of a river restoration measure is usually measured in terms of biological components. Although the structural and hydromorphological conditions after a measure show significant potential for improvement compared to straightened and degraded water bodies, the good ecological status or ecological potential is often not achieved even years later.

The focus of the status assessment of running waters is on the water body. Riparian and floodplain areas are usually ignored, although in a functioning ecosystem the different habitats interact with each other. Water bodies play an important role in connecting ecosystems.

The use of Malaise traps and genetic processing of samples for metabarcoding leads to a large number of detections of flying insects at a site. These can be used for a comparison of cenoses of habitats. Examples of applications are comparisons of sites along straightened and renaturalized stream sections or bodies of water with or without woody fringes.

Such comparisons contribute to a better understanding of biotic and abiotic relationships and serve to derive targeted measures for the implementation of renaturation.

If Malaise traps and metadata on vegetation and habitat characteristics are recorded in parallel according to a standardized protocol, this data can be used to monitor the efficiency of measures in the design of riparian and floodplain biotopes.

S09 Nachhaltige Fahrgast- und Freizeitschifffahrt auf Seen und Fließgewässern in Deutschland

Entwicklungstrends der Freizeitschifffahrt in Berlin-Brandenburg und Maßnahmenempfehlungen für ein nachhaltigeres Management des Bootsverkehrs und der schiffbaren Gewässer

Darshan Neubauer; Ralf Köhler

Landesamt für Umwelt Brandenburg (LfU)

Das Empfinden, dass schnellere Sportboote, größere Motoryachten und bequemere Hausboote zunehmend das Verkehrsbild auf Gewässern dominieren, scheint bei einer breiten Öffentlichkeit Konsens zu sein. Eine genauere Statistik einzelner Bundesländer, die technische Daten von Bootsklassen hinsichtlich der Länge, Leistung, Gewicht o.ä. beschreibt oder selbst nur die Bootsflotte in ihrer Gesamtzahl erfasst, gibt es hingegen nicht. Für eine Abschätzung der ökologischen Auswirkungen durch die Sport- und Freizeitschifffahrt ist es jedoch unabdingbar, ein genaueres Bild der Bootsflotte und der Bewegungsprofile zu gewinnen, welches nicht nur den „Ist-Zustand“ widerspiegelt, sondern aus dem sich auch die zeitliche Dynamik und langfristigen Entwicklungstrends ableiten lassen. Vor diesem Hintergrund, wendeten wir uns an Behörden, Landkreisverwaltungen, Betreiber und Verbände um Daten über die Bootsflotte und das Verkehrsaufkommen auf schiffbaren Gewässern in Berlin und Brandenburg zu erheben. Es wurden Daten zur Anzahl der kennzeichenpflichtigen Sportboote, zum Schleusenverkehr und zum Liegeplatzbestand gesammelt. Eine Umfrage an Marinas und Sportboothäfen hatte zusätzlich zum Ziel, sozioökonomische Aspekte aus der Perspektive der Betreiber zu beleuchten, das Bewusstsein für klimatisch-ökologische Auswirkungen von der Schifffahrt sowie die Bereitschaft der Betreiber, Maßnahmen für mehr Umwelt- und Klimaschutz umzusetzen, zu untersuchen. Diese verschiedenen Daten ergaben in ihrer Gesamtheit ein breites Bild der rechtlich-administrativen Aspekte der Sport- und Freizeitschifffahrt, aus denen eine Defizitanalyse und Handlungsempfehlung abgeleitet wurden. Bei der Datenerhebung zeichnete sich ein sehr heterogenes Bild der Datenlage und -struktur, besonders hinsichtlich der Bootsregistrierungen und des Liegeplatzbestandes ab, sodass eine fortlaufende Überwachung von Entwicklungen in der Größe und Struktur der Bootsflotte oder des Liegeplatzbestandes nicht möglich ist. Für eine bessere Kontrolle und eine nachhaltigere Entwicklung der Sport- und Freizeitschifffahrt sollten manche der aktuell geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen grundsätzlich reformiert werden. So sollten beispielsweise mindestens die gleichen Anforderungen an die private Schifffahrt gestellt werden, wie sie für den Kfz-Sektor gelten. Dafür braucht es jedoch eine bessere Zusammenarbeit auf behördlicher Ebene und den politischen Willen, solche Reformen im Sinne des Gewässer- und Klimaschutzes umzusetzen.

S09 Nachhaltige Fahrgast- und Freizeitschiffahrt auf Seen und Fließgewässern in Deutschland

Wellenbelastung der Uferzonen von Seen durch motorisierte Freizeit- und Fahrgastschiffahrt: Räumliche und zeitliche Heterogenität.

Frank Peeters¹; Devin Jachtmann; Jens Armbruster; Wolfgang Ostendorp; Ole Lessmann

¹ Universität Konstanz

Die Ufer großer Seen sind laufend der Einwirkung von Wellen ausgesetzt. Die im Zusammenhang mit Oberflächenwellen auftretenden Strömungen dominieren die hydrodynamischen Bedingungen in der Uferzone und können zu Mobilisation und Transport von Sediment, zur Ufererosion und zur Verdriftung von Organismen führen. Außerdem beeinflussen sie die Ufervegetation und das Laichverhalten von Fischen. Oberflächenwellen entstehen normalerweise durch Wind. Mit der Intensivierung der Sport- und Fahrgastschiffahrt treten aber zusätzlich Wellen auf, die durch den Schiffsverkehr erzeugt werden. Basierend auf intensiven Wellenmessungen in verschiedenen Seen und empirischer und numerischer Modellierung haben wir die räumliche und zeitliche Heterogenität der durch Sport- und Fahrgastschiffahrt in die Uferzone einlaufenden Wellen analysiert. In den untersuchten Seen sind unterschiedliche Ursachen für die Hauptbelastung der Ufer durch Schiffswellen verantwortlich. In den vergleichsweise kleinen Seen in Brandenburg spielen Wellen von nah am Ufer vorbeifahrenden Sportbooten eine wichtige Rolle. In großen Seen kann die Wellenbelastung räumlich sehr heterogen sein und hängt z. B. im Bodensee u. a. von der Routenführung und der Kurshäufigkeit der Fahrgastschiffe ab. Die Belastung durch Schiffswellen ist eng mit der Intensität des Boots- und Schiffsverkehrs verknüpft und tritt daher fast ausschließlich am Tag und überwiegend in den Sommermonaten auf. Während am Starnberger See am Ende der Saison im November praktisch keine Schiffswellen in der Uferzone mehr nachweisbar sind, laufen im Bodensee-Obersee auf Grund von Auto- und Fahrgastfährbetrieb während des ganzen Jahres regelmäßig Schiffswellen in die Uferzonen ein. Neben den Messergebnissen von verschiedenen Seen stellen wir ein empirisches Modell vor, mit dessen Hilfe eine einfache Abschätzung der Wellenexposition von Uferzonen durch eine gegebene Fahrgastschiffsrouten vorgenommen werden kann. Außerdem illustrieren wir die Ergebnisse mit numerischen Simulationen der Ausbreitung von Schiffswellen.

Die Untersuchungen fanden im Rahmen des Forschungsprojekts SuBoLakes (<https://www.subolakes.de>) statt, das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert wird (Förderkennzeichen 35825/01).

S09 Nachhaltige Fahrgast- und Freizeitschifffahrt auf Seen und Fließgewässern in Deutschland

Ökologische Klassifikation von Bootsstationierungsanlagen an Seen in Deutschland

Wolfgang Ostendorf¹; Jörg Ostendorf²

¹ Limnologisches Institut der Universität Konstanz, AG Umweltphysik; ² EcoDataDesign Consultant, Essen

Nicht nur die fahrende Sport- und Fahrgastschifffahrt führt zu Umweltbelastungen, sondern auch die in Bojenfeldern, Steganlagen, Häfen und Marinas usw. stillliegende Schifffahrt. Um die Umweltfolgen modellieren zu können, sind eine flächenmäßige Quantifizierung und eine ökologische Klassifikation der land- und seeseitigen Bootsstationierungsanlagen (BoStA) notwendig.

Vor diesem Hintergrund haben wir das weitgehend luftbildgestützte BoStA-MAP-Verfahren entwickelt und am Bodensee (D, A, CH), Starnberger See (BY), Chiemsee (BY) sowie an 15 Seen in Brandenburg (BG) getestet. Zu den erfassten Objekten gehören die BoStA selbst, ihre einzelnen Strukturelemente, die Ausstattungselemente, die funktionelle Widmung und die einzelnen Liegeplätze einer BoStA. Damit ist es möglich, mit hoher sachlicher Auflösung (i) Unterschiede zwischen einzelnen BoStA hinsichtlich der Flächenanteile ihrer Strukturelemente sowie (ii) Unterschiede von Seen bzw. Wassersportrevieren bzgl. der Häufigkeit und Fläche ihrer BoStA-Typen herauszuarbeiten. Das Zusammenspiel von GIS-Anwendung und Datenbank-Inhalten ermöglicht weitreichende Auswertungsmöglichkeiten im angewandten Gewässerschutz und beim Liegeplatzmanagement (z. B. bei der Überwachung der Liegeplatzkontingentierung am Bodensee).

Wir gehen davon aus, dass alle Struktur- und Ausstattungselemente differenzierte ökologische Wirkungen auf die Schutzgüter Boden, Wasser, Luft, Biotope und Tier- und Pflanzenpopulationen sowie Boden- bzw. Unterwasserdenkmäler entfalten können. Dazu haben wir zunächst die in der Literatur verfügbaren Informationen mit eigenen Beobachtungen verschnitten und in einem hierarchischen Katalog zusammengestellt. Auf dieser Grundlage wurde ein einfaches Modell entworfen, das sich (i) auf die Projektionsfläche der einzelnen Strukturelemente i (A_i) und (ii) auf einen objekttypspezifischen Index $1 \leq lobj \leq 5$ stützt. Die gesamten ökologischen Auswirkungen einer BoStA (IBoStA) lassen sich als Summe der Produkte schätzen: $IBoStA = \text{Summe } (A_i \times lobj_i)$. Den mittleren flächenspezifischen Index erhält man durch Division mit der BoStA-Fläche. Die Vorgehensweise ist kompatibel mit dem WRRL-tauglichen HMS-Verfahren zur Uferstrukturgüte-Klassifikation der Seen in Brandenburg.

Die Untersuchungen fanden im Rahmen des Forschungsprojekts SuBoLakes (<https://www.subolakes.de>) statt, das von der Deutschen Bundesstiftung gefördert wird (Förderkennzeichen 35825/01).

S09 Nachhaltige Fahrgast- und Freizeitschiffahrt auf Seen und Fließgewässern in Deutschland

Modellierung von Kupferemissionen in deutsche Gewässer durch Antifouling für Sportboote

Karoline Morling; Stephan Fuchs

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Kupferhaltige Antifouling-Farben werden häufig für die Instandhaltung von Freizeitbooten verwendet. Kupfer, das aus Antifouling in deutsche Oberflächengewässer emittiert wird, gilt als eine bedeutende Quelle der Schwermetallbelastung mit erheblichen Folgen für die Wasserqualität und potentiell schädigender Wirkung auf Wasserorganismen.

Auf nationaler Ebene wurden zwei Szenarien zur Modellierung von Cu-Emissionen aus Antifouling für Freizeitboote entwickelt, die es ermöglichen, regionale Hotspots zu identifizieren. Der Top-Down-Ansatz (Szenario A) basiert auf einer vorliegenden Studie über den nationalen Antifouling-Verbrauch. Im Bottom-up-Ansatz (Szenario B) wurden der Median und Interquartilsbereich von Cu-Freisetzungsraten in Abhängigkeit von Salinitätsklassen für die Emissionsabschätzung berücksichtigt. In beiden Szenarien zeigte sich lokal der hohe Emissionsdruck auf Binnengewässer in beliebten Wassersportregionen deutlich. Szenario B ergab generell geringere Cu-Emissionen (Meer: 11,05-25,53 t/a, Binnenland: 14,15-34,59 t/a) als Szenario A (Meer: 22,53 t/a, Binnenland: 47,97 t/).

Um ihre Relevanz zu bewerten, wurden die Ergebnisse der Szenarien mit modellierten Emissionen aus MoRE (Modelling of Regionalized Emissions) verglichen, das als Berichtsinstrument in Deutschland verwendet wird. Die Emissionen aus Antifouling machten im Jahr 2016 für Szenario A 13 % und für Szenario B 4-9 % der gesamten Cu-Emissionen in Binnengewässer aus. Die Ergebnisse der Szenarien waren ähnlich oder höher als bei anderen Emissionspfaden (beispielsweise industrielle Direkteinleiter).

Cu-Emissionen aus Antifouling werden als ein bedeutender Pfad angesehen, der in das MoRE-Emissionsinventar aufgenommen wird. Empfohlen wurde die Implementierung von Szenario B, da es eine flexiblere Anpassung für zukünftige Modellierungen ermöglicht.

Modelling copper emissions from antifouling paints applied on leisure boats into German water bodies:
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117961>

S09 Nachhaltige Fahrgast- und Freizeitschiffahrt auf Seen und Fließgewässern in Deutschland

Beziehungen zwischen Uferstrukturbelastungen und weiteren abiotischen Parametern und Makrophyten bzw. Makrozoobenthos in Seen in Brandenburg

Jürgen Böhmer¹; Oliver Miler²; Jörg Ostendorp³; Klaus van de Weyer⁴; Ralf Köhler⁵; Wolfgang Ostendorp⁶

¹ Bioforum GmbH; ² AquaSciConsulting Dr. Miler; ³ EcoDataDesign; ⁴ Ianaplan GbR; ⁵ Landesumweltamt Brandenburg (LfU); ⁶ Limnologisches Institut der Universität Konstanz

Das Landesamt für Umwelt Brandenburg (LfU) verfügt über einen umfangreichen Datensatz von Seen, die im Zuge des zyklischen WRRRL-Monitorings und anderer Programme (z. B. Kleinseen-Programm, Gewässerentwicklungskonzepte GEK) untersucht worden sind. Hierzu gehören neben der Erfassung der allgemeinen chemisch-physikalischen Daten und der Makrophyten (MIB-Verfahren) auch die hydromorphologische Erfassung der Uferstruktur (HMS-Verfahren) und die Erfassung des Makrozoobenthos (AESHNA-Verfahren). Hinzu kommen am Ort der Probenahmen erhobene Umweltdaten sowie eine Unterscheidung von schiffbaren und nicht-schiffbaren Gewässern. Der Datensatz wurde aufbereitet und ergänzt, um die simultanen Effekte von Schifffahrt, Trophie und Uferstruktur auf Makrophyten und Makrozoobenthos auf der Basis (i) der biozönotischen Struktur sowie (ii) abgeleiteter Metriks zu analysieren. Zusätzlich schlagen wir vor, ob und mit welchen Vertrauensintervallen aus den biotischen Metriks praxisrelevante Aussagen über den trophischen und den uferstrukturellen Zustand sowie deren Auswirkungen auf die Biokomponenten abgeleitet werden können. Hierbei wurde sowohl die Ebene der Wasserkörper (Seen oder Teilbecken) als auch die der Probestellen betrachtet.

Erwartungsgemäß zeigten sich schon in den ersten Übersichtsergebnissen Beziehungen zwischen Makrophyten- und Trophieparametern, aber keine signifikanten oder sehr schwache Korrelationen zwischen HMS-Bewertung und Makrophytenparametern und zwischen HMS-Bewertung und Trophieparametern. Darüber hinaus bestehen signifikante Beziehungen zu einigen Makrozoobenthosmetriks. Bei diesen wiederum wurden je nach Metrik signifikante, wenn auch teils nur schwache Korrelationen zu den Trophie-, Makrophyten- und HMS-Parametern festgestellt. Beim Makrozoobenthos zeigt sich auch eine Bedeutung des Schilfgürtels, der beim AESHNA-Verfahren über die Ufertypspezifität einfließt.

Weitergehende Analysen, Erklärungen und Ableitungen für das Gewässermanagement werden dargestellt und diskutiert.

Die Untersuchungen fanden im Rahmen des DBU-Forschungsprojekts: SuBoLakes (www.subolakes.de) (Förderkennzeichen 35825/01) statt.

S09 Nachhaltige Fahrgast- und Freizeitschifffahrt auf Seen und Fließgewässern in Deutschland

Zusammenstellung und synoptische Neubewertung der bisherigen Faktenlage hinsichtlich der Umweltbelastungen und Handlungsempfehlungen

Ralf Köhler¹; Frank Peeters²; Wolfgang Ostendorf²; Darshan Neubauer¹; Jörg Ostendorf³

¹ Landesamt für Umwelt Brandenburg; ² Universität Konstanz; ³ EcoDataDesign

Aus den Ergebnissen unserer Literaturanalysen, Methodenentwicklungen und -erprobungen sowie Freilanduntersuchungen leiten wir Vorschläge für Mitigationsmaßnahmen in folgenden Bereichen ab:

1. Informations-, Motivations- und Überzeugungsinstrumente: sollen auf freiwilliger Basis Akteure motivieren, dem Umweltschutz größere Bedeutung beizumessen. Zielgruppe sind u. a. Bootsführer und politische Entscheidungsträger. Initiativen könnten von Umwelt- und Nutzer-Verbänden sowie Behörden ausgehen.
2. Regulierungs- und Ordnungsinstrumente: bezwecken, rechtliche, planerische und normative Vorgaben zu formulieren, an die sich Nutzer und Planer unter Sanktionsandrohung halten müssen, z. B. die Stärkung der Kontrollinstitutionen sowie die Kompetenzstärkung der Genehmigungsbehörden und der Träger öffentlicher Belange einschl. der Umweltorganisationen. Zielgruppen sind Bootsführer, Hersteller und sonstige Interessenvertreter, Planungs- u. Genehmigungsbehörden sowie die (Wasserschutz-)Polizei. Initiativen müssen von den Bundes- und den Länderparlamenten, den Bundes- und den Länderregierungen und Gebietskörperschaften (z. B. Landkreise und kreisfreie Städte: Allgemeinverfügungen, Satzungen) ausgehen.
3. Ökonomische Instrumente: zielen darauf ab, umweltfreundliche Handlungsalternativen billiger und umweltschädliche teurer zu machen, um dadurch die Handlungsweisen der Akteure entsprechend zu modifizieren. Adressaten sind alle Marktteilnehmer im Sektor Erholung/Wassertourismus/Bootsport, die entsprechende Produkte und Dienstleistungen nachfragen oder anbieten und sich dabei am Kosten-Nutzen-Verhältnis orientieren. Initiativen können von privatwirtschaftlichen Interessenvertretern (Gewinnerwartungen) und Verbänden (Image, Öffentlichkeitsarbeit) sowie von staatlichen Institutionen (Steuern, Abgaben u. Gebühren, Subventionen) getragen werden.
4. Umweltvorsorge als Komponente von Entscheidungsinstrumenten in den Fach- und Raumplanungen sowie in den Kommunal- und Objektplanungen: zielt auf eine Abkehr vom Primat der Nachfragebedienung und auf eine letztlich notwendige Kontingentierung ab.
5. Maßnahmen als lokales oder sektorales Mitigationsinstrument (z. B. Renaturierungen)
6. Anwendungsorientierte Forschung zur Verbesserung der Datenlage und als wichtige Komponente von Entscheidungsinstrumenten

Für jeden Bereich stellen wir Beispiele vor.

Die Untersuchungen fanden im Rahmen des DBU-Forschungsprojekts: SuBoLakes (www.subolakes.de) (Förderkennzeichen 35825/01) statt.

S10 Auenökologie und die Herausforderungen in der Wiederherstellung von Auen

Fünf Jahre Auenförderung im Bundesprogramm Blaues Band Deutschland

Thomas Ehlert

Bundesamt für Naturschutz

Das Bundesprogramm „Blaues Band Deutschland“ ist eine gemeinsame Initiative von Bundesverkehrsministerium und Bundesumweltministerium zur Renaturierung der Bundeswasserstraßen und ihrer Auen. Mit dem Start des Förderprogramms Auen am 01.02.20219 wurde als ein wichtiger Baustein des Bundesprogramms Blaues Band Deutschland die Möglichkeit geschaffen, Renaturierungsmaßnahmen in den Auen entlang der Bundeswasserstraßen umzusetzen und beispielsweise Flutrinnen wieder anzuschließen oder Auenwiesen und -wälder sowie Feuchtgebiete wieder naturnah zu entwickeln. Kommunen, Vereine, Verbände und andere können beim Bundesamt für Naturschutz Fördermittel beantragen und dazu beitragen, die Auen entlang der Bundeswasserstraßen als Zentren der biologischen Vielfalt und Achsen des Biotopverbundes naturnah zu entwickeln und den Auenzustand zu verbessern. Seit dem Start des Förderprogramms Auen wurden bereits mehr als 20 Projektskizzen eingereicht und zahlreiche Projekte gefördert.

S10 Auenökologie und die Herausforderungen in der Wiederherstellung von Auen

Renaturierungsmaßnahmen im Leipziger Auwald und deren Wirkungskontrolle am Beispiel des Burgauenbaches

Mathias Scholz et al.

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

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 auentypische Biodiversität wiederherzustellen und zu erhalten, sind Revitalisierungsmaßnahmen in diesem Auensystem zwingend erforderlich und wurden im Projekt „Lebendige Luppe“ und weiterer Vorhaben geplant und umgesetzt. Im Rahmen der naturwissenschaftlichen Begleitforschung des Verbundprojektes Lebendige Luppe wurde ein Netzwerk von 66 Dauerbeobachtungsflächen (je 0.25 ha) im Hartholzauenwald eingerichtet, auf denen im Zeitraum 2013-2024 (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 Bauhicht (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. Erste Redynamisierungserfolge konnten insbesondere für die Vegetation und die Mollusken dokumentiert werden.

Das hier vorgefundene Biotopmosaik sollte durch Dynamisierung der Grundwasser- und Überflutungsverhältnisse auch in weiteren Auenbereichen gefördert werden, womit mit der Wiederherstellung eines dynamischen Abflusses des Burgauenbaches Ausuferungen auf ca. 30 ha seit zwei Jahren möglich sind und hier neben der Vegetation auch die Artengruppe der Mollusken diese Veränderungen zu einer auentypischeren Artenzusammensetzung mit Hilfe des BioAu-tools zur biozönotischen Erfolgskontrolle dargestellt werden kann.

S10 Auenökologie und die Herausforderungen in der Wiederherstellung von Auen

Laufkäfer-Monitoring in der Lippeaue (NRW) – erste Ergebnisse der Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen

Kathrin Januschke

Universität Duisburg-Essen

Gewässer- und Auenrenaturierungen stehen im Zuge der Umsetzung verschiedener EU-Richtlinien und Bundesprogramme im Fokus von Wissenschaft und Gewässermanagement. Gerade Ufer- und Auenlebensgemeinschaften reagieren oft sehr schnell und deutlich auf Renaturierungsmaßnahmen. Seit 2019 führt der Lippeverband ein mehrjähriges biologisches Monitoring zur „Fluss- und Auenentwicklung der Lippe bei Haus Vogelsang“ durch. Die Umsetzung der Maßnahmen erfolgte überwiegend in den Jahren 2016-2018 mit dem Ziel einer ökologischen Entwicklung von Fluss und Aue. Seit 2019 erfolgt durch die Abteilung Aquatische Ökologie der Universität Duisburg-Essen die Kontrolle des Entwicklungsziels und die Bewertung der zeitlichen Entwicklung nach Umsetzung der Maßnahmen auf Grundlage eines Laufkäfer-Monitorings. Vor allem Laufkäfer besiedeln die neu geschaffenen Habitate sehr schnell und indizieren Dynamik und Sukzession in den Folgejahren. Untersucht wurden die Laufkäfer-Gemeinschaften in den Jahren 2019 und 2022 in zwei renaturierten Abschnitten der Lippeaue bei Haus Vogelsang sowie in einem begradigten, stromaufwärts gelegenen Vergleichsabschnitt, der dem Zustand der Lippeaue vor Umsetzung der Maßnahmen entspricht. Erste Auswertungen, auch unter Anwendung des neuen Verfahrens "BioAu" zur biozönotischen Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen für Ufer und Auen, zeigen in beiden Erfassungsjahren deutlich positive Effekte für die Lebensgemeinschaften der Laufkäfer im Hinblick auf auenabschnittstypische Arten, den Artenreichtum, die Artenzusammensetzung und die Habitatpräferenzen erfasster Arten. Durch die Maßnahmen wurden Ufer- und Auenhabitate geschaffen, die von vielen Pionierarten sehr schnell besiedelt wurden. Hierbei handelte es sich vor allem um Spezialisten dynamischer Sandufer und Ruderalflächen sowie um NRW- und bundesweit teils gefährdete Arten. Die von 2019 bis 2022 auftretenden Sukzessionsprozesse in beiden renaturierten Abschnitten hatten bei gleichbleibendem Artenreichtum positive Effekte auf die Artenzusammensetzung. Ehemals großflächige Sandufer wiesen in 2022 eine höhere Substratvielfalt auf, die mehr spezialisierten Arten Lebensraum bietet bzw. zur Etablierung weiterer Arten geführt hat. Einbrüche des Individuenreichtums lassen auf kurzzeitige Effekte der vorangegangenen Trockenjahre (2018 und 2019) sowie dem Hochwasser in 2021 rückschließen.

S10 Auenökologie und die Herausforderungen in der Wiederherstellung von Auen

Direkte und indirekte Effekte fehlender Fluss-Aue-Konnektivität auf Tiere und Pflanzen in der Aue

Franziska Wenskus¹; Christian Hecht²; Peter Horchler³; Kathrin Januschke¹; Georg Rieland²; Mathias Scholz²; Arnd Weber³; Daniel Hering¹

¹ Universität Duisburg-Essen; ² Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung; ³ Bundesanstalt für Gewässerkunde

Die Vernetzung von Flüssen und Auen ist ein entscheidender ökologischer Prozess, der die biologische Vielfalt und die Ökosystemfunktionen in Auen beeinflusst. Wie genau solche Fluss-Aue Konnektivität – und ein Verlust davon – auf die terrestrische Biodiversität in Auen wirkt ist aber unzureichend untersucht. In dieser Studie wurden die direkten und indirekten Auswirkungen von Fluss-Auen-Konnektivität auf Pflanzen- und Laufkäferdiversität mit Hilfe von structural equation models untersucht. Ziel war es, die indirekten Effekte von Konnektivität auf Biodiversität über Kaskadenwirkungen auf Überflutungsregime, Bodeneigenschaften und die Schadstoffbelastung in der Aue aufzudröseln. Dazu wurden Pflanzen und Laufkäferdaten von Auen entlang der Mittelelbe sowie ein breites Spektrum an Umweltvariablen erhoben und analysiert. Um die Diversität der Artengemeinschaften auszudrücken, wurden fünf verschiedene Biodiversitätsmetrics berechnet und als Endpunkt der structural equation models verwendet. Um darüber hinaus zu untersuchen, wie sich diese Zusammenhänge zwischen den Umweltvariablen und ihre direkten und indirekten Effekte auf Biodiversität ändern, wenn die Fluss-Aue-Konnektivität verloren geht, wurde die Analyse auch mit Daten aus entkoppelten Auen entlang der Erosionsstrecke der Elbe durchgeführt und die Ergebnisse verglichen. Entgegen unseren Erwartungen zeigten die Ergebnisse, dass Konnektivität nicht nur indirekte, sondern auch signifikante direkte Effekte auf die meisten Biodiversitätsmetriken sowohl für Pflanzen als auch für Laufkäfer hatte. Wie erwartet führte bei Laufkäfern eine bessere Konnektivität direkt zu einem geringeren Artenreichtum und einem höheren Anteil von Indikatorarten für wechselfeuchtes Grünland, allerdings ohne, dass dies ausschließlich von zwischengeschalteten Faktoren wie Überflutungsregime oder Bodeneigenschaften abhing. Die einzelnen Wirkpfade in den Modellen unterschieden sich kaum zwischen gut und schlecht angebundenen Auenabschnitten. Das deutet an, dass eine Entkopplung der Aue von ihrem Fluss nicht unbedingt mit einer Verschiebung der Wirkmechanismen und Prozesse zwischen Umwelt und Biotik einhergeht. Unsere Studie unterstreicht die vielschichtige Rolle von Fluss-Aue-Konnektivität bei der Gestaltung der biologischen Vielfalt in den Auen. Unsere Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung der Erhaltung und Wiederherstellung von Verbindungen zwischen Flüssen und Auen zur Förderung vielfältiger und widerstandsfähiger Auenökosysteme.

S10 Auenökologie und die Herausforderungen in der Wiederherstellung von Auen

Integrative Bewertungen des Auenzustands, Restaurierungs- und Bewirtschaftungsmaßnahmen im Donauraum

Martin Tschikof¹; Thomas Hein¹; Barbara Stammel²; Gabriele Weigelhofer¹

¹ Universität für Bodenkultur Wien - Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement (IHG); ² Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt (KUEI)

Auen gelten als Hotspots der Biodiversität, des Nährstoffumsatzes und der Multifunktionalität von Ökosystemleistungen (ÖSL). Im Donaueinzugsgebiet gingen jedoch bereits mehr als 70 % ihrer Fläche verloren und die ÖSL der verbleibenden Auen sind aufgrund multipler Belastungen stark gefährdet. Daher gibt es aktuell donauweite Bemühungen große Auen zu restaurieren und nachhaltiger zu bewirtschaften, jedoch ist wenig bekannt, wie sich die Belastungen und Maßnahmen auf deren ÖSL auswirken. Speziell der Beitrag der Nährstoffspeicherkapazität zur Verbesserung der Wasserqualität wurde Kontext kaum untersucht.

Durch die Anwendung von Modellierungs-, indikatorbasierten und partizipativen Ansätzen geben wir auf unterschiedlichen Größenebenen erste Einblicke in den sozio-ökologischen Zustand der Auen. Zusätzlich möchten wir die Möglichkeiten und Grenzen von Maßnahmen zur Verbesserung der Multifunktionalität aufzeigen. Ergebnisse zeigten, dass Auen großräumig betrachtet einen wertvollen Beitrag zur Wasserqualität leisten können und dass, Wiedervernetzungen die Nährstoffspeicherkapazität unabhängig vom Betrachtungsmaßstab weiter erhöhen. Zudem dominierten ÖSL-Synergien gegenüber ÖSL-Konflikten und die Multifunktionalität nahm flussabwärts zu. In drei Untersuchungsabschnitten in Österreich, Ungarn und Serbien zeigten gemeinsam mit Stakeholdern erarbeitete Bewirtschaftungsszenarien, dass die Multifunktionalität dieser Auengebiete generell erhöht werden kann. Dies trotz lokaler Konflikte wie z.B. mit Freizeitaktivitäten und stagnotopen Lebensräumen. Die stärksten großräumigen Belastungen multipler ÖSL umfassten intensive Landnutzung, Rückstau und morphologische Veränderungen.

Die Erkenntnis aus den Gemeinsamkeiten und Diskrepanzen zwischen datenbasierten Bewertungen und den lokalen Stakeholderansichten erweitert unser Verständnis über die Nutzung und den Wert multifunktionaler Auen, um deren Bewirtschaftung in Zukunft inklusiver und nachhaltiger zu gestalten. Aktuell werden in den EU Projekten „Restore4Life“ und „DANUBE4all“ weitere Bewertungsansätze in den Bereichen Fernerkundung, Habitatmodellierung und Citizen Science erarbeitet, um in Zukunft Maßnahmen gezielter umsetzen zu können.

S11 Süßwassermuscheln in Europa: Biologie, Gefährdungsursachen und Schutzmaßnahmen

Sedimentationsflächen als Maßnahmen zur Verbesserung der Habitatqualität für Flussperlmuscheln (*Margaritifera margaritifera*)

Daniel Daill

blatffisch e.U.

In vielen Flüssen des Böhmisches Massivs im nördlichen Oberösterreich ist ein Anstieg der Feinsedimentbelastung zu beobachten. Diese ist unter anderem auf die veränderte Landnutzung im Einzugsgebiet der Gewässer beziehungsweise auf die anthropogene Überprägung selbiger zurückzuführen. Die übermäßigen Feinsedimentfrachten wirken sich besonders negativ auf die Habitatqualität des Gewässers aus, was wiederum zu verschlechterten Habitatbedingungen für heimische Süßwassermuscheln, insbesondere für die Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*) führt. Aus diesem Grund müssen Maßnahmen umgesetzt werden, um den Sedimenthaushalt von Fließgewässern zu verbessern. Eine derartige Maßnahme ist die Umsetzung von sogenannten Sedimentationsflächen. Bei diesen handelt es sich um gezielte Absenkungen des Uferbereichs, welche bei Wasserständen über Mittelwasser überströmt werden. Aufgrund der reduzierten Schlepptension in diesem Bereich werden Feinsedimente abgelagert, welche, sobald der Wasserstand wieder zurückgeht, im Trockenen abtransportiert werden können. Dadurch können Sedimentationsflächen lokal die Zusammensetzung und Morphologie des Flussbettes verbessern und die natürliche Strukturausstattung wiederherstellen. Der Vortrag befasst sich mit der Umsetzung von neun Sedimentationsflächen und der Überprüfung ihrer Funktionsfähigkeit. Zur Untersuchung des Sedimenthaushaltes wurden die Entnahmen aus den Sedimentationsflächen dokumentiert. Für die Bewertung der Sohlstruktur wurden in mehreren Transekten Erhebungen der Substratzusammensetzung und der Morphologie durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass selbst auf kleinen Sedimentationsflächen erhebliche Mengen an Sand und Feinsedimenten abgelagert werden. Darüber hinaus führen Sedimentationsflächen lokal zu einer Verbesserung der Lebensraumbedingungen im Fließgewässer und können so zum Schutz gefährdeter Arten beitragen. Da die positiven Auswirkungen von Sedimentationsflächen lokal begrenzt sind, ist für weitreichende Effekte die Einrichtung mehrerer solcher Flächen in einem Fließgewässerabschnitt erforderlich.

S11 Süßwassermuscheln in Europa: Biologie, Gefährdungsursachen und Schutzmaßnahmen

Das Verbundprojekt „MARA – Margaritifera Restoration Alliance“: das erste bundesweite Schutzprojekt für die Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*)

Helena Kummer; Marco Denic

Landschaftspflegeverband Passau e.V.

Die Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*) ist in Deutschland vom Aussterben bedroht. Mit dem Projekt „MARA – Margaritifera Restoration Alliance“ werden nun erstmals die bisher regionalen Schutzbemühungen in einem Verbundprojekt zusammengeführt. Die sieben Projektpartner haben sich das Ziel gesetzt, gemeinsam den negativen Bestandstrend aufzuhalten und in einen positiven zu verwandeln um wieder intakte und selbsterhaltende Populationen herzustellen. Mithilfe eines Nachzuchtprogramms werden die aktuell kleinen und überalterten Populationen stabilisiert und verjüngt. Ein begleitendes Monitoring überwacht die genetische Integrität der Nachzuchtkohorten und über Tagging-Experimente wird die Etablierung ausgewilderter Jungmuscheln in den Zielhabitaten verfolgt. Bisher wurden insgesamt gut 6.000 Jungmuscheln in verschiedenen Projektgewässern ausgewildert. Für eine weitere Verbesserung des Lebensraums werden die Defizite auf unterschiedlichen Ebenen adressiert: so werden lokale Strukturmaßnahmen zur Herstellung geeigneter Mikrohabitate mit Maßnahmen zur Reduktion von Sedimenteinträgen oder zur Erhöhung des Wasserrückhalts im Einzugsgebiet kombiniert. Letztere dienen auch einer Minderung der negativen Auswirkungen des Klimawandels auf die Flussperlmuschelgewässer. In den vergleichsweise dicht besiedelten und kleinteilig strukturierten deutschen Flussperlmuschel-Einzugsgebieten hängt die Umsetzbarkeit von Maßnahmen stark von einer guten Zusammenarbeit mit verschiedenen Interessengruppen und der Entwicklung ortsspezifischer Lösungsansätze ab. In diesem Zusammenhang ist die Kooperation mit dem Hofgut Eichigt besonders hervorzuheben, die erlaubt die Praxistauglichkeit verschiedener Maßnahmen wie z.B. regelbare Drainagen zu testen und auch ihr Kosten-Nutzen-Verhältnis zu bewerten. Außerdem wird neben klassischen Angeboten zur Umweltbildung das Thema Flussperlmuschel künstlerisch aufbereitet, was bisher in einer Kunstaussstellung sowie der Entwicklung eines Theaterstücks mündete. Ein erster Lohn für die Bemühungen ist die Stabilisierung einzelner Zielbestände mit ersten natürlich aufkommenden Jungmuscheln. Trotzdem bleibt noch viel Arbeit auf dem Weg zum übergeordneten Projektziel selbsterhaltender Bestände und eine Reihe von Schadereignissen verdeutlichen die Schwierigkeit ganze Einzugsgebiete zu sanieren und die Bedeutung einer umfassenden Aufklärung der Öffentlichkeit.

S11 Süßwassermuscheln in Europa: Biologie, Gefährdungsursachen und Schutzmaßnahmen

Maßnahmen zum Schutz der Flussperlmuschel in Nordostoberfranken - Umgang mit menschlichen Nutzungen und natürlichen Extremen

Luise Richter¹; Christian Weiß¹; Martin Mörtl²

¹ Wasserwirtschaftsamt Hof; ² Bayerisches Landesamt für Umwelt

In den letzten Jahren sind viele oberfränkische Muschelgewässer zunehmend vom Trockenfallen betroffen. Auch an die Gewässerqualität stellen Muscheln besondere Anforderungen.

Die Maßnahmen, die zum Erhalt der Flussperlmuscheln im Landkreis Hof getroffen wurden, sind vielfältig (u.a. Anpassung der Abwasserentsorgung, Gewässerunterhaltungsmaßnahmen zur Abflusssteuerung, Wassertransport mit Tankwagen, Zugabe von Trink- und Quellwasser oder das Umsetzen von Muscheln).

Mit dem Ziel, die Wasserverfügbarkeit langfristig zu verbessern, nutzt das Wasserwirtschaftsamt Hof seit 2022 Teiche zur Niedrigwassererhöhung. Hier möchten wir Ihnen unser neues Konzept vorstellen und dabei auch auf die Herausforderung der Gewässerbewirtschaftung im Umgang mit menschlichen Nutzungen eingehen.

S11 Süßwassermuscheln in Europa: Biologie, Gefährdungsursachen und Schutzmaßnahmen

Verlorene Wasserfilter: Die Auswirkungen des Rückgangs der Flussperlmuschelpopulation auf das Filtrationspotenzial im sächsischen Vogtland

Felix Grunicke; Thomas Berendonk

TU Dresden, Institut für Hydrobiologie

Vor über 200 Jahren waren im sächsischen Vogtland über 125 km Fließgewässer dicht mit Flussperlmuscheln (*Margaritifera margaritifera*, FPM) besiedelt. Heute ist diese vom Aussterben bedrohte Art nur noch auf wenigen Metern Gewässerstrecke zu finden. Dieser dramatische Bestandsrückgang führte zu einer Verringerung der Filtrationskapazität des Ökosystems. Um diesen Rückgang zu quantifizieren, bestimmten wir experimentell die Filtrationsraten adulter FPM (ca. 20 Jahre alt, Schalenlänge: 6-8 cm). Dazu wurden 12 FPM über einen Zeitraum von 3 Wochen in einer Klimakammer kultiviert, und ihre Filtrationsraten unter drei verschiedenen Temperaturregimen (11°C, 15°C und 19°C) gemessen.

Für jeden Versuch wurden die FPM separat in 2L-Aquarien überführt und die Abnahme der Partikelzahl im Wasser (im Größenbereich 2 - 60 µm) gemessen.

Die Reduktion der Partikelanzahl durch Sedimentation wurde in separaten Kontrollaquarien ohne FPM erfasst. Neben Temperatur und Muschelgröße untersuchten wir auch den Einfluss der Futterqualität auf die Filtrationsraten. Darüber hinaus erfassten wir die Effizienz der Partikelreduktion durch die filtrierenden FPM. Dazu wurden die FPM wieder in Aquarien eingesetzt, und 1 mL Proben direkt aus dem Ausstromwasser der FPM abgesaugt und mit dem Einstromwasser verglichen. Unsere Ergebnisse zeigen, dass eine einzelne FPM zwischen 1 und 3 L Wasser pro Stunde filtern kann. Die Filtrationsrate hängt stark von der Muschelgröße und der Wassertemperatur ab, wobei die optimale Temperatur für maximale Filtrationsrate zwischen 15 und 19°C liegt. Höhere Futterqualität geht mit einer signifikanten Reduktion der Filtrationsraten einher, was darauf hindeutet, dass FPM bei hoher Futterqualität Energie einsparen können, indem sie die gleiche Menge an hochwertigem Futter mit weniger filtriertem Wasser aufnehmen. Hinsichtlich der Filtrationseffizienz können FPM bis zu 94,7% der Partikel (Größenbereich 2-60 µm) aus dem Wasser filtern.

Eine grobe Schätzung zeigt, dass heute weniger als 0,1% des durchschnittlichen Sommerabflusses von der gegenwärtigen FPM-Population gefiltert wird, verglichen mit einem geschätzten Bereich von 7-90% vor über 200 Jahren, wobei die Unsicherheit auf die spärliche Datengrundlage zur Populationsdichte um 1800 zurückzuführen ist. Dennoch verdeutlichen diese Ergebnisse das hohe Filtrationspotenzial dieser Art und geben Einblicke in die verlorene Filtrationskapazität in den Gewässern des sächsischen Vogtlandes in den letzten 200 Jahren.

S11 Süßwassermuscheln in Europa: Biologie, Gefährdungsursachen und Schutzmaßnahmen

Eignung potentieller Wirtsfische für eine nachhaltige Ergänzungszucht von Bachmuscheln unter Erhaltung ihrer genetischen Diversität

Meike Koester^{1,2,3}; Jürgen Geist¹; Ralph Kühn¹

¹ Technische Universität München; ² Universität Koblenz; ³ Universität Kassel

Süßwassermuscheln erbringen wichtige Ökosystemdienstleistungen, zählen weltweit aber zu den am stärksten bedrohten Arten. Insbesondere die Bestände der ursprünglich in Europa weit verbreiteten Bachmuschel (*Unio crassus*, UC) sind so drastisch zurückgegangen, dass die Art in einigen Europäischen Ländern als stark gefährdet und in Deutschland als vom Aussterben bedroht eingestuft wird. Daher werden zunehmend Erhaltungsprogramme für UC durchgeführt, die auch Zuchtmaßnahmen beinhalten.

Bisherige UC-Zuchtprogramme verwenden häufig nur eine Wirtsfischart, meist die Elritze, aber Studien zeigen deutliche Unterschiede in der Eignung einzelner Wirtsfischarten bzgl. u.a. Transformationserfolg. Auch gibt es Hinweise, dass sich die Eignung einer Fischart als Wirt für genetisch differenzierte UC-Populationen deutlich unterscheiden kann. Dies könnte bei einer Zucht mit nur einer Wirtsfischart zu einem Verlust genetischer Diversität führen, da nur diejenigen Genotypen vermehrt werden, für die die Fischart physiologisch als Wirt geeignet ist. Die Eignung unterschiedlicher Wirtsfische für verschiedene UC-Genotypen wurde bisher jedoch nicht untersucht.

Im Rahmen eines durch das BfN mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz finanzierten Projektes wurde die Eignung von 4 potentiellen Wirtsfischarten für die Zucht von UC, unter Erhaltung ihrer genetischen Diversität im Projektgebiet Nister, in einem Experiment getestet. Dazu wurden zunächst potenzielle Elterntiere genotypisiert. Verschiedene Wirtsfischarten wurden dann hinsichtlich Metamorphose-Rate und Entwicklungsdauer der Jungmuscheln bewertet. Anschließend genetische Analysen der Jungmuscheln dienten dann der Ermittlung von Inzucht- und Drifteffekten in Abhängigkeit des Aufzuchtverfahrens.

Die Ergebnisse zeigten, dass prinzipiell alle 4 getesteten Fischarten geeignete Wirte für UC der Nister sind und die Wirtsfischart keinen Einfluss auf die genetische Diversität der nachgezüchteten Jungmuscheln hatte. Aufgrund der großen Anzahl gewonnener Jungmuscheln erwiesen sich Döbel und Elritze als die am besten geeigneten Wirtsfischarten für die nachhaltige Ergänzungszucht von UC der Nister. Eine leicht erhöhte Inzucht bei den nachgezüchteten Muscheln im Vergleich zur Ursprungspopulation zeigt, dass ein genetisch gestütztes Nachzuchtprogramm und ein möglichst jährlicher Wechsel der verwendeten Elterntiere entscheidend für die nachhaltige Erhaltung von UC-Populationen sind.

S11 Süßwassermuscheln in Europa: Biologie, Gefährdungsursachen und Schutzmaßnahmen

"LIFE-Bachmuschel" Ein Lebensraum- und Artenschutzprojekt für Brandenburg

Karolin Eils¹; Maria Böhme¹; Sven Matern²; Robert Seeger²; Steffen Zahn²; Inga Willecke¹; Michael Zauff¹

¹ Stiftung NaturSchutzFonds Brandenburg; ² Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow

Der Bestand der einst weit verbreiteten Bachmuschel (*Unio crassus*) nimmt immer stärker ab. In Deutschland und Brandenburg ist sie vom Aussterben bedroht und zählt in der EU als streng geschützte Art. Mit dem EU-Projekt "LIFE Bachmuschel" widmen sich die Stiftung Naturschutzfonds Brandenburg und ihre Partner, das Institut für Binnenfischerei e. V. Potsdam-Sacrow und das staatliche Museum für Naturkunde Stuttgart, dem Erhalt und der Wiederansiedlung der Bachmuschel sowie der Verbesserung ihrer Lebensräume in den Fließgewässern Brandenburgs.

Durch das Anlegen von Sandfängen im Gewässer und Pflanzungen von Hecken und Ufergehölzen werden Gefährdungsursachen reduziert. Mittels Einbringung von Kies und Totholz sollen geeignete Sohlstrukturen und Strömungsvielfalt wieder hergestellt und die Fließgewässer als Laich- und Lebensraum für die Bachmuscheln und ihre Wirtfische aufgewertet werden. Ebenso sind Verschlüsse von ungenutzten Entwässerungsgräben und die Rückverlegung der Gewässer in Altlaufstrukturen vorgesehen. Von den Renaturierungsmaßnahmen profitieren neben der Bachmuschel selbst auch ihre Wirtsfischarten, sowie weitere Tier- und Pflanzenarten. Mittels Informationsmaterialien und Beratungen sollen Nutzer und Eigentümer bezüglich der Belange der Bachmuschel sensibilisiert und eine muschelgerechte Gewässernutzung und -unterhaltung angestrebt werden.

Als Grundlage für die gezielten Bestandsstützungs- und Wiedersiedlungsmaßnahmen von Bachmuscheln im Projektzeitraum (2023-2032) wird ihre Genetik betrachtet. Durch künstliche Infestation von Wirtsfischen mit Glochidien ist vorgesehen Bestände zu vergrößern und die Bachmuschel in Gebieten, in denen sie ausgestorben ist, wieder anzusiedeln. Gezielte Wiederansiedlungs- und Besatzmaßnahmen von Fischen verbessern die Abundanz der Wirtsfischpopulationen und somit die Reproduktionsmöglichkeiten von *Unio crassus*.

S11 Süßwassermuscheln in Europa: Biologie, Gefährdungsursachen und Schutzmaßnahmen

Populationsgenetik der vom Aussterben bedrohten Bachmuschel (*Unio crassus*-Komplex)

Cornelia Krause; Ira Richling

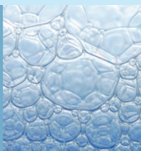
Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart

Die früher häufige und in fast allen Fließgewässern anzutreffende Bachmuschel (*Unio crassus*-Komplex, Unionidae) zählt mittlerweile zu den am stärksten gefährdeten Süßwassermollusken Mitteleuropas und musste in den letzten Jahrzehnten dramatische Bestandsverluste hinnehmen. Derzeit sind in Deutschland nur noch mehr oder weniger vereinzelte Restvorkommen eines ehemals zusammenhängenden Verbreitungsgebiets vorhanden mit Schwerpunkten im Nordosten und Süden. Trotz höchstem Schutzstatus gilt für die Bachmuschel weiterhin nach FFH-Kriterien eine schlechte Gesamtbewertung mit schlechten Zukunftsaussichten, verursacht beispielsweise durch mangelnde Habitatqualität, Habitatzerstörung, Trockenfallen der Gewässer in Folge des Klimawandels, fehlende Wirtsfische oder Fraß durch invasive Neozoen.

Um die verbleibenden Populationen der Bachmuschel in Brandenburg zu erhalten und langfristig wieder zu vergrößern, sollen im Rahmen des EU-Projekts „LIFE Bachmuschel“ der Stiftung Naturschutzfonds Brandenburg geeignete Lebensräume für die Bachmuschel und ihre Wirtsfische geschaffen werden sowie Wiederansiedlungen und Populationsstützungen stattfinden. Dabei ist die Kenntnis der genetischen Vielfalt der jeweiligen Organismen von entscheidender Bedeutung. Trotz intensiver Forschung sind grundlegende Fragen zur genetischen Populationsstruktur der Bachmuschel nicht vollständig geklärt: Wie unterscheiden sich einzelne Populationen und Flusssysteme genetisch voneinander? Weisen die Restpopulationen eine hohe genetische Vielfalt auf oder sind sie genetisch verarmt? Stehen die verbliebenen Populationen untereinander im Austausch oder handelt es sich um isolierte Vorkommen?

Im Rahmen von „LIFE Bachmuschel“ untersuchen wir daher die genetische Diversität und Differenzierung der norddeutschen *Unio crassus*-Populationen anhand von Next Generation Sequencing (NGS). Die angewandte RADseq-Methode in Kombination mit klassischem COI-Barcoding ermöglicht die genetische Charakterisierung der Muscheln auf unterschiedlichen Ebenen vom Individuum über einzelne Populationen, Metapopulationen bis hin zu Gewässereinzugsgebieten. Die vorgestellten Daten zur genetischen Konstitution der norddeutschen Populationen werden mit Ergebnissen für die südwestdeutschen Vorkommen (neuerdings als *Unio nanus* abgetrennt) verglichen, um so ein deutschlandweites Bild zu zeichnen. Letztere Untersuchungen wurden durch die Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg und die Fischereiabgabe des Bundeslandes gefördert.

Posters | Poster



A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

Deep Learning for Biodiversity Monitoring of Benthic Diatoms in Freshwater Ecosystems

Dina Abdelmguid; Michael Kloster; Bánk Beszteri

Universität Duisburg-Essen

The DNAqualMG project (<https://dnaqualmg.eu/>) aims to transform biodiversity monitoring through the integration of state-of-the-art molecular and automated image-based techniques with routine freshwater ecological monitoring activities under the European Water Framework Directive (WFD). As part of DNAqualMG, our subproject aims to further develop and apply state-of-art computer vision methods utilizing deep learning (DL) models to image data obtained by advanced imaging technologies for diatom biodiversity monitoring.

The most severe current challenge for the broader application of these methods is the lack of sufficient training image data covering the taxonomic breadth of the benthic diatom flora of Europe. This means that to train DL classifiers capable of identifying any diatom from a European freshwater sample, at least hundreds of example images for each of the few thousand diatom taxa recognized in Europe, identified in a consistent manner, would be required. Such a data set is not currently available; and constructing it via only manual annotation activities would be an enormous effort that does not presently appear feasible. Instead of sequentially approaching the problem (first collect enough training data to cover all taxa, then apply classifiers trained on these data for biodiversity monitoring), we envision an iterative process involving expert interaction with DL algorithms in which the latter could enable an efficient assignment of expert time and effort, and complement those to speed up collecting training data.

To facilitate this, we are currently experimenting with machine learning approaches for overclustering. By this we mean approaches by which embeddings, or feature representations, from a model trained at a low taxonomic resolution (genera) could be applied to cluster images at a higher taxonomic resolution (at the species level).

The poster will present our results on testing this hypothesis on different DL model architectures.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

The influence of body morphology, land use, and stream structure on the lateral dispersal of Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera in sand-bottom lowland streams

Julian Enß; Christian K. Feld

Universität Duisburg-Essen

Lateral dispersal is crucial for Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera (EPT) to colonize new habitats along and across stream networks. Understanding the factors that influence lateral dispersal is essential for predicting and managing the biodiversity and connectivity of stream ecosystems. Therefore, we investigated the role of body morphology, land use, and instream physical habitat quality on the lateral distance travelled by EPT taxa in two sand-bottom lowland streams in Germany. We deployed seven Malaise traps at each of seven different sampling sites at distances ranging from 5 m to 200 m perpendicular to the investigated streams. A total of 650 specimens belonging to 49 taxa (6 Ephemeroptera, 2 Plecoptera, and 41 Trichoptera) were collected, and each specimen's body and wing sizes were measured. In general, we observed a non-linear decrease of collected specimens with increasing distance to the stream. Average dispersal distances differed between insect orders, individual species, and sex, but also between sites. Land use and physical habitat quality were found to influence dispersal distances too. Body and wing morphometrical data of some taxa correlated with dispersal distances. We found specimens with longer bodies and forewings, and larger wing surfaces to travel farther. These findings have implications for conservation and habitat restoration of lotic ecosystems.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

Ökologische Charakterisierung alpiner Quellen in den Hochlagen des Lötschentals im Wallis

Martina Kohlbrenner; Stefanie von Fumetti

Universität Basel, Schweiz

Quellen weisen aufgrund ihrer besonderen Stellung als Schnittstelle von Grundwasser zu Oberflächenwasser und zwischen aquatischen und terrestrischen Lebensräumen eine hohe Artenvielfalt auf. Diese ist dabei stark von der Variabilität der Mikrohabitate und weiteren abiotischen Faktoren wie die Wassertemperatur abhängig. Besonders alpine Quellen bilden unter anderem durch ihre konstant kalte Wassertemperatur einzigartige Ökosysteme und tragen damit stark zur lokalen Biodiversität bei. In dieser Arbeit wurden rheokrene Quellen im Lötschental in den Walliser Alpen untersucht, wobei die Hälfte der Quellen oberhalb der Waldgrenze und die übrigen innerhalb des Waldes liegen. Es wurde der Frage nachgegangen, ob die Lage der Quellen innerhalb oder ausserhalb des Waldes einen Einfluss auf die Zusammensetzung des Makrozoobenthos hat. Dabei wurden semi-quantitativ mit einem Handnetz mit 200µm Maschenweite faunistische Proben genommen, die Quellstruktur protokolliert und physiko-chemische Parameter wie die Wassertemperatur gemessen. Es wurden 8'888 Individuen bzw. 46 Taxa ausgezählt und wann immer möglich bis auf Art-Niveau bestimmt. Dabei wiesen die Diptera, Plecoptera und Trichoptera die grösste Vielfalt auf. Die Lage inner- oder ausserhalb des Waldes wird durch die Substratzusammensetzung widerspiegelt: eine Redundanzanalyse (RDA) zeigte, dass die Substrattypen Steine und Kies einen signifikanten Einfluss auf die Zusammensetzung des Makrozoobenthos hatten. Oberhalb der Waldgrenze wurden vor allem steinige, kiesige Substrate gefunden, hingegen im Wald mehrheitlich organische wie Moose, Totholz und Wurzeln. Die Quellen wiesen alle einen naturnahen oder bedingt naturnahen Zustand auf, wobei die Quellfauna als quelltypisch bzw. bedingt quelltypisch eingestuft wurde. Es wurden mehrere Arten gefunden, die in der Schweiz auf der Roten Liste stehen, darunter *Allogamus mendax* und *Anisogamus difformis*. Dies unterstreicht den hohen ökologischen Wert dieser Quelllebensräume. Trotz des allgemein guten Zustands der Quellen sollte die Region zum Schutzgebiet erklärt werden, um ihre einzigartige Artenvielfalt zu erhalten.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

Blue eyes, black holes and blooms of filamentous algae in dwindling Chara meadows. Drone supported monitoring of anomalies.

Christiane Krambeck; Henning Thiessen; Frank Schlemminger

The Suhrer See is a groundwater-fed, deep mesotrophic lake in a nature protection area (54.153 N, 10.478 E). Submerged macrophytes were documented by underwater photography since 2013. After losses in the agricultural northeast in 2017, monitoring was intensified, including two bays in the north and northwest, initially as reference for situations without agricultural impact. In view of subsequent enigmatic degradations, we started using a drone in these bays in order to get information on areal extent and to localise anomalies for closer underwater documentation.

Mostly circular and grouped or extended zones of sulfur fog ("blue eyes") in vital Chara meadows in summer and of benthic decay ("black holes") were succeeded by losses of wintergreen charophyte stands with ever less recovery during the following summers. Concomitant blooms of filamentous green algae indicated phosphorous release from sediments, plausibly due to precipitation of FeS in the decay zones. And an exhaustion of soluble Fe compounds can trigger a sequence of microbial build up of H₂S and elemental sulfur fog, H₂S being toxic for charophytes.

Parallel hydrologic data reveal short-term adverse effects of phases with high subsurface discharge, but do not explain the observed multi-annual deterioration. Hence, a continuous aggravation of a contamination of subsurface discharge has to be postulated that leads to a permanent disturbance of the sulfur cycle in the oxic to anoxic benthic boundary layer. Best fitting is the timing of acidic fronts with elevated Al SO₄ levels, described to move a few meters over decennia in sandy soil profiles before reaching surface waters, as a long-term consequence of continuous atmospheric N and S deposition onto weakly buffered catchments. The known concurrent deposition and omnipresence of organic xenobiotika has the potential to simultaneously impair benthic bioturbation and microbial processes.

Anyway, the observed pattern of the deterioration points per se to a hitherto unknown disturbance of the benthic sulfur cycle. The envisaged causal relationship with potential contaminations of subsurface discharge due to atmospheric deposition is a hypothesis that requires investigation. And a clarification might be of broader relevance. Losses of submersed macrophytes and blooms of filamentous green algae in oligo- to mesotrophic deep lakes have been reported elsewhere and are not compatible with current limnological paradigmata.

A01 Biodiversität und Ökologie aquatischer Lebensgemeinschaften / Diversity and ecology of aquatic communities

A comparative analysis of biodiversity and food web structures in floodplain ecosystems of the rivers Rhine and Elbe

Marayke Schreier¹; Tobias Nickel¹; Ann-Marie Waldvogel¹; Patrick Fink²; Markus Weitere²

¹ Universität zu Köln; ² Helmholtz Zentrum für Umweltforschung - UFZ

Floodplain ecosystems are dynamic, multi-functional landscapes. They play a crucial role in flood protection, water purification and habitat provisioning. By this, they support a high level of biodiversity, which in turn enhances ecological stability and resilience. To enhance our understanding of the main drivers of biodiversity in floodplain systems, we conducted a comparative analysis between two large German river systems, Rhine and Elbe, focusing on (phylogenetic) biodiversity and food web structure as measure for the functional diversity. The two rivers are different in terms of the intensity of anthropogenic use, their trophic state, and substrate composition. The objective of this study was to disentangle the role general characteristics of floodplain communities versus river-specific patterns in explaining phylogenetic and functional diversity. We collected water, sediment, and macroinvertebrates from multiple locations with decreasing connectivity to the main rivers. We analyzed those samples via DNA-metabarcoding and stable isotope analysis. We expect the communities and their food webs to differ between the rivers, but that they will become increasingly aligned with increasing distance from the main river, forming a "floodplain community". Overall, our findings will help to manage and protect diversity of floodplain systems in a changing world.

A02 Extremereignisse und globaler Wandel / Extreme events and global change

Wasser fließt von oben nach unten - immer? Kapillartextilen für urbanes Grün

Jens Mählmann

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.

Der Einsatz Technischer Textilien im Umweltschutzbereich führt häufig zu Systemkombinationen aus einer technischen Komponente und einer biologisch aktiven Komponente als Leistungsträger. Biologische Prozesse sind notwendigerweise immer an die Verfügbarkeit von Wasser gekoppelt. Ohne Wasser können keine Stoffwechselfvorgänge ablaufen, Pflanzen vertrocknen.

Der urbane Raum stellt Hinsichtlich einer Grünanpflanzung mehrere Zielkonflikte dar: Neben der ästhetischen Wirkung von innerstädtischem Grün, insbesondere Bäumen, stehen deren psychoakustische Wirkung sowie die Schattenspende und Verdunstungsleistung im Vordergrund der Betrachtung. Als Orte der Architektur und Begegnung sowie zur Schaffung der städtischen Verkehrsflächen für die Infrastruktur wird eine Oberflächenversiegelung von Plätzen, Straßen, Gehwegen notwendig. Trotzdem muss eine Wasserversorgung des Grüns gewährleistet werden. Schließlich führt die Versiegelung zu einer erhöhten, ungepufferten Abfuhr von Niederschlagswasser und damit zu einer Überlastung der Kanalisation. Fehlende Verdunstung führt seinerseits in Kombination mit den mineralischen, steinernen Untergründen und Gebäuden zu einer Aufheizung der (Innen-) Städte.

Als Ausweg wird daher die dezentrale Speicherung von Wasser gesehen, die für eine Versorgung von städtischem Grün dienen kann und soll. Hier besteht jedoch das Problem, dass ein Wasserspeicher zur Ausnutzung des natürlichen Gefälleablaufs möglichst tief, zumindest unterhalb des Grüns angelegt werden muss und somit für eine Nutzung das Wasser wieder vertikal, ggf. auch horizontal an das Grün herangeführt werden muss. Pumpsysteme sind aber energieintensiv und technisch anfällig.

Das FuE-Projekt „Kapillartextil“ widmet sich der Entwicklung einer wartungsarmen und von externen Energiequellen unabhängigen vertikalen und horizontalen Transportlösung von Wasser auch gegen das natürliche Gefälle. Als Vorbild aus der Natur können hier die Transportsysteme in Pflanzen, vor allem Bäumen, dienen: Über ein Zusammenspiel von osmotischem Druck (Wurzelbereich) und einem durch Transpiration (Blatt- oder Kronbereich) erzeugten Sog (oder Saugkraft) unter Ausnutzung von Kapillareffekten englumiger (Sieb-)Röhrenzellen (im Xylem) werden hier Wasser und Nährstoffe transportiert. Die englumigen Tracheiden können z. B. durch gerichtete Faserstrukturen, z. B. mittels der KEMAFIL®-Technologie, in ihrer Funktion nachgebildet werden.

A02 Extremereignisse und globaler Wandel / Extreme events and global change

Abiotic changes in freshwaters of the Rhine floodplanes in Rees

Tobias Nickel¹; Alexandra Schönle¹; Ann-Marie Waldvogel¹; Ulrich Werneke²

¹ Universität zu Köln; ² Naturschutzzentrum im Kreis Kleve e.V.

It is becoming increasingly evident that freshwater systems are under strong ecological pressure to losing ecosystem function as a consequence of global climate change. The River Rhine in Western Germany is an important international waterway that has been subjected to human intervention, resulting in alterations to its natural state. However, the remaining floodplain areas create unique and valuable biodiversity hotspots that must be monitored and protected. In this study, we analyzed a time-series data set from a local nature conservation center in the Lower Rhine region in Kleve, including abiotic data from two Rhine oxbows and two gravel-pit lakes from 2012 -2023. It was the study's objective to identify indicators of physical and chemical stress of the ecosystems caused by climate warming. We found significantly increased mean water temperatures in association with decreasing oxygen levels in most of the investigated waterbodies. We furthermore documented the onset of stratification in one of the gravel pit lakes, as well as the increasing alkalinity in some waterbodies. In combination, the documented physio-chemical alterations eventually set ground for a cascade of ecological responses, including the mineralization of nutrients from the sediment and oxygen depletion due to enhanced primary production. Our results show how increasing water temperatures due to climate warming lead to multiple alternating ecological conditions and impairing habitat suitability for the contemporary ecological community, eventually threatening biodiversity.

A02 Extremereignisse und globaler Wandel / Extreme events and global change

Digitale, vernetzte und interaktive Wasserqualitätsüberwachung: das Projekt DIWA

Gabriele Packroff¹; Michael Hügler²; Stefan Norra³; Christian Moldaenke⁴; Kerstin Stelzer⁵; Issa Hansen⁶; Markus Funke⁷

¹ Wahnachtalsperrenverband; ² TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser; ³ Universität Potsdam; ⁴ bbe Moldaenke GmbH; ⁵ Brockmann Consult GmbH; ⁶ SEBA Hydrometrie GmbH & Co. KG; ⁷ SYDRO Consult GmbH

Klimawandel, veränderte Landnutzung sowie Schadstoffeinleitungen bedrohen die Qualität unserer Gewässer. Extremereignisse, wie Starkregen oder Trockenperioden und die durch sie hervorgerufenen, hochdynamischen Änderungen der Wasserqualität wie beispielsweise Algenblüten, haben häufig keine lange Vorlaufzeit. Ein aktuelles Beispiel ist das Fischsterben an der Oder im August 2022, das durch die Toxine einer Alge (*Prymnesium parvum*) ausgelöst wurde. Daher ist es dringend erforderlich, verstärkt Monitoringmethoden einzusetzen, die zeitlich hochaufgelöst und vor Ort Daten erheben. Darüber hinaus ist es aber auch notwendig, diese Datensätze unmittelbar auszuwerten, um zeitnah Handlungsoptionen abzuleiten und Maßnahmen umzusetzen. Ziel des Projektes DIWA ist es, mit der digitalen Vernetzung von Sensorsystemen und der KI-gestützten Auswertung der Datensätze ein innovatives Frühwarnsystem zu entwickeln.

Im Projekt werden bereits vorhandene Sensorsysteme zum Algenwachstum, zum physikalisch-chemischen Gewässerzustand, zur Hydrodynamik und Wetterbeobachtung sowie Online-Messungen zur hygienisch-mikrobiologischen Wasserbeschaffenheit digital vernetzt. Im Hinblick auf das durch Algen ausgelöste Fischsterben in der Oder soll zusätzlich ein Sensor für Goldalgen entwickelt werden. Zudem werden Wasserqualitätsparameter aus Satellitendaten einbezogen, um räumliche Muster zu erkennen.

Die punktuell, linear und räumlich im Gewässer aufgenommenen sowie historisch vorhandenen Daten werden digital miteinander verknüpft und mit einer Abflussvorhersage gekoppelt. Aus der Vernetzung der Daten soll ein auf künstlicher Intelligenz basierendes Frühwarnsystem zur Wasserqualität entwickelt werden.

In-situ Sensoren, Satellitendaten und Labormessungen werden pilotierend zusammen mit dem im Projekt zu entwickelnden Frühwarnsystem an einer exemplarisch ausgewählten Trinkwassertalsperre, der Wahnachtalsperre in Nordrhein-Westfalen, implementiert. Komplettiert wird diese Entwicklung durch repräsentative Messungen mit den hier verwendeten Sensoren in einem Fließgewässer, der Oder. Das ermöglicht es, die Übertragbarkeit des Konzepts auf andere Gewässertypen darzustellen.

Der Projektverbund besteht aus vier Unternehmen, einem Wasserversorger, einer Forschungseinrichtung und einer Universität, das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

A02 Extremereignisse und globaler Wandel / Extreme events and global change

Entwicklung eines GIS basierten Feldprotokolls zur Totholzkartierung im Gewässer - Fallbeispiel der Ahr nach dem Extremhochwasser 2021

Alina C. Schiffer; Nina N. Kaiser; Stefan Stoll

Hochschule Trier (Umwelt-Campus Birkenfeld)

Das Extremhochwasser im Juli 2021 verursachte im Ahrtal schwere Schäden und beeinträchtigte das Ökosystem der Ahr mit erheblichen Auswirkungen auf das Totholzvorkommen. Die hier vorgestellte Arbeit konzentriert sich auf die Entwicklung eines Feldprotokolls zur Totholzkartierung, das direkt in der QField-Applikation verwendet werden kann. Dieses Protokoll ermöglicht die Untersuchung des Totholzvorkommens anhand verschiedener Eigenschaften wie Größe, Sonnenexposition und Erhaltungszustand, die in fünf Stufen klassifiziert werden. Die Daten wurden mit Hilfe einer Geoinformationssoftware in einer interaktiven Karte dokumentiert.

An 14 Messpunkten des Forschungsprojektes MonAHR wurden in drei Begehungen Daten erhoben.

Mit diesen Daten wurde eine Defizitanalyse durchgeführt, um herauszufinden, wo Totholz als Lebensraum fehlt und wo es sich empfiehlt, Totholz einzubringen. Die Ergebnisse zeigten Zusammenhänge zwischen verschiedenen Parametern, z.B. zwischen dem Vorhandensein von Ufergehölzen und dem Erhaltungszustand des Totholzes.

Die Untersuchung ergab, dass das Totholzvorkommen an der mittleren und unteren Ahr derzeit nicht ausreicht, um einen guten ökologischen Zustand zu erreichen. Als Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustands der Ahr werden daher das gezielte Einbringen von Totholz und Aufforstungsmaßnahmen in den Uferbereichen empfohlen.

A03 Hydrodynamik und Ökologie / Hydrodynamics and ecology

How monitoring data and numerical modelling complement each other: The response of Lake Constance to a storm event in summer

Bernd Wahl¹; Stefan Mirbach²

¹LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg; ²Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH

In order to assess the status of lake ecosystems and detect changes, for example as a result of global warming, appropriate monitoring is essential. However, the effort required for such measurement programs limits the spatio-temporal resolution of the data that can be obtained. Advanced monitoring methods such as automated or fast sensor systems may augment the amount of measured data and permit more detailed evaluations. Yet, to close the gap between limited observational data and the needed synoptic view of lake status and processes numerical modelling proves to be a complementary and particularly valuable tool. If such models are implemented as operative systems and are easily applicable they can substantially support monitoring tasks and stakeholders of lake management. In the case study presented here the established model and data system BodenseeOnline for Lake Constance helped to explain the unusual temperature values captured in the summer of 2023 after a storm event. The displacements of the water bodies, the upwelling of cold water from deeper layers as well as the generation of internal waves could be illustrated in high spatial and temporal resolution and in good coherence with the observations. Based on these findings the implications of such an event for the lake ecosystem and for the monitoring concept are analyzed and assessed.

A04 Mikrobielle Ökologie / Microbial ecology

Patterns of phosphorus entrapment and release in fluvial biofilms and their link to carbon and phosphorus metabolic profiles

Simon Wentritt¹; Markus Weitere¹; David Kneis²; Nuria Perujo¹

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

Benthic microbial biofilms are mixed autotrophic and heterotrophic communities. They are involved in the cycling, entrapment and mineralization of phosphorus (P) in aquatic ecosystems. P entrapment by benthic microbial biofilms relies on the intracellular P uptake and on extracellular P entrapment in the extracellular polymeric substances. Conversely, P release is strongly influenced by the availability of dissolved organic matter, which is mediated by microbial extracellular enzyme activities. Although it is assumed that energy sources (i.e., light for autotrophs and organic matter for heterotrophs) influence both intracellular uptake and the mineralization of organic matter, the patterns of intracellular and extracellular uptake and the release of P in sediments along the increasing gradients of light and organic matter lability in rivers are unknown. It is as of yet unknown if and how P and carbon (C) microbial metabolisms are linked to these patterns of P entrapment and release in benthic fluvial ecosystems.

With a longitudinal sampling campaign along a third order Central European river, which displays an increasing gradient in dissolved organic matter lability, light availability, and soluble reactive P, it was found that P entrapment pathways and P release are influenced by the availability of C and energy. Furthermore, an increased proportion of extracellular P entrapment in benthic microbial biofilms was linked to a significant increase in the P release risk from sediments. Preliminary results also showed that P and C microbial metabolic profiles change along the longitudinal gradient of dissolved organic matter quality and light.

These results show that the availability of organic C and energy in natural ecosystems can modulate P and C microbial metabolism thus defining patterns of biofilm P entrapment and P release along longitudinal gradients in river ecosystems.

A05 Multiple Stressoren / Multiple stressors

Coupling automated image recognition and high-throughput sequencing to study responses of insect bioindicator taxa to multiple stressors in stream ecosystems

Mia Honka; Philipp Rehsen; Florian Leese; Arne Beermann

Multiple stressors are defined as environmental variables that exceed the range of normal variation, impacting on organisms, communities and ecosystems. Increased temperature and salinity are key stressors in freshwater ecosystems and can interact in complex ways. Understanding the interactions of these stressors is essential for basic research and application. Here, we examined the responses of typical freshwater insect bioindicator organisms (orders: Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera, EPT) to the stressors increased salinity, temperature and their combinations using the ExStream mesocosm system. The communities were exposed to temperature increases of 2 °C, 4 °C and 6 °C and increases of salinity leading to a conductivity of ca. 500 µS/cm higher compared to the controls with eight replicates each. From the mesocosms, 732 EPT specimens were collected and first photographed using the semi-automated BIODISCOVER imaging device. In the machine two cameras take pictures from two angles and provide corresponding metadata, such as the area a specimen takes up in the picture, the Feret diameter and the perimeter. This process additionally allows for easy assessment of abundances. Afterwards all individuals were weighed and used for so-called “megabarcoding” analysis, an approach that generates DNA sequences for each specimen individually using high-throughput sequencing methods. Sequencing, dry mass and abundance data as well as the BIODISCOVER metadata were used for subsequent analyses.

Statistical analyses showed that EPT-richness, diversity and abundance were significantly negatively influenced by increased salinity, while the mean biomass per specimen was negatively impacted by higher temperatures. Furthermore, the caddisfly *Limnephilus lunatus* seemed to respond positively to warmer water in mean weight and abundance, while another species of this order, *Potamophylax rotundipennis*, reacted negatively to increased temperature and salinity. For *Goera pilosa*, also a caddisfly, a significant stressor interaction was found.

The study serves as a pilot that showcases the potential of coupling freshwater ecological analysis with quantitative imaging and high-throughput sequencing approaches and to further the understanding of macroinvertebrate community reactions to stressors relevant to our freshwater ecosystems.

A05 Multiple Stressoren / Multiple stressors

Effects of land use on nutrient concentrations and the composition of colored dissolved organic matter in Afro-tropical headwater streams

Florence Nansumbi¹; Gabriele Weigelhofer¹; Robinson Odong²; Thomas Hein¹

¹ University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Vienna; ² Makerere University, Kampala, Uganda

Anthropogenic activities in the catchment, such as urban and agricultural land use, have been found to exert strong influence on the biogeochemical cycling of carbon, nitrogen and phosphorous in streams. This occurs by increasing the concentrations of these nutrients and altering dissolved organic matter (DOM) properties in stream water. In tropical streams with high temperatures and intense precipitation, the combination of high nutrient loading from the catchment and high processing rates at high temperatures can lead to even higher concentrations and greater effects on biogeochemical cycles. Therefore, the purpose of this study is to understand the landscape and land use controls on the nutrient concentrations and optical properties of DOM and to investigate their seasonal patterns. This was achieved by measuring nutrient concentrations and DOM properties in 16 tropical stream reaches during the wet and dry season along a land use gradient. A redundancy analysis of the overall effect of land use on nutrients explains 18.7% of the variation and shows a significant relationship of land use with nutrients. The proportion of urban land use showed the strongest relationship and strongly predicted the concentrations of nutrients. On the other hand, land use predicted DOM properties by 17.2% with proportion of forest cover exerting the strongest influence on DOM properties. Forest cover percentage was positively associated with high aromatic content, agricultural land use was associated with high molecular weight organic matter and reduced humification, while urban land use was associated with increased anthropogenic signals and decreased terrestrial signals. Overall, more terrestrial signals were observed during the high flow periods that were associated with increased lateral connectivity and runoff, while more autochthonous signals were associated with high temperature and low flow periods.

A06 Aquatische Nahrungsnetze / Aquatic food webs

Benthic macroinvertebrate food web structures in ponds and ditches

Fee Nanett Trau; Stefan Lorenz

Julius Kühn-Institut

The basic principle of, “you are what you eat (plus a few ‰)” (DeNiro und Epstein 1976) make stable isotopes a tool to understand food web structures and matter transport within systems and thus to understand and maintain ecological stability.

To examine benthic macroinvertebrate food webs in small water bodies in the agricultural landscape of the region “Havelländisches Luch” in Brandenburg, northwest of Berlin, Germany, we carried out sampling in four ditches and three small standing water bodies (ponds). Benthic macroinvertebrates from the different functional feeding groups (FFGs) present were analysed for the stable isotopes of carbon and nitrogen. Due to the proximity to agricultural production, the water bodies are prone to impacts by agricultural activities such as the use of pesticides or fertilizers, which can lead to declines of aquatic (insect) biodiversity. To understand how those agricultural activities could shape food web structures, this study, besides other parameters, included data on pesticide residues and nutrient concentrations of the water samples as possible explanatory variables for the food web structures described.

We expected a simplification of food webs in water bodies strongly influenced by agriculture. However, no clear patterns regarding agricultural activity could be observed. Nevertheless, depicted food webs differ in their cluster structures, trophic niche width and trophic position for some FFGs. One explanation for the observed patterns is the water body type. Other explanations could be the long-term and ubiquitous use of pesticides and fertilizers and the strongly heterogenic characteristics of small water bodies.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen / Matter fluxes in aquatic communities

Das Projekt FEMAK – Wie Algen einen See sanieren können.

Arne Georg¹; Ingmar Hofmann¹; Niels Holm²; Rüdiger Schulz¹

¹ Christian-Albrechts-Universität zu Kiel; ² LimnoSystem UG

Das Projekt FEMAK, welches seit Herbst 2022 durch das BMBF gefördert wird und auf der Kläranlage in Plön stattfindet, strebt eine Seesanieung durch Mikroalgen an. Die Mikroalgen entziehen den Restströmen des Kläranlagenablaufs Nährstoffe und Schadstoffe, während sie das Wasser mit Sauerstoff anreichern. Das derart gereinigte Wasser kann im Anschluss zur Sanierung von Seen verwendet werden.

Für das Wachstum von Mikroalgen wird neben Kohlenstoff und Nährstoffen wie Phosphat und Ammonium vor allem Licht benötigt. Die Reinigungsleistung von Mikroalgen in kommunalen, industriellen sowie landwirtschaftlichen Abwässern wurde bereits mehrfach untersucht. In dem hier verwendeten Photobioreaktor kommen die Nährstoffe aus dem Kläranlagenablauf, während die Lichtverfügbarkeit durch ein Glasröhrensystem sichergestellt wird. Die Besonderheit, der im Projekt eingesetzten Mischkultur, besteht vor allem daraus, dass sie schnell absinkt. Hierdurch kann die Aufreinigung des Wassers in einem Plug/Flow Photobioreaktor erfolgen. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass die Anlage durchgängig mit Nährstoffen versorgt wird und gleichzeitig gereinigtes, algenfreies Wasser abfließen kann.

Durch die Photosynthese der Algen stark sauerstoffübersättigtes Wasser könnte durch Wärmetauscher auf 4 °C gekühlt werden und anschließend in die Tiefenzonen eines Sees eingebracht werden. Hier würde es die Rücklösung von Phosphor aus Sedimenten verhindern, die insbesondere während der Sommerstagnation in den sauerstoffarmen Tiefenzonen beobachtet werden kann. Zusätzlich könnte die im Wärmetauscher gewonnene Wärme in Fernwärmenetzwerken zum Heizen von Haushalten verwendet werden. Der ohnehin als Vorfluter der Kläranlage Plön dienende Kleine Plöner See wird im Projekt als Modell untersucht, um die Potentiale einer solchen Wassereinkleitung zur Verbesserung der Wasserqualität ermitteln zu können.

Im bisherigen Projektverlauf konnte bereits gezeigt werden, dass die verwendete Mikroalgenmischkultur schnell auf veränderte Umweltbedingungen reagieren kann. So zeigten sich zwar Veränderungen der Artzusammensetzung, die Reinigungsleistung war jedoch auf einem konstanten Niveau. Durch ständige Selektion auf ein Absinken der Algen im Photobioreaktor sowie im kleineren Versuchsmaßstab konnten Absinkgeschwindigkeiten erreicht werden, welche innerhalb von wenigen Minuten dazu führen, dass mehr als 99 % der Mischkultur auf den Boden der Anlage sinkt und wieder in die Glasröhren überführt werden kann.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen / Matter fluxes in aquatic communities

More balanced C:N:P ratios increase nitrate uptake in benthic biofilms

Anika Große¹; Nuria Perujo¹; Alexander J Reisinger²; Patrick Fink¹; Dietrich Borchardt¹; Daniel Graeber¹

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

Human impacts on aquatic ecosystems alter environmental conditions in various ways. Clearcutting or dieback of forests alter light availability whereas peatland drainage and point and diffuse sources alter carbon (C), nitrogen (N) and phosphorus (P) concentrations, as well as their ratios (C:N:P ratio), leading to nitrate enrichment in many streams. We were interested in how a more balanced C:N:P ratio closer to microbial needs and increased light availability affect the uptake of nitrate from the water column in streams and its longer-term retention in biofilms.

To investigate this question, we conducted a streamside mobile mesocosm experiment with artificial flumes in the Harz Mountains, Central Germany. The catchment area is characterized by forest dieback in the upstream regions, leading to increased nitrate concentrations and an imbalanced C:N:P ratio, particularly deficient in C and P relative to N. Using a full-factorial design with two different light and C:N:P conditions, we measured nitrate uptake by biofilms with a stable isotope tracer addition. Additionally, we measured the remaining nitrate tracer in the biofilms 24 hours and 6 days after the addition to study decay patterns.

We found significantly higher nitrate uptake under more balanced C:N:P ratios, while light had a less clear effect. The longer-term nitrate retention followed the same pattern as the nitrate uptake. This suggests that stoichiometric restoration should be considered when discussing plans to reduce the risk of high nitrate concentrations and eutrophication in streams.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen / Matter fluxes in aquatic communities

CO₂-Emissionen aus einem wiedervernässtem Kleingewässer in der Agrarlandschaft

Marlen Heinz¹; Stefan Lorenz¹; Karin Meinikmann²

¹ Julius Kühn-Institut (JKI) Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen; ² Landesamt für Umwelt (LfU) Brandenburg

Deutschlandweit befinden sich in der Agrarlandschaft tausende von kleinen Standgewässern. Aufgrund des Klimawandels trocknen diese immer häufiger und über längere Zeit fast vollständig aus. Insbesondere nur zeitweise überflutete Gewässerbereiche können dabei gegenüber permanent überstauten Bereichen deutlich mehr CO₂ emittieren (Keller et al., 2020; Obrador et al., 2018; Revery et al., 2018). In Norddeutschland zeichnen sich kleine Standgewässer durch organikreiches Sediment aus, dessen verstärkter Abbau in Phasen der Austrocknung und Wiedervernässung zu erhöhten CO₂-Emissionen im Vergleich zum permanent überfluteten Zustand führen kann. Die Verlängerung der Überflutungsdauer sowie die Reduktion des organikreichen Gewässersediments als CO₂-Quelle könnten die CO₂-Emissionen aus kleinen Standgewässern reduzieren. Das Projekt „Wiedervernässung von Agrargewässern als Klimaschutz-Sofortmaßnahme (WAKS)“ begleitet die Revitalisierungsmaßnahmen eines dauerhaft fast vollständig ausgetrockneten Kleingewässers auf einer Agrarfläche durch einen landwirtschaftlichen Betrieb mittels Entschlammung. Die Effekte der Entschlammungsmaßnahme auf die CO₂-Emissionen werden vergleichend an dem wiedervernässten Gewässer und denen eines nicht-wiedervernässten Referenzgewässers, als spezifische Gas-Fluss-Messungen mit in situ-Messkammern und Infrarot-Gasanalyzer (Frankignoulle, 1988, Obrador et al. 2018, Catalan et al. 2014) während unterschiedlicher hydrologischer Phasen und in verschiedenen Gewässerbereichen untersucht. Die Entschlammungsmaßnahme hat zu einem permanenten Wiederanstieg des Wasserspiegels und der Vergrößerung der dauerhaft überfluteten Bereiche im Gewässer geführt. Erste Ergebnisse zeigen zeitweise deutlich verminderte CO₂-Flüsse aus dem wiedervernässten Gewässer im Vergleich zum Referenzgewässer.

Catalán et al. (2014) <https://doi.org/10.23818/limn.33.27>

Frankignoulle, M. (1988) <https://doi.org/https://doi.org/10.4319/lo.1988.33.3.0313>

Keller et al. (2020) <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15929-y>

Obrador et al. (2018) <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20969-y>

Revery et al. (2018) <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.220>

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen / Matter fluxes in aquatic communities

Genaue Bestimmung von gelösten Gasen in stark übersättigtem Seewasser mit Anwendung am Kivusee

Bertram Boehrer; Marius Mangold

UFZ - Helmholtz Centre for Environmental Research

Gelöstes Methan im geschichteten Tiefenwasser des Kivusees in Ostafrika stellt eine wichtige Energiressource für die Anrainerstaaten dar. Um die Veränderungen durch die industrielle Nutzung überwachen zu können, ist es notwendig, die gelösten Gase zuverlässig und genau zu messen. Wenn stark übersättigte Wasserproben aus der Tiefe des Sees genommen werden, bilden sich aufgrund des Druckabfalls Gasblasen. Um diese quantitativ und exakt zu berücksichtigen, wurden Messungen mit Probebeuteln durchgeführt, um entstehende Blasen vollständig zu sammeln. Um das Volumen dieser Gasblasen und damit die Gaskonzentration in der Probe genau berechnen zu können, wird in dieser Arbeit ein System entwickelt, das das Volumen mit einer Genauigkeit besser als 1 % bestimmt. Dazu wird der Beutel in eine mit Wasser gefüllte Glasglocke gestellt und das Gasvolumen durch Wiegen des verdrängten Wassers bestimmt. Für die numerische Berechnung wird das Computerprogramm KIVUBAG entwickelt, das die komplexe Auswertung so genau, einfach und fehlerfrei wie möglich durchführt. Das entwickelte Programm ist auf den Einsatz am Kivusee spezialisiert und ermöglicht es dem technischen Personal, präzise Messungen durchzuführen. Konzeptionell kann die beschriebene Methode auf jeden tiefen See ausgeweitet werden.

A07 Stoffflüsse in aquatischen Ökosystemen / Matter fluxes in aquatic communities

Introduction to OrgCarbon: Organic carbon in rivers – characterization, origin, and degradability

Annika Fiskal; Anjela Vogel; Steffen Amann; Christine Borgsmüller; Georg Dierkes; Arne Wick; Helmut Fischer
Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Organic carbon is driving key processes in estuaries and rivers like (micro)biological productivity, oxygen consumption, transport of pollutants, and suspended-particle agglomeration. The OrgCarbon project will work on an in depth characterization of organic carbon in estuary field samples along a salinity-based gradient by using established and innovative methods. The particulate and dissolved organic matter will be divided in fractions depending on chemical composition and microbial degradability. Oxygen consumption, microbial respiration, potential for sorption of pollutants, and origin of the organic matter will be determined for the respective carbon fractions, leading to a better understanding of organic carbon in estuaries. By testing a variety of cross-disciplinary methods, we aim to develop a standardized protocol – from sampling via carbon fractionation and analysis to data evaluation – for studying organic carbon in estuaries and rivers. By implementing this protocol in existing monitoring programs, origin, sorption capacity for pollutants, and degradability of organic carbon could in future be determined regularly and included in water quality management.

A08 Urbane und erheblich veränderte Gewässer / Urban and heavily modified water bodies

A Nitrate and Oxygen-based Treatment Strategy to Improve Water Quality in Contaminated Urban Lakes

Robin Burgold¹; Roman Klemz²; Harmut Wassmann²; Okkar Aung¹; Erika Martinez¹; Anne Wagner¹; Martin Kaupenjohann¹; Ulrich Szewzyk¹; Myriell Cooper¹

¹ TU Berlin; ² Büro Wassmann

Urban water bodies are often exposed to high levels of nutrients and pollutants from stormwater runoff. Various remediation and supportive treatments are currently being trialed, with varying success depending on the lake's contamination profile.

One formerly eutrophic urban lake has improved its ecological status through a combined treatment with calcium nitrate and oxygen-enriched water. In addition, another urban lake is currently undergoing treatment and preliminary results indicate initial improvements in water quality. However, the impact of this strategy on the microbial community remained unknown. Moreover, concerns arose with respect to increased cyanotoxin production or the mobilization of metals and metalloids from sediments into the water.

We evaluated the risks and benefits of this stabilization strategy, focusing on the effects on the sediment microbial community before and after treatment. Further, the evolution of inorganic and organic parameters in sediment, pore, bottom, and surface water was followed using a combination of molecular and chemical analytical methods.

Nitrate concentrations increased after the start of the treatment, but fell below drinking water thresholds over the course of the season. The treatment strategy effectively inhibited the release of legacy phosphate from the sediments into the water. Hydrogen sulfide production was suppressed. Despite high total concentrations of lead and other metals in the sediments, no increase in lead concentrations in the bottom water or epilimnion was detected with treatment. This is in contrast to previous results from laboratory-scale studies. The treatment did not appear to adversely affect the microbial community, as evidenced by the lack of major shifts in the community over the treatment period, except for a decrease in potentially methanogenic archaea over time. This indicates a reduction in CO₂ respiration. Despite the detection of *Microcystis* in the sediment microbial community, no *Microcystis* in the epilimnion and no Microcystin-LR at all were detected by qPCR and HPLC analysis, respectively.

Although nitrate is often considered an environmental pollutant, its controlled introduction in this scenario had a beneficial effect on the lake. Furthermore, the predicted problems of metal mobilization and microcystin production were not observed. The treatment has the potential to be an effective tool for supporting lakes that are experiencing stress due to urban contamination.

A08 Urbane und erheblich veränderte Gewässer / Urban and heavily modified water bodies

Life on plastic garbage in a eutrophic pre-dam

Simon Zonkpoedjre; Katrin Wendt-Potthoff

Helmholtz Centre for Environmental Research (UFZ)

Bautzen Reservoir, a crucial freshwater system in eastern Germany, faces significant challenges due to its multifaceted uses, including cooling for coal-fired power stations, fish farming, and agricultural irrigation. Human activities and the inflow of River Spree result in plastic garbage pollution, especially in Oehna pre-dam. We aim to explore the influence of polymer type, size, and shape on the colonization of plastic particles by eukaryotic communities there by collecting floating macroplastic particles and by conducting in situ experiments.

During the first sampling campaign in November 2023, 13 visible plastic items were collected from the ice-free shoreline zone of the pre-dam using a boat and a collection time of 30 minutes. The second sampling campaign in April 2024, yielded a total of 39 plastic items within 1 hour and 12 minutes.

The collected plastic particles included shopping bags, shoes, children's toys, rubber cups, rubber items, water and juice bottles, Styrofoam, and product labels. Sizes ranged from 32 mm to 700 mm, with an average size of 165.4 mm. Styrofoam was the most common, with 11 out of 39 collected particles. The plastics were documented, sectioned, and stored for polymer identification and biological colonization assessment (microscopy and molecular analysis) to elucidate the composition of attached communities and the potential ecological roles of plastic debris in freshwater environments.

Preliminary results from microscopy revealed significant colonization of plastic items by metazoans (rotifers, nematodes, Ceratopogonidae larvae, Nauplius larvae, tardigrades, gastrotrichs, chydorids, cyclopoids, snails) and protists (ciliates, diatoms, green algae, amoebae, heliozoa, Stentor). Colonization was influenced by the physical properties of the plastics, such as colour and material type, and by season. Transparent and white items, particularly those made of foam material, showed higher levels of organism attachment compared to coloured items. Foam materials exhibited exclusive nematode colonization due to their porous structure. Organism diversity and richness on the items from the April sampling were 2-3 times higher compared to November, likely due to seasonal effects. These findings suggest that the physical characteristics of plastics play a significant role in their ecological impact, particularly in terms of providing habitats for meiofauna.

A09 Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

Automatische Sichttiefenerfassung – ein Leidensweg?

Holger Dienemann

Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL)

Die Sichttiefenbestimmung zählt seit über 100 Jahren zu den Standarduntersuchungsmethoden von Seen. Im Gegensatz zur Temperatur, gestaltet sich die automatische Erfassung der Sichttiefe schwieriger.

Die Idee zur Lösung des Problems basiert auf dem Einsatz einer Wildtierkamera und dem Bau eines Sichttiefengestells mit mehreren Sichtscheiben.

Der erste Prototyp hatte nur 4 Sichtscheiben im Abstand von 0,5 m. Beim nachfolgenden Modell, erweiterten wir auf 6 Sichtscheiben, was allerdings für das Reinigen eines höheren Aufwands bedarf.

Zum Erfassung der Sichtscheiben wird eine einfache Wildtierkamera genutzt. Die Annahme, dass eine einmalige tägliche Aufzeichnung ausreichend ist, stellt sich als illusorisch dar. Hintergrund sind starker Wellengang oder ungünstige Lichtverhältnisse.

Damit der Unterschied zwischen dem Kameraauge und dem menschlichen Auge minimiert wird, erfolgten Vergleichsmessungen zwischen Kamera und realen Personen.

Um die Aufzeichnungen zu beurteilen, wurde eine entsprechende Auflösung am Bildschirm festgelegt und „nur“ zwei Personen mit dem Auswerten der Aufnahmen beauftragt: Eine zeit- und nervenraubende Arbeit.

Da die Zeit sehr begrenzt ist, beschreiten wir nun den Weg einer automatischen Bilderkennung.

A09 Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

Dynamics of nitrate levels in groundwater of the Left Lower Rhine region – Comparison of groundwater nitrate levels between vegetated areas (arable land, pastures, forests, shrub land) and settlements

Yana Cherepinina¹; Carmen Gallas²; Philipp Höhn²; Fabian Itzel²; Ute Hansen¹

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

Nitrate (NO_3^-) plays an important role for numerous biological processes. Nitrate is essential for plant growth, maintaining the nitrogen balance in ecosystems as part of the natural nitrogen cycle. However, high amounts of nitrate in soils can lead to contaminations of groundwater by leaching.

The aim of the study was to analyse regional groundwater nitrate concentrations to understand the relationship between land use and nitrate pollution in the Left Lower Rhine region, which includes densely populated and industrialized areas, as well as forests and predominantly agricultural lands.

A dataset from 1965 to 2022, consisting of 23,819 recordings of nitrate concentrations in groundwater from numerous stations in the Left Lower Rhine region, was evaluated. The study aimed to identify the most suitable measure of central tendency for regional groundwater NO_3^- levels each year. Stations in vegetated areas were compared to those in settlements, with the latter showing higher average nitrate levels. Nitrate levels in groundwater under forests and shrub land were similar to those in agricultural areas, indicating that the higher nitrate pollution in settlements likely reflects anthropogenic pressure from sewage leaks, residential fertilizer use, industrial activities, and reduced aquifer replenishment due to sealed surfaces.

Regarding the trend, it was found that groundwater nitrate levels tended to decrease over the 57 years of investigation. However, changes in the number and location of stations from 1965 to 1993 introduce some uncertainty to this result. From 1993 onwards, the stations included in the analysis remained more stable, providing a clearer picture of the trends in nitrate levels. From 1993 to 2022, the test results for the stations with vegetation indicate a continued decrease in nitrate levels, with a 99.95% confidence that this trend is not random and statistically significant. Conversely, the settlement stations did not show a statistically significant trend for that period.

A09 Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

Die Mildenitz – ein Tieflandfluss (Mecklenburg-Vorpommern) als Beispiel für die langjährige Entwicklung der Makrozoobenthosgesellschaft in den letzten 25 Jahren

Claudia Hellmann; Angela Berlin

biota - Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH

Die Mildenitz ist ein Tieflandfluss im westlichen Mecklenburg-Vorpommern mit einer Länge von 36 km, der sich von der Quelle bei Karow südlich des Damerower Sees bis zur Mündung in die Warnow oberhalb von Sternberg durch den Landkreis Ludwigslust-Parchim erstreckt. Er fließt dabei durch unterschiedlichste Landschaften, u.a. das naturnahe Durchbruchstal bei Kläden und mehrere Seen wie Goldberger See und Dobbertiner See und ändert dabei den Fließgewässertyp vom niedermoorgeprägten teilmineralischen Fluss zum sandgeprägten bis kiesgeprägten Tieflandfluss. Seit Beginn des Gewässermonitorings in den 2000er Jahren wird die Mildenitz durch das Land MV hinsichtlich seines ökologischen Zustands in Bezug auf das Makrozoobenthos mehrmals im Jahr mit unterschiedlichen Methoden (AQEM, Kescheraufsammlung, Lichtfang) untersucht. Daher existieren mehrere Jahresdatensätze zur Zusammensetzung des Makrozoobenthos im Längsverlauf der Mildenitz. Die hier vorgestellten Ergebnisse fokussieren hauptsächlich auf die Entwicklung der Artenzahlen, die Diversität ausgewählter Taxa-Gruppen (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Odonata, Mollusken) und die Veränderung in der ökologischen Funktionalität anhand der Gildenanteile. Zusätzlich gibt es Bewertungen des ökologischen Zustands nach PERLODES und dem Standorttypindex aus den letzten 15 Jahren. Dabei fällt auf, dass die Artenzahlen von den früheren Untersuchungsjahren bis heute meist ähnlich hoch geblieben sind. Die Funktionalität dagegen, gemessen an den Anteilen der ökologischen Gilden, hat sich mit den Jahren an den meisten Abschnitten der Mildenitz tendenziell dem standorttypischen Referenzzustand des jeweiligen Gewässertyps angenähert. Generell zeigten alle untersuchten Abschnitte eine sehr gute bis gute Annäherung der ökologischen Gildenanteile an die Referenzbedingungen, obwohl diese oft nicht mit den ökologischen Bewertungsergebnissen nach WRRL konform gehen. Ebenso sind in den letzten Jahren sehr seltene oder für das Land MV neue Arten der Köcherfliegen vermehrt aufgetreten (z.B. *Athripsodes commutatus*, *Leptocerus interruptus*, *Hydroptila valesiaca*).

A09 Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

Tracing the Anthropocene in Sediment Archives: A Case Study from Lake Stechlin

Annegret Just¹; Stig Bartel²; Detlev Degering²; Maximilian P. Lau¹

¹ Technische Universität Bergakademie Freiberg; ² VKTA – Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V. Underground Laboratory Felsenkeller

The Anthropocene, the proposed geological epoch characterized by substantial human impact on Earth's geology and ecosystems, has received significant scientific attention, notably through the efforts by the Anthropocene working group (AWG) to assess the stratigraphic evidence for the Anthropocene. Determining the Anthropocene onset in long-term Earth archives such as lake sediments is essential for understanding the extent and dynamic of anthropogenic changes. This study aims to identify the proposed boundary for the beginning of the Anthropocene in the sediment core of Lake Stechlin, Germany, using a reproducible workflow. With a combination of dating, chemical analyses and radioisotope quantification, we seek to identify specific anthropogenic events and associated shifts in the sediment characteristics. Sediment dating is based on Pb-210 for establishing a continuous age-depth profile. Analysis of Cs-137 and Am-241 is used to identify specific anthropogenic events. Chemical analyses include high-resolution analysis of organic and inorganic sediment constituents to assess changes in lake functioning, pollution levels and other anthropogenic impacts. Preliminary results reveal distinct stratigraphic changes in sediment composition, corresponding with historical records and calibrated with proxies from the nuclear weapon tests of the 1950s and the Chernobyl accident from 1986. These findings indicate that the onset of the Anthropocene, as proposed by the AWG, can be effectively marked within the sediment core of Lake Stechlin. The results contribute to the growing body of evidence supporting the formal recognition of the Anthropocene as a distinct geological epoch marked by significant human influence on natural processes.

1 Rosol, C., Schäfer, G. N., Turner, S. D., Waters, C. N., Head, M. J., Zalasiewicz, J., Rossée, C., Renn, J., Klingan, K., & Scherer, B. M. (2023). Evidence and experiment: Curating contexts of Anthropocene geology. *The Anthropocene Review*, 10(1), 330-339.

A09 Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

Science Lab Cologne: die Ökologische Forschungsstation Rhein als SchülerInnenlabor

Anja Scherwaß¹; Frank Nitsche²

¹ Universität zu Köln, Biozentrum; ² Universität zu Köln

Die Ökologische Rheinstation, die bereits seit einigen Jahrzehnten für die Forschung an Süßwasserorganismen intensiv genutzt wird, wurde in den letzten Jahren neben der Nutzung für die Forschung auch im Rahmen eines sogenannten ‚Science Labs‘ genutzt. ‚Science Labs‘ sind (wissenschaftliche) Einrichtungen bzw. Forschungslabore, in denen Schülerinnen und Schüler an verschiedene aktuelle Forschungsthemen und neueste Methoden in der Praxis herangeführt werden.

Diese ‚Labore‘ ermöglichen gleichzeitig den Studierenden des Lehrerberufs, die Betreuung von Schulklassen, die die Science Labs besuchen, direkt mit Bezug auf aktuelle bzw. wichtige (Forschungs-)Themen zu erlernen – sie bieten also den Studierenden die Möglichkeit, erste Erfahrungen mit fachspezifischer Lehre zu machen und der Anwendung bisher erlernter didaktischer Methoden zu üben. Dabei ist auch Voraussetzung, dass sich die bei dem Schülerbesuch angewandten Themen im Lehrplan des Fach Biologie (in vorliegenden Fall für das Lehramt Gymnasium/Gesamtschule und Berufskolleg) wiederfinden.

Auf der Ökologischen Rheinstation liegt der Themenfokus des dort stattfindenden ‚Science Labs‘ auf aktuellen Forschungs- bzw. Wissenschaftsthemen im ökologisch-limnologischen Bereich. Durch die Nutzung der auf der Station befindlichen Fließwasserlabore, die mit Wasser direkt aus dem Rhein kommend gespeist werden kann dabei z. B. die Erforschung und Betrachtung der Ökologie der im Rhein lebenden Organismen lebens-/ sehr realitätsnah ermöglicht werden.

Auf dem Poster werden beispielhaft Themen und Methoden aufgezeigt, die im Rahmen des Science Labs auf der Ökologischen Rheinstation in den letzten Modulen von Lehramtsstudierenden vermittelt wurden und werden.

A09 Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

Flora und Fauna unter Wasser mit dem LakeExplorer bestimmen

Ralph Schill¹; Meinolf Asshoff²; Rainer Borcharding³; Franz Brümmer¹; Björn Marten Philipps³; Beate Rendgen-Heugle⁴; Wolfgang Schröder⁵; Thomas Uher⁶

¹ Universität Stuttgart; ² geoGLIS GmbH & Co. KG; ³ Schutzstation Wattenmeer e.V.; ⁴ aquatil gGmbH; ⁵ netzweber GmbH; ⁶ SiSol Systems

Bestimmungsschlüssel sind wichtige Werkzeuge für die Erfassung der Biologischen Vielfalt. Die Wahl zwischen einem dichotomen oder einem polytomen Schlüssel hängt meist von der spezifischen Anwendung, der Artenvielfalt des untersuchten Gebiets und den praktischen Anforderungen der Nutzer*innen ab. Gerade im Bildungsbereich und Citizen Science kann eine Kombination beider Methoden oft die besten Ergebnisse liefern, indem sie Genauigkeit mit Benutzerfreundlichkeit verbindet.

Die neue naturkundliche App „LakeExplorer“ bietet diese Benutzerfreundlichkeit für über 800 Tier- und Pflanzenarten und liefert ausführliche Informationen zu Merkmalen, Lebensweise und Vorkommen. Sie spricht gezielt Naturinteressierte und Wassersportler*innen an und ist kostenfrei sowohl als App als auch als klassische Webseite verfügbar.

In dieser Posterpräsentation erläutern wir die Bestimmungsschritte für verschiedene Tiergruppen und laden Sie ein, dies selbst auszuprobieren. Scannen Sie einfach den QR-Code, laden Sie die App herunter und versuchen Sie sich an der Identifikation der abgebildeten Tiere.

Das Projekt „LakeExplorer - Citizen Science taucht ab!“ wird gefördert im Bundesprogramm Biologische Vielfalt durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz sowie durch die Bingo!-Umweltlotterie Schleswig-Holstein.

A09 Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

Local Cosmos - App-Baukasten für taxonomische Bestimmungsschlüssel und Monitoring

Ralph Schill¹; Thomas Uher²

¹ Universität Stuttgart; ² SiSol Systems

LocalCosmos ist ein innovativer App-Baukasten, der es ermöglicht, naturschutzbezogene Anwendungen ganz ohne Programmierkenntnisse zu erstellen. Die mit Local Cosmos erstellten Apps können auf verschiedene Anwendungsbereiche ausgerichtet sein, wie Bestimmung, Monitoring oder Bildung. Local Cosmos wurde entwickelt, um sowohl Instituten als auch engagierten Einzelpersonen ein vielseitiges Instrument zur Verfügung zu stellen. Local Cosmos ist quelloffen, gehört der Allgemeinheit und kann von allen Interessierten genutzt werden.

Das Herzstück von Local Cosmos ist der modulare Aufbau. Es steht eine Vielzahl von Komponenten zur Verfügung, darunter Bestimmungsschlüssel, Beobachtungsformulare, Artensteckbriefe, Artikelinhalte und interaktive Karten, mit denen Apps nach individuellen Vorstellungen gestaltet werden können. Jede dieser Komponenten ist mit individuellen Inhalten füllbar.

Die Erstellung eines Bestimmungsschlüssels erfolgt, indem man Merkmale und Arten eingibt. Die Bestimmung kann sich über mehrere Ebenen erstrecken, die wiederum jeweils dichotom, polytom oder matrixbasiert sein können. So sind sowohl einfache als auch sehr komplexe Bestimmungsgänge möglich.

Der innovative App-Baukasten wurde im Rahmen des Projekts "LakeExplorer - Citizen Science taucht ab!" erstellt, gefördert im Bundesprogramm Biologische Vielfalt durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz sowie durch die Bingo!-Umweltlotterie Schleswig-Holstein.

A09 Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

Tauchen – mehr als nur Sport: Citizen Science und Umweltbildung

Ralph Schill¹; Daniela Klug²

¹ Universität Stuttgart; ² Landestauchsportverband Sachsen e.V.

Das digitale Bildungsformat „School’s out!?“ des Naturkundemuseums Leipzig bietet Kindern und Jugendlichen Einblicke in die Welt der Naturkunde. In der vierten Staffel „Abgetaucht“ kooperiert das Museum mit der Sächsischen Landesstiftung Natur und Umwelt sowie dem Landestauchsportverband Sachsen e.V., um Gewässer in Sachsen zu erforschen. Über acht Episoden hinweg beleuchten Sporttaucher*innen und Wissenschaftler*innen die Unterwasserwelt der Bergbaufolgegewässer wie dem Kulkwitzer und dem Störmthaler See.

Die Kooperation ist ein gelungenes Beispiel für Citizen Science, indem Sporttaucher*innen aktiv Daten sammeln, die zum Schutz der Gewässer beitragen. Diese Herangehensweise verbessert das wissenschaftliche Verständnis der Teilnehmer*innen und verankert die Wissenschaft in der Gesellschaft.

„School’s out!?“ stärkt das Bewusstsein für ökologische Praktiken. Durch die Verbindung von Sporttauchaktivitäten mit Forschung lernen Jugendliche die Bedeutung des Umweltschutzes kennen. Diese praxisnahe Bildung vermittelt Kenntnisse, die für eine nachhaltige Zukunft wichtig sind.

Die Kooperation zwischen verschiedenen Institutionen ermöglicht es, komplexe Umweltfragen zu adressieren und fördert die Vernetzung zwischen Wissenschaft, Bildung und Freizeit. Die Unterstützung durch den Verband Deutscher Sporttaucher e.V. und dem NABU Bundesfachausschuss Lebendige Seen unterstreicht die Bedeutung solcher Projekte für das Umweltbewusstsein und die nachhaltige Entwicklung.

A09 Langzeitmonitoring / Long-term monitoring

Besiedlung und Monitoring der Neuen Seen in Mitteldeutschland: Einblicke in den Störmthaler See

Ralph Schill¹; Alexander Ramm²; Joachim Weiss²; Klaus Bauerfeind²; Bernd Vogel²; Jennifer Tersteegen³; Isabell Hentschel²; Ralf Saube²; Ricarda Semper²; Steffen Schibille²; Katja Winkler²; Franz Brümmer¹; Ralph-Walter Müller¹; Christin Müller⁴

¹ Universität Stuttgart; ² Landestauchsportverband Sachsen e.V.; ³ Aalto University; ⁴ Landestauchsportverband Sachsen-Anhalt e.V.

Die Seenlandschaften Mitteldeutschlands, insbesondere das Leipziger Neuseenland, entstanden aus umfangreichen Renaturierungsprojekten ehemaliger Tagebauregionen. Der 2014 eröffnete Störmthaler See mit einer Fläche von 733 Hektar ist ein zentrales Element dieser neuen Wasserlandschaft. Er bietet Einblicke in die ökologischen Transformationen und die Besiedlung der künstlich geschaffenen Gewässer. Historisch als "Kleines Venedig" bekannt, erfuhr die Region nach der Entdeckung von Braunkohle im Jahr 1704 durch den Tagebau, der von 1937 bis 1994 betrieben wurde, dramatische Veränderungen, die zur Umsiedlung von 8700 Einwohnern führten.

Das Monitoring des Störmthaler Sees umfasst physikalische, geologische, biologische und chemische Untersuchungen. Regelmäßige Messungen von Temperatur, Leitfähigkeit und Sichttiefe sowie Sedimentanalysen ergänzen die geologischen Informationen. Biologische Studien konzentrieren sich auf die Makrophyten und die biologische Vielfalt.

Sporttaucher*innen leisten durch autorisierte Tauchgänge einen wertvollen Beitrag zum Monitoring, indem sie zusätzliche Daten liefern, die die wissenschaftlichen Erkenntnisse erweitern. Diese durch Schulungen unterstützten Citizen Science-Initiativen tragen zu einer umfangreichen Datensammlung bei. Die Renaturierungs- und Überwachungsmaßnahmen am Störmthaler See ermöglichen tiefgreifende Einblicke in die ökologische Entwicklung der neuen Seenlandschaften und fördern durch die Zusammenarbeit von Wissenschaftler*innen, Sporttaucher*innen und verschiedenen Organisationen die nachhaltige Bewirtschaftung und den Schutz dieser einzigartigen Ökosysteme.

S04/S05 Große Flüsse unter Mehrfachbelastung: Multidisziplinäre Erkenntnisse aus Modellierung und Management von Wassermenge und -güte in internationalen Flusssystemen

Entwicklung des Makrozoobenthos der Oder nach der Katastrophe von 2022

Bianca Dörgeloh; Sonja Jähmig; Martin Pusch

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) im Forschungsverbund Berlin e.V.

Entwicklung des Makrozoobenthos der Oder nach der Katastrophe von 2022

Im Sommer 2022 war die Oder von einem Massensterben betroffen, welches durch eine Massenentwicklung der Brackwasseralge *Prymnesium parvum* verursacht wurde. Zu den stark betroffenen Gruppen zählten – neben den Fischen – auch Schnecken und Muscheln. Auch weitere Gruppen des Makrozoobenthos waren möglicherweise betroffen, was jedoch nicht dokumentiert ist.

Die Auswirkungen auf alle Gruppen des Makrozoobenthos sind weitgehend unbekannt. Seit November 2022 – also etwa 2 Monate nach der Katastrophe – untersuchen wir die Entwicklung des gesamten Spektrums an Makrozoobenthos der wasserreichen Uferbereiche der Oder. Mittels Kick-Netz-Sampling werden verschiedene Habitats wie Steine, Sand oder Makrophyten entlang des deutschen Ufers der Oder zwischen Ratzdorf und Gartz beprobt.

Die Besiedlung der Oder durch benthische Wirbellose wurde im November 2022 von Flohkrebse (Gammaridae), Zuckmücken (Chironomidae) und Schnecken (Gastropoda) dominiert. An einigen Probenstellen gibt es größere Vorkommen an Köcherfliegen (Trichoptera) und/oder Schlickkrebse (Corophiidae). An zwei Standorten konnte die Eintagsfliegenart *Ametropus fragilis* nachgewiesen werden. Einige Proben wiesen viele leere Schneckenhäuser von *Viviparus sp.* auf. Großmuscheln wurden nur in sehr geringer Abundanz gefunden. Im Juni 2023 und im April/Mai 2024 konnten jedoch einige junge Exemplare der Großen Flussmuschel (*Unio tumidus*) nachgewiesen werden, was eine Erholung dieser Art andeuten könnte. Eine erneute *Prymnesium parvum*-Blüte könnte diese Erholungstendenz gefährden. Ein eindeutiger Erholungstrend kann allerdings aufgrund der überlagernden saisonalen Dynamik bisher noch nicht gezeigt werden.

S04/S05 Große Flüsse unter Mehrfachbelastung: Multidisziplinäre Erkenntnisse aus Modellierung und Management von Wassermenge und -güte in internationalen Flusssystemen

Decomposition and Colonization of Leaf Litter in the Oder River Following the Disastrous Algal Bloom in 2022 with Notes on Improving Fungal Spore Identification and Counts by Automated Imaging and Machine Learning

Nora König^{1 2}; Svenja Balzer^{1 2}; Eleanor Eberlein^{1 2}; Gwendoline A. David¹; Mark O. Gessner^{1 2}

¹ Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Abteilung für Plankton und Mikrobielle Ökologie; ² Technische Universität Berlin, Institut für Ökologie

Leaf-litter decomposition by aquatic fungi and macroinvertebrates is a key process in running waters, which holds potential to assess impacts of environmental disturbances on ecosystem functioning. The aim of the present study was to gain insight into whether the disastrous toxic algal bloom of *Prymnesium parvum* in the Oder River in the summer of 2022 affected the decomposition process and the associated microbial and macroinvertebrate communities. We assembled standardized litter packs (4.0 g air-dried *Alnus glutinosa* leaves) in November 2022 and 2023, placed them in fine-mesh and coarse-mesh bags, and secured six pairs of bags each at six sites extending ~200 km along the German shore of the Oder River. We retrieved the bags 3-4 months after exposure to determine decomposition rates, fungal and macroinvertebrate biomass, microbial respiration, macroinvertebrate community composition, and the sporulation of aquatic hyphomycetes. To identify and count these spores, we have started to develop a semi-automated method using FlowCam imaging and machine learning. Specifically, we trained a decision tree using spore properties on images obtained with pure cultures. Based on 87,000 individual observations, our model identified the selected fungal species with an accuracy of 90%. Once optimized for a large number of species, this approach will greatly facilitate analyses of aquatic hyphomycetes and the role of these fungi in litter decomposition and for river ecosystem monitoring. Overall, our experiments showed that leaf litter was colonized by aquatic hyphomycetes and macroinvertebrates even in the autumn and winter immediately following the toxic bloom, notwithstanding a massive fish kill and substantial macroinvertebrate mortality in 2022. Differences in decomposition rates were detected among sites, but neither an upstream-downstream gradient nor another spatial pattern emerged. However, interannual differences were apparent, with decay rates significantly reduced in the second year, apart from one site. Continued studies will have to show whether or not this temporal difference reflects a trend.

S04/S05 Große Flüsse unter Mehrfachbelastung: Multidisziplinäre Erkenntnisse aus Modellierung und Management von Wassermenge und -güte in internationalen Flusssystemen

Combined physical and chemical modelling to decipher the fate of carbon in a German drinking water reservoir

Florian Kratz; Maximilian Lau

Technische Universität Bergakademie Freiberg

For the last decades, Saxony's (drinking water) reservoirs showed increasing trends in dissolved organic carbon (DOC) concentrations, threatening the provision of drinking water. Similar to other surface waters in Europe and North America, climate change and rising precipitation pH are considered to be the main causes of the DOC increases. To understand the dynamic of DOC in a terrestrial-aquatic system, we model the Sosa reservoir using a physical 1D layer model (GLM) coupled to a hydrochemical, 2-layer carbon model (sensu Delany et al. 2023). Using this framework, we investigate the load of carbon to the system and the fate of various carbon fractions in water body and sediment. We study the effects of changed physical conditions caused by climate change in combination with proposed measures aimed at reducing DOC loads from the catchment. We discuss the prognosis performance of such a coupled carbon modelling framework.

S06 Ästuare – einzigartige Ökosysteme unter dem Einfluss vielfältiger Stressoren / Estuaries – unique environment under multiple stressors

Entkopplung von Nahrungsaufnahme und Atmung: Die Anpassung von Brackwasser-Schwebegarnelen an Temperaturschwankungen

Konstanze Brinkop

Universität Greifswald, Zoologisches Institut und Museum

Tiere sind in flachen Küstenhabitaten starken Umweltveränderungen ausgesetzt, welche eine ständige Anpassung ihres Stoffwechsels erfordern. Die Respirationsrate aquatischer Invertebraten wird direkt von der Wassertemperatur beeinflusst, während die Nahrungsaufnahme zusätzlich vom Verhalten abhängig ist. Unser Ziel ist es, zu verstehen, wie die Respirations- und die Nahrungsaufnahmerate aquatischer Wirbelloser auf Temperaturschwankungen innerhalb kurzer Zeit reagieren und wie diese beiden Reaktionen miteinander verknüpft sind. Im Experiment untersuchten wir die benthopelagische Art *Neomysis integer*, welche ein wichtiger Bestandteil des Nahrungsnetzes von Küstenökosystemen ist. Die Schwebegarnelen wurden an der südlichen Ostseeküste gesammelt und unter Laborbedingungen entweder einer konstanten Temperatur von 15°C oder einer täglichen Temperaturfluktuation von $15 \pm 5^\circ\text{C}$ ausgesetzt. Die kurzfristigen (1-2 h) Respirations- und Nahrungsaufnahmeraten wurden an vier verschiedenen Zeitpunkten innerhalb von 24 h gemessen. Bei konstanten Temperaturbedingungen waren die Reaktionen ähnlich, während sie bei fluktuierender Temperatur variierten. Die Respiration war beim thermischen Maximum am höchsten und beim thermischen Minimum am niedrigsten. Die Nahrungsaufnahmeraten zeigten bei Temperaturschwankungen ein entgegengesetztes Muster, was wahrscheinlich auf Unterschiede in den zugrunde liegenden Temperatur-Reaktionskurven (TPCs) zurückzuführen ist. Bei mittlerer Temperatur wirkten sich Temperaturanstieg und Temperaturverringering unterschiedlich auf die Respirations- und Nahrungsaufnahmeraten aus. Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Atmung nicht nur direkt von der Temperatur beeinflusst wird, sondern auch von der zuvor erfahrenen Temperaturänderung. Unser Experiment liefert somit neue Erkenntnisse über die Beziehung zwischen den für Organismen entscheidenden Prozessen der Nahrungsaufnahme und der Atmung bei Temperaturschwankungen.

S06 Ästuare – einzigartige Ökosysteme unter dem Einfluss vielfältiger Stressoren / Estuaries – unique environment under multiple stressors

Langzeitanalyse der Gewässergüte und Primärproduktion der Tideelbe (2009 bis 2020)

Steffen Hackbusch; Fabian Große; Andreas Schöl

Federal Institute of Hydrology (BfG) / Bundesanstalt für Gewässerkunde

In Ästuaren ändern sich entlang des Längsprofils die Parameter der Gewässergüte und haben damit einen entscheidenden Einfluss auf das Ökosystem. Die Tideelbe, zwischen dem Wehr in Geesthacht und Cuxhaven, ist ein durch den Hamburger Hafen und die damit verbundene Schifffahrt, stark anthropogen beeinflusstes Übergangsgewässer. Das Phytoplankton als entscheidender Primärproduzent bildet die Grundlage des aquatischen Ökosystems der Tideelbe. Dessen Wachstum ist von der Temperatur, sowie der Verfügbarkeit von Licht und gelösten Nährstoffen (Stickstoff und Phosphor) beeinflusst.

Regelmäßige von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) durchgeführte Längsprofilbereisungen der Tideelbe, vom marinen Bereich bei Cuxhaven bis zum Wehr Geesthacht im limnischen Bereich, geben quantitative Auskunft über den Chlorophyll-a-Gehalt (als Proxy für die Gesamtbiomasse des Phytoplanktons), die gelösten Nährstoffe, sowie die Zusammensetzung der Phytoplanktongemeinschaft. Für diese Untersuchung werden Messdaten aus insgesamt 22 Längsbereisungen während der Vegetationsperioden (April-September) der Jahre 2009 bis 2020 analysiert.

Diese Analyse liefert einen Einblick in den Zusammenhang zwischen verschiedenen Umweltfaktoren und der Phytoplanktongemeinschaft in der Tideelbe. Deren Biomasse und Artzusammensetzung korreliert dabei mit dem Salzgehalt, der sich im Längsverlauf und mit der Tide ändert. Darüber hinaus wurde untersucht, wie sich die Änderungen der Lichtverhältnisse und des Nährstoffangebotes um den Bereich des Trübungsmaximums (etwa km 650–km 700) auf die Verteilung der Phytoplanktonklassen auswirken.

S07 Computational Limnology: How data-driven and process-based modeling, and field research inspire each other

Network structure and land cover distribution as first order controls of algal and nutrient dynamics in rivers

Niklas Heinemann¹; Soohyun Yang²; Dietrich Borchardt³; Luca Carraro⁴

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ; ² Seoul National University; ³ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ; ⁴ Eawag - Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology

Understanding the dynamics of algal responses at the entire scale of river networks is crucial for maintaining appropriate water quality and ensuring healthy aquatic ecosystems. Branching patterns of river networks provide a wide range of habitat conditions from small-shallow creeks to large-deep streams and drive the diversity in nutrient uptake rate related to geomorphological properties. Furthermore, particularly in the current Anthropocene era, considering human activities (e.g., alteration in the magnitude and location of nutrient loading to rivers) is inevitably required to enhance the essential understanding of algal dynamics. In this context, we aim to investigate how river network structures and land cover distributions exert influence on the coupled dynamics of nutrient and competing pelagic and benthic algal communities.

Three distinct catchment shapes – 1) narrow, 2) rectangular, and 3) square - with the same area are covered to manifest a representative difference in river network structures. We employ artificial river networks derived from the optimal channel network theory, allowing for specific scenarios and hypothesis testing. The created artificial river networks lie within realistic boundaries in terms of both the Gravelius coefficient and form factor. This study uses land cover classes (i.e., urbanized, agricultural, semi-natural and natural areas) to formulate four archetypes of land cover distributions with the same overall phosphorus load – 1) a single homogeneously organized, 2) randomly distributed, 3 and 4) with upstream and downstream clustered settlements, respectively. In addition, we assess whether a spatial differentiation is needed for ecologically acceptable loads, such as more stringent objectives for nutrients discharged to low-order streams. The layouts of artificial river networks and the archetypes of land cover distributions are incorporated with the Coupled Complex Algal-Nutrient Dynamics model, simulating the dynamics of benthic and pelagic algae competing for light and the limiting nutrient (P) under steady-state hydrologic conditions at the entire river network scale. Results show how the interplay of river network structures, land cover patterns, and nutrient loading to low-order streams critically affect the algal dynamics at the whole system scale. This paves the way for a better mechanistic understanding of the interactions between landscape features, hydrological factors and ensuing biological processes.

S08 Novel approaches to assess or detect biodiversity, contaminants, pathogens or antibiotic resistance in freshwater systems

Seasonal population dynamics of *Microcystis aeruginosa* and associated cyanophages in the river Moselle

Hanna Hartenfels; Franziska Klotz; Helmut Fischer; Sascha Krenek; Julia Kleinteich; Joana Thiel

Federal Institute of Hydrology (BfG) / Bundesanstalt für Gewässerkunde

Ecosystems worldwide are threatened by an increasing amount of cyanobacterial blooms that are fueled by eutrophication and warming waters in consequence of the climate crisis. Cyanobacteria can release toxins and deplete oxygen upon decomposition, endangering surrounding environments. Since 2017, cyanobacterial blooms of *Microcystis* are repeatedly observed in the river Moselle between France, Luxemburg and Germany. In terms of potential control mechanisms for these harmful algal blooms (HABs), biological control mechanisms via parasites specifically infecting cyanobacteria are discussed. Research has shown that cyanobacteria blooms can coincide with high abundances of parasitic organisms such as cyanophages, which are viruses specifically infecting cyanobacteria.

This study investigates the population dynamics of *Microcystis aeruginosa* and cyanophages that are known to specifically infect this species (e.g. Ma-LMM01) in the river Moselle. We follow the populations of *Microcystis aeruginosa* and their phages throughout the vegetation periods by quantification via droplet digital PCR (ddPCR). Furthermore, potential genetic variations within the populations of *Microcystis* and their phages are examined by long-read Oxford Nanopore Sequencing. In order to additionally assess the virus load of free viral particles in the water phase in the future, various protocols for virus isolation and concentration from river samples, as well as subsequent DNA extraction are tested. We intend to use this optimized protocol to follow population dynamics of *Microcystis* and their viruses over a potential HAB in 2024. These investigations aim towards gaining deeper understanding of *Microcystis* blooms and potential influencing factors like cyanophages in the river Moselle.

S09 Nachhaltige Fahrgast- und Freizeitschiffahrt auf Seen und Fließgewässern in Deutschland

Einfluss von Ufermauern auf das litorale Makrozoobenthos im Bodensee.

Oliver Miler¹; Jens Peter Armbruster²; Wolfgang Ostendorf²

¹ AquaSciConsulting Dr. Miler; ² Limnologisches Institut, Universität Konstanz

Wir haben die Auswirkungen von Ufermauern auf die Makrozoobenthosbiozönose am nördlichen Bodenseeufer analysiert. Die Freilanduntersuchungen fanden an 5 Uferstrecken statt, die einen Gradienten von West nach Ost verlaufend abdeckten. Die Uferstrecken setzten sich jeweils aus einem Uferabschnitt mit und einem Uferabschnitt ohne Ufermauer zusammen, so dass diese paarweise verglichen werden konnten. Um die Effekte der Ufermauern zu erfassen, wurde an jedem Uferabschnitt eine ufernah und eine uferferne Zone beprobt. Die Arbeitshypothese war, dass sich die Makrozoobenthosbiozönose in der ufernahen Zone von Ufern mit Mauer und naturnahen Ufern unterscheiden, während in den uferfernen Zonen aufgrund der nachlassenden Wirkung von Wind- und Schiffswellen bzw. der Wellenenergie-Reflektion der Mauer kein Unterschied mehr feststellbar ist. Beprobt wurde das Makrozoobenthos im natürlichen Substrat und an 3 unterschiedlichen Typen zuvor eingebrachter künstlicher Substrate (geringe (Betonplatte), mittlere (dreiteiliger Ziegel), hohe Oberflächenstruktur (Gabione)). Als zufälliger Faktor kamen die Wellenbelastungen, differenziert nach Windwellen und Schiffswellen hinzu. Erste Auswertungsergebnisse (paarweise t-Tests) zeigten, dass signifikante Unterschiede zwischen Ufern mit Mauer und naturnahen Ufern (1) vor allem an ufernahen Stellen, (2) schwerpunktmäßig an künstlichen Substraten vorhanden waren und (3) sich hauptsächlich bei taxonomischen Diversitätsmetriks, Abundanzen/% Anteile taxonomischer Gruppen und % Habitatpräferenzen (in absteigender Wichtigkeit) zeigten. Die taxonomische Diversität war geringer an Ufern mit Mauer als an naturnahen Ufern (Anzahl Taxa/Familien/Gattungen, Margalef-/Shannon-Wiener-Diversität, Evenness). Diese Unterschiede waren stärker an ufernahen als an uferfernen Probestellen ausgeprägt. Die Effekte der Präsenz von Ufermauern auf Messgrößen, basierend auf taxonomischen Gruppen und Habitatpräferenzen waren weniger einheitlich und schwieriger zu interpretieren. Natürliche Substrate zeigten analog zu Diversitätsmetriks geringere % Trichoptera, Anzahl EPT (Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera) Taxa und % Lithalpräferenz an Ufern mit Mauer als an naturnahen Ufern mit stärkeren Unterschieden ufernah als uferfern. Insgesamt wirkten sich die Effekte von Ufermauern stärker auf Makrozoobenthosgemeinschaften im ufernahen als im uferfernen Litoral aus. Die Untersuchungen fanden im Rahmen des Forschungsprojekts SuBoLakes (<https://www.subolakes.de>) statt.

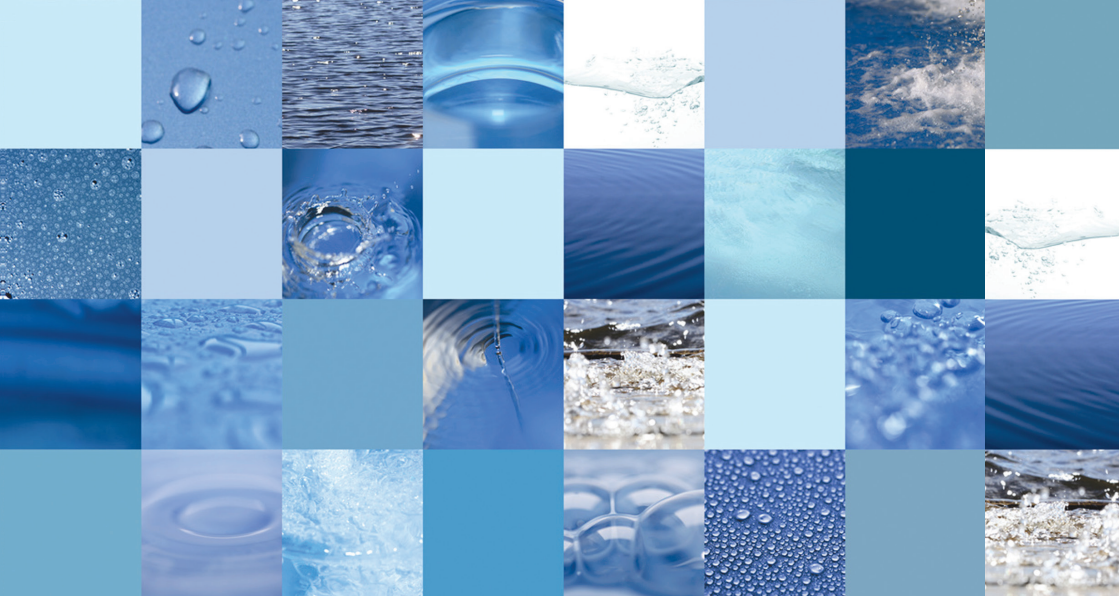
S11 Süßwassermuscheln in Europa: Biologie, Gefährdungsursachen und Schutzmaßnahmen

One species' gain, another's pain? Auswirkungen von Bewuchs durch *Dreissena polymorpha* auf eine heimische Muschelart bei verschiedenen Wassertemperaturen

Veronika Hillebrand¹; Andreas H. Dobler¹; Astrid N. Schwalb²; Jürgen Geist¹

¹ Technische Universität München; ² Texas State University, USA

Heimische Süßwassermuscheln der Ordnung Unionida gehören zu den gefährdetsten Arten in Nordamerika und Europa. Mit der Verbreitung von invasiven Arten stellen insbesondere der Bewuchs und die Konkurrenz um Nahrung durch die invasive Zebrauschel *Dreissena polymorpha* große Bedrohungen für heimische Muscheln dar. In dieser Studie wurden die physiologischen Auswirkungen des Bewuchses durch *D. polymorpha* auf die europäische Große Teichmuschel *Anodonta cygnea* bei den Wassertemperaturen von 12, 19 und 25 °C untersucht. Das Laborexperiment wurde über eine Dauer von 28 Tagen durchgeführt und enthielt drei Versuchsgruppen: (1) Bewuchs von *A. cygnea* durch *D. polymorpha*, (2) Anwesenheit beider Arten, jedoch räumlich getrennt und (3) eine Kontrollgruppe, bei der *A. cygnea* und *D. polymorpha* in unterschiedlichen Behältern gehalten wurden. Verringerte Glykogen-, Glukose-, Lipid- und Proteinkonzentrationen in Gewebeproben von *D. polymorpha* deuteten darauf hin, dass höhere Wassertemperaturen physiologischen Stress bei *D. polymorpha* auslösten. *Dreissena polymorpha*, welche auf den Unioniden aufgewachsen waren, hatten erhöhte Konzentrationen der Speicherstoffe und profitierten demzufolge von dem Bewuchs. Die interspezifische Konkurrenz von *D. polymorpha* und *A. cygnea* wurde jedoch nicht von höheren Wassertemperaturen negativ verstärkt. Mögliche Störfaktoren des Versuchs waren die Glochidienabgabe von *A. cygnea* während des Experiments, die geringe Bewuchsdensität und der Temperaturstress von *D. polymorpha*. Diese Studie zeigt die Bedeutung von physiologischen Endpunkten bei der Untersuchung von interspezifischen Wechselwirkungen, insbesondere vor dem Hintergrund von zukünftigen Einflüssen des Klimawandels.



Tagungsbüro

Dr. Hildegard Feldmann

F&U confirm

Permoserstraße 15

04318 Leipzig

fon 0341 6025 1827

dgl@fu-confirm.de

