



Wenn Extreme zur Normalität werden – Gewässer im Klimawandel

36. Jahrestagung 2021

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

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ | Leipzig

27. September – 1. Oktober 2021

ABSTRACTBAND

Fraßschutz auf Kosten des Wachstums – wie die Form eines Trade-offs die Jahresdynamik von funktionellen Phytoplanktoneigenschaften steuert

Elias Ehrlich*, Nadja J. Kath, Ursula Gaedke

Universität Potsdam, AG Ökologie / Ökosystem-Modellierung

Darwinsche Dämonen sind hypothetische Organismen mit unbegrenztem Ressourcenzugang und optimaler Anpassung an alle denkbaren Umweltfaktoren. In der Realität existieren solche Organismen nicht, da bei der Anpassung unterschiedlicher funktioneller Eigenschaften (Traits) Kompromisse eingegangen werden müssen, sogenannte Trade-offs. So kann z.B. eine bessere Verteidigung gegen Fraß die Wachstumsrate eines Organismus reduzieren. Generelle Theorien besagen, dass diese Trade-offs wichtig für den Erhalt der Biodiversität sind und die Anpassung von Artengemeinschaften an veränderte Umweltbedingungen zentral beeinflussen, aber direkte empirische Hinweise dafür gibt es wenige. Wir untersuchten die Traitdynamiken (Verteidigung gegen Prädatoren, maximale Wachstumsrate und Phosphataffinität) im Phytoplankton des Bodensees unter saisonal schwankenden Umweltbedingungen. Dafür nutzten wir Trait-Literaturdaten sowie eine hochauflösende Biomassezeitreihe von 21 Jahren. Die Traitdaten zeigten einen konkaven Trade-off zwischen Fraßschutz und Wachstum im Phytoplankton auf, welcher, im Einklang mit der Theorie, schnell wachsende Arten mit mittlerer Verteidigung förderte. Bei saisonal ansteigendem Fraßdruck verschob sich die Artenzusammensetzung in Richtung höherem Fraßschutz auf Kosten einer geringeren Wachstumsrate entlang dieser Trade-off-Kurve. Abweichungen einzelner Arten von der Trade-off-Kurve konnten mit einer dritten Traitdimension, der Phosphataffinität, erklärt werden. In der Studie diskutieren wir zudem, wie geringe Fitnessunterschiede, die aus unseren Modellsimulationen abgeleitet werden konnten, und stabilisierende Mechanismen auf Basis weiterer Traitdimensionen zum Erhalt der Phytoplanktondiversität beitragen können. Als Schlussfolgerung zeigt unsere Studie, dass das Quantifizieren von Trade-offs von zentraler Bedeutung für die Vorhersage der Zusammensetzung von Artengemeinschaften in einer sich ändernden Umwelt ist.

Aktuelle Adresse: Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Abt. Biologie und Ökologie der Fische

English version:

The shape of a defense-growth trade-off governs seasonal trait dynamics in natural phytoplankton

Elias Ehrlich, Nadja J. Kath, Ursula Gaedke

Universität Potsdam, AG Ökologie / Ökosystem-Modellierung

Theory predicts that trade-offs, quantifying costs of functional trait adjustments, crucially affect community trait adaptation to altered environmental conditions, but empirical verification is scarce. We evaluated trait dynamics (antipredator defense, maximum growth rate, and phosphate affinity) of a lake phytoplankton community in a seasonally changing environment, using literature trait data and 21 years of species-resolved high-frequency biomass measurements. The trait data indicated a concave defense-growth trade-off, promoting fast-growing species with intermediate defense. With seasonally increasing grazing pressure, the community shifted toward higher defense levels at the cost of lower growth rates along the trade-off curve, while phosphate affinity explained some deviations from it. We discuss how low fitness differences of species, inferred from model simulations, in concert with stabilizing mechanisms, e.g., arising from further trait dimensions, may lead to the observed phytoplankton diversity. In conclusion, quantifying trade-offs is key for predictions of community trait adaptation and biodiversity under environmental change.

Effects of phosphorus enrichment on the control of stream periphyton

Alessandra Iannino^{1,2}, Alexander T.L. Vossage¹, Markus Weitere¹, Patrick Fink^{1,2}

¹UFZ Magdeburg, Department of River Ecology, ²Institute of Zoology at the University of Cologne

The release of nutrients into aquatic ecosystems has been dramatically increasing over the past decades as a consequence of human activities, often leading to an excessive growth of primary producers. While the effects of harmful algal blooms in lakes have been widely studied, less is known about the consequences of nutrient enrichment for stream food webs, which are strongly dominated by benthic habitats. The growth of benthic algal communities (periphyton) in streams is controlled by nutrient availability (bottom-up control) and by the grazing activity of herbivores (top-down control), which is known to counteract the effects of nutrient enrichment on algal biomass. However, nutrient availability may also affect the nutritional quality of periphyton, which can in turn influence the growth and behaviour of grazers and hence the strength of top-down control.

In my PhD I have investigated the effects of phosphorus enrichment on the interaction between bottom-up and top-down control of stream periphyton, with a focus on periphyton nutritional quality for herbivores. I demonstrated that phosphorus enrichment could lead to a weaker top-down control of stream periphyton, because grazers need lower amounts of nutrient-rich food to maintain an optimal soft body stoichiometry, compared to nutrient-poor food. In addition, phosphorus enrichment may lead to an overall lower periphyton nutritional quality for grazers in the long term, by favouring the growth of cyanobacteria and chlorophytes over diatoms. I demonstrated for the first time that, when such a taxonomic shift occurs, phosphorus enrichment decreases the relative phosphorus content of periphyton, because cyanobacteria and chlorophytes generally have higher C:P ratios than diatoms.

My studies show that nutrient enrichment can have a significant impact on the control of stream periphyton. In addition to directly increasing algal production, it can alter periphyton nutritional quality and therefore affect the growth and behaviour of grazers. Nutrient enrichment can thus interfere with the balance between bottom-up and top-down control of stream periphyton, with possibly harmful consequences for stream food webs.

Zooplankton carcasses stimulate microbial turnover of allochthonous particulate organic matter

Neubauer, Darshan^{1,2}; Kolmakova, Olesya^{3,4}; Woodhouse, Jason¹; Taube, Robert^{2,6}; Mangelsdorf, Kai⁵; Gladyshev, Michail^{3,4}; Premke, Katrin⁶; Grossart, Hans-Peter^{1,2}

¹ Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB), Department of Experimental Limnology, Stechlin, Germany, ² Institute of Biochemistry and Biology, Potsdam University, Germany, ³ Institute of Biophysics SB RAS, Federal Research Center "Krasnoyarsk Science Center SB RAS", Russia, ⁴ Siberian Federal University, Institute of Fundamental Biology and Biotechnology, Krasnoyarsk, Russia, ⁵ GFZ German Research Centre for Geosciences, Helmholtz Centre Potsdam, Section 3.2 Organic Geochemistry, Germany, ⁶ Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB), Department of Chemical Analytics and Biogeochemistry, Berlin, Germany

Carbon turnover in aquatic environments is dependent on biochemical properties of organic matter (OM) and its degradability by the surrounding microbial community. Non-additive interactive effects represent a mechanism where the degradation of biochemically persistent OM is stimulated by the provision of bioavailable OM to the degrading microbial community. Whilst this is well established in terrestrial systems, whether it occurs in aquatic ecosystems remains subject to debate. We hypothesised that OM from zooplankton carcasses can stimulate the degradation of biochemically persistent leaf material, and that this effect is influenced by the daphnia:leaf OM ratio and the complexity of the degrading microbial community. Fresh *Daphnia magna* carcasses and ¹³C-labelled maize leaves (*Zea mays*) were incubated at different ratios (1:1, 1:3 and 1:5) alongside either a complex microbial community (<50 µm) or solely bacteria (<0.8 µm). ¹³C stable-isotope measurements of CO₂ analyses were combined with phospholipid fatty acids (PLFA) analysis and DNA sequencing to link metabolic activities, biomass and taxonomic composition of the microbial community. Our experiments indicated a significantly higher respiration of leaf-derived C when daphnia-derived OM was most abundant (i.e. daphnia:leaf OM ratio of 1:1). This process was stronger in a complex microbial community, including eukaryotic microorganisms, than a solely bacterial community. We concluded that non-additive interactive effects were a function of increased C–N chemodiversity and microbial complexity, with the highest net respiration to be expected when chemodiversity is high and the degrading community complex. This study indicates that identifying the interactions and processes of OM degradation is one important key for a deeper understanding of aquatic and thus global carbon cycle.

VORTRÄGE

In alphabetischer Reihenfolge

Session A 07: DIVERSITÄT UND ÖKOLOGIE AQUATISCHER LEBENSGEMEINSCHAFTEN

Großes Flussholz in der Renaturierung: Effekte auf Biodiversität und Ökosystemfunktion

Christine Anlanger¹; Markus Weitere¹; Katrin Attermeyer²; Sandra Hille¹; Mario Brauns¹

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ; ² WasserCluster Lunz – Biologische Station GmbH / Universität Wien

Flussholz bestimmt als integraler Bestandteil wesentlich die ökologische und biologische Integrität und Funktionsfähigkeit natürlicher Flussökosysteme. Flussholz schafft zusätzliche Habitate, was sich wiederum positiv auf die biologische Vielfalt sowie den Nährstoffhaushalt im Fluss auswirken kann. Das künstliche Einbringen von nicht vorhandenem Flussholz ist heute eine häufig praktizierte Renaturierungsmaßnahme. Während in großen Flüssen meist nur geomorphologische Aspekte untersucht wurden, wurden Auswirkungen auf Biodiversität und Funktionsfähigkeit meist nicht berücksichtigt. Im Rahmen eines Renaturierungsprojekts an einem kiesgeprägten Tieflandfluss wurde Flussholz eingebaut und nach einem Jahr hinsichtlich seiner Makrozoobenthos-Besiedlung sowie dem benthischen und pelagischen Sauerstoffumsatz untersucht. Deutliche Unterschiede in der Zusammensetzung des Makrozoobenthos zeigten sich zwischen Borke und Sohlsediment, wobei die Artengemeinschaft auf Borke einen signifikant höheren Anteil an strömungsliebenden Arten aufwies. Dagegen konnte keine Erhöhung der Diversität des Makrozoobenthos durch das Flussholz im Vergleich mit Sohlabschnitten ohne Flussholz festgestellt werden. Ebenso verbesserte sich die ökologische Zustandsklasse nach EG-WRRL nicht. Überraschend war die substantiell höhere mikrobielle Respirationsrate auf der Borke, die dreifach über der Rate des Sohlsediments lag. Die räumlich extrapolierten Respirationsraten zeigten jedoch, dass das Flussholz auf Ebene des gesamten Flussabschnittes von untergeordneter Bedeutung war. So erhöhte die Borke, aufgrund ihrer geringen, relativen Fläche, die Gesamtraten um nur 3 %. Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Einbau des Flussholzes zu einer messbaren Erhöhung der lokalen Funktionalität führte, diese aber aufgrund des geringen Flächenanteils für das funktionale Geschehen des gesamten Flussabschnittes von untergeordneter Rolle war. Daraus lässt sich für das Management in kiesgeprägten Flüssen ableiten, dass der Holzanteil ausreichend groß sein muss, um die ökologische Funktionsfähigkeit des gesamten Flusses substantiell zu verändern.

Balancing small run-of-river hydropower and ecological continuity: optimal design tools to preserve fish migratory routes

Stefano Basso¹; Gianluca Lazzaro²; Marina Bovo³; Prof. Chris Soulsby⁴; Gianluca Botter³

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ, Germany; ² i4 Consulting S.r.l., Padova, Italy; ³ University of Padua, Italy; ⁴ University of Aberdeen, Scotland, UK; Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries - IGB, Berlin, Germany

The international agenda and national strategies on renewable energy foster a further exploitation of river flows for hydropower production, especially by means of small run-of-river plants. The variety of incommensurable interests at stake when discharges of river basins are concerned raises questions on their optimal allocation between contrasting uses and demands tools to provide quantitative estimates of their effects which can guide water management choices.

In this work, such an analytical tool to reconcile energy production and the conservation of relevant ecosystem services is presented, and an exemplary application to the design and management of small run-of-river power plants in streams that are important spawning sites for salmon provided. The tool is grounded on a probabilistic approach to quantify hydropower production and salmon migration into spawning streams, and on the concept of Paretian efficiency, which identifies options for which any improvement in one goal can only be obtained at the detriment of other objectives.

Profitable designs which comply with current environmental regulation determine significant economic losses without effectively safeguarding salmon's access to migration routes. On the contrary, considering the minimum flow discharge a design variable that can assume values higher than the one set by law, more economically appealing plant configurations which guarantee almost unaltered hydrologic connectivity between intake and outflow emerge. Results provide general indications on strategies to design small hydropower plants and preserve specific ecosystem services regulated by hydrological connectivity. The approach offers an objective basis to identify effective management and policy actions also when additional ecosystem services are considered.

Bedeutung der Stechmückenbekämpfung im Spannungsfeld mit dem Naturschutz

Norbert Becker

GFS, Institut für Dipterologie (IfD)

Obwohl so klein sind die Stechmücken global gesehen die gefährlichsten Tiere, wenn man bedenkt, dass jedes Jahr nahezu eine halbe Million Menschen durch einen infektiösen Stechmückenstich sterben. An erster Stelle ist nach wie vor die Malaria zu nennen, was aber die jährliche Zahl der Infektionen angeht, laufen die Arbovirosen, wie Dengue, Zika, Chikungunya und West Nile Fieber, der Malaria den Rang ab. Mit der Ausbreitung der Asiatischen Tigermücke *Aedes albopictus* in Deutschland, die ein sehr guter Vektor von wichtigen Arboviren ist, wird die Problematik der von Stechmücken übertragenen Krankheiten noch verschärft. Es ist eine Frage der Zeit bis unter dem Aspekt der Klimaveränderung auch in Deutschland von *Aedes albopictus* Arbovirosen übertragen werden. Seit 2020 sind die Stechmücken in Deutschland nicht nur Lästlinge, sondern erstmals mit den ersten Fällen von West-Nil-Fieber beim Menschen von human-medizinischer Bedeutung. Darüber hinaus sind die Stechmücken der Gattung *Aedes* (Überschwemmungsmücken) entlang von Flussläufen und Seen mit Wasserstandschwankungen erhebliche Lästlinge, die die Lebensqualität stark reduzieren. Es ist daher nicht verwunderlich, dass der Ruf nach der Stechmückenbekämpfung in Gebieten wie dem Oberrheingebiet laut ist. Oft brüten die Überschwemmungsmücken in ökologisch wertvollen Gebieten, wie z.B. Auenbereiche mit einer hohen Biodiversität. Eine Bekämpfung muss daher nicht nur effektiv, sondern vor allem auch umweltverträglich sein. Der Eingriff muss so vorgenommen werden, dass er den Schutz des Menschen und der Natur gleichermaßen berücksichtigt. Dies gewährleistet der Einsatz von Formulierungen auf der Basis von *Bacillus thuringiensis israelensis*, dessen Eiweiße gezielt nur Mückenlarven abtötet und alle anderen Organismen unbeschadet lässt. Eine Kartierung der Brutstätten der relevanten Stechmückenarten, aber auch von seltenen störungsempfindlichen Organismen erlaubt das Erarbeiten einer Bekämpfungs- und Anwendungsstrategie die von Biologen realisiert nur die Zielorganismen trifft und somit die plagerregenden Stechmücken auf ein erträgliches Maß reduziert und die Biodiversität nicht messbar beeinträchtigt. Im Vortrag werden die einzelnen Elemente einer biologischen Bekämpfung von Culiciden aufgezeigt.

Requirements for better documenting and understanding biological invasions using the example of genetic weatherfish *Misgurnus sp.* specimen assignment

Christina Belle; Juergen Geist

Aquatic Systems Biology Unit, Technical University of Munich (TUM)

Early and accurate detection and documentation of non-native species is crucial for the management of biological invasions, yet accurate species identification is often complicated. One recent example is the genetic specimen assignment of exotic weatherfish species introduced into Europe. Due to their hidden life cycles and overlapping meristic features, introduction and establishment of cryptic species within this genus remained unnoticed in many areas for long time. We use the example of weatherfish to illustrate and discuss the challenges associated with accurate species identification in this group, comprising unnamed taxa and 'hidden' texts, ongoing taxonomic name changes, incomplete molecular genetic reference databases, and frequent interspecific hybridisation.

Based on a phylogeny of 289 weatherfish COI barcodes from NCBI and BOLD, the existence of distinct phylogenetic clusters is evident, proving the general validity of genetic specimen assignment in this group. Except for the endangered Central European species *Misgurnus fossilis* and an unnamed cluster from Vietnam, all groups were polyphyletic. In addition, the clusters did not always reflect the currently valid species names, illustrating the difficulties to morphologically assign the specimens belonging to the barcode sequences, even within the native ranges. Haplotype sharing was frequently observed, as well as specimens only labelled to genus or higher taxonomic levels, all confirming a partially incomplete and unresolved classical and molecular taxonomy.

We conclude that genetic analysis of type specimens including type regions is mandatory to fully resolve the underlying taxonomy. This would also facilitate accurate species identification in the weatherfish group. Such information is crucial in assessing their worldwide distribution, ecosystem impact, and invasive potential. As molecular genetic databases are constantly growing, new taxa names are being proposed, and taxonomies are changing in light of new data added, it is obligatory to consider past publications with regard to the dynamics of species names and phylogenies. We still recommend early sharing of exotic species records since such knowledge is crucial for the management of invasive species. A standardisation of the identification keys and molecular methods used in assigning exotic species would facilitate setting up databases on invasion records in weatherfishes, as well as in other challenging taxonomic groups.

Urban wastewater treatment plants as hot spots for the release of antibiotic resistances to the aquatic environment

Thomas U. Berendonk

Technical University Dresden

There is increasing public concern regarding the fate of antibiotic resistance genes (ARGs) and antibiotic resistant bacteria (ARB) during wastewater treatment, their persistence during the treatment process and potential impacts on the receiving water bodies and in the context of wastewater reuse. To illustrate the international context of antimicrobial resistance in the aquatic environment, I will present results of studies that determine the abundance ARGs and an integrase-coding gene in several wastewater treatment plants (WWTP) from several different European countries. In order to assess the impact on the receiving water bodies, results on gene abundances in the latter compartment will also be presented. The results depend on several complementary approaches: metagenomics, genomics, quantitative PCR and cultivation. Generally, the studies show that antibiotic resistance genes vary among different European nations and that a considerable diversity of ARGs are released into the environment via the water cycle.

Targeted non-invasive bioindicator species detection in eDNA water samples to assess and monitor the integrity of vulnerable alpine freshwater environments

Lucas Blattner¹; Stefanie Von Fumetti²; Joshua Ebner²; Jakob Zopfi²

¹ Forschungsgruppe Geoökologie/Universität Basel; ² University of Basel

Due to a high number of specialized species and unique environmental conditions, alpine spring ecosystems are particularly vulnerable to environmental change and human impact. Therefore, the assessment of ecosystem integrity through habitat monitoring over long periods of time is of particular importance, especially in protected areas. Bioindication by conventional ecosystem assessment and monitoring includes sampling whole communities and morphological species identification. This approach, however, brings along major drawbacks such as high invasiveness, low reproducibility, low specificity and is relatively time-consuming. To overcome these issues, we developed a targeted bioindicator species eDNA detection approach for representative freshwater macroinvertebrate species and contrasted the results with detection through conventional sampling. Macroinvertebrates of 15 springs, located in the Swiss National Park and the UNESCO biosphere reserve Engiadina Val Müstair, were sampled using a hand-net and species were morphologically identified. We selected six spring-bound species: *Hygrobates norvegicus*, *Partnunia steinmanni*, *Dictyogenus fontium*, *Protonemura lateralis*, *Lithax niger* and *Wormaldia occipitalis* and designed novel, species-specific qPCR primers and hydrolysis probes. Spring eDNA was collected by filtering 1.5 l water through cellulose nitrate filter funnels and DNA extracts were screened by qPCR for the selected bioindicator species. Results showed congruence between conventional and eDNA qPCR-based species detection. The newly developed eDNA based qPCR protocols allow detecting highly indicative species in alpine springs and represent a non-invasive, sensitive and specific, cost- and time-effective alternative to conventional biomonitoring approaches. Particularly in protected areas such as National Parks, the implementation of indicator species detection in eDNA filtered water samples can be beneficial and fosters sustainable freshwater ecosystem monitoring and assessment.

Von Gaslöslichkeit über Sättigung bis zur Blasenbildung in Seen: Vom Arendsee zum Kivusee

Bertram Boehrer

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ

Gase in Seen haben besonders durch ihre Bedeutung für den Kohlenstoffkreislauf und damit für das Klima in letzter Zeit großes wissenschaftliches Interesse bekommen. Darüber hinaus sind natürlich Gase und deren Austausch mit der Atmosphäre für die Organismen in Gewässern extrem wichtig.

Wir demonstrieren an einigen Beispielseen, welche Gase wesentlich zum Gasdruck beitragen. Wir besprechen Grundsätzliches wie Löslichkeit, Gasdruck und Sättigung und zeigen, welche Prozesse den Gasdruck beeinflussen und welche Effekte schließlich Blasenbildung auslösen können. Wir erläutern den Zusammenhang zwischen Gasdrücken und Blasenzusammensetzung. Anhand von einigen Seen in Sachsen Anhalt demonstrieren wir die übliche Gasdynamik in Seen ausgehend von eher üblichen Beispielen zu etwas spezielleren, um dann mit einigen spektakulären Beispielen von extremen Gasdrücken wie Nyossee, der für seine limnische Eruption berüchtigt ist, die in den 1980er Jahren 1700 Menschenleben gekostet hat, und Kivusee, dessen immense Menge an gelöstem Methan seit kurzem zur Stromgewinnung ausgebeutet wird, zu enden.

Boehrer B., von Tuempling, W., Mugisha, A., Rogemont, C., Umutoni, A. (2019): Reliable reference for the methane concentrations in Lake Kivu at the beginning of industrial exploitation. In: *Hydrology & Earth System Sciences* 23 (11).

Boehrer B., Saiki K., Ohba T., Tanyileke G., Rouwet D., Kusakabe M., (2021) Carbon dioxide in Lake Nyos, Cameroon estimated quantitatively from sound speed measurements; *Frontiers in Earth Science* (accepted)

Boehrer B., Jordan S., Leng, P., Waldemer, C., Schwenk C., Hupfer M., Schultze M., (2021) Gas pressure dynamics in small and mid size lakes. *MDPI Water*, (accepted)

Relevance of climate and geography for the distribution of protists - lessons learned from a continental lake plankton survey

Jens Boenigk

Universität Duisburg - Essen

Is climate change and in particular temperature a factor driving distribution pattern of microbial eukaryotes on a continental scale? If so, past cold-adapted taxa and communities may be conserved at least partially in azonal cool islands such as high mountain ranges. Alternative strategies preventing or buffering local extinctions upon warming could be high dispersal capabilities with respect to either geographic distance or habitat type or both. High geographic dispersal capabilities should be reflected by a missing or negligible biogeography of taxa while a high capability to invade potential retreat habitats should be reflected by a high taxon overlap between these habitats. We investigated these aspects based on the molecular diversity of lake plankton on a European scale. Our analyses demonstrate that protists have a restricted geographical distribution even though biogeographic pattern do not mirror pattern known from macroorganisms. In particular, many OTUs were found exclusively in high mountain lakes and several putatively endemic OTUs occurred in mountain regions. High proportions of region-specific alpine OTUs indicate an increased occurrence of distinct lineages within each mountain range and thus, suggested either separated glacial refugia or post-glacial diversification within mountain ranges. However, a few alpine specialists were shared between mountain ranges suggesting a post-glacial recolonization from a common lowland pool. Regarding the ability to invade different habitats we show that the overlap of organisms co-occurring in freshwater and soil habitats is surprisingly low. Even though closely related taxa occur in both habitats distinct OTUs were mostly habitat-specific and most OTUs occur exclusively in either soil or freshwater. The distribution pattern of the few co-occurring lineages indicates that their presence in both habitat types is probably based on a stochastic drift of particularly abundant but habitat-specific taxa rather than on established populations in both types of habitats. In sum, these analyses demonstrate the potential and limitations of microbial eukaryotic taxa to respond to climate and temperature change.

Gütemirtschaftliche Konsequenzen veränderter Bewirtschaftungsvorgaben für die Talsperre Kelbra - eine Modelluntersuchung

Dirk Böhme

BWWU Büro für Wasserwirtschaft und Umwelt

Die Talsperre (TS) Kelbra in Sachsen-Anhalt (604 ha, 12,5 Mio. m³) wurde 1962-1966 errichtet und dient primär dem Hochwasserschutz. Nebennutzungen waren von Anfang an Speisekarpfenmast (inzwischen aufgegeben) und Erholung (Baden, Camping, Segelsport). Zur Freimachung von HW-Schutzraum wird die Sperre alljährlich im Herbst weitgehend entleert und im Frühjahr wieder gefüllt. Der sommerliche Stauwasserkörper bringt seit der Inbetriebnahme trotz deutlicher Reduzierung der externen Nährstoffeinträge sowohl extreme Cyanobakterienblüten als auch gelegentliche Makrophyten-Massenentwicklungen hervor. Die zügige Leerung der TS ist nicht ohne erhebliche Biomasse- und Feststoffeinträge in den unterliegenden OWK der Helme möglich. In den letzten Jahren wurden von unterschiedlichen Interessenten (Ornithologen, Anglerverband, Segler) spezifische Forderungen zum Betriebsregime zugunsten der jeweils verfolgten Zwecke vorgebracht und teilweise sehr konfrontativ präsentiert. Im Ergebnis gibt es massive Zielkonflikte, die bei der Neufassung des Bewirtschaftungsplanes der TS zu bewältigen sind. Daher war es naheliegend, die möglichen gütemwirtschaftlichen Konsequenzen unterschiedlicher Bewirtschaftungsregimes mit einem Gütemodell zu untersuchen. Unter Nutzung der frei verfügbaren Modellsoftware AQUATOX (U.S. EPA) wurde ein ökologisches Modell eines polymiktischen Flachsees mit mehreren trophischen Ebenen aufgebaut und angepasst. Die damit gerechneten Varianten repräsentieren sowohl unterschiedliche Steuervarianten (veränderte Mengenverteilung TS-Zufluss/Umfluter, veränderte Stauziele und -zeiträume, jeweils für eine Folge von charakteristischem Nass-, Mittel- und Trockenjahr) als auch retrospektive Rechenläufe einer realen 12-jährigen Reihe mit reduzierten Nährstoff-Eintragsfrachten (durch Flussgebietsmanagement beeinflussbar) und modifizierten hydrometeorologischen Rahmenbedingungen (nicht beeinflussbare externe Steuergrößen, Klimawandel). Im Vortrag werden die Modellstruktur und ausgewählte Modellergebnisse vorgestellt und diskutiert. Schwerpunkte bilden dabei die Cyanobakterienblüten, das erlangte Systemverständnis sowie die Grenzen der Beeinflussbarkeit und Vorhersagbarkeit einzelner Effekte in einem singulären, extrem dynamischen Staugewässer.

Ausbreitung der Krebspest *Aphanomyces astaci* über 2 Jahre in einem Gewässersystem mit Edelkrebsen und Steinkrebsen – Einfluss von Gewässerbarrieren sowie Hinweise auf menschliche und tierische Vektoren

Jürgen Böhmer

Bioforum GmbH

Diese Fallstudie soll das Grundlagenwissen zur Krebspest erweitern und zum Schutz einheimischer Flusskrebse beitragen.

Im September 2019 wurde die Krebspest im Trinkbach (Landkreis Esslingen nahe Stuttgart) nachgewiesen und bis heute weiter beobachtet. Mittels PCR wurde die Kamberkrebssvariante der Krebspest nachgewiesen, aber im gesamten Einzugsgebiet des Vorfluters konnten weder Kamberkrebse noch andere nicht-einheimische Flusskrebse nachgewiesen werden, so dass von einer Einschleppung der Krankheit über einzelne freigelassene Krebse, Fischbesatz, kontaminierte Geräte oder Tiere etc. ausgegangen werden muss.

Die weitere Ausbreitung der Krebspest wurde in zwei- bis 3-wöchigen Abständen weiter untersucht (außer bei Hochwasser und von Mitte Dezember bis Ende Februar), auch in weit unterhalb liegende Nebenbäche des Vorfluters hinein. Als Gegenmaßnahme wurden zweimal temporäre Barrieren errichtet. PCR-Nachweise der Krebspest erfolgten stichprobenartig nach Bedarf. Ferner wurden die Ergebnisse eines parallelen Flusskrebsmonitorings im gesamten Einzugsgebiet des Vorfluters einbezogen.

Aus allen Beobachtungen werden Schlussfolgerungen über mögliche Ausbreitungsmechanismen und Gegenmaßnahmen gezogen und diskutiert.

Als Hauptergebnisse sind zu nennen:

Die sommerliche Ausbreitung der vorliegenden Kamberkrebsspestvariante erfolgte mit einer Geschwindigkeit von 30-100 m pro Woche. Darüber hinaus wurden plötzliche Ausbreitungssprünge im Kilometerbereich beobachtet. Innerhalb von zwei bis drei Wochen nach den ersten gestorbenen Flusskrebs eines kleinen Bachabschnitts sterben alle weiteren einheimischen Flusskrebse des Abschnitts. Barrieren verhindern prinzipiell die weitere aufwärtsgerichtete Ausbreitung, werden aber von den Sprüngen überwunden. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass auch Bachflohkrebse eine Rolle bei der langsamen Ausbreitung spielen könnten, Menschen bedingte Übertragungswege (insbesondere Hunde) dagegen mit großer Wahrscheinlichkeit bei der sprunghaften Ausbreitung.

Abschließend werden die Möglichkeiten und Grenzen von Gegenmaßnahmen diskutiert.

Wie lässt sich durch die energetische Nutzung von Seen nicht nur Energie gewinnen, sondern auch die Wasserbeschaffenheit des Seewassers verbessern ?

Klaus-Jürgen Boos

Büro für Gewässerkunde und Landschaftsökologie

Ausgangssituation

Seen können energetisch genutzt werden, indem mittels Wärmepumpen dem Seewasser Wärme entzogen und zum Beispiel auf ein Heizsystem bzw. eine Warmwasserversorgung übertragen wird oder indem kaltes Seewassers direkt zur Raumkühlung (Klimatisierung) eingesetzt wird. Das Verfahrensprinzip der thermischen Nutzung von Seewasser ist mittlerweile vielfach erprobt.

Zwangspunkte der Umsetzung

Die geothermische Seewassernutzung begegnet Widerständen, wenn negativen Folgen für die Seewasserbeschaffenheit entstehen können. In Seen sind anthropogene Veränderungen der Seewassertemperatur zu vermeiden. Dies gilt um so mehr für Seen, deren Größe 50ha überschreitet und für die nach EU-WRRRL ein Verschlechterungsverbot oder sogar ein Verbesserungsgebot gilt.

Differential Cooling als Vorbild für Kompensationsmaßnahmen

Ein wichtiges Steuerungselement für den Temperatur- und Sauerstoffhaushalt eines Sees ist das sogenannte Differential Cooling, worunter die verstärkte Abkühlung des Seewassers in flacheren Uferbuchten zum Beginn der Zirkulationsphase im Herbst verstanden wird. Dieses kältere Wasser fließt in die tieferen Seebereiche ab und intensiviert damit das Zirkulationsgeschehen sowie den Sauerstoffeintrag in den Tiefenwasserkörper. Der Effekt des Differential Cooling kann bei der geothermischen Seewassernutzung durch eine für den Einzelfall optimierte Entnahme- und Rückleitungstechnik adäquat nachgebildet werden, so dass mit der energetischen Nutzung des Seewassers zugleich eine Verbesserung der Seewasserqualität ermöglicht wird.

Projektbeispiel

An einem Projektbeispiel kann gezeigt werden, wie - bei gleichzeitiger Verbesserung der Seewasserbeschaffenheit - mittels geothermischer Nutzung eines ca. 20 ha großen, 24 m tiefen ehemaligen Baggersees ein Bürogebäude mit 70.000 m² Bürofläche teilweise beheizt und klimatisiert werden kann. Grundlage für eine nach-haltige, güteneutrale oder güteverbessernde Nutzung ist die limnologische Erfassung der jeweiligen Gegebenheiten, wie:

- die tolerierbare Abkühlung und Erwärmung des Seewasserkörpers
- die Beeinflussung der Zirkulationseffekte
- das Ausmaß der Stofftransportprozesse
- die biotischen und abiotischen Wechselwirkungen.

Im Ergebnis wurden insbesondere bei einer an das jahreszeitliche Einschichtungsverhalten des Sees angepassten Entnahme und Rückleitung des Seewassers deutliche Verbesserungen für die Wasserqualität im Vergleich zum Istzustand prognostiziert.

Organic matter sources in riverine food webs: Importance of hydromorphology and season

Mario Brauns; Markus Weitere

¹Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ

Determining the origin and significance of particulate organic matter that fuels benthic food webs remains a central goal of ecological research in large rivers. We compared resource use by macroinvertebrate primary consumers as quantified from stable isotopes of carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) among three different riverine geomorphological units (point bar, thalweg, cut-bank) and two seasons to test if mesohabitat type was the more important driver of resource use in the Mulde River (Germany). We also tested if hydromorphological degradation by bank stabilization (rip rap) affected these patterns. Mixing models in combination with a comparison of dietary proportions revealed that mesohabitat was the more important driver for macroinvertebrate diets than season. Resource use at rip-rap stabilised banks differed substantially from natural banks. Our results add to the debate about the sources of organic matter fuelling benthic food webs of large rivers and we conclude that human alterations to the hydromorphology of large lowland rivers are an important regulator of organic matter flows in food webs.

Verbreitung der gebietsfremden invasiven Quagga-Muschel *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov, 1897) (Bivalvia: Dreissenidae) in Deutschland

Franz Brümmer¹; Jennifer Tersteegen²; Lea Rapp²; Nadia Shegeftard²; Steffen Scholz³; Derk Remmers; Silke Oldorff⁴; Alexander Ramm⁵; Werner Vetter; Ralph-Walter Müller²; Ralph O. Schill⁶

¹ Universität Stuttgart, IBBS/BioDiv; ² Wissenschaftliche Tauchgruppe Universität Stuttgart (WiTUS); ³ Karlsruher Institut für Technologie (KIT)/IAI; ⁴ NABU Bundesfachausschuss Lebendige Seen, Berlin; ⁵ Tauchclub Borna, Neukieritzsch; ⁶ aquatil gGmbH, Tübingen

Die Einschleppung von Neobiota hält bis heute an. Neue, als invasiv eingestufte Neobiota bergen gerade in aquatischen Lebensräumen viel Konfliktpotenzial, da sie in Konkurrenz zu heimischen Arten treten können, negative Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften und Nahrungsnetze haben und oftmals auch Krankheiten übertragen können. In aquatischen Lebensräumen ist eine entsprechende Beobachtung der Veränderungen unter Wasser schwieriger und bleibt oft nur Taucher*innen vorbehalten.

In Deutschland erfolgte im Jahr 2007 der erste Fund der Quagga-Muschel (*Dreissena rostriformis bugensis*) im Main; im Jahr 2016 wurde sie erstmals im Bodensee von Tauchern beobachtet. Mittlerweile hat sie dort die gesamte Flachwasserzone des Bodensees erobert und am Ufer und Badestrände des Bodensees zeugen mancherorts Aufwürfe mit großen Mengen an Muschelschalen von der extremen Vermehrung. Den Unternehmen der Wasserversorgung bereitet diese enorme Ausbreitung große Sorgen.

Die Quagga-Muschel stammt ursprünglich aus dem Schwarzen Meer und dessen Zuflüssen. Über Byssusfäden kann sich die Muschel auf festem Untergrund, wie Steinen, Holz, Wasserleitungen, Filteranlagen, Einbauten, aber auch Tieren und Pflanzen festheften und sie ist in der Lage, sich unter Zuhilfenahme des Fußes fortzubewegen.

In einem Citizen Science-Projekt „Monitoring invasiver Quagga-Muscheln“ haben Sporttaucher*innen während ihrer freizeithlichen Tauchgänge die Bestände der invasiven Quagga-Muschel sowie der ebenfalls eingewanderten Zebra-Muschel (*Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) erfasst. Hierfür wurden neu entwickelte, beschreibbare Unterwassertafeln verteilt, die alle notwendigen Informationen zu den Muscheln enthalten. Während der Tauchgänge konnte das Vorkommen und die Verbreitung erfasst und direkt nach dem Tauchgang zur wissenschaftlichen Erfassung und Bewertung gemeldet werden. Daraus entstand eine erste Verbreitungskarte für Deutschland. Im Rahmen des Projekts konnte so die Quagga-Muschel bisher in 29 Gewässern in Deutschland, sowie in jeweils einem Gewässer in Frankreich und in der Schweiz nachgewiesen werden. Zudem konnten wir beobachten, dass das Bewusstsein und die Aufmerksamkeit bezüglich Neobiota bei den Sporttaucher*innen zunahm.

Durch Einsatz entsprechender Tauchtechniken (Kreislaufauchaugeräte) wurde erstmals auch die Verbreitung der Quagga-Muscheln in der Tiefenzone an Steilwänden des Bodensees bis über 100 Meer Wassertiefe erfasst und dokumentiert.

Comparison of temporary rivers in different climates according to intermittency state

Andrea Burfeid Castellanos

Universität Duisburg - Essen

Diatoms are photosynthetic organisms of both marine and freshwater habitats that are able to survive and resist desiccation following connectivity loss in temporary streams. The intensive studies in recent years have shown, that ecological and population disruption can have an effect on the ecological quality of the water. Most of the studies on temporary streams have focussed on tropical and subtropical climates, due to their immediate danger regarding climate change driven droughts. However, also continental (oceanic) climates have shown an increasing tendency for summer droughts, and studies are also starting to focus on the rivers of these climates. In this study we compare the communities found in a karstic temporary river in a continental climate to those of Mediterranean intermittent streams. We observed similarities in functional, diversity and diatom community composition according to state of flow (flowing, dry or pooled).

Das Leipziger Auensystem – Probleme und Lösungsansätze aus naturschutzfachlicher Sicht

Ingrid Carmienke; Heiko Rudolf¹; Christian Wirth²; Christian Franke³; Mathias Scholz⁴

¹ Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), Regionalgruppe Leipzig; ² Universität Leipzig und Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig; ³ Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, ⁴ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ

Die 600.000-Einwohner-Stadt Leipzig und ihr Umland nennen einen besonderen Schatz ihr Eigen – das Leipziger Auensystem. Es beherbergt den sechstgrößten Hartholzauenwald Deutschlands und ist Lebensraum zahlreicher, an intakte Auen und naturnahe Wälder gebundener Tier- und Pflanzenarten wie Mittelspecht, Eschen-Scheckenfalter, Brenndolde und Niedriges Veilchen.

Durch wasserbauliche und bergbauliche Eingriffe sowie einen hohen Siedlungs- und Nutzungsdruck wurde das Auensystem in den letzten 150 Jahren stark verändert. Überflutungen finden seit der Fertigstellung des Elsterbeckens 1925 und der Teil-Inbetriebnahme der Neuen Luppe 1938 nur noch bei Extrem-Hochwässern statt. Die Wasserverteilung erfolgt fast komplett gesteuert. Die auentypischen Schwankungen von Grund- und Oberflächenwasser sind massiv eingeschränkt. Das führte zu teils erheblichen Verschlechterungen und Verlusten an Lebensräumen und Arten.

Seit längerem gibt es deshalb Bemühungen des behördlichen und des ehrenamtlichen Naturschutzes, dem abzuhelfen. Der Vortrag stellt den aktuellen Sachstand dar und gibt einen Überblick zu den derzeitigen Aktivitäten für eine langfristige, nachhaltige Sicherung des Leipziger Auensystems und seiner naturschutzfachlich wertgebenden Bestandteile.

Bionischer Öladsorber nach dem Vorbild des Schwimmfarns Salvinia

Petra Ditsche¹, Mail, M.^{1,2}, Beek, L.³, Akdere, M.³, Klopp, K.⁴, Barthlott, W.¹

¹ Nees-Institut der Universität Bonn, ² IT Karlsruher Institut für Technologie, ³ ITA Institut für Textiltechnik, RWTH Aachen, ⁴ Heimbach GmbH

Superhydrophobe Oberflächen, wie die des Schwimmfarns Salvinia, weisen erstaunliche Eigenschaften auf. In die stark wasserabweisenden und hierarchisch strukturierten Oberflächen der Blätter gelangt auch im untergetauchten Zustand kein Wasser. Dadurch entsteht zwischen den Schneebecken-förmigen „Haaren“ der Blätter eine Luftschicht, die dauerhaft festgehalten wird. Das Blatt bleibt somit auch im untergetauchten Zustand trocken. Diese Fähigkeit kann bei einigen Tieren und Pflanzen beobachtet werden und wird als „Salvinia®-Effekt“ bezeichnet. Durch die Luftschicht erhält der Schwimmfarn erhöhten Auftrieb, der dazu führt, dass die Pflanze gut schwimmt und auch bei Untertauchen immer wieder in Richtung Wasseroberfläche auftreibt. Der Salvinia®-Effekt ermöglicht bei Übertragung auf technische Oberflächen viele interessante technische Anwendungen. Neben der viel diskutierten Reibungsreduktion für Schiffe bieten sich weitere Möglichkeiten durch die Fähigkeit zur Adsorption und Oberflächen-Transport von Öl. Kommt die Blattoberfläche mit auf der Wasseroberfläche schwimmendem Öl in Kontakt, wird dieses adsorbiert, ersetzt die Luftschicht und wird zwischen den hierarchischen Strukturen weitergeleitet. Das Prinzip wurde auf bionische, textilbasierte Oberflächen übertragen. Mehrwöchige Versuche zum Öltransport mit dem Funktionstextil zeigen einen sehr schnellen, langanhaltenden Öltransport. Die Ergebnisse ermöglichen die Entwicklung einer neuartigen, umweltfreundlichen Technologie zur Beseitigung von Ölverschmutzungen auf Gewässeroberflächen.

A new global hydrographical dataset at 90m resolution

Sami Domisch¹; Jaime García Márquez¹; Jens Kiesel²; Shen Longzhu³; Tushar Sethi³; Holger Virro⁴; Dean Mehinovic⁵; Giuseppe Amatulli⁶

¹ IGB - Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei; ² Christian-Albrechts-University Kiel; ³ Spatial Ecology; ⁴ University of Tartu; ⁵ independent researcher; ⁶ Yale University

Estimating the current status of global freshwater biodiversity requires a solid understanding of the spatial distribution, temporal dynamics and structure of freshwater habitats. Hence, it is crucial to achieve a globally standardized spatial representation of water bodies at high spatial and temporal resolution. Currently, however, small water bodies, such as headwaters and intermittent streams that harbor rich biodiversity, are not characterized as such in available global geospatial datasets. Here we present a new, globally seamless stream network at 90m spatial resolution with an emphasis on headwater and intermittent streams. Using the MERIT digital elevation model (DEM) and employing open-source geo-computational data processing tools, we first delineate streams with a minimum static upstream catchment size of 0.02 km². This DEM-derived stream network is further complemented by calculating a suite of upstream environmental variables for each stream reach across a 30 year period. We then use these variables and the Global Streamflow Indices and Metadata (GSIM) Archive within a machine learning framework to estimate monthly discharge across the stream network. This yields a dynamic, time-varying stream network, overcoming the static headwater length and emphasizing possible intermittencies across the network. We will account for lakes, wetlands and dams to yield a global, high-resolution hydrographical dataset. All data and code will be publicly available to enable similar spatial freshwater analyses.

Der Oelbach in Bochum – die Sanierung eines hochbelasteten Fließgewässersystems

Jörg Drewenskus

Obere Wasserbehörde - Bezirksregierung Arnsberg

Der Oelbach war ursprünglich ein Löß-lehmgeprägtes Fließgewässer der Bördenlandschaften, das im Osten der Stadt Bochum von Bochum-Gehrte über -Harpen / -Werne nach -Langendreer fließt und im heutigen Kernader Stausee in die Ruhr mündet. Da sein Hauptlauf im Bereich von Bochum-Harpen liegt, wird das Gewässer auch Harpener Bach genannt. Ursprünglich floss er durch die ackerbaulich genutzten Hellwegbörden. Der Oelbach wurde schon früh in der Industrialisierungsphase des Ruhrgebietes im 19. Jahrhundert mit Abwässern des Steinkohlebergbaus und der Nebenproduktgewinnung (Kokereien) belastet. Schon vor 1900 waren infolge massiver Bergsenkungen wasserbauliche Maßnahmen zur Sicherung des Abflusses nötig. In den 1920er Jahren wurden am Gewässer große Kohleabsetzbecken angelegt, um Kohleschlamm zu gewinnen. Da zu dieser Zeit das Verrieseln von phenolhaltigen Abwässern aus den Kokereien auf den Halden Stand der Technik war, kam es so auch zum Eintrag von Kohlenwasserstoffen (PAK) in den Boden sowie zur Abschwemmung in den Oelbach. Im Zuge der Zechenschließung ab den 1960er Jahren wurde 1973 auch die letzte Zeche im Einzugsbereich des Baches, die Zechengruppe Robert Müser, stillgelegt. Seitdem werden weiterhin pro Jahr bis zu 2 Millionen m³ Grubenwasser in den Oelbach eingeleitet, bis 20: Ökologische Wechselwirkungen diffuser Xenobiotika-Einträge in stehende Gewässer¹⁸ zur Sicherung des noch aktiven Bergbaus und seitdem als Bergbau-Ewigkeitslasten. Ab 1978 wurden die ehemaligen Zechenklärteiche beräumt und als Naherholungsziel hergerichtet. Ohne das eingeleitete Grubenwasser könnten die Teiche nicht dauerhaft bestehen, da der Oelbach eine viel zu geringe Eigenwasserführung aufweist. Die Teiche stellen aber ein erhebliches Güteproblem für das Fließgewässersystem dar, dass im Zuge der Wasserrahmenrichtlinie jetzt endlich saniert werden kann. Der Oelbach wird in Zukunft die Teiche nicht mehr durchfließen, sondern im Nebenschluss darum herumgeführt. Die Belastungen durch Abschlüge aus dem Mischwassersystem werden entkoppelt. Die Teiche werden im ersten Bauabschnitt mittels einer Verbindungsleitung verbunden sowie in naher Zukunft mit einer weiteren Leitung in die Ruhr entwässern. Mit diesen Maßnahmen scheint es möglich, die Qualitätsanforderungen der OGeV und das gute Potenzial nach WRRL voraussichtlich zu erreichen.

Evaluierung des Zooplankton-Metabarcodings zur Optimierung des gemeinsamen Monitorings der Bodenseeanrainerstaaten

Iris Dröscher; Thorsten Rennebarth; Bernd Wahl

Institut für Seenforschung (ISF) der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW)

Metabarcoding durch Next Generation Sequencing hat sich zu einem etablierten Werkzeug für die schnelle Erfassung der Biodiversität entwickelt und der potentielle Einsatz im Monitoring und in der Bewertung von Oberflächengewässern gemäß Wasserrahmenrichtlinie wird aktuell untersucht und diskutiert. Generell lassen sich zwei Metabarcoding-Verfahren unterscheiden, eDNA-Metabarcoding und Bulk-Metabarcoding. Das eDNA-Metabarcoding zielt dabei auf Umwelt-DNA (d.h. eDNA), also auf genetisches Material, das von Organismen an die Umwelt abgegeben wird, ab. Beim Bulk-Metabarcoding hingegen werden Mischproben von Organismen untersucht. Ziel der vorliegenden Studie war es, ein Bulk-Metabarcoding-Protokoll zum Monitoring der Zooplanktondiversität des Bodensees zu entwickeln. Bulk-Proben enthalten im Gegensatz zu Umweltproben genetisches Material von relativ hoher Qualität und sind daher besonders geeignet, wenn Organismenproben, wie im Falle des Zooplanktons, relativ einfach zu erhalten sind. Im Laufe eines Jahres (November 2019 – November 2020) wurden monatlich fünf bis sechs Messstellen im Pelagial des Hauptwasserkörpers des Bodensees Obersee über den Tiefenbereich von 0 bis 50 m beprobt. Zur molekularbiologischen Charakterisierung der Zooplankton-Artengemeinschaft wurden sowohl die mitochondriale Cytochrom c Oxidase I (COI) als auch die ribosomale Internal Transcribed Spacer (ITS)-Region als Markergene verwendet. Zur Evaluation des Metabarcoding-Verfahrens hinsichtlich der qualitativen und quantitativen Aussagekraft wurden einerseits (1) die durch das Metabarcoding gewonnenen Artenlisten mit den auf morphologischen Kriterien basierenden Artenlisten und andererseits (2) die taxonspezifischen Sequenzhäufigkeiten mit den artspezifischen Abundanzen verglichen. Die Vorzüge und Schwächen der beiden methodischen Ansätze werden in Bezug auf Cladoceren, Copepoden sowie Rotiferen diskutiert. Die Ergebnisse liefern eine wertvolle Grundlage für die Optimierung des gemeinsamen Monitorings mit den Bodenseeanrainerstaaten durch Ergänzung der aktuellen Monitoringstrategie mit modernen molekularbiologischen Methoden.

Phytoplankton analysis with multispectral imaging flow cytometry & deep learning

Susanne Dunker

Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ / German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv)

Phytoplankton analyses as part of water quality assessment are traditionally performed with microscopy. Microscopic investigations are of high quality but come with some restrictions like taxonomic expert requirement, difficulties in providing standardized taxonomic knowledge and taking long time, limiting the samples which can be processed in total. A new series of image-based flow cytometers is capable of automatically taking images of particles at a maximum rate of 5000 particles/ sec. Images of referenced species (phytoplankton) can ideally be used for training a deep learning network. First training and validation of a dataset of phytoplankton species similar in size and shape revealed high accuracy (97 %) of correct identification. The innovative combination of high throughput image cytometry and deep learning is therefore suggested as a promising tool to monitor water quality in future. In addition to species identification alone, the method also allows studying phytoplankton traits in detail which is demonstrated for a dataset of laboratory grown species and a natural phytoplankton community in an urban pond in Leipzig. Experimental studies show how intra- and interspecific trait variability is affected by environmental gradients or biotic interactions. Natural phytoplankton samples were collected over the time course of one year and classified either by taxonomy or morphologically based functional groups (MBFG). Both classifications in combination provide a good mechanistic understanding of phytoplankton community dynamics. In addition, detailed trait and image analysis are demonstrated to investigate single cell traits for cyanobacteria and chlorophytes/ euglenophytes and to follow the fate of a cyanobacterial bloom affected by a fungal infection. Furthermore, a great advantage of the measurements is the archivability of microscopic images allowing a comprehensive respective data analysis.

The domino effects of wetland restoration on mosquito populations

Tarja Dworrak; Ellen Kiel

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, IBU

Over the past century there has been a dramatic decrease in wetlands worldwide. In Europe 56.3 % of the wetlands have declined since 1900 (Davidson 2016). Wetland restoration, on the one hand, is fundamental for society and nature. Since 1979 the Federal Agency for Nature Conservation has supported more than 37 large-scale conservation projects with the focus on restoring wetlands. On the other hand, rewetting wetlands often creates habitats, which can serve as breeding sites for mosquitoes, because their immatures can develop in high abundances in lentic pools. Conflicts accumulate, when human settlement is close to the restoration measures. Mosquitoes are well-known as nuisance species and carriers of infectious pathogens. If people are afraid of an increased nuisance and/or disease risk, authorities are obliged to implement mosquito control measures. Conversely, a major problem of a widespread and extensive mosquito control can be the impacts on non-target species, such as chironomids. These impacts on non-target organisms as well as on trophic networks can operate contrary to the wetland restorations' targets, whose aim is inter alia to increase biodiversity. We need novel and interdisciplinary research that estimates the impacts of conservation measures on mosquitoes and vice versa. Knowledge about the impacts will help to optimize future conservation projects in wetlands and develop an alternative mosquito control that has minor effects on biodiversity.

Therefore, the aim of our research is to analyze if and to what extent nature conservation measures influence mosquito populations. After presenting the interdisciplinary framework of this research, two case studies from the Danube river in southern Germany are displayed. Mosquito monitoring data before the restoration measure are available. In 2019 and 2021, we assessed the mosquito situation after the measure by sampling adult mosquitoes with CO₂-baited BG-traps (Biogents®) and immatures with a standardized dipper (350 ml, BioQuip®) from March to September. Results from 2019 indicate that mosquitoes have declined marginally subsequent to the restoration measures. Preliminary results from the larvae monitoring in spring 2021 show a slight increase in both study areas. Whether this increase continues in 2021 or if mosquito numbers decrease to levels before the restoration, will be studied and included in the presentation.

Thermal Biology of an Alpine Glacial Relict: Proteome Dynamics Following Acclimation Highlight Molecular Mechanisms Underlying Thermal Adaptation

Joshua Ebner¹; Mirjam Wyss; Danilo Ritz²; Stefanie von Fumetti²

¹ Universität Basel; ² University of Basel

Current climate change patterns elicit more frequent and higher temperature extremes in freshwater ecosystems. Currently, associated groundwater warming threatens the biodiversity of alpine spring systems, habitats that are characterized by perennially cold thermal regimes. Populations of species adapted to these historical climates will experience strong selection to respond to these novel regimes. Understanding how thermal adaptation manifests at the molecular level and if cold-adapted organisms show reduced acclimatory capacities are therefore important goals in contemporary ecology. How do we determine if species are cold-adapted and vulnerable to thermal regime changes? And how can we assess stress levels of populations experiencing this change? To address these questions, we probed the thermal biology of the Planarian glacial relict *Crenobia alpina*. We first assessed thermal preferences and metabolic activity by analyzing critical thermal maxima and energy reserves following acclimation. We then characterized *C. alpina*'s proteome and identified molecular mechanisms underlying cold- and warm-acclimation. Specifically, after one week at 8, 11, 14, or 17 °C, we applied LC-MS/MS and measured abundance patterns of protein networks. We found that cold temperature induces a pronounced proteome change, with higher abundances of proteins related to oxidative stress, membrane restructuring, cellular transport, and ribosome biogenesis. Following warm acclimation, we observed increased protein abundances related to unfolded protein accumulation, cellular damage, reproduction, development, and the innate immune system. The absence of commonly observed responses to temperature increases such as a heat-shock response indicates reduced acclimatory capacity in this species. This data allowed for the identification of novel biomarker proteins for detecting temperature-induced stress in this and potentially other cold-adapted species. Our results refine our understanding of molecular mechanisms underlying thermal adaptation in basal glacial relicts and support the classification of *C. alpina* as a cold-adapted species that may be particularly vulnerable to changes in the thermal regime of their increasingly vanishing habitats.

Working together towards better predictions - Ensemble lake modeling as a community project

Johannes Feldbauer¹; Thomas Petzoldt¹; Robert Ladwig²; Jorrit Mesman³; Tadhg Moore⁴

¹ TU Dresden; ² University of Wisconsin-Madison; ³ University of Geneva / Uppsala University; ⁴ Virginia Tech

Mechanistic models are important tools in limnology that can be used for scenario analysis, for prediction, or to quantify and study processes in lakes. In the last 40 years a multitude of different models were developed and used, and there was considerable progress in replicating thermal structure of lakes. But in practice, most of the models were hard to set-up, especially for inexperienced users. In consequence, technical and methodological aspects stagnated, not keeping up with the developments in other environmental fields.

Model ensembles, for example, i.e. running multiple models with different model structure, initial conditions and parametrization, are state of the art in weather forecasting and climate modeling. Ensemble modeling can address uncertainty in models and model parameters. In limnology, only few studies used model ensembles, even though they could help to advance knowledge and to resolve communication of uncertainties. To fill this gap, a work group of the international early-career researcher network AEMON-J (Aquatic Ecosystem MOdelling Network Junior) has been working together on a software package that facilitates the application and evaluation of an ensemble of physical lake models in a user-friendly manner. The R package LakeEnsemblR enables the simple usage of five one dimensional lake models (FLake, GLM, GOTM, Simstrat, MyLake) on the basis of standardized input and forcing files. The package includes functions to calibrate the individual models, and to evaluate and visualize the ensemble outcome.

In the first applications, the ensemble average showed satisfying model performance, even without calibration of the individual models, and was a better predictor for the observed water temperature than every single model alone, which shows the potential of using model ensembles. The talk will demonstrate a practical application of the model ensemble, in which climate warming scenarios for a drinking water reservoir are simulated by using downscaled data from a regional climate model as meteorological forcing.

Biofilm pads—an easy method to manufacture artificial biofilms embedded in an alginate polymer matrix

Patrick Fink¹; Timm Reinhardt²; Jana Moelzner²; Thomas R. Neu¹

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ; ² Universität zu Köln

Periphytic biofilms are the major resource for many herbivorous invertebrates in both marine and freshwater benthos. They are of crucial importance for benthic food webs, substrate stability, and biogeochemical processes in littoral zones. While the importance of invertebrate grazing on biofilms has been studied extensively using natural, mixed algal communities grown on artificial substrates, there is so far no method available to create defined periphyton communities for these grazing studies. The reason for this is that many benthic algae interact with co-occurring species within the extracellular polymeric substances (EPSs) that form the nonorganismic part of the biofilm. Here, we present a novel method that allows the manufacturing of defined monoculture and multispecies biofilms by using an alginate polymer as artificial EPS structure, into which algal cultures can be embedded. Using confocal laser scanning microscopy, we show that alginate effectively embeds various algal taxa in an EPS matrix that is very similar to natural biofilms. In a grazing experiment, we demonstrate that several common freshwater herbivorous invertebrates can graze these alginate biofilms efficiently. As the method is easy to handle, it allows for highly controlled feeding experiments with benthic herbivores to assess, for example, the role of algal biodiversity on the efficiency of top-down control, the effects of environmental drivers such as nutrients, salinity, or seawater acidification on biofilm community structure, and the impacts of herbivory in benthic communities.

Biogeochemical and microbiological characterization of rust tubercles induced by microbial activity

Annika Fiskal¹; Lipi Raghunatha Reddy¹; Ilona Herrig¹; Sven-Erik Wulf²; Jutta Meier³; Helmut Fischer¹

¹ Federal Institute of Hydrology (BfG); ² BAW Federal Waterways Engineering and Research Institute; ³ University Koblenz-Landau

Biofilms on hydraulic structures can cause serious corrosion processes, often accelerated by microbial activity (microbially influenced corrosion, MIC). Within the project “RimiK” (risk factors and indicators of microbially induced corrosion), we characterized corrosive biofilms occurring on steel structures like bollards, lock gates and sheet pile walls in waterways using biogeochemical and microbiological analysis. To biogeochemically characterize the rust tubercles formed by MIC on high spatial resolution we applied microsensors (Unisense, DK) in the field. Thereby, we recorded profiles of redox potential (Eh), O₂, H₂S and pH with 500 µm spatial resolution. Additionally, we sampled rust tubercles from different water lock sites for DNA extraction and Next Generation Sequencing (NGS) to characterize and compare the microbial community between and within sites involved in MIC.

We found decreasing O₂ concentrations towards the inside of the tubercles, with a maximum penetration depth of ~12 mm. Accordingly, microaerophilic Fe-oxidizers (*Gallionella*) were detected on tubercle surfaces. However, no free H₂S was detected in the tubercle despite NGS results show the presence of sulfate reducers (*Desulfovibrio*). Therefore, H₂S might have been formed but was precipitated with Fe(II) in the tubercle by forming iron sulfides. The pH decreased towards the centre of the tubercle and reached weakly acidic conditions of ~5.5. Redox potential decreased to values of -350 to -500 mV, indicating reducing conditions, in line with the presence of iron reducers (*Geothrix*), sulfate reducers and methanogens (*Methanosaeta*, *Methanoregula*).

The chemical micro-environment within the corrosive biofilms is highly different from the surrounding air/water phase and these unique biogeochemical conditions are also reflected by a distinct microbial community composition within the tubercles.

Overall, the microbial community composition was highly complex and distinct between sites and rust tubercles harbour a high fraction of unique species compared to water and or sediment samples, and even compared to “non-corrosive biofilm” samples.

Mixed in - Sediment migration modulates the structural and functional colonisation of freshly incoming soil from bank erosion

Insa Franzmann¹; José Schreckinger¹; Anna Oprei¹; Michael Mutz¹; Ute Risse-Buhl²

¹ Brandenburg University of Technology Cottbus – Senftenberg; ² Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Magdeburg

Climate change associated hydrological extremes increase bank and catchment erosion, input of sandy soils into lowland rivers, and in-stream sediment transport in migrating bedforms (ripples and dunes). In these bedforms that can cover 20-100% of the riverbed benthic microbial communities are exposed to high frequent periodic migrating-resting cycles and light regimes. We aimed to clarify the effect of sediment migrating-resting cycle on the microbial activity and structural assembly (bacteria and phototrophs) of i) aquatic sediment and ii) a bank-sediment mixture containing 80% freshly eroded bank soil and 20 % aquatic sediment. Sediment and bank soil were sampled from a lowland sand-bed river. Pure aquatic and mixed sediments were exposed in microcosms to migrating and stationary conditions at 11°C, 14 h dark and 10 h light for 12 days.

Aquatic sediments had initially higher rates of net community production (NCP) and increased continuously to highest rates during the incubation period at stationary conditions. NCP rates of bank-sediment mixture show a lag-period of 5 days, and increase during the incubation is much lower than aquatic sediments. Sediment migration equally limited rates of NCP of aquatic and mixed sediments to 25% of that of the stationary aquatic sediments. In comparison, community respiration in bank-sediment mixture was half as that of stationary aquatic sediments. Interestingly, the colonization dynamics of bank-sediment mixture remained unaffected by sediment migration. Our results indicate that high frequent sediment migration restricted benthic phototrophic and heterotrophic activities of aquatic sediments, which causes implications on the carbon transformation of lowland sand-bed rivers.

Klimawandel und Bundeswasserstraßen: Vorstellung des DAS-Basisdienstes „Klima und Wasser“ mit Fokus auf die Wassergüte von Rhein und Elbe

Marieke Frassl; Claudius Fleischer; Enno Nilson; Helmut Fischer

Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Der Klimawandel macht auch vor den Bundeswasserstraßen nicht Halt. Hinweise auf die Auswirkungen des Klimawandels liefern die Extremereignisse der vergangenen Jahre, wie das sommerliche Niedrigwasser im Rhein in 2018 oder das seit 2017 auftretende spätsommerliche Massenaufkommen von Cyanobakterien in der Mosel. Der derzeitige Kenntnisstand zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Bundeswasserstraßen lässt erwarten, dass der aquatische Lebensraum vom Klimawandel deutlich beeinträchtigt sein wird mit Auswirkungen für viele Politik- und Wirtschaftsfelder.

Um den Herausforderungen des Klimawandels rechtzeitig begegnen zu können und dadurch Beeinträchtigungen wo möglich zu mindern, hat die Bundesregierung im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) den DAS-Basisdienst „Klima und Wasser“ ins Leben gerufen. Der behördenübergreifende Dienst liefert Daten und Beratung zum Klimawandel und dessen Auswirkungen auf die Bundeswasserstraßen und die deutsche Küste. Basierend auf einer einheitlichen Datengrundlage werden Projektionen für die nahe und ferne Zukunft erstellt. Im Rahmen des Dienstes erstellte Wassergüteprojektionen liefern Informationen zu ausgewählten Wassergüteparametern wie Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt und Chlorophyll-a Konzentration. Die Daten werden über ein Webportal verfügbar gemacht. Der Beitrag stellt die Datenbasis des DAS-Basisdienstes vor und geht auf Projektionen der Wassergüte in Rhein und Elbe ein.

Auswirkungen der letzten Trockenperiode auf die Bewirtschaftung und Rohwasserbereitstellung ausgewählter sächsischer Trinkwassertalsperren

Karin Freier; Tilo Hegewald; Ralf Sudbrack

Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen

Die langanhaltende Trockenperiode der Jahre 2019/20 führte in vielen sächsischen Trinkwassertalsperren zu sehr niedrigen Zuflüssen. An einigen Talsperren konnte zu Beginn der Sommerstagnation das Stauziel nicht erreicht werden. In dem Vortrag sollen die Auswirkungen dieser Situation auf die Rohwasserbereitstellung für die Trinkwasserversorgung vorgestellt werden, indem insbesondere die Entwicklung kritischer wasserwerksrelevanter Parameter betrachtet wird. Es soll ein Einblick gegeben werden, welche Vorkehrungen bei der Landestalsperrenverwaltung Sachsen zur besseren Bewirtschaftung von Trinkwassertalsperren bei Extremereignissen getroffen werden.

Possible pitfalls in fish passage research and how to avoid them

Jürgen Geist¹; Melanie Mueller; Josef Knott; Leonhard Egg; Joachim Pander

¹ TU München

The worldwide expansion of hydropower as well as the need for ecological improvements of riverine biological communities have prompted intensive research and monitoring of fish passage, yet many procedures and protocols have not been sufficiently validated. This presentation investigates some of the most common assumptions and pitfalls in fish passage research and provides concrete recommendations of how they can be avoided. This includes the following examples:

- (1) the bias introduced by various catching /monitoring techniques,
- (2) the transferability of findings from fish passage laboratory experiments to real situations,
- (3) the replacement of experiments with real fish by modeling and sensor fish experiments,
- (4) the optimization of fish ways for the sole purpose of increasing passage, as well as
- (5) the assumption that innovative hydropower techniques would always be more fish friendly than conventional ones.

A systematic study on the above points comprising nine sites with innovative and conventional hydropower use revealed that

- (1) even advanced sonar- and camera-based monitoring tools can introduce substantial bias in terms of fish counts and sizes and that net-based catches can result in high injuries and mortalities under certain conditions.

They also revealed

- (2) strong discrepancies in the efficiency of downstream passage fish guiding devices between laboratory and field, as well as
- (3) between modeling and sensor fish experiments and the damage observed in real fish populations. Moreover, it is suggested that
- (4) fishways can also have important functions as substitute habitats in addition to their function for fish passage, and that
- (5) some of the innovative hydropower techniques can result in mortalities higher than in conventional Kaplan or Francis-turbines.

All of these findings suggest that the development of standards in fish passage research requires further optimization to increase comparability of data from across sites.

Zeitliche Veränderungen der Makrozoobenthosdiversität in urbanen Fließgewässern – Ergebnisse einer 12-jährigen Monitoringstudie

Diana Goertzen; Anne-Kathrin Schneider; Frank Suhling

TU Braunschweig, Institut für Geoökologie

Urbanisierung hat vielfältige negative Einflüsse auf den Zustand und die Biodiversität von Fließgewässern. Während Langzeitstudien auf eine Erholung der Makrozoobenthosdiversität aufgrund verbesserter Wasserqualität, zumindest in Europa und Nordamerika, hindeuten, stellt sich die Frage, ob und wie eine Zunahme der Makrozoobenthosdiversität auch in urbanen Fließgewässern erreicht werden kann. Im Rahmen eines nun 12 Jahre andauernden Gewässergüte-Monitorings zwischen 2009 und 2020 haben wir an 56 Probestellen in der Stadt Braunschweig regelmäßig Makrozoobenthos-Erfassungen durchgeführt. Anhand dieser Daten haben wir zeitliche Veränderungen der Makrozoobenthosdiversität sowie Faktoren analysiert, die resultierende Muster erklären. Der Artenreichtum nahm über den Untersuchungszeitraum deutlich zu, dies galt sowohl für die Gesamtartenzahl als auch für die Anzahl von Indikatorarten für einen guten Gewässerzustand. Nur an einzelnen Probestellen kam es zu einer signifikanten Verschlechterung. Faktoren wie eine höhere Fließgeschwindigkeit, geringe saprobielle Belastung und naturnahe Sohlstrukturen begünstigten einen hohen Artenreichtum inklusive positiver Entwicklungstrends sowie eine erhöhte Anzahl an Indikatorarten. Dagegen führten stärker degradierte Bedingungen zu einem geringen Artenreichtum und einem erhöhten Vorkommen toleranter Arten. Unsere Ergebnisse lassen darauf schließen, dass sich auch in urbanen Gewässern artenreiche, fließgewässertypische Artengemeinschaften etablieren können, wenn urbane Stressoren abgemildert werden, beispielsweise durch stadtweite Gewässerentwicklungskonzepte, die eine verbesserte Wasserqualität, reduzierte Gewässerunterhaltung und Revitalisierungsmaßnahmen zum Ziel haben.

Ein weiteres interessantes Ergebnis war, dass sich an einigen Probestellen die positiven Entwicklungstrends ab 2018, dem Beginn einer überdurchschnittlichen trockenen Periode, aufhoben oder sogar umkehrten. Hieraus ergeben sich erste Anzeichen, dass Trockenperioden, wie sie zukünftig häufiger auftreten können, dem Erfolg von Gewässerentwicklungsprogrammen negativ entgegenwirken können.

Langzeitentwicklungen in Seen der Mecklenburgischen Seenplatte

Thomas Gonsiorczyk¹; Peter Casper¹; Mark Gessner¹; Michael Hupfer¹; Peter Kasprzak¹; Georgiy Kirillin¹; Eckhard Kohlhas²; Ilona Korczynski²

¹ Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei; ² Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern

Die oberen Feldberger Seen (Haussee, Breiter und Schmalen Luzin) und der Tollensesee werden seit über 40 Jahren limnologisch untersucht. Auch für den Tiefwareensee liegt mittlerweile eine über 20jährige Messreihe vor. Aus den Langzeittrends lassen sich Rückschlüsse für andere geschichtete Seen des norddeutschen Tieflands ableiten, z. B. auf die Auswirkungen der Klimaerwärmung. In allen fünf der untersuchten Seen hat sich die P-Belastung in den letzten Jahrzehnten reduziert. Die TP-Konzentrationen haben entsprechend abgenommen. Das gilt besonders für die drei Seen, in denen Restaurierungsmaßnahmen durchgeführt worden sind, dem Schmalen Luzin, Tiefwareensee und Haussee. Eine weitere interessante Entwicklung zeigen die Langzeitmessungen der Temperaturprofile und der thermischen Schichtung. Im Breiten Luzin kam es in den letzten 40 Jahren zu einer Zunahme der Juli-Temperaturen im Epilimnion (0-5 m) um 0,9 K pro Dekade, mehr als doppelt so viel wie in mehr als 20: Ökologische Wechselwirkungen diffuser Xenobiotika-Einträge in stehende Gewässer Seen weltweit. Im Schmalen Luzin war die Zunahme mit 0,7 K pro Dekade etwas niedriger. Die maximale Erwärmung erfolgte in beiden Seen nicht an der Wasseroberfläche, sondern in einer Wassertiefe von 5-6 m. Im Schmalen Luzin ist die Temperaturzunahme für die oberen 12 m der Wassersäule nachweisbar, im direkt angrenzenden Breiten Luzin dagegen nur für die oberen 6 m. Eine mögliche Ursache könnte in den unterschiedlichen Sichttiefen liegen (Jahresmittel, 2011-2020 Breiter Luzin: $3,4 \pm 0,3$ m; Schmalen Luzin: $8,1 \pm 0,7$ m), die zu unterschiedlicher Lichtabsorption im Wasserkörper führen. In den meisten Seen war im Hypolimnion dagegen eine abnehmende Tendenz der Temperatur zu erkennen. Dies ist vor allem auf eine frühzeitigere und schnellere Ausbildung der thermischen Schichtung im Frühjahr zurückzuführen. Die dadurch deutlich steileren Temperaturgradienten im Metalimnion führen zu einer höheren Schichtungsstabilität. Im Metalimnion des Breiten Luzin kam es dadurch in den letzten 20 Jahren in 8-12 m Wassertiefe zu einer deutlichen Abnahme der Temperaturen. Die hypolimnischen O₂-Zehrungsraten während der Sommerschichtung zeigen in den beiden Luzinseen eine abnehmende Tendenz. Dies wirkt einer Abnahme der O₂-Konzentrationen infolge einer längeren Schichtungsperiode entgegen. In anderen Seen kann durch die Klimaerwärmung jedoch auch eine Eutrophierung ausgelöst werden.

Session S 18: TRANSFORMATION UND RETENTION VON PHOSPHOR IN SEEN ODER "WHAT VOLLENWEIDER COULDN'T TELL US"

Phosphor-Retentionsmodelle für pH-neutrale Tagebauseen

Björn Grüneberg¹; Ina Hildebrandt²; Jacqueline Rücker³; Yvonne Kreutziger⁴; David Kneis⁵; Wilfried Uhlmann⁴; Dirk Seiler⁴; Thomas Petzoldt⁵; Adrian Horn²; Thomas Gonsiorczyk⁶; Dieter Leßmann³, Brigitte Nixdorf³

¹ Landeslabor Berlin-Brandenburg; ² BGD ECOSAX GmbH; ³ Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg, Lehrstuhl Gewässerschutz; ⁴ Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann; ⁵ Technische Universität Dresden, Institut für Hydrobiologie; ⁶ Leib

Die Landschaft in Deutschland wird durch den ehemaligen Braunkohlenbergbau um über 500 Seen reicher, von denen die meisten pH-neutral sein werden. Auch unter zunehmenden Nährstoffeinträgen in Folge intensiverer Nutzung der Seen und der Einzugsgebiete muss eine gute Wasserbeschaffenheit sichergestellt werden. Die seit Jahrzehnten für natürliche Seen genutzten empirischen Trophie-Modelle (Vollenweider-Typ) sind für die meisten Tagebauseen (TBS) nicht anwendbar, weil sie deren Resilienz gegenüber Nährstoffeinträgen unterschätzen und zu hohe seeinterne Nährstoffkonzentrationen prognostizieren. Ursache für das hohe Phosphor-Retentionsvermögen sind vor allem bergbaulich bedingte Einträge von Eisen und Aluminium. Ziel des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projekts ist es, empirische Modellansätze zu entwickeln, mit denen eine genauere Abschätzung der tolerierbaren P-Belastung möglich ist, ohne dass es zu einer Verschlechterung der Trophie kommt. Im methodischen Ansatz werden neben den Bilanzdaten (Zulauffracht, seeinterne P-Konzentration, Wasserverweilzeit) auch „Indikatoren der bergbaulichen Belastung“ insbesondere das Fe:P-Verhältnis im Sediment und im Porenwasser integriert.

In einer Metaanalyse wurden zunächst 74 TBS unterschiedlichen Alters (Flutungsende 1952 bis 20: Ökologische Wechselwirkungen diffuser Xenobiotika-Einträge in stehende Gewässer²²) des Lausitzer und Mitteldeutschen Braunkohlereviere nach einem Kriterienkatalog auf ihre Eignung für die Modellentwicklung geprüft. Nachdem viele TBS aufgrund von Behandlungen zur Neutralisation, unklarer bergbaulicher Beeinflussung oder fehlender (Grundwasser-) Gütemodelle aus dem Datensatz entfernt wurden, stehen Daten aus 39 neutralen TBS für Modellanpassungen zur Verfügung. Eine erste Datenanalyse ergab, dass sich bei einer TP-Flächenbelastung von 0,03 – 0,5 g m⁻² a⁻¹ für neutrale TBS eine mittlere TP-Konzentration von 6,3 ± 3,1 µg L⁻¹ ergibt, während in natürlichen Seen des Norddeutschen Tieflands bei gleicher Belastung die mittlere TP-Konzentration bei 41 ± 17 µg L⁻¹ liegt. Das hohe P-Bindungspotential in TBS ist auf die bergbauliche Beeinflussung zurückzuführen, die an einem hohen molaren Fe:P-Verhältnis im Sediment (95 ± 79) und an Sulfatkonzentrationen bis 1.830 mg L⁻¹ erkennbar ist. Im Vortrag werden die Ursachen der hohen P-Retention von TBS auch im Hinblick auf deren zukünftige Entwicklung und zunehmende stoffliche Belastungen diskutiert sowie erste Ergebnisse von Modellanpassungen und deren Nutzen für die gewässerökologische Praxis präsentiert.

Nahrungsqualität versus Nahrungsquantität – Einblicke in die Nahrungsansprüche der Flussperlmuschel

Felix Grunicke¹; Annekatriin Wagner²; Antje Kuhr²; Thomas Berendonk²

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

Die Flussperlmuschel (FPM, *Margaritifera margaritifera*) als Schlüssel- und Flaggschiffart ist eine der am stärksten bedrohten Arten Europas. In den vergangenen Jahrzehnten wurden mit Erfolg mehrere Nachzuchtprogramme gestartet, um die Art in Mitteleuropa vor dem Aussterben zu bewahren. Parallel dazu wurden die Ursachen für den Rückgang der Art sowie ihre Habitatansprüche intensiv erforscht.

Über die Nahrungsansprüche der FPM ist bisher jedoch nur sehr wenig bekannt. Im Rahmen des Verbundprojekts ArKoNaVera wurden Labor- und Freilandversuche mit nachgezüchteten juvenilen FPM durchgeführt. Um die Nahrungsansprüche dieser Art zu untersuchen wurden Fraßexperimente mit post-parasitären FPM durchgeführt, in denen die Überlebens- und Wachstumsraten der Muscheln in Abhängigkeit von Nahrungsquantität und -qualität untersucht wurden. Dazu wurden die FPM in 100 ml-Dosen gehalten und mit verschiedenen natürlichen Nahrungsressourcen gefüttert. Die Nahrungsressourcen wurden hinsichtlich ihres Kohlenstoffgehalts und dem Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren charakterisiert.

Juvenile FPM, die mit Detritus, welcher direkt im Bach gesammelt wurde, gefüttert wurden, zeigten höhere Überlebens- und Wachstumsraten als FPM, die mit Detritus aus terrestrischen Quellen, Detritus aus dem Bachinterstitial oder mit Algen aus Laborkulturen gefüttert wurden.

Darüber hinaus zeigte sich, dass ein positiver Zusammenhang (Monod Typ) zwischen den Wachstumsraten juveniler FPM und der verfügbaren Futtermenge (POC in der Fraktion < 30µm) besteht. Die Menge an assimiliertem Material war dagegen sehr gering, sodass der positive Zusammenhang folglich eher auf die gleichzeitige (gekoppelte) Erhöhung von Spurenstoffen im Futter zurückzuführen ist. Dies könnten z.B. mehrfach ungesättigte Fettsäuren wie Omega-3-Fettsäuren sein. Deren Anteil am Futter zeigte im Experiment ebenfalls einen positiven Zusammenhang zur Wachstumsrate juveniler FPM, was darauf schließen lässt, dass die Nahrungsqualität für die FPM von entscheidender Bedeutung ist. Folglich sollte in zukünftigen Nachzuchtprogrammen und bei der Renaturierung von FPM-Habitaten ein stärkerer Fokus auf die Verfügbarkeit hochqualitativer Nahrungsressourcen gelegt werden.

The potential of sulphate reduction to impede a long-term effect of iron amendments on sedimentary phosphorus retention

Lena Heinrich; Michael Hupfer

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

The effectiveness of iron (Fe) as precipitant is considered limited by anoxic and sulphidic conditions. We compared the long-term effect of Fe amendments on the sedimentary phosphorus (P) retention in two lakes located in Berlin (Germany) taking into consideration the supply of sulphur (S) to the sediments.

In Plötzensee, the internal P precipitation by Fe hydroxide was part of a set of management measures around the year 2000. Thereafter, the eutrophic status improved. By sediment core investigations, we found that the Fe-rich layer did not contain a higher total P content in comparison to reference layers. In addition, sequential P extraction and XRD did not indicate an increase of Fe bound P. In contrast, we found an enrichment of S in the Fe-rich layer and identified pyrite, FeS₂. A large increase of the molar S/Fe ratio in the Fe-rich layers from 2001 to 2019 indicates that S did not precipitate with Fe immediately but later on.

In Groß Glienicker See, Fe hydroxide and Fe chloride were applied in 1992. Due to the internal P precipitation and decreased external P inputs, the lake changed from highly eutrophic to mesotrophic. After the Fe treatment, TP contents in the sediment increased largely and the Fe(II)-P mineral vivianite contributed significantly to the high P retention in anoxic sediments [1]. Nevertheless, Fe sulphide was identified in this sediment [1].

The two sediments differed regarding the supply of S. The sulphate reduction rate in Groß Glienicker See was significantly lower (Wilcoxon rank sum test, $W = 28$, $p = 0.009$) than in Plötzensee. A one-box lake model related the S fluxes between water and sediment to monitoring data from the water column and to sediment inventories. As a result, sulphate reduction explained both the decrease of measured sulphate concentrations after the iron applications as well as the increase of S deposition in the sediments.

In summary, anoxic conditions did not impede the effect of the Fe amendment in Lake Groß Glienicke [1]. However, S provided by sulphate reduction prevented the continuous effect of the Fe amendment on the P retention in the sediment of Lake Plötzensee and competed with P retention in Groß Glienicker See. We conclude, that in order to achieve a long-term effect of Fe treatment, the dose calculation must take into account not only the amount of P to be fixed but also the expected sulphate reduction over a long period.

[1] Rothe, M. et al. (2014). *Biogeosciences*, 11(18), 5169-5180.

„Faktencheck Artenvielfalt“ in Binnengewässern und Auen

Daniel Hering¹; Claudia Pahl-Wostl; Ursula Schmedtje; Christian Feld; Phillip Haubrock; Hanh Nguyen; Peter Haase

¹ Universität Duisburg-Essen

Für Deutschland wird derzeit ein „kleines IPBES“ erstellt – ein Faktencheck zur Entwicklung der Artenvielfalt in allen Ökosystemtypen (Wälder, Agrarlandschaft, urbane Lebensräume, Böden, marine Lebensräume, Binnengewässer und Auen). Das Projekt hat eine dreijährige Laufzeit und wertet überwiegend vorhandene Studien aus. Ein besonderes Gewicht haben Zeitreihen, um Daten-gestützt Aussagen über die Entwicklung der Biodiversität treffen zu können.

In dem Beitrag wird das Konzept für das Kapitel „Binnengewässer und Auen“ vorgestellt. Das Kapitel betrachtet individuell die wesentlichen aquatischen Ökosystemtypen: Flüsse, Flussauen, Seen, Kleingewässer und Grundwasser. Nach einer kurzen Einführung zu Status und Trends der aquatischen Biodiversität in Deutschland werden für die verschiedenen aquatischen Ökosystemtypen direkte und indirekte Treiber von Biodiversitätsänderungen analysiert, die Auswirkungen der Biodiversitätsänderungen auf Ökosystemleistungen dargestellt und das Wissen zur Wirkung von Maßnahmen zusammengefasst.

Neben internationaler Literatur werden insbesondere auch deutschsprachige Studien und unveröffentlichte Gutachten mitberücksichtigt. In dem Beitrag wird ein erster Literaturüberblick gegeben und ein System vorgestellt, mit dem alle Interessierten relevante Studien beitragen können.

Evaluation eines Modellkonzeptes für die Prognose der Wasserbeschaffenheitsentwicklung von Bergbaufolgeseen

Ina Hildebrandt¹; Kai-Uwe Ulrich¹; Adrian Horn¹; Lutz Weber²; Claus Nitsche¹

¹ BGD ECOSAX GmbH; ² LMBV Lausitzer u. Mitteldt. Bergbau-Verwaltungsges. mbH

Eine zuverlässige Prognose der Wasserqualität ist unerlässlich, um die behördlichen Ziele für die Beschaffenheit in Ableitern und die Nutzung der Bergbaufolgeseen zu erreichen und die ökologisch und wirtschaftlich am besten geeignete Sanierungstechnologie anzuwenden.

Hierfür wurde von der BGD ECOSAX GmbH vor mehr als 10 Jahren ein Modellkonzept entwickelt und angewendet. Auf Basis einer detaillierten Prozessanalyse wurden in die angewendete Software PHREEQC auch die Quantifizierung der Stofffrachten aus Auslaugungs- bzw. Verwitterungsprozessen durch Erosion, Sickerwasserneubildung, hypodermischem Abfluss, Grundwasserzuflüssen sowie Diffusion zwischen Sediment und Wasserkörper eingebunden. Auf Basis des Kenntnisstandes zu den Ausleitbedingungen bzw. Nutzungszielen des Bergbaufolgesees und zum Einzugsgebiet (geohydraulische Bilanzen (inkl. Sickerwasserneubildung), Mess- und Analyseergebnisse (Kippe, Sediment, Grundwasser, Oberflächenwasser) wird mittels Epignose entschieden, welche der oben benannten Prozesse wesentlich sind. Daraus resultierte ein objektspezifisches Prognosemodell, das zunächst der Sensitivitätsanalyse unterzogen wird. Die Zielstellung besteht in der objektspezifischen Parametrisierung der wesentlichen Prozesse. Hierfür werden Prozessparameter verwendet, die wir für verschiedene Bergbaufolgeseen ermittelt haben und die in der von uns entwickelten Datenbank LabD in Korrelationsbeziehung zu einfach ermittelbaren Kennwerten gespeichert sind.

Um die Zuverlässigkeit des entwickelten Modellkonzeptes und unserer Prognosen zu beurteilen, haben wir die Monitoringdaten der letzten 8 - 10 Jahre mit unseren Prognosen (mitteldeutscher San.Bereich) zur Wasserqualität verglichen. Betrachtet werden zwei hinsichtlich ihrer Säurebelastung unterschiedliche Bergbaufolgeseen: der Schladitzer See mit geringer Säurebelastung sowie der Bockwitzer See mit hoher Säurebelastung und geringer Säurepufferkapazität. Im Fall des Schladitzer Sees ergab sich, dass die oben benannten Detailprozesse für die Quantifizierung der Stofffrachten nicht zu berücksichtigen sind. Für den Bockwitzer See mussten alle oben benannten Detailprozesse für die Quantifizierung der Stofffrachten objektspezifisch parametrisiert werden.

In beiden Fällen ergab der Vergleich zwischen den prognostizierten und gemessenen Werten eine bisher nicht erreichte Genauigkeit der Prognose. Im Vortrag wird das entwickelte Modellkonzept vorgestellt und Übertragbarkeit auf andere Anwendungsfälle diskutiert.

Mikroplastikaufnahme von Zooplanktonorganismen mit filtrierender Ernährungsweise: Geringes Futterangebot und erhöhte Temperatur verstärken die Belastung

Nadine Hoffschroer

Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Die Kontamination von limnischen Lebensräumen mit Mikroplastik bedroht besonders filtrierende Organismen wie Kleinkrebse der Gattung *Daphnia*, da sie bei der Nahrungsaufnahme als unselektive Filtrierer Mikroplastikpartikel aufnehmen können. So kann eine Anreicherung im Verdauungstrakt der Tiere erfolgen. Gleichzeitig dient Zooplankton als Nahrungsgrundlage für viele andere Wasserorganismen. Unter Verwendung der Modellorganismen *Daphnia magna* und *Daphnia pulex* konnte die Auswirkung der Futterquantität und der Wassertemperatur auf die Aufnahme von Polyesterkugeln (\varnothing 1 μm , 200 ng/ml) untersucht werden. Bei niedrigem Nahrungsangebot und erhöhter Temperatur war die Aufnahmerate der Mikroplastikkugeln erhöht. Dies spiegelte die komplexen Regulationsmuster des durch die Thorakopoden der Tiere erzeugten Wasserstroms wider. Innerhalb einer Stunde konnte eine Anreicherung von Mikroplastik im Tier auf das 11-fache der Konzentration im Außenmedium beobachtet werden. Um Auswirkungen eines mit Fremdkörpern gefüllten Darmtrakts auf die Physiologie der Tiere zu untersuchen, wurde der Kohlenhydratgehalt von *Daphnia* nach Mikroplastikaufnahme als Indikator für den Energiestatus des Organismus herangezogen. Die Mikroplastikexposition über drei Tage mit und ohne Fütterung mit *Desmodesmus subspicatus* hatte keinen Einfluss auf die Glykogenreserven der Tiere über die Reaktion auf die vorherrschenden Futter- und Temperaturbedingungen hinaus. Somit konnten trotz Mikroplastikaufnahme bei vorhandenem Nahrungsangebot die Verdauungsprozesse und die Nährstoffaufnahme in ausreichendem Maß erfolgen. Eine Projektion der Laborexperimente auf die Situation im Lebensraum See lässt somit die Vermutung zu, dass eine Kontamination durch Mikroplastikpartikel aufgrund der filtrierenden Nahrungsaufnahme von Zooplanktonorganismen besonders in warmen Gewässern und einer knappen Nahrungsversorgung, wie sie während der Klarwasserphase von Seen im Sommer vorkommt, zu einer erhöhten Belastung der Organismen führen wird.

Erhöhung der Klimaresilienz des Ruhrverbands-Talsperrensystems

Christian Huber

Ruhrverband

In den vergangenen zwölf Abflussjahren ist im Einzugsgebiet der Ruhr jeweils weniger Niederschlag gefallen als im langjährigen Durchschnitt. Insbesondere die letzten drei Jahre haben das Talsperrensystem, das Trink- und Brauchwasser für 4,6 Millionen Menschen, Industrie und Gewerbe bereitstellt, stark beansprucht. Das Ruhrverbandsgesetz aus dem Jahr 1990 schreibt Mindestabflüsse an einem Kontrollquerschnitt (Pegel Villigst) und einem Kontrollabschnitt (Pegel Hattingen Hattingen bis Ruhrmündung) der Ruhr vor. Bei der Festsetzung dieser Grenzwerte vor 30 Jahren waren allerdings die sich durch den Klimawandel abzeichnenden hydrologischen Veränderungen noch nicht absehbar.

Ziel eines Projektes, das der Ruhrverband gemeinsam mit dem nordrheinwestfälischen Umweltministerium und den Wasserversorgern im Ruhr-Einzugsgebiet initiiert hat, ist es daher, die Klimaresilienz des Talsperrensystems aus acht Talsperren durch eine angepasste Mindestwasserführung in der Ruhr zu erhöhen. Mit Hilfe des Wasserhaushaltsmodells LARSIM (Large Area Runoff Simulation Model) werden die Auswirkungen des Klimawandels auf die Abflussbildung berücksichtigt, um daraus abgeleitet mögliche neue Grenzwerte für die Mindestwasserführung festzulegen. Um die Auswirkungen dieser angepassten Mindestwasserführung auf die Gewässerökologie, aber auch auf die betroffenen FFH-Gebiete im Gewässer und in der Aue prognostizieren zu können, wurde ein Gewässergütemodell mit dem von der BfG entwickelten Modell QSIM (Quality Simulation) implementiert. Das Modell ist in der Lage, wichtige Güteparameter, aber auch Veränderungen von Fließgeschwindigkeiten und Wasserstände für verschiedene Abflussszenarien zu berechnen. Ein weiteres Arbeitspaket, das durch die Universität Duisburg-Essen bearbeitet wird, umfasst ökotoxikologische Fragestellungen. Modelliert werden Szenarien, die eine verminderte Mindestwasserführung an den Referenzpegeln beinhalten.

Die wichtigsten Ergebnisse des Projektes werden vorgestellt.

Die rätselhafte Eutrophierung des Stechlinsees: Einblicke in die Mechanismen durch detaillierte Analysen des Phosphorhaushaltes

Michael Hupfer; Thomas Gonsiorczyk; Mark Gessner; Peter Casper

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

Seit 2011 ist es im Stechlinsee zu einer rasanten Eutrophierung gekommen. Die TP-Konzentrationen zur Frühjahrszirkulation sind von $14 \pm 5 \mu\text{g L}^{-1}$ (1970-2011) auf $64 \mu\text{g L}^{-1}$ (2020) angestiegen. In der gleichen Zeit haben sich die hypolimnischen O₂-Zehrungsraten während der Sommerstagnation von $0.4 \pm 0.1 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (1970-2011) auf $1.0 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (2019) mehr als verdoppelt. Die sommerlichen Sichttiefen zeigen bereits seit dem Jahr 2000 eine kontinuierliche Abnahme um $0,3 \text{ m a}^{-1}$.

Es gibt jedoch auch große saisonale Schwankungen des P-Gehalts im Wasserkörper und an der Sedimentoberfläche. Im Frühjahr dominieren Festlegungsprozesse und in der zweiten Jahreshälfte Mobilisierungsprozesse, die etwa zu einer Verdopplung des TP Gehaltes führen. Die Sedimente unterhalb von 50 m, die am Ende der Schichtung anoxisch werden, tragen mit nur 17% zur P Akkumulation im Hypolimnion bei. Erstaunlicherweise sind Sedimente aus Tiefen zwischen 20 und 50 m mit einer höheren Raten zur P Akkumulation beteiligt als unterhalb von 50 m. Ursache dafür sind Rückfällungsmechanismen unterhalb der Oxykline, die wahrscheinlich zu einem geochemischen Focusing von Phosphor führt. Die Analyse der P-Messungen während der Sommerschichtung zeigt, dass episodische Ereignisse zu deutlichen TP-Anstiegen in 0-20 m führen. Eine separate P-Bilanz für diese Wasserschicht ergab, dass ca. 800 kg P pro Jahr aus den Sedimenten bis 20: Ökologische Wechselwirkungen diffuser Xenobiotika-Einträge in stehende Gewässer m oder aus dem Einzugsgebiet kommen müssen. Nach derzeitigem Kenntnisstand liegen die nachweisbaren P-Einträge nur zwischen 100 und 200 kg. Nach dem Vollenweider Modell sind Einträge in den Seen von 950 kg pro Jahr notwendig, um eine Gleichgewichtskonzentration $45 \mu\text{gP /L}$ im See zu erreichen. In den vergangenen Jahrzehnten hat sich die Struktur des Litorals durch den Rückgang der Characeen und durch die Ausbreitung von Fadenalgen und anderen Aufwuchsalgen grundlegend verändert. Eine Erklärung für die höherer P-Verfügbarkeit besteht darin, dass dadurch Transportprozesse ausgelöst werden, die zu einer Verfrachtung von Partikeln und Phosphor in die Tiefe führen und dort durch redoxkontrollierte Prozesse mobilisiert werden. Es werden weitere Hypothesen, wie bisher unentdeckte externe P-Lasten, Auswirkungen des Klimawandels und extremer Wetterereignisse auf die Entwicklung des Sees diskutiert.

Taxonomic shift over a phosphorus gradient affects the stoichiometry and fatty acid composition of stream periphyton

Alessandra Iannino; Alexander T.L. Vossage; Markus Weitere; Patrick Fink

Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ

Phosphorus enrichment of stream ecosystems increases primary production in the benthos, but less is known about eutrophication effects on periphyton nutritional quality for grazers. On short time scales, high phosphorus inputs lead to low C:P ratios and high essential fatty acid content of periphyton, which are major determinants of food quality for grazers. However, in the long run, nutrient enrichment may alter the taxonomic composition of periphyton and favor the growth of less nutritious algal taxa. In this study, periphyton was grown under a gradient of dissolved phosphorus availability, to investigate eutrophication effects on periphyton taxonomy, C:P stoichiometry and fatty acid composition. After one month, periphyton grown under oligotrophic conditions was mainly composed of diatoms. With increasing phosphorus availability, diatoms were gradually outcompeted by chlorophytes and cyanobacteria, which dominated under eutrophic conditions. Unexpectedly, periphyton C:P was the lowest under oligotrophic conditions and increased with phosphorus availability, reflecting a tendency of chlorophytes and cyanobacteria to produce more biomass relative to phosphorus compared to diatoms. Periphyton essential fatty acid content followed a unimodal relationship with phosphorus availability and peaked at intermediate phosphorus levels, as a result of both taxonomic and nutrient effects. Our results show that phosphorus-driven eutrophication may worsen periphyton nutritional quality in streams due to taxonomic sorting, which may further lead to a reduced fitness for herbivores.

Saisonale Variabilität der Einflüsse von geografischer Lage, Morphometrie und Klimawandel auf die Wassertemperatur von deutschen Trinkwassertalsperren

Kathrin Jäschke¹; Thomas Petzoldt¹; Lothar Paul

¹ TU Dresden, Institut für Hydrobiologie

Das Temperaturregime und saisonale Schichtungsverhalten von Seen und Talsperren hängt maßgeblich von ihrer Lage (geografische Höhe, Breite, Länge) und ihren morphologischen Eigenschaften (Oberfläche, Volumen, mittlere Tiefe) ab. Auswirkungen des Klimawandels auf die Wassertemperatur und demzufolge auf Änderungen in den Schichtungs- und Durchmischungsverhältnissen bis hin zur Biologie können demnach verschiedene Muster zeigen.

Auf der Grundlage von Mitgliedsunternehmen der Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e.V. bereitgestellten, im Zeitraum von 1993 bis 20: Ökologische Wechselwirkungen diffuser Xenobiotika-Einträge in stehende Gewässer¹¹ erhobenen Daten von 33 Talsperren wurden multiple lineare Zusammenhänge zwischen den genannten Variablen und den jeweiligen Monatsmitteln der Wassertemperatur in 3 m Wassertiefe geprüft. Das hinsichtlich möglichst hoher Bestimmtheit (Korrelationskoeffizient r^2) und gleichzeitig geringer Komplexität am besten geeignete Modell ergab, dass die geografische Höhenlage ganzjährig einen negativen und von Februar bis Dezember den größten Einfluss auf die Wassertemperatur hat. Die geografische Breite wirkt sich ebenfalls ganzjährig negativ aus. Die geografische Länge dagegen zeigt in den Monaten November bis April einen negativen Einfluss, in den übrigen Monaten einen wenig positiven Einfluss. Im Osten sind die Talsperren daher im Winter kühler als die im Westen. Die Morphologie wirkt sich insoweit aus, als das der Einfluss der mittleren Tiefe in den Monaten März bis Mai negativ und in den Monaten September bis Januar positiv, sonst aber relativ unbedeutend ist. Das bedeutet, dass die Morphologie in Erwärmungs- und Abkühlungsphasen einen Einfluss hat. Im betrachteten Zeitraum von 1993 bis 20: Ökologische Wechselwirkungen diffuser Xenobiotika-Einträge in stehende Gewässer¹¹ ist in allen Monaten des Jahres mit Ausnahme des Augustes ein tendenzieller Anstieg der oberflächennahen (epilimnischen) Temperaturen infolge des Klimawandels festzustellen. Besonders deutlich ist dieser in den Monaten April bis Juli.

Die Ergebnisse der Studie belegen, dass der Klimawandel zwar globale Ursachen, aber selbst in relativ kleinräumigen Maßstäben lokal unterschiedliche Folgen auf Durchmischungs- und Schichtungsverhältnisse sowie auf die biologischen Vorgänge aufgrund der unterschiedlichen geografischen Lage und Morphologie der Gewässer haben wird. Dies ist von großer Bedeutung, u.a. für die Anpassung der Talsperrenbewirtschaftung an die sich schnell ändernden klimatischen Bedingungen.

Der Graben als „Futtertrog“? Eklektorfänge in ausgewählten Gräben Nordwestdeutschlands

Kena Jürgens; Lisa Tunder; Ellen Kiel

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, IBU, AG Gewässerökologie und Naturschutz

Obwohl Gräben anthropogen gestaltete und genutzte Entwässerungsstrukturen sind, kann sich darin eine Vielzahl an Insekten entwickeln, die in der intensiv genutzten Kulturlandschaft als Nahrungsressource für terrestrische Räuber von Bedeutung ist. Über die Menge sich in Gräben entwickelnder Insekten, die als Beute für Schwalben oder andere Räuber dienen können, sind allerdings kaum Untersuchungen bekannt.

Diese Studie zielte darauf ab, in drei landschaftstypischen Gräben im Einzugsgebiet der Jade (Niedersachsen) Insekten zu erfassen und die Produktivität der Systeme zu vergleichen. Die untersuchten Gräben bildeten den Beginn eines Grabensystems und wiesen eine homogene Umfeldnutzung auf. Sie drainierten Marsch-, Moor- und grundwasserbeeinflusste Mineralböden und verliefen in konventionell bewirtschaftetem Grünland, welches als Viehweide oder zur mehrschürigen Mahd genutzt wurde. Für die Untersuchungen wurden im Längsschnitt der Gräben zwei Abschnitte unterschieden. Auf jeden Abschnitt wurden von Mitte April bis Mitte September sieben schwimmende kegelförmige Emergenzfallen (\varnothing 31,5 cm) so positioniert, dass der Grabenquerschnitt repräsentativ untersucht werden konnte. Wöchentliche Beprobungen erfassten zudem morphologische Parameter (u. a. Wasserspiegelbreite, Wassertiefe) und abiotische Faktoren des Wasserkörpers (u.a. Sauerstoff, Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert). Die Auswertung differenzierte das Ordnungsniveau der Fänge.

Dipteren dominierten während des gesamten Untersuchungszeitraumes die Eklektorfänge. Sie stellten 65 % der im Untersuchungszeitraum insgesamt gefangenen Individuen. Maximale Individuenzahlen pro Falle traten mit durchschnittlich 33 Individuen pro Woche im Frühsommer auf. In diesem Zeitraum dominierten Coleoptera und Nematocera. Die Daten insgesamt weisen auf eine hohe Produktivität dieser kleinen Grünlandgräben hin. Sie zeigen, dass nicht nur die Landschaft Gräben in Nordwestdeutschland prägt, sondern Gräben auch ihre Umgebung prägen.

Lagrangian profile of riverine autotrophy, organic matter transformation, and micropollutants at extreme drought

Norbert Kamjunke; Markus Weitere

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung

Large rivers play a relevant role for matter processing on their way to the ocean. Hydrological conditions might affect these processes, and droughts are predicted to occur more frequently in future. Here we tested whether unusual values of water quality are observed under drought conditions compared to normal discharge, e.g., promoted autotrophic processes, affected heterotrophic carbon utilization, and increased micropollutant concentrations. We performed a Lagrangian sampling in a 600 km section of the River Elbe (Germany) at historically low discharge. Phytoplankton biomass and photosynthesis increased from upstream to downstream sites but maximum chlorophyll concentration was lower than in other years due to lower global irradiation. Concentrations of dissolved nutrients decreased to low nitrate values and phosphate depletion. The longitudinal increase of bacterial abundance and production was less pronounced than in wetter years but bacterial community composition changed downstream. The concentration of dissolved organic carbon and fluorescence indices did not change along the river stretch. However, molecular analyses revealed clear patterns: While many DOM components showed a longitudinal increase due to microbial production, saturated lipid-like DOM, unsaturated aromatics and polyphenols, and some CHOS surfactants declined. In decomposition experiments, DOM components with high O/C ratios and high masses decreased whereas those with low O/C ratios, low masses, and high nitrogen content increased. Radiocarbon age analyses showed that DOC was relatively old (890-1870 years B.P.), whereas the mineralized fraction was much younger suggesting predominant oxidation of algal lysis products and exudates. Micropollutants determining toxicity for algae (terbutylazine, terbutryn, isoproturon and lenacil) as well as hexachlorocyclohexanes and DDTs showed higher concentrations from the middle towards the downstream part of the river but calculated toxicity was not negatively correlated to phytoplankton. Overall, extreme drought conditions did neither cause extreme increases of autotrophic and heterotrophic processes nor an extraordinary exposure to micropollutants.

Berliner Biodiversitätsdaten für ein EBV-basiertes Langzeitmonitoring

Nike Sommerwerk¹; Jörg Freyhof,¹; Sandra Heinze¹; Martina Lutz¹; Katharina Kasper²

¹ Museum für Naturkunde Berlin ; ² Museum für Naturkunde - Leibniz Institute for Evolution and Biodiversity Science

Wie hat sich Biodiversität verändert? Eine simple Frage, die derzeit kaum datenbasiert zu beantworten ist. Doch das effektive Bewirtschaften und Schützen von Biodiversität erfordern eine umfassende und solide Datengrundlage. Oft wird Biodiversität nicht in Form einer einzelnen Variable erhoben. Vielmehr werden Daten zu einzelnen Elementen und Dimensionen von Biodiversität erhoben, die erst in ihrer Zusammenschau etwas über den Zustand und die Veränderungen von Biodiversität aussagen können. Noch dazu werden diese Daten von einer Vielzahl von Akteur*innen aus Administration, Wissenschaft und Zivilgesellschaft gesammelt, weshalb sie heterogene Formate aufweisen und über verschiedenste Institutionen und Verbände verteilt liegen.

Das Museum für Naturkunde Berlin (MfN) stellt sich der Herausforderung, Biodiversitätswandel datenbasiert greifbar zu machen mit einem neuen Forschungsschwerpunkt. Hierzu werden vorhandene Daten und Akteur*innen zusammengebracht, Langzeitdatenreihen entwickelt, taxonomische und thematische Erfassungslücken geschlossen und spezifische, politisch-relevante Indices erarbeitet. Dabei orientieren wir uns an den Essentiellen Biodiversitätsvariablen¹ (EBVs), die von genetischer Komposition bis hin zu Ökosystemstrukturen reichen.

Wir stellen erste Ergebnisse und das Potential dieses Vorhabens beispielhaft anhand der WRRL Daten zu Fischen aus Berlin vor.

Langzeitmonitoring eines künstlichen Gewässers mit Badebetrieb und Angelfischerei

Albert Keim; Albert Keim

Institut für Gewässer und Fischerei, Bruchsal

Über 13 Jahre wurde ein stillgelegter Baggersee mit Badebetrieb und Angelfischerei im Landkreis Karlsruhe limnologisch bearbeitet. Eine Korrelation zwischen dem Rotaugenbesatz und dem TDP/TP-Verhältnis wurde erstellt und eine polynomische Regression zwischen dem Gesamtphosphor und dem Trockengewicht der Cladoceren. Die Rolle von Nahrungs- und Fluchthabitat wird deutlich im Räuber-Beute-Verhältnis von gröÙenselektiven Planktivoren zu den Cladoceren.

Effects of multiple stressors on invertebrate communities in shallow freshwater habitats

Nora Kipferler¹; Gregorio A. López Moreira. M²; Franz Hölker²; Vinita Vijayaraj³; Bastian H. Polst⁴; Joey Allen⁵; Joséphine Leflaive⁵; Mechthild Schmitt-Jansen⁴; Sabine Hilt²; Martin Laviale³; Elisabeth M. Gross³, Herwig Stibor¹

¹ Ludwig-Maximilians University Munich, Department of Biology, Aquatic Ecology, Munich, Germany ; ² Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB), Berlin, Germany ; ³ Université de Lorraine, LIEC CNRS, Metz, France; ⁴ Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, ⁵ Laboratoire écologie fonctionnelle et environnement, Université de Toulouse, France

Due to their special characteristics, shallow aquatic freshwater habitats provide vital ecosystem functions but are also vulnerable to multiple stressors. These stressors can have a multitude of effects on pond communities. Interactions between organisms, indirect effects and the combination of more than one stressor make predictions about how stressors affect ecosystem dynamics nearly impossible.

In this project we investigated the combined effect of elevated temperatures and a pulse of agricultural runoff (ARO) including biocides, copper and nitrate on pond food web dynamics. We analysed how these combined stressors influence dynamics, functional diversity and abundance of invertebrates. Artificial outdoor ponds were exposed to a gradient of ARO, either at ambient temperature or +3°C. Laboratory microcosms contained only regularly fed zooplankton, exposed to the same ARO biocides, nitrate and a 3°C temperature increase in a multifactorial design, to allow for disentangling of the effects of single and combined stressors.

In the mesocosms, no clear pattern could be shown for combined effects of ARO and temperature on zooplankton. Investigations in less complex and highly controlled microcosm systems showed no effects of stressors on abundance of total zooplankton but compensating positive and negative effects of biocides and nitrate on individual zooplankton groups. Similar microcosm experiments with different zooplankton communities showed very strong effects of community identity on experimental outcomes.

In summary, these results show that the effects of the stressors ARO and temperature on abundance and diversity of invertebrates differed in dependency of the complexity and composition of the observed community. Indirect effects resulting from stressors can mask the direct effects, hence zero net effects of stressors on bulk parameters of complex communities should not be misinterpreted as a no-effect scenario.

Cyanobakterienblüten in der Mosel: Ausnahmephänomen oder neue Normalität?

Julia Kleinteich¹; Marieke Frassl¹; Annette Becker¹; Andreas Schoel¹; Sonja Courth²; Björn Baschek¹; Tobias Brehm¹; Manoj Schulz¹; Arne Wick¹; Helmut Fischer¹

¹ Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG); ² Universität Trier / Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Seit dem Jahr 2017 treten in der Mosel im Spätsommer Cyanobakterienblüten über mehr als 250 Flusskilometer auf. Im Hitzejahr 2018 war die Blüte besonders stark ausgeprägt und währte bis in den späten Oktober. Cyanobakterien können Allergien auslösen sowie toxische Sekundärmetabolite bilden und stellen daher ein Gesundheitsrisiko für verschiedene Nutzergruppen dar. Darüber hinaus kann die aufgebaute Biomasse zu einer Sauerstoffzehrung und anderen unerwünschten Folgen im Flussökosystem führen.

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde untersuchte zwischen 2017 und 2020 die Cyanobakterienblüten anhand von physikalisch-chemischen Wasserparametern, biologischen Komponenten, Toxinanalysen sowie Satellitenbilddauswertung. Zusätzlich standen vergleichende Langzeitdaten (1997-2020) der Mosel zur Verfügung. Die Blüten in 2017, 2019 und 2020 bestanden bis zu 85 %, in 2018 bis zu 95 % aus Cyanobakterien (Anteil Chlorophyllfluoreszenz), wobei mehrere Arten der Gattung *Microcystis* dominierten (mikroskopische Auswertung); deren Vertreter können das Lebertoxin Microcystin synthetisieren. Die quantitative Bestimmung der Microcystin-Kongeneren (MC-RR, MC-YR und MC-LR) mittels LC-MS/MS ergab Konzentrationen von maximal 3 µg/L (Trinkwassergrenzwert 1 µg/L). Im Vergleich zur hohen Zelldichte von *Microcystis* liegen die Konzentrationen damit eher niedrig. Eine Satellitendaten gestützte Untersuchung der Cyanobakterienblüte zeigte deren räumlich-zeitliche Verteilung über einen 250 km langen Flussabschnitt. Insgesamt ergab sich eine gute Korrelation der Satellitenauswertung mit in-situ Messungen des Chlorophyll-a. Positiv auf die Korrelationen wirkten sich geringe Trübungswerte, hohe Chlorophyll-a-Gehalte und kurze Zeiten zwischen Überflug und Probennahme aus. Die Analyse der Langzeitdaten zeigte einen Rückgang der gelösten Stickstoff- und Phosphorkonzentrationen seit 1997, der mit einer Verminderung der Primärproduktion (indiziert durch Chlorophyll-a) einhergeht. Es ist daher unwahrscheinlich, dass die jüngsten Blüten durch Eutrophierung hervorgerufen werden, allerdings liegt auch keine Nährstofflimitation des Phytoplanktons vor. Es ist zu vermuten, dass die Entwicklung der Cyanobakterienblüten mit langanhaltenden Trocken- und Hitzeperioden und daraus resultierenden geringen Fließgeschwindigkeiten in der stauregulierten Mosel zusammenhängen. Die Mosel und die hier beobachteten Prozesse könnten daher als Modell für die Zukunft auch anderer europäischer Flüsse im Klimawandel dienen.

Methodenstudie zur Erfassung von Makroinvertebraten in Gräben

Elisabeth Klimont; Lisa Tunder; Jakob Kalus; Ellen Kiel

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Viele Aussagen über die Makroinvertebratenfauna und die Ökologie von Gräben basieren auf Daten, die mithilfe von Kescherfängen erhoben wurden. Diese Daten gestatten jedoch weder Flächen und Volumenbezüge noch lässt sich ihr Einsatz in umfangreichen Monitorings gut standardisieren. Stechrohre und Stechrahmen hingegen ermöglichen quantitative Datenaufnahmen. Über ihre Eignung für die Erfassung der Grabenfauna und die Grenzen ihrer Aussagekraft war zuvor allerdings wenig bekannt. Im Mai 2019 wurde deshalb an zwei Gräben im Einzugsgebiet der Jade (Niedersachsen) eine Vergleichsstudie durchgeführt. Die Bewertung der Probenahmetechniken umfasste Aspekte der Normierung, Effektivität, Validität und Ökonomie. Beide Gräben dienen der Entwässerung intensiv landwirtschaftlich genutzter Marschen- bzw. Moorgebiete im Einzugsgebiet der Jade und ähneln sich in Bezug auf Morphologie, Hydrologie und Management. In jedem Graben wurden zwölf Untersuchungsabschnitte festgelegt. Je Abschnitt erfolgte zeitgleich eine Beprobung mit Stechrohr und Stechrahmen. Um die Artenabdeckung durch Stechrohr und Stechrahmen zu prüfen, entnahmen wir in den Abschnitten anschließend normierte Kescherproben.

Beide Probenahmetechniken eigneten sich zur quantitativen Datenerhebung. Unterschiede der Grabenfauna und Individuendichte zwischen den Gräben wurden von Stechrohr und -rahmen übereinstimmend abgebildet und konnten als valide eingestuft werden. Mit dem Stechrohr konnten allerdings signifikant mehr Individuen pro Fläche und pro Volumen erfasst werden als mit dem Stechrahmen. Die nachträgliche Beprobung der Wassersäule mit dem Kescher ergänzte das mit Stechrohr und Stechrahmen erfasste Arteninventar beider Gräben. Dabei handelte es sich um Arten, die in den Kescherproben nur als Einzelexemplare oder mit geringer Individuenzahl auftraten.

Für die standardisierte quantitative Erfassung der grabenlebenden Makroinvertebraten erwies sich in unseren Gräben, aus Gründen der Normierung und Ökonomie, das Stechrohr als vorteilhaft. So ermöglichte das Stechrohr eine exaktere Beprobung der Wassersäule und gestaltete sich in der Handhabung als einfacher und weniger zeitintensiv.

Diverse microbial communities can serve as a barrier against antimicrobial resistance

Uli Klümper; Thomas U. Berendonk

TU Dresden, Institut für Hydrobiologie

Increased antimicrobial resistance (AMR) in a wide range of human pathogens is a growing public health threat, and the World Health Organization forecasts a post-antibiotic era for the 21st century. Nowadays, many surface waters are occasionally or chronically polluted by antimicrobial compounds, antibiotic resistant bacteria and antibiotic resistant genes through e.g. wastewater effluents. The role of the environment in promoting or hindering the dissemination of AMR is currently under scientific scrutiny. Here, we aim to elucidate whether the diversity of aquatic microbiomes could be a deciding factor in the resilience of aquatic ecosystems against proliferation of introduced AMR.

To study if highly diverse microbial communities can serve as a barrier to invasion by AMR, we inoculated the focal species, *E. coli*, with and without constitutively expressed, plasmid encoded AMR into artificial flumes systems with aquatic biofilms of differing diversity. Natural biofilms of different diversity were previously grown on exposure units in natural rivers with varying levels of anthropogenic impact. The invasion success of the focal resistant strain and the AMR plasmid were subsequently determined and correlated with the diversity of the invaded aquatic biofilm community.

Further, competition experiments between the susceptible and resistance focal species at 50:50 ratio were carried out in presence and absence of complex bacterial communities across a gradient of antibiotic concentrations ranging from no effect level, through minimum selective concentration of the susceptible strain to its extinction. The competitive intraspecies fitness of the resistant strain in comparison to its susceptible counterpart was measured throughout the evolution experiment. In both, absence and presence of the complex community, hosting the resistance genes provided a minimal burden under non selective as well as a significant fitness advantage under inhibitory conditions. While at community absence a significant advantage of the resistance strain was measured at low selective concentrations, this fitness benefit was close to nullified or even reversed, in presence of the complex community.

Our results hence demonstrate that maintaining healthy, diverse aquatic microbial communities can have a severe effect on the resilience of aquatic ecosystems towards invasion by AMR.

Patterns of antibiotic resistance in river bottom sediments

David Kneis¹; Stefanie Heß²; Thomas Petzoldt¹; Thomas Berendonk¹

¹ TU Dresden, Institut für Hydrobiologie; ² TU Dresden, Institut für Mikrobiologie

Antibiotic resistant bacteria (ARB) and the respective genes (ARG) represent biological water pollutants of increasing concern. ARB/ARG potentially originate from both point and non-point sources. While the role of wastewater effluents on the pollution of rivers with ARB/ARG has been demonstrated in a number of studies, the aspect of diffuse inputs to surface waters has gained less attention. We present results of an antibiotic resistance screening performed in a small river basin close to Dresden, Saxony. Besides six wastewater treatment plants, the catchments hosts several big livestock facilities. We performed a snapshot sampling to explore the spatial distribution of ARG abundance and diversity. Biofilm from the river bottom sediments was collected at 30 sites and the extracted DNA was shotgun sequenced. The metagenomic information was processed through a bioinformatics pipeline to obtain absolute and relative ARG abundances along with information on the composition of bacterial communities. We report on the identified links between ARG abundance and anthropogenic impacts as well as on how genotypic antibiotic resistance is related to community composition.

Genetische Vielfalt der Schleie (*Tinca tinca*) in Deutschland

Christoph Köbsch¹; Sascha Krenek²; Thomas Schiller³; Thomas Berendonk¹

¹ Technische Universität Dresden, Institut für Hydrobiologie; ² Technische Universität Dresden/Bundesanstalt für Gewässerkunde; ³ Technische Universität Dresden/Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft

Die genetische Vielfalt von Fischpopulationen kann langfristig über deren Stabilität und Bestehen entscheiden. Informationen über die populationsgenetische Struktur und Diversität sind daher dringend gefordert, um zukünftig sinnvolle Bewirtschaftungs- und Schutzmaßnahmen durchführen zu können, ohne die Integrität und Funktionalität der Populationen zu beeinflussen.

In einer von der deutschen Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung beauftragten Studie zur Erfassung der genetischen Variabilität von Wildpopulationen der Schleie in Deutschland wurden in den Jahren 2016 bis 2020: Ökologische Wechselwirkungen diffuser Xenobiotika-Einträge in stehende Gewässer 19 1103 Schleien aus 39 Populationen der Flussgebietseinheiten (FGE) Donau, Elbe, Ems, Oder, Rhein, Schlei-Trave, Warnow-Peene und Weser analysiert. Dabei wurde ein nicht-invasives Verfahren mittels forensischer Abstriche zur DNA-Gewinnung für die Schleie etabliert und verwendet. Die Erfassung der genetischen Daten erfolgte mittels 12: Limnologie in der Wasserkraft Mikrosatelliten-Loci und einem mitochondrialen Marker.

Die großräumige, überregionale Probenahme in acht FGEs, als auch die Erfassung der genetischen Diversität auf kleinräumiger Skala (mehrere Populationen pro Fluss und FGE) ermöglichten dabei eine detaillierte Erfassung der Variabilität und Differenziertheit auf mehreren hierarchischen Ebenen (zwischen FGEs, zwischen Populationen innerhalb der FGEs, und innerhalb der Populationen). Die Ergebnisse der mitochondrialen DNA-Analyse zeigten dabei eine starke Durchmischung der beiden Phylogruppen in allen FGE. Die populationsgenetische Analyse mittels Mikrosatellitenmarker wies eine moderate Diversität der Populationen bei gleichzeitig niedriger genetischer Differenzierung auf.

Die Ergebnisse dieser Studie ermöglichen eine praxisorientierte Bewertung der genetischen Distanzen bzw. Verwandtschaften in Hinblick auf die fischereiliche Bewirtschaftung und erforderliche Schutzmaßnahmen.

Rückhalt von Wasser und Nährstoffen durch Makrophyten in einem Flachlandfluss – Sinn und Unsinn der Entkrautung

Jan Köhler

IGB - Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei

Viele langsam fließende Gewässer werden regelmäßig gekrautet, um das Überschwemmungsrisiko zu verringern. Andererseits ist der Rückhalt von Wasser in Trockenperioden erwünscht. Zudem können Wasserpflanzen Nährstoffe, Phytoplankton und sonstige Schwebstoffe zurückhalten. Um pflanzendominierte Fließgewässer effektiv bewirtschaften zu können muss die Abhängigkeit dieser Retentionswirkungen von der Dichte der Pflanzenbestände bekannt sein. In der hier vorgestellten Studie wurden Krautstau, Rückhalt von Phytoplankton und Nährstoffen entlang eines 30 km langen Abschnitts der Spree über mehrere Jahre untersucht, wobei die Biomasse der Wasserpflanzen zwischen 0 und etwa 300 g TM/m² variierte. Entlang dieses Flussabschnittes wurden an 12 Stellen kontinuierlich die Wasserstände aufgezeichnet, der Durchfluss wurde an zwei Transekten etwa wöchentlich gemessen. Die Konzentrationen an Phytoplankton, P- und N-Verbindungen wurden wöchentlich an 10 Stellen erfasst, zudem wurden Sedimentations- und Denitrifikationsraten bestimmt. Die Wirkung von Wasserstandsänderungen im Fluss auf das Grundwasser in der Aue wurde in einem Transekt abgeschätzt. Die Intensität des Krautstaus war proportional zur Biomasse der Wasserpflanzen. Im Hochsommer bewirkten die Wasserpflanzen am Beginn des Spreeabschnittes eine Erhöhung des Wasserstandes um ca 80 cm, dieser Staueffekt verringerte sich bis auf Null kurz oberhalb der Berliner Seen und verschwand im Spätherbst mit den Wasserpflanzen. Moderate Entkrautung verringerte den Krautstau im Sommer um 20-30 cm. Veränderungen des Wasserstandes im Fluss pflanzten sich innerhalb weniger Stunden im Grundwasser fort. Durch die Pflanzenbestände wurden ca 90% des eingetragenen Phytoplanktons zurückgehalten, überwiegend auf den ersten Kilometern der Fließstrecke. Der Nährstoffrückhalt durch gesteigerte Sedimentation war deutlich höher als durch Einbau in Pflanzenbiomasse. Durch verhinderte Austrocknung der angrenzenden Niedermoorböden verringert der Krautstau auch den Eintrag von Nährstoffen. Die Wahrscheinlichkeit trockener Sommer wird zumindest regional zunehmen. Bei unterdurchschnittlichen Abflüssen ist nicht nur die Retention von Nährstoffen und Phytoplankton, sondern auch der Rückhalt von Wasser im Flusssystem sehr vorteilhaft; Entkrautung ist dann nur schädlich. Wenn die Pflanzendichte verringert werden muss, ist verstärkte Beschattung durch Uferbäume viel kostengünstiger und nachhaltiger als die jährliche mechanische Entkrautung.

Welche Fragen zu Wasserkraftanlagen sind aus limnologischer Sicht zu beantworten?

Ralf Köhler

Landesamt für Umwelt Brandenburg

In der Session und im Workshop „Limnologie der Wasserkraft“ 2019 in Münster wurden viele limnologische Fragen aufgeworfen, auf die in diesem Beitrag versucht wird, einen Stand der Antworten wiederzugeben.

- Wir weit sind wir bei der Beurteilung limnologischer Wirkungen von Wasserkraftanlagen (neue und bestehende Anlagen)?
- Was können wir zur „Ökologischen Durchgängigkeit für Sedimente, Totholz (Feststoffhaushalt) aber auch Wirbellose sagen?
- Was ist bezüglich ökologischer Durchgängigkeit für Jungfische und kleine Fische zu sagen?
- Wissen wir genug über das Wanderverhalten der heimischen Fischfauna?
- Wieviel Methan wird in Stauhaltungen gebildet?
- Welche Anforderungen an Wasserkraftanlagen sind aus limnologischer Sicht zu stellen?
- Wie muss ein limnologisches Monitoring ausgestaltet werden?
- Was sind die Erheblichkeitsschwellen für die Schädigung von Fischpopulationen?
- Welche Konsequenzen sind aus der turbinen- und standortspezifischen Spreitung von Wirkdaten auf Fische zu ziehen?
- Welche sublethalen Schäden gibt es: Qualität, Wirkung, Bewertung, notwendige Untersuchungen im Rahmen vom Monitoring an WKA
- Welche Anforderungen sind an UVPs/FFH-Verträglichkeitsprüfungen zu stellen und wann sind Neuanträge abzulehnen? (Checkliste für Genehmigungsverfahren)
- Welche maximalen artspezifischen Anströmgeschwindigkeiten und maximalen Rechenabstände an Rechen sind zulässig?
- Was wissen wir über kumulative Wirkungen von Anlagen und welche Konsequenzen werden daraus gezogen?

Mit diesem Beitrag soll ein guter Einstand in die Session „Limnologie der Wasserkraft II“ und in den anschließenden Workshop gegeben werden.

Session S 20: ÖKOLOGISCHE WECHSELWIRKUNGEN DIFFUSER XENOBIOTIKA-EINTRÄGE IN STEHENDE GEWÄSSER

Was kann Limnologie leisten, um Xenobiotika-Wirkungen in Seen zu reduzieren? Welche neuen Wege sind im Handling von Xenobiotika zu gehen?

Ralf Köhler

Landesamt für Umwelt Brandenburg

Aktuelle Publikationen über dramatische Rückgänge der Biodiversität auch im aquatischen Bereich sprechen eine deutliche Sprache.

- Nach WRRL haben wir 100 % Zielverfehlung beim chemischen Zustand der Oberflächengewässer in Deutschland
- Was ist eigentlich bezüglich der stofflichen Belastung der Gewässer in den letzten Jahrzehnten passiert?
- Welchen Anteil haben Xenobiotika am Rückgang der Biodiversität in stehenden Gewässern?
- Warum erfüllen Natura 2000 und WRRL die Anforderungen, dem entgegenzuwirken, nicht?
- Warum reicht das bisherige Monitoring von Xenobiotika-Wirkungen in Seen nicht?
- Wir erleben „Sukzessionen“ des Einsatzes von Xenobiotika: Auf Lindan folgten Neonicotinoide, auf Atrazin folgte Glyphosat usw. Genehmigungsverfahren stützen sich auf intransparente Industriedaten, UQN auf Labor-Standards und müssen über die Jahre regelmäßig nach unten korrigiert werden. Unabhängige Ökotoxikologen und Limnologen forschen regelrecht jeweils hinter Schadstoffwirkungen im Freiland hinterher.
- Der Vorsorgegrundsatz wird durch die gegenwärtige Praxis verletzt
- During a thesis: In spite of lots of Xenobiotica effect data no idea what will happen after first application in a mesocosm
- Was bedeuten Formulierungen wie "behutsamer Einsatz" von Xenobiotika im Klartext? Welche Alternativen gibt es?

Was können Limnolog*innen bezüglich Xenobiotika beisteuern, um den Trend der Abnahme der Biodiversität umzukehren? Was müsste sich aus unserer Sicht ändern?

Iron from lignite mining enhances phosphorus uptake in lake sediments of River Spree (NE Germany)

Giulia Friedland¹; Björn Grüneberg²; Michael Hupfer¹

¹ Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries /BTU Cottbus-Senftenberg; ² Landeslabor Berlin-Brandenburg

Lignite mining in Lusatia (NE Germany) releases large amounts of iron (Fe) into River Spree. Settling iron hydroxides can adsorb phosphorous (P) and accumulate in low-flow areas such as in River Spree interconnected lakes. In a column study under controlled laboratory conditions, undisturbed sediments of three shallow, eutrophic lakes of River Spree (Lake Neuendorf (199 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ Fe in the upper first cm), Lake Glowe (151 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ Fe) and Lake Müggelsee (109 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ Fe)) and Lake Schwielochsee (close by, but not affected by lignite mining, 67 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ Fe) are analyzed regarding their retention and release potential of additional incoming P. We hypothesize, that higher Fe contents in the sediments lead to higher P uptake rates and P sorption capacities in the sediments as well as lower P release, especially under oxic conditions. Preliminary results show higher uptake rates in Lake Neuendorf than in Lake Glowe and Lake Müggelsee. In all sediments, the uptake rates decrease with time. Even though Lake Schwielochsee has even lower Fe contents than Lake Müggelsee, chironomid larvae present in the sediments of Lake Schwielochsee lead to higher P-burial in the sediments until now. We can already conclude that Fe from lignite mining partly compensates for the negative effects of eutrophication by binding P in the sediment und thus decreasing P in the water column.

Ökosystemare Aspekte von ökotoxikologischen Effekten in Seen als möglicher Schlüssel für eine realistische und pragmatische Risikobewertung.

Christiane Krambeck

In Seen treten ebenso wie in Fließgewässern regelmäßig erhebliche Effekte auf, die es nach Umweltqualitätsnormen (UQN) nicht geben dürfte, auch wenn es im konkreten Fall keinen vernünftigen Zweifel an einem ursächlichen Zusammenhang mit diffusen Einträgen von Xenobiotika gibt (Krambeck 2019, 2020, Liess & vd Ohe 2005). Dass reale Risiken unterschätzt werden, ist darauf zurückzuführen, dass die regulatorisch zu postulierende Standardisierung von UQN und Reproduzierbarkeit von Effekten der Komplexität von Ökosystemen nicht gerecht werden kann. Die Notwendigkeit, diesen Widerspruch aufzulösen, ist im Kontext mit Fließgewässern häufig thematisiert worden, das Problem bisher aber nicht gelöst, mit der Folge, dass Ziele wie Artenschutz mit über UQN definiertem Handlungsbedarf verfehlt werden. Es soll gezeigt werden, dass sich auf der Grundlage des gerade bei Seen soliden Wissens um ökosystemare Zusammenhänge neue Wege der Erkennung und Interpretation von ökotoxikologischen Störungen eröffnen, sich daraus Möglichkeiten einer pragmatischen, d.h. an Plausibilität orientierten und auf sinnvolle Maßnahmenweisenden Risikobewertung ergeben und dass eine Rückkoppelung an regulatorische Routinen möglich ist.

Benthische Organismen beeinflussen die Redoxzonierung von littoralen Sedimenten: Auswirkungen auf den Abbau organischer Spurenstoffe während der Uferfiltration

Anna Lena Kronsbein¹; Jonas L. Schaper²; Jörg Lewandowski¹; Sabine Hilt¹

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

Organische Spurenstoffe (TrOCs) wie Pharmazeutika oder Körperpflegeprodukte werden in Oberflächengewässern im Konzentrationsbereich von ng/L bis µg/L gemessen. Während der Uferfiltration fließt Oberflächenwasser durch littorale Sedimente in Richtung Trinkwasserentnahmebrunnen. In littoralen Sedimenten kann abhängig von den Redoxbedingungen eine Umwandlung und/oder ein Abbau von TrOCs auftreten. Bestehende Studien vernachlässigen die Komplexität dieser Zone, da benthische Organismen wie Makrophyten oder Muscheln die littoralen Sedimente besiedeln. Wir hypothesieren, dass diese Organismen die Redoxzonierung und folglich den Abbau von TrOCs während der Uferfiltration erheblich beeinflussen. Um diese Hypothese zu testen, führten wir im Juni 2019 eine Felduntersuchung in einem für die Uferfiltration genutzten See (Müggelsee, Berlin) durch. Wir installierten für zwei Wochen Dialyse-Sammler (Peeper) an drei verschiedenen Standorten (bedeckt von Makrophyten, Dreissenidmuscheln oder unbedeckt) innerhalb des sandigen Littorals, um Porenwasser zu entnehmen. Tiefenprofile redoxsensitiver Stoffe wie z.B. gelöster Sauerstoff, Sulfat und Mangan wurden gemessen. Über dem Sediment wurden Sauerstofflogger installiert und Sedimentkerne entnommen. Erste Ergebnisse zeigen, dass die Muschelbedeckung einen Einfluss auf die Sauerstoffkonzentration und ihre Tag-Nacht-Dynamik in der Wassersäule hat: Die maximalen Sauerstoffkonzentrationen im Oberflächenwasser waren an der von Muscheln bedeckten Stelle im Vergleich zur Pflanzen- und Kontrollstelle niedriger und verzögert. Muscheln veränderten die Korngrößenverteilung des Sediments, was sich auf die Verweilzeit des Wassers und die Fließwege auswirkt. Trotz niedrigerer Sauerstoffkonzentrationen im darüber liegenden Wasser wurden an der von Muscheln bedeckten Stelle höhere Sulfat-Porenwasserkonzentrationen gefunden als an den beiden anderen Stellen, was auf weniger anoxische Bedingungen hinweist. Unsere Feldergebnisse zeigen daher, dass benthische Organismen, insbesondere Muscheln, die Sauerstoffkonzentration und die Redoxzonierung von littoralen Sedimenten erheblich verändern. Die Auswirkung dieser Änderungen auf den Abbau ausgewählter TrOCs (hauptsächlich Pharmazeutika wie Valsartan und Gabapentin) wird in einer anschließenden Laborsäulenstudie weiter untersucht.

Dancing with the sediment - The response of meiobenthos to migrating ripples of sandy lowland streams

Mariia Kryvokhyzhyna¹; Nabil Majdi; Ute Risse-Buhl; Anna Oprei; Michael Mutz

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ

Sandy sediments of lowland streams and rivers are mobile already at low flow conditions, typically in the form of migrating ripples. These migrating bedforms can cover 20-100% of the streambed where communities are exposed to the highly frequent migrating-resting cycle of sediment grains. The surface of sand grains and interstitial space is colonized by the meiobenthos, a diverse assemblage of microscopic metazoans (>20 µm and < 1 mm in length) that can attain high densities. Here, we present a pioneering study to answer two exploratory questions: Does sediment migration 1) affect the abundance and 2) change the taxonomic and morphofunctional structure of the meiobenthos? To answer these research questions, we sampled migrating ripple and stationary sediment patches of five lowland streams in north-eastern Germany in May and June 2020. Migrating ripple patches were characterized by coarser sediments and higher oxygen concentration compared to stationary patches. However, migrating ripples had less organic matter, chlorophyll a and bacterial biomass than stationary sediments. Meiobenthos was more abundant in the superficial layer of the stationary patches compared to the underlying layer, whereas comparable abundances were observed in both layers of migrating ripple patches. This result suggests that sediment migration has the potential to create beneficial conditions for the establishment of an abundant meiofauna in deeper layers, as vertical constraints (like oxygen depletion) are more likely to be offset by sediment migration. Furthermore, the taxonomic and morphofunctional structure of the meiobenthic community was significantly different across migrating ripple and stationary patches, but not across superficial and underlying layers. Rotifera, were more abundant in migrating ripples, whereas chironomidae and copepoda were relatively more abundant in stationary patches. Body-size reacted clearly to the nature of sediment transport regime, with larger organisms failing to thrive in migrating ripples. Our results indicate that differences occurred at relatively small spatial scales and at coarse taxonomic and morphofunctional level. By modifying both 1) the distribution of meiobenthic taxa and morphofunctional traits and 2) the quantity of benthic resources, migrating sediments have implications for the flow of matter through the benthic food web up to their exploitation by macroscopic organisms.

An environmentally-driven stage-structured population model for temperate *Aedine* mosquitoes

Bernhard Kühn¹; Felix Sauer²; Norbert Becker³; Bernd Blasius⁴; Ellen Kiel⁵

¹ Thuenen Institute of Sea Fisheries; ² Bernhard Nocht Institute for Tropical Medicine; ³ German Mosquito Control Association KABS; ⁴ Institute for Chemistry and Biology of the Marine Environment ICBM; ⁵ Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, IBU

Mosquitoes are most important vectors of pathogens, especially in tropical regions. However, due to climate change as well as increasing human travel formerly eradicated or new mosquito-borne-diseases can emerge in temperate regions. One of the most abundant mosquito species in temperate regions is *Aedes vexans* (Meigen 1830), which commonly hatch in temporary pools in floodplains. The species is well known for an aggressive biting behavior and could serve as potential vector of several pathogens. As pathogen transmission is dependent on mosquitoes' life-cycle, further understanding of dynamics is crucial for disease prevention. A promising tool to investigate population dynamics under future change are mechanistic population models as they allow to explicitly take into account environmental effects on vector dynamics. We developed a delay-differential (DDE), stage-structured population model for the life cycle of *Aedes vexans*, incorporating temperature, flooding dynamics as well as flexible diapause initiation based on the interaction of photoperiod and temperature. The model was applied to the Upper Rhine Valley and validated by adult mosquito catch data of the conservation area "Kuehkopf" (Hesse, Germany) from 2010 to 2012. Model Scenario analysis revealed linear as well as non-linear effects of changes in temperature and flooding on the population dynamics of *Aedes vexans*. Changes in temperature affected both, the extent of the mosquito season as well as peak characteristics, whereas timing and strength of flooding only influenced the seasonal peak characteristics, but not the length of the mosquito season. Presumed the ongoing warming, an increase in numbers and a prolonged season of *Aedes vexans* is highly likely, however only if the floodplains are frequently submerged for egg hatching and larvae development. The proposed model has proven to be a viable tool, which can be applied to other floodplains and used to support decision making for mosquito control strategies under climate change.

Test des schweizerischen Indexes zur Beurteilung der Verletzlichkeit der EPT-Arten gegenüber dem Klimawandel

Daniel Kury¹; Pascal Stucki²; Emmanuel Contesse³; Christian Imesch⁴

¹ Life Science AG, Beratungsstelle Quell-Lebensräume; ² Aquabug, Beratungsstelle Quell-Lebensräume; ³ Bureau Natura, Beratungsstelle Quell-Lebensräume; ⁴ UNA AG., Beratungsstelle Quell-Lebensräume

Im Jahr 2016 wurde für Fliessquellen höherer Lagen der Schweizer Alpen ein Index zur Beurteilung der Verletzlichkeit der Gemeinschaft der Ephemeroptera-, Plecoptera- und Trichoptera-Arten (EPT) gegenüber dem Klimawandel entwickelt. Angesichts der dabei festgestellten hohen Anzahl verletzlicher Arten in Quellen über 1800 m ü. NN stellte sich die Frage, ob die Quellfauna tieferer Lagen in vergleichbarem Ausmass als empfindlich gegenüber dem Klimawandel eingestuft werden muss.

Aktuelle Untersuchungen, die im Jahr 2020 gestartet wurden, sollen die folgenden Fragen beantworten: Wie hoch ist in tieferen Lagen der Anteil von Arten mit klimarelevanten ökologischen Eigenschaften (ecological traits) wie Bevorzugung höherer Lagen, Präferenz für kalte Gewässer, Bindung an Quell-Lebensräume, Endemismus, kurze Emergenzzeit? Zeigt die Verletzlichkeit gegenüber dem Klimawandel, die aufgrund der ökologischen Eigenschaften der Arten ermittelt wird, in tieferen Lagen ebenfalls eine Korrelation mit den gemessenen Temperaturen? Gibt es Unterschiede in der Klimawandel-Verletzlichkeit der typischen EPT-Gemeinschaften in verschiedenen Quellaustrittstypen (Rheokrenen, Helokrenen, Limnokrenen, lineare Quellen)? Lässt sich der für Quellen entwickelte Klimawandel-Verletzlichkeitsindex auch für Bergbäche, Tieflandbäche oder Flüsse anwenden?

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden in verschiedene Teilbereiche der Arbeit der neugeschaffenen Beratungsstelle Quell-Lebensräume des Bundesamts für Umwelt (BAFU) einfließen. Wichtig sind die Ergebnisse insbesondere im Hinblick auf eine Priorisierung des Schutzes oder eine Renaturierung einzelner Quell-Objekte sowie die Wahl von Massnahmen zum Schutz und zur ökologischen Aufwertung von Quell-Lebensräumen. Die daraus abgeleiteten Erkenntnisse helfen auch mit, die Schwerpunkte der Beratungstätigkeit für die Kantone, Naturparks oder private Organisationen zu setzen.

Burial of microplastics in freshwater sediments facilitated by iron-organic flocs

Rico Leiser; Maja Schumann; Tallent Dadi; Katrin Wendt-Potthoff

Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Magdeburg

Microplastics are ubiquitous in standing freshwater bodies, subsequently lakes and reservoirs may be important sinks for these contaminants. However, the mechanisms governing microplastics deposition and their interactions with the sediments are understudied. We demonstrate how aggregation-based transport facilitates the sinking and infiltration of buoyant microplastics into freshwater reservoir sediments by employing experiments with intact sediment cores. Buoyant polyethylene microplastics were rapidly (1 - 4 hours) incorporated into sinking iron-organic aggregates, followed by swift deposition into sediments. Ingression of microplastic bearing flocs into sediments was completed within 6 days and led to stable deposition of the incorporated particles for at least 2 months. Most microplastics were deposited in the top 2 cm of the sediments and few particles (5 - 15 %) were re-released into the water. Our results show at least 85 % burial of microplastics, indicating the significant role of standing freshwaters in reducing microplastic loads to the oceans.

Modelling the distribution of submerged macrophyte species in Bavaria under climate and land use change

Anne Lewerentz; Juliano Sarmiento Cabral

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Macrophytes are vulnerable to environmental change due to their physiological processes. Accordingly, their spatial distribution between lakes and along depth gradient are highly dependent on environmental factors such as light, temperature and nutrient availability. Therefore, changes in these factors caused by climate and land use change should influence eco-physiological processes and thus also the potential distribution of macrophytes. To assess this influence across different environmental conditions and species, process-based eco-physiological models are necessary.

We will build on a previous growth model for macrophytes (Charisma) by adapting and calibrating it to replicate the biomass growth of different submerged species for the high variety of deep natural Bavarian lakes. For parametrization we use depth-dependent occurrence data from the Water Framework Directive monitoring for 30 lakes. The environmental data of the corresponding lakes are from the Bavarian State Office for the Environment. As environmental scenarios, we considered a) different intensities of water temperature increase following KLIWA and b) increased or decreased turbidity and (c) increased or decreased nutrient conditions (27 scenario combinations).

Per lake, species, and scenario, we obtain a depth gradient of occurrence probability, projected onto all 30 study lakes. The potential distribution maps for Bavaria vary between scenarios and species. Preliminary results indicate a major influence of turbidity increase or decrease on species distribution patterns, with shifts in species' depth ranges and species' occurrence across lakes. However, these shifts varied between species: more generalist species show less shift in depth and regional distribution than today's specialist species. We further identify the species more likely to lose range, which has conservation implications. Due to successful calibration and validation for the best-known species, our framework thus provides valuable assessments about the impacts of land-use and climate change on the potential distribution of these species.

Pflanzenschutzmittel und ihre Transformationsprodukte in stehenden Kleingewässern

Lukas Paul Loose; Uta Ulrich; Nicola Fohrer

Christian-Albrechts-Universität Kiel, Institut für Natur- und Ressourcenschutz

Kleingewässer erfüllen vielfältige ökohydrologische Aufgaben und sind von zentraler Bedeutung für die Biodiversität im ländlichen Raum. Aufgrund ihrer Größe und Lage stehen sie in komplexer Interaktion mit ihrer Umgebung, die man bei anderen Gewässertypen so nicht findet. Eine Gefährdung der stehenden Kleingewässer geht besonders von Pflanzenschutzmitteln (PSM) und ihren Transformationsprodukten (TP) aus. Verschiedene Literaturstudien und Datenerhebungen zeigen jedoch, dass die Datenlage zur PSM-Belastung für diesen Gewässertyp bisher gering und inhomogen ist. Im Rahmen unseres Projektes werden in einem hochaufgelösten Messprogramm (Beginn Herbst 2020) PSM in zwei stehenden Kleingewässern (sog. Sölle) erforscht. Beide Gewässer sind von konventionell genutzten Ackerflächen umgeben und befinden sich in dem Kielstau Einzugsgebiet im Norden Schleswig-Holsteins. Zur Erfassung der Belastungssituation werden Proben des Oberflächenabflusses, lateralen Abflusses, Grundwassers und der Sölle auf 26 PSM und TP untersucht. Bisherige Ergebnisse zeigen in allen Proben eine Mehrfachbelastung mit bis zu acht Wirkstoffen. Besonders für den ersten Soll lässt sich eine zeitliche Dynamik anhand der applizierten Herbizide Diflufenican und Flufenacet sowie dessen TP Flufenacet ESA und Flufenacet OA erkennen. Das mobile Flufenacet wird zeitnah nach der Applikation, das sorptivere Diflufenican erst zwei Monate später ausgewaschen. Die TP können nach der Transformation und mit einem zweimonatigen Versatz detektiert werden. Auch beim zweiten Soll, der lange trockengefallen war, ist die Dynamik der genannten PSM und TP zu erkennen. Die Spitzenkonzentrationen erreichen 0.51 µg Flufenacet L-1, 8.4 µg Flufenacet ESA L-1, 0.20 µg Flufenacet OA L-1 und 5.2 µg Diflufenican L-1. Die TP Metazachlor ESA und Metazachlor OA des Herbizids Metazachlor, das seit längerem auf den beiden Ackerflächen nicht ausgebracht wurde, weisen eine konstante Belastung in beiden Söllen und im Grundwasser auf. Auch die Muttersubstanz konnte im ersten Soll nachgewiesen werden. Die Konzentrationen liegen bei max. 0.53 µg Metazachlor L-1, 6.3 µg Metazachlor ESA L-1 und 1.3 µg Metazachlor OA L-1.

Methane emissions from impounded rivers

Andreas Lorke

Universität Koblenz-Landau

Inland waters are a significant yet poorly constrained source of the potent greenhouse gas methane (CH₄). Manmade reservoirs have been found to be particularly strong emitters globally, with river impoundments in the temperate zone being among the global hotspots of CH₄ emissions from aquatic systems. We present and analyze extensive measurements of CH₄ production and emission rates in impoundments located in the Rhine and Danube River basins in Germany. By comparing fluxes and drivers of CH₄ emissions from these systems with those from streams, lakes and large reservoirs across different climatic zones, we explore the reasons for the relatively high emissions. High deposition rates of fine sediment, shallow water depth and high summer temperature are among the main drivers, while trophic state appears to be an important mediator. Moreover, high CH₄ emissions rates are mainly maintained by ebullition, i.e. by bubble-mediated transport to the atmosphere, which bypasses aerobic CH₄ oxidation at the sediment-water interface or in the water column. Sediment management appears to be key to potential mitigation efforts aiming at a reduction of greenhouse gas emissions from river impoundments.

Gewässerrenaturierung und ihr Effekt auf verschiedene Artengemeinschaften - Fallbeispiel Große Goorley, Kamp-Lintfort

Marc Nagel¹; Carmen Gallas²; Daniela Lud¹

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

Oberflächengewässer erfüllen viele wichtige Funktionen, ohne die das Leben wie wir es kennen kaum vorstellbar wäre. Die Schaffung von Lebensräumen, Reinigung des Wassers sowie Regulierung der Temperatur sind nur kleine Anteile der Ökosystemleistungen, die wir von diesen Systemen erhalten. Um diese Ökosystemleistungen auch in Zukunft nutzen zu können, wird ein enormer Aufwand betrieben, die Gewässer zu renaturieren, zu pflegen und zu überwachen. Leider ist es der Komplexität dieser Gewässersysteme geschuldet, dass viele Maßnahmen nicht die gewünschten Ziele hervorrufen und sich bei hohem finanziellem Aufwand nur eine geringe, meist kaum wahrnehmbare Veränderung der Gewässerökologie einstellt. In dieser Arbeit wird an einem Fallbeispiel eines renaturierten Bachabschnitts der Stadt Kamp-Lintfort untersucht, wie sich ein Gewässer, das jahrzehntelang massiven anthropogenen Einflüssen ausgesetzt war, entwickelt. Dazu wurde kurz nach den Maßnahmen im renaturierten sowie im bestehenden Teil des Bachs eine AQEM (Assessment System for Ecological Quality of Streams and Rivers throughout Europe using Benthic Macroinvertebrates) Probenahme durchgeführt, welche Aufschluss über die Lebensgemeinschaft der Kleinstlebewesen im Gewässer gibt. Die erste Probe im renaturierten Bereich dient dabei als Nullmessung, wobei die Probe des nicht veränderten Gewässerabschnitts als Referenz des ursprünglichen Gewässers dient. Nach zehn Monaten wurde durch eine weitere Probenahme im renaturierten Gewässerabschnitt die Veränderung der Lebensgemeinschaft analysiert sowie Pionierarten ermittelt, die den Lebensraum als erstes besiedeln.

Unter Berücksichtigung abiotischer Faktoren werden nun die durch die Probenahme gewonnenen Daten ausgewertet und miteinander verglichen. Nach Durchführung der Maßnahmen und zwei anschließenden Probenahmen im Abstand von zehn Monaten, lässt sich eine deutliche Veränderung in der Zusammensetzung des Makrozoobenthos feststellen. Obwohl sich das Gewässer in einem urbanen Bereich befindet, wird der Gewässerrandbereich von einer Vielzahl von Tierarten wie Waldvögeln, Nagetieren und sogar Rotwild besiedelt. Mehrere Sichtungen eines Eisvogels (*Alcedo atthis*), welcher durch seinen Anspruch an die Umgebung als Indikatorspezies für einen diversen gesunden Lebensraum gilt, verdeutlichen die positiven Effekte der Renaturierungsmaßnahme.

Mosquitoes as vectors of emerging pathogens in Germany

Renke Lühken

Mosquitoes (Diptera: Culicidae) are blood-sucking arthropods with immature stages occupying a wide variety of aquatic environments. Several species are important agents (vectors) for infectious pathogens worldwide, e.g. for parasites (e.g. malaria, nematodes) or viruses (e.g. dengue virus). In the past, an essential part of research on mosquitoes in Germany has focused on the *Anopheles maculipennis* complex Meigen owing to its role as vectors of malaria parasites. However, with the disappearance of malaria in the middle of the last century, this field of research has become greatly neglected in Germany. New epidemics of malaria are not expected in this country, but two parallel observations over the last decade increased the interest in this field of research for Germany: 1) the first detection of exotic mosquito species and 2) the first reports of autochthonous (endemic) transmission mosquito-borne viruses and nematodes. Human cases of *Dirofilaria repens*, *Usutu virus* and *West Nile virus*, including severe neuroinvasive cases, further highlighted the relevance for veterinary and public health. Different recent research projects conducted monitoring programs to update information on the distribution of mosquitoes and associated pathogens. However, there is a huge lack of knowledge regarding ecology of native and invasive species (e.g. vector competence or life history parameters), which can help to assess the spatial-temporal risk of virus transmission in Germany. This is particularly true for the aquatic life stages of mosquitoes, including information on the breeding habitats of different species or the impact of changes in the aquatic environment.

Kostengünstiger Nachweis von Mikroplastik mittels UV-Lampe in Fütterungsexperimenten

Jan Maxein¹; Sonja Ehlers²; Jochen Koop²

¹ Universität Koblenz-Landau, Campus Koblenz; ² Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Plastikmüll ist weltweit in nahezu allen Ökosystemen zu finden. Nachweise von Mikroplastik (Plastikpartikel < 5 mm) in marinen, limnischen und terrestrischen Lebensräumen sowie die Aufnahme von Mikroplastik durch Organismen wurden bereits in zahlreichen Studien erbracht. Die Eigenschaften der Mikroplastikpartikel (chemische Zusammensetzung, Größe, Morphologie) in der Umwelt sind sehr verschieden. Zu den häufigsten Formen in der Umwelt gehören Fragmente und Fasern (sekundäres Mikroplastik). Um die Auswirkungen von Mikroplastik auf Organismen zu untersuchen, werden diese meist mit teuren fluoreszierenden Microbeads (primäres Mikroplastik) gefüttert. Im Anschluss werden diese Microbeads unter einem Fluoreszenzmikroskop detektiert. Viele Labore verfügen nicht über eine solche teure Ausstattung. Daher ist es wichtig, kostengünstige Methoden für die Mikroplastikforschung zu entwickeln. Wir haben hierzu die europäische Süßwasserschnecke *Radix balthica* und die Süßwassermuschel *Dreissena rostriformis bugensis* mit Mikroplastikfragmenten (Polystyrol) gefüttert. Mit Hilfe einer UV-Taschenlampe konnten wir das Mikroplastik im Wasser, im Futter, im Gewebe und in den Fäzes der Tiere sichtbar machen. Die UV-Lampe konnten wir dabei sowohl im Versuchsbecken als auch unter einem Digitalmikroskop zur Sichtbarmachung des Mikroplastiks anwenden. Beide Arten nahmen Mikroplastik auf und schieden es nur teilweise wieder aus. Trotzdem wurde kein signifikanter Effekt auf den physiologischen Fitnessparameter Glykogen gemessen. Die aufgezeigte Methode ist nicht nur kostengünstig, sondern lässt auch Rückschlüsse auf den Verbleib von Mikroplastik in Expositionsvorsuchen zu.

Metabarcoding für Phytoplankton- und benthische Diatomeenarten durch das Projekt Eco-AlpsWater – Erfahrungen für bayerische Gewässer

Ute Mischke¹; Rainer Kurmayer²; Nico Salmaso³; Tina Elersek⁴; Fabio Lepori⁵; Jochen Schaumburg⁶; Frederic Rimet⁷; Isabelle Domaizon⁷

¹ Bayerisches Landesamt fuer Umwelt; ² Universität Innsbruck; ³ Research and Innovation Centre; ⁴ National Institute of Biology; ⁵ University of Applied Sciences and Arts of Southern Switzerland (SUPSI); ⁶ Bayerisches Landesamt für Umwelt; ⁷ INRAE, Université Savoie Mont Blanc, CARTELL

Der Vortrag berichtet über den Vergleich von Artenlisten die mit einem Metabarcoding-Ansatz und mit der Lichtmikroskopie ermittelt wurden, wobei letztere nach den Vorgaben der nationalen Methoden PhytoSee und dem Diatomeen-Modul in PHYLIP gemäß Wasserrahmenrichtlinie.

Ein innovativer Metabarcoding-Ansatz zur Ermittlung von Gewässerorganismen wurde im europäischen Interreg Projekt Eco-AlpsWater (2018-2021) durch Wissenschaftler unter Nutzung der Schnelldurchsatz-Sequenzierung (HTS) erarbeitet. Für die praktische Umsetzung wurden Plankton und Phytobenthos-Proben aus 6 bayerischen Seen und dem Fluss Wertach sowie aus vielen weiteren Gewässern des Alpenraumes entnommen. Aus den geteilten Proben wurde die DNA fixiert, durch Projektpartner extrahiert und mit den Markergenen 16S-rRNA für Cyanobakterien, 18S-rRNA für Eukaryoten und teils mit rbcL für benthische Diatomeen sequenziert und dies mit geprüften Gendatenbanken zur Taxonomiezuordnung abgeglichen.

Aus Sicht der potentiellen zukünftigen Anwendungen des Metabarcodings für Umweltproben aus dem Plankton und dem Biofilm werden die Ergebnisse hinsichtlich Wiederfindungsraten, Erweiterung der Artenlisten, Miterfassung weiterer limnologisch interessanter Organismengruppen wie Ciliaten oder Schwefelbakterien und bezüglich der Eignung für eine Gewässerbewertung dargestellt.

Der Zugang zu den komplexen Daten ist für Anwender aus der Wasserwirtschaft schwierig, zumal die Genbanken die aktuelle Taxonomie und Systematik benutzen, die in der Routine teils noch unbekannt ist bzw. Bestimmungsschlüssel fehlen. Um den Zugang zu verbessern, wurde im Projekt ein „EAW taxa analysis tool“ neu entwickelt, der die Synonyme berücksichtigt und automatisiert vergleichende Taxalisten auf Ebene Art und Gattung für auswählbare Proben erstellt.

Einfluss mikroklimatischer Bedingungen in Bruthabitaten von *Culex pipiens* s.l. (Diptera: Culicidae) auf ihre Populationsentwicklung

Johann Musculus¹; Felix Sauer²; Carmen Villacañas de Castro¹; Ellen Kiel¹

¹ Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, IBU, AG Gewässerökologie und Naturschutz; ² Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin

Auch in Deutschland wurden seit 2018 autochthone Übertragungen des West-Nil-Virus auf Mensch und Tier nachgewiesen. Die beiden Arten des *Culex pipiens* Komplex, *Culex pipiens* L. 1758, und *Culex torrentium* MARTINI 1925, gehören zu den häufigsten heimischen Stechmückenarten und gelten als bedeutsamste Überträger (Vektoren) des West-Nil-Virus. In diesem Kontext sind für eine Prognose der Krankheitsausbreitung nicht nur die Ansprüche des Virus selbst von Interesse, sondern auch die Ökologie der Stechmücken. *Culex pipiens* s.l. brütet typischerweise in künstlichen Kleinstgewässern (Blumenvasen, Regentonnen etc.) und kommt deshalb besonders häufig in der Nähe des Menschen vor. Die Temperaturbedingungen dieser Bruthabitate spielen vermutlich eine Schlüsselrolle für die Populationsentwicklung der Stechmücken und damit auch für die Epidemiologie stechmückenbedingter Infektionskrankheiten. Im Rahmen von Feldstudien wurde der Einfluss unterschiedlicher mikroklimatischer Bedingungen auf die Larvalentwicklung und die Fitness der geschlüpften Stechmücken analysiert. Hierfür wurde mittels Sattelitendaten des europäischen Programms Copernicus zu Baumbedeckung und Versiegelung ein Urbanisierungsindex berechnet. In drei daraus abgeleiteten Kategorien wurden jeweils drei Standorte entlang eines Gradienten von stark versiegelten zu dicht bewaldeten Flächen ausgewählt, um Räume zu definieren, welche unterschiedliche Mikroklimata erwarten lassen. Im Stadtgebiet und unmittelbaren Umfeld der Stadt Oldenburg i.O. wurden an jedem Standort in jeweils 5 Netzkäfigen Erstlarven aufgezogen. Zusätzlich wurde eine Kontrollgruppe in einer Klimakammer Extrembedingungen ausgesetzt. Nach Beginn der Metamorphose wurden alle Käfige täglich nach adulten Mücken kontrolliert.

Zielsetzung war, physiologische Parameter im adulten Stadium zu nutzen, um Carry-Over-Effekte zu quantifizieren, die durch die Umweltbedingungen während der Larvalentwicklung verursacht werden. Neben Mortalität und Entwicklungsdauer der Stechmückenlarven wurden Trockengewicht sowie Flügelform und Flügelgröße der geschlüpften Individuen untersucht. Mithilfe Geometrischer Morphometrie wurde dazu die Asymmetrie der Flügel als potenzieller Indikator für Umweltstress erfasst. Die gewonnenen Daten bilden die Basis für ein Modell zur Populationsentwicklung. Sie sollen dazu beitragen, den Einfluss der mikroklimatischen Bedingungen in den Bruthabitaten auf Stechmückenpopulationen besser zu verstehen.

Manche machen mehr daraus – eine trophische Betrachtung zur Transformation von Phosphor in Phytoplanktonbiomasse

Brigitte Nixdorf¹; Jacqueline Rücker²

¹ Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg, Lehrstuhl Gewässerschutz; ² BTU Cottbus-Senftenberg

Für die Trophie von Seen ist die Menge, Verfügbarkeit und Transformation des Phosphors in Phytoplanktonbiomasse relevant, wenn dieser limitierender Faktor für die Primärproduktion ist. Die Ausprägung der Trophie hängt dabei von der Effizienz der Bildung von Phytoplanktonbiomasse aus einer Einheit verfügbaren Phosphors ab. Während in der Mehrzahl der natürlichen Seen dieses Verhältnis unter 0,5 liegt, steigt es in hocheutrophen Flachseen auf Werte über 1, in sauren Tagebauseen sogar auf 5. Dieses Verhältnis soll entsprechend der Reynolds'schen These "What Vollenweider couldn't tell us" (Reynolds 1992) die Schwankungsbreite in den trophischen Reaktionen von Gewässern aufzeigen. In diesem Zusammenhang thematisierte Reynolds das abweichende Verhalten der Trophiezusammenhänge im Prozess der Nährstoffreduktionen durch Sanierung und Restaurierungen mit z.T. verzögerten Reaktionen im Trophierückgang (Hysterese-Effekte) und TP-Schwellenwerte für den Rückgang der Phytoplanktonbiomasse und –zusammensetzung. Schwerpunkt des Beitrages sind folgende Fragen: In welchen Bereichen schwankt die Transformation von P in Biomasse und damit das Chla/TP-Verhältnis in natürlichen Seen und Tagebauseen unterschiedlicher Morphometrie? Wovon ist diese Schwankung abhängig? Dazu werden Daten zu Seston-, Chla- und TP-Konzentrationen und der Zusammensetzung des Phytoplanktons aus morphometrisch und trophisch unterschiedlichen Seen auf folgende Hypothesen analysiert:

1. Flache Seen sind wegen der besseren Lichtversorgung effizienter in der Nährstoffausnutzung.
2. Monodominanzen im Phytoplankton sind Ausdruck einer effizienten Nährstoffausnutzung. Das gilt besonders für Seen mit Cyanobakteriendominanz, aber auch für saure Tagebauseen.

Der Obersee in Berlin-Lichtenberg – ein extrem eutrophierter Flachsee

Ariane Nowak¹; Jens Nowak²; Heribert Rustige²; Alicja Berger³

¹ Limnolabor Nowak GbR; ² AKUT Umweltschutz Ingenieure Burkard und Partner; ³ Bezirksamt Lichtenberg von Berlin

Viele Kleingewässer in Städten sind durch die Einleitung von P-haltigem Niederschlagswasser stark eutrophiert. Der künstliche Obersee (3,8 ha) wird durch einen Regenablauf einer ca. 26 ha großen urbanen Fläche gespeist. Dementsprechend ist die Primärproduktion extrem hoch. Blaualgen dominieren das Phytoplankton; insbesondere die gallertigen Kolonien der Blaualge *Microcystis wesenbergii* bilden im Sommer fast eine Monokultur. Abhilfe sollte ein Retentionsbodenfilter vergleichbarer bepflanzter Sandfilter mit reaktivem Filtermaterial zur Aufbereitung des Seewassers schaffen. Seit Juli 2015 erfolgen monatlich limnologische Untersuchungen zum Plankton, zur Chlorophyll-a-Konzentration und zu den Nährstoffverhältnissen. In den Sommermonaten lag das Verhältnis Chlorophyll a zu TP stets um 1 oder höher. Durch die hohen Biovolumina der Algen war die hydraulische Leistungsfähigkeit des Bodenfilters nicht ausreichend, um das Ziel zu erreichen, mehr P zu eliminieren als über den Zufluss nachfließt. Daher wurde den Sandfiltern ein Mikrosieb (aus der Trinkwasseraufbereitung von Talsperrenwasser zur Algenelimination bekannt) vorgeschaltet, um die Algenbiomasse zu reduzieren. Es wurden verschiedene Porengrößen getestet und die Elimination für verschiedene Algenarten ermittelt. Als am besten geeignetes Mikrosiebmaterial wird gegenwärtig in einem Langzeitversuch Material mit 21 µm Porenweite getestet. Damit ließ sich der Sandfilter bisher seit einem Jahr weitestgehend kolmationsfrei betreiben. Die Ergebnisse des Monitorings im Obersee und im Bodenfilter werden aufgezeigt.

Entwicklung eines Verfahrens zur Methangaselimination aus Stauräumen

Mara Offermann¹; Laura Backes²; Lediane Marcon³; Felix Schreiber²; Andreas Lorke³; Christian Jokiel¹; Michael Detering²

¹ Technische Hochschule Köln; ² D-Sediment GmbH; ³ Universität Koblenz-Landau, Institut für Umweltwissenschaften

Stauseen weltweit sind eine Quelle von Treibhausgasemissionen. Schätzungen verschiedener Studien zufolge sind 5 bis 20% Ökologische Wechselwirkungen diffuser Xenobiotika-Einträge in stehende Gewässer % der weltweiten jährlichen Methanemissionen auf Stauseen zurückzuführen [Deemer et al., 2016; EDGAR, 2016; Janssens-Maenhout et al., 2017]. Methan (CH₄) hat ein 34 mal höheres Treibhauspotential als Kohlenstoffdioxid (CO₂) und ist daher in besonderem Maße für den Klimawandel relevant [IPCC, 2014].

Um die durch den Ausbau von Gewässern entstehenden Methanemissionen zu verringern, kann das im Sediment entstandene und gespeicherte Gas z. B. im Zuge einer Sedimentverlagerung gezielt aufgefangen werden. Im Rahmen eines durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Forschungsprojektes entwickeln die Projektpartner Technische Hochschule Köln, Universität Koblenz-Landau und D-Sediment GmbH einen Prototypen, mit dem Methangas gezielt während einer Sedimentmanagementmaßnahme aus einem Stausee entnommen werden kann. Um das Emissionsvermeidungspotential einer solchen gezielten Methangasentnahme aus einem Stausee zu ermitteln, wird ein umfangreiches Untersuchungsprogramm an der Wupper Vorsperre (Hückeswagen, NRW) durchgeführt. Dieses beinhaltet unter anderem diverse Sedimentanalysen sowie die Quantifizierung von Methanemissionen über einen Zeitraum von mehreren Monaten. Im Sommer 2020 wurde im Rahmen des Projektes ein optimierter Prototyp zur gezielten Entnahme des Gases am Modellgewässer getestet. Dieser Test wird im Sommer 2021 wiederholt. Über die in-situ erhobenen Langzeitmessdaten und ein abgestimmtes Monitoring während der Maßnahme wird eine Treibhausgasbilanz erstellt. Mithilfe der Messdaten und der Daten aus den Prototypentests wird ermittelt, inwieweit eine gezielte Gasentnahme im Zuge einer Sedimentumlagerung zur Stauraumbewirtschaftung die Methanemissionen aus Stauseen langfristig und nachhaltig verringern kann. Erste Ergebnisse der Feldversuche und Datenauswertung werden im Beitrag vorgestellt.

Quellen:

Deemer, B. R. et al. (2016): Greenhouse Gas Emissions from Reservoir Water Surfaces: A New Global Synthesis. *BioScience*, 66 (11), S. 949-964.

EDGAR (2016): Emissions Database for Global Atmospheric Research, EU Science Hub.
https://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=432_GHG (zuletzt geprüft am 28.5.2020)

Janssens-Maenhout, G. et al. (2017): Global Atlas of the three major Greenhouse Gas Emissions for the period 1970-2012, Earth System Science Data.

IPCC (2014): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Group

A chemical key to biological invasion – A comparative analysis of antipredator defences induced by fish bile salts in the zooplankton species *Daphnia lumholtzi*

Kathrin Otte; Meike Hahn; Johanna Ahlers; Eric von Elert

Universität zu Köln

The zooplankton species *Daphnia lumholtzi* is notoriously famous for spectacular morphological structures featuring very long head and tail spines, and for having a strong potential to invade new habitats. Originating from tropical and subtropical lakes of Africa, Asia, and Australia, *D. lumholtzi* successfully invaded lakes in North and South America, and eventually might also be able to invade European lakes. One important factor for the invasion success of *D. lumholtzi* is their effective defence against fish predation based on phenotypically plastic morphological changes. In response to chemical cues released by fish predators, animals can extend their head and tail spines, which serve as an effective protection against fish predation.

We report the chemical identity of the fish-derived chemical signal (kairomone) that induces this defensive response. We used non-targeted bioassay-guided fractionation (LC-MS) of incubation water of the common roach (*Rutilus rutilus*) to identify the bile salt 5 α -cyprinol sulfate, the most frequent bile salt in cyprinid fish, as the kairomone. We confirmed this finding by bioassays, in which *D. lumholtzi* was exposed to purified 5 α -cyprinol sulfate from carp (*Cyprinus carpio*) bile and showed that 10 pM 5 α -cyprinol sulfate induces significantly elongated helmets and spines.

We used a comparative approach and investigated if *D. lumholtzi* responds with similar morphological defences to fish species that do not synthesize 5 α -cyprinol sulfate. If *D. lumholtzi* would show similar defences, this would point at another, yet unknown kairomone. If *D. lumholtzi* would not respond with defensive morphological changes, this would suggest that the invasive success of *D. lumholtzi* requires the presence of cyprinid fish.

Zusammenhang zwischen natürlicher gewässerbegleitender Vegetation und dem Makrozoobenthos

Martin Palt, Daniel Hering, Jochem Kail

Fakultät für Biologie, Aquatische Ökologie, Universität Duisburg-Essen

Gewässerbegleitende Vegetation, natürlicherweise zumeist Gehölze, übernehmen eine Reihe wichtiger Funktionen, die den Fließgewässern und der darin vorkommenden Biozönosen, insbesondere dem Makrozoobenthos, in deren Natürlichkeit zugutekommen: Als zusammenhängende Vegetationsstreifen halten sie Einträge von Nährstoffen, Feinsediment und Pflanzenschutzmitteln zurück. Bereits über kürzere Fließstrecken regulieren sie Wassertemperatur und Phytobenthoswachstum, sowie sind durch Einträge von Falllaub bis Totholz maßgeblich z.B. für die aquatische Habitatvielfalt.

Obwohl diese Funktionen aus diversen Fall- sowie Literaturstudien umfangreich belegt sind, waren Auswertungen großräumiger Datensätze bisher nicht erfolgreich die Rolle der gewässerbegleitenden Vegetation differenziert nachzuweisen, da multiple Stressoren auf z.B. Einzugsgebietsebene deren Effekte überprägen können.

Mithilfe eines großen Datensatzes an Makrozoobenthosbeprobungen (n=1109) und den dazugehörigen, aus hochauflösenden Luftbildern abgegrenzten, gewässerbegleitenden Gehölzen, konnten erstmals Rahmenbedingungen von (1) Landnutzungen in Einzugsgebiet und (2) Probestellenumfeld wie auch der (3) Gewässerstrukturgüte ermittelt werden, in denen eindeutige signifikante Effekte auf die Besiedelung des Makrozoobenthos (Modul allgemeine Degradation, Multimetrischer Index) in Bächen existieren.

Die Methode des model-based recursive partitionings beschreibt hierbei für Tiefland- und Mittelgebirgsbäche insgesamt drei charakteristische landwirtschaftliche und urbane Umland- sowie Einzugsgebietsnutzungen in denen durch natürliche gewässerbegleitende Vegetation, die allgemeine Degradation um ca. zwei Zustandsklassen (0,38 bis 0,42) positiv beeinflusst werden könnte. Dabei wird dieser Effekt von dem der Bewaldung über das Gewässerumfeld hinaus abgegrenzt.

Dies unterstreicht die besondere Relevanz der gewässerbegleitenden Vegetation als generelles Instrument im Gewässermanagement, indem deren Effekt nun auf einen großräumigen Datensatz unter Berücksichtigung der Quellen multipler Stressoren übertragen wurde. Insbesondere in Agrarlandschaften wird der Handlungsspielraum durch Maßnahmen zu gewässerbegleitenden Gehölzen deutlich.

Identification of distribution components from antibiotic resistance data - Opportunities and challenges

Thomas Petzoldt¹; David Kneis¹; Thomas Berendonk¹; Stefanie Heß²

¹ TU Dresden, Institut für Hydrobiologie; ² TU Dresden, Institut für Mikrobiologie

During the 20th century, antibacterial agents have made modern medicine possible. However, the dramatic increase of resistant and multiresistant bacterial pathogens is now widely recognized as a global challenge for human health.

The mechanisms of antibiotic resistance are diverse and a large number of antibiotic resistance genes is known today. Big efforts have been made to understand the processes of lateral gene transfer in a medical context, but there is still lack of understanding how environmental factors influence evolution and transmission of antibiotic resistances.

Phenotypic antibiotic resistance is generally studied in growth experiments where bacterial isolates are cultivated under drug exposure. This is done either in liquid trials to identify the minimum inhibitory concentration (MIC), or as so-called diffusion test on an agar plate, where the diameter of inhibition (zone diameter, ZD) is recorded. In order to identify the level of antibiotic resistance in a whole population, the MIC or ZD is recorded for hundreds or thousands of isolates. The obtained MIC or ZD values for each antibiotic form then a univariate, multi-modal distribution. Environmental populations can be composed of different geno- and phenotypes:

1. resistant sub-populations composed of strains that still grow on high antibiotic concentrations,
2. intermediate sub-populations whose strains tolerate moderate levels of antibiotics,
3. a so-called "wild type" denoting strains that are antibiotic-sensitive, i.e. not resistant.

It is widely accepted that the sub-populations' proportions (e.g. resistant and susceptible) are controlled by selection processes, e.g. a higher proportion of resistant bacteria in the waste

water effluent of hospitals or animal farms. By contrast, it is usually taken for granted that the statistical characteristics of the wild type are universal world wide. In practice, variations of wild type parameters were considered as methodological variation (laboratory effect). However, we recently analyzed ZD values of sewage and river-borne *Escherichia coli* isolates and compared them with each other, and with publicly available data (EUCAST 2018). Our results indicate quantile shifts of the wild-type component cannot be attributed to laboratory effects alone. We hypothesize that selection processes in natural samples occur at a sub-acute level.

Regime shifts in shallow aquatic ecosystems induced by multiple agricultural stressors in the context of climate change

Bastian H. Polst¹; Sabine Hilt²; Gregorio Alejandro López Moreira Mazacotte²; Franz Hölker²; Herwig Stibor³; Joséphine Leflaive⁴; Elisabeth M. Gross⁵; Mechthild Schmitt-Jansen¹

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ, Leipzig; ² Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB Berlin); ³ Ludwig-Maximilians Universität München / Aquatische Ökologie; ⁴ Laboratoire Ecologie Fonctionnelle et Environnement, Toulouse, France, ⁵ Université de Lorraine, France

Multiple stressors are a rising concern for freshwater ecosystems, especially in the context of climate change. Shallow lakes in an agricultural landscape are especially prone to external stressors such as surface run-off from agriculture. Stress-induced drastic shifts between alternative stable-states, characterised by either macrophyte or phytoplankton dominance, have been described for these ecosystems, highlighting their vulnerability towards anthropogenic impacts. Yet barely anything is known about the combined effects of potentially contrasting agricultural stressors. Filling this gap, experiments with an artificial agricultural run-off (ARO) mixture, composed of nitrate and pesticides of different modes of actions were carried out at two different temperatures ($\Delta+4^{\circ}\text{C}$). These microcosm experiments focused on phototrophic compartments (macro- & microphytes). To disentangle the complexity of stress responses, a set of experiments was performed: 1) A dose-response experiment covering a wide concentration range of the applied ARO-mixture was performed to identify the tipping points for changes of the system. 2) We tested possible differences of two pathways of exposure – via the sediment versus water column. 3) Using a multi-factorial dose-response design we finally aimed to identify dominant stressors and stressor interaction patterns. Ultimately, agricultural run-off (pesticides & nitrate) leads to regime shifts from macrophyte to phytoplankton dominance when exposed via the water column in an experimental setup at environmentally relevant concentrations. In the presence of pesticides next to nitrate the system was more vulnerable towards regime shifts and temperature even enhances the observed effects. Concluding, stronger regime shifts can be expected at lower concentrations of agricultural run-off due to climate change and can only be mitigated by lowering nutrient and pesticide concentrations in agricultural surface run-off.

RoBiMo - Robotergestütztes Binnengewässer Monitoring zur Untergrunderfassung, Wasserparametermessung und Respirationssmessung

Sebastian Pose¹; Lisa Jarosch²; Otto Dreier³; Gero Licht⁴; Eric Röder⁵; Thomas Grab¹; Tobias Fieback¹

¹ TU Bergakademie Freiberg, Scientific Diving Center; ² TU Bergakademie Freiberg, Lehrstuhl für Hydrogeologie und Hydrochemie; ³ TU Bergakademie Freiberg, Institut für Elektronik- und Sensormaterialien; ⁴ TU Bergakademie Freiberg, Institut für Informatik;

Durch die Schaffung neuer Binnengewässer im Zuge der Flutung stillgelegter Tagebauanlagen ist eine Weiterentwicklung des Gewässermonitorings mit einer größeren Abdeckung notwendig. Im Rahmen des RoBiMo-Projekts wird ein kontinuierliches und automatisiertes, tiefenaufgelöstes Messsystem zur ganzheitlichen, räumlichen Erfassung des Zustands und der Prozesse in Binnengewässern entwickelt. Dieses System misst tiefen und räumlich aufgelöste Parameter der Wasserqualität in stehenden Binnengewässern. Dafür wird eine eigens entwickelte Schwimmplattform der TU Bergakademie Freiberg mit einer selbstentwickelten Messkette aus Multiparametersensorknoten ausgestattet. Die modulare Plattform misst und analysiert die Gewässerbathymetrie, gängige Wassergüteparameter (z.B. Temperatur, elektrische Leitfähigkeit, Trübung, pH-Wert, Sauerstoffgehalt, ...) sowie das Treibhausgasausaustauschverhalten nacheinander, unabhängig von einander oder simultan. Die Navigation des Schwimmroboters erfolgt auf Grundlage einer netzwerkunabhängigen Verbindung autonom von einer Basisstation am Ufer. Zur Auswertung und Visualisierung der Messergebnisse werden die Methoden der künstlichen Intelligenz und der virtuellen Realität verwendet. Lokale und saisonale Veränderungen im Gewässer lassen sich so hochaufgelöst dokumentieren.

Mit wissenschaftlichen Tauchern werden die Messwerte mit tiefenaufgelösten "ground truth"-Daten durch Wasserproben und In-situ-Messungen validiert. Der Einfluss von Grundwasser auf Tagebaurestseen soll durch den Schwimmroboter und die Taucher erfasst und untersucht werden. Darüber hinaus können die wissenschaftlichen Taucher die Sensoren gezielt manipulieren und so die Funktionalität vor Ort überprüfen. Ein Mikroplastikfilter für den Einsatz unter Wasser wird ebenfalls entwickelt und im Rahmen des Projektes getestet. Er soll in Kombination mit dem Robotersystem und ohne verwendet werden können. Bei Problemen mit dem Sensorsystem oder dem Roboter sind die Taucher vor Ort und begleiten die einzelnen Messkampagnen. Die Ergebnisse der Wasserparameter sollen verwendet werden, um die Grundlage für eine automatisierte Wasserüberwachung zu schaffen, Methoden und Ansätze zu entwickeln und zu testen. Die daraus ableitbaren Ergebnisse werden in den Bereichen Hydro(geo)logie, Maschinenbau, Umwelttechnik sowie Robotik und Informatik angewendet.

Die Epilimnische Entnahme an der Talsperre Bautzen – ein geeignetes Instrument zur Begrenzung der Blaualgenentwicklung in einem hocheutrophen Gewässer

Alice Rau; Elisa Brode

Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen

Die Brauchwassertalsperre Bautzen liegt im Einzugsgebiet der Spree und dient vorwiegend dem Hochwasserschutz sowie der Niedrigwasseraufhöhung. Aufgrund der Windexposition, der relativ geringen Wassertiefe und der Wassermengenbewirtschaftung war die Sommerstagnation in der Vergangenheit durch einen Wechsel von Schichtungszuständen und Durchmischungsereignissen gekennzeichnet. Damit einher ging die wiederholte Einmischung phosphorreichen Tiefenwassers in die produktive Schicht. Dies verursachte regelmäßig massive Blaualgenblüten. Das EU-WRRL-Ziel „gutes ökologisches Potenzial“ wurde deshalb bislang verfehlt. Gleichwohl stellte sich in feuchteren Jahren eine deutliche Wassergüteverbesserung ein, die auf die höheren Wasserstände und eine stabilere Temperaturschichtung zurückgeführt wurde. Modellstudien legten nahe, dass die Implementation einer Epilimnischen Wasserentnahme ähnlich stark schichtungsstabilisierend wirkt wie die Einhaltung hoher Staupegel. Seit 2018 besteht die Möglichkeit, Oberflächenwasser aus der TS Bautzen abzugeben. Die Erfahrungswerte aus den ersten drei Jahren deuten trotz extremer Trockenheit vorwiegend auf einen Erfolg der Maßnahme hin: die Temperaturschichtung bleibt über den Sommer bestehen, das Oberflächen- und Tiefenwasser sind über Monate hinweg voneinander entkoppelt und die dadurch unterbundene Nährstoffzufuhr hat zur Folge, dass Blaualgen erst später im Jahr und in geringerem Umfang auftreten. Negative Begleiterscheinungen wie ein großes hypolimnisches Sauerstoffdefizit und die Nährstoffrücklösung aus dem Sediment werden sich nicht verhindern lassen; ihre Auswirkungen auf das Ökosystem können durch geeignete Steuerung jedoch auf ein erträgliches Ausmaß reduziert werden. Gerade im Jahr 2020 zeigte sich hingegen auch, wie bedeutsam ein Mindestwasserstand zu Beginn der Vegetationsperiode für den Erfolg der Maßnahme ist.

Prognosen und adaptive Handlungsoptionen für Deutschlands größte Trinkwassertalsperre im 21. Jahrhundert

Karsten Rinke; Thomas Shatwell; Chenxi Mi

¹ Helmholtz-Centre for Environmental Research

Der Klimawandel hat erhebliche Auswirkungen auf die Temperatur- und Schichtungsdynamik unserer Gewässer. Die Rappbodetalsperre, Deutschlands größte Trinkwassertalsperre, zeigt seit dem Ende der 80er Jahre außergewöhnlich starke Erwärmungsraten. Wir nutzen Ensembles von Klimasimulationen bis 2100, um die zukünftige Entwicklung der Wassertemperaturen und des Schichtungsverhaltens dieser wichtigen Trinkwassertalsperre zu prognostizieren. Im pessimistischen „Business-as-usual“-Szenario mit weiterhin beschleunigten Erwärmungsraten (RCP8.5) von rund 6 K bis 2100 verändert sich die Rappbodetalsperre in ein Gewässer, wie wir es heute nur südlich der Alpen vorfinden. Sie wechselt vom dimiktischen in den monomiktischen Zustand und erfährt eine substantielle Erwärmung des Tiefenwassers in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts. Diese prognostizierten Veränderungen im Tiefenwasser, aus dem das Rohwasser für die Trinkwassergewinnung entnommen wird, beinhalten deutlich höhere Sauerstoffzehrungsraten im Hypolimnion und erhöhen die Gefahr von Hypoxie, Anoxie und der Rücklösung von Eisen, Mangan und Phosphor. Derartige Veränderungen erfordern zukünftig wahrscheinlich einen erhöhten Aufwand im Gewässermonitoring und der Trinkwassergewinnung. In den mehr optimistischen Klimaszenarien mit verminderten Freisetzungen von Treibhausgasen und entsprechend schwächerer Erwärmung (RCP6.0 oder RCP2.6) bleibt die hypolimnische Erwärmung aus. Die Bewirtschaftung der Talsperre eröffnet ein gewisses Anpassungspotenzial durch eine Umstellung der Unterwasser-/Wildbettaufgabe von einer hypolimnischen Wasserentnahme zu einer epilimnischen Entnahme. Hierdurch kann zusätzliche Wärme entfernt werden und die Erwärmung des Tiefenwassers im RCP8.5 bis 2100 tatsächlich verhindert werden. Diese Anpassungsstrategie ist aber gegen Ende des Jahrhunderts ausgeschöpft und weiter voranschreitende Erwärmungen können nicht mehr bewältigt werden. Weitere Anpassungsoptionen und vorsorgende Maßnahmen werden vorgestellt und diskutiert.

Migrating streambeds – ecological and biogeochemical consequences of fine sediment transport

Ute Risse-Buhl¹; Shai Arnon²; Edo Bar-Zeev²; Anna Oprei³; Aaron I. Packman⁴; Ignacio Peralta-Maraver⁵; Anne Robertson⁶; Yoni Teitelbaum²; Michael Mutz³

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ; ² Ben-Gurion University of the Negev; ³ Brandenburg University of Technology Cottbus – Senftenberg; ⁴ Northwestern University; ⁵ University of Granada; ⁶ University of Roehampton

Running water ecosystems are metabolic hotspots contributing significantly to global biogeochemical fluxes. Streambed morphodynamics is well recognized where sediment grains either move (migrating phase) or rest (resting phase). The frequency and the duration of these two alternating phases depend on the flow conditions and sediment grain size. The common perspective in stream ecology is binary and focuses on stable bed morphology that is infrequently disturbed by streambed migration during relatively short flood events. However, finer sediment fractions that make up large proportion to majority of sediment in some stream types migrate more frequently. Here, we extend the overly simplistic binary view by relating the frequency and duration of alternating resting and migrating phases to the temporal scale of biological processes. We expect sediment migration to act as a filter to the community depending on the temporal scale of sediment migration. The proposed concept enables to further the understanding of ecological and biogeochemical processes in streambeds with frequently rolling and saltating bedload as well as in sand-bed streams with migrating bedforms. We expect that worldwide increases in catchment erosion as a result of agricultural intensification and urban area expansion are substantially changing the spatiotemporal mosaic of migrating and resting streambed habitats shaping global biogeochemical cycles.

Phosphorausträge aus landwirtschaftlich genutzten Flächen und Phosphordynamik angeschlossener Grünlandgräben unterschiedlicher Landschaftsräume Nordwestdeutschlands

Anna-Lena Rotenhagen; Luise Giani

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Bis heute führen Nährstoffüberschüsse in Oberflächengewässern zu einer Eutrophierung und einer Abnahme des Artenreichtums von Gewässern. Als Ursprung dieser Problematik gilt in hohem Maße die Landwirtschaft. Obwohl der Zusammenhang zwischen Landwirtschaft und Nährstoffüberschüssen in angrenzende Oberflächengewässer bekannt ist, liegen keine parzellenscharfen Kenntnisse vor. Ebenso ist unklar, welche Rolle dabei die jeweilige bodentypologische Ausstattung und Nutzungs- bzw. Düngungsintensitäten haben.

Um die Einflussfaktoren auf die Nährstoffdynamik von Gräben zu charakterisieren und quantifizieren, wurden in dieser Studie Wässer von Drainagen, Oberflächenabflüssen (Gruppen) und deren Mündungsgräben von 49 Moor- Marsch- und Geestgrünlandstandorten unterschiedlich intensiver Nutzung auf ihre Phosphatdynamik untersucht. Beprobungen und anschließenden Untersuchungen wurden über das Jahr 2019 monatlich und im Jahr 2020 an ausgewählten Zeitpunkten durchgeführt.

Die Untersuchungen zeigen, dass die Austrittswässer der Geest mit einem Median von 1,1 mg L⁻¹ Phosphat-P die höchsten Konzentrationen aufwiesen, gefolgt von denen im Moor (Hochmoor) mit 0,51 mg L⁻¹ und denen der Marsch mit 0,1 mg L⁻¹. Bei intensiver Nutzung weisen die angeschlossenen Gräben im Moor (Hochmoor) Konzentrationen von 0,45 mg L⁻¹, in der Marsch von 0,09 mg L⁻¹, und in der Geest von 0,05 mg L⁻¹ auf. Diese Unterschiede zeigten sich auch in den Gräben der extensiv genutzten Grünlander, jedoch mit insgesamt geringeren Konzentrationen. Die Phosphordynamik der angeschlossenen Gräben war saisonal variabel, wobei die unterschiedlichen Bodenlandschaften spezifische Muster aufwiesen.

Die Studie zeigt, dass die Phosphordynamik der Gräben sowohl durch die bodentypologische Ausstattung als auch durch die Intensität der Bewirtschaftung der angrenzend entwässernden Flächen beeinflusst wird. Jedoch zeichnete sich in der Dynamik nicht jede Düngung ab. Dies und die geringeren Phosphatkonzentrationen in den Gräben im Vergleich zu den Austrittswässern weist auf die Bedeutung der grabeneigenen Phosphordynamik hin. Erwartungsgemäß zeigten die moorgeprägten Gräben die höchsten Phosphatkonzentrationen, dennoch waren insgesamt die bodentypologischen Unterschiede geringer als von deren grundsätzlich bekannten P-Verhalten zu erwarten gewesen wäre.

Schwamm drüber! *Spongilla lacustris* in der Seetherapie in Zeiten des Klimawandels.

Tilman Rott

Fa. terre nouvelle - Büro für angewandte Ökologie

Schlüsselwörter: Urbanes Flachgewässer, Seetherapie, Seemanagement, *Microcystis aeruginosa*, Polymixie, *Spongilla lacustris*, Sukzession, Störung, Wassermangel.

In einem gewerblich genutzten Badesees führte das Phänomen zunehmender Biomasse von *Spongilla lacustris* (Porifera) zu einem Paradigmenwechsel in der Seetherapie. Seither ergänzen die Schwämme trotz massiver klimatischer und anthropogener Störungen Wasser-, Makrophyten- und Nährstoffmanagement bei der Eindämmung von *Microcystis aeruginosa* (Cyanoprokaryota). Erfolg und Grenzen in der Praxis werden anhand von mehrjährigen limnologischen Untersuchungen dargelegt.

Charakterisierung naturnaher Bruthabitate von Stechmücken

Felix Sauer¹; Tarja Dworak²; Daniel Döding²; Ellen Kiel²

¹ Bernhard Nocht Institute for Tropical Medicine; ² CvO Universität Oldenburg

Feuchtgebiete bieten ideale Voraussetzung für viele schützenswerte Arten und sind als Hotspots der Biodiversität anerkannt. Gleichzeitig sind sie oftmals produktive Brutstätten von Stechmücken, was für die Bevölkerung zu einer Belästigung bis hin zu einem erhöhten Infektionsrisiko führen kann. Kenntnisse über die Brutökologie heimischer Stechmückenarten erlauben eine detaillierte zeitlich-räumliche Vorhersage der Populationsentwicklung und ermöglichen es Auswirkungen von Umweltveränderungen auf Stechmücken besser einzuschätzen.

Um die Brutgewässer heimischer Stechmückenarten zu charakterisieren wurden potentielle Gewässer in Untersuchungsgebieten in ganz Deutschland beprobt. Der Stechmückenfang erfolgte mit einem Larvendipper (350 ml), wobei in Abhängigkeit der Gewässergröße 3-10 Dips genommen wurden. Larven im vierten Stadium wurden noch im Gelände in Ethanol fixiert. Jüngere Stadien und Puppen wurden zur morphologischen Bestimmung aufgezogen. Die Gewässerstruktur sowie abiotische (pH und Leitfähigkeit) und biotische (u.a. Vegetation) Parameter der beprobten Wasserkörper wurden vor Ort aufgenommen. Darüber hinaus wurden satellitengestützte Fernerkundungsdaten (Copernicus, EEA) zur Landnutzung und Vegetation extrahiert, um das erweiterte Umfeld der Bruthabitate zu beschreiben. Mittels multivariater Statistik der Präsenz/Absenz je Art und beprobtem Wasserkörper wurden Artengemeinschaften (Cluster-Analysen, NMDS) und Art-Umwelt-Beziehungen (u. a. db-RDA) analysiert.

Bislang konnten in 122 beprobten Gewässern 19 Stechmückentaxa nachgewiesen werden. Die Daten aus 20: Ökologische Wechselwirkungen diffuser Xenobiotika-Einträge in stehende Gewässer¹⁷ und 2018 ließen Rückschlüsse auf mindestens vier separierte Artengemeinschaften zu, welche mit unterschiedlichen Bruthabitaten assoziiert waren: Überschwemmungsflächen in Auen (dominante Art *Aedes vexans*), Bruchwälder (*Aedes annulipes* Gruppe), Gräben (*Anopheles maculipennis s.l.*), diverse Bruthabitate (u. a. *Culex pipiens s.l.*). Die Umweltparameter Wasserführung (permanent vs. temporär), der Zeitraum der Probennahme sowie die Landnutzung (Wald vs. Offenland als zusammengefasste Corine Land Cover-Information) hatten den höchsten Anteil an der erklärenden Varianz (db-RDA, zusammen 13% der Gesamtvarianz). Weitere Untersuchungsgebiete aus 20: Ökologische Wechselwirkungen diffuser Xenobiotika-Einträge in stehende Gewässer¹⁹ und 2020 sollen in die Auswertungen einfließen und so eine umfassende Analyse zur Brutökologie heimischer Stechmückenarten ermöglichen.

Spatial and temporal stressor patterns determine the interaction between multiple stressors

Ralf B. Schäfer¹; Noel Juvigny-Khenafou; Lucas Streib

¹ Universität Koblenz-Landau

In most ecosystems, multiple stressors co-occur in space and time and their interaction is most frequently additive or non-additive (antagonistic or synergistic). To date, most multiple stressor studies focused on effects at the local scale (i.e., patch experiments) and synchronized stressor occurrence. However, it remains largely unknown how spatio-temporally differing stressors interact in their effects. Indeed, at larger spatial scales, biotic dynamics within ecological networks complicate our understanding. In addition, stressors occur with very different temporal profiles ranging from discrete to continuous with constant, oscillating or changing stress levels.

We simulated a wide range of scenarios of two stressors using a spatially-explicit meta-population model for a generic, hemimetabolous freshwater insect (Streib et al. 2020 - Ecol. Model. 416). Stressors were land-use and climatic extreme events, implemented in spatio-temporally different profiles. Land-use permanently influenced meta-population network connectivity and patch qualities, whereas climatic extreme events resulted in periodic mortality. We ran over 100,000 simulations and analysed, which factors drive the overall effect size and stressor interactions. In most scenarios, the continuous stressor determined the overall effect. Low land-use stress buffered long-term effects of climatic extreme events at all levels, by supporting recovery dynamics inside the network. We discuss the relevance of the spatial and temporal dimension when assessing the effects of multiple stressors and for freshwater management.

Fatty acid accumulation in feeding types of a natural freshwater fish population

Kristin Scharnweber¹; Fernando Chaguaceda²; Peter Eklöv³

¹ Universität Potsdam; ² Swedish University of Agricultural Sciences (SLU); ³ Uppsala University

Fatty acids are widely used to study trophic interactions in food web assemblages. Generally, it is assumed that there is a very small modification of fatty acids from one trophic step to another, making them suitable as trophic biomarkers. However, recent literature provides evidence that many fishes possess genes encoding enzymes with a role in bioconversion, thus the capability for bioconversion might be more widespread than previously assumed. Nonetheless, empirical evidence for biosynthesis occurring in natural populations remains scarce. In this study, we investigated different feeding types of perch (*Perca fluviatilis*) that are specialized on specific resources with different levels of highly unsaturated fatty acids (HUFAs), and analyzed the change between HUFA proportions in perch muscle tissue compared to their resources. Perch showed matching levels to their resources for EPA, but ARA and especially DHA were accumulated. Compound-specific stable isotope analyses helped us to identify the origin of HUFA carbon. Our results suggest that perch obtain a substantial amount of DHA via bioconversion when feeding on DHA-poor benthic resources. Thus, our data indicate the capability of bioconversion of HUFAs in a natural freshwater fish population.

Der Nordamerikanische Ochsenfrosch *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802) als invasives Neozoon im Raum Karlsruhe – Untersuchungen an den Larven zur Altersstruktur der Population, zur Überwinterungsstrategie und Verbreitung sowie zur exakten Artbestimmung

Jennifer Tersteegen¹; Ralph Schill²; Valentin Gutekunst; Steffen Scholz³; Franz Brümmer⁴

¹ Wissenschaftliche Tauchgruppe Universität Stuttgart (WITUS); ² aquatil gGmbH; ³ Karlsruher Institut für Technologie (KIT)/IAI; ⁴ Universität Stuttgart, IBBS

Im Gebiet des nördlichen Oberrheins in der Nähe von Karlsruhe konnte sich eine Population des Nordamerikanischen Ochsenfroschs *Lithobates catesbeianus* etablieren. Das Gebiet ist gekennzeichnet durch eine Vielzahl verschiedenener Gewässer, welche sich in unmittelbarer Nähe des Rheins befinden. Der Nordamerikanische Ochsenfrosch wird in Europa als invasive Art eingestuft und wird auf der „Liste invasiver gebietsfremder Arten von unionsweiter Bedeutung“ geführt, Daraus folgt die Notwendigkeit zur Durchführung eines Monitorings und zur Dokumentation, sowie zur Bekämpfung der Ochsenfroschpopulation im Raum Karlsruhe. Dies setzt hinreichende und abgesicherte Kenntnisse zur Biologie beziehungsweise zur Ökologie und zur Ausbreitung voraus.

Verschiedene morphologische Merkmale wurden dahingehend untersucht, ob diese für eine exakte Artbestimmung der Larven geeignet sind. Dabei lag der Schwerpunkt vor allem auf dem Mundfeld und insbesondere auf den Zahnreihenverhältnissen, welche bei gefangenen Larven untersucht wurden. Es wurden die Zahnreihenverhältnisse 1/3 und 2/3 beobachtet. Die Untersuchung des Mundfelds sowie das Ermitteln der Zahnreihenverhältnisse eignet sich nicht alleine zur exakten Artbestimmung, da die Angaben in der Literatur variieren. Eine Betrachtung der Gesamtmorphologie ist zur Artbestimmung zwingend erforderlich.

Das Wander- und Überwinterungsverhalten von Ochsenfroschlarven wurde mit Telemetriesender untersucht, eine Unterwasserfotodokumentation der Überwinterungsquartiere durchgeführt sowie die jahreszeitlichen Temperaturänderungen ermittelt, die das Wanderungsverhalten und die Metamorphose der Larven bestimmen. Während des Überwinterns zeigen die Larven eine geringere Aktivität und graben sich mehr oder weniger im Sediment ein.

Um zu ermitteln, wie Informationen über die Altersstruktur in der Population erhalten werden können, wurde bei einer Larve eine skeletochronologische Untersuchung durchgeführt, die einen Wachstumsring zeigte, welcher auf eine erfolgte Überwinterung hindeutet.

Im Rahmen einer mehrjährigen Citizen Science-Aktion wurden Ochsenfroschlarven von Taucher*innen während ihrer freizeithlichen Tauchgänge gefangen und anschließend von Wissenschaftler*innen ausgewertet. Laufende Untersuchungen unter Verwendung von eDNA (environmental DNA) untersuchen die Dynamik der Besiedelung und Ausbreitung von Ochsenfröschen, auch als Grundlagenforschung für einen angewandten Naturschutz in Baden-Württemberg.

ScienceDIVER - Harmonisierung des wissenschaftlichen Tauchens in Europa

Ralph Schill¹; Kimon Papadimitriou²; Konstantinos Tokmakidis²; Angelos Manglis³; Fabio Bruno⁴; Rumen Stoyanov⁵; Fabio Figurella⁶; Franz Brümmer⁷

¹ envirocom; ² Aristoteles-Universität Thessaloniki; ³ Atlantis Consulting; ⁴ Universität von Kalabrien; ⁵ Marine Cluster Bulgaria; ⁶ Divers Alert Network Europe Foundation; ⁷ Universität Stuttgart, IBBS

Wissenschaftliches Tauchen ist eine produktive und kostengünstige Methode für die Meeres- und Süßwasserforschung unter Wasser. Es ergänzt und unterstützt Fernbeobachtungen, Messungen und die Sammlung von Daten und Materialien, die unter Wasser mit verschiedenen Instrumenten von Wissenschaftler*innen gewonnen werden. Die Welt des Wissenschaftlichen Tauchens hat sich in den vergangenen Jahrzehnten weiterentwickelt. Mit neuen technischen Möglichkeiten, die beispielweise das Technische Tauchen mit verschiedenen Gasgemischen und Kreislaufgeräten bietet sowie dem Wissen über tauchspezifische Gefahren, können auch schwierig zugängliche und tiefere Bereiche unter Wasser wissenschaftlich untersucht und dokumentiert werden. Dies trifft auch für den Süßwasserbereich mit Seen, Talsperren und Flüssen zu.

Die Ausbildung von wissenschaftlichen Taucher*innen garantiert inzwischen eine gute wissenschaftliche Praxis unter Wasser und erlaubt auch die Bearbeitung komplexer wissenschaftlicher Fragestellungen und den Einsatz auf bestimmte Fragestellungen spezialisierte Gerätschaften. Die Ausbildung erfolgt derzeit weitgehend nach den internationalen Standards der American Academy of Underwater Sciences (AAUS), Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques (CMAS), Canadian Association for Underwater Science (CAUS) und dem European Scientific Diving Panel (ESDP). Aufgrund von unterschiedlichen Regulierungen des Tauchens und nationalen Gesetzgebungen gibt es jedoch keine einheitliche Anerkennung. Das erschwert besonders die internationale Zusammenarbeit von Wissenschaftler*innen in Europa, aber auch weltweit.

ScienceDIVER ist ein laufendes EU-Projekt, das sich mit den verschiedenen Trainingstandards, Zertifizierungen und gesetzlichen Regelungen innerhalb der Länder in der europäischen Union beschäftigt, um eine gegenseitige Anerkennung von Fähigkeiten und der reibungslosen Mobilität innerhalb aller EU-Länder zu ermöglichen. Es sind sieben Institutionen aus fünf europäischen Ländern beteiligt. Ein international besetztes Expertengremium unterstützt dieses Projekt.

Das Projekt ScienceDIVER (Projekt-Id 863674, EMFF-Blue Economy-2018), wird vom Europäischen Meeres- und Fischereifonds der Europäische Union finanziert und von CINEA (Exekutivagentur für Klima, Infrastruktur und Umwelt) verwaltet.

Interaction of bottom-up and top-down control of structure and functions of stream biofilm

Alexandra Schlenker; Mario Brauns; Patrick Fink; Markus Weitere

Helmholtz Center for Environmental Research - UFZ

Excess nutrients and light (bottom-up control) in streams often lead to an increase of benthic primary production, i.e., eutrophication. When the primary consumer community fails to control the biomass (top-down control), eutrophication often implies a decrease in water quality and biodiversity. Previous eutrophication research mainly focused on bottom-up regulations. Less is known about the potential of benthic macroinvertebrates controlling eutrophication from the top-down. In this study, the interaction of bottom-up and top-down control on stream biofilms was investigated. A biofilm community was grown in artificial flumes connected to a headwater stream, while light and dissolved phosphorus were manipulated in a two-factorial design. Top-down control on the biofilm was studied by addition of grazers. Net oxygen production and incorporation of a ^{15}N -labeled nitrate tracer were used to quantify primary production and nitrogen uptake into algae and grazers. Both light and phosphorus addition increased net oxygen production, but the area-specific oxygen production rates converged over time despite high differences in biofilm biomass. Biomass-specific net oxygen production and nitrogen uptake into grazer biomass were highest under enriched phosphorus and low light conditions. This indicates high importance of the effect of light and nutrients on top-down control of biofilm productivity and nutrient transfer. Furthermore, the behavioural response of the grazers to high light exposure appeared to mediate the top-down control of biofilms. These results further support the importance of top-down control via grazers on stream eutrophication and water quality.

Pegelstandsänderungen im Bodensee und ihre Beziehung zu Veränderungen in der Makrophytenbesiedlung der Abflüsse des Bodensee-Ober- und Untersees

Klaus Schmieder¹; Bernd Wahl²; Michael Dienst³; Irene Strang³; Gunnar Franke¹; Martin Mainberger⁴

¹ Universität Hohenheim; ² Institut für Seenforschung (ISF) der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW); ³ AGBU; ⁴ UWARC

Seit 2008 vergrößerten sich im Bodensee die Pegelunterschiede von Ober- und Untersee zunehmend, nachdem sie im 20. Jh. deutlich abnahmen. Die Frage nach den Ursachen der Änderung der Seespiegelverhältnisse führt zu der Annahme, dass die Veränderungen der Wasserpflanzenvegetation infolge der starken Nährstoffzunahme in den 1960er und 1970er Jahren und des anschließenden, bis heute andauernden Nährstoffrückgangs eine wesentliche Rolle spielen. Um die Frage zu klären, wurde die Verbreitung der Wasserpflanzen in den Seeausflüssen kartiert. Vor allem das Schweizer Laichkraut (*Potamogeton helveticus*) nimmt als immergrüne Art der Abflusssrinnen hier eine Schlüsselstellung ein. Tauchuntersuchungen und hydraulische Modellierungen ergänzten die Untersuchungen.

Die Ergebnisse zeigen, dass das Schweizer Laichkraut im vergangenen Jahrzehnt tatsächlich stark zugenommen hat. Die Art besiedelt aktuell die Sohle der Abflusssrinnen des Seerheines bis in 6 m Tiefe mit bis zu 1000 Sprossen pro Quadratmeter und Sprosslängen von bis zu 5 m, während sie in den Jahrzehnten zuvor lediglich an den Rändern der Abflusssrinnen in kleinen Beständen mit Sprosslängen von unter 1 m vorkam. In den Flachwasserzonen außerhalb der Abflusssrinnen haben sich im vergangenen Jahrzehnt im Seerhein vor allem Armleuchteralgen ausgebreitet. Die hydraulischen Modellierungen bestätigen die Annahme, dass Wasserpflanzen die Ursache für die veränderten Seespiegelverhältnisse darstellen.

Regime shifts in freshwater ecosystems exposed to multiple stressors under climate change - the CLIMSHIFT-project

Mechthild Schmitt-Jansen¹; Joey Allen²; Nora Kipferler³; Bastian Polst¹; Vinita Vijayaraj²; Martin Laviale²; Gregorio López⁴; Franz Hölker⁴; Joséphine Leflaive⁵; Herwig Stibor³; Sabine Hilt⁴; Elisabeth M. Gross²

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ, Leipzig; ² Université de Lorraine, LIEC UMR 7360 CNRS, Metz, France; ³ Ludwig-Maximilians University Munich, Department of Biology, Munich; ⁴ Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries,

This presentation will provide an overview on the research questions and first results of the French-German ANR – DFG - collaborative project CLIMSHIFT.

Shallow aquatic systems in agricultural landscapes are threatened by multiple stressors. Regime shifts between macrophyte- versus phytoplankton dominance have been described for these systems in dependence of eutrophication factors like phosphorus, however, shallow lakes are especially vulnerable to climate warming and agricultural run-off due to their high surface to water ratios. Therefore, the challenge in understanding multiple stressor effects in shallow lakes derives from the complexity of different functional groups of benthic and pelagic primary producers and associated consumers as well as stressor interactions, as stressors may act additive, synergistic or antagonistic or even reversed.

CLIMSHIFT aims for a mechanistic understanding of stressor interactions in shallow lakes potentially resulting in alternative stable regimes and to identify multiple stressor effects on related critical thresholds. Our main hypothesis is that multiple stressors trigger non-linear shifts between those regimes, with far-reaching effects on crucial ecosystem processes and functions.

To address the above mentioned complexity we performed microcosm studies at laboratory scale and up-scaled to larger, outdoor mesocosms. Submerged plants, periphyton and phytoplankton as primary producers were exposed individually and in combination with the second trophic level, consumers, composed of the snail *Lymnaea*, consuming periphyton and plants, and benthic and pelagic phytoplankton filter-feeders, *Dreissena* and *Daphnia*. Integrative dynamical model approaches are used to simulate potential outcomes and critical thresholds, and predict stressor interactions.

First results indicate that combined stressors lead to shifts in community structure in these experimental systems. Macrophytes were replaced by phytoplankton or benthic algae in a context-dependent way and shifts were modulated by climate warming. Changes in community structure goes along with major consequences for important ecosystem functions. The outcome of our project will support the definition of “safe operating spaces” for a sustainable agriculture and management of shallow aquatic systems in a changing world.

Von Sauren, Salz- und Soda-Seen zu Lake Magadi Soda - Chemische Modellexperimente zur Umweltbildung

Wolfgang Schmitz

Pädagogische Hochschule Karlsruhe

Bei sauren Seen denkt man zunächst an die versauerten Seen beispielsweise in Schweden oder an Braunkohletagebauseen und deren typisches Phänomen der Verockerung [1-3].

Die vier sauersten Gewässer der Erde sind Kraterseen von Vulkanen in Costa Rica und Indonesien. Aus dem Vulkanschlot eines solchen Kratersees entweicht unter anderem das Gas Schwefeldioxid. Das Baden im See ist hier strengstens verboten. Der pH-Wert des Kraterwassers beträgt 0,3.

Der Lake Magadi in Kenia ist einer der stark alkalischen Sodaseen im ostafrikanischen Grabenbruch. Das Wasser dieser und auch anderer Sodaseen hat einen pH-Wert von über 11,5 [4]. Am Lake Magadi werden die großen Trona-Vorkommen wirtschaftlich abgebaut.

Der Vortrag gibt unterstützt von Experimenten[1-4] einen Einblick in die Entstehung und die Chemie von sauren-, salinen- und alkalinen Seen sowie über natürliche und synthetische Soda [4]. In diesem Zusammenhang werden auch kurz das LEBLANC- und das SOLVAY-Verfahren gegenübergestellt.

Ziel der Modellexperimente [1-4] ist es, aktuelle Forschungsergebnisse aus den Umweltwissenschaften dem Bildungssektor für die Aus-, Fort- und Weiterbildung zur Verfügung zu stellen. Mit Hilfe solcher Modellexperimente sollen die komplexen Prozesse, die hinter der Limnochemie stehen und im Falle der Versauerung und Versalzung von Oberflächengewässern eines der bedeutendsten Umweltprobleme der heutigen Zeit darstellen, einfach, klar und verständlich veranschaulicht werden.

Referenzen:

[1] W. Schmitz, Umweltbildung interdisziplinär - Modellexperimente zur Gewässerversauerung (Experimentalvortrag), Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL), Erweiterte Zusammenfassungen der Jahrestagung 2013 (Potsdam-Berlin), Hardeggen 2014, 143 - 149. [2] S. Westermann & W. Schmitz, Modellexperimente zur Gewässerversauerung, PdN Chemie in der Schule 2014, 4/63, 38 – 45.

[3] S. Westermann & W. Schmitz, Gewässerversauerung – viel mehr als nur ein niedriger pH-Wert. Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL), Erweiterte Zusammenfassungen der Jahrestagung 2012 (Koblenz), Hardeggen 2013, 520-524.

[4] W. Schmitz, Lake Magadi Soda, PdN Chemie in der Schule 2015, 7/64, 33-37.

Monitoring von Auentümpeln (Makrozoobenthos, Hydrophyten) im NSG "Neue Lippe Mündung" im Jahr 2019

Gerhard Schoolmann

Universität zu Köln

Lebewesen in Auentümpeln leben in der Regel im Spannungsfeld zwischen hohem Wasserstand und Austrocknung. Drei Jahre nach der endgültigen Fertigstellung der neuen Lippe Aue im Jahr 2016, konnte im Auftrag des Lippe Verbandes im Untersuchungsgebiet an neu angelegten Auentümpeln ein mehrmaliges Monitoring von Makrozoobenthos und Hydrophyten durchgeführt werden. Auffällig starke Algenentwicklungen wurden ebenfalls dokumentiert. Von den elf vorgefundenen Auentümpeln wurden acht ausgewählt und mehrfach beprobt.

Die Tümpel, die mit der Lippe und einem Ausgrabungsgewässer in Verbindung stehen, zeigten eine Beeinflussung durch beide Lebensräume. Da die Lippe weiterhin eine Salzfracht transportiert, waren halophile Arten nachweisbar. Der Anteil an vorgefundenen Neobionten war relativ groß. Die Untersuchung zeigte aber auch, dass diese anthropogen geformten Gewässer bereits nach relativ kurzer Zeit einer vielfältigen Artengesellschaft Lebensraum bieten. Insbesondere Libellen konnten mit zwölf Arten nachgewiesen werden. Amphipoden waren in teils ungewöhnlicher Artenzusammensetzung anzutreffen.

Light or mechanics: What drives phototrophic and heterotrophic microbial activity in sandy sediments?

José Schreckinger¹; Michael Mutz¹; Insa Franzmann¹; Ute Risse-Buhl²

¹ Brandenburg University of Technology Cottbus-Senftenberg; ² Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ

Even under low flow, sandy riverbeds hold sediment patches that undergo frequent motion. These mobile sediments are defined as migrating ripples and can be the dominant patch type in riverbeds. Even though they are globally distributed, little is known about their role in river's biogeochemical dynamics. Due to frequent migrating-resting cycles in migrating ripples, single sediment grains are exposed to light (while migrating) and dark (while resting and buried) conditions during daylight. The ripples dimension and migration velocity define the time sediment grains are exposed to light. Here, we tested hypothesize that light effects are more pronounced than sediment migration effects on phototrophic and heterotrophic microbial activity. By implementing a microcosm-based experiment, we exposed the microbial community of River Spree (North-east Germany) sediment sampled in May 2021 to three treatments: (i) stationary sediment at constant light regime (14h light and 10h dark), (ii) migrating sediment with discontinuous light regime (14h light period consisting of a 3.3 min light and 9.7 min dark cycle), and (iii) stationary sediments with discontinuous light regime (same as ii). Microcosms were kept at 14°C and run for eight days. Preliminary results revealed that both light and migration significantly affected sediment's phototrophic and heterotrophic microbial activity. The gross primary production of stationary sediments under constant light was 15times higher than under discontinuous light. Under discontinuous light, gross primary production of stationary sediments doubled those observed in migrating sediments. Interestingly, reduced light exposure had a more substantial effect on both sediment-associated community respiration and net ecosystem production than migration. Phototroph abundance and nutrient dynamics in sediments are under analysis and results will be presented in the DGL meeting. Our preliminary findings contribute to a better understanding of migrating sediments for biogeochemical processes and, thus, ecosystem function in lotic systems, which is essential for proper river management.

Technisches Sicherheitsmanagement (TSM)

Georg Schrenk

DWA

Was ist TSM?

Das Technische Sicherheitsmanagement (TSM) ist ein Verfahren zur Selbstüberprüfung von Unternehmen hinsichtlich der Qualifikation und Organisation des technischen Bereiches. Es ist nach Sparten gegliedert und wird von den technisch-wissenschaftlichen Vereinigungen getragen. Das TSM hat sich im Bereich der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung als ein nützliches Instrument zur Überprüfung der Aufbau- und Ablauforganisation eines Unternehmens bewährt und wurde auf den Bereich Gewässerunterhaltung und anschließend auch auf den Stauanlagenbereich ausgedehnt. Die Anforderungen für die jeweilige Sparte werden in verschiedenen Merkblättern definiert. Im Merkblatt DWA-M 1001 werden die Anforderungen an die Gewässerunterhaltungslassträger hinsichtlich der Organisation sowie der Qualifikation der beschäftigten Personen sowie die sicherheitstechnischen und betriebstechnischen Belange für den Betrieb, die Unterhaltung und die Überwachung dargestellt .

Anhand von Leitfäden wird überprüft, ob die Anforderungen der jeweiligen Merkblätter im Unternehmen erfüllt sind. Die Leitfäden sind modular aufgebaut. Neben einem allgemeinen organisatorischen Teil, der für alle Sparten gilt, ist für die spezifischen Belange der jeweiligen Sparte ein weiterer fachspezifischer Teil zu bearbeiten.

Diese Leitfäden bestehen aus konkreten Fragen zu technischen und organisatorischen Sachverhalten in den Unternehmen und sind zunächst zur Selbstüberprüfung des Betriebs vorgesehen.

TSM Gewässer

Gewässer und die damit im Zusammenhang stehenden wasserwirtschaftlichen Anlagen müssen so unterhalten bzw. betrieben werden, dass die Anforderungen insbesondere nach bundes- und landesrechtlichen Regelungen eingehalten werden.

Das TSM einigt die Anforderungen gewässerunterhaltungspflichtiger Institutionen hinsichtlich der Organisation und der beschäftigten Personen sowie die sicherheitstechnischen und betriebstechnischen Belange für Planung, Bau und Betrieb wasserwirtschaftlicher Anlagen und unterstützt die Verantwortlichen dabei, eine sichere, zuverlässige, umweltgerechte und wirtschaftliche Gewässerunterhaltung zu praktizieren.

Der Nutzen

Das Bürgerliche Gesetzbuch formuliert in § 823 eine weitreichende Schadensersatzpflicht bei vorsätzlicher oder fahrlässiger Verletzung von Gesundheit, Freiheit, Eigentum oder sonstiger Rechte Dritter.

Genetisches Monitoring zur Wiederansiedlung des Atlantischen Lachses (*Salmo salar*) im Rheingebiet (GeMoLaR)

Anne Schrimpf¹; Christopher Bridges²; Thomas Schmidt¹; Ralf Schulz¹

¹ Universität Koblenz-Landau; ² TunaTech GmbH

Der Lachs (*Salmo salar*) ist eine charakteristische Fischart in vielen europäischen Flusssystemen. Auf Grund seines anadromen Wanderverhaltens und seiner hohen Habitatansprüche ist er eine ausgezeichnete Indikatorart für vitale und ökologisch gut vernetzte Gewässersysteme.

Der Atlantische Lachs war im Rhein und zahlreichen Zuflüsse eine häufige und wirtschaftlich überaus bedeutende Fischart. Der Rhein galt daher als wichtiger Lachsfluss Europas. Die Bestände waren jedoch bereits im späten 19. Jahrhundert rückläufig und kollabierten in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Ökologische Wechselwirkungen diffuser Xenobiotika-Einträge in stehende Gewässer. Die wesentlichen Gründe waren Wanderhindernisse, schlechte Wasserqualität und Überfischung. In den 1950er Jahren galt der Lachs im Rhein als ausgestorben. In den 1980er Jahren wurden ambitionierte Programme zur Sanierung des Rheins und zum Wiederaufbau von Lachspopulationen begonnen. Die Gründertiere stammen im Wesentlichen aus Frankreich und Schweden.

Durch intensive Besatzmaßnahmen seit den 90er Jahren ist der Lachs auch im Rhein wieder eine heimische Art geworden. Der Lachs hat im Rhein jedoch noch keine selbsterhaltende Population gebildet. Trotz nachgewiesener Naturreproduktion in einigen Gebieten muss die Art weiterhin in Zuchten vermehrt und besetzt werden. Sechs Zuchten beteiligen sich am Zuchtprogramm des Lachses für das deutsche Rheineinzugsgebiet und über 1 Mio. Besatzfische werden jährlich in zahlreichen Maßnahmen in Nordrhein-Westfalen, Hessen, Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg besetzt.

Das Ziel des Projektes GeMoLaR ist die Evaluierung und Optimierung der Wieder-ansiedlungsmaßnahmen des Atlantischen Lachses im gesamten deutschen Rhein-System. Hierzu soll erstmals ein großflächiges genetisches Monitoring der Wiederansiedlung durchgeführt werden. Das Projekt wird von 10 Projektpartnern in den vier Bundesländern unterstützt.

Als Methode wird eine Mikrosatellitenanalyse mit 15 Loci nach dem international standardisierten SALSEA-Merge-Protokoll verwendet. Dadurch sind die aus dem Rheineinzugsgebiet erhobenen Daten mit den internationalen Referenzdaten der SALSEA-Merge Genetics Database vergleichbar. Rückkehrenden Lachse können mittels Elternschaftsanalyse und Assignment Tests der Herkunft zugeordnet werden.

Derzeit sind über 6.000 Proben aus den Zuchten und dem Rheineinzugsgebiet (Rückkehrer und Besatzexperimente), die zwischen 2012 und 2021 genommen wurden, genetisch analysiert worden. Die ersten Ergebnisse aus den Zuchten und von rückkehrenden Lachsen werden vorgestellt.

Zweite Restaurierung des Barleber Sees nach 33 Jahren

Martin Schultze¹; Kurt Friese¹; Olaf Mietz²; Karsten Rinke¹

¹ Helmholtz Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ; ² Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH

Der Barleber See ist eines der wichtigsten Erholungsgewässer Magdeburgs. Er entstand durch Kies- und Sandgewinnung Anfang der 1930er Jahre. In den 1970er und 1980 Jahren erfuhr er eine zunehmende Eutrophierung, einschließlich des Auftretens von Massenentwicklungen von Cyanobakterien und dadurch verursachten Badeverboten. Im Herbst 1986 wurde der Barleber See daher mit Aluminiumsulfat behandelt (37 t Al).

Der gelöste, reaktive Phosphor (SRP) wurde um mehr als 98%, der Gesamtphosphor (TP) um 90% reduziert. Die vor der Restaurierung beobachtete Freisetzung von Phosphor aus dem Sediment wurde trotz weiterhin vorherrschender Anoxie im Hypolimnion weitgehend unterbunden. Die Sichttiefe erhöhte sich deutlich und die Besiedlung mit Makrophyten wurde dominant. Massenentwicklungen von Cyanobakterien traten nicht mehr auf, so dass die Erholungsnutzung für 28 Jahre keine Beeinträchtigung erfuhr.

2016 traten neuerlich große Freisetzungen von Phosphor aus dem Sediment auf, die Phosphorkonzentration im Seewasser stieg auf höhere Konzentrationen als vor der Restaurierung von 1986 und wegen Massentwicklungen von Cyanobakterien mussten ab 2017 wiederholt Badeverbote erlassen werden.

2019/20 fand daher eine zweite Restaurierung statt, für die in zwei Etappen mit Poly-Aluminiumchlorid (PAC) verwendet wurde. Von Juli bis Oktober 2019 wurden 1000 t PAC-Lösung (Al-Gehalt der PAC-Lösung: 9%) ausgebracht und weitere 250 t im Frühjahr 2020. Eine Behandlung im Sommer ist ungewöhnlich und wird in der Regel als weniger effektiv angesehen. Am Barleber See sollte sie möglichst schnelle Erfolge noch in der Badesaison 2019 bewirken, was auch tatsächlich gelang. Im August erreichte die TP-Konzentration in den obersten 2,5m der Wassersäule Werte von 10-15µg/L. Tiefere Bereiche des Sees wurde in Kombination aus Phosphorelimination durch sedimentierende Aluminiumhydroxid-Flocken und fortschreitender Tiefenmischung nach und nach mit erfasst. Anfang Oktober erreichte diese Wirkung und mit ihr die Sichttiefe (9m) den Seegrund. Im Laufe des Winter 20: Ökologische Wechselwirkungen diffuser Xenobiotika-Einträge in stehende Gewässer 19/20 stiegen die Phosphorkonzentrationen im tiefsten Teil des Sees wieder marginal an.

Die Nachfällung Frühjahr 2020 sollte die Phosphorbindung im Sediment weiter stärken. Die gute Pufferung des Barleber Sees ließ die großen Einsatzmengen an PAC problemlos zu. Etwa 50% der Anfang Juli 2019 vorhandenen Pufferkapazität wurden verbraucht. Cyanobakterien spielten im Sommer 2020 nur noch eine untergeordnete Rolle.

Colonization of salt-affected running waters by non-diatom benthic algae: A case study from Thuringia (Germany)

Elisabeth Pohlen¹; Claus-Jürgen Schulz²; Antje Gutowski³

¹ Institut für Allgemein Zoologie an der Universität Gießen; ² Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz; ³ AlgaLab

Salinization of running waters has been identified as a severe worldwide ecological problem. Biological investigations concerning the impacts of elevated salt concentrations on aquatic organisms often focused on benthic macroinvertebrates and diatoms so far, other groups being less considered. The following study is about the colonization of both geogenically and anthropogenically salt-affected running waters by non-diatom benthic algae (PoD).

Datasets of chemical and biological parameters from 4 Thuringian catchments (Wipper, Bode, Kyffhäuserbach, Solgraben) being characterized by different levels of salinity were analyzed with respect to the following questions: (i) Which PoD-taxa do occur in these creeks and rivers under elevated salt concentrations and (ii) in which way does salinization influence the PoD community composition?

Data were collected from 2008 to 2017 at 12 sampling sites. They are characterized by loads from potassium mining residuals, geogenic salinization, and also nutrients from agriculture. Among 101 PoD taxa which were correlated with nutrients (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, Ninorg, TP, o-P) and salts (Na⁺, K⁺, Mg⁺⁺, Cl⁻, SO₄⁻⁻, HCO₃⁻), 30 taxa were correlated significantly with nutrients (17 pos., 12 neg. and 1 pos.+neg.) and 15 taxa with salt ion (6 pos. and 9 neg.). Regarding the salt ions the PoD responded stronger to Mg⁺⁺ (2 pos., 8 neg.) and K⁺ (4 pos., 7 neg.) than to Cl⁻ (4 pos., 2 neg.). Measurements of conductivity did not reflect the effects of the salt load. Only 6 taxa (3 pos., 3 neg.) were correlated with conductivity.

Most frequently reported were the species *Cladophora glomerata*, *Pleurocapsa minor* and *Gongrosira incrustans* as well as species of the genera *Vaucheria*, *Ulva* and *Oedogonium* and preliminary stages of some red algae (*Chantransia*). Positively correlated with salt were: *Melosira nummuloides* and the species of the genera *Lyngbya*, *Microcoleus* and *Ulva*. Negatively correlated with salt ions were *Chantransia* stages, *Closterium ehrenbergii*, *C. moniliferum*, *C. leibleinii*, *Phormidium incrustatum* and the taxa of the genera *Spirogyra*, *Mougeotia* and *Vaucheria*.

The results also indicate that often the coverages of some PoD taxa were elevated at sampling locations of higher salinities and thus may be assumed to be of indicative value for such ecological conditions.

Ökologische Durchgängigkeit: Auch für Holz relevant

Michael Seidel

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und Ländliche Räume Schleswig-Holstein

„Wood is good, but it moves“, titelten Hervé Piégay und seine Koautor-Innen auf der dritten internationalen Konferenz zu Holz in Fließgewässern. Damit fassten sie sehr gut die Mobilität als eine der wesentlichen Herausforderungen im Management von Holz zusammen. Konsens ist mittlerweile, dass Holz ein wesentlicher Bestandteil naturnaher Fließgewässer, und von hoher Bedeutung für den ökologischen Zustand ist. Aber es bewegt sich eben – vor allem das ökologisch besonders relevante, natürlich eingetragene Holz.

Am Beispiel einer Renaturierungsmaßnahme in einem kiesgeprägten Tieflandbach wird gezeigt, dass vor allem das natürlich eingetragene Holz eine hohe Bedeutung für die Besiedlung von Organismen des Makrozoobenthos hat, aber sehr mobil sein kann und einer ständigen Umlagerung unterliegt. Zwischen zwei Untersuchungsjahren wurden ca. 65 % der kartierten Hölzer verlagert. Über einen Zeitraum von 10 Jahren waren lediglich 5 % der kartierten Hölzer lagestabil. Mobil war vor allem das kurze Astholz von unter 1,5 m Länge. Aufgrund dessen hoher Oberfläche im Vergleich zum Volumen, ist es von hoher Relevanz für die Ausprägung eines leitbildkonformen Deckungsgrades von Holz auf der Sohle.

Die Entnahme und anschließende Entsorgung von Holz an Wasserkraftanlagen ist vor allem vor dem Hintergrund der nach wie vor überwiegend holzarmen Fließgewässer problematisch. Der Beitrag wirft daher zusammenfassend die relevanten Aspekte der Längsdurchgängigkeit von Holz auf, sowohl anhand eigener Untersuchungen, als auch auf Grundlage einer Literaturrecherche.

Unravelling winter diatom blooms in temperate lakes using high frequency data and ecological modeling

Tom Shatwell¹; Xiangzhen Kong; Michael Seewald; Tallent Dadi; Kurt Friese; Chenxi Mi; Bertram Boehrer; Martin Schulze; Karsten Rinke

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ

In temperate lakes, it is generally assumed that light rather than temperature constrains phytoplankton growth in winter. Rapid winter warming and increasing observations of winter blooms warrant more investigation of these controls. We investigated the mechanisms regulating a massive winter diatom bloom in a temperate lake. High frequency data and process-based lake modeling demonstrated that phytoplankton growth in winter was dually controlled by light and temperature, rather than by light alone. Water temperature played a further indirect role in initiating the bloom through ice-thaw, which increased light exposure. The bloom was ultimately terminated by silicon limitation and sedimentation. These mechanisms differ from those typically responsible for spring diatom blooms and contributed to the high peak biomass. Our findings show that phytoplankton growth in winter is more sensitive to temperature, and consequently to climate change, than previously assumed. This has implications for nutrient cycling and seasonal succession of lake phytoplankton communities. The present study exemplifies the strength in integrating data analysis with different temporal resolutions and lake modeling. The new lake ecological model serves as an effective tool in analyzing and predicting winter phytoplankton dynamics for temperate lakes.

Integrating seasonal forecasts into reservoir operation

Muhammed Shikhani^{1*}, Daniel Mercado-Bettín^{4,5}, Andrew French³, María Dolores Frías⁶, Francois Clayer,⁷ Marc Scheibel², Karsten Rinke¹

¹Department of Lake Research, Helmholtz Centre for Environmental Research, Magdeburg, Germany ²Department of Water resource and flood risk management, Wuppertal, Wuppertal, Germany, ³Marine Institute, Newport, Co. Mayo, Ireland, ⁴Catalan Institute for Water Research (ICRA), Girona, Spain, ⁵Universitat de Girona, Girona, Spain, ⁶Grupo de Meteorología. Dpto. de matemáticas Aplicada y Ciencias de la computación, Universidad de Cantabria, Santander, Spain, ⁷Norwegian Institute for Water Research, Oslo, Norway

While there are already implementations for using climate models for short term forecasts (i.e. weather forecast) or long-term projections (e.g. climate change projections until 2100), there is a so-called “prediction gap” in between on the scales of seasonal predictions for lakes’ water quality. The advancements in climate modeling, especially in mid-term prediction, have meanwhile paved the way for implementing new generations of decadal and seasonal projections. Such mid-term information is essential in developing foreseeable strategies to mitigate climate change effects and improve the preparedness for extreme weather events. These services were applied to some sectors like agriculture and health, but so far they were not utilized for water management in the lake/reservoir sector.

Within the framework of the WatexR project, we applied a combination of global reanalysis ERA5 and seasonal forecasting SEAS5 from ECMWF on an integrated workflow of a lumped hydrological model (GR4J/GR6J) coupled to a hydrodynamic lake model (GLM). This workflow was used to generate seasonal predictions (as hindcasts) of the water quality variables of the Wupper Reservoir in Germany, Sau Reservoir in Spain and Mt. Bold in Australia. This workflow represents a technical solution, implemented in R environment, which represents a model chain starting from seasonal projections from different climate models over a hydrological model producing the inflow time series for the lake model. Since seasonal climate projections are provided as an ensemble (25 members), the workflow also produces ensembles for stream discharges and water temperatures in the reservoir. The ERA5 data was used for both, to bias correct the climate seasonal forecasts and to provide meteorological input data for model spin-up. Even though that seasonal forecasts still exhibit limited skills in climate prediction over continental Europe, the established workflow represents a new technological solution for the integration of seasonal forecasts in reservoir operation and reveals a subset of seasonal forecasting windows of opportunity. With further improvements this approach can contribute valuable information for smart and adaptive reservoir management practices.

Homogenization through environmental stressors – Impacts of climate change and pollution legacy on spring plant communities

Timothy J. Smith

University of Bayreuth

Springs in general but especially helocrenic springs, which can be found in a high spatial density in the lower mountain ranges of Central Germany are ideal model ecosystems for testing complex changes in the environment. These springs are representing the interface between aquifers and surface waters. This interface is characterized by the Physico-chemical conditions of the groundwater, which is fed in the case of siliceous mountains from the periglacial area mainly by the interflow that is transported in the Pleistocene solifluction layers. In consequence, hydro-physical and hydro-chemical parameters are rather constant, but because of their close link with soils and ecosystems, they exhibit more seasonal variation compared to deeper aquifers.

The renowned ecologist Eugene Odum described springs as “natural constant temperature laboratories” which “hold a position of importance as study areas that are out of proportion to their size and number” (Odum 1971). This is partly true in the case of helocrenic springs from forest catchments. However, we also find repercussions of environmental stressors such as acid rain or climate change. The plant communities within the seepage area respond to shifts in water quantity and quality quite rapidly. However, springs are still among the least studied aquatic ecosystems and almost completely underrepresented in ecological research despite their global importance for biodiversity.

The investigation area encompasses two main forest areas the Frankenwald and the Fichtelgebirge within the Thuringian-Franconian Highlands in Germany. 102 sites were sampled over the last three decades. At all sites discharge, water temperature, conductivity and pH were measured, along with 3x 100ml filtered samples were extracted for further hydro-chemical analysis. The abundance of all trees, moss, grass and herbaceous plants was collected within the saturated area of all spring sites. Fine-scale transecting was also performed on a subset of the total sampling sites (n= 57).

The past research focused mainly on the effects of acid rain that occurred in the '70s to late '80s, and its effect on the soils buffering capacity. We found clear patterns of hydrochemistry and species responses related to acid precipitation. (Beienkuhnlein C et al, 1993, Strohbach M et al 2009, Schweiger A, 2015) Recently, we achieved very interesting insights into how extreme weather events cause a re-emergence of acidification within the groundwater and how Road salting can interfere with acidified forest catchment health. (Schwieger A, 2015)

The current research is aiming to understand the emerging patterns in plant community homogenization within the saturation zone of the spring sites. Biotic homogenisation is referring to the increase in floral and faunal similarity amongst communities or decrease in beta-diversity over time. (McKinney et al 1999)

The current findings lead us towards these questions:

1. What are the current drivers of Biotic homogenization within spring plant communities?
2. Are changes in spring plant community similarity/dissimilarity permanent or transient?
3. Can past trends in biotic homogenisation within spring plant communities tell us about the likely future of biodiversity at larger scales?
4. How can this body of knowledge help to shape conservation policy and management decisions?

The main body of literature:

Arno, Kleber, et al. "Slope deposits and water paths in a spring catchment, Frankenwald, Bavaria, Germany." *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 50.1 (1998): 119-126.

Beierkuhnlein, Carl, and Walter Durka. "Assessment of material discharges from immission-polluted forest ecosystems of northeast Bavaria by means of spring water analyzes." *Forstwissenschaftliches Centralblatt united with Tharandter forstliches Jahrbuch* 112.1 (1993): 225-239.

Beierkuhnlein, Carl. "Spatial analysis of material discharges from forest areas by examining forest spring meadows." *The Earth* 122 (1991): 291-315.

Jurasinski, Gerald, Vroni Retzer, and Carl Beierkuhnlein. "Inventory, differentiation, and proportional diversity: a consistent terminology for quantifying species diversity." *Oecologia* 159.1 (2009): 15-26.

McKinney, Michael L., and Julie L. Lockwood. "Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction." *Trends in ecology & evolution* 14.11 (1999): 450-453.

Odum, Eugene Pleasants, and Gary W. Barrett. *Fundamentals of ecology*. Vol. 3. Philadelphia: Saunders, 1971.

Strohbach, Michael, Volker Audorff, and Carl Beierkuhnlein. "Drivers of plant species composition in siliceous spring ecosystems: groundwater chemistry, catchment traits or spatial factors?." *Journal of Limnology* 68.2 (2009): 375.

Schweiger, Andreas H., and Carl Beierkuhnlein. "Scale dependence of temperature as an abiotic driver of species' distributions." *Global Ecology and Biogeography* 25.8 (2016): 1013-1021.

Schweiger, Andreas H., Volker Audorff, and Carl Beierkuhnlein. "The acid taste of climate change: 20th-century acidification is re-emerging during a climatic extreme event." *Ecosphere* 6.6 (2015): 1-11.

Schweiger, Andreas H., Volker Audorff, and Carl Beierkuhnlein. "Salt in the wound: The interfering effect of road salt on acidified forest catchments." *Science of the Total Environment* 532 (2015): 595-604.

Audorff, Volker, Jutta Kapfer, and Carl Beierkuhnlein. "The role of hydrological and spatial factors for the vegetation of Central European springs." *Journal of Limnology* 70.Supplement 1 (2011): 9-22.

Does warming promote cold-adapted cyanobacteria in a stratified lake?

Erik Sperfeld¹; Barbara Bauer¹; Ulrich Sinsch²

¹ Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald; ² Universität Koblenz-Landau, Campus Koblenz

Global warming and other environmental changes such as eutrophication are expected to increase the occurrence of harmful cyanobacterial blooms. Warming of surface waters can lead to longer stratification periods in deep stratified lakes that may promote buoyant cyanobacteria. How changes in stratification may affect cold-adapted cyanobacteria, such as *Planktothrix rubescens*, via indirect effects of internal nutrient loading is not well described yet. Here we present data on temperature regime, stratification length, oxygen and nutrient concentrations, as well as water transparency and chlorophyll concentrations measured regularly during the last 3 decades in lake Meerfelder Maar. This stratified lake has been used previously as a standard model of a dimictic eutrophic lake in the northern temperate zone. We found that autumn surface temperature increased and that the stratification period was prolonged. Consequence was a profoundly delayed full mixing during the year, whereas the start of stratification did not occur significantly earlier. We observed prolonged anoxic conditions at the lake bottom, promoting accumulation of ammonium and resuspension of phosphorus (P) from the sediment. An increased P availability after mixing in winter and spring may explain an increasing abundance of *P. rubescens* that decreased water transparency in spring and culminated in surface blooms observed in recent years. External nutrient loads may also have increased recently, exacerbating lake eutrophication and thus the occurrence of harmful cyanobacterial blooms.

Einfluss von Konnektivität auf Vorkommen und Verbreitung von Laufkäfern in den Elbauen

Franziska Struller¹; Kathrin Januschke¹; Daniel Hering¹; Peter Horchler²

¹ Universität Duisburg - Essen; ² Bundesanstalt für Gewässerkunde

Laterale Fluss-Aue-Konnektivität setzt sich zusammen aus der strukturellen Konnektivität – die Morphologie bzw. Architektur der Vernetzung – und der funktionalen Konnektivität – der ökologischen Wirksamkeit der Vernetzung durch Überflutung und Grundwasseranbindung. Welche Effekte aus höherer struktureller Konnektivität für Artengruppen der Aue resultieren ist nicht hinreichend untersucht.

In dem Forschungsprojekt „ElBiota“ werden die Effekte von Konnektivitätsunterschieden in Auen auf die Verteilung von Bodenschadstoffen, Mollusken, Vegetation und Laufkäfer untersucht. Im Fokus dieses Beitrags stehen die Laufkäfer unter dem Einfluss von Vegetation und Bodenbeschaffenheit.

Im Herbst 2020 wurde die Laufkäferfauna in zwei Untersuchungsgebieten entlang der Mittel-Elbe beprobt: in einem eingetieften Abschnitt der Elbe bei Bösewig und in einem stärker angebundenen Abschnitt weiter stromabwärts bei Schönberg. Pro Untersuchungsgebiet wurden 20 Plots ausgewiesen, die unterschiedliche jährliche Überflutungsdauern sowie die laterale Ausdehnung der Aue abbilden. Auf jedem Plot wurden fünf Barberfallen für zwei mal zwei Wochen exponiert und Handaufsammlungen auf einer Fläche von 5,25m² durchgeführt.

Untersucht wird, ob und welche signifikanten Unterschiede es in der Besiedlung durch Laufkäfer zwischen den Untersuchungsgebieten gibt und inwieweit diese von unterschiedlicher Fluss-Aue-Konnektivität bestimmt werden.

Die Analysen basieren auf 8739 Individuen aus 60 Arten. Im Gebiet Bösewig wurden durchschnittlich mehr Arten pro Plot gefunden als in dem Gebiet mit stärkerer Fluss-Aue-Konnektivität. Unterschiede in der Individuenanzahl oder beta-Diversität gibt es zwischen den Gebieten keine. Auch eine höhere Anzahl an Rote-Liste-Arten in der besser angebundenen Aue wurde nicht festgestellt. Betrachtet man Besiedlungsmuster über beide Gebiete hinweg, hat die Überflutungsdauer an einem Plot einen deutlich größeren Erklärungsanteil als Gebietszugehörigkeit. Im Vergleich der Besiedlung zwischen den Gebieten deutet sich jedoch an, dass in der stärker angebundenen Aue lokale Standortparameter, wie Deckung der Vegetation, einen größeren Erklärungsanteil haben als in der entkoppelten Aue. Tieferegehende Analysen zu Unterschieden in der Besiedlung zwischen den Gebieten stehen noch aus.

Die Ergebnisse der Studie tragen zu einem besseren Systemverständnis von Fluss-Aue-Ökosystemen bei. Sie können dabei helfen, Auen besser zu schützen und Renaturierungsmaßnahmen effektiver zu gestalten.

Effects of anthropogenic organic micropollutants on population genetic diversity of freshwater amphipods

Vid Švara¹; Till Luckenbach¹; Stefan Michalski¹; Stephan Geuchen; Martin Krauss¹; Tobias Schulze¹; Werner Brack¹

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ

Pollution is one of the main drivers of biodiversity decline in rivers worldwide. In particular, anthropogenic organic micropollutants, including pesticides and pharmaceuticals, contribute majorly to negative trends in freshwater species diversity. Of the manifold adverse effects of these pollutants, some can result in a shift of the population genetic structure in species living in rivers with a pollution gradient. Here, we present insights into the effects of anthropogenic organic micropollutants on genetic diversity indices of an amphipod species, *Gammarus pulex* (Linnaeus, 1758), living in polluted as well as pristine river sections. Levels of over 500 organic micropollutants and their potential for adverse effects were determined in *G. pulex* from 35 sites within six rivers in central Germany. Applying linear mixed-effects models, the adverse effect potential of pollutants at different sites was compared to the genetic diversity indices of amphipods, acquired through genotyping 16 microsatellite loci. The results suggested that neonicotinoid insecticides, biocides, and common pharmaceuticals contributed the most to toxic potential at the analyzed sites. Although *G. pulex* genetic structure depended strongly on the river catchment at the regional scale, several population genetic diversity indices suggested effects of micropollutants on species genetic composition at the local scale. In fact, wastewater effluents positively contributed to increased allelic richness and abundance of amphipods at moderate pollution levels. However, amphipods at sites with higher toxic potential showed reduced genetic diversity and high rates of inbreeding that can lead to an increase of the vulnerability of amphipods at seasonal pollution peaks.

Loss of functional traits in freshwater ecosystems: what are the impacts on phytoplankton-zooplankton dynamics?

Jessica Titocci¹; Patrick Fink; Maria Stockenreiter; Herwig Stibor

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research GmbH - UFZ

Freshwater ecosystems are under pressure from climatic shifts and anthropogenic alterations. This is creating profound modification on ecosystem function and processes.

Freshwater biodiversity is in crisis and we generally know too little about it. Thus, it becomes crucial to understand the effects of diversity loss and community responses in a changing world. Here, we investigate how a loss of functional traits impacts on the complex phytoplankton-zooplankton interactions and feedback dynamics in natural freshwater ecosystems using a complementary approach with controlled laboratory scale and field mesocosm experiments. By manipulating natural phytoplankton trait diversity we hypothesize to get shifts in zooplankton community and possible feedback responses to the phytoplankton community again. We assume that differences in terms of phytoplankton community composition and structure (i.e. changes in pigments composition, size distribution, essential fatty acids production and nutrient uptake rates) due to changes in

nutrient availability, resource use, recycling patterns and feeding behaviors of altered zooplankton communities will occur. Overall, this will help us to assess how loss of specific traits could impact on plankton communities and to infer how the altered dynamics in turn could influence the maintenance of biodiversity itself.

Integrating freshwater fish biodiversity into spatial prioritization in Colombia

Thomas Tomiczek¹; Jaime Garcia Marquez²; Sami Domisch²

¹ Humboldt University Berlin; ² Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries

Colombia forms one of the global freshwater biodiversity hotspots, home to 1494 freshwater fish species. This exceptional fish fauna has, however, rarely been taken into account when selecting areas for biodiversity conservation. This study integrates freshwater fish distributions into a spatial prioritization exercise to assess to which extent (i) freshwater biodiversity, using fish as a proxy, is currently represented within the existing protected areas, and (ii) if alternative protected area schemes may have the potential to increase the number of fish species under protection.

We first collated a database of over 112,535 fish geographic occurrences of 1224 freshwater fishes across Colombia for which data was available, harmonized the nomenclature and revised the geo-referenced coordinates. Using the GMTED-digital elevation model at 1 km² resolution, we delineated a stream network with a minimum catchment size of 90 km², and extracted the corresponding 33612 sub-catchments that served as spatial units within the analyses. We then aggregated fish occurrence data and environmental variables (climate, topography, land cover) across the sub-catchments and employed an ensemble of machine learning algorithms to project single fish distributions across the study area.

We finally used the integer linear programming to delineate a hypothetical protected area network that fulfills the minimum requirements for each fish species, i.e. maximizing species complementarity and connectivity among river catchments, while minimizing the cost in terms of human footprint index and required area for protection. Comparing the resulting portfolio of potential protected area networks to the existing one, it allows us to highlight possible gaps in the current freshwater fish representativeness across Colombia.

Nitrogen (nitrate and ammonium) as driver of phosphorus use efficiency in phytoplankton?

Gabriele Trommer¹; Patrick Lorenz²; Patrick Fink³; Monika Poxleitner²; Herwig Stibor²

¹ Wasserwirtschaftsamt Ansbach; ² Ludwig-Maximilians Universität München / Aquatische Ökologie; ³ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ

It is known that the nitrogen forms nitrate (NO_3) and ammonium (NH_4) are used differentially by phytoplankton. One reason is for example that NH_4 can be taken up directly by species, whereas the utilization of NO_3 requires costly enzyme activity by especially equipped phytoplankton species. To investigate effects of increasing $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ load and different ratios under low phosphorus conditions, we performed mesocosm experiments in an oligotrophic lake in southern Germany. We fertilized mesocosms over several months with different molar $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ ratios. We found that increasing nitrogen load under 4:1 $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ fertilization led to a reduction of polyunsaturated fatty acids in the phytoplankton community and not to large changes in phytoplankton biomass. However, we observed greater phytoplankton biomass in mesocosm treatments with a relatively higher ammonium supply ($\text{NO}_3:\text{NH}_4$ fertilization 1:4), and independent of total nitrogen load. Ammonium significantly increased the total chlorophyll a concentrations, and the resource use efficiency of available phosphorus. This effect was mainly driven by the growth of small phytoplankton species. The results show that spring phytoplankton is able to respond to variations in nitrogen forms under low phosphorus conditions not even by adjusting their biochemical and community composition but also with biomass changes. Such changes at the base of the food web may certainly affect higher trophic levels and should also be investigated in higher trophic lakes.

Entwicklung eines Biomonitoring-Verfahrens in Grünlandgräben

Lisa Tunder¹; Anna-Lena Rotenhagen²; Luise Giani²; Ellen Kiel¹

¹ Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, IBU, AG Gewässerökologie und Naturschutz; ² Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, IBU, AG Bodenkunde

Gräben bilden im Tiefland ein dichtes Netz aquatischer Systeme. Ursprünglich als Element des Wassermanagements angelegt, zeigt sich heute die regional hohe Bedeutung von Gräben als Ersatzlebensraum für eine Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten. Diese ‚Lebensadern‘ der Agrarlandschaft sind meist vielfältigen Belastungsfaktoren ausgesetzt. Kommt es durch Boden- und Nährstoffeinträge aus angrenzenden Nutzflächen zur Eutrophierung der Gräben, kann die verstärkte pflanzliche Biomasseproduktion schnell zur Verlandung des Systems führen. Die intensivere Gewässerunterhaltung zur Sicherung der optimierten Landbewirtschaftung steht den aktuellen Bestrebungen zur Belastungsminimierung von Gräben entgegen.

Anders als bei Fließgewässern fehlt für Gräben die Möglichkeit, ökologische Effekte unterschiedlicher (Nährstoff-)Einflüsse systematisch zu bewerten und von bewirtschaftungsunabhängigen Faktoren zu differenzieren. Um effiziente Empfehlungen an die landwirtschaftlichen Akteure zu richten, ist diese Differenzierung jedoch essenziell.

Ziel dieser Studie ist (1) die ökologische Charakterisierung der Effekte unterschiedlicher Düngung auf die Gemeinschaft der grabenlebenden Makroinvertebraten, (2) die Entwicklung eines Konzeptes zur Bewertung der gewässerökologisch relevanten Düngeeffekte und (3) die Entwicklung eines Methodenstandards, der eine Erfolgskontrolle der (veränderten) Nährstoffsituation erlaubt. Ausgangspunkt bildet die Annahme, dass nährstoffbedingte Unterschiede der Grabenvegetation – als wesentliches Besiedlungssubstrat – systematische Unterschiede der Makroinvertebratenfauna bedingen.

Im Rahmen dieser Studie werden 47 Grünlandgräben im Einzugsbereich der Jade (Nordwestdeutsches Tiefland, Niedersachsen) untersucht. Mit Marsch-, Moor- und grundwasserbeeinflussten Mineralböden sind im Projektgebiet die wesentlichen Bodentypen der niedersächsischen Küstenregionen vertreten. In allen Gräben wird die Besiedlung durch Makroinvertebraten systematisch erfasst. Die regelmäßige Erfassung der Parameter Stickstoff und Phosphor ermöglicht die Charakterisierung der Nährstoffsituation. Dieser Vortrag beinhaltet neben konzeptionellen und methodischen Grundlagen zur Realisierung des Vorhabens erste Ergebnisse zur Besiedlung der Gräben durch Makroinvertebraten.

Vorhabens- und Sanierungspläne als Lösungsansatz zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele von Oberflächenwasserkörpern in Sachsen

Kai-Uwe Ulrich¹; Adrian Horn¹; Johannes Kranich²; Frank Herbst²; Christine Stevens²

¹ BGD ECOSAX GmbH; ² Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Die Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie zur Erreichung des guten ökologischen Zustands bzw. Potenzials und des guten chemischen Zustands von Fließgewässern schreitet in Sachsen nur langsam voran. Das LfULG Sachsen hat sog. Vorhabens- und Sanierungspläne (VoSa) initiiert, um die relevanten Belastungsfaktoren näher zu spezifizieren, die Quellen, Quellpfade und -stärken zu identifizieren und geeignete, kosteneffiziente Maßnahmen zur Belastungsminderung abzuleiten. Eine problembezogene Tiefenprüfung soll die Fokussierung auf relevante Belastungen und Maßnahmen ermöglichen. Beispielhaft werden Ergebnisse der VoSa für die Oberflächenwasserkörper (OWK) Triebel (Vogtland) und Eula-4 (mitteldeutsches Braunkohlenrevier) vorgestellt.

Gemäß 2. Bewirtschaftungsplan (2015–2021) befindet sich der OWK Triebel in einem als „mäßig“ eingestuften ökologischen Zustand (Ursachen: Makrophyten/Phytobenthos, Fischfauna) und wurde wegen Reliktorkommen der Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*) als Zielerreichungsgewässer gekennzeichnet. Beim chemischen Zustand ist vor allem eine Belastung durch Cadmium bekannt. Mittels Recherche und mehrmaligen Messungen von Abfluss und Wasserbeschaffenheit entlang des Gewässerverlaufs wurden die Belastungsquellen identifiziert. Für Cadmium wurde eine natürliche Hintergrundkonzentration für das Einzugsgebiet abgeleitet. Empfohlene Maßnahmen zielen darauf ab, Bodenerosion zu verhindern, Feinsediment- und Nährstoffeinträge zu reduzieren und den hydrologischen Verbund wieder herzustellen. Letzteres erfordert die Beseitigung von künstlichen Barrieren und eine Reihe von Maßnahmen zur Flussrenaturierung.

Der OWK Eula-4 weist im 2. Bewirtschaftungsplan ein unbefriedigendes ökologisches Potenzial (Makrophyten/Phytobenthos) auf. Es gibt Belastungen durch Arsen und Nickel. Wegen der Überleitung von Muldewasser zur Brauchwasserbereitstellung für das Kraftwerk Lippendorf und einen Chemiestandort (realisiert über den Wasserspeicher Witznitz) ist der Abfluss (Menge und Dynamik) anthropogen überprägt. Die Überleitung wirkt sich auf das ökologische Potenzial und den schlechten chemischen Zustand aus. Durch die Untersuchung der morphologisch verschiedenen strukturierten OWK-Abschnitte im Jahr 2020 wurden Makrophyten/Phytobenthos und Makrozoobenthos heterogen bewertet und zielgerichtete Strukturmaßnahmen abgeleitet. Die bisherige Auswertung zeigt, dass aufgrund der Überleitung eine Notwendigkeit zur Inanspruchnahme des Ausnahmetatbestandes besteht.

Omnipräsentes Auftreten von Herbizid-Transformationsprodukten in allen Wasserkörpertypen eines landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebietes

Uta Ulrich¹; Matthias Pfannerstill²; Guido Ostendorp³; Nicola Fohrer¹

¹ Christian-Albrechts-Universität Kiel; ² Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und Ländliche Räume Schleswig-Holstein; ³ Landesamt für soziale Dienste Schleswig-Holstein

Die Erforschung des Umweltverhaltens von Pestiziden hat gezeigt, dass die ausgebrachten Verbindungen (Muttersubstanz) im Laufe der Zeit in ihrer molekularen Struktur verändert werden und sich in der Umwelt verteilen. Eine solide Risikoabschätzung dieser Transformationsprodukte (TP) ist bislang nicht möglich, da sie nicht systematisch in den verschiedenen Wasserkörpertypen eines Einzugsgebietes erfasst wurden. 2015/16 wurden in einem 50 km² Einzugsgebiet die vier Wasserkörpertypen Drainagewasser, Flusswasser, oberflächennahes Grundwasser und Trinkwasser aus Privatbrunnen beprobt und auf die Herbizide Metazachlor und Flufenacet sowie auf ihre TP-sulfonsäure und -oxalsäure untersucht. Die TP waren in jedem Gewässertyp präsent, häufiger und in bis zu 10-fach höheren Konzentrationen als ihre Muttersubstanz vorhanden. Insbesondere Metazachlorsulfonsäure, -oxalsäure und Flufenacetoxalsäure wurden in fast allen Drainage- und Flussproben nachgewiesen. Der Transformationsprozess führt zu mobileren und persistenteren Molekülen, wodurch die höheren Nachweishäufigkeiten und Konzentrationen erklärt werden können. Diese Befunde können sogar noch ein Jahr oder länger nach der Anwendung der Muttersubstanz auftreten. Auch die Gefährdung von oberflächennahem Grundwasser und privaten Trinkwasserbrunnen wird durch zahlreiche positive Befunde von Metazachlor-TP mit maximalen Konzentrationen von 0,7 µg L⁻¹ (Trinkwasser) und 20 µg L⁻¹ (oberflächennahes Grundwasser) von Metazachlorsulfonsäure belegt. Niederschlagsereignisse während des Anwendungszeitraums führen zu einem hohen Austrag der Muttersubstanz und einer geringeren Freisetzung von TP. Spätere Niederschlagsereignisse führen zu einer hohen Verlagerung von TP. Für eine integrierte Risikobewertung von Gewässern muss das Umweltverhalten von Pestizid-TP in die regelmäßige Überwachung der Wasserqualität einbezogen werden.

Long-term research on springs and headwaters in the Engiadina Val Müstair UNESCO biosphere reserve

Stefanie von Fumetti

Forschungsgruppe Geoökologie/Universität Basel

Springs and headwaters worldwide face severe environmental changes caused by Global Climate Change. These changes will be more drastic in alpine regions. Rising water temperatures and a shifting discharge regime will impact springs and spring-fed headwaters as well as glacier-fed headwaters. It is, however, still unknown what the consequences will be for species composition and ecosystem functioning. Overall, biodiversity loss and a homogenization of species assemblages are expected. For venturing future predictions on how species composition in springs could change two prerequisites are necessary: We need to know the status quo and we need to conduct a sophisticated long-term monitoring. In 2019 a long-term research project started in the Engiadina Val Müstair UNESCO biosphere reserve including the Swiss National Park on 40 selected springs and headwaters. The goal is to understand how these aquatic systems will react to predicted hydrogeological changes caused by climatic changes. First results from 2019 and 2020 show relatively stable hydrogeological conditions and slight annual variation of water temperature and ion concentrations. Species assemblages are dominated by Limnephilid-species, *Protonemura lateralis* and Chironomids. Species richness is highest within Hydrachnidia, Plecoptera and Trichoptera. Significant differences between springs and their brooks were not found, but slight changes in species composition are obvious. After a third field campaign in 2021 and a thorough data analysis 15-20 springs and headwaters will be selected for long-term research in the following decades.

Auswirkungen des Klimawandels auf Überleben und Wachstum der Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera* L.)

Annekatriin Wagner¹; Felix Grunicke²; Thomas Schiller³; Daniel Linke; Thomas U. Berendonk¹

¹ TU Dresden; ² TU Dresden / Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ; ³ Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft, Dresden

Die Bestände der Flussperlmuschel (FPM) sind weltweit und in besonders starkem Maße auch im Sächsischen Vogtland dramatisch zurückgegangen. Einer der Faktoren, die zu diesem Rückgang beitragen, ist die Klimaerwärmung und die damit verbundene Veränderung der Habitatqualität bis hin zur partiellen Austrocknung der Gewässer. Derzeit bestehen aber noch große Wissenslücken, wie sich der Klimawandel im Detail auf die Ökosysteme und damit auch auf die FPM auswirkt. Im Rahmen des Verbundprojektes ArKoNaVera wurde Überleben und Wachstum von juvenilen bis semiadulten FPM in den Jahren 2016 bis 2020: Ökologische Wechselwirkungen diffuser Xenobiotika-Einträge in stehende Gewässer²⁰ in fünf Bächen im Vogtland analysiert. Ergänzt werden die Untersuchungen durch Wachstumsexperimente in einem Temperaturgradienten zwischen 12 bis 26°C in Klimaschränken.

Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl bei juvenilen als auch semiadulten FPM das Wachstum insbesondere bei Wassertemperaturen < 15°C von der Temperatur limitiert wird, während bei Wassertemperaturen > 22°C die Mortalität stark ansteigt. Die Untersuchungen belegen, dass selbst im Mittelgebirge in den Oberläufen der Gewässer die Wassertemperaturen in Hitzeperioden in nicht beschatteten Bereichen auf bis zu 26°C ansteigen können. Daneben hat das Temperaturregime Auswirkungen auf das Timing von Trächtigkeit und Glochidienausstoß sowie die Habitatwahl des Wirtsfisch (Bachforelle). Indirekte Auswirkungen steigender Wassertemperaturen auf die FPM resultieren auch aus der abnehmenden Löslichkeit des Sauerstoffs im Wasser, dem niedrigen Abfluss und Veränderungen der Wasserchemie.

Für die Definition von Szenarien in Bezug auf Temperatur, Niederschlag und Grundwasserstand wurden langfristige Trends (1950-2020) abgeleitet. Demnach sind gute Überlebensraten für die juvenilen FPM (und damit starke FPM-Jahrgänge) nur dann zu erwarten, wenn in 3-4 aufeinanderfolgenden Jahren im Sommer an mindestens 11: Impacts of climate change on groundwater dependent habitats Tagen pro Monat moderater Niederschlag auftritt. Als besonders kritisch für die FPM erweist sich das Absinken des Grundwasserstandes auf > 120 cm (=Trockenheitsindikator). Ein Zustand, der im vogtländischen Projektgebiet seit 2000 mit zunehmender Häufigkeit während des Sommers zu beobachten ist. Ziel ist es die komplexen Auswirkungen der Klimaerwärmung auf das Gewässerökosystem zu verstehen und diese Erkenntnisse bei der Auswilderung der FPM aus dem Sächsischen Nachzuchtprogramm zu berücksichtigen, um mittelfristig wieder selbstreproduzierende Flussperlmuschelbestände in den Bächen im Vogtland etablieren zu können.

Die Leitwirkung eines horizontal schräg angeströmten Fischschutzrechens an einer Wasserkraftanlage und deren Bedeutung für den Fischschutz am Standort

Falko Wagner¹; Peter Warth²; Wolfgang Schmalz³

¹ Institut für Gewässerökologie und Fischereibiologie Jena; ² Institut für Gewässerökologie und Fischereibiologie Jena / Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart; ³ Fischökologische & Limnologische Untersuchungsstelle Südthüringen

Wasserkraftanlagen schränken die stromauf- und stromabwärts gerichteten Wanderungen der Fische ein. Aus der Passage von Gefahrenbereichen, insbesondere der Turbinen, kann ein erhebliches Schädigungsrisiko für absteigende Fische resultieren. Fischschutzsysteme sollen verhindern, dass Fische bei der Turbinenpassage zu Schaden kommen. Gleichzeitig muss ihnen eine sichere Abstiegsalternative angeboten werden. Nach dem derzeitigen Stand des Wissens gebaute Fischschutzsysteme müssen aktuell dringend auf ihre Wirksamkeit hin überprüft werden. Daten von Freilanduntersuchungen sind rar. Vergleiche der Effizienz verschiedener Fischschutz- und Abstiegskonzepte sind aufgrund uneinheitlicher Untersuchungsansätze schwierig.

Die „Arbeitshilfe zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstieges“ (Schmalz et al. 2015) enthält Vorschläge für eine Standardisierung der methodischen Ansätze. An der Wasserkraftanlage (WKA) Rappenberghalde bei Tübingen wurde die Arbeitshilfe einem Praxistest unterzogen. In einer mehrjährigen Untersuchung im Auftrag des Umweltbundesamtes kamen verschiedenste Techniken zum Einsatz, um den Fischschutz am Standort zu evaluieren. Es wurden dabei alle im Gewässer vorkommenden Arten entsprechend dem Artenspektrum der fischfaunistischen Referenz des Epipotamals des Neckars bei Tübingen berücksichtigt.

Ein Fischschutzsystem muss zwingend drei Funktionen erfüllen: Blockieren, Leiten und Ableiten. Da hierbei Fischschutzrechen und Bypässe eine funktionelle Einheit bilden, wurden beide Komponenten intensiv untersucht. Ein Hauptaspekt war die Leitwirkung des horizontal schräg angeströmten Leitrechens mit 15 mm lichtem Stababstand für das gesamte Größenspektrum der Fischfauna. Außerdem stand die Auffindbarkeit des als Fischschleuse konzipierten Bypasses und dessen Nutzung durch die absteigenden Fische im Mittelpunkt. Zur differenzierten Bewertung der Funktionsfähigkeit des Fischschutzsystems erfolgten neben Hamenfängen Verhaltensuntersuchungen der Fische im Oberwasser sowie vor und im Bypass mittels Radiotelemetrie, RFID-Telemetrie, Imaging Sonar und Videokameras.

Die Ergebnisse zeigen die große Bedeutung der Abstimmung von Fischschutzrechen und Bypasssystem für den Fischschutz. Hohe Schutzraten (efficiency) und Schutzsystemableitungen (guidance efficiency) entsprechend der Parameterdefinitionen von Schmalz et al. 2015 sind nur erreichbar, wenn alle Komponenten des Fischschutzsystems optimal funktionieren.

Non-linear dynamics drive single-cell populations

Johannes Werner¹; Tobias Romankiewicz¹; Frank Hilker²; Hartmut Arndt¹

¹ Universität zu Köln, Institut für Zoologie, Allgemeine Ökologie; ² Osnabrück University, Institute of Environmental Systems Research, School of Mathematics/Computer Science

The importance and distribution of oscillations and deterministic chaos in natural systems have been discussed since the 1970s. Already at that time, a simple model of population growth showed that chaos can be explained in single-species systems and started a debate on the importance of chaos in natural systems. In the meantime, a few chaotic discrete-time models have been developed, but continuous-time systems are still missing. Also, experimental evidence of oscillations and non-linear interactions in controlled systems is still difficult to show. Chemostat growth experiments with the freshwater flagellate genus *Ochromonas* (Chrysophyceae) and a continuous-time mathematical model for explaining non-linear interactions in single-species systems were investigated. *Ochromonas* showed in all chemostat experiments non-linear dynamics due to a high measuring resolution. For the first time, a continuous-time model, simulating the cell cycle for the explanation of chaotic dynamics, in single-species chemostat systems will be provided. The presence of non-linear interactions and dynamics showed the non-linearity in intra-specific processes. The results demonstrated the importance of non-linear dynamics in natural systems. In addition, the results confirmed that chaos might be a widespread phenomenon occurring at least for specific parameter sets in most population dynamics.

Quantitative Abschätzung der Plankton-Elimination durch den Biofilm im Rhein

Jennifer Werner¹; Vera Kersten¹; Leandra Hamann²; Anja Scherwaß¹; Hartmut Arndt¹

¹ Universität zu Köln, Institut für Zoologie, Allgemeine Ökologie; ² Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Institut für Evolutionsbiologie und Ökologie

Biofilme sind ein wesentlicher Bestandteil in aquatischen Ökosystemen und spielen aufgrund ihrer dreidimensionalen Struktur eine wichtige Rolle als Lebensraum. Bakterien, Algen, Ciliaten, Flagellaten und verschiedene Metazoen sind auf Biofilmen in Flusssystemen zu finden. Die immer wärmeren und niederschlagsärmeren Sommer können die Filterfähigkeit und Abundanzen von Muscheln in Flüssen negativ beeinflussen. Verschiedene Organismen auf den Biofilmen können höhere Temperaturen besser bewältigen und Organismen weiterhin aus dem Pelagial filtern. In dieser Studie zeigen wir, dass die Biofilme im Jahresmittel etwa 47 % der umgebenden planktischen Bakterien und etwa 30 % der Algen und 26 % der Flagellaten eliminierten. Die Clearance-Rate betrug bis zu 2,2 Liter pro cm² pro Tag. Vor allem peritriche und heterotriche Ciliaten waren die Hauptkonsumenten. Weiterhin könnte die dreidimensionale Struktur, die durch extrazelluläre polymere Substanzen und Algen, insbesondere verschiedene Kieselalgen, gebildet werden, eine Senke für planktonische Bakterien darstellen. Nach diesen Erkenntnissen sollten neben den Bakterien auch im Flusswasser vorkommende Mikroplastikpartikel von Protozoen konsumiert oder in der Biofilmstruktur eingebettet werden.

Influences of pesticides, nutrients, and local environmental variables on phytoplankton communities in lentic small water bodies in a German lowland agricultural area

Lishani Wijewardene¹; Naicheng Wu¹; Yueming Qu¹; Kun Guo²; Beata Messyas³; Stefan Lorenz⁴; Tenna Riis²; Uta Ulrich¹; Nicola Fohrer¹

¹ Christian-Albrechts-Universität Kiel, Institut für Natur- und Ressourcenschutz; ² Aarhus University; ³ Adam Mickiewicz University in Poznan - Institute of Environmental Biology; ⁴ Julius Kuehn-Institute

Agrochemicals such as pesticides and nutrients are concurrent chemical stressors in freshwater aquatic ecosystems surrounded by agricultural areas. Lentic small water bodies (LSWB) are ecologically significant habitats especially for maintaining biodiversity but highly understudied. Phytoplankton are ideal indicator species for stress responses. Functional features of the phytoplankton are important in revealing the processes that determine the structure of the communities. In this study, we investigated the effects of pesticides, nutrients, and local environmental variables on the species composition and functional features of phytoplankton communities in LSBW. We studied pesticide toxicity of ninety-four pesticides, three nutrients (NH₄-N, NO₃-N and PO₄-P) and local environment variables (precipitation, water level change, temperature, dissolved oxygen concentration, electrical conductivity, pH) in five LSBW over twelve weeks during the spring pesticide application period. We explored respective changes in species composition and functional features of phytoplankton community. Redundancy analysis and variance partitioning analysis were applied to correlate phytoplankton community compositions with the pesticide toxicity (as maximum toxicity in toxic units), nutrients and local environment variables. We used multiple linear regression models to identify the main environmental variables driving the functional features of phytoplankton communities. Pesticide toxicity, nutrients and local environmental variables significantly ($p < 0.001$) contributed to shaping phytoplankton community composition individually. Local environment variables showed the highest pure contribution for driving phytoplankton composition (12%), followed by nutrients (8%) and pesticide toxicity (2%). Functional features of the phytoplankton community were significantly affected by pesticide toxicity and nutrient concentrations. The functional richness and evenness were negatively affected by PO₄-P concentrations. Pesticide toxicity was positively correlated with functional redundancy indices. Our findings emphasized the relative importance of concurrent multiple stressors (e.g., pesticides and nutrients) on phytoplankton community structure, directing potential effects on metacommunity structures in aquatic ecosystems subjected to agricultural runoff.

Functional diversity alters the effects of a nutrient pulse on the dynamics of tritrophic plankton food webs

Laurie A. M. Wojcik; Ruben Ceulemans; Ursula Gaedke

University of Potsdam/Institute of Biochemistry and Biology

Biodiversity decline causes a loss of functional diversity, which threatens ecosystems through a dangerous feedback loop: this loss may hamper ecosystems' ability to buffer environmental changes, leading to further biodiversity losses. Previous studies investigating how functional diversity influences the response of food webs to disturbances have mainly considered systems with at most two diverse trophic levels. We investigate the effects of a nutrient pulse on the resistance, resilience and elasticity of a tritrophic plankton food web model with low or high functional diversity at each trophic level. The species fitness differences are balanced through costs of trait adjustments (trade-offs) between defense/growth rate for prey and selectivity/half-saturation constant for predators. This implies that a prey can get more defended under high predation pressure at the cost of a slower growth rate and a predator can get less selective if defended prey dominates at the cost of a higher saturation constant, i.e. being less efficient at exploiting low prey densities. We show that the robustness of our system decreases with stronger perturbations and depends on the system's state when the perturbation occurs. Importantly, we find that a more diverse food web is generally more resistant, resilient, and elastic. Functional diversity also dampens the probability of a regime shift towards a non-desirable alternative state. The interaction between phytoplankton and herbivorous zooplankton, which is regulated by the diversity present and the carnivorous zooplankton or fish, determines the robustness against a nutrient pulse. Overall, this study confirms the destructive potential of the positive feedback loop between biodiversity loss and robustness to disturbances by uncovering mechanisms leading to a decrease in resistance, resilience and elasticity as functional diversity declines.

Bewertung der Mortalität von Fischen an Wasserkraftanlagen

Christian Wolter¹; Dirk Bernotat; Jörn Gessner; Anika Brüning; Jan Lackemann; Johannes Radinger

¹ Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei Berlin

Die Bewertung anthropogen induzierter Mortalität von Fischen ist in Planungs- und Genehmigungsverfahren immer wieder Gegenstand kontroverser Diskussionen. Neben der fachlichen Herausforderung, die Mortalität von Fischen an Wasserkraftanlagen zu prognostizieren, gibt es bislang keinen allgemein akzeptierten Ansatz zur artspezifischen Bewertung dieser zusätzlichen Mortalität.

In der vorliegenden Arbeit wurden die allgemeine Empfindlichkeit von Fischen gegenüber anthropogener Mortalität (MGI) und ihre vorhabenbedingte Mortalitätsgefährdung an Wasserkraftanlagen (vMGI) abgeleitet. Hierfür wurden: i) die maßgeblichen populationsbiologischen und naturschutzfachlichen Parameter zum Mortalitäts-Gefährdungs-Index (MGI) zusammengeführt, der die Empfindlichkeit einer Art gegenüber anthropogener Mortalität widerspiegelt; ii) das vorhabentypspezifische Tötungsrisiko von Fischarten an Wasserkraftanlagen 5-stufig bewertet und iii) mit der allgemeinen Mortalitätsgefährdung (MGI) der Art zu einer vorhabentypspezifischen Mortalitätsgefährdung (vMGI) der Art an Wasserkraftanlagen aggregiert sowie iv) methodische Ansätze zu planerischen Bewertung der Mortalitätsgefährdung von WKA basierend auf vorhabentypspezifischer Mortalitätsgefährdung der Arten und konstellationsspezifischem Risiko des Vorhabens im Hinblick auf verschiedene Rechtsnormen entwickelt.

Mit Hilfe von Muster-Bewertungstabellen sowie anhand von Beispielen wird die Anwendung des Bewertungsverfahrens und das methodische Vorgehen zur Einstufung des konstellationsspezifischen Risikos einerseits mit Hilfe eines artspezifischen Ansatzes (im Rahmen der FFH-VP und der speziellen artenschutzrechtlichen Prüfung) sowie mit Hilfe eines zönosenspezifischen Ansatzes (im Hinblick auf das Verschlechterungsverbot sowie das Verbesserungsgebot nach WRRL) demonstriert.

Mit dem Vorhaben wurden konkrete Hinweise erarbeitet, wie Individuenverluste bei Fischen bzw. Tötungsrisiken vorhabentypspezifisch zu bewerten und wie im Einzelfall die konstellationsspezifischen Risiken zu beurteilen sind. Die vorliegende Arbeitshilfe zur Bewertung der Konfliktintensität von Wasserkraftanlagen stellt eine differenzierte und handhabbare Methodik zur fachlichen und rechtlichen Bewertung von Wasserkraftanlagen dar. Damit kann und muss jede Anlage und jede Konstellation standortbezogen betrachtet werden, um die massiven Eingriffe dieses Vorhabentyps auf die Gewässermorphologie und die Fischzönosen ausreichend differenziert und valide zu bewerten.

POSTER

In alphabetischer Reihenfolge

Session A 09: URBANE UND ERHEBLICH VERÄNDERTE GEWÄSSER

Bewertung zweier urbaner Standgewässer in Köln

Eileen Hannah Becker¹; Anja Scherwaß¹; Hartmut Arndt

¹ Universität zu Köln, Institut für Zoologie, Allgemeine Ökologie

Städtische Standgewässer sind gerade in Zeiten des Klimawandels eine Möglichkeit, die steigenden Temperaturen zu puffern. Darüber hinaus dienen sie als Naherholungsort und beherbergen oft eine hohe Diversität in Flora und Fauna. Allerdings sind urbane Gewässer häufig zahlreichen Nährstoffbelastungsquellen ausgesetzt und leiden stark unter daraus resultierenden Eutrophierungsprozessen.

Seit einiger Zeit gibt es von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) einen Leitfaden, der bei der gewässerspezifischen Einstufung hilft. Auf dem Poster wird die Bewertung zweier Standgewässer im Kölner Stadtgebiet dargestellt, wobei die Bewertung auch im Rahmen der Grundausbildung der Biologie-Studierenden an der Universität zu Köln erfolgen soll.

Für die beiden analysierten Gewässer (Aachener Weiher & Volksgartenweiher) gelten die Grenzwerte für polymiktische Standgewässer mit einer Tiefe von < 3m. In Kombination mit den älteren Trophieeinordnungen von Naumann (1932) und Vollenweider (1968) bilden diese Klassifizierungen die Grundlage für einen praktischen Kurs mit den Studierenden der Universität zu Köln. Ein weiterer wichtiger Anteil soll dabei die Analyse der Organismen durch die Studierenden sein sowie die darauf aufbauende Bewertung der Nährstoffbelastung nach den o.a. Bewertungsinstrumenten. Darüber hinaus soll es auch um potentielle Schutzmaßnahmen gehen, wie sie von Dokulil (2001) vorgeschlagen werden.

Insgesamt werden auf dem Poster die Hintergründe für einen Grundstudiumskurs dargestellt, bei dem die Bewertung von (städtischen) Standgewässern Eingang in die (Grund-)ausbildung von Biologie-Studierenden finden kann. Darüber hinaus soll ein kurzer Einblick in die praktische Umsetzung gegeben werden.

Der Leipziger Limnologen-Stammtisch: Interdisziplinärer Austausch von limnologisch relevanten Fachinformationen über den Tellerrand hinaus

Leipziger Limnologenstammtisch

Ansprechpartner: Ingrid Carmienke, Christian Wilhelm

Die hydrobiologischen Traditionen reichen in Leipzig bis in das vorletzte Jahrhundert zurück, als Prof. Carl Chun vom Zoologischen Institut der Universität 1897/98 die erste deutsche Tiefsee-Expedition leitete. Die Limnologie ist allerdings leider nicht (mehr) vertreten, obwohl der Hochschulstandort Leipzig sonst vieles zu bieten hat.

Einen fachlichen Austausch zu limnologischen Fragen gibt es in Leipzig dennoch: Vor zehn Jahren entstand spontan der „Leipziger Limnologen-Stammtisch“, an dem etwa 30 Kolleginnen und Kollegen aus unterschiedlichen Berufsfeldern beteiligt sind. Wir treffen uns in der Regel im Frühjahr und im Herbst, um in lockerer Runde Erfahrungen und aktuelle Entwicklungen rund um die Limnologie in Praxis und angewandter Forschung zu diskutieren. Die angesprochenen Themen decken ein breites Spektrum ab: (1) Berichte zur Wasserqualität regionaler Fließgewässer und den umliegenden Tagebauseen, (2) methodische Probleme der Qualitätssicherung chemischer und biologischer Gewässeranalysen, (3) Möglichkeiten und Grenzen der Gewässergütemodellierung, (4) Berichte um spezielle Organismengruppen wie Egel oder Steinfliegen, (5) Berichte zur Wassersituation im Sudan, Tansania oder Amazonien, (6) Ergebnisse der Umsetzung der EU Wasserrahmenrichtlinie in Europa, oder auch innovative Methoden in der Limnologie wie die bildgebende Zytometrie oder die Bedeutung von physiologischen Schlüsselmerkmalen bei Planktonalgen.

Es sind die Breite der Themen und die unterschiedlichen beruflichen Blickwinkel darauf, die den Stammtisch für die Mitglieder als Weiterbildungsveranstaltung so wertvoll machen. Einen Eindruck davon und vom mitteldeutschen Einzugsgebiet unseres Stammtisches vermitteln die Steckbriefe. Durch die persönlichen Kontakte ist auch ein Kompetenznetzwerk entstanden, auf das jeder zurückgreifen kann, das mit einem Rat bei der eigenen Arbeit unterstützen kann. Solche Netzwerke können wir aus unserer Erfahrung generell für alle Tätigen in der limnologischen Praxis und Forschung weiterempfehlen.

Diversity within phytoplankton species isolated from a subalpine lake

Domiziani Christini, Lutz Becks

Limnologisches Institut Universität Konstanz

The aim of this study is to investigate eco-evolutionary dynamics of phytoplankton communities in a central European, subalpine lake (Lake Constance, Germany). Recent studies have shown that ecologically relevant traits can evolve rapidly, affecting ecological dynamics of populations. So far most of the experiments have been conducted either in chemostats or mesocosms with algae obtained from algal culture collections. Here we present trait data of phytoplankton species isolated directly from the Lake Constance over a several weeks. We used phytoplankton isolates and compared their growth trajectories and morphological traits within and across species. These data will be used to quantify the rate and direction of evolution in natural communities.

Emergent patterns of water and matter fluxes in a coupled catchment-lake model: a case study

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

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ; ² German Federal Institute of Hydrology (BfG)

Solute concentrations (C) that are discharged (Q) out of catchments are represented in C-Q-relationships. The discharge reaching streams and lakes can alternate between phases of dilution and phases of increased concentration at seasonal and event scales. Standing waters are common in cultural landscapes and tend to retain nutrients. Accordingly, the role that lakes and reservoirs play in the modulation of C-Q-relationships of outgoing solute matter fluxes is poorly understood.

Here I seek to determine how lakes modify the emergent nutrient pattern and to classify patterns of nutrient retention for a catchment-lake-system. I want to find out the contribution of standing waters to catchment nutrient retention and release, and gain insight into the impact of variations at seasonal scales.

For this study a catchment model (Musolff et al., 2017) was coupled with the 1d-lake model GOTM-FABM-PLake (Hu et al., 2016) to examine the nutrient retention characteristics of lakes by comparing import and export regimes of N and P.

Ten years of observation data from the Rappbode pre-dam (Harz region, Central German Lowland) were used to analyse the system and validate model results. Stochastic meteorological forcing within the catchment model generated C-Q-relationships, which in turn were fed as inputs into the lake model. The lake model was used to simulate biogeochemical cycling and conversion, and thus to determine how the lake modifies the outflow nutrient retention. The model described the observed dynamics of temperature and mixing, oxygen, chlorophyll, as well as nitrogen and phosphorus in the lake well, with generally low root mean square error, and high model efficiency.

When stratified, the modelled lake retained more nutrients because deep water was isolated, allowing only surface water solutes to leave the lake via outflow. In addition to stratification and mixing, residence time had a strong influence on nutrient retention, with differing effects on N and P.

These modeling results warrant a closer look at how seasonal timing and magnitude of hydrological events affect a lake's retention capacity. Better characterising these dynamics will help to improve water security by developing parsimonious modelling approaches to predict lake nutrient release.

Einfluss von Mikroplastik auf physiologische Kenngrößen von *Daphnia magna*

Lisa Ellenberger; Bettina Zeis

Die zunehmende Verschmutzung von Gewässern durch Mikroplastikpartikel (< 5 µm) stellt eine Gefahr für aquatische Organismen, einschließlich Zooplankton, dar. Sowohl kugelförmige, industriell hergestellte Kunststoffpartikel (primäres Mikroplastik, PMP) als auch unregelmäßige Kunststoffpartikel, die durch mechanische Abbauprozesse entstehen (sekundäres Mikroplastik, SMP), können negative Auswirkungen auf Organismen haben. Eine verminderte Nahrungsaufnahme bei filtrierenden Wirbellosen durch die Aufnahme von Mikroplastik kann Fitnessparameter negativ beeinflussen. In dieser Studie wurde mit dem Modellorganismus *Daphnia magna* (Cladocera) der Einfluss von Mikroplastikpartikeln auf Verdauung, Proteinregulation und Reproduktion untersucht. Ein genereller Einfluss von PMP (1 µm Durchmesser, Konzentration: 2 µg/ml) auf die Verdauungsenzyme Trypsin und Chymotrypsin sowie die Gesamtproteaseaktivität konnte nicht nachgewiesen werden. Auch ein Proteinabbau, bedingt durch eine Mikroplastik-induzierte Hunger-situation, konnte nicht bestätigt werden. Dennoch wurden einige regulatorische Prozesse im Bereich von zellulären Vorgängen, der Signaltransduktion, Informationsspeicherung und -verarbeitung unter dem Einfluss von PMP (1 µm Durchmesser, Konzentration: 2 µg/ml) nachgewiesen. Ein Einfluss von PMP (1 - 50 µm Durchmesser, Konzentration: 2 µg/ml) und SMP (0,5 - 62 µm Durchmesser, Konzentration: 2 µg/ml) auf die Reproduktionsleistung konnte nicht beobachtet werden.

Exposure and effects of agricultural run-off on microphytobenthic communities in small agricultural streams

Franziska Fiolka¹; Martin Krauss²; Hannah Schäfer³; Floriane Larras⁴; Bastian Polst³; Olof Berglund⁵; Mechthild Schmitt-Jansen³

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ, Lund University; ² Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ; ³ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ; ⁴ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ, INRAE; ⁵ Lund University

Small streams are very common components in agricultural landscapes and are frequently polluted by chemical mixtures from agricultural runoff. However, the characterization of these mixtures and their effects on microphytobenthic (MPB) communities have rarely been studied in agricultural streams. This work suggests a combined approach for analysing chemical mixtures from field samples in MPB and evaluation of effects on the structural and functional performance as well as tolerance patterns of photosynthetic biofilms.

In total 15 agricultural streams were investigated for their chemical and non-chemical profiles (i.e. nutrients, light climate) and MPB was sampled from autochthonous stones as well as from artificial substrates incubated for 6 weeks on site. About 400 chemicals were analysed within the biofilm with a therefore developed chemical extraction protocol using LC-HRMS. The diatom community assembly was assessed by metabarcoding, both from natural substrate as well as artificial substrate on site.

Our study will present results illustrating a combined approach of MPB acting as a natural passive sampler as well as an effect monitor. As biofilms are part of the food web, chemicals accumulated in the biofilm might be easily bioavailable for consumer communities on site and therefore be an important exposure pathway within the food web leading to ecosystem wide effects.

Echtzeitüberwachung der Wasserqualität mit dem Multispecies Freshwater Biomonitor als Toximeter in Klärwerken

Almut Gerhardt

LimCo International GmbH, Konstanz

Erstmals wurde der Multispecies Freshwater Biomonitor® (MFB) über mehrere Jahre an 5 verschiedenen Klärwerken zur kontinuierlichen biologischen Überwachung der Abwasserqualität (Emissionskontrolle), zur Vorfluterüberwachung (Immissionskontrolle) und zur Bewertung einer Pilotanlage zur Reinigung mit Pulveraktivkohle mit Bachflohkrebsen (Gammariden) als Indikatoren verwendet.

Nachdem der optimale Aufbau der Anlage und die Standzeiten und Wartungsintervalle etabliert wurden konnte über zahlreiche Messzyklen das gereinigte Abwasser biologisch überwacht werden. Je nach Klärwerk und Abwasserzusammensetzung konnten Standzeiten von 1-2 Wochen erreicht werden, bei Verdünnung des Abwassers z.B. mit Vorfluterwasser können die Standzeiten verlängert werden. Der MFB konnte während des Langzeitbetriebes folgendes anzeigen: Prozessstörungen, z.B. bedingt durch Schadstoffeintrag, den Reinigungserfolg einer Kläranlage durch den Vergleich Zulauf/Ablauf, die Belastung eines Vorfluters durch das eingeleitete Abwasser, sowie den Reinigungserfolg der Pulveraktivkohlestufe im Pilotmaßstab.

Die Erfahrungen mit dem online Biomonitoring auf Klärwerken zeigen, dass es vielfältige Anwendungsmöglichkeiten gibt, die zu einer nachhaltigen Wasserwirtschaft im Sinne der nationalen Wasserstrategie beitragen.

Literatur

Gerhardt, A. (2019): Online Biomonitoring zur Qualitätskontrolle in Kläranlagen: Erfahrungsbericht. Gwf-Wasser/Abwasser, 11,2019

Determination of surface water characteristics using Raman Spectroscopy

Ute Hansen; Jieping Xu; Kaiyi Zhao; Ellen Tijssse-Klasen

Hochschule Rhein-Waal

Characteristics of surface water show a very high variability with time. This is the case especially for rivers, as reflected by the fact that concentrations of microorganisms as well as suspended particles in river water usually show a strong day-to-day and week-to-week variability. Methods based on a fast in-situ detection of water characteristics and thus suitable for continuous surveillance would be an advantage. In order to find out whether Raman spectroscopy could be used to characterize different types of surface water, samples were taken from a suburban river at several locations upstream and one site downstream of a wastewater treatment plant discharge point. A further sample was taken from a nearby lake. Raman signatures were detected in the lab using a Raman Reader (Ocean Optics). The investigated surface water types showed specific Raman signatures, but it was not yet possible to assign specific patterns of the Raman spectra to certain water constituents or organisms. Anyway, the fact that a fast optical method revealed spectral differences between the investigated samples shows that it might be possible to develop a continuously working device based on Raman spectroscopy suitable for frequent or continuous monitoring and surveillance of river water characteristics.

Levels of coliform bacteria and enterococci detected in a suburban river over 6 weeks in November and December 2020

Ute Hansen; Kaiyi Zhao; Jieping Xu; Ellen Tijssse-Klasen

Hochschule Rhein-Waal

Coliform bacteria and enterococci are present at high amounts in feces of warm blooded animals and their presence in freshwater indicates fecal contamination which can be due to diverse sources such as birds and dogs feces and both, untreated and treated wastewater. Concentrations of coliform bacteria, *Escherichia coli* and enterococci were followed over 6 weeks in water of a river in a suburban environment. The study was carried out in order to investigate the day-to-day and week-to-week variability of microbiological contamination and to find out whether there was evidence for an influence of rain events and air temperature specifics on the concentration of the investigated types of bacteria. The data show a high variability between days and weeks and no clear relationship between coliforms concentrations and rain events if the precipitation is expressed as sum over the 24h prior to sampling. Only on one day there was rain during sampling and on this day coliform bacteria were present at highest concentrations. Over the weeks of investigation the air temperature decreased from 17°C to 3°C and below. Disregarding the high contamination on the day with rain during sampling a tendency towards a decrease in bacteria levels with decreasing air temperatures was found. Slightly increased levels of contamination were detected at a second site located downstream of the discharge point of a municipal wastewater treatment plant. The data show that a wide variety of unknown factors determines the actual level of coliform bacteria, enterococci and *Escherichia coli* in the investigated river. The question arises how the strong variability can be taken into account in monitoring programs aiming at characterizing the microbiological safety of surface water. A system suitable for continuous surveillance would be an advantage.

Vier Jahrzehnte Langzeitmonitoring an der Talsperre Saidenbach - Wasserbeschaffenheitsentwicklung im gesellschaftlichen und klimatischen Wandel

Tilo Hegewald; Dirk Geissler; Peter Reichelt; Karin Freier

Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen

Seit Mitte der 1970er-Jahre wurden bis 2013 im Rahmen von Langzeitprojekten, die an der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig und der TU Dresden angesiedelt waren, mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung kontinuierlich abiotische und biotische Kennwerte in der Talsperre Saidenbach und ihren für die Entwicklung der Wasserbeschaffenheit bedeutsamen Teileinzugsgebieten ermittelt.

Die Gewinnung des Datensatzes war maßgeblich an den Bedürfnissen der wasserwirtschaftlichen Praxis orientiert und hatte u. a. die Entwicklung ökotechnologischer Maßnahmen und Verfahren zur Stabilisierung und Verbesserung der Wassergüte zum Ziel. Einen zweiten Schwerpunkt bildete die Analyse der Auswirkungen der Klimaerwärmung auf Gewässerökosysteme.

Seit 2016 wird das Langzeitmonitoring der Talsperre Saidenbach in Anlehnung an das ehemalige wissenschaftliche Untersuchungsprogramm durch die Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen fortgeführt.

Das Poster zeigt die Wassergütesituation der Talsperre Saidenbach während der langanhaltenden Trockenwetterperiode 2014 bis 2020 im Kontext ihrer langfristigen Beschaffenheitsentwicklung.

DNA-basierte Gewässerüberwachung in der behördlichen Praxis

Sascha Krenek; Julia Kleinteich; Demetrio Mora; Saskia Schmidt; Andreas Schöl; Franz Schöll; Helmut Fischer

Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Die Bewertung des ökologischen Gewässerzustands auf Grundlage morphotaxonomischer Daten sowie der Nachweis bestimmter Organismen im Gewässer wird zunehmend durch DNA-basierte Methoden ergänzt. Für eine Reihe wichtiger biologischer Qualitätselemente (BQEs) wie Fische, Makrozoobenthos, Phytobenthos und Phytoplankton konnte das große Potential der DNA-Metabarcoding Methode bereits in wissenschaftlichen Studien dargelegt werden. Für das behördliche Monitoring und die ökologische Zustandsbewertung von Fließgewässern gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) bedarf es allerdings einer Standardisierung, Evaluierung und Validierung der molekularbiologischen Verfahren als alternative Methode. Wir stellen hier sowohl den Bedarf auf Seite der Anwendergruppen dar als auch die Möglichkeiten und Limitationen, welche die neuen Methoden aktuell bieten.

Mit der Etablierung eines Labors für molekulare Taxonomie und Ökologie an der BfG sollen die DNA-basierten Verfahren zukünftig auch in die praktische Anwendung für die Biodiversitätserfassung und dem Monitoring von großen Flüssen überführt werden. Hierfür werden zunächst DNA-basierte und klassische Methoden parallel genutzt, um die molekularbiologischen Verfahren als ergänzende Methode zur Bewertung von Fließgewässern im regulatorischen Kontext zu evaluieren und validieren. Diese Ergebnisse sollen u. a. für die Ableitung neuer Ansätze zur Integration DNA-basierter Daten in das bestehende Gewässerbewertungssystem genutzt werden mit dem Ziel, dass die molekularbiologischen Verfahren zukünftig für einige BQEs in die Biomonitoringverfahren der wasserwirtschaftlichen Praxis integriert werden können.

Weitere relevante Anwendungsgebiete der molekularbiologischen Verfahren in der Gewässerüberwachung großer Flüsse sind z. B. 1) die gezielte Erfassung gebietsfremder Arten (Neobiota) sowie seltener Taxa, die naturschutzfachlich von Bedeutung sind, 2) die Artdiagnose bewertungsrelevanter, aber schwer bestimmbarer Taxa und 3) die Untersuchung der Auswirkung von Gewässerbelastungen sowie wasserbaulicher und Biodiversitätsschutzmaßnahmen auf die Artenvielfalt und genetische Diversität. Erste Ergebnisse zu Untersuchungen des Zooplanktons im Ästuar der Elbe dienen als exemplarische Diskussionsgrundlage.

Wir freuen uns über Kooperationsanfragen von Forschungseinrichtungen und Akteuren aus der wasserwirtschaftlichen Praxis und auf neue Ideen der Zusammenarbeit!

Diversity in trade-off strategies among resurrected alga

Richard Lambrecht¹; T. Réveillon²; Lutz Becks³

¹ Limnologisches Institut der Universität Konstanz; ² University of Konstanz; ³ Universität Konstanz

Eco-evolutionary feedbacks can be central for ecological and evolutionary processes driving population dynamics and ecosystem functioning in freshwaters. Importantly, these feedbacks have been suggested to allow natural systems to buffer environmental perturbations. One key element in that context is trait variation, which is often found as a result of a trade-off. Predator-prey systems represent ideal settings for eco-evolutionary dynamics and are determinants for the transfer of matter and energy through food webs. Moreover, predator-prey interactions usually involve trade-offs between prey traits, such as protection against grazing (defense) and competitiveness (growth), and these traits can be switched due to strong selective pressures. Here, we focused on a predator-prey system composed of a rotifer predator (*Brachionus calyciflorus*) and a green alga prey (*Chlamydomonas sp.*). We resurrected multiple prey genotypes from lake Constance sediments that were associated with different environmental conditions (eutrophication and re-oligotrophication), providing prey with different evolutionary backgrounds. We investigated the diversity in defense-competitiveness trade-off strategies among prey genotypes and between periods by measuring the ingestion rate of the predator (i.e. defense) and the growth rate of the prey (i.e. competitiveness). In addition, we characterized the morphologies of prey genotypes to explore the link between structural and functional traits involved in this trade-off. We found that genotypes from the eutrophic period were displaying a larger spectrum of morphological traits and strategies (i.e. very defended and/or very competitive) than genotypes from the re-oligotrophic period. Overall, we show different compositions in prey traits, which may have direct consequences on predator-prey interactions and ultimately on the functioning of freshwater ecosystems.

Projektvorstellung: Analyse und Bewertung der ökologischen Belastungen von Seen durch Fahrgast- und Freizeitschifffahrt im Spannungsfeld von Gewässerschutzzielen und Nutzungsansprüchen: Mitigationsstrategien für eine dauerhaft umweltverträgliche Lenkung

Frank Peeters¹; Ralf Köhler²; Ole Lessmann³; Wolfgang Ostendorp¹

¹ Limnologisches Institut der Universität Konstanz; ² Landesamt für Umwelt Brandenburg; ³ Limnologisches Institut Universität Konstanz

Die Arbeitsgruppe Umweltphysik am Limnologischen Institut der Universität Konstanz und das Landesamt für Umwelt Brandenburg (LfU), Referat W26 (Gewässerentwicklung) führen gemeinsam ein von der Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördertes Projekt durch, in dem die ökosystemare Auswirkungen der stark zunehmenden Fahrgast- und Freizeitschifffahrt auf Seen analysiert werden, um Szenarien unter Einbeziehung der Belastungsgrenzen zu entwickeln und Handlungsempfehlungen abzuleiten.

Im Rahmen des dreijährigen Projektes werden (1) der rechtliche Rahmen sowie die Anbieter- und Verbandsstrukturen einschließlich ihrer institutionellen Beziehungen zu Fachbehörden der Länder und des Bundes und zur interessierten Öffentlichkeit analysiert, (2) die bisherige Faktenlage im Hinblick auf die Umweltbelastungen synoptisch neu bewertet, (3) eine Analyse der ökosystemaren Folgen der Fahrgast- und Freizeitschifffahrt, insbesondere der Wellenbelastungen und des wasser- und landseitigen Flächenbedarfs durchgeführt und (4) die Auswirkung von anthropogenen Uferstrukturen, u. a. solche für die Schifffahrt auf die seeufer-relevanten biotischen Qualitätskomponenten der EG-Wasserrahmenrichtlinie analysiert.

Aus diesen Ergebnissen sollen (5) Wirkpfade abgeleitet und Perspektiven eines nachhaltigen Entwicklungspotenzials und der Entwicklungsgrenzen entwickelt werden, die die langfristige Sicherung der Ökosystemleistungen erlauben, (6) Best Practice-Beispiele identifiziert, analysiert und ökologisch bewertet werden, (7) Managementempfehlungen bzw. für eine dauerhaft umweltverträgliche Steuerung und Lenkung der Fahrgast- und Freizeitschifffahrt auf den Seen entwickelt werden („sustainable use“) und (8) Handlungsempfehlungen zusammengestellt werden, die sich an alle beteiligten Stakeholder wenden.

Die Ergebnisse dieses Verbundprojekts sollen dazu beitragen, die voraussichtlich fortdauernden Kontroversen unterschiedlicher Akteure zu versachlichen und eine faktenbasierte Dialogbereitschaft zu fördern. Die Basis für Entscheidungsfindungen der zuständigen Behörden soll verbessert werden, so dass zukünftig Umweltschutzgesichtspunkte stärkeres Gewicht erhalten können.

Classification of lichenized and free-living forms of *Prasiola* with simple machine learning algorithms

Mitchell Kennedy; Claire Kowalewski; Daniela Lud

Hochschule Rhein-Waal

The symbiotic relationship between some species of the genus *Prasiola* and a fungus is remarkable as the photobiont of the lichen also occurs as foliose macroalga. One of the proposed benefits of lichenization for these algal species seems to be enhanced tolerance to low, subzero temperatures, which is useful in the habitat of these algal species in Polar Regions. Changing temperatures due to climate change might have an effect on the symbiotic relationship of the species. Machine learning has fast become a helpful tool for scientists to accurately analyze large sets of data in a short time. With the help of data mining tools, data sets can be analyzed in numerous ways such as clustering, classification, and predictions. The aim of this study was to use machine learning to analyze and classify data attained after the morphological analysis of herbarium samples of the lichen *Mastodia tessellata* and the free-living alga *Prasiola crispa* obtained from melt water gullies in Antarctica and culture material of the alga from the Falkland Islands. During the morphological analysis, the samples values for growth size, number of reproductive organs, cell arrangement, mean red/green/blue (RGB) values, UV and fluorescence were recorded with the use of both a dissecting and light microscope. With this data it was possible to use supervised learning algorithms, namely k Nearest Neighbors (kNN) and Support Vector Machines (SVM), to accurately classify the data sets as to which of the two species each sample was. With the use of the inbuilt Confusion Matrix and Receiver Operating Characteristic (ROC) Analysis the accuracy of the algorithm could be determined.

This showed it was possible to quickly and accurately analyze the number of each species present indicating the great potential for machine learning for classification for species potentially differing in tolerance to low temperatures.

Controlling metalimnetic blooms of *Planktothrix rubescens* with a novel water withdrawal strategy: a modelling study

Chenxi Mi¹; P. Hamilton David; Frassl Marieke; Shatwell Tom; Kong Xiangzhen; Boehrer Bertram; Li Yiping; Rinke Karsten

¹ Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ

Aggregations of cyanobacteria in lakes and reservoirs are commonly associated with surface blooms, but may also occur in the metalimnion as subsurface or deep chlorophyll maxima. Metalimnetic cyanobacteria blooms are of great concern when potentially toxic species, such as *Planktothrix rubescens*, are involved. Metalimnetic blooms of *P. rubescens* have apparently increased in frequency and severity in recent years so there is a strong need to establish the external factors controlling its growth. We hypothesized that *P. rubescens* blooms in reservoirs can be managed by modifying the water withdrawal strategy and altering the light climate experienced by this species. We tested our hypothesis in Rappbode Reservoir by establishing a series of withdrawal and light scenarios based on a calibrated water quality model (CE-QUAL-W2). Our scenarios demonstrated that metalimnetic water withdrawal reduced *P. rubescens* biomass in the reservoir. According to the simulation results we defined an optimal withdrawal volume to control *P. rubescens* blooms in the reservoir as approximately 10 million m³ (10% of the reservoir volume) during its bloom phase. The simulations also indicated that *P. rubescens* growth can be most effectively suppressed if the metalimnetic withdrawal is applied in the early stage of its rapid growth (i.e., before the occurrence of blooms). Additionally, the results showed that *P. rubescens* biomass gradually decreased with increasing light extinction and nearly disappeared when the extinction coefficient exceeded 0.55 m⁻¹. Our results indicate that close linkages among in situ measurements, model simulations, empirical growth rate and flushing rate calculations can usefully inform management strategies to minimise the harmful impacts of *P. rubescens* in water supplies. Such a strategy could be used in reservoir operation as an adaptive response to offset the rise in *P. rubescens* populations.

Nachweis von Polyamid-Partikeln in Larven und Imagines von *Chaoborus spec.*

Diana Michler-Kozma¹; Anna Heitkamp¹; Lukas Kruckenfellner²; Friederike Gabel¹

¹ Westfäl. Wilhelms-Universität Münster; ² Mesocosm GmbH

Stetig zunehmende Einträge von Mikroplastik stellen eine potentielle Gefahr für die aquatische Fauna in Binnengewässern dar und in zahlreichen Laborstudien konnten bereits einige Effekte auf Wirbellose Organismen nachgewiesen werden. Es ist jedoch noch nicht hinreichend bekannt, wie Belastungen mit Mikroplastikpartikeln sich auf Populations- und Ökosystemebene auswirken, da Freilandstudien schwer durchführbar sind.

Dieser Fragestellung wird am Institut für Gewässerschutz in Homberg (Ohm) nachgegangen, wo die Auswirkungen von Polyamid (Nylon-6/PA) in 5-50 µm Größe auf Modellökosysteme untersucht werden. In kontrollierten Mesokosmen wurden die ausgewählten Artgemeinschaften über mehrere Monate PA-Konzentrationen von bis zu 150 mg/L ausgesetzt. Zur Überwachung der Populationsentwicklung wurden die verschiedenen Organismengruppen regelmäßig beprobt und analysiert.

Um die Aufnahme der Partikel über das Nahrungsnetz innerhalb der Mesokosmen zu verifizieren, wurden L4-Larven und Imagines der Büschelmücke *Chaoborus spec.* untersucht, welche sich im Larvalstadium räuberisch von Zooplankton ernähren. Die Larven in dieser Studie wurden nach 117 Tagen mittels Kescherprobe gefangen und umgehend in Ethanol fixiert. Die Imagines stammen aus Emergenzfallen, die wöchentlich geleert wurden. Aus der höchsten PA-Konzentration in den Mesokosmen sowie der Kontrolle wurden 100 Individuen pro Replikat zunächst in KOH-Lösung mazeriert und anschließend mit dem Fluoreszenzfarbstoff Nilrot behandelt, um die Partikel innerhalb der Organismen sichtbar zu machen. Erste Ergebnisse deuten nicht nur auf eine Aufnahme der PA-Partikel über die Nahrungskette, sondern auch auf eine Übertragung ins adulte Stadium hin.

Einfluss unterschiedlicher Konservierungsmethoden für Phytobenthosproben hinsichtlich der Detektion der mikrobiellen Artengemeinschaft mittels eDNA-Metabarcoding

Demetrio Mora¹; Julia Kleinteich¹; Jonas Zimmermann²; Helmut Fischer¹; Sascha Krenek¹

¹ Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG); ² Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin, Freie Universität Berlin

Das Phytobenthos wird häufig zur Bewertung des ökologischen Qualitätszustands von Süßgewässern gemäß der EU-Wasserrahmenrichtlinie verwendet. Hierzu soll das Phytobenthos idealerweise auf Artenebene bestimmt werden. Traditionell erfolgt die Art-Identifizierung mittels morphologischer Analysen mit Hilfe der Lichtmikroskopie. In den letzten Jahren hat die Anwendung des eDNA-Metabarcodings als alternative Bestimmungsmethode von Organismen, inklusive des Phytobenthos, rapide zugenommen. Trotz der nahezu exponentiell gestiegenen Anwendung dieser alternativen Methode gibt es bisher keine Standards zur geeigneten Konservierung von Phytobenthosproben vor der Nucleinsäuren-Extraktion. Die meisten veröffentlichten Studien empfehlen hierfür die Verwendung von Ethanol bei einer Endkonzentration von 70%, aber geben unterschiedliche Temperaturen zur Lagerung an, z. B. Raumtemperatur, 4°C, -20°C oder -80°C. In unserem Bio-eDNA Projekt wird die Vielfalt des Phytobenthos in den Bundeswasserstraßen mittels eDNA-Metabarcoding und dessen Anwendung zur Bewertung des ökologischen Zustands gemäß der EU-Wasserrahmenrichtlinie untersucht. Im Rahmen dessen haben wir den Einfluss unterschiedlicher Konservierungsmethoden für Phytobenthosproben auf die Menge der extrahierten DNA sowie die Artendetektion mittels eDNA-Metabarcoding getestet. Die Proben für diese Studie wurden im Frühherbst 2020 gesammelt und nach fünf Methoden konserviert und gelagert: 1) kein Ethanol, -80°C; 2) kein Ethanol, -20°C; 3) 70% Ethanol, -80°C; 4) 70% Ethanol, -20°C; 5) 70% Ethanol, Raumtemperatur. Die DNA-Extraktionen wurden drei Monate nach der Beprobung mit einem weitverbreiteten kommerziellen Extraktionskit durchgeführt. Die gewonnenen DNA-Konzentrationen unterscheiden sich dabei deutlich zwischen den Konservierungsmethoden. Die DNA-Konzentration aus den mit Ethanol konservierten Proben ist z. B. um mehr als eine Größenordnung niedriger als bei Proben, die direkt nach der Beprobung eingefroren wurden. Im nächsten Schritt werden die Amplifikation und Sequenzierung der 16S- und 18S-rRNA Gene durchgeführt, um zu evaluieren, ob es Unterschiede in der Detektion von Arten gibt. Diese Arbeit zeigt, dass auch die Probenkonservierung standardisiert werden sollte, um vergleichbare Ergebnisse zur Bewertung des Phytobenthos zu erhalten.

Wissenschaft macht Schule – Eine Wanderausstellung zu (Mikro)plastik

Antje Nieber¹; Per-Olaf Walter²; Friederike Gabel²; Katrin Wendt-Potthoff¹

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ Magdeburg; ² Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Plastik ist in Gewässern mittlerweile allgegenwärtig. Die Verbreitung von Mikroplastik lässt sich nicht nur im Meer, sondern auch in vielen Binnengewässern nachweisen. Diese Umweltbelastung ist ein wichtiges ökologisches Thema, das zunehmend großes mediales Interesse hervorbringt. Da die Verschmutzung mit (Mikro-)Plastik u. a. aufgrund der Langlebigkeit und steter Degradation noch sehr lange bestehen wird, ist es wichtig auch jüngere Generationen für dieses Thema zu sensibilisieren und profunde zu informieren. Aus diesem Grund ist im Forschungsprojekt MikroPlaTaS (Mikroplastik in Talsperren und Staubereichen) eine Wanderausstellung zum Thema Mikroplastik entstanden, die von Schulen und weiteren Akteuren der Umweltbildung ausgeliehen werden kann. Das Projekt untersucht die genannten strömungsberuhigten Fließgewässerbereiche hinsichtlich des Verhaltens und Vorkommens von Mikroplastik, der Bildung von Biofilmen auf Plastik und der Sedimentation dieser bewachsenen Partikel sowie Wirkungen auf Organismen.

Bei der inhaltlichen Konzeption der Wanderausstellung standen zudem Aspekte der Bildung für nachhaltigen Entwicklung (BNE) im Vordergrund. Insbesondere Schülerinnen und Schüler sollen daher befähigt werden, globale Zusammenhänge zu verstehen und auf eigenes verantwortungsbewusstes Handeln im Sinne einer lebenswerten Zukunft für alle zu übertragen.

Die Wanderausstellung besteht aus insgesamt acht sogenannten Roll-Ups, hochformatigen, transportablen Postern. Die ersten vier Poster beleuchten das Thema Mikroplastik in der Umwelt und gehen überblicksartig auf die Entstehung von Mikroplastik, Verbreitungswege und die Verteilung in der Umwelt sowie im Nahrungsnetz ein.

Der zweite Teil erklärt die Arbeit der Forscher:innen im MikroPlaTaS-Verbundprojekt näher und gibt einen Einblick in deren Arbeit. Anhand der durchgeführten Untersuchungen wird der Prozess des wissenschaftlichen Arbeitens erläutert und erste Ergebnisse vorgestellt.

Während die Informationen in der ersten Hälfte der Ausstellung allgemein verständlich aufbereitet sind und die interessierte Öffentlichkeit ansprechen, richtet sich der spezifischere zweite Teil vorrangig an Oberstufenschüler:innen der Biologie-/Geographie und Chemie-Leistungskurse (Sekundarstufe II). Darüber hinaus liegt der Wanderausstellung zum Einsatz im Unterricht ein Lehrbegleitheft mit vorbereiteten Unterrichtsstunden bei.

Bewertung des ökologischen Zustandes der Münsteraner Schlossgräfte

Mariya Poryazova¹; Melisa Gündogan²; Elisabeth I. Meyer³; Bettina Zeis⁴

Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Die Münsteraner Schlossgräfte ist ein ca. 700 m langes künstliches Stillgewässer mit einer mittleren Breite von 25 m, einer Wasserfläche von ca. 3 ha und einer Wassertiefe von bis zu 1,8 m. Die Gräfte steht unter Denkmalschutz und umschließt den Schlossgarten in Münster sternförmig. Es ist ein Gewässer mit sehr steilen Ufern. Der hohe Falllaubeintrag hat zur Bildung einer bis zu 90 cm mächtigen Faulschlammschicht geführt. Die Gräfte dient als Regenrückhalte- und Klärbecken bei Starkregenereignissen. Im Rahmen einer Projektarbeit, die vom Juni bis Oktober 2020 durchgeführt wurde, wurde der ökologische Ist-Zustand des Gewässers ermittelt. Außer physiko-chemischen Parametern wurden noch die Chlorophyll a-Konzentration, die Zusammensetzung des Zooplanktons, des Makrozoobenthos und des Fischbestands ausgewertet. Die im Sommer beobachteten Sauerstoffmangelsituationen begünstigen eine Rücklösung von Phosphat. Hohe Chlorophyll a-Konzentrationen als Indikator einer hohen Phytoplankton-Abundanz kennzeichneten das nährstoffreiche Gewässer. Die Cyanobakterien spielten dabei nur eine untergeordnete Rolle. Das Zooplankton war durch eine hohe Abundanz von *Bosmina longirostris* im Mai gekennzeichnet. Die unterschiedlichen Gruppen des Zooplanktons wiesen zeitlich verschiedene Größenmaxima auf, hier könnten sich Effekte des Fraßdrucks durch planktivore Fische und die Demographie der Populationen überlagern. Beim Makrozoobenthos dominierten Anneliden und Arthropoden, v.a. Dipterenlarven. Die durchschnittliche Abundanz von Makrozoobenthos war mit der Sauerstoffkonzentration im Wasser korreliert. Bei der Elektrofischung wurde deutlich, dass wenigen Raubfischen ein hoher Anteil an Friedfischen gegenüberstand. Die Münsteraner Schlossgräfte zeigte erhebliche ökologische Defizite, welche vor allem durch die am Gewässergrund liegende Faulschlammschicht begründet sind. Eine zukünftige Sanierung und Entschlammung des Gewässers kann zur Verbesserung der Gewässerökologie beitragen.

Untersuchung der Fließgewässerqualität unter Einbeziehung einer Bestimmungs-App

Judith Rosenbach; Anja Scherwaß; Hartmut Arndt

Uni Köln

Jedes Fließgewässer lässt anhand der dort lebenden Organismen Rückschlüsse auf seine Wasserqualität ziehen.

Üblicherweise bestimmt man zum Zwecke der mittelfristigen Gewässeruntersuchung den Saprobienindex. Die Makrofauna des Gewässers „of interest“ wird gesammelt und den Funden je einen Saprobiewert, einen Abundanzwert und ein Indikationsgewicht zugeordnet, aus denen man dann den Saprobienindex errechnet.

Auf dem Poster wird exemplarisch dargestellt, wie in einem Universitätskurs (Grundstudium) die Qualitätsbestimmung unterschiedlicher Gewässer in und um Deutschland erlernt wird. Zusätzlich zu den herkömmlichen Bestimmungsschlüsseln, die üblicherweise für die Bestimmung des Saprobienindex verwendet werden, kommt hierbei auch eine App zur Bestimmung von Lebewesen zum Einsatz. In dieser können die Beobachtung nicht nur digital gesammelt, festgehalten und selbständig bestimmt werden, sondern auch von anderen Nutzern eingesehen und ggf. nachbestimmt werden.

Es soll gezeigt werden, dass die unbegleitete Bestimmung von Organismen seitens Studierender dadurch vereinfacht und besser betreut werden kann.

Erste Ergebnisse zeigen, dass in einem ersten Durchgang dieser Art der Kursdurchführung um die 80 verschiedene Standorte untersucht und bei knapp 170 Personen mehr als 2.350 Beobachtungen gemacht wurden. Entsprechend der Erwartungen blieb die unmittelbare selbständige Bestimmung der Organismen oft auf Gattungsebene. Aufgrund der Speichermöglichkeit der Beobachtungen wurde aber eine genauere Artbestimmung z.T. in Folgetagen der eigentlichen Beobachtung selbständig oder durch Spezialisten vorgenommen, so dass final in vielen Fällen die Bestimmung des Saprobienindex gut möglich war.

Herausforderungen der TP-Bestimmung in pH-neutralen Tagebauseen

Jacqueline Rücker¹; Gudrun Lippert¹; Yvonne Kreuziger²; Ina Hildebrandt³; Björn Grüneberg⁴

¹ BTU Cottbus-Senftenberg; ² Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann; ³ BGD ECOSAX GmbH; ⁴ Landeslabor Berlin-Brandenburg

Im Rahmen eines von der DBU geförderten Projekts werden empirische Phosphor-Retentionsmodelle für pH-neutrale Tagebauseen (TBS) entwickelt, mit denen eine Abschätzung der tolerierbaren P-Belastung möglich ist. TBS zeichnen sich v.a. auf Grund bergbaulich bedingter Einträge von Eisen durch ein höheres P-Retentionsvermögen im Vergleich zu natürlichen Seen aus. Daher sind empirische Modelle vom Vollenweider-Typ für TBS nicht anwendbar, weil sie deren Resilienz gegenüber Nährstoffeinträgen unterschätzen und falsche (zu hohe) seeinterne Nährstoffkonzentrationen prognostizieren.

Dieser Beitrag widmet sich der Bestimmung der seeinternen P-Konzentrationen (PSee) als wichtige Eingangsgröße für die Modellentwicklung (zu Projekt- und Modellansatz siehe Vortrag Grüneberg et al.). Im Rahmen einer Metadatenanalyse wurden 39 TBS aus dem Lausitzer und Mitteldeutschen Braunkohlerevier ermittelt, die für die Modellanpassung in die engere Wahl kommen. Die Analyse von Langzeitmonitoringdaten verschiedener Quellen für den Zeitraum 2010 – 2020 ergab, dass der langjährige Mittelwert von PSee nur in 25 % der ausgewählten Gewässer über 10 µg L⁻¹ Gesamtposphor (TP) liegt. Was zunächst für eine sehr gute Wasserqualität der TBS spricht, erweist sich für die Modellentwicklung als große Herausforderung, da diese eine möglichst große Spannbreite von TP-Konzentrationen, also auch in ihrer Entwicklung fortgeschrittene TBS mit höherer Trophie benötigt. Darüber hinaus liegt die analytische Bestimmungsgrenze (BG) für TP der meisten Labore bei < 10 oder < 5 µg L⁻¹. Das hat zur Folge, dass der Anteil von TP-Werten unter der BG in den Monitoringdaten in 16 der ausgewählten 39 TBS über 50 % und in 9 TBS sogar über 75 % beträgt.

Für die PSee-Berechnung sind Datensätze mit hohem Anteil von Werten < BG ungeeignet. Daher wurden 2019/20 Messkampagnen mit hohem analytischen Aufwand durchgeführt, um für ausgewählte Seen reale TP-Werte im Bereich der BG zu ermitteln. Die TP-Analysen erfolgten manuell als Autoklavenaufschluss mit Peroxidisulfat und anschließender photometrischer Bestimmung nach der Molybdänblau-Methode. Durch äußerst große Sorgfalt bei der Reinigung von Probengefäßen, Laborgeräten und beim Handling sowie Mehrfachbestimmungen konnte eine BG um 3 µg L⁻¹ erreicht werden. In diesem Beitrag werden Probleme der TP-Analytik in niedrigen Konzentrationsbereichen thematisiert sowie Empfehlungen für die Analytik, aber auch die Probenahme, Probenkonservierung und –lagerung gegeben.

Analysing the diversity of fauna in the River Rhine and nearby aquatic systems – Preliminary comparison of morphological and metabarcoding techniques

Dominik Scepanski¹, Ann-Kathrin Koblitz¹, Pascal Büchel¹, Alexander Floß¹, Alexandra Schoenle^{1:2}, Ann-Marie Waldvogel², Hartmut Arndt¹

¹University of Cologne, Department for Biology, Institute of Zoology, General Ecology, Germany, ²University of Cologne, Department for Biology, Institute of Zoology, Ecological Genomics, Germany

Human activities have altered aquatic habitats, influencing the complete diversity of fauna all over the lower Rhine region. Hence, while the continuous loss of biodiversity becomes more and more prominent, studies on the whole diversity incl. most taxa are urgently needed. However, traditional methods are time-consuming and often lack the comprehensive assessment of the total biodiversity. Therefore, metabarcoding approaches might be a valuable addition to morphological studies to detect a large proportion of the diversity in a given environmental sample.

We investigate the zoobenthos diversity of the River Rhine and associated aquatic systems including nano-, micro-, meio-, macro and possible megafauna with various, habitat specific techniques. With this study, we aim at comparing the community structure in different habitats using morphological and metabarcoding approaches. Therefore, two riprap river sections (Cologne and Grietherbusch), two cut-off meanders as well as two lakes in the flood plain in the Lower Rhine area are included in this study. Differences in the obtained diversity measures, resulting from the different methods and habitats will be discussed as well as the benefits of each technique. This study should reveal a first brief snapshot of each habitats specific composition of fauna while providing valuable information for future biodiversity studies and the potential implementation of metabarcoding techniques.

Bundestaxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands (BTL): Taxaliste für Monitoring und Naturschutz - Herausforderungen am Beispiel der Kieselalgen

Petra Schilling¹; Gabriele Hofmann²; Wolf-Henning Kusber³

¹ Umweltbundesamt (UBA), Berlin; ² Glashütten; ³ Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin, Freie Universität Berlin

Die eindeutige Benennung und Kodierung der in Deutschland vorkommenden Gewässerorganismen ist Grundlage für die biologische Bewertung des Gewässerzustands gemäß gesetzlicher Vorgaben und unabdingbare Voraussetzung für den nationalen und internationalen Austausch von Biodiversitätsdaten. Bereits 2003 wurde eine erste „Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands zur Kodierung biologischer Befunde“ vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft publiziert, die auf die 1985 erstmals veröffentlichte Taxaliste Bayerns zurückgeht. Seit 03/2017 wird die Liste am Umweltbundesamt als Bundestaxaliste (BTL) weitergeführt. Funde neuer Taxa sowie aktuelle taxonomische und autökologische Erkenntnisse erfordern die regelmäßige Überprüfung und Aktualisierung. Aktuell wird die Gruppe der Kieselalgen im Rahmen eines von der LAWA finanzierten Projektes (O 3.20) überarbeitet.

Am Beispiel der Diatomeen werden die Herausforderungen bei Überarbeitung und Harmonisierung mit anderen deutschen Listen (Rote Liste, Harmonisierte Taxaliste Plankton, Liste mariner Taxa) exemplarisch dargestellt. So wurde die Rote Liste limnischer Diatomeen (2018) unabhängig von der BTL überarbeitet. Lehnte sich die 1996er Rote Liste noch sehr an die Süßwasserflora mit konservativen Gattungsumschreibungen an, sind Gattungs- und Artkonzepte in der Liste 2018 deutlich aktueller und die Zahl gelisteter Taxa stieg von 1435 auf 2103. Vielfach konnten inzwischen Sippenkomplexe in einzelne Arten aufgelöst werden, was einen sehr genauen und transparenten Abgleich der Synonymien und Konzeptsynonymien erfordert.

Über die taxonomische Auflistung von Taxa hinausgehend werden in der BTL auch „Hilfs“-Taxa (Gruppen/Komplexe) für bei der Erfassung und Auswertung nicht unterschiedene Taxa geführt und somit durch die vereinheitlichte Benennung eine bessere Vergleichbarkeit gewährleistet.

Zunehmend sind unterschiedliche Aktualisierungsstrategien verschiedener Datenbanken (Algaebase, WoRMS, DiatomBase) ein Problem, da vielfach taxonomische und nomenklatorische Änderungen umgehend und häufig unkritisch aufgenommen werden ohne Angaben zur Historie mitzuführen, was dem Bedürfnis nach einer stabilen Liste und der Rückverfolgbarkeit für das Monitoring zuwider läuft. Hier setzt die Bundestaxaliste an, in dem sie die Gesamtbiodiversität deutscher Gewässer abbildet und stabile Identifier (DV-Nr.) für das Gewässermonitoring zentral zur Verfügung stellt. Sinnvolle Aktualisierungsintervalle und die Versionierung sind in Diskussion

Vergleich genetischer und morphologischer Art-Identifikation des Makrozoobenthos in den Bundeswasserstraßen

Saskia Schmidt; Franz Schöll

Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Gesetzliche Vorgaben, Richtlinien und Verordnungen erfordern die Erfassung aquatischer Lebensgemeinschaften an Bundeswasserstraßen, z.B. bei der naturschutzfachlichen Einschätzung von wasserbaulichen Maßnahmen, der Erfassung der Biodiversität, der Früherkennung von invasiven Arten sowie der Bewertung des ökologischen Zustandes des Wasserkörpers im Rahmen der Umsetzung der WRRL. Neben den Fischen, Phytoplankton, Phytobenthos und Makrophyten spielt das Makrozoobenthos hierbei eine wichtige Rolle. Seit 1986 erhebt die Bundesanstalt für Gewässerkunde deshalb die bodenbewohnende Kleintierfauna zwischen Basel und Emmerich an repräsentativen Untersuchungsbereichen in regelmäßigen Intervallen.

Die Art-Identifikation wird derzeit standardmäßig anhand morphologischer Merkmale ermittelt. Diese Methode ist zum einen kostspielig und zeitaufwendig, zum anderen erfordert sie durch jahrelange Erfahrung erworbene Spezialkenntnisse, die in Deutschland und anderen europäischen Staaten immer weniger vorhanden sind, da die Taxonomie von den Lehrplänen der Universitäten zunehmend verschwindet.

Eine Alternative zur morphologischen Bestimmung ist eine DNA-basierte Art-Identifikation, die in der letzten Dekade etabliert wurde. Hierbei wird die DNA eines zu identifizierenden Organismus mit Referenz-DNA-Sequenzen aus Datenbanken abgeglichen und Arten zugeordnet. DNA und Umwelt-DNA (eDNA) basierte Methoden sind vielversprechende Alternativen um die Probleme der morphologisch basierten Art-Identifikation zu umgehen. Die entscheidende Frage ist, inwieweit die Ergebnisse der morphologischen Artdiagnose und der genetischen Taxonomie hinsichtlich des Arteninventars aber auch bei der Berechnung von Indices vergleichbar sind.

Dazu stellen wir die ersten Ergebnisse eines Methodenvergleichs zwischen der morphologischen und der genetischen Art-Identifikation vor. 45 Makrozoobenthos-Proben wurden im Rahmen des 2-jährlichen Langzeit-Monitorings im August 2020 an 9 Stellen längs des Rheins von Basel bis Koblenz an repräsentativen Bereichen im Querprofil genommen. Diese Proben wurden zunächst morphologisch und im Anschluss genetisch bestimmt und hinsichtlich Artenvielfalt und Artenidentität ausgewertet. Die Eingabe der Artenlisten in das Perlodes Online Tool zur Bewertung des ökologischen Zustandes nach WRRL soll zeigen, ob eine Gewässerbewertung über etablierte, standardisierte Indices mit genetischer Taxonomie zu ähnlichen Ergebnissen führt wie mit der klassischen morphologischen Artdiagnose.

Ein Habitategnungsmodell für die Finte im Weser- und Elbeästuar

Michael Schöning¹; Joost Vanoverbeke²; Nele Wendländer¹; Jens Wyrwa¹; Carsten Viergutz¹; Andreas Schöl¹

¹ Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG); ² Instituut Natuur- en Bosonderzoek

Das Vorkommen der Finte (*Alosa fallax*) und ihrer Larven in den Ästuaren ist von besonderer Bedeutung für die Bewertung von Flussökosystemen aufgrund ihres Schutzes durch die FFH-Richtlinien. Dementsprechend werden die Ei- und Larvenbestände in den Ästuaren von Elbe und Weser seit mehreren Jahren überwacht. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Eignung der Ästuare als Laich- und Larvenwachstumsgebiet mittels Habitatmodellierung zu quantifizieren.

Insgesamt wurden die Jahre 2011 – 2018 modelliert, wobei Expertenwissen in ein Regelwerk eingearbeitet wurde, das die ökologischen Anforderungen der Finte an ihren Lebensraum beschreibt. Diese Regeln wurden in einem fuzzy-logic-System kombiniert und auf modellierte Umweltbedingungen angewandt, was die Bewertungen des Habitats als Laich- und Larvenwachstumsgebiet ermöglicht.

Die Umweltbedingungen wurden mit dem Gewässergütemodell QSim berechnet und enthielten räumliche und zeitliche Verteilungen biotischer und abiotischer Variablen (Temperatur, Sauerstoff, verfügbare Beute und weitere Faktoren) in beiden Ästuaren.

Die modellierten Eignungswerte zeigen intra- und interannuelle Variationen entlang räumlicher Gradienten und zeigen, dass die geeignetsten Gebiete im Frühjahr und Sommer innerhalb von km 580-660 (Elbe) und km 0-50 (Weser) zu finden sind. Diese Gebiete stimmen mit den in Monitoring-kampagnen beobachteten tatsächlichen Laichgebieten der Finte überein. Modell- und Beobachtungsdaten werden miteinander verbunden, um die Match-Mismatch-Hypothese für Fintenlarven zu untersuchen.

Zusätzlich wurde eine interaktive Web-App programmiert, um die Modellergebnisse visualisieren und weitergehend analysieren zu können. Sie stellt ein wertvolles Werkzeug dar, um mögliche Ursachen für abnehmende Fintenbestände zu identifizieren und könnte Gewässermanagement- oder Renaturierungsstrategien unterstützen.

Hybride Atlantischer Lachse (*Salmo salar*) im deutschen Rheineinzugsgebiet?

Stefan Theobald¹; Christopher Bridges²; Thomas Schmidt¹; Ralf Schulz¹; Anne Schrimpf¹, Florian Borutta²

¹ Universität Koblenz-Landau; ² TunaTech GmbH

Im Rahmen des Projektes „Genetisches Monitoring zur Wiederansiedlung des Atlantischen Lachses (*Salmo salar*) im Rheingebiet“ (GeMoLaR) wurden bisher über 6.000 Lachsproben aus Lachszuchten und dem deutschen Rheineinzugsgebiet mittels Mikrosatellitenanalyse an 15 Loci nach dem international standardisierten SALSEA-Merge-Protokoll analysiert. Das Hauptziel des Projektes GeMoLaR ist die Evaluierung und Optimierung der Wiederansiedlungsmaßnahmen des Atlantischen Lachses im gesamten Rheinsystem.

Sowohl in den Zuchten als auch im Freiland gab es Beobachtungen zu möglichen Hybriden von Lachsen und anderen Fischarten, die anhand äußerer Merkmale jedoch nicht eindeutig als solche identifiziert werden können. Aus diesem Grund wurde der gesamte Datensatz mittels eines diagnostischen Mikrosatellitenmarkers auf Hybride gescreent. Einzelne Proben wurden zusätzlich an einem Abschnitt maternal vererbter mitochondrialer DNA sequenziert, um [...]. Besonderes Augenmerk lag dabei auf den phänotypisch auffälligen Proben. Lachse hybridisieren mit anderen Fischarten wie z.B. der Forelle (*Salmo trutta*). Hier werden erste Ergebnisse der Analysen vorgestellt und mögliche Implikationen für das Wiederansiedlungsprogramm diskutiert. Welche Auswirkungen Hybridisierungen zwischen Lachsen und anderen Fischarten auf das gesamte Besatzprojekt im Rheinsystem hat, ist noch unklar und muss weiter untersucht werden.

Digitale Wissenschaftskommunikation: Die Lebenswelt des Fischotters als interaktives Storyboard - Virtuelle Geländeübung in der Online-Lehre.

Antje Stöckmann; Matthias Holzgreve

Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde

Digitale Wissenschaftskommunikation - Die Lebenswelt des Fischotters als interaktives Storyboard: Im dritten Online-Semester sind infolge der Corona-bedingten Einschränkungen Geländeübungen und Exkursionen an den Hochschulen kaum noch möglich. Nachdem im Sommersemester 2020 im Rahmen der Online-Lehre ein erster Ersatz mittels Virtueller Exkursionen im seminaristischem Unterricht durchgeführt wurde, wird im Sommersemester 2021 an der Hochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde eine Virtuelle Geländeübung als digitales Lehr- und Lernmodul entwickelt. Gemäß der Prozeßmethode des Forschenden Lernens erarbeiten die Teilnehmer des Moduls Fließgewässer- und Feuchtgebietsmanagement (Masterstudiengang Regionalentwicklung und Naturschutz*) eine digitale Darstellung komplexer ökologischer Zusammenhänge anhand der Interaktion des Fischotters mit seinem Habitat. Dazu wird ein interaktives Storyboard u. a. unter Einsatz von 360° Technik und Augmented-Reality-Elementen erstellt. Ziel ist der Einsatz des neuen Formates in der Hochschullehre, aber auch in der allgemeinen Wissenschaftskommunikation.

Ist die Beeinträchtigung von *Daphnia magna* durch Cyanobakterien temperaturabhängig?

Simon Tulatz; Bettina Zeis

Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Das weit verbreitete Krebstier *Daphnia magna* ist ein nicht-selektiver Filtrierer, der planktisch in Seen, Teichen und langsam fließenden Gewässern vorkommt. Aufgrund steigender Temperaturen und einem erhöhten Nährstoffeintrag in Gewässer sind Daphnien neben starken Temperaturschwankungen auch den immer häufiger auftretenden Cyanobakterienblüten ausgesetzt. Von verschiedenen Gattungen der Cyanobakterien ist bekannt, dass sie Sekundärmetabolite mit toxischem Potential produzieren. So ist zum Beispiel die Art *Microcystis aeruginosa* ein gut untersuchter Produzent von Proteasehemmern.

Da sowohl Daphnien als auch Cyanobakterien von Temperaturänderungen beeinflusst werden, wurde die Auswirkung von verschiedenen Stämmen von *M. aeruginosa* als Nahrungsquelle auf die Physiologie von *D. magna* bei verschiedenen Temperaturen untersucht. Methanolische Extrakte aus *M. aeruginosa* schränkten die beiden wichtigsten Proteasen Trypsin und Chymotrypsin stark in ihrer Aktivität ein. Dabei wurden kaltakklimierte Tiere weniger von Cyanobakterien beeinträchtigt. Eine Inkubation mit einem Chymotrypsin-hemmenden Stamm von *M. aeruginosa* resultierte in einer stark verminderten Chymotrypsinaktivität, jedoch auch in einer Aktivitätssteigerung von Trypsin. Außerdem wurde der Energiestatus der Tiere anhand der Proteinkonzentration nach einer Fütterung mit Cyanobakterien mit den Auswirkungen einer Hungersituation verglichen. Eine Abnahme der Proteinreserven durch zweitägige Fütterung mit *M. aeruginosa* konnte nur bei hohen Temperaturen (30°C) beobachtet werden. Die Ergebnisse weisen insgesamt darauf hin, dass die Wasserflöhe durch Cyanobakterien bei erhöhter Temperatur in stärkerem Ausmaß beeinträchtigt werden.

Phytoplankton communities and their response to environmental modifications

Phuong-Anh Vu¹; Lutz Becks²; Mark van Kleunen¹

¹ University of Konstanz; ² Universität Konstanz

Increasing water temperatures due to climate change as well as changes in nutrient availability due to anthropogenic pressures are severe processes that aquatic ecosystems are currently facing. Climate change and changes in nutrient availability can alter competition between species and thus community composition with consequences for the stability and resilience of the communities. Some of the environmental conditions can be reverted but some remain for longer periods. To better understand the resilience of phytoplankton communities when exposed to changing environmental conditions, we investigated the abundances and frequencies of different microalgal species within phytoplankton communities after being exposed to a temperature shift or altered nutrient concentrations. According to our expectations, some species benefited from the novel environmental condition, while others decreased in their population sizes over time leading to shifts in the community composition.

Das Zooplankton im Elbästuar und dessen Bedeutung als Nahrung für die Larven der Finte (*Alosa fallax*)

Nele Wendländer¹; Michael Schönung; Carsten Viergutz; Jens Wyrwa; Andreas Schoel

¹ Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Das Zooplankton spielt eine Schlüsselrolle in Nahrungsnetzen von Ästuaren. Es gilt als Hauptnahrungsquelle für Fischlarven, wie der anadromen Art Finte (*Alosa fallax*), dessen Larven im limnischen Ästuarbereich der Elbe unterhalb des Hamburger Hafens schlüpfen und aufwachsen.

In den Jahren 2010 - 2019 wurden im Elbästuar drei verschiedene Zooplanktonbeprobungskampagnen durchgeführt. Der erste Datensatz umfasst Proben von Längsprofilen von der Nordsee bis zum Ende des limnischen Abschnitts der Tideelbe beim Wehr Geesthacht. Diese wurden zweimal pro Jahr durchgeführt, wobei ca. alle 4 km Zooplanktonproben genommen wurden. Parallel wurde der Salzgehalt gemessen und das Zooplankton entsprechend der Abundanz und Biomasse bezogen auf die Salzgehaltszonen polyhalin, mesohalin, oligohalin und limnisch ausgewertet. Der zweite Datensatz erfasst im Hamburger Hafen bei Flusskilometer 628 den saisonalen Verlauf des Zooplanktons von März bis November durch wöchentliche bis monatliche Beprobungen. Der dritte Datensatz umfasst parallel zum Monitoring von Finteneiern und Larven von Mitte April bis Mitte Juni bei Flusskilometer 643 erhobene wöchentliche Zooplanktonproben. So kann die Abundanz der Fischlarven direkt im Zusammenhang mit der ermittelten Zooplanktonbiomasse und weiteren abiotischen Faktoren analysiert werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Zooplanktonbiomasse in der Tideelbe von Crustaceen dominiert wird, obwohl Rotifera im limnischen Abschnitt höhere Abundanzanteile aufweisen. Bei den Crustaceen dominieren in allen Salinitätszonen die Nauplius-Larven von Copepoden, sowohl die Biomasse als auch die Abundanzen. Saisonal betrachtet treten bei Flusskilometer 628 im Sommer die höchst-ten Zooplanktonabundanzen und -biomassen auf, während im Fintenaufwuchsgebiet (km 643) von April bis Juni abnehmende Abundanzen und Biomassen zu beobachten sind.

Allgemein zeigen die Ergebnisse intra- und interannuelle Variationen der Zooplanktonbiomasse, die durch biotische Faktoren, wie die Interaktion zwischen Beute und Räuber, sowie durch abiotische Faktoren wie Temperatur oder Abflussbedingungen erklärt werden können. Die gewonnenen Erkenntnisse sind essentiell für das Verständnis des Rekrutierungserfolges der Fintenlarven.

Entwicklung eines satellitenbasierten Monitorings von Seen in Baden-Württemberg – das Projekt SAMOSEE-BW

Thomas Wolf¹; Kristina Popp¹; Hendrik Bernert²

¹ Institut für Seenforschung (ISF) der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW); ² Earth Observation & Environmental Services EOMAP GmbH & Co KG

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. Diese 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.

Das Institut für Seenforschung (ISF) der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) arbeitet aktuell im Rahmen des Projektes SAMOSEE-BW „Satellitenbasiertes Monitoring von Seen in Baden-Württemberg“ an der Entwicklung eines solchen satellitenbasierten Gewässermonitorings für stehende Gewässer. Das Projekt wird im Rahmen der Digitalisierungsstrategie digital@bw des Landes Baden-Württemberg gefördert (www.digital-bw.de/digitalisierungsstrategie, BWL 2017).

Mit den modernen und langfristig als Plattform betriebenen Satellitendaten und –diensten des europäischen Copernicus-Programmes und den Pendanten des USGS 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 als auch kleinere Gewässer mit Satelliten mit höherer räumlicher Auflösung (z.B.: Sentinel 2 A/B dx = 10 - 60 m) erfassen kann.

Die LUBW hat ein hybrides Modell für die Entwicklung eines satellitenbasierten Seenmonitorings gewählt. Dabei werden die Satellitenrohdaten vom Serviceprovider EOMAP (www.eomap.com) zu Gewässerparametern auf Level-3 prozessiert. In weiteren Schritten werden diese Daten am Institut für Seenforschung der LUBW mit MATLAB-Scripten bearbeitet und anwenderorientierte Informationsprodukte abgeleitet.

Die satellitenbasierten Gewässerinformationen, z.B.: Chlorophyll-a-Konzentrationen, Wassertemperatur und Secchi-Tiefe, werden für folgende wesentliche Ziele verwendet:

- Ergänzung und Erweiterung bestehender in situ Routinemonitoringprogramme.
- Indikatives Gewässermonitoring - für eine Vielzahl kleiner Seen können satellitenbasierte Fernerkundungsdaten häufig erstmalig einen Satz von limnologische Basisinformationen liefern, die eine erste Beurteilung und Bewertung des Gewässerzustandes gestatten.

Entwicklung des Zooplanktons nach einer ausgeprägten Hypoxie-Situation in einem eutrophen Flachsee (Aasee, Münster)

Ramona Winkens¹; Victoria-Sophia Scheuerer¹; Elisabeth Meyer¹; Bettina Zeis

¹ WWU Münster University

Eutrophe Seen sind aufgrund ihres hohen Nährstoffgehaltes durch eine hohe Primärproduktion gekennzeichnet. Das gilt besonders für flache Seen, die sich im Sommer stark erwärmen. Durch die auch in den nachfolgenden Trophie-Ebenen vergrößerte Biomasse der Konsumenten kommt es auch zu vermehrtem Absterben von Organismen und verstärkten sauerstoffzehrenden Abbauprozessen. Sauerstoffmangel kann dann im gesamten Wasserkörper mit ausgeprägten tagesperiodischen Schwankungen auftreten.

Im Aasee in Münster, einem aufgestauten Wasserkörper mit einer Oberfläche von ca. 40 ha und einer maximalen Tiefe < 2 m, wurde im August 2018 nach einer langen warmen Trockenperiode eine ausgeprägte Hypoxie-Situation erreicht. Als Folge verendete ein großer Teil des Fischbestands (ca. 22 t). Gegenstand der vorgestellten Untersuchungen ist die Auswirkung dieses Zusammenbruchs der Fischpopulation auf die Zusammensetzung und Abundanz des Zooplanktons. In den nachfolgenden Jahren wurden die Rotifera, Copepoda und Cladocera qualitativ und quantitativ erfasst. Weiterhin wurde der Einfluss des nachlassenden Fraßdrucks auf die Größenstruktur dieser Tiergruppen analysiert. Obwohl die relativen Beiträge der untersuchten Tiergruppen und ihre Körpergrößen im saisonalen Verlauf variieren, kann eine hohe Zooplankton-Abundanz als wichtiger Faktor für die top-down-Kontrolle der Primärproduzenten angesehen werden und zur Vermeidung einer erneuten Massenentwicklung von Algen und Cyanobakterien beitragen.

German Barcode of Life 2 (GBOL2) — Kieselalgen DNA-Barcoding und eDNA Metabarcoding im Kontext von Biodiversitätsforschung, Taxonomie und EU Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EC)

Jonas Zimmermann¹; Nérida Abarca¹; Jana Bansemer¹; Juliane Bettig¹; Gabi Droege¹; Wolf-Henning Kusber¹; Katja Luther¹; Heba Mohamad¹; Demetrio Mora²; Sebastian Proft¹; Katherina Schimani¹; Oliver Skibbe¹; Anh Tu Van³; Regine Jahn¹

¹ Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin, Freie Universität Berlin; ² Bundesanstalt für Gewässerkunde; ³ Universität Rostock

Kieselalgen (Diatomeen) sind eine der wichtigsten Indikatorgruppen für die Gewässergüteanalyse. Traditionell wurden meist lichtmikroskopisch sichtbare Merkmale für die Identifikation herangezogen. Im Rahmen des durch das BMBF geförderten GBOL2-Diatomeen-Projektes konnte eine Referenzbibliothek für Diatomeen-DNA-Barcodes (18SV4, rbcL) aufgebaut werden, die das verwendbare Merkmalspektrum deutlich erweitert. Die taxonomische Validierung der Barcodes wurde durch licht- und rasterelektronenmikroskopisch dokumentierte und identifizierte Klonkulturen, die eigens aus Gewässerstandorten unterschiedlicher Trophie und Morphometrie isoliert wurden, erreicht.

Durch Hinterlegung von Belegexemplaren im Herbarium Berolinense, der DNA-Bank des BGBM sowie die komplette Dokumentierung aller Daten in öffentlich zugänglichen Datenbanken (INSDC, GGBN, AlgaTerra, Sammlungsdatenbank am BGBM), wurde eine nachhaltige Forschungsinfrastruktur geschaffen. Sie eignet sich für die Biodiversitätserfassung, die Beantwortung taxonomischer Fragestellungen und das Auffinden von Diatomeenarten in der Umwelt gleichermaßen. Für die Analyse von Diatomeenartengemeinschaften in Umweltproben mittels eDNA-Metabarcoding zur Gewässergüteeinschätzung steht eine eigens entwickelte automatisierte modulare eDNA-Datenanalyse-Pipeline (<https://github.com/sproft/MetBaN>) bereit. Exemplarisch wurden über 400 Indikatorarten aus mehr als 80 Gattungen mit Hilfe von über 1.300 klonalen Kulturen komplett dokumentiert und durch weitere Kulturen (ca. 500 Europa, ca. 600 Mexiko, ca. 750 aus beiden Koreas, Vietnam, Kanada), Daten sowie Ergebnisse aus anderen Staaten ergänzt. Aktuell wird die Referenzbibliothek im Rahmen von Dissertationen um Diatomeen-Taxa aus dem Irak und der Antarktis erweitert, um neben der taxonomischen Grundlagenforschung die Eignung dieser Floren für Zwecke des Biomonitorings in diesen Regionen zu prüfen.

Im GBOL2-Diatomeen-Projekt wurde ein Best-Practice-Anwendungsbeispiel für die Dokumentation und Verfügbarmachung von Barcode-Referenzbibliotheken geschaffen, das wertvolle Ergebnisse für die Weiterentwicklung von Methoden und Standards liefert. Dadurch wird die Analyse von Diatomeenartengemeinschaften in Umweltproben mittels eDNA-Metabarcoding zur Gewässergüteeinschätzung ermöglicht. Vergleichende Analysen nach eDNA-Metabarcoding und PHYLIB entsprechend der WRRRL sind nahezu abgeschlossen



Wenn Extreme zur Normalität werden – Gewässer im Klimawandel

36. Jahrestagung 2021

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

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ | Leipzig

27. September – 1. Oktober 2021

ABSTRACTBAND