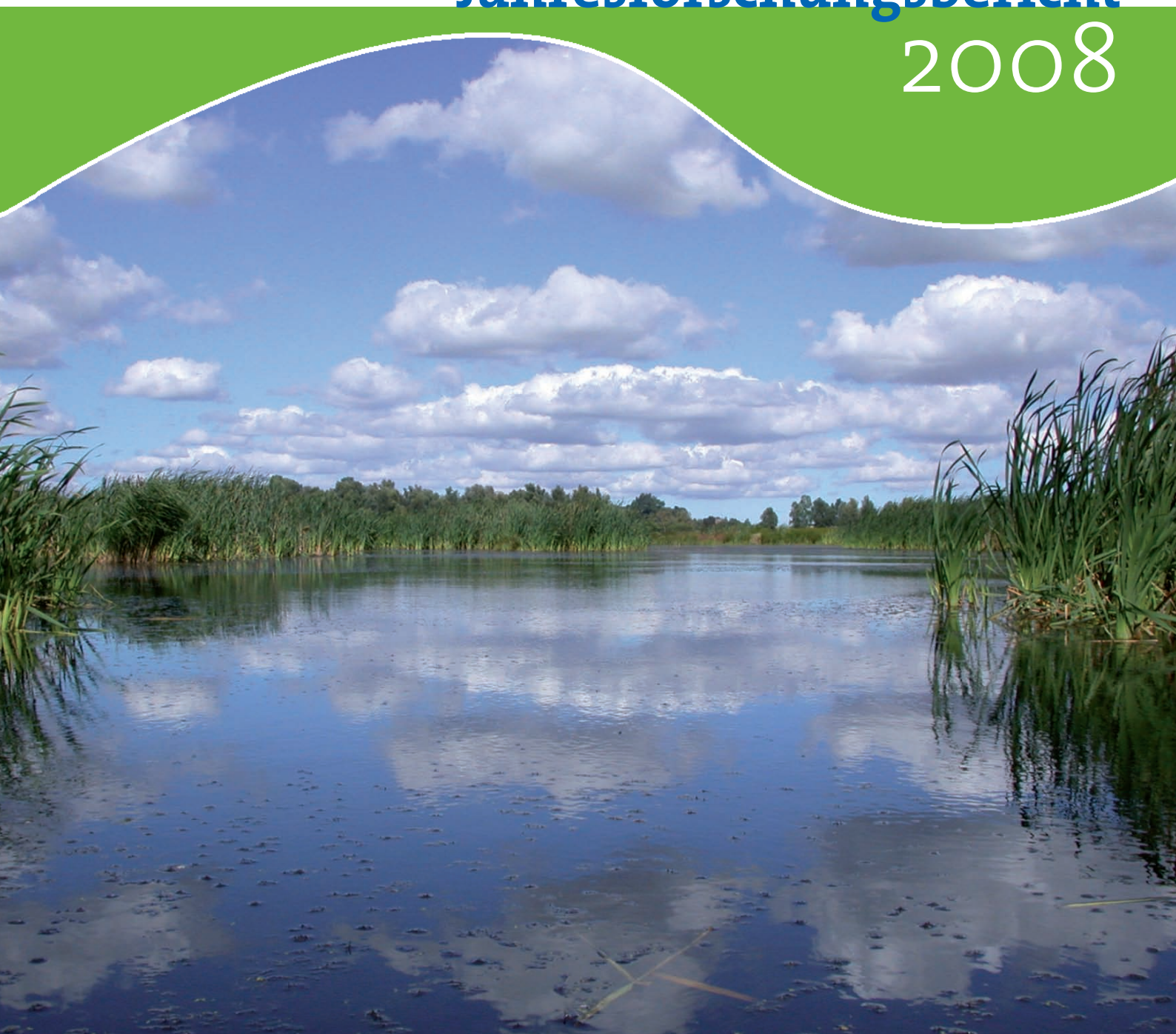


# Jahresforschungsbericht 2008





Das Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) ist das größte deutsche Zentrum für ökosystemare Forschung an limnischen Systemen. Die Arbeiten des IGB verbinden Grundlagen- mit Vorsorgeforschung als Basis für die nachhaltige Bewirtschaftung der Gewässer. Das IGB untersucht dabei die Struktur und Funktion von aquatischen Ökosystemen unter naturnahen Bedingungen und unter der Wirkung multipler Stressoren. Forschungsschwerpunkte sind unter anderem die Langzeitentwicklung von Seen, Flüssen und Feuchtgebieten unter sich rasch ändernden globalen, regionalen und lokalen Umweltbedingungen, die Entwicklung gekoppelter ökologischer und sozioökonomischer Modelle, die Renaturierung von Ökosystemen und die Biodiversität aquatischer Lebensräume. Die Arbeiten erfolgen in enger Kooperation mit den Universitäten und Forschungsinstitutionen der Region Berlin/Brandenburg.

*Umschlag:*

*Wiedervernässtes und aufgrund von Torfsackung und -verlusten überstautes Niedermoor im Polder Beestland (Trebeltal) mit offenen Wasserflächen und Rohrkolbenröhrichten, September 2007 (Foto: D. Zak).*

*Moore sind einzigartige Lebensräume und zugleich wichtige Kohlenstoffspeicher. Wissenschaftler aus der Arbeitsgruppe von Jörg Gelbrecht untersuchen, wie entwässerte und landwirtschaftlich kultivierte Niedermoore erfolgreich wiedervernässt werden können.*

**Liebe Leserinnen und Leser,**

das IGB befindet sich in einer Phase hoher wissenschaftlicher Produktivität. Exzellente Grundlagen- und Vorsorgeforschung, die Verankerung unserer wissenschaftlichen Arbeit in der Region und die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses am IGB erfordern auch besondere Formen der Kommunikation innerhalb und außerhalb des Institutes. So haben wir im Jahre 2008 zwei Veranstaltungen ins Leben gerufen, die dazu beitragen sollen, aus den Begegnungen der verschiedenen Fachdisziplinen und der regional zuständigen Fachbehörden in einen Dialog zu treten und in konstruktiver Weise Themen von gemeinsamem Interesse zu diskutieren.



den leitenden Wissenschaftlern war das Interesse sehr groß, so dass wir diese Möglichkeit zur institutsinternen Kommunikation auf jeden Fall in den nächsten Jahren weiterführen wollen. Eine andere Richtung schlägt der DIALOG AM MÜGGELSEE ein, der ebenfalls im Juni 2008 zum ersten Male am IGB stattfand. Hier bietet das IGB eine Plattform, auf der Vertreter aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik zu gemeinsam interessierenden Themen Stellung beziehen und diskutieren können. Am 11.06.2008 eröffneten wir diesen Dialog zum Thema „Der Weg zu sauberen Gewässern“. Das rege Interesse hat uns bestätigt: Auch diese Kommunikationsplattform wird es im nächsten Jahr wieder geben.

Wir hoffen, Sie nun auf die Projekte und Forschungen des IGB neugierig gemacht zu haben. Was uns 2008 noch bewegt hat, können sie auf den folgenden Seiten nachlesen.

Herzliche Grüße,

*Nadja Neumann und Gunnar Nützmann*

Für die gegenseitige Information und Verständigung innerhalb des IGB steht der IGB-WISSENSCHAFTSTAG, der am 18. Juni 2008 zum ersten Mal stattfand. Von den wissenschaftlich-technischen MitarbeiterInnen über die Doktorierenden bis hin zu

## Inhalt

4 – 6 Vorwort Klement Tockner – Forschen für die Zukunft unserer Gewässer

### 7 – 13 IGBInitiativen

8 – 9 BeGenDiv: Gemeinsam die Artenvielfalt entschlüsseln  
 10 – 11 TERRALAC: Aquatisch-terrestrische Kopplung stabilisiert See-Ökosysteme im Klimawandel  
 12 – 13 Der Verlust der Nacht

### 14 – 32 Abteilungsforschung

16 – 18 Abteilung I – Ökohydrologie  
 19 – 21 Abteilung II – Limnologie von Flusseen  
 22 – 24 Abteilung III – Limnologie geschichteter Seen  
 25 – 27 Abteilung IV – Biologie und Ökologie der Fische  
 28 – 30 Abteilung V – Binnenfischerei  
 31 – 32 Zentrales Chemielabor

### 33 – 38 IGB Ereignisse | Personalia 2008

### 39 – 44 Organisation | Zahlen

### 45 CD-ROM: Statistischer Anhang

# IGB – Forschen für die Zukunft unserer Gewässer



**A**usreichend sauberes Wasser und intakte Gewässer sind unverzichtbar für das Wohl des Menschen und die Erhaltung einer einzigartigen Fauna und Flora. Trotz immenser Bemühungen zu ihrer Erhaltung zählen unsere Flüsse, Seen, Auen und Moore heutzutage zu den am stärksten durch den Menschen geprägten Lebensräumen. Klimaänderung und rapider Landschaftswandel erhöhen zusätzlich den Druck auf die Gewässer – insbesondere in den gewässerreichen aber wasserarmen Regionen in Berlin und Brandenburg. Der nachhaltige Umgang mit der Ressource Wasser und dem Lebensraum Gewässer verdient daher unsere höchste Priorität und erfordert zunehmend die Zusammenarbeit unterschiedlicher Disziplinen sowie die direkte Einbeziehung der Betroffenen. Dazu zählen die Erhaltung der wasser gebundenen biologischen Vielfalt, die Sicherstellung sauberen Trink- und Nutzwassers, die Erschließung neuer Nahrungsmittel sowie die Revitalisierung unserer Gewässer.

Das Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) ist das bundesweit größte Forschungszentrum für Binnengewässer. Als solches nimmt es eine wichtige Vorbild- und Vorreiterfunktion ein; regional, national und international. Das IGB:

- **erarbeitet die wissenschaftlichen Grundlagen für die nachhaltige Bewirtschaftung unserer Gewässer,**
- **bildet den wissenschaftlichen Nachwuchs aus und berät Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit in Fragen des Gewässermanagements**

Das IGB, mit seinen Standorten in Berlin und Brandenburg, ist ein regional verankertes und international vernetztes Forschungsinstitut. Es arbeitet in enger Kooperation mit den Universitäten und Forschungsinstitutionen der Region und bindet vermehrt die Öffentlichkeit in die Wissensgewinnung ein.

Der weitere Erfolg des IGB erfordert eine exzellente Grundlagenforschung, die Fokussierung auf Fragen von großer gesellschaftlicher Relevanz, sowie ein attraktives Ausbildungsprogramm für den wissenschaftlichen Nachwuchs.

## 1. Förderung der Grundlagenforschung

Eine herausfordernde und -ragende Grundlagenforschung, das heißt eine wesentlich durch Neugierde motivierte Wissenschaft, bleibt der Grundpfeiler für den zukünftigen Erfolg des IGB. Wie kaum eine andere Einrichtung bietet das IGB den nöti-

gen Freiraum für die einzelnen Wissenschaftler, innovative Forschung auf höchstem Niveau zu betreiben. Dazu trägt auch die sehr gute Forschungsinfrastruktur am Institut bei. Das IGB wird sich daher verstärkt um kompetitive Mittel bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und beim European Research Council (ERC) bemühen.

## 2. Fokussierung auf Fragen von großer gesellschaftlicher Relevanz

Neben den disziplinär ausgerichteten Forschungsabteilungen werden am IGB die Forschungskompetenzen in drei abteilungsübergreifenden Forschungsprogrammen gebündelt: **Aquatische Biodiversität, Aquatische Grenz zonen und Interaktion Mensch-Gewässerökosystem**. Im Rahmen dieser Forschungsprogramme werden Themen von großer gesellschaftlicher Relevanz, wie die rapide Veränderung der biologischen Vielfalt, die Erosion an ökologischen Serviceleistungen, die Entwicklung einer ressourcenschonenden Aquakultur oder das nachhaltige Management gekoppelter Gewässer-Landökosysteme bearbeitet. Dabei übernimmt das IGB vermehrt die Federführung in großen nationalen und internationalen Forschungsverbänden.

So hat das IGB den interdisziplinären Leibniz-Forschungsverbund „**Verlust der Nacht**“ etabliert. Dabei werden von Wissenschaftlern in sieben Leibniz-Instituten sowie der Freien Universität und der Technischen Universität Berlin die ökologischen, ökonomischen, gesundheitlichen und kulturhistorischen Auswirkungen der Lichtverschmutzung, die besonders entlang von Gewässern ausgeprägt ist, untersucht – als Basis für intelligente Beleuchtungskonzepte.

Bundesweit gibt es kein vergleichbares Institut, das Biodiversitätsforschung an Binnengewässern in einem Umfang wie das IGB betreibt. So gilt die Wiederansiedlung des Störs zu Recht als **Leuchtturmprojekt der Biodiversitätsstrategie** des Bundes. Am IGB werden aber auch die evolutionären und funktionellen Konsequenzen der rapiden Veränderung der Biodiversität untersucht – von den Mikroben bis zu den Fischen. Diese Informationen erlauben es uns, Prognosen zur Langzeitentwicklung und Belastbarkeit von aquatischen Biozönosen zu entwickeln und für das Gewässermanagement verfügbar zu machen.

Feuchtgebiete zählen zu den wertvollsten Ökosystemen in der Landschaft, zugleich sind sie die am stärksten durch den Menschen belasteten Systeme. Sehr drängende Fragen, ob und wann die Kohlenstoff-Senkenfunktion **wiedervernässter Moore** in der Landschaft wiedererlangt wird, werden großexperimentell in Mecklenburg-Vorpommern, in enger Zusammenarbeit mit

der Universität Greifswald und dem Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), durchgeführt.

Bisherige Studien zum Klimawandel prognostizieren eine Verschlechterung der Wasserqualität von Seen durch erhöhtes Algenwachstum. Parallel erhöhte Einträge natürlichen organischen Kohlenstoffs aus dem terrestrischen Umland in die Seen könnten diese negative Entwicklung teilweise kompensieren. In Ganzsee-Experimenten soll im Rahmen des kürzlich durch den Pakt für Forschung und Innovation genehmigten Projektes **TERRALAC**, in Kooperation mit der Technischen Universität Berlin und der Universität Potsdam, ein bisher unerforschter Effekt auf das Nahrungsnetz in Seen nachgewiesen werden, der zur Stabilisierung des Klarwasserzustandes und damit zur Verschiebung des Schwellenwertes für den Umschlag vom klaren in den trüben Zustand beiträgt.

Die Aquakultur löst weltweit den Wildfang als eine der wichtigsten Proteinquellen ab. Am IGB wird daher intensiv an der Entwicklung einer **ressourcenschonenden Aquakultur** der Zukunft geforscht. Im Rahmen des vom BMBF geförderten Forschungsprojektes Astaf-Pro wurde kürzlich eine experimentelle Aquaponikanlage errichtet, die es dem IGB erlaubt, seine innovative Forschung im Bereich der Aquakultur weiter auszubauen.

### 3. Stärkung der internationalen Zusammenarbeit

Das IGB richtet seine Forschung verstärkt international aus und möchte so zu einem Treffpunkt der internationalen Wissenschaftsgemeinde werden. Im vergangenen Jahr wurde eine Reihe an EU-Projekten unter maßgebender Beteiligung des IGB genehmigt. Dazu zählen die Projekte MIRAGE, WISER, FORECASTER und FloodplainEvolution. In diesen Projekten geht es unter anderem um die wissenschaftliche Weiterentwicklung der EU-

Wasserrahmenrichtlinie sowie um die Bedeutung von Flußauen als Zentren der Evolution. Im Juni 2008 wurde gemeinsam mit Partnern aus Italien (Universität Trento) und Großbritannien (King's College, London) eine von der European Science Foundation unterstützte Konferenz zu dynamischen Gewässerökosystemen erfolgreich veranstaltet. Die Tagung fand am Tagliamento-Fluss im Friaul (Italien) statt, wo das IGB an der letzten großen Wildflusslandschaft in Mitteleuropa die Wechselwirkungen zwischen hydrologischen, geomorphologischen und ökologischen Prozessen unter naturnahen Bedingungen erforscht – als Grundlage für die Entwicklung von Schutz- und Revitalisierungskonzepten. Ein Sonderheft zum Thema erscheint im September 2009 in der renommierten Zeitschrift „Aquatic Sciences: Research across Boundaries“.

Um die Zusammenarbeit mit international führenden Forschungseinrichtungen zu unterstützen, bietet das IGB seit kurzem ein **Fellowship-Programm** an. Wissenschaftler werden eingeladen, zwischen sechs Monaten und zwei Jahren am IGB zu institutsrelevanten Themen zu forschen. Die ersten IGB-Fellows werden noch im Jahre 2009 ihre Arbeit am IGB aufnehmen. Zugleich ermöglicht das neu etablierte **Sabbatical-Programm** den IGB-Wissenschaftlern an internationalen Forschungseinrichtungen bis zu einem Jahr zu forschen. So hat die Wissenschaftlerin Sabine Hilt gerade ihr sechsmonatiges Sabbatical in der renommierten Forschergruppe von Marten Scheffer an der Universität Wageningen beendet.

Das IGB hat kürzlich einen **Kooperationsvertrag** mit dem Katalanischen Wasserforschungsinstitut ICRA in Girona abgeschlossen. Im Zentrum der Kooperation steht die Erforschung der Auswirkungen von Wasserstress auf grundlegende Ökosystemfunktionen und die Biodiversität. Mit dem CEMAGREF in Frankreich besteht bereits seit Jahren eine enge Kooperation im Rahmen der Störforschung.



#### 4. Langzeitforschung und Ausbau der großexperimentellen Infrastruktur

Wichtig für den Erfolg des IGB sind eine ausgezeichnete experimentelle Forschungsinfrastruktur sowie die kontinuierliche Weiterentwicklung seines Langzeitforschungsprogramms. Nur ein Institut wie das IGB, mit einer soliden Grundfinanzierung und einem exzellenten Wissenschaftlerteam, ist in der Lage ein intensives Langzeitforschungsprogramm aufrechtzuerhalten.

Bereits jetzt fließen die Ergebnisse des IGB, besonders vom Müggelsee, aber auch vom Stechlinsee und der Spree, wesentlich in die Empfehlungen des Weltklimarates (IPCC) ein. Der Müggelsee wurde im Jahre 2008 in das **globale Seenbeobachtungsnetzwerk GLEON** (Global Lake Ecological Observatory Network) aufgenommen und erfüllt somit die Anforderungen des Netzwerkes sowohl hinsichtlich der Qualität der Datenerfassung als auch des öffentlichen Zugangs der Daten. Der Stechlinsee soll demnächst folgen. Langzeitforschung bedeutet nicht nur Langzeitmonitoring, sondern erfordert auch Großexperimente im Feld, um die kausalen Zusammenhänge zwischen Umweltveränderungen und der Reaktion der Ökosysteme zu verstehen.

**Rivers of Europe**, so heißt das erste umfassende Werk, welches unter Leitung des IGB 2008 erschienen ist und einen Überblick über die Flusseinzugsgebiete in Europa gibt sowie die wissenschaftliche Grundlage für politisches Handeln und weitere Forschungen liefert. Am IGB wird derzeit eine **europaweite Datenbank** aufgebaut, in der das umfangreiche Datenmaterial zur aquatischen Biodiversität erfasst und kontinuierlich weiterentwickelt wird.

Am Großen Döllnsee in der Schorfheide wird derzeit eine **3-D Telemetrieanlage** errichtet, die es ermöglicht, das Verhalten von Fischen in Echtzeit und unter *in situ* Bedingungen zu untersuchen. Unter anderem wird die Schwarmintelligenz von Fischen untersucht.

Die Planungen für die Großenclosures am Stechlinsee und für ein künstliches Wehr an der Müggelspree laufen ebenfalls auf Hochtouren. Mit Hilfe dieser **experimentellen Großanlagen** lassen sich zukünftige Umweltszenarien unter naturnahen Bedingungen simulieren.

Unter Koordination des IGB, des Botanischen Museums und des Botanischen Gartens der FU Berlin wird gemeinsam mit weiteren Partnern in Berlin und Brandenburg derzeit das **Genom-Zentrum für Biodiversitätsforschung** errichtet, um wegweisende Forschung im Bereich der funktionellen Biodiversitätsforschung betreiben zu können.

#### 5. IGB-interne Graduiertenausbildung

Die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses ist ein zweites zentrales Ziel des IGB. Die derzeit mehr als 50 Doktorandinnen und Doktoranden spiegeln die Attraktivität des IGB wider; bedeuten aber zugleich eine große Verantwortung für das Institut. Das IGB ist gerade dabei, ein umfangreiches Ausbildungs- und Unterstützungsprogramm zu etablieren, um die angehenden Wissenschaftler in ihrer Arbeit zu unterstützen und diese auf die weitere berufliche Zukunft vorzubereiten. Die derzeitigen Doktoranden werden die zukünftigen Partner des IGB, in der Wissenschaft, in der Praxis und vermehrt auch in der Politik.

Erfolgreiche Wissenschaft erfordert ein anregendes Arbeitsumfeld und engagierte Mitarbeiter. Die hohe Motivation und der große Einsatz aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind das wichtigste Kapital, welches das IGB aufzuweisen hat. Hierfür gebührt den Technikern, den Doktoranden, den Wissenschaftlern und dem administrativen Personal ein besonderer Dank!

Und Ihnen allen wünsche ich viel Freude beim Lesen des Jahresberichtes 2008!

*Ihr Klement Tockner*

## GUT VERNETZT

Am IGB arbeiten Wissenschaftler mehrerer Disziplinen unter einem Dach. In dieser Form ist das Institut einzigartig in Europa: Hydrologen, Chemiker, Mikrobiologen, Limnologen, Fischökologen und Fischereibiologen können so praktisch Tür an Tür gemeinsam Themen aus verschiedenen Perspektiven untersuchen. Außerdem hat das IGB zahlreiche Kooperationen mit Universitäten und anderen Instituten und so einen festen Platz in der nationalen und internationalen Gewässerforschung. Dabei ist das IGB oft Ideengeber und Koordinator in großen inter- und transdisziplinären Projekten. Drei ganz junge Initiativen unter Federführung des IGB möchten wir hier stellvertretend vorstellen.



Biodiversitätswand im Museum für Naturkunde Berlin – Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung.

Foto: Antje Dittmann

## BeGenDiv: Gemeinsam die Artenvielfalt entschlüsseln

*Binnengewässer bedecken zwar weniger als ein Prozent der Erdoberfläche, beherbergen aber zehn Prozent aller Tierarten. Viele der Arten sind noch gar nicht bekannt und ihre Funktion im Gewässer nicht erforscht. Doch die Zeit drängt, denn die Artenvielfalt auf der Erde schrumpft mit großer Geschwindigkeit. Die Aussterberate ist derzeit 100 bis 1000 Mal höher als normal. Knapp vierzig Prozent aller bekannten Arten sind bereits bedroht. Dabei kennen wir vermutlich nur etwa zwei bis zehn Prozent der tatsächlich existierenden biologischen Vielfalt.*

In einer bundesweit einmaligen Initiative haben sich die Freie Universität Berlin, drei Berliner Leibniz-Institute und die Universität Potsdam zusammengeschlossen und das „Berlin Consortium for Genomics in Biodiversity Research (BeGenDiv)“ ins Leben gerufen. Sprecher der Initiative sind die beiden erst kürzlich an die Freie Universität berufenen Professoren Thomas Borsch (Direktor des Botanischen Gartens Berlin-Dahlem) und Klement Tockner (Direktor des Leibniz-Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei).

Ziel des Konsortiums ist es, Berlin zu einem nationalen Standort moderner Biodiversitätsforschung auszubauen. Dafür wollen

die Mitglieder eine einzigartige Forschungsinfrastruktur errichten, die Wissenschaftler aus aller Welt anziehen wird. Geplantes Zentrum ist ein Genetiklabor im Gebäude des Botanischen Gartens der Freien Universität Berlin, welches mit dem neuesten Hightech Gerät zur Genanalyse ausgestattet wird: Der Genom-Sequenzierer FLX System (GS-FLX) mit „454“-Technologie ist ein Pyrosequenzierer und kann wesentlich schneller als bisherige Sequenzierer die Erbsubstanz einer Probe entschlüsseln und damit die Erfassung der Arten in großen Schritten vorantreiben. Heute ist die Erforschung der Biodiversität ohne Blick auf den genetischen Bauplan nicht mehr vorstellbar. Mittels Sequenzierung lassen sich komplette Genome von Tieren und Pflanzen entschlüsseln. Diese Methode ermöglicht es erst, die Vielzahl der Arten zu ergründen, detaillierte Verwandtschaftsverhältnisse zu untersuchen und die funktionelle Anpassungsfähigkeit einer Art auf der Genebene zu verfolgen.

Bis heute beschränkte sich ein Großteil der Genomforschung darauf, das Erbgut einiger ausgewählter Modelorganismen (*Drosophila*, Acker-Schmalwand oder *Homo sapiens*) zu entschlüsseln. Die neue Technologie ermöglicht es nun, die gesamte Vielfalt des Lebens zu untersuchen: Komplexe Gruppen eng verwandter Spezies und sogar bedrohte Tier- und Pflanzenarten.



## Koordination:

**Dr. Michael Monaghan** studierte an der Ohio State University „Environmental Science“ und hat an der Eawag in Zürich zum Thema „Genetic and species diversity of insects in fragmented Alpine streams“ promoviert. Bevor er 2008 ans IGB nach Berlin kam, arbeitete Monaghan für vier Jahre als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Naturkundemuseum in London. In der Arbeitsgruppe von AP Vogler erforschte er unter anderem den Einsatz moderner Sequenziermethoden zur Zuordnung der Arten. Seit 2008 ist er einer der Koordinatoren von BeGenDiv.



„Die meisten wichtigen Funktionen im Ökosystem werden von Mikroorganismen geleistet.

Und gerade diese kleinen Organismen sind so schwer zu identifizieren und im Labor zu kultivieren. Mich fasziniert an dem Projekt besonders, dass wir mit der modernen Technologie in-

nerhalb von ein paar Stunden die Lebewesen in einer Wasserprobe genetisch dechiffrieren können. Damit bekommen wir zum ersten Mal einen kompletten Überblick über die Mikroorganismen, die in einem Gewässer leben und können dann herausfinden, welche Funktion sie ausüben.“

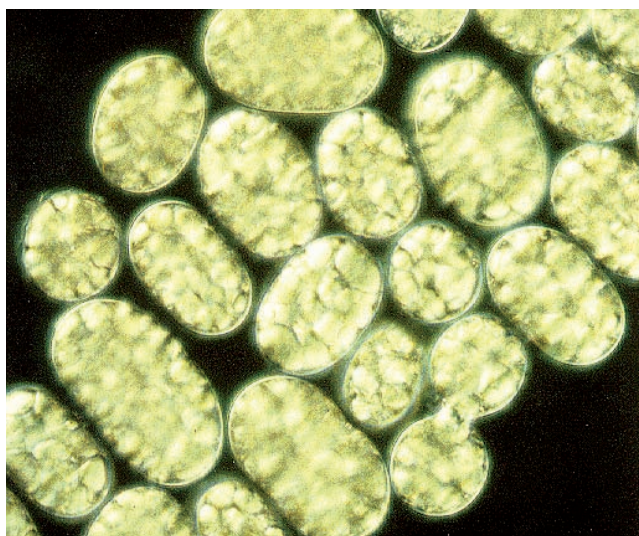
*Kontakt: Michael Monaghan, [monaghan@igb-berlin.de](mailto:monaghan@igb-berlin.de)*

## Partner im BeGenDiv:

- Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei
- Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung
- Museum für Naturkunde – Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung an der Humboldt-Universität zu Berlin
- Freie Universität Berlin – Botanischer Garten und Botanisches Museum
- Freie Universität Berlin – Institut für Biologie
- Universität Potsdam – Institut für Biochemie und Biologie

Selbst die bisher in vielen Teilen unentdeckte Welt der Mikroorganismen können die Forscher sich nun erschließen. Es wird allgemein angenommen, dass mehr als 90 Prozent aller existierenden Mikroorganismen nicht kultivierbar und damit mit herkömmlichen Methoden auch nicht identifizierbar sind. Mit dem Pyrosequenzierer lassen sich Mikroorganismen unabhängig von ihrer Kultivierbarkeit identifizieren. So wollen Wissenschaftler der Arbeitsgruppe „Aquatische Mikrobielle Ökologie“ von Hans-Peter Grossart zukünftig die Komplexität der Mikroorganismen im Gewässer untersuchen um das Zusammenspiel und die Funktion der einzelnen Arten im Ökosystem besser zu verstehen.

Mit Hilfe des Pyrosequenzierers lassen sich auch Veränderungen der genetischen Information auf Umwelt- und Klimawandel nachvollziehen. Forscher der Arbeitsgruppe von Michael Monaghan wollen mit Hilfe des Pyrosequenzierers die Entwicklung der Biodiversität an verschiedenen Fluss-Ökosystemen untersuchen. Dabei fokussieren sich die Wissenschaftler auf Flussysteme im tropischen Regenwald (Madagaskar), Alpenflüssen (Europa) und Auenlandschaften (Europa).



*Mikroskopische Aufnahme von **Achromatium oxaliferum**, „Riesenbakterium“ aus dem Stechlinsee. Mittels moderner Sequenziermethoden werden Wissenschaftler des IGB zukünftig die Vielfalt und Funktion der Mikroorganismen im Gewässer noch besser genetisch erforschen können.*

*Foto: Babenzien*

# TERRALAC: Aquatisch-terrestrische Kopplung stabilisiert See-Ökosysteme im Klimawandel



Messungen zur Primärproduktion am Makrophyten-dominierten Schulzensee.  
Foto: Sabine Hilt

*Studien zum Klimawandel prognostizieren eine Verschlechterung der Wasserqualität von Seen durch erhöhtes Algenwachstum bei steigenden Temperaturen. Im Rahmen des ab 2010 durch den „Pakt für Forschung und Innovation“ geförderten Projektes wollen wir erstmalig nachweisen, dass terrestrische Kohlenstoff-Einträge die Stabilität des Klarwasserzustandes in Seen erhöhen und damit negative Auswirkungen des Klimawandels teilweise kompensieren können.*

**H**öhere Luft- und Wassertemperaturen regen das Algenwachstum an. Nimmt die Masse an frei schwimmenden Algen (Phytoplankton) massiv zu, verschlechtern sich die Lichtverhältnisse in den oberen Gewässerschichten. Wasserpflanzen (Makrophyten), die mit Algen um Licht konkurrieren, sterben ab und werden am Grunde des Sees von Bakterien unter Sauerstoffverbrauch abgebaut. Aus einem Makrophyten-dominierten Klarwassersee wird so ein Phytoplankton-dominiertes Gewässer: Ein nährstoffreiches aber sauerstoffarmes Milieu und für viele Tier- und Pflanzenarten kein geeigneter Lebens-

raum. Der maßgebliche Faktor, der den Zustand des Gewässers bei diesem Prozess bestimmt, ist der Phosphorgehalt: Ab einem kritischen Phosphor-Schwellenwert schlägt der See von einem klaren in einen trüben Zustand um (Abb.1).

Möglicherweise gibt es ein Phänomen, welches diese Entwicklung abmildern kann.

Derzeit nimmt der Eintrag natürlichen organischen Kohlenstoffs vom Land in die Seen zu, beispielsweise in Form von Laub. Wir wollen nun erstmalig nachweisen, dass diese terrestrischen Kohlenstoff-Einträge die Stabilität des Klarwasserzustandes in Seen erhöhen können. Unsere Hypothese ist, dass der vom Land ins Gewässer eingetragene Kohlenstoff den kritischen Phosphor-Schwellenwert indirekt erhöht: Es kommt demnach erst bei höheren Phosphorkonzentrationen zu einem Umschlag des Gewässers in den trüben Zustand und zum Verlust des Klarwasserzustandes. Terrestrische Kohlenstoffeinträge könnten nämlich einen bisher unbekanntem Rückkopplungsmechanismus auslösen: Durch den Eintrag erhöht sich das Nahrungsangebot für allesfressende (omnivore) Fische innerhalb der Zone, die von Wasserpflanzen dominiert ist (Makrophytenzone). Dadurch fressen die Fische weniger Kleinstlebewesen (Zooplankton) im Freiwasser. Ist mehr Zooplankton vorhanden, erhöht sich der Fraßdruck auf das Phytoplankton: Diese Kleinstalgen werden dezimiert, die Transparenz des Gewässers verbessert und der Klarwasserzustand stabilisiert.

Wir vermuten, dass dieser Effekt in Seen mit Makrophyten-Dominanz stärker auftritt als in solchen mit Phytoplankton-Dominanz. Denn dort ist der relative Anteil terrestrischen organischen Kohlenstoffs am gesamten organischen Kohlenstoff höher als im Phytoplankton-dominierten See, wo Bakterien, Zooplankton und Zoobenthos, also Kleinstlebewesen am Gewässergrund, große Mengen an organischem Kohlenstoff produzieren.

In unserem Projekt wollen wir den Effekt der Kohlenstoffeinträge auf den ökologischen Zustand des See in Ganzsee-Experimenten sowohl an einem klaren, Makrophyten-dominierten wie auch einem trüben, Phytoplankton-dominierten See untersuchen. Laborversuche und mathematische Modellierung ergänzen die Versuche im Freiland und sichern ab, dass die Ergebnisse auf andere Gewässer übertragbar sind.

Die Erkenntnisse aus TERRALAC können dazu beitragen, die Auswirkungen von Klimawandel und Landnutzungsänderungen auf den Zustand von Gewässern besser abzuschätzen und nachhaltige Managementstrategien zu entwickeln.

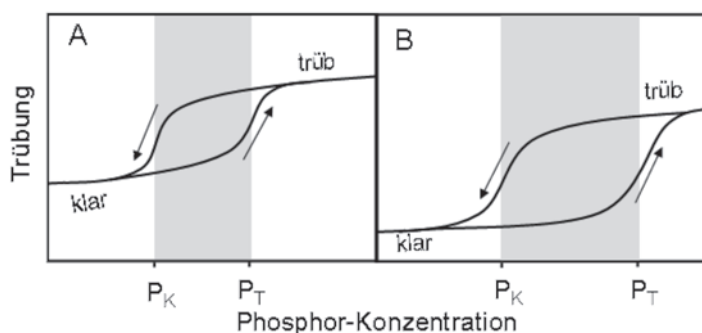


Abb. 1: Flachseen können über einen bestimmten Bereich der Phosphor-Konzentration (grau hinterlegt) alternativ klar oder trüb sein (A). Es tritt eine Hysterese auf, d.h. der Umschlag zwischen diesen Zuständen erfolgt bei verschiedenen Schwellenwerten der Phosphor-Konzentration ( $P_K$ ,  $P_T$ ).

Erhöhte Kohlenstoff-Einträge könnten zu einer Verschiebung von  $P_T$ , d.h. zu einem Umschlag vom klaren in den trüben Zustand bei höheren Phosphor-Konzentrationen führen (nach Hilt, S., Mehner, T., Cole, J.J., Walz, N. & Tockner, K. Aquatic-terrestrial coupling enhances resilience of lakes.

In Begutachtung)



### Koordination:

**Dr. Sabine Hilt** studierte an der Humboldt-Universität zu Berlin Biologie und promovierte dort zum Thema „Selbstreinigungsprozesse im Klärwerksableiter Wuhle unter besonderer Berücksichtigung der submersen Makrophyten“. Nach einer dreijährigen Postdoc-Phase in den Niederlanden und einem Forschungsaufenthalt in Neuseeland, ist sie seit 1999 am IGB. Ihr Forschungsschwerpunkt ist die Interaktionen zwischen Unterwasserpflanzen (submerse Makrophyten) und anderen Komponenten der Gewässerbiozönose. „An TERRALAC reizt mich die gemeinsame Aufklärung einer interessanten, aber durchaus umstrittenen Hypothese mit Experten verschiedenster Richtungen. Außerdem wenden wir mit der Teilung zweier Seen und dem experimentellen Laubeintrag ein außergewöhnliches und einmaliges Versuchsdesign an. Die Bedeutung des Kohlenstoffeintrags aus dem terrestrischen Umland in Seen wird aus einem völlig neuen Blickwinkel betrachtet. Durch die Erstellung eines Modells auf der Basis der gemessenen Daten wird es möglich sein, die Effekte von Veränderungen im Kohlenstoffeintrag durch z.B. Klima- oder Landnutzungsänderungen zu prognostizieren“

Kontakt: Dr. PD Sabine Hilt, [hilt@igb-berlin.de](mailto:hilt@igb-berlin.de)

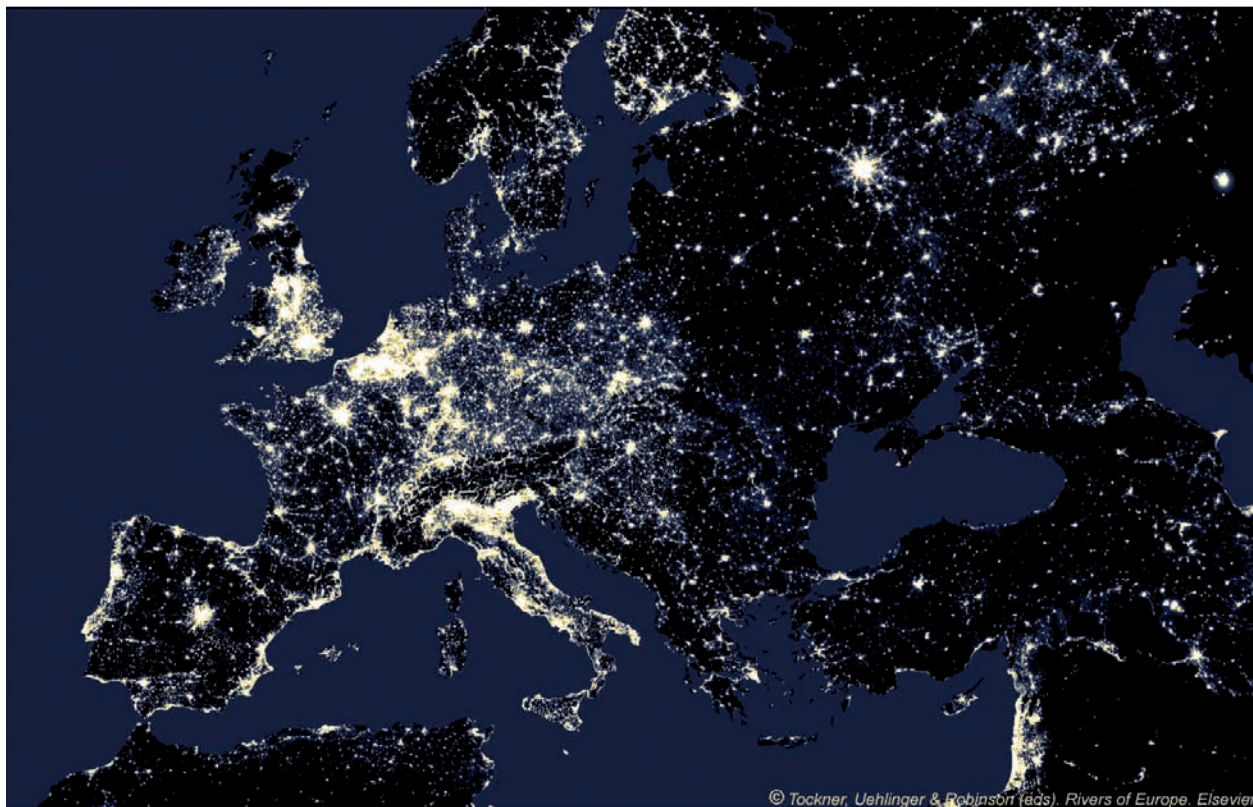
### Projektpartner:

Für die erfolgreiche Bearbeitung des Projektes ist eine starke Vernetzung der Expertisen notwendig. Innerhalb des IGB geschieht dies auf den Gebieten der Grundwassereinträge und der aquatischen Nahrungsnetze von den Bakterien bis zu den Fischen. Externe Projektpartner bringen sich auf den Gebieten des Kohlenstoff-Austrages aus terrestrischen Ökosystemen (Prof. Dr. Martin Kaupenjohann, TU Berlin, Institut für Ökologie, FG Bodenkunde) und der Nahrungsnetzmodellierung in Seen (Prof. Dr. Ursula Gaedke, Institut für Biochemie und Biologie, Universität Potsdam) ein. Diese Zusammenarbeit soll langfristig zum Aufbau eines Exzellenz-Netzwerkes für aquatisch-terrestrische Kopplung führen. International sind Prof. Dr. Roger Jones (University of Jyväskylä, Finnland), der bereits an einem ersten gemeinsamen Planungs-Workshop teilgenommen hat, sowie Prof. Dr. Jake Vander Zanden (University of Wisconsin, USA) beteiligt.

### Förderung:

Das Projekt wird ab 2010 aus Mitteln des „Pakt für Forschung und Innovation“ der Leibniz-Gemeinschaft gefördert.

## Der Verlust der Nacht



Satellitenaufnahme von Europa bei Nacht.

*Da nächtliche Beleuchtung mit positiven Werten wie Sicherheit, Wohlstand und Modernität besetzt ist, neigen wir Menschen dazu, unsere Umgebung künstlich auszuleuchten. Doch was in vielerlei Hinsicht Vorteile bringt, hat auch eine Schattenseite: Die Lichtverschmutzung nimmt zu. Der jährliche Zuwachs an künstlicher Beleuchtung beträgt in Deutschland ca. 6 Prozent. Als Folge haben sich in den vergangenen Jahrzehnten die urbanen, periurbanen und ruralen Nachtlanschaften sowohl quantitativ als auch qualitativ grundlegend verändert. Darüber hinaus ist künstliche Beleuchtung mit etwa neunzehn Prozent des weltweiten Energieverbrauchs eine wichtige Quelle von Treibhausgasemissionen.*

Die Forschungsplattform „Verlust der Nacht“ untersucht erstmals in einem transdisziplinären Verbund die ökologischen, gesundheitlichen sowie gesellschaftlichen Auswirkungen, aber auch die Ursachen für die zunehmende Beleuchtung der Nacht. Auf Grundlage dieser Forschungsergebnisse sollen intelligente Beleuchtungskonzepte und nachhaltige Techniken entstehen. Die Plattform besteht aus sieben Leibniz-Instituten und drei Instituten der FU und TU Berlin und wird durch das Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei koordiniert.

Jede künstliche Lichtquelle kann Auswirkungen auf licht sensible Organismen haben, je nach Beleuchtungszeitpunkt, Beleuchtungsdauer, Lichtstärke und Lichtspektrum. Das kann sowohl ökologische Wechselwirkungen beeinflussen, als auch das Wohlbefinden und die Gesundheit des Menschen. Gewässer und gewässernahe Gebiete sind besonders betroffen. Zum einen siedeln Menschen bevorzugt entlang von Gewässern: 90 Prozent der städtischen Bevölkerung weltweit lebt in Gewässernähe (Flüsse, Seen oder Küsten weniger als 40 Kilometer entfernt). Zum anderen ist die Übergangszone Wasser-Land ein bevorzugter Lebensraum für eine Vielzahl gefährdeter aquatischer und terrestrischer Arten. So verenden in den Sommermonaten etwa 150 Insekten pro Straßenlaterne und Nacht. Bei etwa 8 Millionen Straßenlaternen in Deutschland werden Milliarden von Insekten ihrem Lebensraum entzogen und können dort nicht mehr der Nahrungs- und Partnersuche nachgehen. Dies betrifft besonders Gewässer, in denen die Larvenstadien von zahlreichen lichtsensiblen Insekten leben. Die um diese Insekten „beraubte“ Landschaft könnte nicht nur artenärmer werden, sondern auch ökologisch anfälliger beispielsweise gegenüber der Massenvermehrung von anderen Arten. Zudem könnten lichtinduzierte Verhaltensänderungen zu erheblichen Änderungen innerhalb des Nahrungsnetzes führen. Beim Menschen stört Licht zur fal-

schen Zeit Wohlbefinden, Leistungsfähigkeit und Gesundheit, was zu unabsehbaren Folgeerkrankungen wie Bluthochdruck und Tumorerkrankungen führen kann.

Gegenwärtig wird die künstliche Beleuchtung als Quelle für Energiesparmaßnahmen entdeckt. Viele Städte beginnen bereits ihre Beleuchtungskonzepte umzustellen. Aber die Vorstellungen von einem wünschenswerten Beleuchtungskonzept gehen weit auseinander. Je nach Betrachtungsweise überwiegen meist sicherheitspolitische, ökonomische oder ästhetische Motive, während ökologische oder gesundheitliche Aspekte so gut wie gar nicht bei der Erarbeitung von Beleuchtungskonzepten berücksichtigt werden. Wir befinden uns daher in einer Phase des Selbstversuchs mit ungewissem Ausgang.

Nur mit einem integrierten Forschungsansatz lässt sich erarbeiten, wie viel Licht für die Gestaltung von Nachtlandschaften unerlässlich ist, wie eine optimale Beleuchtung aus der Sicht der

unterschiedlichen Disziplinen aussehen sollte und ab wann wir von Lichtverschmutzung, d.h. unnötigen Lichtemissionen mit negativen ökologischen und gesundheitlichen Auswirkungen, sprechen müssen. Erst anhand einer soliden wissenschaftlichen Basis lassen sich abgesicherte Indikatoren und Richtlinien definieren, Prioritäten setzen, technische und wirtschaftliche Verbesserungsmöglichkeiten bei der Beleuchtung identifizieren und nachhaltige Beleuchtungskonzepte und -techniken für zukünftige Nachtlandschaften entwickeln.

Gegenwärtig laufen zum Thema „Verlust der Nacht“ am IGB mehrere Arbeiten zur (1) Quantifizierung ökosystemspezifischer Lichtverschmutzung zur Bestimmung von Hotspot-Systemen mit einer hohen Anzahl von Risiko-Arten, zum (2) Einfluss auf Drift und Emergenz von Makrozoobenthosorganismen (zusammen mit dem Umweltbundesamt) und zur (3) Auswirkung auf die Ei- und Larvalentwicklung von Fischen.

### Koordination:

**Dr. habil. Franz Hölker** studierte in Mainz und Hamburg Biologie. Am Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft der Universität Hamburg promovierte über Ökophysiologie und Individuenbasierter Modellierung. Seit 1999 ist er Wissenschaftler am IGB. Nach einem zweijährigen Forschungsaufenthalt am Joint Research Centre der Europäischen Kommission in Italien koordiniert er seit 2009 das Projekt Verlust der Nacht. „Wir befinden uns in einer sehr dynamischen Situation, was die Beleuchtung unserer Nachtlandschaften angeht. Die klassische Glühbirne wird abgeschafft, neue Leuchtmittel wie z.B. LEDs empfehlen sich als Alternative. Viele Kommunen stellen Ihre Beleuchtungskonzepte auf den Prüfstand; vorrangig, um Energie zu sparen. Erst seit kurzem gibt es überhaupt ein Bewusstsein unter Medizinern und Ökologen, dass falsches Licht zur falschen Zeit sich negativ auf den Organismus auswirken kann. An diesem Projekt reizen mich besonders die Aktualität des Themas und die Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern unterschiedlicher Disziplinen, von Astronomen, über Städteplanern bis hin zu Medizinern, Ökologen und Beleuchtungstechnikern.“

*Kontakt: Franz Kölker, [hoelker@igb-berlin.de](mailto:hoelker@igb-berlin.de)*



### Projektpartner:

- Astrophysikalisches Institut Potsdam (AIP)
- Deutsches Primatenzentrum – Leibniz- Institut für Primatenforschung Göttingen (DPZ)
- FU Berlin - Institut für Meteorologie
- FU Berlin - Institut für Biologie
- Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo)
- Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie, Greifswald (INP)
- Leibniz-Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung e.V., Erkner (IRS)
- Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung, Berlin (IZW)
- TU-Berlin – Institut für Stadt- und Regionalplanung
- TU-Berlin – Institut für Energie- und Automatisierungstechnik – Fachgebiet Lichttechnik

### Finanzierung:

Das Projekt wird bislang finanziert von der Senatsverwaltung für Bildung, Wissenschaft und Forschung, Berlin (Aufbau eines interdisziplinären Forschungsverbunds) und ist eingebunden im Projekt MILIEU (Der Mensch im Ballungsraum unter Klima- und Umwelteinflüssen) unterstützt vom Center for Cluster Development der FU Berlin.

Spree

**Abteilung Ökohydrologie**  
**Abteilungsleitung Gunnar Nützmann**

Forschungsziel ist es, den Einfluss von hydrologischen und hydrodynamischen Prozessen im Einzugsgebiet und im Gewässer auf die aquatischen Systeme und ihre Lebensgemeinschaften zu untersuchen. Dabei verknüpfen wir experimentelle Untersuchungen mit mathematischer Modellierung und Bewertung. So entstehen Transport-, Ökosystem- bzw. Kompartimentsmodellansätze die es ermöglichen, biologische Prozesse – von der Artebene bis zur Ökosystemebene – mit einzubeziehen. Lesen Sie im Folgenden beispielsweise über die ökohydraulischen Modelle zur Wechselwirkung von Wasserpflanzen und Strömung (Artikel „Der Blick fürs Ganze – die Ökohydraulik“). Dieser Ansatz ist wichtig, um die Verdriftung von Jungfischen in Flusshabitaten prognostizieren zu können. Im Artikel „Ammonium im Grundwasser“ schildern wir ein Kooperationsprojekt mit den Berliner Wasserbetrieben, in dem Wissenschaftler unserer Abteilung Modelle zur Ausbreitung und dem Abbau von Ammoniumkontaminationen entwickelt haben und die Sanierung eines mit Ammonium belasteten Geländes wissenschaftlich begleiten. Im Text „Kleine Larven, große Wirkung“ schildert die Doktorandin Andrea Roskosch ihre Forschungsarbeiten über den großen Einfluss kleiner Zuckmückenlarven auf den Stoffaustausch zwischen Gewässer und Sediment.

**Abteilung Limnologie von Flusseen**  
**Abteilungsleitung Norbert Walz**

Das nordostdeutsche Tiefland ist geprägt durch gekoppelte Systeme aus flachen, durchflossenen Seen und Flachlandflüssen, die mit den terrestrischen Einzugsgebieten eng verzahnt sind. Die an der Kontaktzone Wasser-Land ablaufenden Interaktionen, wie beispielsweise Nährstoffeinträge, erforschen wir vor allem auf Modellebene (z. B. durch das quasistationäre Modell MONERIS). Innerhalb der Gewässersysteme liegt der Schwerpunkt auf den Wechselwirkungen zwischen Bodenzone, Freiwasser und Uferzone. Wie werden Stoffflüsse und Lebensgemeinschaften durch physikalische Faktoren und sich verändernde Nahrungsbeziehungen beeinflusst? Die Doktorandin Nadine Bauer untersucht beispielsweise die chemische Kommunikation zwischen Algen und Wasserpflanzen, mehr dazu im Text „Kleiner Effekt, große Wirkung“. Und wir forschen daran, die maßgeblichen Faktoren zu identifizieren, welche den Zustand von Seen beeinflussen. Als Beispiel berichten wir im zweiten Text über die Entwicklung eines Bewertungsverfahrens zum ökologischen Zustand von Seen mittels Phytoplankton im Zusammenhang mit der Wasserrahmenrichtlinie. Direkte und indirekte menschliche Einflüsse wie Klimawandel, übermäßige Wassernutzung, bauliche Veränderung von Fluss- und Seeufern sind dabei immer im Fokus unserer Forschung. Viele dieser Fragen sind nur durch Langzeit-Untersuchungen zu klären. So können wir beispielsweise aus den Langzeitdatenreihen der Messstation auf dem Müggelsee die Temperaturentwicklung des Sees ableiten, dazu mehr im Artikel „Klimafolgenforschung am Müggelsee“.

**Abteilung Limnologie Geschichteter Seen**  
**Abteilungsleitung kommissarisch Peter Casper**

Forschungsobjekte sind vorwiegend die tiefen geschichteten Seen der nordostdeutschen Tiefebene. Besondere Bedeutung für unsere Forschung hat der Stechlinsee. Zum einen ist er einer der schönsten Klarwasserseen Deutschlands. Zum anderen verfügen wir über eine einzigartige Sammlung von Langzeitdaten, ein Schatz an Informationen für die moderne Klimafolgenforschung, mehr dazu im Artikel „Der Große Stechlin – ein Seeökosystem im Wandel“. Ein besonderer Fokus liegt auf der Untersuchung der Adaptation, Plastizität und Dynamik von Lebensgemeinschaften, insbesondere der Mikrobiota. Welche Funktion üben die unterschiedlichen Bakterienarten im Gewässer aus? Der Wissenschaftler Hans-Peter Grossart hat beispielsweise untersucht, wie ins Gewässer eingetragener Kohlenstoff von Bakterien abgebaut wird (Artikel „Lesen im Kaffeesatz“). Die Doktorandin Claudia Dzillaz konnte zeigen, wie sich die Zusammensetzung von Bakteriengemeinschaften – unter anderem von Cyanobakterien – bei unterschiedlichen Temperaturen verändert. Aus der Kenntnis funktioneller und struktureller Merkmale der einzelnen Kompartimente der Ökosysteme und ihrer Beeinflussung durch verschiedene Umweltfaktoren lassen sich Ansätze für ein besseres Verständnis der Prozesse und ein umfassendes Seenmanagement ableiten. So entwickeln wir Ökotechnologien, die zur Restaurierung von Seen eingesetzt werden können.

**Abteilung Biologie und Ökologie der Fische**  
**Abteilungsleitung Jens Krause**

In der Abteilung Biologie und Ökologie der Fische untersuchen wir die Struktur, Dynamik und Funktion von Fischpopulationen und -gemeinschaften in Gewässern in Wechselwirkung mit der individuellen Anpassung der Fische an bestimmte Umweltfaktoren. So ist das Wiederansiedlungsprogramm des Störs in norddeutschen Flüssen ein Leuchtturmprojekt der nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt. Die Kombination von Laborexperimenten, Mesokosmos-Versuchen und Langzeitanalysen unter Freilandbedingungen in Verbindung mit der Modellierung ermöglicht profunde Aussagen über die Bedeutung der Fische in aquatischen Ökosystemen. Darüber hinaus erarbeiten wir die wissenschaftlichen Grundlagen für eine nachhaltige Bewirtschaftung natürlicher Fischbestände. So untersuchte beispielsweise der Doktorand Malte Dorow im Zuge einer umfangreichen landesweiten Anglererhebung, die biologische und sozioökonomische Bedeutung der Angelfischerei auf Aal (Artikel „Quo vadis Angelfischerei auf Aal“). Die EU fordert nämlich alle Mitgliedsstaaten auf, Bewirtschaftungspläne zum Schutz des Aals vorzulegen. Die Arbeitsgruppe von Christian Wolter untersuchte die Bedeutung von Uferzonen für die natürlichen Bestände von Zander und Hecht. Ziel ist es, für Fische relevante Mindestwasserstände zu definieren. Seit Anfang 2009 ist Jens Krause neuer Abteilungsleiter, in einem Portrait erfahren Sie mehr über sein bisheriges Forschungsinteresse, das Schwarmverhalten bei Mensch und Fisch und seine zukünftigen Projekte am IGB.

**Abteilung Binnenfischerei**  
**Abteilungsleitung Werner Kloas**

In der Abteilung Binnenfischerei erarbeiten wir die wissenschaftlichen Grundlagen für eine ressourcenschonende, umweltgerechte Binnenfischerei und Aquakultur. In dem Projekt ASTAF-PRO entwickeln wir beispielsweise ein Aquaponik-System zur emissionsfreien Tomaten und Fisch-Produktion in Gewächshäusern bei größtmöglicher Schonung der Ressource Wasser. Der zweite Forschungsschwerpunkt ist die Ökophysiologie mit Fokus Ökotoxikologie. Über welche ökotoxikologischen oder hormonellen Mechanismen wirken beispielsweise Pharmaka in Oberflächengewässern auf aquatische Organismen (Artikel „Pharmaka – eine weitere Gefahr für aquatische Ökosysteme?“). Im Artikel „Kaulquappe mit Kropf“ stellen wir eine in Kooperation mit dem japanischen Umweltministerium und der US-Umweltbehörde entwickelte OECD-Testrichtlinie zum Nachweis von Substanzen mit Wirkungen auf das Schilddrüsensystem vor. Nicht nur vom Menschen ins Gewässer eingebrachte Substanzen können die Physiologie von Lebewesen beeinflussen. Parasiten können beispielsweise auch als endokrine Disruptoren wirken, sprich: Das empfindliche Gleichgewicht des Hormonsystems stören. Der Doktorand Achim Trubiroha konnte nachweisen, dass der Riemenwurm bei seinem Wirtsfisch – der Plötze – die Bildung von Hormonen zur Fortpflanzung hemmt (Artikel „Parasiten hemmen die Fortpflanzung bei Plötzen“).

**Zentrales Chemielabor**  
**Abteilungsleitung Jörg Gelbrecht**

Das Forschungskonzept des Zentralen Chemielabors gliedert sich in zwei Schwerpunkte. Zum einen haben wir eine Servicefunktion innerhalb des Institutes: Wir beraten Kollegen bei der Versuchsplanung und der Auswahl von Methoden. In diesem Zusammenhang entwickeln wir wasserchemische Analyseverfahren oder passen diese an die Erfordernisse der individuellen Forschungsprojekte an. Zum anderen bearbeiten wir eigene wissenschaftliche Fragestellungen. Wir untersuchen beispielsweise die biogeochemischen Prozesse an Grenz- und Übergangszonen in Gewässern und Niedermooren, insbesondere die Mobilisierung und Retention von Stickstoff und Phosphor. Wir erarbeiten Handlungsempfehlungen zur Seen-Restaurierung und zum Einzugsgebietsmanagement. So haben wir beispielsweise den Einsatz chemischer Fällmittel zur Minderung der Nährstofflast im Gewässer wissenschaftlich begleitet. Mehr dazu im Artikel „Seen-Kur im Test“. Wie lassen sich Moore erfolgreich wiedervernässen? Mit dieser Fragestellung beschäftigen sich Jörg Gelbrecht und Dominik Zak, zu lesen im Artikel „Wenn Moore wieder nass werden“. Ziel ist es Handlungsempfehlungen zur Restaurierung dieser Ökosysteme und zum Einzugsgebietsmanagement zu entwickeln.

## ABTEILUNGSFORSCHUNG

Abteilung I – Ökohydrologie:

# Der Blick fürs Ganze: Die Ökohydraulik



Der Tagliamento (Italien) mit seinen vielverzweigten Flussbett: Eine besondere Herausforderung für die Ökohydrologie und -hydraulik Foto: Klement Tockner

Hydraulik ist die Lehre vom Strömungsverhalten der Fluide. Können wir damit die Bewegung von Wasser in Flüssen, Seen, oder Meeren beschreiben? Schließlich bestehen diese aus mehr als nur Wasserteilchen allein.

Die Ökohydraulik untersucht die direkten Wechselwirkungen zwischen Organismen und Strömung in fließenden, stehenden und marinen Ökosystemen. Diese faszinierende Forschungsdisziplin gibt es erst seit gut zehn Jahren. Fast ebenso lange hat die Ökohydrologie einen festen und anerkannten Platz am IGB. Dazu haben in letzter Zeit vor allem die Forschungsvorhaben über die Wechselwirkung zwischen Wasserpflanzen (Makrophyten) und Strömung, sowie zwischen Morphologie, Strömung und Biota in Flusskrümmungen beigetragen. Aquatische und ufernahe Vegetation sind feste Bestandteile im Ökosystem Fließgewässer, die aufgrund starker Biomasseproduktion zu Veränderungen der hydraulischen Randbedingungen und der Transportprozesse führen. Wechselwirkungen zwischen Vegetation und Strömung sind aufgrund komplexer struktureller und biomechanischer Eigenschaften der Pflanzen sowie hoher räumlich-zeitlicher Varianz des Wachstums, der Sukzession und der Strömungsbedingungen schwer abzuschätzen. Hinzu kommen methodologische Schwierigkeiten, beispielsweise geben Feldstudien meist nur einen Ausschnitt der Realität wieder, während Ergebnisse aus kontrollierten Laborexperimenten aufgrund

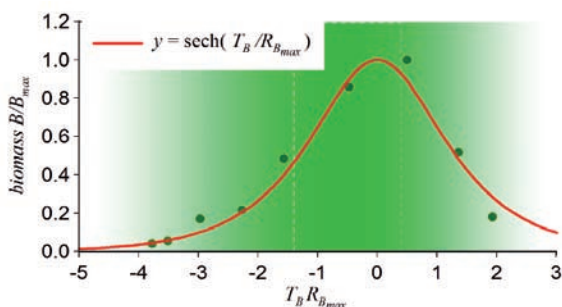


Abb.1 Biomassewachstum von Makrophyten in der Spree bei Freienbrink und Modellierung mit einem Tagestemperatur-Ansatz

der zugrunde liegenden Idealisierung nicht direkt übertragbar sind. Unsere Forschungsgruppe entwickelt daher Feldexperimente, welche die klassische Labormethodik auf natürliche aber vereinfachte Bedingungen im Feld übertragen. Die Ergebnisse fließen in analytische Modelle ein, die eine essentielle Bemessungsgrundlage im Fließgewässermanagement bereitstellen. Für die in vielen Flussabschnitten dominierende Makrophyten-Art *Sagittaria sagittifolia* konnte bereits erfolgreich ein Modell entwickelt werden, das den Zuwachs und die Verteilung der Pflanzenbiomasse quantifizieren kann (Abb. 1), und daraus deren Einfluss auf Strömung und Widerstandsverhalten prognostiziert (Abb. 2). Darauf aufbauend konnte das Modell erfolgreich in ein quantitatives Vorhersagemodell für die Verdriftung von Jungfischen in verkrauteten Flussabschnitten integriert werden. Dabei wird die berechnete Fließgeschwindigkeit mit der Schwimmgeschwindigkeit der Fische verglichen. Mit der resultierenden Driftrate kann die Überlebensrate von Jungfischen in einem Gewässerabschnitt abgeschätzt werden. In naher Zukunft wollen wir entsprechende Ansätze in komplexere ökologische Modelle integrieren, um beispielsweise Transport und Retention von gelösten und ungelösten Stoffen zu bestimmen.

Wir arbeiten zur Zeit auch an der Weiterentwicklung unserer Methodik für ökohydraulische Studien in alpinen Fließgewässern. Der Tagliamento in Nordost-Italien, oft bezeichnet als „König der Alpenflüsse“, ist einer der letzten großen und unverbauten Flüsse Europas und eine besondere Herausforderung für Ökohydrologie und -hydraulik. Hier kann eine Vielzahl von morphologischen Strukturen in großer räumlicher Kompaktheit und unter hoher zeitlicher Dynamik untersucht werden: Absturz-Becken im Oberlauf, verzopfte und verzweigte Laufformen in mittleren Lagen, Mäanderschleifen im Unterlauf und ein Flussdelta an der Mündung in die Adria. Darüber hinaus spielt ufernahe, terrestrische Vegetation eine ganz entscheidende Rolle für die biogeomorphologische Entwicklung des Tagliamento. Ein Erhalt dieses Ökosystems wird nur möglich sein, wenn es der Wissenschaft gelingt, Berechnungsgrundlagen und Prognosemodelle bereitzustellen, die einen wirkungsvollen Hochwasserschutz gewährleisten – insbesondere unter sich ändernden klimatischen Randbedingungen.

Kontakt: Ingo Schnauder, [schnauder@igb-berlin.de](mailto:schnauder@igb-berlin.de)

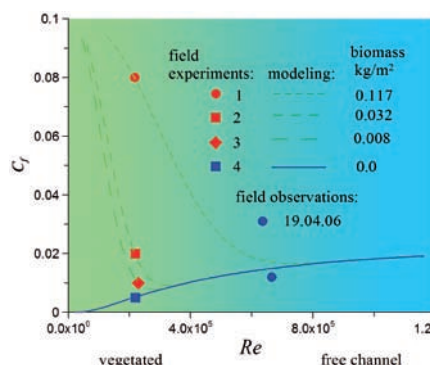


Abb.2 Widerstandsbeiwerte von überströmten Makrophyten als Funktion der Re-Zahl und Vergleich Messung-Modellierung



## Abteilung I – Ökohydrologie:

# Ammonium im Grundwasser



Luftaufnahmen in der Nähe von Münster (von 2008). Teilweise lässt sich noch die typische Rieselfeld-Struktur mit den etwa 1 Hektar großen Flächen sowie den Bewirtschaftungswegen erkennen.

Foto: Archiv Biologische Station Münster

Ein Teil des Bodens um das Wasserwerk Friedrichshagen in Berlin ist durch Ammonium belastet. Damit ist die Trinkwassergewinnung in diesem Bereich eingeschränkt. In unserer Arbeitsgruppe entwickeln wir mathematische Modelle um die Ausbreitungs- und Abbaumechanismen dieser Kontamination abschätzen zu können. Und wir unterstützen die Berliner Wasserbetriebe bei der Ausarbeitung und Evaluierung von Sanierungsmaßnahmen.

**S**eit Jahrhunderten wird ein natürliches Prinzip zur Abwasserreinigung eingesetzt: Bakterien in Wasser oder Boden bauen die Eiweißverbindungen ab, dabei entsteht Ammonium. Dieses wird unter Sauerstoffverbrauch von anderen Bakterien zu Nitrit und weiter zu Nitrat oxidiert.

Im Boden werden die Stickstoffverbindungen durch organisches Material zurückgehalten, können jedoch auch ins Grundwasser gelangen. Insbesondere, wenn der Eintrag die Rückhaltekapazität überschreitet. Im Gewässer gehört die Nitrifikation zur Selbstreinigung. Übersteigt die Abwasserfracht die Selbstreinigungsfähigkeit des Gewässers, können aufgrund der Sauerstoffzehrung und der Überdüngung durch Nitrat jedoch erhebliche ökologische Probleme entstehen.

Verunreinigungen des Grundwassers durch Ammonium sind ein typisches Problem in urbanen Gebieten. Denn hier ist der Eintrag durch Abwässer besonders hoch. Aufgrund der starken Anreicherung und der eingeschränkten Abbaubarkeit, können solche Kontaminationen sehr beständig sein. Im Einzugsgebiet des Wasserwerkes Berlin-Friedrichshagen haben wir die Ausbreitungs- und Abbaumechanismen einer solchen bereits viele Jahrzehnte bestehenden Ammonium-Kontamination untersucht und modelliert. Hier wurde bereits seit 1906 ungereinigtes Abwasser aus den Stadtbezirken Köpenick und Lichtenberg auf Feldern verrieselt. Von 1955 an war das Feld mengenmäßig überlastet. Zudem ist der Standort hydrogeologisch für eine Rieselfeldbewirtschaftung völlig ungeeignet. Somit konnte sich die Ammonium-Kontamination bis zu den nördlichen Brunnengalerien des Wasserwerks Friedrichshagen ausbreiten und schränkt dort die Trinkwassergewinnung ein.

Nach unseren Modellrechnungen ist noch für die nächsten 200 Jahre mit Ammoniumkonzentrationen zwischen 5 und 10 Milligramm Ammonium pro Liter an den Wasserwerksbrunnen zu rechnen. Im Vergleich: Nach den Standards der Trinkwasserverordnung von 2001 sind für Trinkwässer 0,5 Milligramm pro Liter Ammonium zulässig. In jedem Fall müssen Sanierungsmaßnahmen für derart lange Zeiträume ausgelegt werden.

Die Berliner Wasserbetriebe planen nun umfangreiche Maßnahmen zur Reinigung des Grundwassers im Bereich der betroffenen Brunnengalerien.

Erfolg erhofft man sich von folgendem Verfahren: Der Eintrag von Luftsauerstoff in den Grundwasserleiter soll die mikrobielle Nitrifikation des im Grundwasser gelösten und am Sediment fixierten Ammoniums einleiten. Das dabei entstehende Nitrat wird dann nachfolgend durch Denitrifikation abgebaut. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme konnten erste Versuchskampagnen auf der Testfläche Machnow zeigen.

Nun planen die Berliner Wasserbetriebe den Aufbau einer so genannten Gaswandstrecke über eine Länge von rund 1000 Metern im unmittelbaren Anstrom der Brunnengalerien. Das Monitoring, wie schon die Testphase an einem lokal um die Pilotanlage verdichteten Messstellennetz, wird durch eine numerische, reaktive Transportmodellierung seitens der Abteilung Ökohydrologie des IGB begleitet.

Die wichtigsten Modellparameter wurden zunächst anhand der Simulation ausgewählter Begasungszyklen der BIOXWAND-Testphase auf der Pilotanlage Machnow eingegrenzt und der Einfluss der Einbringung von Sauerstoff in den Untergrund auf sekundäre Reaktionen quantifiziert. Unser Ziel ist letztlich, dieses reaktive Transportmodell zu einem Steuerungstool für die Bewirtschaftung der geplanten Sauerstoffgaswand auszubauen und in der Praxis einzusetzen.

**Kontakt:** Enrico Hamann, [hamann@igb-berlin.de](mailto:hamann@igb-berlin.de)  
Gunnar Nützmann, [nuetzmann@igb-berlin.de](mailto:nuetzmann@igb-berlin.de)

Abteilung I – Ökohydrologie:

# Kleine Larve – große Wirkung

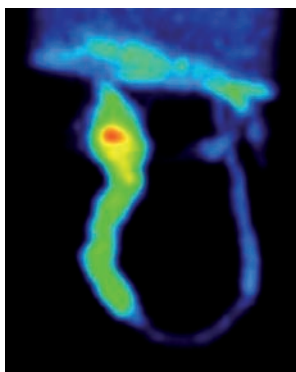


Wohnröhren von Zuckmückenlarven im Sediment von Gewässern. Helle Verfärbungen: Oxidation des Sediments durch Pumpaktivität der Larven Fotos: Andrea Roskosch

Der Nährstoffgehalt eines Gewässers ist unter anderem abhängig von Austauschprozessen zwischen Sediment und Wasserkörper.

Wir konnten nachweisen, dass die Aktivität von Mückenlarven den Stofftransport im Gewässer beeinflussen kann.

Die Familie der Chironomidae, wie die nicht stechenden Zuckmücken wissenschaftlich heißen, ist groß. Weltweit gibt es mehr als 5000 Arten, von denen etwa 570 in Deutschland vorkommen. Bevor die Mücken schlüpfen und an lauen Sommertagen in riesigen Schwärmen ihren Hochzeitstanz in der Nähe von Gewässern wie dem Müggelsee in Berlin fliegen, verbringen sie ihre Larven- und Puppenstadien zumeist aquatisch, genauer gesagt im Gewässergrund. In den schlammigen Ablagerungen des Müggelsees kommt *Chironomus plumosus* das ganze Jahr über in großer Zahl vor. Mehr als 1000 Larven dieser Art kann man pro Quadratmeter antreffen. Im vierten Larvenstadium sind die Tiere etwa 2 Zentimeter lang und bauen bis zu 20 Zentimeter tiefe U-förmige Wohnröhren in den Schlamm. Um sich im anaeroben Sediment mit Sauerstoff und Nahrung zu versorgen, pumpen die wurmartigen Larven mit schlängelnden Körperbewegungen periodisch Wasser durch ihre Wohnröhren (Bioirrigation).



Mit einer Reihe von hoch auflösenden Methoden konnten wir die Pumpaktivität der Chironomiden genau bestimmen: Wir fanden heraus, dass eine einzige Larve in der Lage ist, ein Wasservolumen von etwa siebenzig Millilitern pro Stunde durch das Sediment zu pumpen. Wird diese Pumprate auf die durchschnittliche *C. plumosus* Besied-

Abb. 1 PET-Aufnahme einer Wohnröhre; radioaktiver Tracer dringt ausgangsseitig advektiv ins Sediment ein

lung des Müggelsees hochgerechnet, pumpen 745 Individuen pro Quadratmeter und Tag 1285 Liter durch den Seeboden. Das gesamte Wasservolumen des Müggelsees wird also alle 4,8 Tage durch das Sediment befördert. Außerdem wird die Sedimentoberfläche durch die Wohnröhren nahezu verdoppelt.

Die Bioirrigation der Mückenlarven erhöht damit erheblich den Stoffaustausch zwischen Freiwasser und Boden. Das anaerobe Sediment wird durch den aus dem Freiwasser eingetragenen Sauerstoff oxidiert, was durch helle Verfärbungen der Röhrenwänden deutlich zu erkennen ist. Dabei können an den Röhrenwänden ähnliche Prozesse wie an der oxidierten Sedimentoberfläche ablaufen: Eisen(II) wird dort zu Eisen(III) oxidiert und ist dadurch in der Lage, aus dem Freiwasser ins Sediment gelangtes Phosphat zu adsorbieren. *C. plumosus* kann somit zur Festlegung dieses für die Eutrophierung von Gewässern verantwortlichen Nährstoffes beitragen. Darüber hinaus bieten die oxidierten Röhrenwänden einen geeigneten Lebensraum für Mikroorganismen, die ihrerseits zu einer Erhöhung der Stoffumsätze beitragen. Allerdings werden nicht nur Substanzen aus dem Freiwasser ins Sediment eingetragen, sondern auch aus dem im Boden befindlichen Wasser (Porenwasser) ins Freiwasser abtransportiert. Wie Studien anderer Forschergruppen belegen, kann die Bioirrigation zu einer erhöhten Rücklösung von zuvor im Sediment festgelegten Substanzen führen. Bei der Frage, ob Freisetzung oder Festlegung des Nährstoffes Phosphat überwiegt, scheinen Umgebungsfaktoren wie die Zusammensetzung des Sediments eine große Rolle zu spielen. In unseren Untersuchungen konnten wir anhand von Tracer-Experimenten den Stoffeintrag aus dem Freiwasser ins Sediment eindeutig nachweisen. Dank des Einsatzes der Positronen-Emissions-Tomographie (F-18-PET), einem bildgebenden 3D-Verfahren aus der Nuklearmedizin, wurde zudem deutlich, dass die Bioirrigation neben der Erhöhung des diffusiven auch zu einem advektiven Stoffeintrag ins Sediment führt. Das heißt, gelöste Substanzen werden von den Larven aktiv aus ihren Wohnröhren ins Porenwasser eingetragen und gelangen somit in kurzer Zeit in relativ weit von den Röhren entfernte Sedimentbereiche (Abb. 1). Unsere Untersuchungen belegen am Beispiel der Mückenlarve, dass auch kleine tierische Organismen (Makrozoobenthos) einen großen Einfluss auf den gesamten Stoffkreislauf eines Gewässers haben können.

Kontakt: Andrea Roskosch, [roskosch@igb-berlin.de](mailto:roskosch@igb-berlin.de)



*Chironomus plumosus*: Mücke und Larve

Abteilung II – Limnologie von Flusseen:

# Klimafolgenforschung am Müggelsee

*Eine wesentliche Herausforderung der Klimafolgenforschung ist es, kritische Grenzwerte zu identifizieren, die – einmal überschritten – nachhaltige Folgen für Seeökosysteme verursachen können. Wir untersuchten in diesem Zusammenhang, welche Faktoren maßgeblich für das Wachstum von Cyanobakterien verantwortlich sind.*

Cyanobakterien haben einen schlechten Ruf: Einige Arten sind in der Lage giftige Substanzen zu bilden, so genannte Cyanotoxine. Allerdings besteht für Menschen und Wasserorganismen nur dann ein Gesundheitsrisiko, wenn diese früher auch als „Blualgen“ bezeichneten Bakterien in Massen auftreten. Warme Temperaturen und ein hoher Nährstoffgehalt des Gewässers begünstigen das Wachstum von Cyanobakterien. Seit etwa dreißig Jahren konnte durch Ausbau von Kläranlagen, verringerten Düngereinsatz und phosphatfreie Waschmittel der Eintrag von Nährstoffen in Gewässer stark vermindert werden. In den meisten Seen ging die Biomasse der Cyanobakterien daher zurück. Diesen Erfolg könnte der Klimawandel zunichte machen. Denn viele der Einflussgrößen für die Ausbreitung von Cyanobakterien stehen in direktem oder indirektem Zusammenhang mit der Temperatur. Zum einen sind Cyanobakterien an hohe Temperaturen angepasst. Auch bei einer stabilen thermischen Schichtung des Gewässers, wie sie nur während andauernder Wärmephasen im Müggelsee vorkommt, sind sie anderen Organismen gegenüber im Vorteil. Diese stabile thermische Schichtung führt dazu, dass die Wasserschichten sich weniger durchmischen. In einem produktiven See wie dem Müggelsee kann dies schnell zu einer starken Sauerstoffzehrung in den sedimentnahen Wasserschichten führen, wo Bakterien in großer

Zahl unter Sauerstoffverbrauch abgestorbene Tiere und Pflanzen zersetzen. Unter diesen anaeroben Bedingungen lösen sich im Sediment gespeicherte Phosphorverbindungen. Der See düngt sich praktisch selbst. Cyanobakterien, die durch die Ausbildung von Gasvakuolen ihre vertikale Position innerhalb der Wassersäule regulieren können, profitieren von dieser klimainduzierten internen Nährstoffressource am stärksten.

Wir haben die Temperatureffekte im Müggelsee untersucht und erforscht, welchen Einfluss Sie auf die Entwicklung von Cyanobakterien haben. Die Ergebnisse unserer Langzeituntersuchungen zeigen, dass in den letzten dreißig Jahren die mittleren Wassertemperaturen im Sommer um etwa 2 Grad Celsius gestiegen sind. Die Anzahl der Wochen mit thermischer Schichtung hat sich um 32 Prozent erhöht (Abb. 1) und der See ist von Phosphorlimitation zur Stickstofflimitation gewechselt.

Es gelang uns nachzuweisen, dass direkte Temperatureffekte vergleichsweise geringen Einfluss auf das Wachstum von Cyanobakterien haben. Vielmehr ist die Gesamt-Phosphor (TP) Konzentration der treibende Faktor für den Anteil von Cyanobakterien an der Gesamtalgenbiomasse. Klimainduzierte Veränderungen im thermischen Schichtungsverhalten geben letztendlich den Ausschlag: In einem TP-Konzentrationsbereich zwischen 70 und 215 Mikrogramm pro Liter konnten stabile thermische Bedingungen über einen Zeitraum von über 3 Wochen und eine Schmidt Stabilität von 44 Gramm pro Quadratmeter als kritische Grenzwerte für einen über 50-prozentigen beziehungsweise einen über 70-prozentigen Anteil von Cyanobakterien an der Gesamtalgenbiomasse quantifiziert werden (Abb. 2). Zukünftigen Klimaszenarien zufolge werden die globalen Lufttemperaturen während des Sommers um 1.8 bis 4.0 Grad Celsius ansteigen. Dies wird eine weitere Zunahme stabiler thermischer Schichtung zur Folge haben und somit die Zunahme von Cyanobakterien weiterhin begünstigen. Nur bei TP-Konzentrationen von unter 70 Mikrogramm pro Liter kann der negative Klimaeffekt für die Entwicklung unerwünschter Cyanophyceenblüten abgeschwächt werden. In einer wärmeren Zukunft werden die Hinweisschilder am Strandbad Müggelsee möglicherweise nicht zum Baden einladen.

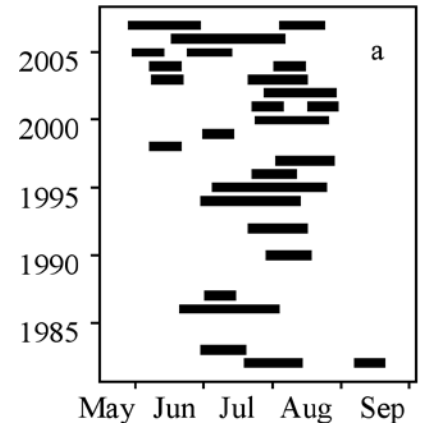


Abb. 1 Zeiträume in den Sommermonaten mit stabiler thermischer Schichtung im Müggelsee zwischen 1982 und 2007.

Warnschild am Strandbad Müggelsee. Cyanobakterien könnten sich im Zuge des Klimawandels in unseren Seen wieder zunehmend heimisch fühlen.

Foto: Sabine Hilt

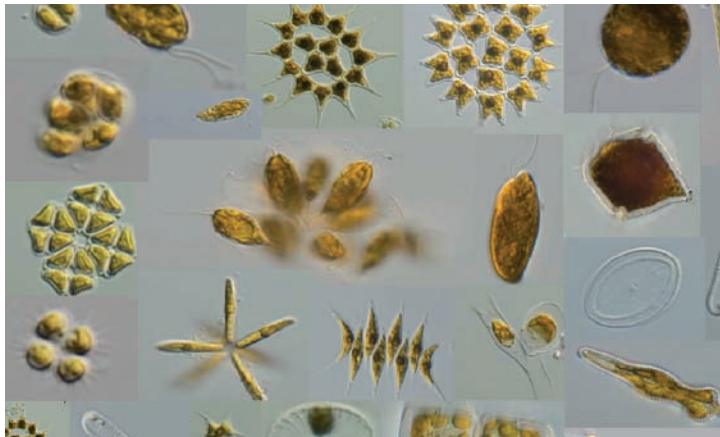


Kontakt: Rita Adrian, [adrian@igb-berlin.de](mailto:adrian@igb-berlin.de)

Ute Mischke, Brigitte Nixdorf (BTU-Cottbus)

Abteilung II – Limnologie von Flusseen:

# EU-Wasserrahmenrichtlinie: Bewertung von Seen mittels Phytoplankton



Verschiedene einzellige und koloniebildende Arten des Phytoplanktons im mikroskopischen Bild (nach Zusatz von Lugol'scher Lösung). Foto: Oliver Skibbe

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) fordert eine ökologische Bewertung von Flüssen und Seen in allen Mitgliedsstaaten bis 2015. In Zentraleuropa war jedoch kein geltendes Bewertungssystem umfassend genug, um die Erfordernisse der WRRL zu erfüllen. Bisher war die Bewertung der Nährstoffbelastung (Trophiebewertung) durch Bestimmung der Biomasse an schwebenden Algen, dem so genannten Phytoplankton, das maßgebliche Kriterium für die Beurteilung der ökologischen Gewässerqualität.

Die Richtlinie jedoch fordert den Bezug der Bewertung auf menschlich nahezu unbeeinflusste Referenzgewässer, die Berücksichtigung unterschiedlicher Gewässertypen und die Beurteilung der Artzusammensetzung zusätzlich zur Biomasse.

Aus diesem Grund entwickelten Wissenschaftler im Auftrag der deutschen Bundesländer (LAWA) in den letzten acht Jahren ein neues nationales System für die Bewertung von Seen mittels Phytoplankton: Den so genannten Phyto-See-Index, der für alle größeren, natürlichen Seen in Deutschland durch Fachleute in den verantwortlichen Behörden und Untersuchungslaboren bestimmt werden muss. Die ökologische Bewertung eines Gewässers auf Ebene der Biomasse und Zusammensetzung (Arten und Algengruppen) des Phytoplanktons erfolgt in Form von biologischen Kenngrößen. Grundlage zur Entwicklung des neuen Bewertungsverfahrens war ein erster Bewertungsentwurf, der durch einen zweijährigen Praxistest in den Bundesländern optimiert wurde: Die Wissenschaftler sammelten dabei Daten von über 400 Seen und nahezu 200.000 Einzelnachweise verschiedener Phytoplanktonarten.

Das neue Bewertungsverfahren haben die Forscher des IGB und der Brandenburgischen Technischen Universität in Cottbus (BTU Cottbus) und dem Limnologie Büro Hoehn in Freiburg

2008 gemeinsam entwickelt und in einer Buchpublikation zusammenfassend dargestellt. Erstmals wird nun einheitlich in Deutschland eine Mindestanforderung festgelegt, wie häufig und in welcher Art ein See zu beproben ist.

Das Buch gibt auch wieder, wie die Biomasse und Artenzusammensetzung analysiert werden soll. Unter anderem ist zukünftig die Chlorophyll-a-Konzentration als weitere Kenngröße zu bestimmen.

Das Bewertungssystem Phyto-See-Index folgt einem multi-metrischen Ansatz, der mit allen Schwellenwerten, Indikatorlisten und Berechnungsschritten im Band erläutert wird. Die automatisierte Berechnung des Phyto-See-Index aus den mikroskopisch ermittelten Zählungen der Arten und der Chlorophyll-a-Konzentration mittels des Auswertungsprogrammes „PhytoSee“ wird in einem weiteren Kapitel erklärt.

Um eine automatisierte Auswertung zu ermöglichen, war es nötig, eine Liste aller häufig auftretenden Phytoplanktonarten und -gruppen mit einheitlichem Namen und Nummerierung zu erstellen. Damit zumindest alle Indikatorarten sicher erkannt werden, war es weiterhin erforderlich, die Bestimmungstiefe und die zu verwendenden Bestimmungswerke für das Verfahren vorzugeben. Im Anhang des Bandes ist die harmonisierte Taxaliste für über 1200 Phytoplanktonarten enthalten. Die jeweils aktuelle und bundesweit geltende Version des Bewertungsverfahrens, des Auswertungsprogrammes „Phyto-See“, sowie der operativen Taxaliste Phytoplankton, findet man auf der Internetseite: <http://igb-berlin.de/abt/mitarbeiter/mischke> im Downloadbereich.



Vorschrift für Probenahme, taxonomische Analyse & UTERMÖHL-Methode

Indexwerte und Zustandsklassen zur Herleitung der ökologischen Qualitätsverhältnisse (EQR)		
Indexwert des deutschen PSI (EQ)	Zustandsklasse	normierter EQR
0,5 – 1,5	1 = sehr gut (H = high)	0,8 – 1,0
1,51 – 2,5	2 = gut (G = good)	0,6 – 0,8
2,51 – 3,5	3 = mäßig (M = moderate)	0,4 – 0,6
3,51 – 4,5	4 = unbefriedigend (P = poor)	0,2 – 0,4
4,51 – 5,5	5 = schlecht (B = bad)	0,0 – 0,2

Übersicht über die Kenngrößen des Phyto-See-Index zur Bewertung von natürlichen Seen nach Mischke, Riedmüller, Hoehn & Nixdorf 2008, s. Kapitel 1 im Band „Bewertung von Seen mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie“

Mischke, U. & Nixdorf, B. (Hrsg.) (2008): Bewertung von Seen mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie, BTU-COTTBUS 2/2008, Cottbus, ISBN 978-3-940471-06-2 ISSN 1434-6834, 266 Seiten.

Kontakt: Ute Mischke, [mischke@igb-berlin.de](mailto:mischke@igb-berlin.de)

## Abteilung II – Limnologie von Flusseen:

**Kleiner Effekt, große Wirkung?**

*Pflanzen besitzen Waffen, um sich vor Fraß zu schützen, aber auch, um lästige Konkurrenten abzuwehren. Wir haben untersucht, wie Bakterien die chemische Abwehr von Unterwasserpflanzen beeinflussen können.*

Im Laufe der Evolution haben viele Unterwasserpflanzen (Makrophyten), die mit (Micro-) Algen (Phytoplankton) in Konkurrenz um Licht stehen, eine Form der biochemischen Interaktion mit dem Rivalen entwickelt: Sie geben aktive Substanzen, so genannte Allelochemikalien, in das umgebende Wasser ab, die das Algenwachstum beeinflussen. Ein positiver Nebeneffekt für das Gewässer: Wenn weniger Algen wachsen, reduziert sich die Nährstofflast – der von Makrophyten dominierte Klarwasserzustand stabilisiert sich.

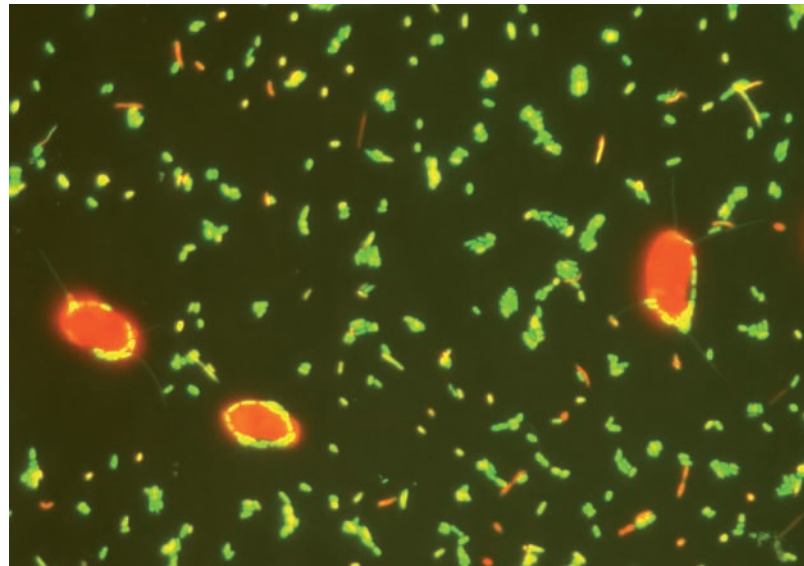
Die biochemischen Interaktionen sind unter Freilandbedingungen schwer nachweisbar, da im Gewässer viele Faktoren mit möglichen synergetischen oder maskierenden Effekten auf diese Stoffe einwirken können. So war bislang unklar, warum verschiedene Phytoplankton-Arten unterschiedlich empfindlich auf die Allelochemikalien reagieren.

In natürlichen Algengemeinschaften und auch im Labor kultivierte Algen leben in Assoziation mit suspendierten und angehefteten Bakterien. Diese bilden eine kleine Lebensgemeinschaft und können in der die Alge umgebenden so genannten „Phycosphäre“ in vielfältiger Form interagieren und über verschiedene Mechanismen die Sensitivität des Phytoplanktons gegenüber Allelochemikalien beeinflussen. Mögliche Mechanismen sind der Schutz der Alge durch die Bildung exopolymerer Substanzen, wie sie in der Arbeitsgruppe um Hans-Peter Grossart untersucht werden, und der enzymatische Abbau der allelopathisch-aktiven Substanzen in die in ihrer Toxizität veränderten Abbauprodukte. Aber auch die freigesetzten Co-substrate (leicht reaktive und komplexierende polyphenolische Substanzen) können Folgereaktionen in Gang setzen, die das Wachstum der Algen in die eine oder andere Richtung beeinflussen können.

Uns gelang es nun erstmalig in Laborexperimenten nachzuweisen, dass Bakterien die Wirksamkeit der allelopathisch-aktiven Substanzen auf das Phytoplankton signifikant beeinflussen können.

In unseren Laborexperimenten verwendeten wir bakterienfreie Grün- und Kieselalgen (*Desmodesmus armatus* und *Stephanodiscus minutulus*) als Testorganismen. Als Allelochemikalie diente Tanninsäure. Sowohl unspezifische Bakterien als auch solche aus Algenkultur setzten wir in unseren Experimenten ein.

Für die Tanninsäure konnten wir eine algizide Wirkung nachweisen. Erstaunlicherweise zeigte sich, dass Bakterien die Sensitivität der Algen gegenüber Tanninsäure sowohl verringern als auch erhöhen können. Der Effekt hängt von der Dichte der Algen ab. Bei geringer Algendichte können die Allelochemikalien



*Eine spezielle Vitalitäts-Färbung der Bakterien (gelb-grün), die eine ursprünglich bakterienfreie Grünalge (rot) innerhalb weniger Stunden besiedelt haben.*

Fotos: Nadine Bauer

in Anwesenheit von Bakterien weniger gegen das Algenwachstum ausrichten als bei hohen Algendichten.

Für die Tanninsäure konnten wir neben der algiziden auch eine antimikrobielle Wirkung nachweisen. Und wir konnten in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe „Mikrobielle Ökologie“ von Hans-Peter Grossart zeigen, dass sich die Zusammensetzung der Bakteriengemeinschaft unter Einfluss der Tanninsäure verändert.

Bakterielle Veränderungen allelochemischer Effekte mit sowohl positiven als auch negativen Auswirkungen auf die Algen können sich auf die Primärproduktion und damit auf den Nährstoffgehalt (Trophie) des Gewässers auswirken. Der Einfluss spezifischer Bakteriengemeinschaften ist dabei ein entscheidender Faktor und sollte in zukünftigen Untersuchungen zur ökologischen Relevanz allelopathischer Effekte submerser Makrophyten auf Phytoplankton berücksichtigt werden.

Kontakt: [Nadine Bauer, bauer@igb-berlin.de](mailto:Nadine Bauer, bauer@igb-berlin.de)

*Wasserpflanzen (submerse Makrophyten), die aus dem Wasser herausragen*



Peter Kasprzak, Rainer Koschel

Abteilung III – Limnologie geschichteter Seen:

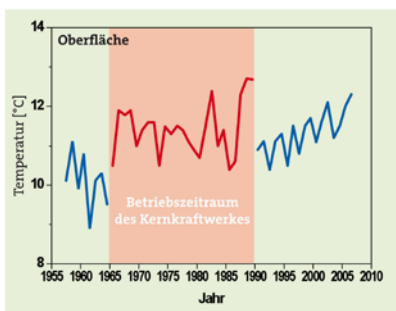
# Der Große Stechlin – ein Seeökosystem im Wandel?



Luftaufnahme des Nehmitz- und Stechlinsees mit dem Kernkraftwerk und den Verbindungskanälen zwischen beiden Gewässern. Foto: Feierabend

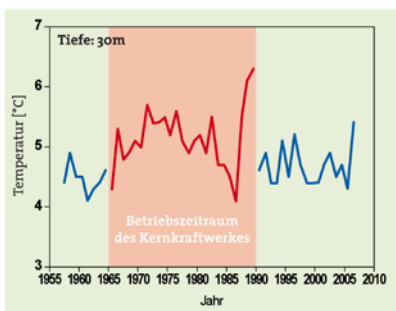
*“Trübe Aussichten für den Stechlinsee ...“, so oder ähnlich lauteten Pressemitteilungen im Sommer vergangenen Jahres über Brandenburgs tiefsten und bekanntesten See. Wie aber steht es wirklich um das Gewässer? Welche Veränderungen lassen sich nachweisen und welches Ausmaß haben sie?*

Durch langjährige gewässerökologische Untersuchungen existiert über den Stechlin eine Datensammlung, die zu den umfangreichsten ihrer Art weltweit zählen dürfte. So wurden Temperaturmessungen schon im November 1957 begonnen, und die Aufzeichnungen zur Transparenz des Wassers reichen bis in die sechziger Jahre zurück. Diese Langzeitmessungen sind



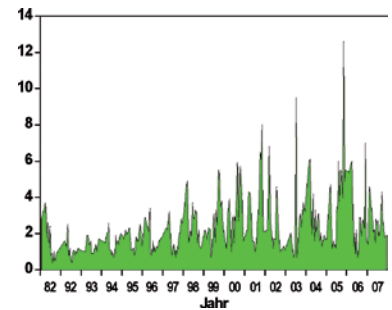
ein Schatz an Informationen für die moderne Limnologie und die Klimafolgenforschung. Anlass des Forschungsprogramms am Stechlinsee war

**Abbildung 1** Jahresmittel der Wassertemperaturen des Stechlinsees an der Oberfläche und in 40 m Tiefe. Beide Grafiken zeigen, dass die Wirkung der Abwärme des Kernkraftwerkes bis in die Tiefe des Sees hinabreichte. Der Sonneneinfluss dagegen bleibt auf den oberflächennahen Wasserkörper beschränkt. Die Temperaturmessungen vor und nach dem Betrieb des Kernkraftwerkes zeigen einen deutlichen Anstieg im Oberflächenwasser von etwa 1,5 °C.



die Errichtung eines Kernkraftwerkes, welches mit einem äußeren Kühlwasserkreislauf betrieben wurde. Es ging im Mai 1966 ans Netz und arbeitete bis Juni 2000. Der Stechlinsee und der benachbarte Nehmitzsee dienten als Kühlwasserreservoir. Letzterem wurden täglich etwa 300.000 Kubikmeter Wasser entnommen und um etwa 10 Grad Celsius erwärmt dem Stechlinsee zugeführt. Aus wissenschaftlicher Sicht war die Einleitung industrieller Abwärme ein “gewässerökologisches Großexperiment“ mit schwer vorhersehbaren Folgen.

Inzwischen ist die Wärmebelastung des Stechlinsees Vergangenheit. Die Hoffnung jedoch, das Gewässer möge wieder den Zustand vor Betrieb des Kraftwerkes annehmen, hat sich nicht erfüllt. Besonders in den vergangenen 15 Jahren sind deutliche Veränderungen sichtbar geworden. Ursache könnte eine Kombination aus Spätfolgen des Kernkraftwerkbetriebes und dem beginnenden Klimawandel sein, der den Wärme- und Nährstoffhaushalt des Gewässers ebenfalls beeinflusst – wenngleich auf andere Weise als eine technische Anlage (Abb. 1). Wenn die Temperatur steigt, nimmt die Stoffwechselaktivität der Lebewesen im Wasser zu. Auch Bakterien, die im Seeschlamm gespeicherte mineralische Nährstoffe (Phosphor und Stickstoff) verwerten, sind aktiver. Phosphor und Stickstoff werden in größeren Mengen freigesetzt. Dieser interne “Düngungseffekt“ begünstigt das Wachstum planktischer Algen (Abb. 2). Für das Verständnis der Änderungen im Stechlinsee ist ein solcher Mechanismus besonders interessant, weil kein vermehrter Zustrom von Pflanzennährstoffen aus dem Wassereinzugsgebiet



**Abbildung 2** Zeitreihe der Chlorophyll-a-Konzentration in der durchlichteten Schicht (ca. 0 – 15 m) des Stechlinsees. Chlorophyll-a ist ein Indikator für die Biomasse planktischer Algen, deren Bestände sich in den Jahren seit 1992 offensichtlich vermehrt haben.

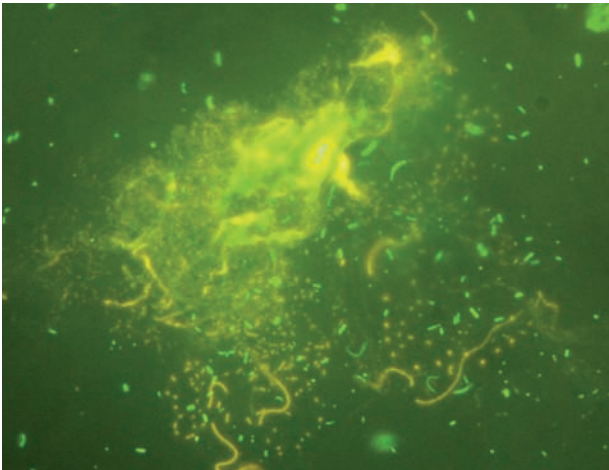
angenommen werden muss, um sie erklären. Vielmehr könnte es sich um eine bisher kaum beachtete Folge des Klimawandels handeln: Tiefe nährstoffarme Seen zeigen Eutrophierungstendenzen, die sich auf Veränderungen der physikalischen Umweltbedingungen zurückführen lassen. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich der ökologische Zustand des Stechlins verschlechtert hat. Diese Veränderungen müssen weiter beobachtet werden, um ihnen erforderlichenfalls begegnen zu können. Eine akute Bedrohungssituation für einen der bedeutsamsten Klarwasserseen Brandenburgs besteht jedoch nicht.

Kontakt: Peter Kasprzak, [daphnia@igb-berlin.de](mailto:daphnia@igb-berlin.de)

## Abteilung III – Limnologie geschichteter Seen:

**Lesen im Kaffeesatz**

## Mikrobieller Huminstoffabbau in Gewässern



Natürliches Huminstoffaggregat mit angehefteten Bakterien (grün) und Cyanobakterien (orange) aus der Grossen Fuchskuhle nach SybrGold-Anfärbung (1000x im Epifluoreszenzmikroskop). Foto: Hans-Peter Grossart.

Gelöste organische Materialien in Gewässern sind einer der wichtigsten Kohlenstoffspeicher der gesamten Biosphäre. Der größte Anteil des gelösten organischen Materials befindet sich in den Ozeanen. In Süßwassersystemen machen sie den Hauptanteil des gesamten organischen Kohlenstoffs aus. Eine konservative Abschätzung zeigt, dass die Abgabe von CO<sub>2</sub> mit etwa 3,7 Gigatonnen pro Jahr in Flüssen und Flussmündungen (Ästuarren) unerwartet hoch ist. Die Dynamik des gelösten organischen Kohlenstoffs (DOCs) in den Gewässern hat also einen maßgeblichen Einfluss auf den CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre. Der Kohlenstoffkreislauf in terrestrischen und marinen Ökosystemen wird intensiv untersucht. Der Einfluss von Süßwassersystemen auf den globalen Kohlenstoffkreislauf ist jedoch noch immer weitgehend unerforscht.

**W**ir gehen daher der Frage nach, inwieweit vom Land ins Gewässer eingetragener (terrigen) Kohlenstoff von aquatischen Mikroorganismen abgebaut wird und welche spezifischen Bakterien an diesem Abbau beteiligt sind. Dabei interessiert uns vor allem der mikrobielle Abbau von Huminstoffen (Abbauprodukte organischer Materie, auch Gelbstoffe genannt).

Umweltveränderungen wie extremes Hochwasser führen zu einem stärkeren Eintrag von terrestrischem organischem Kohlenstoff in die Gewässer. Dort geht der mikrobielle Abbau schneller vonstatten als an Land. Auch die globale Strahlung spielt eine wichtige Rolle, da sie zur abiotischen Spaltung der Huminstoffe in kleinere Spaltprodukte führt. Diese kleineren Moleküle werden bevorzugt von den Mikroorganismen verwertet und erhöhen somit die Freisetzung von CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre.

Um den mikrobiellen Huminstoffabbau im Labor unter kontrollierten Bedingungen zu untersuchen, haben wir natürliche Bakteriengemeinschaften und Huminstoffe aus dem sauren und nährstoffreichen Moorsee „Große Fuchskuhle“ und dem klaren und nährstoffarmen „Stechlinsee“ in unterschiedlichen Konzentrationen vermischt. Mit Hilfe von chemisch-analytischen Techniken konnten wir nachweisen, dass in beiden Seen insbesondere die niedermolekulare Fraktion (beispielsweise Fettsäuren) und die Zuckerbestandteile von den Bakterien umgesetzt werden. Unsere molekularen Analysen zeigen, dass sich die Zusammensetzung der Huminstoff-abbauenden Bakteriengemeinschaften in beiden Seen sehr stark voneinander unterscheidet, jedoch dominieren in beiden Seen Vertreter der gleichen Bakteriengruppen. Aus diesem Ergebnis leiten wir ab:



Wasser aus dem nährstoffarmen Stechlinsee (linke Flasche) und aus der huminstoffreichen Grossen Fuchskuhle (rechte Flasche).

Foto: Hans-Peter Grossart.

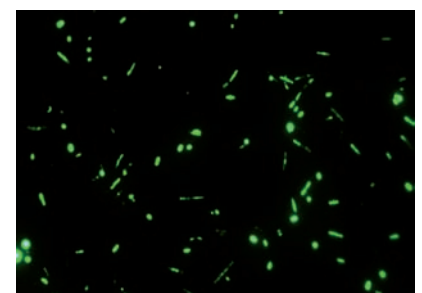
- In beiden Seen findet ein starker mikrobieller Abbau von Huminstoffen statt – offensichtlich unabhängig vom Nährstoffgehalt des Sees.
- Die Unterschiede in der Zusammensetzung der Bakteriengemeinschaften haben keine nachweisbaren Auswirkungen auf den Huminstoffabbau.

Die Fähigkeit von aquatischen Bakteriengemeinschaften, selbst schwer abbaubare Huminstoffe zu zersetzen, ist weit verbreitet. Dies unterstreicht die enorme Bedeutung mikrobieller Prozesse für den globalen Kohlenstoffkreislauf. Daher wollen wir in Zukunft auch die zugrunde liegenden evolutionären Mechanismen und Ökosystemfunktionen genauer verstehen.

Kontakt: Hans-Peter Grossart, [hgrossart@igb-berlin.de](mailto:hgrossart@igb-berlin.de)

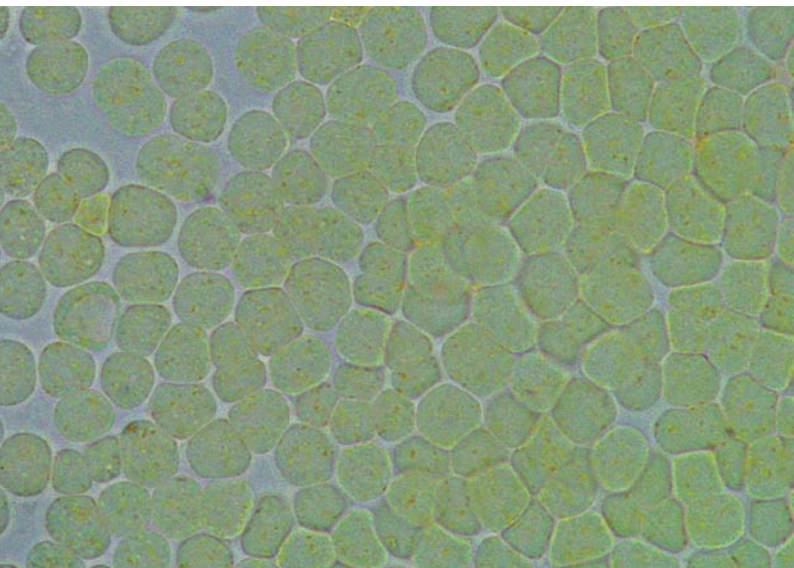
Huminstoffabbauende Bakterien aus der Grossen Fuchskuhle nach SybrGold-Anfärbung (1000x im Epifluoreszenzmikroskop).

Foto: Kristine Hutalle-Schmelzer.



Abteilung III – Limnologie geschichteter Seen:

# Sommercamp für Bakterien



Mikroskopische Aufnahme des Cyanobakteriums *Microcystis aeruginosa*. Diese Art hat sowohl toxische als auch nicht-toxische Vertreter. Foto: Claudia Dziallas

Wie wirken sich steigende Temperaturen auf die Entwicklung unterschiedlicher Bakteriengemeinschaften im Gewässer aus? Wir fanden heraus, dass Cyanobakterien (*Microcystis aeruginosa*) und assoziierte krankmachende Bakterien bei hohen Temperaturen besonders gut wachsen.

Massenentwicklungen von Cyanobakterien – auch Blaualgen genannt – treten in Gewässern sowohl im Brack- als auch im Süßwasser insbesondere in den Sommermonaten auf. Da viele Cyanobakterien Gifte, sogenannte Cyanotoxine, produzieren können, stellen diese „Blüten“ ein potentiell Gesundheitsrisiko für Mensch und Tier dar – insbesondere wenn sie in Gewässern auftreten, die zur Trinkwassergewinnung, als Badeseen oder Viehtränken genutzt werden. Als ein wichtiger Faktor für den Anstieg toxischer Cyanobakterienblüten wird die Klimaerwärmung gesehen.

Cyanobakterien unterscheiden sich von anderen Bakterien dadurch, dass sie wie Pflanzen über Photosynthese Energie gewinnen können. Andere Bakterien sind hingegen heterotroph: Sie gewinnen den Kohlenstoff zur Energiegewinnung und zum Aufbau ihrer Substanz aus dem Abbau von organischem Material. Wir wollen wissen, wie Cyanobakterien und heterotrophe Bakterien,

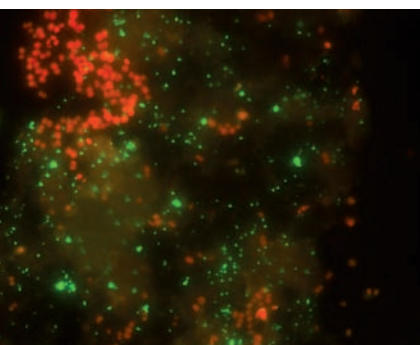


Abb. 1 Mikroskopische Aufnahme von *Microcystis aeruginosa* (orange-rot) sowie mit CARD-FISH angefärbten Bakterien (grün). Foto: Claudia Dziallas

die gemeinsam im Gewässer vorkommen, interagieren. Unklar ist bisher auch, wie sich die Klimaerwärmung auf diese Interaktionen auswirkt und inwieweit diese bei wärmeren und längeren Schönwetterperioden im Sommer die Blütenentwicklung begünstigen. Um diese Fragen zu untersuchen, haben wir unterschiedliche Cyanobakterienstämme der Art *Microcystis aeruginosa* mit verschiedenen Bakteriengemeinschaften bei drei Temperaturen (20, 26 und 32 Grad Celsius) kultiviert.

Das Wachstum von Bakterien besteht aus drei verschiedenen Phasen. Die Länge der Phasen ist stark temperaturabhängig. In der Lag-Phase, der Startphase, ist der Organismus frisch angeimpft, muss sich erst an seine neue Umgebung anpassen, demnach ist das Wachstum gering. Es folgt eine Phase, in welcher die Bakterien exponentiell wachsen, bis die Stagnationsphase erreicht ist: Vermehrung und Wachstum befinden sich im Gleichgewicht.

Wir haben in allen Phasen Proben genommen um die assoziierte Bakteriengemeinschaft zu quantifizieren und molekularbiologisch zu charakterisieren. Mit der Methode „catalyzed reporter deposition fluorescence in situ hybridization“ (kurz: CARD-FISH) werden spezifische Bakterien markiert (Abb. 1). So konnten wir bestimmen, wie viele Bakterien einer bestimmten Gruppe an Cyanobakterien angehaften, oder im Umgebungsmedium vorkommen. Mittels Denaturing Gradient Gel Electrophoresis (kurz DGGE) trennten wir die Bakteriengemeinschaften nach Arten (Abb.2). Vergleicht man die analysierten Bakteriengemeinschaften miteinander, fällt auf, dass bei den drei Temperaturen jeweils unterschiedliche Bakteriengruppen auftreten, unabhängig von der Wachstumsphase. Potentiell pathogene (krankmachende) Bakterien treten vor allem bei der höchsten Temperatur auf. Wir fanden auch heraus, dass das Wachstum der Cyanobakterien bei 26 und 32 Grad Celsius nahezu gleich, bei 20 Grad Celsius jedoch deutlich verlangsamt ist. Zukünftig müssen wir bei höheren Temperaturen also mit ausgeprägteren Massenentwicklungen von Cyanobakterien rechnen und mit einem höheren Risiko für das Vorkommen von Krankheitserregern.

Kontakt: Claudia Dziallas, [dziallas@igb-berlin.de](mailto:dziallas@igb-berlin.de)

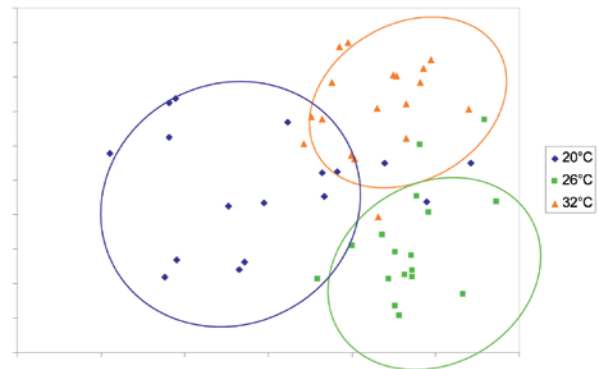


Abb. 2 Statistische Auswertung (Non Metric Scaling) der Bakteriengemeinschaften detektiert mit DGGE in Proben aus *Microcystis aeruginosa* – Kulturen, die bei 20, 26 oder 32°C kultiviert wurden.



Abteilung IV – Biologie und Ökologie der Fische:

## Wenn Fische und Menschen schwärmen

*Jens Krause ist seit April 2009 neuer Abteilungsleiter der Abteilung „Biologie und Ökologie der Fische“ mit einer W3-Professur an der Humboldt-Universität Berlin.*

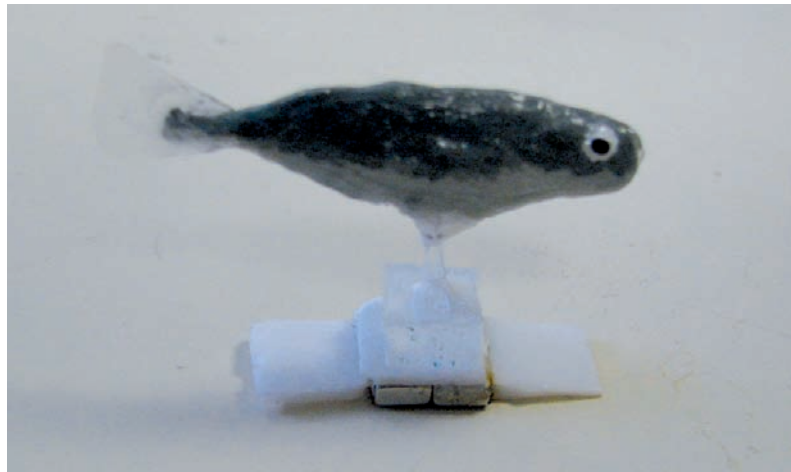
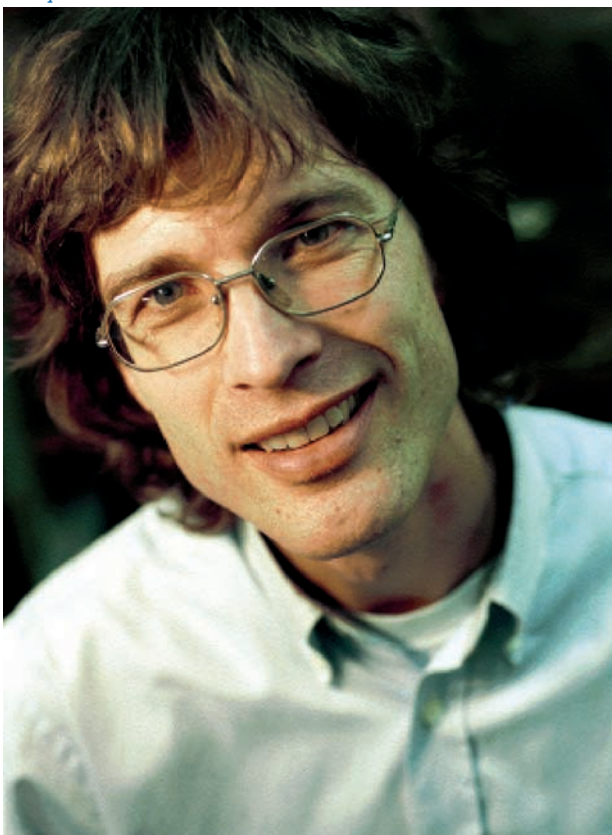
*Seit mehr als zehn Jahren beschäftigt sich der Wissenschaftler mit dem Schwarmverhalten von Fischen und Menschen, zunächst an der University of Leeds in England und auch am IGB möchte er dieses Forschungsgebiet fortführen.*

In einem Schwarm flitzen hunderte von Fischen blitzschnell durchs Wasser, ohne dass sie aneinanderstoßen. Alle scheinen zu wissen, wo es langgeht. Nähert sich ein Feind, ändern alle schlagartig die Richtung, scheinbar gleichzeitig. Das faszinierende Schauspiel sieht so aus, als seien alle Fische Teil eines gemeinsamen Körpers, als seien sie zentral gesteuert. Wie funktioniert diese Choreografie?

Fische eignen sich wunderbar, um das Schwarmverhalten zu erforschen, denn im Aquarium lassen sie sich gut beobachten. Um das Verhalten der Tiere gezielt untersuchen zu können, haben wir einen Roboterfisch entwickelt. Dieser wird als Führerfisch eingesetzt, um die Reaktionsmuster der anderen Fische auf sein Verhalten beobachten. Dabei zeigt sich der Vorteil des Schwimmens im Schwarm: Man kann im Schwarm viel mehr Informationen nutzen, als man als Einzelner sammeln könnte. Wir haben den Robofisch eine Strecke schwimmen lassen, auf dem sich ein Räuber befand, obwohl es auch einen sicheren Weg gab. Ein einzelner Fisch folgt dem Robofisch auf dem gefährlichen Abschnitt, ein Schwarm nimmt hingegen den sicheren Weg.

Der Anteil an Individuen, die das Verhalten im Schwarm bestimmen, liegt bei ungefähr fünf Prozent. Legt diese „kritische Masse“

*Foto: privat*



*Der Roboterfisch kann zwar einzelne Fische beeinflussen, nicht aber den ganzen Schwarm.*

*Foto: Jens Krause*

der Artgenossen ein bestimmtes Verhalten an den Tag, werden sie von den anderen Mitgliedern der Herde sofort imitiert. Mit dieser Zahl schwimmender Fischroboter in einem Aquarium konnten wir einen ganzen Fischschwarm fernsteuern. Die Tiere folgten den elektronischen Exemplaren auch an Orte, die sie sonst nie aufsuchen würden, etwa in die Nähe eines Räubers.

Dieses Nachahmungsverhalten ist in der Natur unter in Gruppen lebenden Tieren weit verbreitet und lässt sich auch bei Menschen beobachten. Auch bei uns gilt die „Fünf-Prozent-Hürde“. In einem Experiment mit 200 Probanden konnten wir zeigen, dass es zehn Menschen benötigt, um die Menge effizient zu leiten. Der Anteil entsprach genau dem Ergebnis unserer Modellierungen.

Am IGB etablieren wir momentan eine neue Arbeitsgruppe „Verhaltensökologie“. Wir wollen besser verstehen, wie wir – ausgehend vom Individuum – Vorhersagen für Gruppen oder ganze Populationen machen können. Hier kann das Fisch-Fit Projekt von Georg Staaks neue Aufschlüsse über physiologische Parameter wie Herzfrequenz oder Hautwiderstand des Einzelfisches geben. In der Abteilung Binnenfischerei gibt es Expertisen zur Beurteilung von Stress beim Individuum. Auf Grundlage dieser Daten können wir dann mit Hilfe von mathematischen Modellen Vorhersagen über das Verhalten von Schwärmen und Populationen machen. Am Döllnsee werden wir zukünftig mit dem neuen Tracking-System die Möglichkeit haben, das Verhalten von Fischen beziehungsweise Schwärmen im Freiland bei Tag und Nacht mitzuverfolgen.

Diese geplanten Vorhaben machen deutlich, was den enormen Reiz ausmacht, am IGB zu forschen: Eine einzigartige Forschungsinfrastruktur sowohl für das Freiland als auch für Laborexperimente, ein großer Strauß an Expertisen und Kompetenzen buchstäblich Tür an Tür. Damit sind Ideen wenig Grenzen gesetzt. Ich freue mich, in Zukunft einige davon umsetzen zu können.

*Kontakt: Jens Krause, [j.krause@igb-berlin.de](mailto:j.krause@igb-berlin.de)*

Abteilung IV – Biologie und Ökologie der Fische:

# Quo vadis Angelfischerei auf Aal?



Der Europäische Aal (*Anguilla anguilla*) ist stark bedroht.

Foto: Klaus Knopf

Der europäische Aal (*Anguilla anguilla*) ist in seiner Bestandsgröße europaweit stark zurückgegangen. Um die Aalpopulationen zu erhalten, verabschiedete die Europäische Union 2007 eine Verordnung zum Aalbestandschutz. Sie verpflichtete alle Mitgliedsstaaten, bis Ende 2008 Bewirtschaftungspläne zum Schutz des Aals zu erarbeiten und der Europäischen Kommission zur Prüfung vorzulegen. Vor diesem Hintergrund haben wir in einem Kooperationsprojekt zwischen dem IGB und der Landesforschungsanstalt Mecklenburg-Vorpommern – Institut für Fischerei - die biologische und sozio-ökonomische Bedeutung der Angelfischerei auf Aal am Beispiel des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern untersucht.

In den Jahren 2006 bis 2009 wurden deutschlandweit zunächst mehrere Tausend Haushalte per Telefon nach in Mecklenburg-Vorpommern angelnden Personen abgeklöpft. Mehr als Tausend zufällig rekrutierte Angler gaben anschließend ein Jahr bereitwillig Einblick in ihr Anglerleben und ihre Angelerfolge. Mit den detaillierten Daten über das Anglerverhalten im Jahresverlauf wurden präzise Aalertragsmengen geschätzt sowie verschiedene sozio-ökonomische und soziologische Fragestellungen rund um das Aalangeln beantwortet.

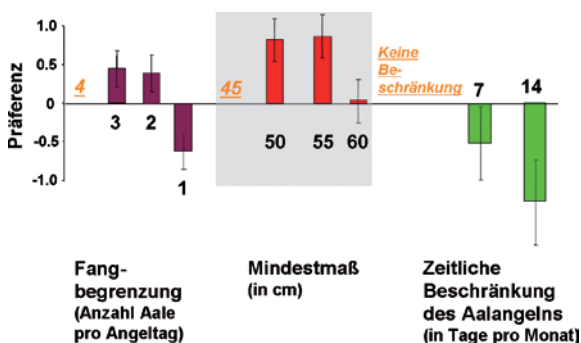


Abb.1 Präferenzen von Aalanglern für ausgewählte angelfischereiliche Bewirtschaftungsmaßnahmen. Orange dargestellt ist der derzeitige Zustand bzw. die liberalste Regulation.

Die Ergebnisse zeigen, dass Angler in Mecklenburg-Vorpommern mindestens so viele Aale fangen und entnehmen wie die Berufsfischerei, insgesamt rund 190 Tonnen jährlich, davon 90 Prozent aus Binnengewässern. Angler sind aber nicht nur effektive Nutzer des Aalbestands, sondern sie sind auch eine wichtige gesellschaftliche Gruppe, die sich verantwortungsbewusst für den Aalschutz einsetzt. So befürworteten die befragten Angler mehrheitlich die Implementierung von restriktiveren Aalentnahmebestimmungen als sie heute gelten (Abb. 1). Die Angler zeigten sich eher bereit, strengere Entnahmebestimmungen zu akzeptieren, wenn auch andere mögliche Ursachen des Aalrückgangs wie die Berufsfischerei, der Kormoranfraß oder die Wasserkraft bei der Gestaltung von integrierten Aalmanagementplänen berücksichtigt würden. Die ausschließliche Regulierung der Angelei würde allerdings zu erheblichen Wohlstandsverlusten führen. Alleine in Mecklenburg-Vorpommern wären das Beträge in Millionenhöhe, wie die wohlfahrtsökonomische Bewertung verschiedener Aalmanagementpolitiken aufzeigte. Unsere Studien zeigten darüber hinaus auf, dass es Möglichkeiten gibt, die Aalentnahme durch Angler effektiv zu reduzieren und gleichzeitig dem Angler entgegenzukommen: Die Anhebung des Mindestmaß von derzeit 45 auf 55 Zentimeter würde beispielsweise die Aalentnahme um etwa 30 Prozent verringern, gleichzeitig aber Wohlfahrtsgewinne in Höhe von knapp drei Millionen Euro alleine in Mecklenburg-Vorpommern auslösen.

Unsere Studie belegte, dass die Angler ohne Zweifel hohe Aalmengen aus Mecklenburger Binnengewässern entnehmen. Ob das Aalangeln negative Auswirkungen auf den Aalbestand hat, ist allerdings weiterhin ungeklärt, weil unbekannt ist, welche Aallaicherbiomasse für eine ausreichende Rekrutierung notwendig ist. Sollte das Managementziel aber lauten, die Abwanderung von Aalen aus dem Süßwasser in den Atlantik um jeden Preis zu erhöhen, muss auch die Aalangelei stärker als derzeit der Fall reguliert werden. Angler sind unseren Studien zufolge aber bereit, ihren Beitrag zum Aalbestandsschutz zu leisten. Daraus kann abgeleitet werden, dass etwas restriktivere Aalentnahmebestimmungen als heute zu keinen nennenswerten Konflikten mit der Anglerschaft führen werden. Die Ergebnisse unserer Studien sind mittlerweile in die Empfehlungen zum Aalmanagement des Landes Mecklenburg-Vorpommern an die EU eingeflossen und haben damit auch praktische Implikationen gehabt.

Es bleibt zu hoffen, dass die vom Land Mecklenburg-Vorpommern und anderen europäischen Staaten vorgeschlagenen Maßnahmen ausreichen, sowohl den Aal als auch die Aalangelei in Mecklenburg-Vorpommern und andernorts zu erhalten.

Der vollständige Forschungsbericht zum Aalprojekt ist auf [www.adaptfish.igb-berlin.de](http://www.adaptfish.igb-berlin.de) zum Download bereit.

Kontakt: Robert Arlinghaus, [arlinghaus@igb-berlin.de](mailto:arlinghaus@igb-berlin.de)

Abteilung IV – Biologie und Ökologie der Fische:

# Wie viel Wasser braucht der Fisch?



Ein wichtiger Nutzfisch in Deutschland ist der Hecht (*Esox lucius*)

Foto: A. Weber

*Genug! Leider wird dieses „genug“ bei gegensätzlichen Nutzungsinteressen häufig in Frage gestellt. Fische sind an jahreszeitlich variierende Wasserstände und Hochwasser hervorragend angepasst. Sie finden auf Überschwemmungsflächen zusätzliche Nahrung und Laichgründe. Daher können sie sich zahlreicher vermehren. Folgerichtig sind Fisch und Fischer an möglichst lang anhaltenden Frühjahrshochwassern interessiert. Ganz im Gegensatz dazu der Landwirt, der diese Flächen nicht nutzen kann, solange sie unter Wasser stehen. Die Schifffahrt benötigt einen garantierten Mindestwasserstand, um gefahrlos zu manövrieren, die Industrie ein gewisses Kühlwasservolumen und so weiter.*

**W**o bleibt angesichts der vielfältigen Interessen der Fisch? Fläche, pflanzenreiche Uferabschnitte bieten vor allem Jungfischen und Kleinfischarten Schutz und Nahrung.

Verringert sich deren Fläche, oder trocknen diese Zonen bei niedrigen Wasserständen gar vollständig aus, sinkt die Zahl der Jungfische und die Artenvielfalt nimmt ab. Analysen der Fischereistatistik der Havelfischer aus den Jahren 1952-1989 zeigen: Fallen diese Uferstrukturen im Frühsommer trocken, führt dies mit zeitlicher Verzögerung auch zu sinkenden Erträgen wichtiger Nutzfische – Hecht und Zander. Denn wenn die Zahl der heranwachsenden Jungfische bei Niedrigwasser extrem gering ist, steht auch den jungen Raubfischen unter Umständen nicht genügend Nahrung zur Verfügung, sie verhungern oder fressen sich gegenseitig. Diese Hypothese haben wir im Rahmen eines gemeinsamen Projektes mit der Fischereischutzgenossenschaft „Havel“ Brandenburg am Beispiel der Havel wissenschaftlich überprüft. Dabei war eines der Hauptziele des Projektes, einen Mindestwasserabfluss – beziehungsweise Mindestwasserstand – zu definieren, der Fortpflanzung, Wachsen und Überleben flusstypischer Fischarten im Jahresverlauf gewährleistet. Der Zander ist nach dem Aal die Hauptwirtschaftsfischart der Brandenburger Fluss- und Seenfischer. Deshalb sind diese Untersuchungen auch für das nachhaltige Gewässer- und Fischereimanagement von hoher Bedeutung – besonders vor dem Hintergrund sich verringernder Abflüsse von Spree und Havel.

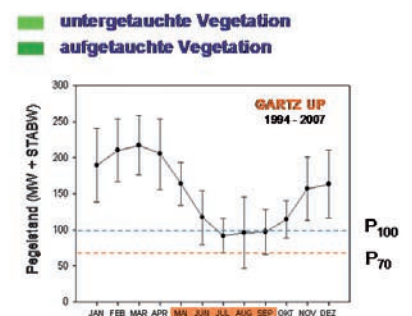
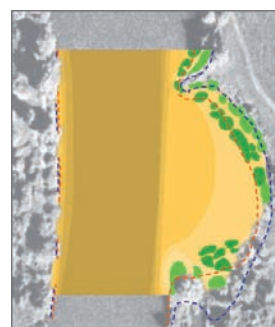
Die Ergebnisse der Befischungen zeigten erwartungsgemäß, dass strukturreiche Ufer die höchste Artenvielfalt und die meisten Jungfische beherbergen. Der Wasserstand ist einer der maßgeblichen Faktoren, welche diesen Lebensraum prägen: Ausgeprägte Frühjahrshochwasser beeinflussen vor allem das Jungfischauftreten und die Bestandsentwicklung der Hechte positiv, da sich so die Fläche von Laich- und Aufwuchsgebieten vergrößert und gleichzeitig auch das Nahrungsangebot für die Raubfische erhöht. Allerdings konnte im Rahmen der Studie kein direkter Zusammenhang zwischen sommerlichem Niedrigwasser und einem verringerten Jungfischauftreten beziehungsweise Wachstum von Hecht und Zander nachgewiesen werden.

Prinzipiell muss ein für Fische relevanter Mindestwasserstand gewährleistet, dass die Laichplätze zur Laichzeit auch erreichbar sind und für die Entwicklung der Fischbrut bis zum Jungfisch Nahrungs- und Aufwuchsgebiete verfügbar bleiben. Auch in der sommerlichen Entwicklungsphase müssen ausreichende Wasserstände und Durchflüsse gegeben sein, um gewässertyp-spezifische Fischbestände und Bestandsdichten zu erhalten.

Grundsätzlich ist aus fischökologischer und fischereiwirtschaftlicher Sicht eine bis in die Frühsommermonate andauernde Winterstauhaltung wünschenswert. Darüber hinaus sollten sommerliche Niedrigwasserstände vermieden werden, die zu einer Verringerung fischrelevanter Uferstrukturen führen. Die einzustellende Höhe des sommerlichen Wasserstandes ist von der jeweiligen Staustufe, der Lage der Uferhabitate zu den angrenzenden Pegeln und der morphologischen Ausstattung der Uferbereiche abhängig. Die bisher an den verschiedenen Pegeln festgelegten Sommerstauziele sind aus fischökologischer Sicht prinzipiell ausreichend und unbedingt beizubehalten. Allerdings muss der Haveldurchfluss erhöht werden, um die entsprechenden Wasserstände auch halten zu können.

Kontakt: Christian Wolter, wolter@igb-berlin.de

Habitatverfügbarkeit in einem Havelabschnitt bei Mögelin in Abhängigkeit vom Wasserstand



P<sub>100</sub> auf P<sub>70</sub>

Verlust von 600 m<sup>2</sup> Uferbereich  
 ► vollständiges Trockenfallen der aufgetauchten Vegetation und eines großen Teils der untergetauchten

Abteilung V – Binnenfischerei:

# Pharmaka – eine weitere Gefahr für aquatische Ökosysteme?



Arzneimittel in Oberflächengewässern können das Hormonsystem aquatischer Lebewesen beeinflussen Foto: Fotolia

Bei Kopfschmerzen schnell eine Tablette schlucken und das Kümmernis ist weg. *Tatsächlich? Viele Pharmaka werden in Kläranlagen nicht vollständig zersetzt und gelangen dann in Oberflächengewässer. Wir untersuchen in einem vom Pakt für Forschung und Innovation geförderten Projekt, wie Pharmazeutisch aktive Stoffe (PhACs) auf Lebewesen im Gewässer wirken können, und entwickeln computergestützte Modelle, die Prognosen über die Verteilung der PhACs im Gewässer ermöglichen. Kooperationspartner ist das Leibniz-Institut für molekulare Pharmakologie (IMP).*

**V**erbesserungen des Gewässerschutzes führen in den Binnengewässern der EU dazu, dass die klassischen Umweltbelastungen durch hohe Nährstoffeinträge oder toxische Substanzen wie Schwermetalle und Polychlorierte Biphenyle (PCBs) drastisch zurückgehen.

Die in der Wasserrahmenrichtlinie angestrebte Gewässergüte ist dennoch bisher nicht erreicht: Gerade in Oberflächengewässern sind hochwirksame Spurenstoffe vorhanden. Beispielsweise endokrin wirksame Stoffe (endocrine disruptors), die bereits in geringen Mengen die Fortpflanzung und Entwicklung bei Tieren stören können.

Diese Substanzen kommen aus verschiedenen chemischen Klassen und reichen von Pestiziden und Produktstoffen aus der Plastik-Herstellung bis zu Pflanzenbestandteilen. Neben diesen endocrine disruptors zeigt sich, dass ein ganzes Spektrum an weiteren hoch wirksamen Substanzen im aquatischen Ökosystem vorhanden ist – Arzneimittel. Viele Pharmaka werden in Kläranlagen nicht vollständig zersetzt. So kommen pharmazeutisch aktive Stoffe (PhACs) und deren Metabolite in allen anthropogen belasteten Oberflächengewässern vor. Bisher fehlen jedoch Nachweisverfahren für potenzielle biologische Wirkungen bei Cyanobakterien, Pflanzen, Wirbellosen und Wirbeltieren, so dass die PhACs bisher keiner Risikobewertung unterzogen werden konnten. Aus diesem Grund sind auch Modellierungen zu Ausbreitung und Verteilung von PhACs im aquatischen Ökosystem kaum vorhanden.

Ziel des vom IGB geleiteten Verbundprojektes PAKT (Pharmaka im aquatischen Ökosystem) ist es, die wissenschaftlichen Grundlagen für eine zukünftige Risikobewertung von PhACs zu erarbeiten. Hierbei untersuchen wir von den umweltrelevanten PhACs Vertreter von Schmerzmitteln, Lipidsenkern, Antiepileptika,  $\beta$ -Blocker und Hormontherapeutika.

Anhand von Stress-Biomarkern wollen wir einen Schnelltest etablieren, der klar nachweist, ob die überprüfte Substanz eine biologische Wirkung bei den verschiedenen Organismengruppen hat oder nicht.

Jede Veränderung des Gleichgewichts des Organismus (Homöostase) wird unabhängig vom spezifischen Wirkmechanismus als Stress wahrgenommen. Anhand von Stress-Biomarkern können wir also für unterschiedliche Organismen die biologische Wirkung ausgewählter Pharmazeutika nachweisen.

Mittels weiterführender Methoden zum Nachweis spezifischer Wirkmechanismen auf Fortpflanzung, Entwicklung und Stoffwechsel wollen wir überprüfen, ob die Stress-Biomarker bei allen Modellorganismen als genereller Nachweis biologischer Wirkungen funktionieren. Die etablierten Stress-Biomarker der verschiedenen Modellorganismen werden kloniert und ein „multi-organism array“ basierend auf der molekularbiologischen microarray-Technologie etabliert. Mit Hilfe dieses Array-Chips lassen sich die biologischen Wirkungen der PhACs dann standardmäßig bei unterschiedlichen Organismen nachweisen.

Die Modellierungsansätze erlauben, die Verteilung der PhACs im aquatischen Ökosystem vorherzusagen, sowie anhand der Ähnlichkeitsanalysen Prognosen über die potentielle biologische Wirksamkeit in einem Organismus zu stellen.

Somit werden auf breiter Basis erstmalig die wissenschaftlichen Grundlagen für die Risikobewertung der PhACs gelegt, um eine Aussage über das Gefährdungspotential verschiedener Wirkklassen der PhACs für aquatische Ökosysteme treffen zu können. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass dieser experimentelle Ansatz erfolgreich ist.

Kontakt: [Werner Kloas, kloas@igb-berlin.de](mailto:werner.kloas@igb-berlin.de)



Der Südafrikanische Krallenfrosch (*Xenopus laevis*) ist einer der Modellorganismen, an denen die Wirkung von Arzneimitteln in Gewässern untersucht wird. Foto: IGB

Abteilung V – Binnenfischerei:

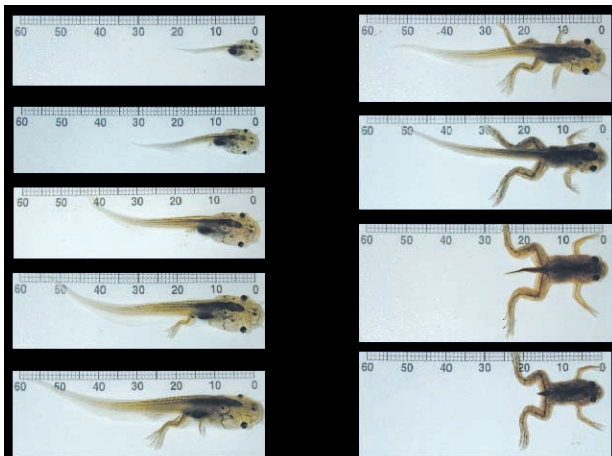
# Kaulquappe mit Kropf

In Kooperation mit dem japanischen Umweltministerium und der US-Umweltbehörde entwickelten wir eine von der OECD (Organisation für ökonomische Kooperation und Entwicklung) autorisierte verbindliche Testrichtlinie, die – mit der Amphibien-Metamorphose als Modell – den Nachweis von Substanzen mit Wirkungen auf das Schilddrüsen-system ermöglicht.

**W**as passiert bei Amphibien, wenn aus einer Kaulquappe ein Frosch wird? Diese komplexen Umwandlungsprozesse bei der Entwicklung der Amphibien, auch Metamorphose genannt, beinhalten den Übergang von der rein im Wasser lebenden Kaulquappe zum teilweise terrestrisch lebenden Frosch. Da die Metamorphose relativ schnell stattfindet, beobachtet man hierbei gewissermaßen im Zeitraffer den Übergang vom Wasser- zum Landleben. Dabei gibt es eine ganze Reihe physiologischer und biochemischer Besonderheiten, die sich bei der Umwandlung der Kaulquappe zum Frosch verändern. Die Amphibien-Metamorphose steht überwiegend unter der hormonellen Kontrolle durch das Schilddrüsen-system. Erst wenn Schilddrüsenhormone produziert werden, kann die Metamorphose stattfinden. Die Entwicklung der Amphibien wird in drei Phasen eingeteilt: die Prämetamorphose, bei der sich die Schilddrüse entwickelt und noch keine Schilddrüsenhormone gebildet werden, die Prometamorphose, bei der die Bildung der Schilddrüsenhormone beginnt und die Hauptmetamorphose, bei der alle Umwandlungsprozesse schnell ablaufen. Das Schilddrüsen-system der Amphibien entspricht dem des Menschen nahezu vollständig, so dass sich die Amphibien-Metamorphose sehr gut als Modell eignet, um eine Beeinflussung des Schilddrüsen-systems zu untersuchen.

Aus diesem Grund haben sich drei internationale Laboratorien zusammengetan: das IGB (gefördert durch das Umwelt-

*Entwicklungsstadien des Krallenfrosches nach Nieuwkoop & Faber*



Übermäßiges Wachstum der Schilddrüse bei einer Kaulquappe. Ursache ist eine Substanz im Wasser, welche die Produktion von Schilddrüsenhormonen hemmt.

Fotos: Ilka Lutz

bundesamt), die US-Umweltbehörde und das japanische Umweltministerium. Sie entwickelten gemeinsam eine von der OECD (Organisation für ökonomische Kooperation und Entwicklung) autorisierte verbindliche Testrichtlinie, die mit der Amphibien-Metamorphose als Modell den Nachweis von Substanzen mit Wirkungen auf das Schilddrüsen-system ermöglicht. Das hierbei angewandte Testprinzip wurde bereits zwischen den Jahren 2000 bis 2002 am IGB entwickelt und erfolgreich erprobt und ist nun seit Juni 2009 auch offiziell als OECD-Testrichtlinie international zugelassen. Kaulquappen des Südafrikanischen Krallenfrosches, die noch in der Prämetamorphose sind, werden für insgesamt drei Wochen mit den zu untersuchenden Substanzen behandelt. Wirkt nun eine Substanz wie Schilddrüsenhormone, so setzen sofort die hierdurch angestoßenen Entwicklungsvorgänge wie die Hinterbeinentwicklung ein, das heißt, die Kaulquappe entwickelt sich schneller. Hat dagegen eine Substanz hemmende Einflüsse auf die Schilddrüsenhormon-Produktion, so kommt es zu einer Verlangsamung oder gar zu einem Stopp der Metamorphose, was im Extremfall bei länger anhaltendem Schilddrüsenhormon-Mangel auch bei der Kaulquappe wie beim Menschen zu einer Kropfbildung (übermäßiges Schilddrüsenwachstum) führt. Dieses Prinzip steht nun als sensitiver ökotoxikologischer Test zum Nachweis von Substanzen mit Wirkungen auf das Schilddrüsen-system zur Verfügung.

Kontakt: Werner Kloas, kloas@igb-berlin.de

Abteilung V – Binnenfischerei:

# Der Riemenwurm hemmt die Fortpflanzung bei Plötzen



*L. intestinalis*-infizierte Plötze aus dem Müggelsee

Foto: Sabrina Frank

Bisher stehen vor allem ins Gewässer eingebrachte Chemikalien in Verdacht, das Hormonsystem von Fischen und Amphibien so zu beeinflussen, dass bestimmte Prozesse des Organismus, wie Entwicklung, Wachstum und Fortpflanzung, nicht mehr normal ablaufen können. Aber auch Parasiten, beispielsweise Bandwürmer, sind in der Lage das Hormonsystem ihres Wirts zu verändern.

In einem von der CEFIC (European Chemical Industry Council) geförderten Projekt sollte daher der Einfluss bestimmter Parasiten auf das endokrine System bei Plötzen (*Rutilus rutilus*) charakterisiert sowie die zu Grunde liegenden Wirkmechanismen näher untersucht werden. Wir konnten zeigen, dass der „Riemenwurm“ *Ligula intestinalis* die Bildung wichtiger Geschlechtshormone des Wirtsfisches, der Plötze, stören kann.

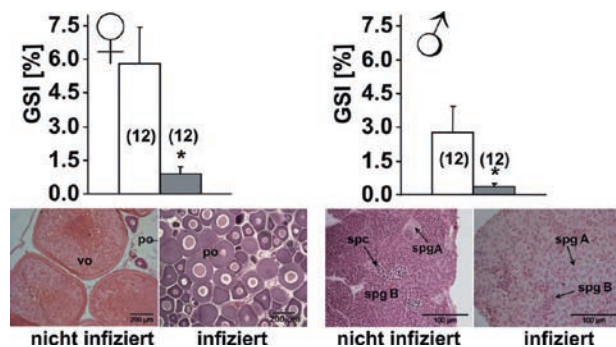


Abb. 1: Effekt von *L. intestinalis* auf Gonadosomatischen Index (GSI) und Gonadenhistologie der Plötze; weiße Balken: nicht infiziert; graue Balken: infiziert  
GSI: Gonadosomatischer Index, po: previtellogene Oozyte, spg A: Spermatogonien A, spg B: Spermatogonien B, spc: Spermatocyten, vo: vitellogene Oocyte

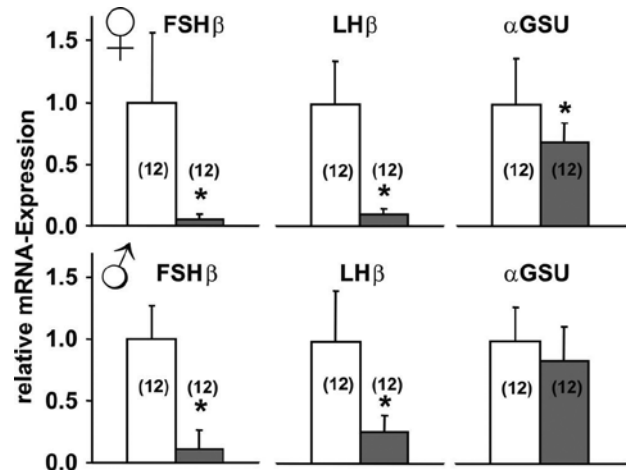


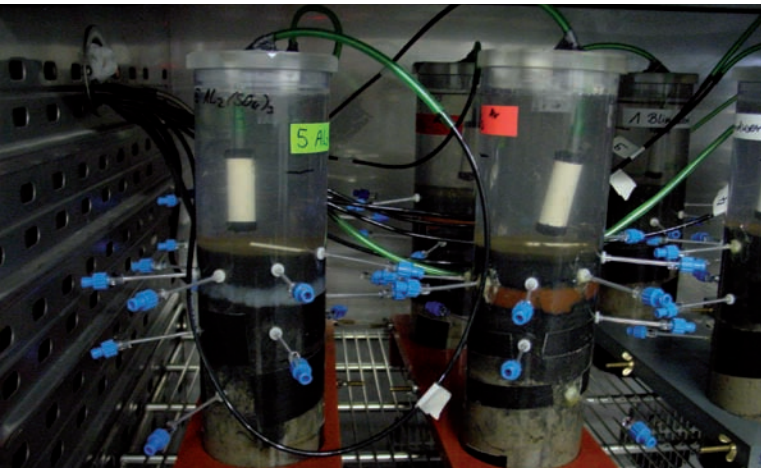
Abb. 2: Expression der Gonadotropin-Untereinheiten FSHβ, LHβ und βGSU in der Hypophyse nicht-infizierter (weiße Balken) und *L. intestinalis*-infizierter (graue Balken) Plötzen.

Untersuchungen von Plötzen aus dem Großen Müggelsee (Berlin) zeigten, dass *L. intestinalis* dort saisonabhängig mit einer Krankheitshäufigkeit (Prävalenz) von etwa 10 Prozent vorkommt. Ein Befall mit *Ligula* hemmt bei Plötzen, wie auch bei anderen Fischarten, die Entwicklung der Geschlechtsorgane (Gonaden) bis hin zur vollkommenen Sterilität des Wirtes. Infizierte Plötzen aus dem Müggelsee hatten einen deutlich niedrigeren Gonadosomatischen Index (GSI) als ihre nicht infizierten Artgenossen, das heißt: ein geringeres Gewicht ihrer Fortpflanzungsorgane (Gonaden) relativ zum Körpergewicht. Außerdem fanden sich in Eierstock und Hoden dieser Tiere nur frühe Keimzellenstadien. Dieser Effekt trat unabhängig von der relativen Größe des Parasiten auf. So konnten wir annehmen, dass *L. intestinalis* mit dem Hormonsystem interagiert und nicht etwa die Gonadenentwicklung durch „Platzprobleme“ in der Bauchhöhle hemmt. Wir bestätigten diese Hypothese in ausführlichen hormonphysiologischen Untersuchungen. Die Ergebnisse legen den Schluss nahe, dass eine Infektion mit *L. intestinalis* in der Hypophyse von Plötzen zu einem Defizit des Follikel-stimulierenden Hormons (FSH) und Luteinisierenden Hormons (LH) führt. Die Gonadotropine FSH und LH initiieren und steuern die Reifung der Gonaden und sind damit essentielle Hormone der Reproduktion. Genexpressionsanalysen zeigten, dass die mRNA-Expression der für die spezifische biologische Wirkung der Gonadotropine wichtigen β-Untereinheiten FSHβ und LHβ bei infizierten Plötzen stark erniedrigt ist. Diese Ergebnisse machen deutlich, dass auch Parasiten wie *L. intestinalis* dramatische Effekte auf das Hormonsystem haben können und somit natürliche Endokrine Disruptoren bei Fischen darstellen.

Kontakt: Achim Trubiroha, [trubiroha@igb-berlin.de](mailto:trubiroha@igb-berlin.de)

Zentrales Chemielabor:

# Die Seen-Kur im Test



Porenwasser-Messungen mit „Rhizonen“ zur Untersuchung der Langzeitwirkung von Fällmitteln auf Sedimentprozesse Foto: Michael Hupfer

Wie können wir die Wasserqualität nährstoffreicher (eutrophierter) Seen verbessern? Eine Herausforderung für Wissenschaft und Praxis.

Zu viele Nährstoffe – dies ist das häufigste Güteproblem von Seen und Talsperren weltweit, auch in Deutschland. Vor allem Phosphor und Stickstoffverbindungen belasten die Gewässer. Die so genannte Eutrophierung wirkt sich in vieler Hinsicht negativ aus: Massenentwicklungen von frei schwebenden Algen (Phytoplankton) oder Wasserpflanzen (Makrophyten), gehäuftes Auftreten giftiger Cyanobakterien, Verlust der Artenvielfalt, Sauerstoffmangel, Fischsterben und Geruchsbelästigungen. Die Folge: Gewässer können nicht mehr uneingeschränkt zur Trinkwassergewinnung, Fischerei und Erholung genutzt werden. Der Klimawandel wird nach jetzigen Erkenntnissen die negativen Auswirkungen der Eutrophierung in unserer Region sogar verstärken. Gemäß der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie ist es das Ziel, die Ursachen und die Folgen der Eutrophierung mit vertretbarem Kostenaufwand zu vermindern und Anpassungsstrategien an den Klimawandel zu entwickeln. Dafür stehen eine Vielzahl von Bewirtschaftungsmaßnahmen im Einzugsgebiet des Gewässers und der Einsatz von Ökotechnologien direkt im Gewässer zur Verfügung. Die Auswahl von Maßnahmen, besonders in ihrer Kombination, ist aber auch für erfahrene Fachleute sehr schwierig. Denn die Prozesse, die im Ökosystem berücksichtigt werden müssen, sind sehr komplex. Dies erschwert eine quantitative Prognose über die Wirkung der Aktionen.

Um optimale Bewirtschaftungsmaßnahmen entwickeln und beurteilen zu können, verbinden Wissenschaftler des IGB daher die interdisziplinäre Grundlagenforschung an Seeökosystemen mit angewandten Fragestellungen.

Im Jahr 2008 führten wir an Mecklenburger Seen (wie dem Tiefwarensee und dem Jabeler See) Prozessstudien im Gewässer und unter Laborbedingungen durch, um die Wirkung und Nachhaltigkeit beim Einsatz von chemischen Fällmitteln zu dokumentieren. In Kooperation mit dem Lake Restoration Center (CLEAR) in Dänemark untersuchten wir mögliche Risiken beim Einsatz von aluminiumhaltigen Fällmitteln oder des neu auf dem Markt befindlichen Bentophos® (La-haltiges Bentonit). Fällmittel verbinden sich im Gewässer mit dem als Nährstoff wirkenden Phosphor. Die Verbindung lagert sich auf dem Grund des Sees ab und der Phosphor kann nicht mehr ins Wasser gelangen. Wichtig für uns war vor allem herauszufinden, wie stark und wie lange diese Fällmittel aquatische Organismen im See beeinträchtigen und ob und wie sie sich in der Nahrungskette anreichern.

Die Grundlagen für die Restaurierung eines Sees erarbeiteten wir exemplarisch am Arendsee in Sachsen-Anhalt. Anhand der hier erhobenen Daten soll das am IGB entwickelte Entscheidungshilfesystem zur Seenrestaurierung verbessert werden. In diesem Zusammenhang entwickeln wir neue Messmethoden, um den Grundwasserzustrom genau zu lokalisieren und den Einfluss des Grundwassers auf die Wasserqualität von Seen besser beurteilen zu können.

Der Arendsee wäre der weltweit größte See, an dem der Trophiegrad durch seeinterne Fällung drastisch reduziert wird. Manipulierte Seen erweisen sich als ideale Objekte für die limnologische Grundlagenforschung, da durch die Maßnahmen bestimmte Ökosystemfunktionen besonders beeinflusst werden.

In dem neuen Programmbereich „Aquatische Grenzonen“ werden wir die für den Zustand und die Artenvielfalt eines Gewässers wichtigsten externen und internen Steuerfaktoren in engem Zusammenhang betrachten. Die Beantwortung aktueller Fragen, beispielsweise mit welchen Konzepten Gewässergüteziele erreichbar sind und wie der Klimawandel die Stabilität der Gewässer beeinflusst, erfordert ein enges Zusammenwirken von Fachbehörden, Ingenieuren und Wissenschaft. Das IGB steht dabei als Partner zur Verfügung.

Kontakt: Michael Hupfer, hupfer@igb-berlin.de  
Peter Kasprzak, daphnia@igb-berlin.de

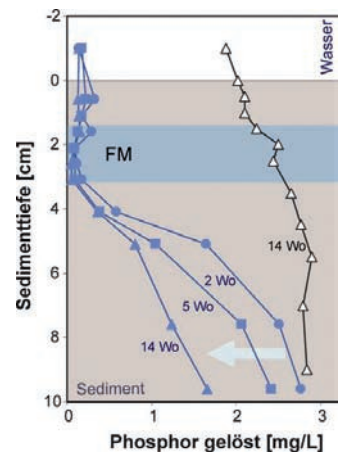


Abb. 1 Zeitliche Entwicklung der Vertikalprofile des gelösten Phosphors mit Einbringung einer Fällmittelschicht (blaue Linien) im Vergleich zu einem Sediment ohne Fällmittel (schwarze Linie) FM = Polyaluminiumchlorid Wo = Wochen

Dominik Zak, Jörg Gelbrecht

Zentrales Chemielabor:

## Wenn Moore wieder nass werden



Wiedervernässtes und überstautes Moor im Trebeltal (Mecklenburg-Vorpommern), September 2007

Foto: Dominik Zak

Moore nehmen mit einer Fläche von  $4,16 \times 10^6$  Quadratkilometer etwa nur 3 Prozent des globalen Festlandes ein, speichern aber 20 bis 30 Prozent der gesamten Kohlenstoffvorräte aller Böden, was etwa 40 bis 60 Prozent des  $\text{CO}_2$ -Gehaltes der Atmosphäre entspricht. Der weltweite Erhalt und Schutz der Moore hat damit große Bedeutung in der aktuellen Klimadiskussion. Sie sind Lebensraum für eine an die besonderen Bedingungen der Moore angepassten einzigartigen Flora und Fauna. In unserer Arbeitsgruppe untersuchen wir, wie einmal trocken gelegte Moore erfolgreich wiedervernässt werden können.

Die Mehrzahl der Moore befindet sich in der gemäßigt kalten Klimazone der Nordhalbkugel (etwa 80 Prozent) und im tropischen Bereich Südasiens. Im nordostdeutschen Tiefland bedecken sie 10 bis 12 Prozent der Oberfläche. Ursprünglich spielten sie hier – auf regionaler Ebene – eine wesentliche Funktion für den Landschaftswasserhaushalt und für die Reinhaltung der Gewässer, da neben großen Mengen Kohlenstoff auch die Pflanzennährstoffe Stickstoff (N) und Phosphor (P) in den Torfen wachsender Moore gebunden werden. Die Entwässerung der Moore zur Torfgewinnung und zur Intensivierung der Landwirtschaft sowie großräumige Grundwasserabsenkungen haben dazu geführt, dass nahezu 99 Prozent der Moore ihre landschaftsökologischen Funktionen verloren haben. Sauerstoff konnte in die oberen Bodenschichten eindringen, mit der Folge, dass der Torf mineralisierte: Der an Kohlenstoff gebundene Phosphor wird dabei abgespalten – und damit angrenzende Gewässer zusätzlich mit Nährstoffen belastet. Kohlenstoff oxidiert und wird als  $\text{CO}_2$  in die Atmosphäre abgegeben. Man schätzt, dass die Moorentwässerung und -nutzung an der deutschlandweiten Gesamt- $\text{CO}_2$ -Emission einen Anteil von 2,3 bis 4,5 Prozent ausmacht. In Nordostdeutschland

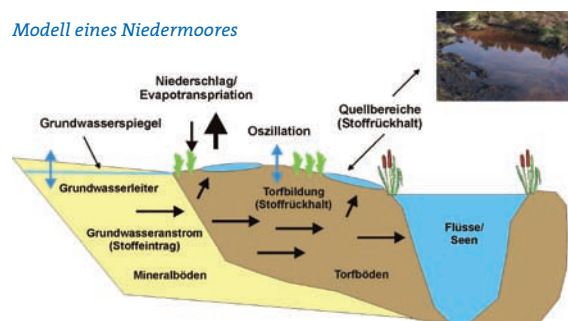
mit hohem Anteil an landwirtschaftlich genutzten Moorflächen liegt der Anteil wahrscheinlich weit bei über 20 Prozent.

Mit zunehmender Sorge über Klimaerwärmung, Wassermangel, Gewässereutrophierung und Artenverlust werden Moore zu ihrer Revitalisierung im großen Maßstab wiedervernässt. Dies sollte so gestaltet werden, dass nach der Wiedervernäsung kein Sauerstoff in den Torf eindringen kann, was nur durch Überstau möglich ist.

In der Phase der Trockenlegung ging die Fähigkeit der Moore verloren, wie ein Schwamm (durch Oszillation) natürliche Wasserschwankungen auszugleichen, um eine ständige Wassersättigung des Torfkörpers zu ermöglichen. So bilden sich bei einer Wiedervernäsung zunächst große Flachseen mit Pflanzengesellschaften, die auf dem nährstoffreichen Grund gut wachsen. Eine landwirtschaftliche Nutzung ist dann nicht mehr möglich, was zu erheblichen Konflikten führen kann. Innerhalb eines umfangreichen, im Jahr 2000 beschlossenen Moorschutzprogramms, konnten in Mecklenburg-Vorpommern für große Flächen diese Nutzungskonflikte erfolgreich gelöst werden. Damit war die konsequente Wiedervernäsung von knapp 10.000 Hektar entwässerten Mooren möglich. In begleitenden Studien konnten wir in Kooperation mit dem ZALF Müncheberg zeigen, dass in den ersten Jahren der Wiedervernäsung größere Mengen an Phosphor und klimaschädlichem Methan freigesetzt werden. Dafür ist die obere stark zersetzte Torfschicht verantwortlich, in der sich leicht mobilisierbare Nährstoffe angereichert haben. Das trifft auch auf untersuchte Waldmoore in Berlin und Brandenburg zu. Für den praktischen Moorschutz bedeutet das: Der Wasseraustausch von überstauten Mooren mit angrenzenden Gewässern sollte möglichst gering gehalten werden, beispielsweise durch den vorläufigen Erhalt von Deichanlagen. Zukünftig werden die neu gebildeten Flachseen langsam verlanden. Anschließend bildet sich ein neues Moor aus. Die vollständige Wiederherstellung der ursprünglichen landschaftsökologischen Funktionen wird vermutlich mehrere Jahrzehnte dauern. Ob sich dieser Prozess durch eine vorherige Entfernung der stark zersetzten Torfschicht (= Flachabtorfung) beschleunigen lässt, werden wir in Zukunft erforschen.

Kontakt: Jörg Gelbrecht, [gelbr@igb-berlin.de](mailto:gelbr@igb-berlin.de)  
Dominik Zak, [zak@igb-berlin.de](mailto:zak@igb-berlin.de)

Modell eines Niedermoors







IGB EREIGNISSE | PERSONALIA 2008

## 5. Stechlin Forum

„Ökologische Folgen des Klimawandels“



Die Abteilung *Limnologie Geschichteter Seen* lud vom 16. bis 18. Mai zusammen mit dem *Förderverein Naturlandschaft Stechlin und Menzer Heide*, dem *Naturpark Stechlin-Ruppiner Land* und mit Unterstützung der *Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL)* sowie des *World Wide Fund For Nature (WWF)* Vertreter aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft

zu einem Dialog an den Linowsee ein. Die Teilnehmer diskutierten unter anderem über Wege aus der globalen Süßwasserkrise, Meeresökosysteme im Klimawandel und tropische Bakterien in deutschen Gewässern. „Besonders in den Pausen ergaben sich spannende Diskussionen“, so Rainer Koschel, Leiter der Forschungsstelle des IGB am Stechlinsee und einer

der Initiatoren der Veranstaltung. „Es ist uns wichtig, gerade die politischen Entscheidungsträger im direkten Austausch auf die unumkehrbaren Folgen des Klimawandels aufmerksam zu machen. Zu einem Dialog über relevante gesellschaftliche und ökologische Fragestellungen laden wir alle drei Jahre an den Stechlinsee ein.“

## Tag der offenen Tür

„Wissenschaft und Kunst am See“

Das IGB lud am 14. September die interessierte Öffentlichkeit ein, das Institut und die Forschungsanlagen zu besichtigen und mit Wissenschaftlern in Gespräch zu kommen. Dank des abwechslungsreichen Programms und trotz des schlechten Wetters kamen viele Besucher an den Müggelsee. Das Spektrum der Themen reichte von A wie Aquakultur bis W wie Wiederansiedlung des Störs. Ein Boots-Shuttle brachte die Besucher zur Messstation auf den Müggelsee. Kinder konnten in Experimenten nachempfinden, wie faszinierend Forschung sein kann. In einer Installation lauschten die Besucher dem Klang der Flüsse, und so



manch einer gruselte sich vor den „Monsterorganismen“ unter dem Mikroskop. Weitere Highlights waren der Film „Die Spree – Sinfonie eines Flusses“ von Gerd Con-

radt, an dem auch IGB-Wissenschaftler beteiligt waren, Blütenstelen von Beret Hamann und Wissenschaftliche Grafiken von Gisela Flächsig.

# 1. Dialog am Müggelsee

„Der Weg zu sauberen Gewässern“

Die meisten Seen, Flüsse und Küstengewässer sind derzeit in keinem guten ökologischen Zustand: Ein zu hoher Nährstoffgehalt führt zu einem starken Algenwachstum. Zersetzen sich diese Algen, wird massiv Sauerstoff verbraucht. Das Gewässer beginnt zu „kippen“ – es stinkt und die Fische sterben. Zudem verursachen die Algen eine Trübung des Wassers, wodurch sich viele Arten aufgrund des Lichtmangels nicht entwickeln

können. Wie kann man hier entgegenwirken? Darüber diskutierten am 4. Juni Vertreter aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik beim „1. Dialog am Müggelsee“, den das IGB ins Leben gerufen hat. Klement Tockner stellte fest: „Wir wollen die Diskussion und den Dialog zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik fördern, um möglichst gute Handlungsstrategien zu entwickeln – zum Nutzen für Mensch und Natur.“

## IGB-Wissenschaftstag

Premiere hatte in diesem Jahr auch eine IGB-interne Veranstaltung: Der Wissenschaftstag. Er fand am 27. Juni in den Räumen des MBI in Adlershof statt. Alle Mitarbeiter des IGB waren eingeladen, sich in Vorträgen über neue Forschungsthemen auszutauschen und gemeinsam zu diskutieren. In seinem Gastvortrag schilderte Heribert Hofer, Direktor des Leibniz-Institutes für Zoo- und Wildtierforschung (IZW), dass die Tüpfelhyäne – trotz schlechtem Image – eine Schlüsselstellung im afrikanischen Ökosystem einnimmt. Klement Tockner informierte in seinem Vortrag „zukünftige Herausforderungen im Gewässer-

management“ unter anderem über die wichtigen Forschungsfragen, denen sich das IGB in den nächsten Jahren widmen wird. Anschließend gaben Wissenschaftler aus jeder Abteilung Einblick in ihre aktuellen Forschungsaktivitäten. Die zukünftigen Leiter Hans Peter Grossart, Michael Hupfer und Christian Wolter stellten die drei Programmbereiche (Aquatische Biodiversität, Gewässer als vernetzte Ökosysteme, Mensch-Gewässer Interaktion) vor, welche bis 2010 etabliert werden. Abschließend präsentierten sechs Wissenschaftler ihre Forschungs-ideen für den „Pakt für Forschung und Innovation“.



## Parlamentarischer Abend im Naturkundemuseum:

„Biodiversität – die Vielfalt des Lebens erforschen, erhalten und nutzen“



Mehr als 200 Teilnehmer aus Politik, Ministerien, Medien und Wissenschaft informierten sich am 6. Mai über die vielfältige Forschung, die Leibniz-Einrichtungen auf dem Gebiet der Biodiversität

leisten. Mit dabei auch das IGB. Norbert Walz und die Doktorandin Friederike Gabel präsentierten beispielsweise anhand einer Wellenmaschine, wie sich Schiffswellen auf die Verdriftung von

Lebewesen im Uferbereich auswirken. Die Arbeitsgruppe von Hans-Peter Grossart stellte Mesokosmenexperimente des Stechlinsees vor.

### Tagungen

*Stellvertretend für die rege Teilnahme an Kongressen und Tagungen stellen wir zwei Veranstaltungen vor, die von Wissenschaftlern des IGB maßgeblich mitorganisiert worden sind:*

#### **NABS (North American Benthological Society)**

**56<sup>th</sup> ANNUAL MEETING – 2008, Salt Lake City, Utah**

Special Session – Freshwater Benthic Science:

What Has it Contributed to General Ecological Theory

Veranstalter: Sandy Milner (University Birmingham, UK)

und Klement Tockner (IGB, Berlin)

**26. Mai**

**Teilnehmer: 350**

#### **5<sup>th</sup> World Recreational Fishing Conference,**

**Dania Beach, Florida, USA**

R. Arlinghaus (IGB, Berlin) im Organizing Committee

**10. bis 13. November**

**Teilnehmer: 400**





### So sehen Sieger aus...

Im August lud der Erzrivale IZW zum Fußballturnier in die Wuhlheide ein und hatte abermals keine Chance gegen das Pro-

fiteam des IGB. Dieses sicherte sich nach einem zweiten Platz im Vorjahr diesmal die schönste Position auf dem Siegestreppchen.

### Das IGB läuft ...

Zum 9. Berliner DKB-Team-Staffellauf (5 x 5 Kilometer) im Tiergarten setzte sich das Profi-Laufteam des IGB die „Vertikalen Vertebraten“ wieder erfolgreich gegen die harte Konkurrenz durch. Mit 2:14:32 verfehlten sie nur knapp ihre Bestzeit vom letzten Jahr und lagen damit deutlich vor Teams wie den „Running Gags“ oder „GehDaLang“.



## Lange Nacht der Wissenschaften

Zur klügsten Nacht des Jahres präsentierte sich das IGB zusammen mit dem Forschungsverbund Berlin und dem Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) an einem gemeinsamen Standort. In den Räumen des Erwin-Schrödiger-Zentrums in Adlershof herrschte großer Andrang. Besonders vor den Aquarien mit echten Exemplaren des Ostseestörs,

wo Jörn Geßner über das Projekt zur Wiederansiedlung dieses lebenden Fossils in norddeutschen Flüssen informierte. Auch vor den Becken mit Kaulquappen hörten die Besucher gespannt zu. Dort erläuterten Wissenschaftler der Arbeitsgruppe Ökotoxikologie, wie sensibel Kaulquappen und Krallenfrösche auf hormonell wirksame Substanzen im Gewäs-

ser reagieren. Im Rahmen des Projektes „Sound of Rivers“ werden mittels Tonaufnahmen akustische Fingerabdrücke von Gewässern erstellt. Mit deren Hilfe wollen die Forscher den ökologischen Zustand des Gewässers bewerten. Besucher konnten an einer Installation den Klängen verschiedener Gewässer über und unter Wasser lauschen.



## In neuer alter Funktion

*Rainer Koschel war sechzehn Jahre lang Leiter der Abteilung „Limnologie Geschichteter Seen“ in der Forschungsstelle des IGB am Stechlinsee.*

Seit diesem Jahr ist er als Abteilungsleiter im Ruhestand – und wieder als Wissenschaftler tätig. So bleibt sein großer Erfahrungsschatz in der theoretischen und angewandten Limnologie dem IGB noch eine Weile erhalten. Auf dem 5. Stechlin Forum, einer Veranstaltungsreihe, die durch seine Unterstützung erfolgreich etabliert werden konnte, wurde Rainer Koschel für seine wissenschaftlichen Leistungen, sein Engagement als Editor der limnologischen Fachzeitschrift „Limnologica“ und seinen großen Einsatz für die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses geehrt. „Die Arbeit am IGB und die Mitwirkung am Aufbau eines international renommierten Forschungsinstitutes der Gewässerökologie bereitete mir sehr große Freude. Die Forschungsstelle am Stechlinsee war immer schon ein Treffpunkt für internationale Wis-



senschaftler. Ich habe den Austausch mit den Fachkollegen aus der ganzen Welt sehr genossen und viele Anregungen für die eigenen wissenschaftlichen Arbeiten erhalten“, so Koschel.

Peter Casper hat nach Rainer Koschel die Leitung der Abteilung kommissarisch übernommen. Die Stelle des neuen Abteilungsleiters wurde 2008 gemeinsam mit der Technischen Universität Berlin als Professur für angewandte Limnologie ausgeschrieben. Im Dezember 2008 erfolgten Vorstellungsgespräche mit ausgewählten Bewerberinnen und Bewerbern. Die Berufung könnte zum Wintersemester 2009/10 erfolgen.

**Klement Tockner** ist seit Januar Herausgeber der international anerkannten Zeitschrift „Aquatic Sciences“. Zudem wurde er als Mitglied des Wissenschaftlichen Beirates des *Catalan Institute for Water Research (ICRA)* berufen. Seit diesem Jahr ist er Mitglied des Scientific Committee of the DIVERSITAS freshwater BIODIVERSITY Cross-cutting Network.



## Preise und Auszeichnungen

**Award of Excellence in Fisheries Management** durch die *American Fisheries Society, Fisheries Management Section* an Prof. Dr. Robert Arlinghaus

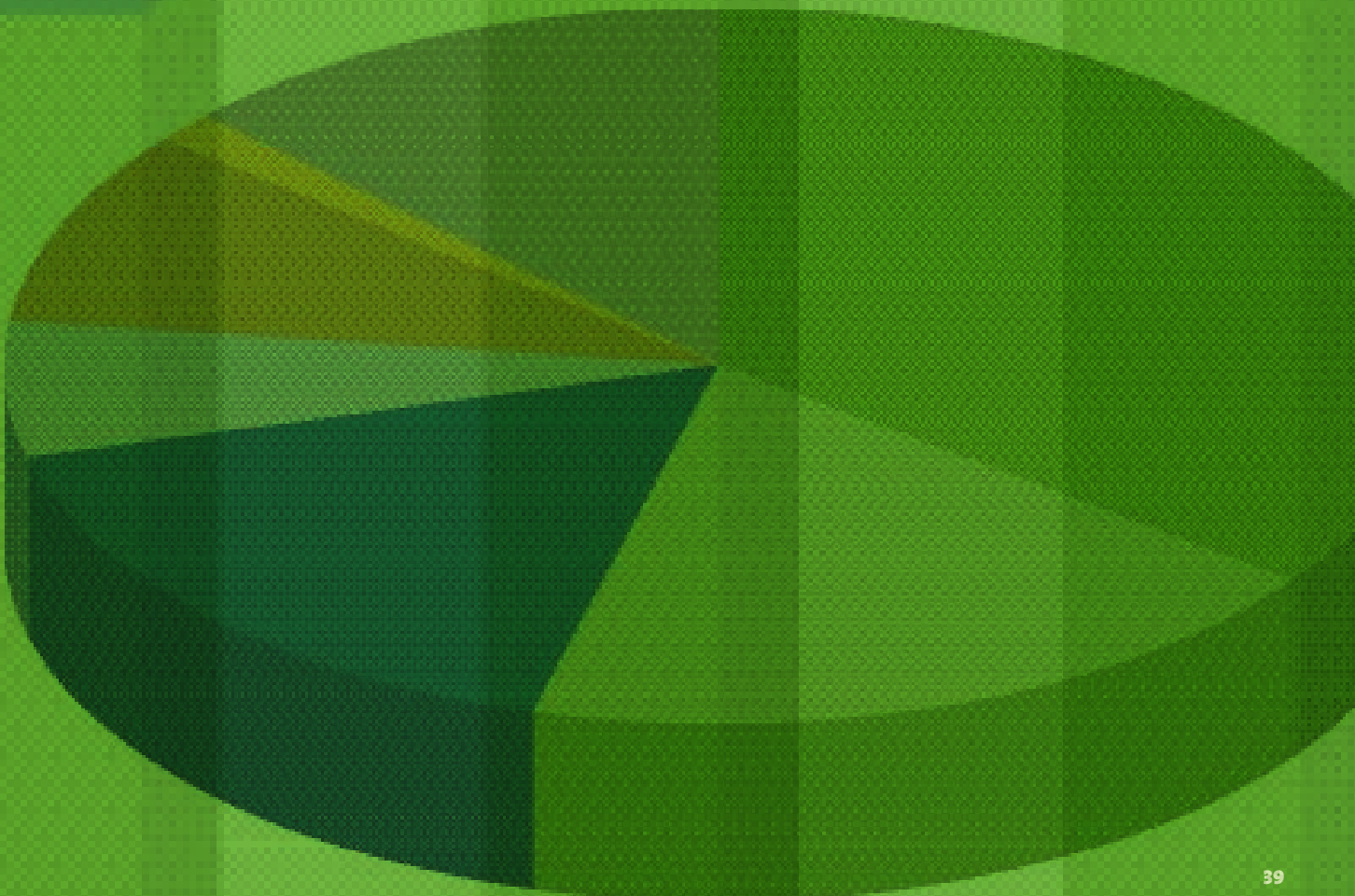


**Mikhalevich Award des International Institute for Applied System Analysis (IIASA)** an Jan Ohlberger als herausragenden Nachwuchswissenschaftler. Mit dem Preis verbunden ist ein dreimonatiges Stipendium für einen Forschungsaufenthalt am IIASA.



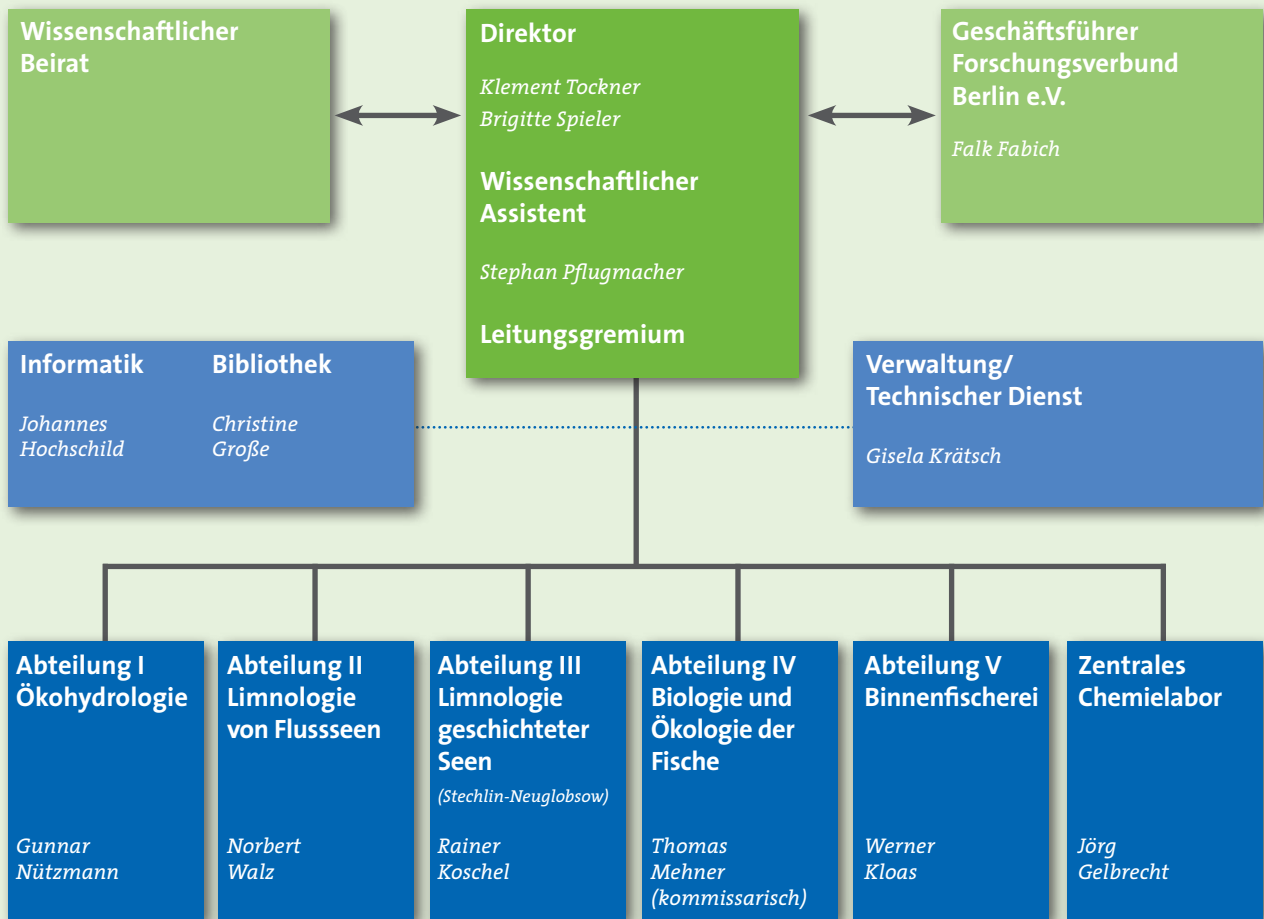
# ORGANISATION|ZAHLEN

STAND: 31. DEZEMBER 2008



# Struktur

**Das Leibniz-Institut für Gewässerökologie  
und Binnenfischerei**  
im Forschungsverbund Berlin e.V.



**Wissenschaftlicher Beirat**

<p><b>Helmut Erich Segner,</b> Vorsitzender <i>Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin am Institut für Tierpathologie Universität Bern</i></p>	<p><b>Ellen van Donk</b> <i>Institute of Ecology, Nieuwersluis</i></p>	<p><b>Prof. Dr. Janet Hering</b> <i>Direktorin der Eawag, Dübendorf Schweiz</i></p>
<p><b>Harald Rosenthal,</b> stellvertretender Vorsitzender <i>Neu Wulmstorf</i></p>	<p><b>Wilfried Endlicher</b> <i>Humboldt-Universität zu Berlin Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät II Geographisches Institut</i></p>	<p><b>Stefan Peiffer</b> <i>Universität Bayreuth Lehrstuhl für Hydrologie</i></p>
<p><b>Roland Psenner</b> <i>Universität Innsbruck, Institut für Ökologie</i></p>	<p><b>Fritz Frimmel</b> <i>Universität Karlsruhe (TH), Engler-Bunte-Institut Lehrstuhl für Wasserchemie</i></p>	<p><b>Kurt-Johannes Peters</b> <i>Humboldt-Universität zu Berlin Institut für Nutztierwissenschaften</i></p>
<p><b>Rainer Eckmann</b> <i>Universität Konstanz, Limnologisches Institut</i></p>	<p><b>Uwe Grünewald</b> <i>Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Fakultät Umweltwissenschaften und Verfahrenstechnik</i></p>	



## Struktur



*Klement Tockner*  
*Direktor*



*Falk Fabich*  
*Geschäftsführer*



*Stephan Pflugmacher*  
*Wiss. Assistent*

### Abteilungsleiter



*Gunnar Nützmann*



*Norbert Walz*



*Rainer Koschel*



*Thomas Mehner*



*Werner Kloas*



*Jörg Gelbrecht*

### Verwaltung und Infrastruktur



*Christine Große*



*Gisela Krätsch*



*Johannes Hochschild*

## Mitarbeitervertretungen

### Betriebsrat

Elke Zwirnmann, *Vorsitzende*  
Peter Casper, *Stellvertreter*  
Thomas Hintze  
Christof Engelhardt  
Johanna Dalchow  
Mathias Kunow  
Carola Wagner

### Ombudsmann „Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“

Michael Hupfer

### Gleichstellungsbeauftragte des IGB

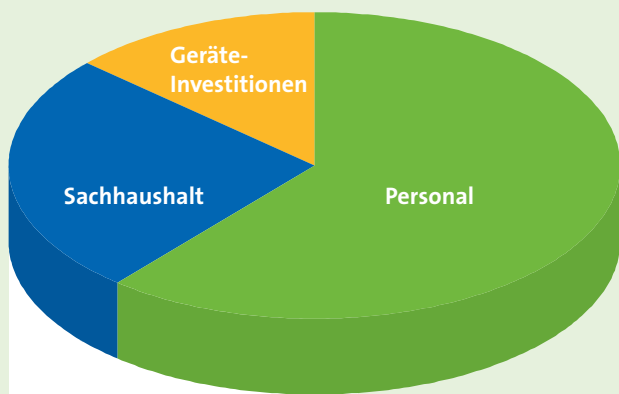
Angelika Krüger  
Bettina Hübner, *Stellvertreterin*

### Doktorandenvertreter

Nadja Neumann  
Susann Wilhelm  
Malte Dorow

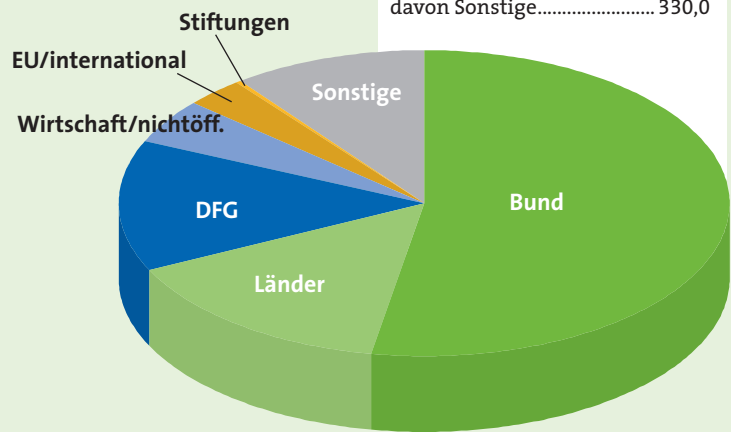
# Finanzen

**Haushalt in 2008**  
(in T€)



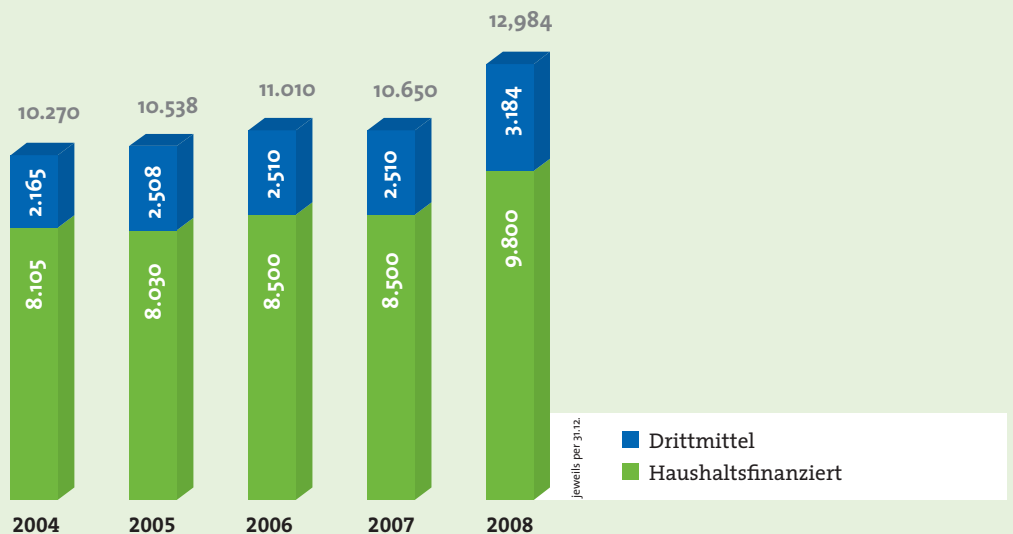
**Gesamt: .....9.800**  
davon Personal..... 6.000  
davon Sachhaushalt ..... 2.500  
davon Geräte-Investitionen.. 1.300

**Drittmittel in 2008**  
(in T€)



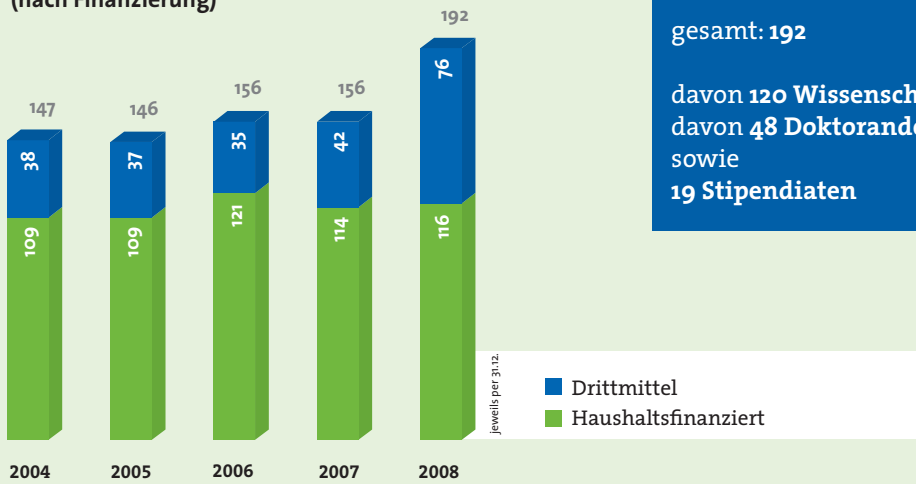
**Gesamt: .....3.184**  
davon Bund..... 1.681  
davon Länder..... 475,6  
davon DFG..... 441,9  
davon Wirtschaft/nichtöff.... 148,7  
davon EU/international..... 101,3  
davon Stiftungen ..... 5,6  
davon Sonstige..... 330,0

**Budget-Entwicklung 2004-2008**  
(in T€)



# Mitarbeiter

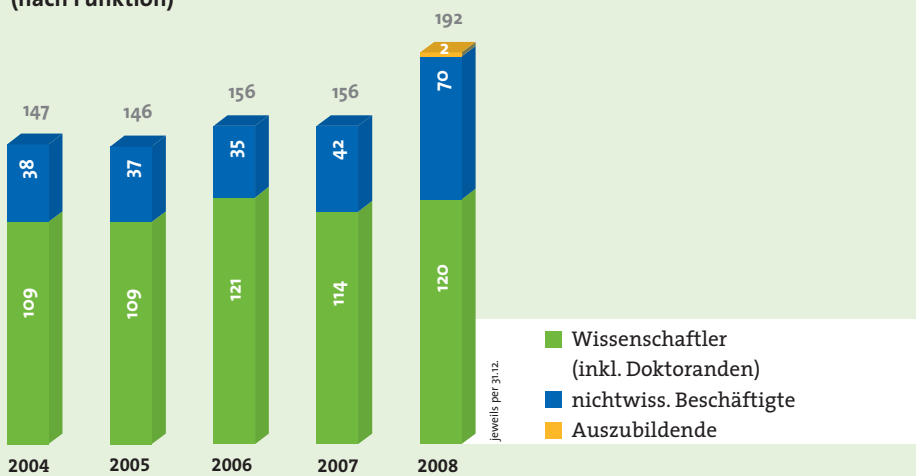
**Mitarbeiter-Entwicklung 2004-2008**  
(nach Finanzierung)



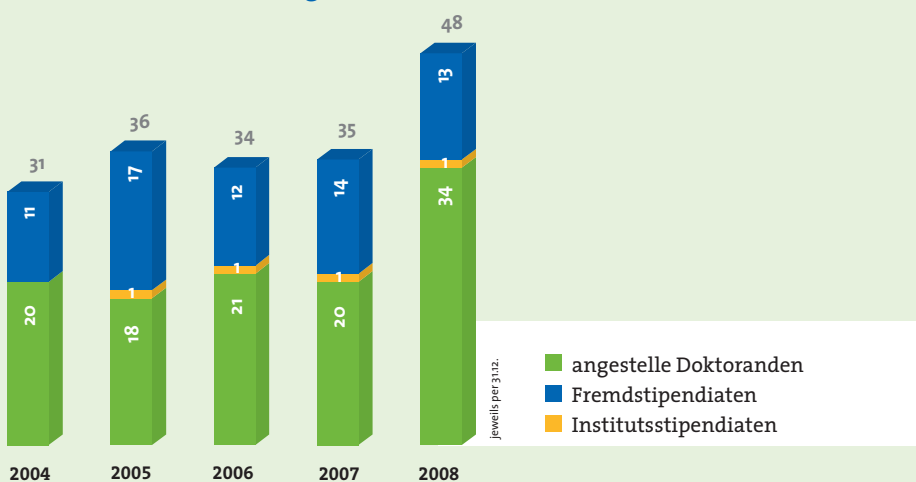
## Mitarbeiter in 2008

gesamt: 192  
davon 120 Wissenschaftler  
davon 48 Doktoranden  
sowie  
19 Stipendiaten

**Mitarbeiter-Entwicklung 2004-2008**  
(nach Funktion)

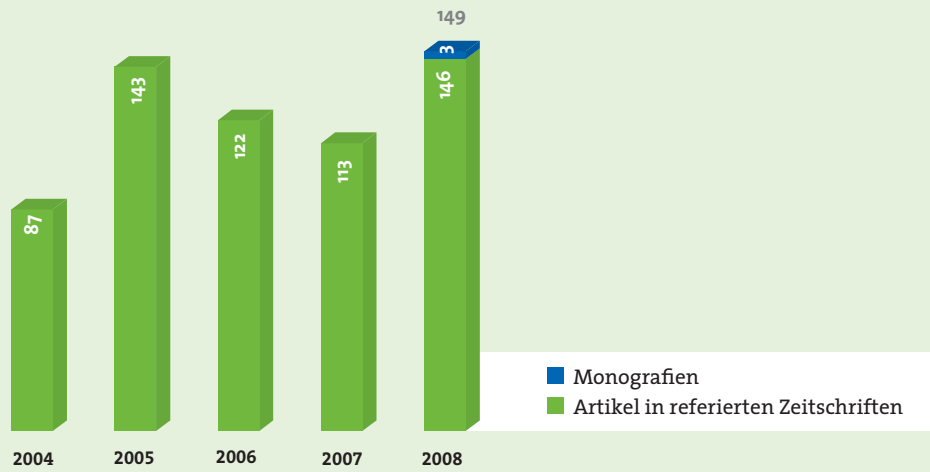


**Doktoranden-Förderung 2004-2008**

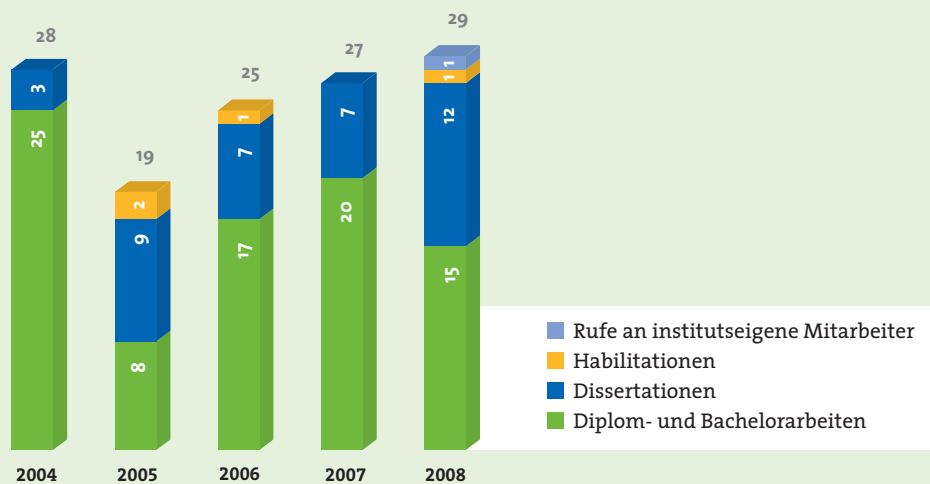


# Aktivitäten

**Publikationen**  
**Entwicklung 2004-2008**  
 (Publikationen in referierten Journalen)



**Abschlüsse**  
**Entwicklung 2004-2008**



## Impressum

*Redaktion: Gunnar Nützmann, Nadja Neumann*

*Alle nicht gezeichneten Fotos: IGB*

*Gestaltung: unicom-berlin.de*

*Druck: Mediabogen, Berlin*

*Gedruckt auf 100% Recyclingpapier „Cyclus“*

*Copyright: IGB, November 2009*

*Kontakt: [pr@igb-berlin.de](mailto:pr@igb-berlin.de)*



Der Jahresforschungsbericht gibt einen Einblick in die Forschungsarbeit des Instituts, seine Struktur und Organisation.

Mehr erfahren Sie auf unserer Website: [www.igb-berlin.de](http://www.igb-berlin.de)

**CD-Beilage:**

**Statistischer Anhang zum Jahresforschungsbericht 2007**

Dieser Jahresbericht ist als PDF verfügbar oder als Printausgabe bestellbar (Schutzgebühr 10,00 €)





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

Müggelseedamm 310  
12587 Berlin  
Tel.: +49 (0)30 64 181-5

[pr@igb-berlin.de](mailto:pr@igb-berlin.de)  
[www.igb-berlin.de](http://www.igb-berlin.de)