

*Feierstunde*  
*anlässlich des*  
***50-jährigen Bestehens der***  
***Limnologischen Fluss-Station Schlitz***  
***des Max-Planck-Instituts für Limnologie***

*Schlitz, am 13. Juni 2001*



*Die Fluss-Station, 1951*

***Feierstunde anlässlich des  
50-jährigen Bestehens der Limnologischen Fluss-Station Schlitz  
des Max-Planck-Instituts für Limnologie***

*Schlitz, am 13. Juni 2001*

***Programm***

EISENMEIER-TRIO, Schlitz: J. HAYDN: *Londoner Trio Nr. 1, Allegro moderato*

**Grußworte**

PROF. MANFRED MILINSKI, Geschäftsführender Direktor, MPI f. Limnologie, Plön

PROF. ERNST-JOSEPH FITTKAU, Mitbegründer der Fluss-Station, Icking

PROF. JÜRGEN OVERBECK, emer. Direktor Abt. Mikrobiologie, MPI f. Limnologie, Plön:  
*50 Jahre Fließwasserforschung*

HANS-JÜRGEN SCHÄFER, Bürgermeister der Stadt Schlitz

EISENMEIER-TRIO, Schlitz: J. HAYDN: *Divertimento Nr. 2, Allegro*

**Fachvorträge**

PROF. CHRISTIAN STEINBERG, Direktor des Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin: *Biogeochemische Konnektivität von Land und Gewässern: Regulation durch gelöste Huminstoffe*

EISENMEIER-TRIO, Schlitz: F. DAIZI: *Menuett und Trio*

Kaffeepause

PROF. VINCENT H. RESH, University of California, Berkeley: *Abiotic and Biotic Influences in Stream Benthic Communities: Climatic and Temporal Trends*

**Dank und Ausklang**

PROF. PETER ZWICK, Schlitz

EISENMEIER-TRIO, Schlitz: J. HAYDN: *Londoner Trio Nr. 3, Allegro*

Im Anschluss an die Feier im Rittersaal und am folgenden Vormittag bestand für die Gäste der Fluss-Station Gelegenheit zum Besuch des Instituts.  
Abends traf man sich in zwangloser Runde auf der Terrasse des Gasthofs Habermehl.

Die interessierte Öffentlichkeit war am 15. und 16. Juni zu  
**TAGEN DER OFFENEN TÜR**  
eingeladen und machte regen Gebrauch von diesem Angebot.

**PROF. DR. MANFRED MILINSKI**  
Geschäftsführender Direktor, MPI f. Limnologie, Plön



Am 4. Juni 1951 eröffnete PROFESSOR OTTO HAHN, seinerzeit Präsident der Max-Planck-Gesellschaft, in Schlitz in Osthessen die FULDASTATION DER LIMNOLOGISCHEN FLUSS-STATION FREUDENTHAL. Sie war ein Geschenk von OTTO HARTMANN, GRAF VON SCHLITZ, an die Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, um fünf jungen Biologen eine feste Basis für ihre Fließgewässerforschung zu bieten. Als Doktorvater der jungen Initiatoren war PROFESSOR AUGUST THIENEMANN an der Gründung und Entwicklung der Fluss-Station nachhaltig beteiligt; er hielt seine Erinnerungen in seinem Buch *Chironomus* fest, aus dem PROFESSOR MILINSKI zur Eröffnung der Feierstunde vortrug.



**PROF. DR. ERNST-JOSEPH FITTKAU**  
Mitbegründer der Fluss-Station, Icking



***50 Jahre Fuldastation Schlitz***

Eine Reihe außergewöhnlicher Gegebenheiten in der ebenso außergewöhnlichen Zeit des Neuanfangs nach der Kriegskatastrophe machten es möglich, dass vor 50 Jahren die Einweihung der Fuldastation, genauer der Limnologischen Fluss-Station, hier in Schlitz gefeiert werden konnte. Fünf Göttinger Studenten der Biologie hatten sich in den Kopf gesetzt, neben ihrem Studium das erste limnologische Institut der Welt zur Erforschung von Fließgewässern aufzubauen. Ihr Anführer und Organisator war der ehemalige Staboffizier und Botaniker MARTIN SCHEELE. Ihm zur Seite standen der intellektuelle Forscher und Zoologe JOACHIM ILLIES, der Universalgelehrte und Chemiker WOLFGANG SCHMITZ, der ruhelose Praktiker und Fischereibiologe KARL MÜLLER, und der Jüngste, nämlich ich. Aber uns fünf Phantasten, die wir uns gegenseitig in unseren Begabungen ergänzten, wäre der Start nicht gelungen, hätte es nicht den GRAFEN BERLEPSCH gegeben, ein nicht nur der Vogelwelt überaus wohlwollender Mäzen. Er nahm als erster, 1947, uns Studenten ernst und überließ uns an der Werra in Freudenthal ein großes Grundstück für 1000 Reichsmark, damaliger Wert etwa 100 amerikanische Zigaretten. Ernst wurden wir aber auch genommen von dem emigrierten russischen PROFESSOR DEMETER BELING, der seinerzeit eine fischereibiologische Station am Dnjepr geleitet hatte und nun in Göttingen ein bescheidenes Dasein fristete. Mut machte uns bald auch PROFESSOR AUGUST THIENEMANN, der Begründer der Limnologie in Deutschland und Leiter der Hydrobiologischen Anstalt in Plön, des heutigen Max-Planck-Instituts für Limnologie. Aber aller ideeller Beistand hätte gewiss nicht unser Vorhaben lange über die Währungsreform

hinweg am Leben erhalten können, wenn es da nicht im August 1948 eine Begegnung der Freudenthaler, wie man uns mit einem gewissen Lächeln in der Biologischen Fakultät in Göttingen bezeichnete, mit dem Vorstand des Schlitzer Sportfischervereins gegeben hätte. Diese Schlitzer Bürger fanden unsere Idee, die Fulda und ihre Nebenflüsse zu untersuchen, und unsere wissenschaftliche Begeisterung überaus förderungswürdig. Sie dachten nach, wie uns geholfen werden könnte, luden uns ein, im folgenden Jahr auf ihre Kosten eine Ausstellung über das Leben der Binnengewässer und ihren Schutz in Schlitz zu konzipieren. Als im August 1949 die Ausstellung in der Turnhalle gezeigt werden konnte, gehörte auch GRAF GÖRTZ GENANNT VON SCHLITZ zu den Besuchern. Anschließend bat er uns, ihn zu begleiten. Er zeigte uns das Bildhauer-Atelier seines Großvaters, das er für uns als Forschungsinstitut nach unseren Vorstellungen ausbauen lassen wollte und sobald das gegenüberliegende E-Werk frei würde, sollte auch das zur Station gehören, ebenso das umgebende Gelände sowie ein kleines Schutzgebiet an der Fulda, dazu ein VW-Geländewagen aus dem Krieg.

Am Abend jenes Tages wurde zum erstenmal nach nahezu dreijähriger Existenz der Freudenthaler gemeinsam gefeiert. MARTIN SCHEELE musste auf unseren ausdrücklichen Wunsch vom Geld unserer Ausstellungskasse eine Flasche Schlitzer Korn kaufen. Das war mehr als genug für uns und wir bedankten uns bei ihm mit einem zackigen Stechschritt auf dem nächtlichen Schlitzer Straßenpflaster.

Der Schlitzer Sportfischerverein teilte unsere Freude. Wir brauchten den Vorschuss, den wir zum Aufbau der Ausstellung erhalten hatten, nicht zurückzugeben, im Gegenteil, wir bekamen noch einen neuen Kredit zum Aufbau einer kleinen Werra- Station in Freudenthal. Dies und das Entgegenkommen des GRAFEN GÖRTZ machten es THIENEMANN leicht, die Max-Planck-Gesellschaft für die Freudenthaler Initiative zu gewinnen. Noch im selben Jahr wurde in Freudenthal mit dem Bau der Außenstelle des Plöner Instituts begonnen. Später übergab die MPG uns noch eine Villa zur Nutzung in Hannoversch-Münden. Die Voraussetzungen zur Verwirklichung unseres Traumes, die Weser von den Quellen der Fulda und Werra bis zur Mündung zu erforschen, wie es in unserem Exposé von 1947 stand, waren geschaffen.

Ende der 50er Jahre wechselte die Direktion der Hydrobiologischen Anstalt in Plön. Nur noch die Schlitzer Fluss-Station unter der Leitung von JOACHIM ILLIES blieb als Außenstelle des Max-Planck-Instituts für Limnologie erhalten. Zu unserem Kummer mussten Freudenthal und Hannoversch-Münden aufgegeben werden. MARTIN SCHEELE, KARL MÜLLER und WOLFGANG SCHMITZ fanden andere fachbezogene Arbeitsplätze, ich war schon von THIENEMANN ins Plöner Institut geholt worden.

Die Entstehungsgeschichte der Fuldastation ist einzigartig. Es erübrigt sich heute, mehr dazu zu sagen, vor 10 Jahre durfte ich an dieser Stelle ausführlich darüber berichten. Vergessen sollte nicht werden, dass sie ihre Existenz nicht nur jugendlichem Forscherdrang und Idealismus verdankt, sondern ebenso getragen und mitgestaltet wurde von väterlicher Verantwortung erfahrener Wissenschaftler, bürgerlichem Gemeinsinn und nicht zuletzt von großzügigem Mäzenatentum. In der heutigen Veranstaltung möchte ich meinen Dank aussprechen an alle, die damals daran beteiligt waren, insbesondere an jene, die heute nicht mehr unter uns sein können. Der frühe Tod von JOACHIM ILLIES, der der Fuldastation ihr Gesicht verliehen hatte, war ein bitterer Verlust. Wir dürfen uns heute besonders darüber freuen, dass sein Schüler, PETER ZWICK, bereit war, die Last der Leitung und die damals in Frage gestellte Weiterführung der Fuldastation zu übernehmen.



Es ist nicht meine Aufgabe, an dieser Stelle einen Überblick über das wissenschaftliche Wirken, das von der Fuldastation in den vergangenen 50 Jahren ausgegangen ist, zu geben. Die Fuldastation ist in Fachkreisen weltweit anerkannt und geschätzt. Ich kenne keine Forschungsstation von dieser Größe, genauer gesagt von diesen bescheidenen Ausmaßen, von der so viele bedeutende und grundlegende Beiträge zur Ökologie der Fließgewässer und zur Kenntnis ihrer Bewohner geliefert worden sind.

Es drängt sich heute die Frage auf, wie die Zukunft dieser so erfolgreichen Institution aussehen wird? Es gehört zum Wesen der Max-Planck-Gesellschaft, dass ihre Institute nur eine begrenzte Zeit bestimmten Aufgaben nachgehen, um dann Platz zu machen für den Ausbau neuer Schwerpunkte in der Forschung. In wenigen Jahren wird es die Fuldastation in der jetzigen Form voraussichtlich nicht mehr geben. Es ist zu hoffen und zu wünschen, dass unter anderer Schirmherrschaft die in diesem Institut seit 50 Jahren betriebene Forschung schwerpunktmäßig weitergeführt werden kann. Wenn man die seit einigen Jahren auch von politischer Seite viel propagierten nationalen und internationalen Forschungsprogramme zur Biodiversität ernst nimmt, so ist diese Art der Forschung, wie sie in Schlitz stets Vorrang hatte, Kenntnis der Arten und ihre ökologische Einbindung zu vermitteln, heute aktueller denn je. Ich meine, dass die für die wissenschaftliche Forschung in unserem Lande Verantwortlichen aufgerufen sind, das hier aufgebaute Potential zu erhalten und weiter zu nutzen.



E.-J. FITTKAU und G. BECKER

**PROF. DR. DRS H.C. JÜRGEN OVERBECK**  
emer. Direktor Abt. Mikrobenökologie, MPI f. Limnologie, Plön



### *50 Jahre Fließwasserforschung*

Meine Damen und Herren,

zunächst möchte ich Herrn ZWICK für die Einladung herzlich danken, anlässlich des fünfzigjährigen Bestehens der Limnologischen Fluss-Station des Max-Planck-Instituts für Limnologie ein Grußwort zu sprechen.

Die Fluss-Station war von 1966 - 1991 ein Teil der Abteilung Allgemeine Limnologie - Mikrobenökologie des Plöner Max-Planck-Instituts, deren Direktor ich seinerzeit war. Schlitz war damit ein Teil meines Zuständigkeitsbereiches. Die wissenschaftliche Leitung und Verantwortung der Fluss-Station war einem örtlichen Leiter - so die offizielle Bezeichnung der Generalverwaltung - übertragen. Dies war bis zu seinem Tod am 3.6.1982 PROF. JOACHIM ILLIES. 1984 wurde die wissenschaftliche Leitung offiziell PROF. PETER ZWICK übergeben. In den 25 Jahren meiner Leitung war ich zunächst fast jeden Monat für einige Tage in Schlitz, später in größeren Abständen, aber immer noch stetig. Die Zeiten in Schlitz gehören zu meinen besten Erinnerungen, ich bin den beiden Leitern für ihre große Kollegialität und viele gemeinsame Aktivitäten zu großem Dank verpflichtet. Das gilt ganz allgemein auch für alle Mitarbeiter.

Um chronologisch vorzugehen: am 6. Juli 1966 trafen wir gegen 20 Uhr in Schlitz ein und landeten natürlich im Gasthof HABERMEHL, der Heimstätte vieler Schlitzer Limnologen, bei

seinem berühmten Doppelschnitzel. Ich erwähne diese Nebensächlichkeit, da sie irgendwie ein Teil der Schlitzer Limnologie ist und fast alle Schlitzer Limnologen mit einem gewissen Glücksgefühl erfüllt.

Am nächsten Tag Institutsbesichtigung, Arbeitsbesprechung mit ILLIES, Exkursion auf die Wasserkuppe unter der Leitung von ILLIES mit PROF. KOSTAS ANAGNOSTIDIS, einem langjährigen Gast und Freund aus Athen und den damaligen Doktoranden PETER ZWICK und HEIDE PODSZUHN.

PROF. SIOLI, Direktor der Abt. Tropenökologie des Plöner Max-Planck-Instituts und bis *dato* für Schlitz zuständig, übergab mir offiziell das Schlitzer Institut und am Abend wurde das Ereignis in den "Altdeutschen Stuben" lustig gefeiert.

Ein bedeutendes Ereignis muss noch erwähnt werden: ich hatte als neuer Leiter dem großzügigen Mäzen OTTO HARTMANN, GRAF VON SCHLITZ, GEN. VON GÖRTZ, der als Hausherr der damaligen riesigen Grafschaft Schlitz der Fluss-Station in Schlitz eine Heimstatt gegeben hatte, einen Antrittsbesuch zu machen. PROF. ILLIES hatte mir eingeschärft: größte Pünktlichkeit, der Besuch darf nicht länger als 45 Minuten dauern. Am 8. Juli 1966 stand ich um Punkt 11 Uhr im Rentamt oben auf der Burg auf der Schwelle zu diesem Zauberreich. Seine Erlaucht der Graf und Ihre Erlaucht die Gräfin erwarteten mich bereits. Um 11 Uhr 45 stand ich nach einem sehr freundlichen Gespräch, das sich später noch oft fortsetzen sollte, reich beschenkt wieder vor der Tür: der Graf hatte mir zum Einstand die Hallenmühle, jetzt wichtiger Labortrakt, überreicht.

PROF. ILLIES begann damals seine Emergenz - Untersuchungen. Mit Emergenz wird das Verlassen des Wassers von adulten flugfähigen Wasserinsekten bezeichnet. Hierzu wurden in zwei Nebenbächen der Fulda - Breitenbach und Rohrwiesenbach - Gewächshäuser über den Wasserstrecken aufgestellt und die ausgeflogenen Insekten täglich gesammelt, nach Arten sortiert, gezählt und die Biomasse bestimmt. Die Ergebnisse sind in der inzwischen berühmt gewordenen Reihe "Schlitzer produktionsbiologische Studien" veröffentlicht. Insgesamt wurden über den Breitenbach sieben Emergenzfallen - Gewächshäuser - aufgestellt. Mit der Emergenz wird also die Produktion aquatischer Insekten gemessen. Gleichzeitig erhält man einen Überblick über die Artenfülle: auf einer Länge von 2 Kilometern und einer Breite von 0,5 bis 1 m leben im Breitenbach meist mehr als 1000 Metazoenarten, davon mehr als 500 Wasserinsekten, die über 90 % der tierischen Biomasse ausmachen. In der von ILLIES herausgegebenen *Limnofauna europaea* wurden fast 15 000 Arten erfasst mit steigender Tendenz, d.h., dass die taxonomische Bestandsaufnahme bei weitem noch nicht abgeschlossen ist.

Der Breitenbach bei Schlitz gehört durch diese langjährigen Untersuchungen zu den faunistisch am besten bekannten Fließgewässern der Welt. Einen wesentlichen Anteil an dem großen Erfolg der Schlitzer Fließwasserlimnologie haben die international hoch anerkannten Arbeiten von PROF. ZWICK, der als Mitarbeiter und dann als Nachfolger von PROF. ILLIES die Untersuchungen in neuen Dimensionen fortsetzte.

Mit den Arbeiten von DR. JÜRGEN MARXSEN, einem meiner Doktoranden, wurde begonnen, auch die autotrophe Produktion (Produktion der autotrophen Wasserpflanzen und des Aufwuchs) sowie die Beteiligung der Bakterien am Geschehen im Fließwasser zu untersuchen. Ohne auf Einzelheiten eingehen zu können, sei ein Ergebnis genannt: mit einer raffinierten Technik konnte nachgewiesen werden, dass die Produktion von bakterieller Biomasse im Sediment des Baches ebenso hoch ist wie die autotrophe Produktion der Wasserpflanzen. Das ergibt neue Aspekte für die Rolle der Bakterien in der Nahrungskette. Mit molekularbiologischen Methoden, die jetzt auch in Schlitz eingesetzt werden, konnte an anderer Stelle gezeigt werden,



dass die Mannigfaltigkeit an Mikrobenarten viel größer ist als man bisher angenommen hat: eine große Sequenz von Stoffwechselformen ist die Voraussetzung für eine nachhaltige Funktion im Ökosystem.



J. OVERBECK und J. MARXSEN

Es braucht nur am Rande erwähnt zu werden, dass automatisierte chemische Methoden und Modellberechnungen die Arbeiten vervollständigen und technisch auf den neuesten Stand bringen.

Das Besondere der Schlitzer Forschungen ist, dass die anonyme Biomasse z. B. der Wasserinsekten, die bei Emergenzuntersuchungen anfällt, taxonomisch vollständig aufgegliedert wird. Es gibt m.E. keine andere Fließwassergruppe, die hierzu in der Lage ist. Dies ist eine unabdingbare Voraussetzung, um die Bedeutung der Artenfülle, der Biodiversität, für Struktur und Funktion des Ökosystems zu erkennen. Andernfalls bleibt ein so komplexes System wie das Fließwasser stets eine "*black box*". Die Schlitzer Fließwasserforschung besitzt damit eine Vorrangstellung innerhalb der gesamten internationalen Fließwasserforschung, was sich in der hohen Zahl an Publikationen und der zahllosen Gäste aus aller Welt widerspiegelt.

Am heutigen Tag sollten wir dieser Leistung größten Dank zollen.

**HANS-JÜRGEN SCHÄFER**  
Bürgermeister der Stadt Schlitz



BÜRGERMEISTER SCHÄFER gratulierte und beglückwünschte die Limnologische Fluss-Station anlässlich ihres Jubiläums im Namen der Stadt Schlitz und ihrer Gremien; er überbrachte stellvertretend auch die Grüße und Glückwünsche des LANDRATS DES VOGELSBERGKREISES, Herrn RUDOLF MARX.

**EISENMEIER-TRIO**  
Schlitz



## **PROF. DR. CHRISTIAN STEINBERG**

Direktor des Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin



### ***Biogeochemische Konnektivität von Land und Gewässern: Regulation durch gelöste Huminstoffe***

Christian E.W. STEINBERG

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei  
Müggelseedamm 310, 12587 Berlin, e-mail: stein@igb-berlin.de

#### **Zusammenfassung**

Huminstoffe stellen die überwiegende Menge von organischem Kohlenstoff in allen Ökosystemen. Sie wurden bislang als chemisch inert, oder doch zumindest refraktär, rekalcitrant angesehen. Diese Ansicht ist aus mehrfacher Hinsicht nicht mehr haltbar. So weiß man seit kurzem, dass terrestrische Huminstoffe, die in die Gewässer eingewaschen werden, Energie für (fast) alle oligo- bis mesotrophen aquatischen Systeme bereitstellen. Dies gilt sowohl für limnische als auch für viele marine Systeme. Mit anderen Worten: Gewässer werden zum Großteil durch das Umland alimentiert. Die Schlüssel sind das Licht und Mikroorganismen, die die Photolyse-Produkte verstoffwechseln und auf diese Weise die Energie für höhere trophische Niveaus verfügbar machen.

Mit einer zweiten Vorstellung gilt es ebenfalls aufzuräumen: Huminstoffe sind Chemikalien, wenn auch natürliche. Das heißt, sie haben eine Wirkung auf aquatische Organismen: Sie können die Transformationssysteme modulieren, die Photosynthese von Algen, Moosen und Makrophyten hemmen und die Fruchtbarkeit des Nematoden *Caenorhabditis elegans* modulieren. Für die herbiziden Wirkungen können chinoide Strukturen verantwortlich gemacht werden: Bei der pseudo-hormonellen Wirkung sind es wahrscheinlich Alkylaromaten. Ferner haben sie bakterizide, antivirale oder fungizide Wirkungen. Viele dieser Effekte sind Resultierende mehrerer konkurrierender Prozesse, so dass in limnischen Ökosystemen häufig eine positive Wirkung durch Huminstoffe aufscheint.

## Summary

Humic substances comprise the majority of organic carbon in all ecosystems. Up to the recent past they have been considered inert, or at least refractory or recalcitrant. These paradigms have to be revised because of several reasons. First: It has very recently been shown that humic substances of terrestrial origin support heterotrophic processes in oligo- and mesotrophic freshwater and marine systems. These systems turned out to be net-heterotrophic. The keys are light and microorganisms. Light produces photolytic products that may be utilized by microorganisms. Thus, the terrestrial biogeochemical energy is converted into biomass.

The second paradigm includes simply the fact that humic substances are chemicals, although of natural origin. That means that (adverse) effects on aquatic organisms must be anticipated. They are able to modulate the detoxification system as well as the fecundity of the nematode *Caenorhabditis elegans*. Further, they are able to inhibit the photosynthetic oxygen release with algae, mosses and angiosperms. For these herbicide effects, quinoid structures are responsible, as demonstrated by a quantitative structure effect relationship. The pseudo-hormone effect is most likely due to alkylaromatic structures. Further, humic substances are known to have bactericide, antiviral or fungicide properties. On the ecosystem basis, many effects are trade-offs of several competing processes.

## Einleitung

Bekanntlich stand die Wiege der Limnologie an einem sommerlich stabil geschichteten klaren tiefen See, dem Genfer See nämlich, einem Gewässertypen, der – im Weltmaßstab gesehen – bei weitem nicht der häufigste ist. Flachseen beispielsweise, die eine dauerhaft stabile thermische Schichtung nicht ausbilden, sind viel zahlreicher; ebenso die – mit bloßem Augen gut erkennbar – braun gefärbten Seen. Dennoch haben viele Limnologen versucht, die Paradigmen, die an diesem Seetypen oder an seinem dimiktischen Verwandten entwickelt wurden, auch in oder an den anderen Seetypen wieder zu finden (siehe z.B. die lesenswerte Einleitung bei SCHEFFER 1998) oder deren Modifikationen von dem Grundtypen zu dokumentieren. Die Paradigmen wurde lange Zeit nicht in Frage gestellt.

Eines dieser Paradigmen war beispielsweise, dass die autochthone Produktion in Seen die energetische Basis für alle anschließenden Glieder des trophischen Netzes ist. Also: Die verschiedenen Ernährungstypen des Zooplanktons, die Fische, gegebenenfalls auch fischfressende Vögel und Säugetiere, das Zoobenthos und vor allem die sogenannten Destruenten (Bakterien und Pilze) des Freiwassers und des Sedimentes hängen im wesentlichen von der Produktion des Phytoplanktons ab. Diese Gleichung konnte energetisch nicht aufgehen. Anfangs hatte man die Produktion in den Sedimenten übersehen oder als viel zu gering eingeschätzt.

Als man aufgrund des methodischen Fortschrittes merkte, dass die in den Algen allein fixierte Energie nicht ausreichte, nur die trophischen Glieder des Freiwassers zu alimentieren, interessierte man sich für die Exsudate, also den von den Algen exkretierten oder bei der Zellteilung abgegebenen und den bei den Fraßvorgängen des Zooplanktons freigesetzten organischen Kohlenstoff. Im allgemeinen geht man von einer Freisetzung und Verwertung von 30–50 % des photosynthetisch fixierten Kohlenstoffs aus, der als Exsudat in das *microbial loop* eingeschleust wird (MÜNSTER et al. 1999 mit Verweisen auf die zahlreiche Literatur zu diesem Thema). Nicht einmal bei Maximalwerten, wie sie SELL & OVERBECK (1992) mit rund 100 % am Plussee feststellen, konnte auch diese Bilanz selbst bei exaktestem Messen aufgehen. Die ersten Berichte kamen von den Humus-dominierten Seen aus der borealen Zone. Dort war in vielen Fällen bereits schon die Produktion der Bakterien deutlich höher als die der Freiwasser-algen. Die stoffliche und damit energetische Versorgung der Bakterien über Photolyseprodukte der Huminstoffe rückte jetzt in den Mittelpunkt des limnologischen Interesses.

Damit waren drei konzeptionelle Fortschritte in der Limnologie verbunden – die sich nach einer puristischen Definition nun zur Gewässerökologie entwickelte:

1. Land und Gewässer wurden zunehmend als eine Einheit betrachtet, die nicht nur stofflich, sondern auch energetisch miteinander in klarer Beziehung standen, nein, die vielmehr eindeutig voneinander abhängig sind. Diese Beziehung ist eine klare Einbahnstraße vom Land in Richtung aquatisches System.
2. Ökologen fingen nach den Ökochemikern an, sich endlich auch für die tote organische Biomasse als Ökosystem-Kompartiment zu interessieren – stellt diese doch in Binnengewässern rund 10-mal mehr Kohlenstoff als alle Lebewesen zusammen!
3. In die energetischen Betrachtungen mussten umfassende Bilanzen einbezogen werden: Um die Prozesse im Gewässer, einschließlich der Vorgänge im Sediment, quantitativ zu erfassen, mussten Massenbilanzen (Eintrag–Umsatz–Austrag/Sedimentation) aufgestellt werden.

So war es nur noch eine Frage der Zeit, bis auch für die großen sommerlich geschichteten Seen herausgefunden wurde, dass diese Systeme ebenfalls heterotroph sind, also von der Zufuhr organischer Substanzen von außen abhängen.

Auch wenn es noch eine Reihe weiterer überraschende Beispiele für die energetische Bedeutung von Huminstoffen geben wird, ist selbst dieser Ansatz noch recht konservativ, geht er doch von der Vorstellung aus, dass Huminstoffe mit den aquatischen Organismen nicht interagieren und wenn, dann nur als Träger von potenziell nutzbarer Energie. Auch diese Ansicht ist nicht mehr haltbar. Betrachtet man diese Stoffe unvoreingenommen von einem chemischen Standpunkt aus, dann sind sie ein Gemisch aus mehr oder weniger komplexen Chemikalien. Sie besitzen eine Reihe von funktionellen Gruppen: phenolische, carboxylische oder Amino-Gruppen, sowie aromatische, aliphatische oder chinoide Strukturen. Warum sollen diese Gruppen und Strukturen vor Organismen Halt machen? Nur weil sie auf natürlichem Wege entstanden sind? Weit gefehlt.

Im Folgenden sollen für beide Komplexe aussagekräftige Beispiele angeführt werden.

### **Alimentierung der Gewässer durch das Land**

Die Vorstellung, dass die autotrophe Produktion in nicht eutrophierten Gewässern die gesamte Vielzahl von heterotrophen Prozessen quantitativ vollständig unterstützen kann, ist nicht länger haltbar. Sie gilt mit Sicherheit nicht für boreale Gewässer, aber auch nicht für die in den gemäßigten Zonen, für die man dies noch bis vor kurzer Zeit glaubte. Sie ist allenfalls für extreme Gewässer wie Lake Fryxell in der Antarktis (MCKNIGHT et al. 1994) oder wenige Bezirke der offenen Ozeane gültig. Nach neueren Untersuchungen hat sie nicht einmal mehr für die Großen Seen in Nordamerika Bestand (BIDDANDA et al. 2001): Alle oligo- bis mesotrophen Gewässer haben vielmehr als netto heterotroph zu gelten (COLE 1999). Noch erstaunlicher war, dass DUARTE et al. (2001) fanden, dass selbst im subtropischen Nordost-Atlantik die Respiration die Bruttoproduktion signifikant überschreitet. Das heißt: ein Teil, häufig ein sehr großer Teil des organischen Kohlenstoffs wird in das Gewässer aus dem Umland hineingespült. Dieser Paradigmenwechsel besagt, dass aus dem Land ausgewaschene organische Verbindungen die aquatischen Nahrungsnetze energetisch stützen. Das Bindeglied in die Nahrungsnetze hinein ist die bakterielle Aktivität in den Gewässern. Um die Menge des ausgetragenen organischen Kohlenstoffs abschätzen zu können, der für die Netto-

Heterotrophie von Seen in bewaldeten Einzugsgebieten benötigt wird, machte COLE (1999) eine Modellkalkulation auf, nach der 2 % der terrestrischen Produktion ausreichen, um die Netto-Heterotrophie unter oligotrophen Bedingungen zu unterstützen.

Quantitative Daten über den Umsatz von organischen Kohlenstoffverbindungen im Ganzsee-Maßstab liegen nur in wenigen Studien vor. Eine der wenigen Arbeiten wurde von JONSSON & JANSSON (1997) für den See Örträsket (7,3 km<sup>2</sup>, DOC: 10 mg/L) in Nordschweden veröffentlicht. Spitzenwerte der Retention organischen Kohlenstoffs nach der Schneeschmelze reichen auffälligerweise bis 75 t/d und übersteigen damit die autochthone Produktion bei weitem. Die jährliche Bruttosedimentation des organischen Kohlenstoffs wurde mit mehr als 300 t berechnet. Für den Gesamtstickstoff betrug dieser Wert 23 t/a. Es stellte sich interessanterweise heraus, dass der allochthon eingeschwemmte partikuläre organische Kohlenstoff zu einem weit größeren Anteil als der gelöste abgebaut wird.

### **Nahrungsnetze in Seen**

Die Auffassung von Nahrungsnetzen besagt, dass die Fixierung von Energie durch photo- und zu einem gewissen Grade auch durch chemolithoautotrophe Organismen geschieht. An diese Primärproduzenten schließen sich die verschiedenen Stufen der Konsumenten an (primäre Nahrungskette). Von der toten organischen Materie aller trophischer Ebenen, dem Detritus im ökologischen Sinne, leben die sogenannten Mineralisierer, die durch diesen Prozess anorganische Nährstoffe freisetzen. Ferner finden die Mineralisierer ihrerseits durch Filtrierer Eingang in die primäre Nahrungskette.

Eine Ergänzung, ja sogar eine Inversion des oben genannten Modells muss vorgenommen werden, wenn man sich ein Nahrungsnetz in einem durch Huminstoffe geprägten See anschaut. Der Eintrag von Huminstoffen aus dem Umland gilt für alle nicht eutrophierten Seen. Hier kommen zwei unabhängige Energiequellen vor: das Licht und die überwiegend allochthon eingetragenen Huminstoffe. Während die erste vom Phytoplankton genutzt wird, setzen die zweite die Bakterien um. Beide Organismengruppen mobilisieren Energie und machen sie den höheren trophischen Ebenen verfügbar (JONES 1998). Daraus sollte resultieren, dass in solchen Ökosystemen Bakterien und Algen **unabhängig** voneinander existieren können (JANSSON 1998). Wenn diese Ansicht richtig ist, sollte die Produktionslimitierung von Bakterien von Energie zu Nährstoffen umschlagen. Erste Ergebnisse von HESSEN et al. (1994) aus norwegischen Seen und JANSSON et al. (1996) aus schwedischen Seen belegen die Richtigkeit dieser Annahme: in den norwegischen Seen stimulierte die Zugabe von Stickstoff und Phosphor das Bakterienwachstum, während Glucose keine Reaktion hervorbrachte. In den schwedischen Experimenten brachte im wesentlichen nur die Phosphorzugabe eine Erhöhung der Bakterienbiomasse während der Sommerperiode. Da die Bakterien die deutlich besseren Konkurrenten um die Nährstoffe sind als die Algen, ist es nicht verwunderlich, sondern logisch, dass die relative Bakterienproduktion in humosen Seen größer ist als in nicht-humosen Seen ist.

Die Algen weichen diesem Konkurrenzdruck dadurch aus, dass sie mit den Bakterien nicht um dieselben Nährstoff-, insbesondere Phosphorressourcen konkurrieren, sondern sich andere P-Quellen erschließen (ROTHHAUPT 1992). Viele dieser Algen sind mixotroph, das heißt, sie sind sowohl zum autotrophen als auch zum heterotrophen Wachstum befähigt. Das heterotrophe Wachstum kann sowohl über die Phagotrophie (Aufnahme organischer Partikel) als auch über die Osmotrophie (Aufnahme gelöster organischer Verbindungen) bewerkstelligt werden (JONES 1998). Phagotrophie durch das Fressen von Bakterien, Pico- oder Nanoplank-



ton ist die am häufigsten dokumentierte mixotrophe Strategie der Phytoflagellaten (u.a. PRINGSHEIM 1963). JANSSON (1998) vermutete in diesem Zusammenhang, dass es für das Phytoplankton sogar energetisch günstiger ist, Bakterien die Nährstoffe aus dem umgebenden Medium aufkonzentrieren zu lassen und die Bakterien aufzunehmen, als selbst effektive Aufnahmemechanismen zu aktivieren und aufrechtzuerhalten. Ferner erschließen Bakterien mit dem allochthonen Detritus auch weitere Nährstoff- und Energiequellen, die für die Phytoplankter nicht oder nur schwer erschließbar sind. Die planktische Primärproduktion stellt nur einen kleinen Teil der benötigten Energie bereit (**Tabelle 1**) und wird unter Umständen erst noch durch mikrobielle Umbauprodukte von gelösten Huminstoffen gefördert.

Auffälligerweise geht die Bilanz in **Tabelle 1** nicht auf: Die Einträge sind um rund 1200 kJ/m<sup>2</sup>/a zu niedrig, um die aufgeführten Verluste kompensieren zu können. Da die Autoren auf diese Diskrepanz nicht eingehen, kann nur vermutet werden, dass die Einträge durch schwer erfassbare hydraulische Extremereignisse, insbesondere bei Starkregen oder Schneeschmelze, oder durch diffuse Einträge über Sickerwasser deutlich unterschätzt worden sind. Wenn dies richtig ist, wäre der allochthone Eintrag bei 3670 kJ/m<sup>2</sup>/a und würde über 70 % aller Energiequellen des Lammin Pääjärvi ausmachen.

**Tabelle 1:** Energiebilanz des humosen finnischen Sees Lammin Pääjärvi. (aus ARVOLA et al. 1999)

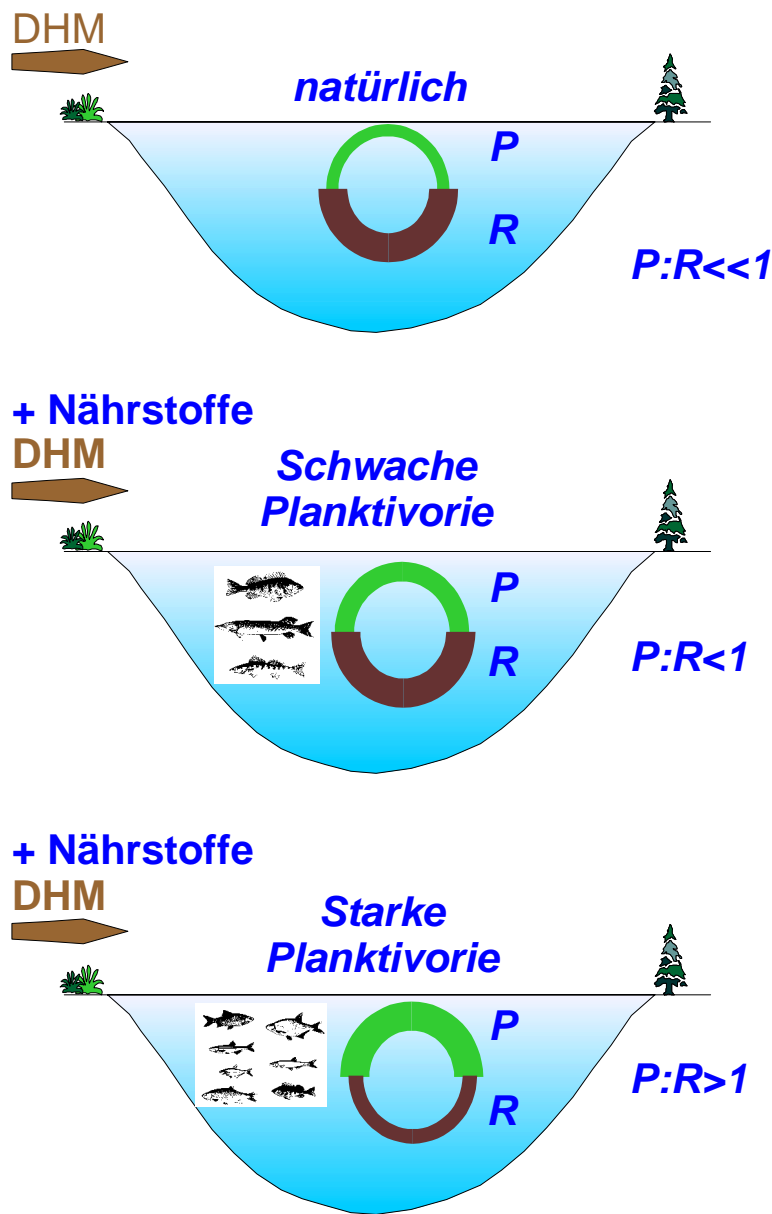
	<b>kJ/m<sup>2</sup>/a</b>	<b>%</b>
<b>Einträge</b>		
Allochthones Material	2466	62,9
Primärproduktion des Phytoplanktons	1096	28,0
Primärproduktion des Litorals	358	9,1
<b>Gesamt</b>	<b>3920</b>	<b>100,0</b>
<b>Verluste</b>		
Respiration des Bakterioplanktons	1877	36,7
Respiration des Zooplanktons	698	13,6
Respiration des Benthos	762	14,9
Respiration der Fische	65	1,3
Fischerei-Ertrag	7	0,1
Insekten-Emergenz	5	0,1
Abfluss	1398	27,3
Sediment-Akkumulation	305	6,0
<b>Gesamt</b>	<b>5117</b>	<b>100,0</b>

### Allgemeingültigkeit der Netto-Heterotrophie

Warum derartiges nicht bereits im Boden geschieht, ist eine Frage des Lichtes: Aus Huminstoffen, vornehmlich deren chromophoren Anteilen, werden durch Licht mikrobiell verwertbare Produkte freigesetzt. Dies kann im Boden durch weitgehenden Lichtausschluss natürlich nicht ablaufen.

Für welche Gewässertypen gilt diese Unterstützung durch terrestrische Huminstoffe? Wann tritt die erwähnte Netto-Heterotrophie auf? Grundsätzlich erhalten – mit wenigen Ausnahmen – alle Binnengewässer Huminstoffe aus ihren Einzugsgebieten. Es ist, wie JONES (1998) feststellt, nicht möglich, ein Gewässer definitiv nur als «Klarwasser»- oder als «Humus»-Typ zu klassifizieren. Alle Gewässer haben einen gewissen Gehalt an gelösten Huminstoffen. Die Gewässer stellen diesbezüglich vielmehr ein Kontinuum dar von einem kaum erkennbaren Huminstoffgehalt bis zu einer kaffeebraunen Färbung. Eine Unterstützung der mikrobiellen Produktion durch Huminstoffe terrestrischen Ursprungs und deren photolytische Abbauprodukte ist deshalb in jedem Gewässer mehr oder weniger stark vorhanden. Nur kann dieser Effekt überlagert sein. So kann in nährstoffreichen Gewässern die autochthone Produktion dominant werden. Es ist auch denkbar, dass sekundäre biogeochemische Prozesse infolge der Eutrophierung den Alimentierungsprozess überlagern oder vielleicht sogar verunmöglichen.

Abschließende Klarheit über die Mechanismen der allochthonen Heterotrophie besteht für nicht-oligotrophe Gewässer noch nicht.



**Abb. 1:** Schema über das Verhältnis von Brutto-Produktion (**P**) zu Gesamt-Respiration (**R**) in Seen unterschiedlicher Trophie und unterschiedlicher Nahrungsnetz-Struktur (nach COLE et al. 2001). Der Schlüssel zum Verständnis ist das Vorhandensein oder Fehlen von algenfressenden Zooplanktern. Wenn eine nur schwache Planktivorie auftritt, war die Respiration höher als die Produktion. Eine schwache Planktivorie kann durch einen hohen Raubfischbestand (hohe Piscivorie) oder durch Abfischen durch den Menschen hervorgerufen werden. Dominieren allerdings die zooplankton-fressenden Fische (Weißfische, Cypriniden), dann fehlt die Kontrolle durch die Daphnien und das Verhältnis R:P schlägt zugunsten der Produktion um.

So stellten TRANVIK et al. (2000) in einem Survey von mehr als 30 schwedischen Seen fest, dass eine Förderung des Mikробenwachstums nach Belichtung des DOC nur unter folgenden Bedingungen auftritt: geringe Leitfähigkeit, pH-Wert  $\leq 8,0$ , Chlorophyll *a*  $< 1 \mu\text{g}/\text{mg}$  DOC. Eine multiple Regression stellte fest, dass die bakterielle Produktionskapazität durch den DOC-Gehalt positiv und den Chlorophyll *a*-Gehalt negativ determiniert wird und diese beiden Parameter ausreichen, rund 75 % der Variabilität zu beschreiben.

Einen anderen Aspekt bringen COLE et al. (2001) in die Diskussion, nämlich die Nahrungsnetz-Struktur. In einer Serie von kleinen Seen, in denen das Nahrungsnetz manipuliert und die zum Teil eutrophiert worden waren, wurde die Brutto-Primärproduktion und die Gesamt-Respiration über einen Zeitraum von vier bis sieben Jahren mit drei unabhängigen Methoden erhoben. Im naturbelassenen Zustand waren die Seen nettoheterotroph:  $P:R < 1$ . Es stellte sich heraus, dass selbst die Nährstoffzufuhr an dem Überwiegen der Respiration nicht viel änderte, wenn aufgrund der Nahrungsnetzstruktur keine starke Planktivorie auftrat. Planktivorie liegt beispielsweise dann vor, wenn ein großer Weißfischbestand weder durch den Menschen noch durch piscivore Fische reguliert wird

und einen hohen Fraßdruck auf die algenfressenden Wasserflöhe ausübt. Wenn eine ausreichende Piscivorie vorlag, also ein hoher Fraßdruck auf die planktonfressenden Weißfische vorhanden war, war die Respiration auch unter eutrophen Bedingungen deutlich kleiner als die Produktion ( $P:R > 1$ ). Diese Ergebnisse sind schematisch in **Abb. 1** wiedergegeben. Diese Befunde verdeutlichen, dass die Nahrungsnetz-Struktur einen wesentlich stärkeren Einfluss auf das Verhältnis Produktion zu Respiration hatte als der Trophiegrad. Der Trophiegrad war in diesen Untersuchungen nicht die primär prägende Komponente – offensichtlich anders als in den oben genannten Untersuchungen von TRANVIK. Es kann nun durchaus sein, dass die eutrophen Seen in der TRANVIKschen Untersuchung ein durch Planktivorie geprägtes Nahrungsnetz aufwiesen. Dies wäre dann der Fall, wenn sich eutrophierungsbedingt der Raubfischbestand zugunsten der planktivoren Cypriniden vermindert hätte und keine biomanipulatorische Pflege des Fischbestandes vorgenommen wäre. Dann ließen sich die auf den ersten Blick widersprüchlichen Befunde von COLE und TRANVIK doch noch zur Deckung bringen.

## **Huminstoffe sind Chemikalien mit Wirkungen auf Organismen**

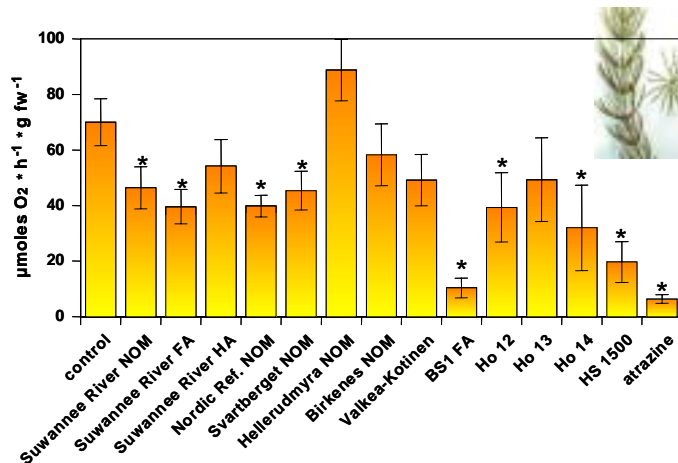
Aus Balneologie und Medizin sind direkte und indirekte Wirkungen auf die betroffenen Organismen seit langem bekannt, u. a. bakteriostatische und antivirale Wirkungen durch Freisetzung von Radikalen (ZIECHMANN 1996). Es gibt keinen plausiblen Grund anzunehmen, dass diese Wirkungen nur im medizinischen Badebecken und nicht auch in einem natürlichen Gewässer auftreten sollten. Einige derartiger Wirkungen sind bei STEINBERG (2001) zusammengefasst. An dieser Stelle sollen nur einige auffällige Beispiele gebracht werden.

### **1 Herbizid-Wirkung bei Wasserpflanzen**

Seit geraumer Zeit wird gelegentlich eine Therapie gegen unliebsame Algen angewandt (RIDGE et al. 1999), die mit Auslaugungen aus Falllaub wie auch aus Stroh die Entwicklung von Algen in circum-neutralen Gewässern hemmt. Die hemmende Wirkung entfalteten diese Substrate gegen Grünalgen und Cyanobakterien (z. B. *Microcystis aeruginosa* KÜTZING) in Dosen von 3–50 mg/L (RIDGE et al. 1999). Die Autoren vermuten, dass es sich um oxidierte Polyphenole handelt, die aus dem Lignin stammen, also Substanzen, die als Vorläufer von Huminstoffen gelten können. Über den Wirkmechanismus kann nur vermutet werden, dass entweder die Photosynthese gehemmt wird oder dass die detoxierenden Enzymsysteme aktiviert werden und Energie abziehen, so dass die Zellteilung eingestellt wird. Für den letztgenannten Mechanismus sollen Ergebnisse für *Ceratophyllum demersum* L. (Gemeines Hornblatt) und *Vesicularia dubyana* (C. MÜLLER, Java-Moos) vorgestellt werden. Diese leicht zu kultivierenden Wasserpflanzen wurden eine Zeit lang gegenüber Huminstoffen exponiert und dann in huminstofffreies Kulturmedium umgesetzt, so dass eine Lichtauslöschung durch Huminstoffe, wie sie oft für Freilanduntersuchungen beschrieben wird (vgl. z. B. SCHEFFER 1998) auszu-schließen ist. Bei diesen beiden Makrophyten wurde die photosynthetische Sauerstoffproduktion durch die meisten Huminstoffisolate vermindert. Diese Hemmung fiel bei dem Hornblatt stärker als bei dem Java-Moos aus (**Abb. 2 a, b**)<sup>1</sup>. Auch bei der Grünalge *Scenedesmus armatus* CHODAT (**Abb. 2 c**) trat eine Hemmung der Photosynthese auf, nachdem sie gegenüber Huminstoff-Präparaten exponiert worden war. Es waren dies die Isolate/Präparate, die bereits bei den beiden Makrophyten deutliche Wirkungen hervorgerufen hatten.

---

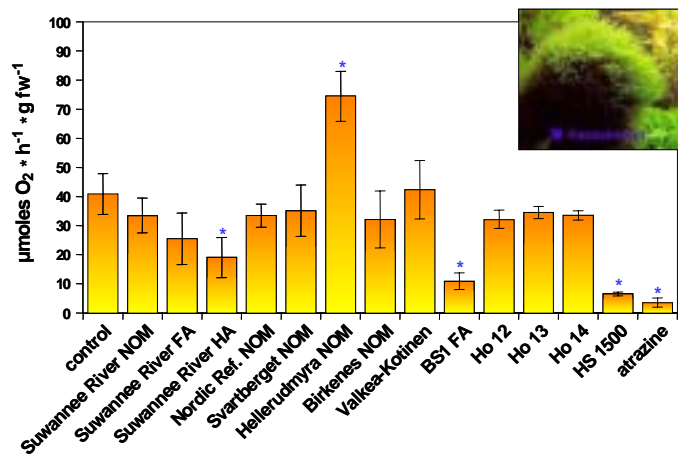
<sup>1</sup> Womit die fördernde Wirkung des *Hellerudmyra*-Isolates zu erklären ist, muss an dieser Stelle offenbleiben. Ein Nährstoffeffekt ist äußerst unplausibel, da die Pflanzen über die Kulturlösung optimal versorgt schienen.



**Abb. 2 a:** Wirkungen von verschiedenen Huminstoffisolaten in Konzentrationen von 0,5 mg/L C als DOC auf die Photosynthese-Aktivität der submersen Makrophyte *Ceratophyllum demersum* nach 24 stündiger Exposition. Zum Vergleich wurde der Effekt von Atrazin, einem bekannten Photosynthesehemmer, in einer Konzentration von 0,5 μg/L herangezogen. \*= signifikant unterschiedlich zur Kontrolle (aus STEINBERG et al. im Druck).

FA = Fulvosäure (XAD-Isolat), K = Ultrafiltrat.

BS1: Sickerwasser aus einem Waldboden bei Bayreuth, HO10-14: Hochmoorsee im Nordschwarzwald zu verschiedenen Probenentnahmen. Bei den übrigen Huminstoff-Präparaten handelt es sich um Fulvo- und Huminsäuren, die von der *International Humic Substances Society* zu erwerben sind, sowie um Umkehrosiose-Isolate aus Skandinavischen Projekten.



**Abb. 2 b:** Hemmende Wirkungen von verschiedenen internationalen Huminstoffisolaten in Konzentrationen von 0,5 mg/L C als DOC auf die photosynthetische Sauerstoffentwicklung des tropischen Wasser Moores *Vesicularia dubyana* (Java-Moos) nach 24 stündiger Exposition. (aus STEINBERG et al. im Druck)

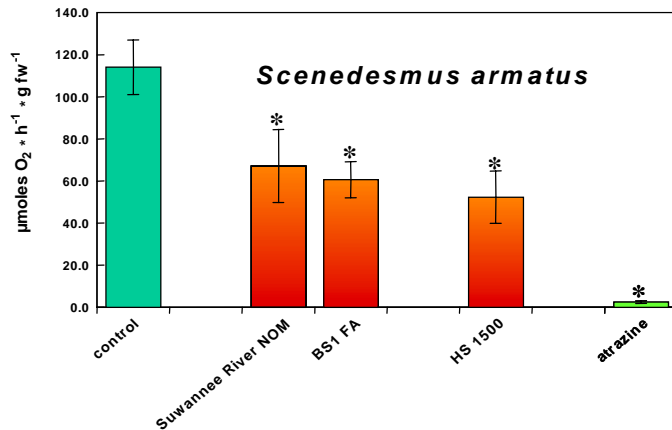
von Huminstoffen auf die Wasserpflanzen durch organische (Pestizide) oder anorganische (toxische Schwermetalle) Verunreinigungen hervorgerufen würde. Eine geringfügige Kontamination der Huminstoffe aus diffusen Quellen kann zwar nie ganz ausgeschlossen werden. Wenn sich aber die gefundenen Effekte so eindeutig wie im Falle des Hornblattes oder gar des Java-Mooses auf ganz bestimmte Struktureinheiten in den Huminstoffen zurückführen

Welche Strukturen in den Huminstoffen sind hierfür nun verantwortlich? Aus mikrobiellen Arbeiten ist bekannt, dass bestimmte aromatische, nämlich chinoide Strukturen, in den Elektronentransport (Redox-Reaktionen) eingreifen, wie u.a. SCOTT et al. (1998) für Sedimente nachwies. Es ist naheliegend dass dieser Effekt nicht nur auf Sedimente beschränkt ist, sondern auch innerhalb von Pflanzen, z.B. Photosystem II, abläuft. Chinoide Strukturen neigen rasch zur Radikalbildung, Radikale ihrerseits sind Elektronenakzeptoren, die durchaus den Elektronenfluss im Photosystem II unterbrechen können.

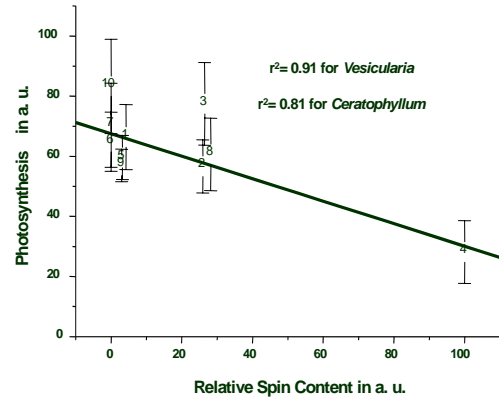
Eine erste Studie konnte zeigen, dass sich eine Quantitative-Struktur-Wirkungs-Beziehung zwischen dem Ausmaß der Hemmung und chinoiden, elektronen-aufsaugenden Struktureinheiten, die sich über Elektronen-Spin-Resonanz-Spektroskopie messen lassen, aufstellen ließ (Abb. 3). Bei dem Wassermoos *Vesicularia* konnten 90 % und bei dem Hornblatt noch gut 80 % der Photosynthesehemmung über die Konzentrationen an chinoiden Strukturen in den Huminstoffen statistisch erklärt werden. Für die Grünalge liegen für eine derartige Regression noch zu wenig Ergebnisse vor.

Verschiedentlich wurde bei der Vorstellung dieser Ergebnisse argumentiert, dass der xenobiotische oder pseudo-xenobiotische Effekt

lassen, dann ist nicht die potentielle Verunreinigung, sondern die Huminstoffstruktur selbst für den gefundenen Effekt verantwortlich. Die Eingriffe von Huminstoffe in die Photosynthese von aquatischen Organismen scheint somit eine immanente Eigenschaft der Substanzen zu sein.



**Abb. 2 c:** Hemmende Wirkungen von drei Huminstoffisolaten in Konzentrationen von 0,5 mg/L C als DOC auf die photosynthetische Sauerstoffentwicklung der Grünalge *Scenedesmus armatus* nach 24 stündiger Exposition (nach PFLUGMACHER, AMÉ, NICKLISCH & STEINBERG in Vorb.)

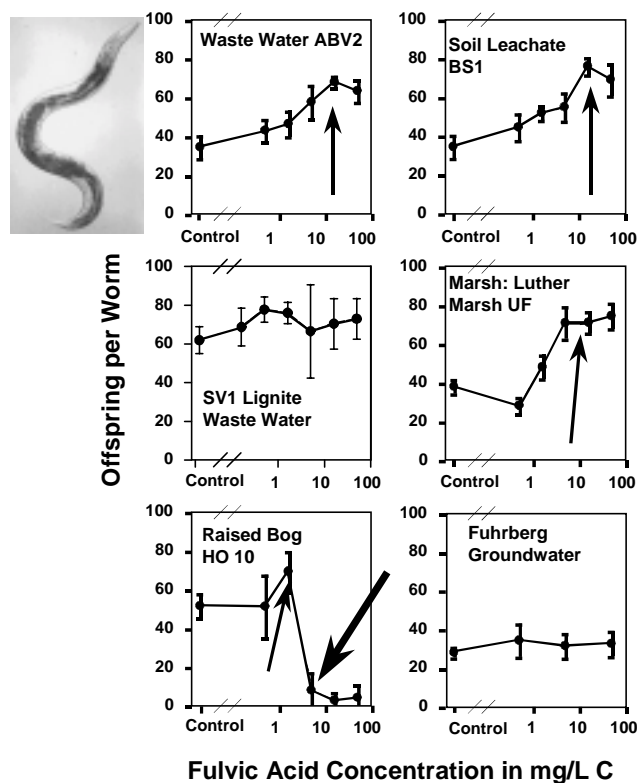


**Abb. 3:** Abhängigkeit der Photosynthese-Hemmung bei *Ceratophyllum demersum* und *Vesicularia dubyana* von dem Radikalgehalt, gemessen als Elektronen-Spin-Resonanz (indirektes Maß für die chinoiden Strukturen) (nach PAUL, PFLUGMACHER, NOEFS, STEINBERG in Vorb.)

## 2 Pseudo-Hormon-Wirkung bei dem Nematoden *Caenorhabditis elegans*

Ein ebenfalls nicht erwarteter Effekt stellte sich ein, als der Nematode *Caenorhabditis elegans* MAUPAS gegenüber verschiedenen Huminstoffen und NOM-Isolaten exponiert wurde (HÖSS et al. 2001). Unter den Testbedingungen vermehrt sich dieser Nematode durch Selbstbefruchtung, so dass für die gefundenen Effekte die genetische Variabilität ausscheidet. Die Huminstoffe stammten aus einer Reihe von unterschiedlichen Quellen, wie Abwasser der Kläranlage Karlsruhe (ABV2), Sickerwasser aus einem Waldboden (BS1), Abwasser der Braunkohleverarbeitung (SV1), Hochmoorsee (HO 10) und Grundwasser (Fuhrberg). Alle diese Präparate wurden über XAD-Extraktion isoliert. Ferner wurde mit einem Ultrafiltrat aus Niedermoor-Wasser (Luther Marsh, Ontario) auch eine NOM-Quelle getestet.

Die getesteten Präparate hatten deutlichen Einfluss auf die Anzahl der Nachkommen pro Wurm (Abb. 4). Dabei waren die Effekte allerdings nicht einheitlich. Während die Fuhrberger Fulvosäure und die aus dem Braunkohlenabwasser (SV1) keinen Einfluss auf die Nachkommenzahl pro Wurm hatten, steigerten die Fulvosäuren aus Bayreuther Waldbodensickerwasser (BS1), Karlsruher Abwasser (ABV2) und – besonders deutlich – das Ultrafiltrat aus der Luther Marsh die Zahl der Nachkommen signifikant. Bei dem Karlsruher Abwasser könnten zwar Hormone und deren Abbauprodukte, die im Abwasser in gut nachweisbaren Quantitäten vorkommen und selbst als Abbauprodukte auf Wirbellose noch wirksam sind, theoretisch auch auf *C. elegans* wirken. Sie werden aber nicht über lipophile Adsorberharze (XAD) isoliert, sofern sie nicht in die lipophile Huminstoffmatrix inkorporiert sind. Es müssen demnach andere Mechanismen zur Erklärung der Effekte herangezogen werden.



**Abb. 4:** Direkte, offensichtlich hormonelle Effekte von verschiedenen Fulvosäuren und Ultrafiltraten auf den Reproduktionserfolg des Nematoden, *Caenorhabditis elegans* (nach Höss et al. 2001).

Anteil, aliphatischer Anteil, Aminosäuren oder Kohlenhydrat-ähnliche Strukturen, phenolische oder carboxylische Gruppen) kann die Variabilität der Effekte (statistisch) nicht erklären.

Da positive Effekte auf die Futterorganismen zur Erklärung der fördernden Wirkung ausgeschlossen werden konnten, bleiben nur unmittelbare Effekte von Huminstoffen auf die Nematoden übrig. So kann der DOC als Träger von Spurennährstoffen dienen, die die Entwicklung von *Caenorhabditis elegans* beeinflussen, und/oder *endocrine disruptor*, der auf das Reproduktionssystem der Nematoden wirkt. In einer neuen Studie mit weiteren Huminstoffen, zu meist Umkehrosiose-Isolate, konnten STEINBERG et al. (eingereicht) zeigen, dass 90 % der Isolate eine fördernde Wirkung auf die Nachkommenzahl von *C. elegans* hatten. Hemmende Wirkungen traten bei den getesteten Isolaten gar nicht auf. Über einen Indizienbeweis wurde der Schluss nahegelegt, dass es die alkyl-aromatischen Strukturen in den Huminstoffen waren, die für den modulierenden Effekt verantwortlich waren,

- da Nonylphenole selbst in Konzentrationen von einigen 10 µg/L eine fördernde Wirkung auf die Nachkommenzahl der Nematoden hatten (Höss et al. eingereicht) und
- da Alkylphenole nach Untersuchungen von SCHMITT et al. (1998) sowie SCHULTEN (1999) zu den Hauptbestandteilen von Humin- und Fulvosäuren gehören.

Obwohl die letzte Klarheit über den Wirkmechanismus noch fehlt, ist es dennoch sehr wahrscheinlich, dass derartige Effekte auch in Böden und Sedimenten auftreten. Denn die Effekte

Ein Isolat, nämlich die Fulvosäure aus einem Hochmoorsee im Nordschwarzwald (HO10), hatte eine stark negative Wirkung auf den Nematoden. Mit steigenden DOC-Konzentrationen nahm die Zahl der Nachkommen deutlich ab. Oberhalb von 5 mg/L FA-DOC, einer umweltrealistischen Konzentration, wurde die Reproduktion vollständig gehemmt. Da die Futterbakterien (*Escherichia coli*) im Hohlohsee-Isolat deutlich weniger aktiv waren als in den anderen Huminstoffisolaten (Höss et al. 2001), kann ein Effekt des Futters für die verringerte Fertilität nicht ausgeschlossen, wenn auch keine eindeutigen Mechanismen benennbar sind. Inwieweit dieser negative Effekt reversibel ist, ist ebenfalls noch unbekannt.

Das bedeutet, dass Huminstoffe sowohl fördernde als auch hemmende Effekte auf die Reproduktion von *C. elegans* haben können. Die Effekte hängen von der Qualität sowie der Quantität des DOC ab. Die Variabilität der chemischen Bausteine der unterschiedlichen Huminstoff-Quellen (z. B. aromatischer



traten stets bei solchen Konzentrationen ein, die für die genannten Habitate realistisch sind – häufig sogar darunter.

### Schlussbetrachtung

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die obigen Darstellungen erst der Anfang unseres Verständnisses über die ökologische Wirkung von gelösten Huminstoffen sind. So sind weitere direkte und indirekte Wirkungen, die in diesem Beitrag nicht ausführlich dargestellt werden konnten, die

- photosensibilisierte Freisetzung von Sauerstoffspezies, die sowohl positiv („Selbstreinigung“ von Xenobiotika und Allelochemikalien) als auch negativ (oxidativer Angriff auf Organismen) wirken können (vgl. STEINBERG 2001),
- Alimentierung von Bakterien/Algen-Konsortien, die wahrscheinlich nicht nur über den Photolyse-Mechanismus abläuft (STEINBERG & BACH 1996),
- Modulation von Transformations-Enzymen in allen Organismen, die bislang getestet werden: Wirbeltiere wie Wirbellose, Tiere wie Pflanzen (PFLUGMACHER et al. im Druck, sowie nicht publiziert) oder
- Freisetzung von Heatshock-Protein 70 bei Fischen (WIEGAND & STEINBERG in Vorb.).

Das bedeutet, dass viele aquatische Organismen Huminstoffe als xenobiotisch betrachten und sie durch Aktivierung ihrer Abwehrsysteme zu verstoffwechseln oder zumindest unschädlich zu machen versuchen. Für limnische Konsortien und Biozönosen heißt dies, dass sich bei Huminstoff-Exposition die Organismen entlang eines Sensitivitätsgradienten einstellen werden. Die Sensitivität kann auch dadurch moduliert werden, wie gut die vorhandenen Kompensations-Mechanismen oder die konkurrierenden positiven Wirkungen der Huminstoffe, wie die antiviralen, antibakteriellen oder antiparasitären Eigenschaften, von den jeweils betrachteten Organismen «genutzt» werden können. Auf das Freiland angewendet heißt dies, dass dort gefundene Effekte von Huminstoffe stets Resultierende mehrerer konkurrierender Prozesse sind.

### Danksagung

Den Mitarbeitern des Leibniz-Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei, die mir Daten und Abbildungen zur Verfügung stellten, die aus gerade in Bearbeitung befindlichen Publikationen stammen, sei herzlich gedankt, insbesondere DR. ANDREA PAUL und DR. STEPHAN PFLUGMACHER. Ebenso gilt mein Dank PROF. DR. LARS TRANVIK, Uppsala, für ausführliche Diskussionen im vergangenen Jahr.

### Literatur

- ARVOLA, L., SALONEN, K. & RASK, M. (1999): Trophic interactions. In: *Limnology of Humic Waters*, KESKITALO, J. & ELORANTA, P. (Hrsg.), Backhuys Publishers, Leiden, 265–279.
- BIDDANDA, B., OGDahl, M. & COTNER, J. (2001): Dominance of bacterial metabolism in oligotrophic relative to eutrophic waters. *Limnol. Oceanogr.* **46**, 730–739.
- COLE, J.J. (1999): Aquatic microbiology for ecosystem scientists: new and recycled paradigms in ecological microbiology. *Ecosystems* **2**, 215–225.
- COLE, J.J., CARPENTER, S.R., KITCHELL, J.F. & PACE, M.L. (2001): Net heterotrophy and carbon dioxide efflux in lakes with added nutrients and food webs. Meeting of the American Society of Limnology and Oceanography 2001, Albuquerque, New Mexico, February 12–16, 2001, Abstract SS 09–05.
- DUARTE, C.M., AGUSTÍ, S., ARÍSTEGUI, J., GONZÁLES, N. & ANADÓN, R. (2001): Evidence for a heterotrophic subtropical northeast Atlantic. *Limnol. Oceanogr.* **46**, 425–428.
- HESSEN, D.O., NYGAARD, K., SALONEN, K. & VÄHÄTALO, A. (1994): The effect of substrate stoichiometry on micro-

- bial activity and carbon degradation in humic lakes. *Environ. Intern.* **20**, 67–76.
- HÖSS, S., HAITZER, M., TRAUNSPURGER, W. & STEINBERG, C. (2001): Refractory dissolved organic matter can influence the reproduction of *Caenorhabditis elegans* (Nematoda). *Freshwat. Biol.* **46**: 1–10.
- HÖSS, S., JÜTTNER, I., TRAUNSPURGER, W., PFISTER, G., SCHRAMM, K.W. & STEINBERG, C.E.W.: Enhanced growth and reproduction of *Caenorhabditis elegans* (Nematoda) in the presence of 4-nonylphenol. *Environ. Toxicol. Chem.* (eingereicht).
- JANSSON, M. (1998): Nutrient limitation and bacteria – phytoplankton interaction in humic lakes. In: HESSEN, D.O. & TRANVIK, L.J. (Hrsg.): *Aquatic Humic Substances – Ecology and Biogeochemistry*. Ecological Studies **133** (Springer, Berlin, Heidelberg), 177–195.
- JANSSON, M., BLOMQUIST, P., JONSSON, A. & BERGSTRÖM, A.-K. (1996): Nutrient limitation of bacterioplankton, autotrophic and mixotrophic phytoplankton, and heterotrophic nanoflagellates in Lake Örträsket, a large humic lake in northern Sweden. *Limnol. Oceanogr.* **41**, 1552–1559.
- JONES, R.I. (1998): Phytoplankton, primary production and nutrient cycling. In: HESSEN, D.O. & TRANVIK, L.J. (Hrsg.): *Aquatic Humic Substances – Ecology and Biogeochemistry*. Ecological Studies **133**, 145–175.
- JONSSON, A. & JANSSON, M. (1997): Sedimentation and mineralisation of organic carbon, nitrogen and phosphorus in a large humic lake, northern Sweden. *Arch. Hydrobiol.* **141**, 45–65.
- McKNIGHT, D.M., ANDREWS, E.D., SPAULDING, S.A. & AIKEN, G.R. (1994): Aquatic fulvic acids in algal-rich antarctic ponds. *Limnol. Oceanogr.* **39**, 1972–1979.
- MÜNSTER, U., SALONEN, K. & TOLONEN, T. (1999): Decomposition. In: *Limnology of Humic Waters*, KESKITALO, J. & ELORANTA, P. (Hrsg.), Backhuys Publishers, Leiden, 225–264.
- PFLUGMACHER, S., SPANGENBERG, M. & STEINBERG, C. E. W. (1999): Dissolved organic matter (DOM) and effects on the aquatic macrophyte *Ceratophyllum demersum* in relation to photosynthesis, pigment pattern and activity of detoxication enzymes. *J. appl. Botany* **73**, 184–190.
- PFLUGMACHER, S., TIDWELL, L. F. & STEINBERG, C. E. W.: Dissolved humic substances can directly affect freshwater organisms. *Acta hydrochim. hydrobiol.* (im Druck).
- PRINGSHEIM, E.G. (1963): *Farblose Algen: Ein Beitrag zur Evolutionsforschung*. Fischer.
- RIDGE, I., WALTERS, J. & STREET, M. (1999): Algal growth control by terrestrial leaf litter: a realistic tool? *Hydrobiologia* **385/396**, 173–180.
- ROTHHAUPT, K.O. (1992): Stimulation of phosphorus-limited phytoplankton by bacterivorous flagellates in laboratory experiments. *Limnol. Oceanogr.* **37**, 750–759.
- SCHAEFFER, M. (1998): *Ecology of Shallow Lakes*. Chapman and Hall. London. 357 S.
- SCHMITT-KOPPLIN, P., HERTKORN, N., SCHULTEN, H.-R. & KETTRUP, A. (1998): Structural changes in a dissolved soil humic acid during photochemical degradation process under O<sub>2</sub> and N<sub>2</sub> atmosphere. *Environ. Sci. Technol.* **32**, 2531–2541.
- SCHULTEN, H.-R. (1999): Analytical pyrolysis and computational chemistry of aquatic humic substances and dissolved organic matter. *J. Analyt. Appl. Pyrol.* **49**, 385–415.
- SCOTT, D. T., McKNIGHT, D. M., BLUNT-HARRIS, E. L., KOLESAR, S. E. & LOVLEY, D. R. (1998): Quinone moieties act as electron acceptors in the reduction of humic substances by humics-reducing microorganisms. *Environ. Sci. Technol.* **32**, 2984–2989.
- SELL, A. & OVERBECK, J. (1992): Exudates: phytoplankton-bacterioplankton interactions in Plussee. *J. Plankton Res.* **14**, 1199–1215.
- STEINBERG, C. E. W. & BACH, S. (1996): Growth promotion by a groundwater fulvic acid in a bacteria/algae system. *Acta hydrochim. hydrobiol.* **24**, 98–100.
- STEINBERG, C. E. W. (2001): Biogeochemische Regulierung in limnischen Ökosystemen: Zur ökologischen Bedeutung von Huminstoffen. Teil 2. Kap. IV–4.1., In: STEINBERG, C., CALMANO, W., KLAPPER, H. & WILKEN, R.-D.: (Hrsg.): *Handbuch Angewandte Limnologie*, ecomed-Verlag, Landsberg/Lech, **12**. Erg. Lfg. 5/2001, 134 S.
- STEINBERG, C.E.W., HÖSS, S. & BRÜGGEMANN, R.: Further evidence that humic substances have the potential to act as pseudo-hormones on the nematode, *Caenorhabditis elegans*. *Intern. Rev. Hydrobiol.* (eingereicht).
- STEINBERG, C.E.W., PFLUGMACHER, S., WIEGAND, C., PAUL, A., HÖSS, S. & HAITZER, M.: Die vernachlässigte ökologische Regulation in Binnengewässern: Direkte und indirekte Interaktionen von Huminstoffen mit Organismen. In: FRÄNZLE O., MÜLLER F. & SCHRÖDER, W. (Hrsg.) *Handbuch der Umweltwissenschaften*. ecomed-Verlag, Landsberg/Lech (im Druck).
- TRANVIK, L., BASTVIKEN, D. & BERTILSSON, S. (2000): Microbial degradability of freshwater DOM from different sources, and under different environmental conditions. Meeting of the American Society of Limnology and Oceanography 2000, Kopenhagen 5.–9. Juni 2000, Abstract SS 15–04.
- WIEGAND, C. & STEINBERG, C. E. W.: Stress- and detoxication-linked effects of humic substances on carp (*Cyprinus carpio*). *Environ. Toxicol. Chem.* (in Vorbereitung).
- ZIECHMANN, W. (1996): *Huminstoffe und ihre Wirkungen*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford.

**PROF. DR. VINCENT H. RESH**  
University of California, Berkeley



***Abiotic and Biotic Influences in Stream Benthic Communities:  
Climatic and Temporal Trends***

Vincent H. Resh  
Department of Environmental Science, Policy & Management  
University of California, Berkeley, California 94720 USA

Thank you for inviting me to be present at this momentous event. I have many fond memories of my visits to Schlitz and of my colleagues, present and departed, who have made this laboratory into a world famous institution.

Fiftieth anniversaries are momentous occasions and I wanted my remarks today to dwell on the contributions that have made the Schlitz laboratory so well known. Although several topics come to mind, the ones that I think are foremost in the minds of freshwater scientists are the contributions of ILLIES and BOTOSANEANU on river zonation patterns, and the collection of long term data through the glasshouses that have been constructed on the Breitenbach near Schlitz.

River zonation patterns have been the subject of detailed study for the past 40 years, with hundreds of scientific articles examining this topic and scores of schemes proposed. Certainly, the single most-cited conceptual model of this topic, the River Continuum Concept of VAN-NOTE and others published in 1980, has aroused considerable interest and controversy throughout the world. Their approach to zonation attempted to relate biological processes to geomorphological ones; the criticisms that they received for this attempt served as the impetus for many tests and eventual refinements of the Concept.

The initial criticisms of the model centered on the lack of universal applicability of this model to patterns observed in the different continents; in fact, it was initially viewed, by many, as a model that was only applicable to North American rivers. Ideally, any typology system (and the River Continuum Concept fits that approach) should be broadly applicable, and if not it should be able to be modified for different regions. This brings me to the central points of my address this morning: zonation schemes and typologies must be modified to fit not only geomorphic but also climatic features because it is climate and geomorphology that ultimately determine the physical template underlying the biotic interactions that occur in streams. I will use the Mediterranean type climates as an example of how these influences can be used to explain some patterns that we observe in stream ecology and ultimately, how they can be used in the development of paradigms about how streams operate structurally and functionally worldwide.

Mediterranean climates occur throughout the world (the Mediterranean region itself, and the coastal areas of California, Chile, South Africa, and western Australia). They are characterized by the sequential progression of floods caused by seasonal rains, the gradual transition of lotic to lentic habitats as these rains cease, and eventually the creation of intermittent habitats before the onset of rains the following season. GASITH and RESH have argued that these are the most stressful of all aquatic environments: abiotic pressures from floods are replaced by biotic pressures from competition and predation, which are then replaced by abiotic pressures from the severe drying conditions that can precede the next season's rains.

An example of how this type of system can be used in evaluating theoretical concepts in ecology was presented. In a California stream, exploitative competition had been demonstrated for early and middle instars of the common benthic insect *Helicopsyche borealis*, an algal grazer, in Big Sulphur creek (which is in the Mediterranean climate area of coastal California). However, this competition occurred during the dry season, a period before the winter floods of the rainy season greatly reduced competition. FEMINELLA and RESH, who investigated this problem, then reasoned that such competition would have a negligible ecological effect because the population densities would be greatly reduced by floods resulting from rainfall commencing at the beginning of the wet season. They then asked about what the effect would be during years of low rainfall, as can occur in these regions, and even more pointedly examined the effect of rainfall during years of extreme drought conditions.

They conducted field experiments in enclosures, using larval densities that corresponded to harsh, moderate, and mild wet-season hydrological regimes (which would produce low, intermediate and high densities, respectively). Results indicated that larval densities were negatively correlated with the proportion of larvae that pupated, and that the high density treatment produced smaller adult males and females, and lower fecundities, than intermediate and low densities. In most years, storms and flood-induced disturbances reduce late-instar densities below levels of larval competition, which reduces the earlier competition that occurs among early and middle instar individuals before the rainy season commences. In drought years, however, densities are not reduced as in normal and wet rainfall years so competition continues until emergence and fecundity is reduced. Thus, climate can affect both structural and functional components of the fauna.

The experimental study described above was made possible because of the availability of long term data that could be used to ascertain correct larval densities corresponding to different intensity rainfall years. This is the second topic that I wish to address in my presentation: the

contribution of the Schlitz laboratory to our understanding of long term temporal trends in populations and communities of benthic organisms, and in particular, aquatic insects.

A study in two northern California coastal streams, Hunting Creek and Knoxville Creek, was used to demonstrate long term (18 years) trends in both community (e.g. species richness, number of individuals, species diversity) and population-level (e.g. proportion of fauna that are chironomids, specific taxa) measurements. The value of long-term data in mediterranean climate streams was evident from looking at relationships between each of the above variables and annual patterns of rainfall (as, for example, a surrogate of other hydrological processes). The statistically significant relationships underscore the results obtained in the experimental study of drought-flood conditions on populations of benthic insects in the experimental study described above.

However, rather than limiting analysis to traditional measures, various species traits were used in conjunction with this long-term data set as examples of how climate can influence patterns such as zonation and distribution. Size, for example, is a species trait in which individuals of smaller maximum size are favored during drought and lower rainfall years compared to those that reach a larger maximum size. The results of this analysis confirm the pattern noted in the experiment described above.

As the fiftieth year of the Schlitz laboratory is celebrated, there is the opportunity to look back at accomplishments but also to use this celebration as a chance to direct activities of the future. The long term data set that has been collected by the Schlitz laboratory, on aquatic insects, water chemistry and physical features is an international treasure. Analysis of it must be completed and data made available to others (e.g. on a web site) as further analytical techniques become available. New approaches (e.g. species traits) should be used to complement existing measures, and data should be used as the basis for experimental approaches to addressing questions in stream ecology. Of course, much of this analysis must go on beyond the doors of the Schlitz laboratory. Thus, now more than ever, international collaborative activities are essential to enable maximum utilization of the information contained in this compendium of data (in fact, like none other that was previously available) to be fully exploited.

It has been a great pleasure to be here and an honor to speak at the momentous occasion. Thank you very much for this opportunity!



**PROF. DR. PETER ZWICK**  
Limnologische Fluss-Station Schlitz des MPI für Limnologie

***Dank und Ausklang***

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Gäste und Freunde, liebe Kolleginnen und Kollegen!

Ich freue mich, dass Sie zur Feier des 50-jährigen Bestehens der Fluss-Station zu uns gekommen sind und auf diese Weise Ihre Anteilnahme und Verbindung zu diesem kleinen Forschungsinstitut zum Ausdruck bringen; Ihnen allen danke ich dafür sehr. Mein besonderer Dank gilt allen Rednern; die Anerkennung und guten Wünsche, die sie uns aussprachen, bewegen uns sehr!



Den fünf Gründern der Station schulden wir tiefen Dank für ihre Initiative und möchten ihn heute hier abstaten. Wir sind glücklich, Sie, lieber Herr FITTKAU, wieder bei uns zu haben und bedauern, dass KARL MÜLLER und WOLFGANG SCHMITZ aus gesundheitlichen Gründen nicht kommen konnten; sie lassen grüßen, ebenso Frau ILLIES und Frau SCHEELE. Ich freue mich sehr, dass Sie, lieber Herr Doktor SCHEELE, kommen konnten. Auch GRAF RÜDIGER, dem Sohn des Stifters OTTO HARTMANN, GRAF VON SCHLITZ GEN. VON GÖRTZ, hätte ich gern persönlich gedankt, doch kann er leider nicht bei uns sein.

Vor 50 Jahren eröffnete OTTO HAHN, Präsident der Max-Planck-Gesellschaft, die kleine Fluss-Station, die seither im Schoße dieser Gesellschaft hat heranwachsen und sich entwickeln können. Aus zunächst einer Wissenschaftlerstelle wurden bis 1969 fünf; alles in allem verfügen wir heute über 14,5 Planstellen. Ich weiß nicht, wie groß — oder eher: wie klein! — das Budget der Fluss-Station 1951 war, zweifellos nur ein kleiner Bruchteil dessen, was die Max-Planck-Gesellschaft uns heute zur Verfügung stellt.



GRAF OTTO HARTMANN & GRÄFIN MARTHA MARIA mit OTTO HAHN; links J. ILLIES; 4. Juni 1951



Ohne das Vertrauen und die Hilfe erfahrener Betreuer und Lehrer, ADELAIDE und DEMETER BELING und AUGUST THIENEMANN — „Vater Thienemann“, wie JOACHIM ILLIES ihn in einer Rede anlässlich des 5jährigen Bestehens nannte —, wäre die Initiative wohl kaum erfolgreich verlaufen. Ihre Unterstützung wirkt noch heute fort und wird von uns dankbar anerkannt.

So mancher beneidet uns zu Recht um die Sicherheit der Mittel, die wir für unsere Forschung einsetzen können, um die erheblichen Aufwendungen, die für den Ausbau unserer Station und ihren Erhalt in 50 Jahren zur Verfügung gestellt wurden und weiter bereitgestellt werden, wofür ich sehr herzlich danken möchte. Der Präsident der Max-Planck-Gesellschaft, Herr Prof. MARKL, der Vizepräsident, Herr Prof. HAHLBROCK, und die Frau Generalsekretärin, Dr. BLUDAU wünschen uns brieflich eine schöne Feier, sind aber leider verhindert.



Links: AUGUST THIENEMANN; 4. Juni 1951



OTTO HAHN mit (v.l.) E.-J. FITTKAU, W. SCHMITZ & J. ILLIES; 4. Juni 1951

GRAF OTTO HARTMANN meinte 1956, man solle die Feste feiern, wie sie fallen; wir sind um eine Woche davon abgewichen, um Kollisionen mit der Jahrestagung der Nordamerikanischen Benthologischen Gesellschaft in der vorigen und der Hauptversammlung der MPG in der kommenden Woche zu vermeiden. Aber mitten im Semester und in der Arbeitswoche liegt der Termin doch, ein Grund, aus dem uns mancher Kollege und Freund nur brieflich gratulieren und Gutes wünschen, aber nicht kommen kann.

Stellvertretend nenne ich den Nestor der deutschen Limnologie, Professor ELSTER und Frau, Frau Prof. KIEL und (in alphabetischer Folge) die Herren Professoren BRENDELBERGER, DIEHL, GESSNER, HEITKAMP, HILDREW, SCHWOERBEL, SCHUHMACHER und TOLKAMP; auch Prof. WARD aus Zürich und Prof. WETZEL aus Tuscaloosa vom Fachbeirat sind mit guten Wünschen für unsere weitere erfolgreiche Arbeit darunter. Gern wäre Prof. STANFORD aus Montana gekommen, der sich bei einem Besuch bei Herrn ILLIES vor vielen Jahren die Fluss-Station zum Vorbild für sein eigenes Institut in Montana nahm. Ihnen allen, auch allen jetzt nicht Genannten, gilt mein aufrichtiger Dank und herzlicher Gruß.

Zusammen mit der Feier des fünfjährigen Jubiläums der Fluss-Station fand 1956 eine Diskussionsrunde der ‚reinen‘ Schlitzer Grundlagenforscher mit angewandt arbeitenden, Abwässer bekämpfenden Kollegen statt. In der Folge war die Fluss-Station Veranstaltungsort mehrerer nationaler und internationaler Limnologentagungen, zuerst 1952, zuletzt 1969. Auch andere Fachtagungen mit engen Beziehungen zu wichtigen Arbeitsrichtungen in unserem Hause — ich nenne als Beispiele Grundwasser, Flohkrebse, Kriebelmücken, Steinfliegen, Kiesalgen — fanden hier statt, manche, wie die *Rhrithron Ecology Group*, oder das Projekt der *Süßwasserfauna Mitteleuropas*, wurden hier gegründet.

Aus kleinen Samen sind inzwischen für die Stadt Schlitz zu mächtige Veranstaltungen geworden, etwa die Tagungen der Deutschen Gesellschaft für Limnologie, die jetzt jeweils eine Woche lang Hunderte von Teilnehmern zusammenführen – und in mehreren Parallelsitzungen aneinander vorbei. In diesem großen Limnologenverband sind wir die einzige deutsche Arbeitsgruppe mit eigenem institutionellem Hintergrund, die sich ganz der Grundlagenforschung an Fließgewässern widmen darf, und sich dem Vergleich und der kritischen Betrachtung durch Fachkollegen stellen muss. Da freut es mich besonders, wenn wir aus diesem Kreise heraus viele anerkennende Worte und gute Wünsche entgegennehmen dürfen.

Zuletzt, aber am nachhaltigsten, möchte ich allen Mitarbeitern der Fluss-Station, den heutigen und den ehemaligen, den Angestellten und den Ehrenamtlichen, den befristet mitwirkenden Examenskandidaten und den wissenschaftlichen Gästen aus aller Welt gleichermaßen, danken für ihre Beiträge zum menschlichen und wissenschaftlichen Leben unseres Instituts. Wer einmal etwas länger hier war und mitgemacht hat, trägt sein Leben lang dieses Signum; wenn ich in die Runde schaue, kann ich mit Freude erkennen, dass viele es gern tragen.

Fünfzig Jahre Fluss-Station Schlitz! Zeit ist relativ. Während ich hier rede, mag eine Viertelstunde lang, zu lang sein. Andererseits sagte GRAF GÖRTZ 1956 aus gegebenem Anlass: „*Fünf Jahre in unserer Zeit – das ist doch heutzutage keine Zeit!*“ Nach zehnmal ‚keine Zeit‘, ist nun doch ein halbes Jahrhundert um, von dem ich über 35 Jahre hier im Institut miterlebt habe, vielleicht länger als jeder andere Mitarbeiter. Entschuldigen Sie also bitte, wenn ich noch kurz persönliche Erinnerungen anschließe.

Ich kenne die Fluss-Station sogar länger als 35 Jahre. Ende der fünfziger Jahre kam ich als Schüler auf meinem Fahrrad in den Ferien auf der Durchreise nach Schlitz und nahm über die Tafel am Eingang der Fluss-Station zur Kenntnis, dass es so etwas wie Hydrobiologie gibt, was ich als Tümpfer und Käfersammler sehr begrüßte. Das Haus war geschlossen, und so habe ich weder in dem Moment noch später eine Vertiefung meiner flüchtigen Berührung mit der Fluss-Station Schlitz gesucht.

Als ich 1965 aus ganz unwissenschaftlichen Gründen nach Kiel wollte, fand ich bei einem gewissen Professor ILLIES in Plön, dem ich wildfremd war, zu meiner Verblüffung zumindest probeweise Gehör wegen einer Doktorarbeit. Die entwickelte sich so, dass nach wenigen Wochen weder mein Betreuer noch ich davon lassen wollten, als Professor ILLIES an einen neuen Arbeitsplatz versetzt wurde. „Wo hin denn?“ „Kennen Sie nicht; Schlitz, liegt....“ Kannte ich doch, da wollte ich hin; so lernte ich im Herbst 1965 die Fluss-Station unverhofft von innen kennen. Nach Kiel konnte ich ja an den Wochenenden per Anhalter fahren – aber Herr ILLIES wäre nicht Herr ILLIES gewesen, wenn er nicht von sich aus auch da nachhaltig geholfen hätte! Er selbst kam erst 1966 nach.

Die Fluss-Station war damals ziemlich leer. Ich erfuhr, dass ein gewisser KARL MÜLLER mit vielen Doktoranden und Diplomanden zuvor gewichen war; es hat Jahrzehnte bis zu einem versöhnlichen Händedruck gedauert.



K. MÜLLER und J. ILLIES 1979, Erie, Pennsylvania; Aus der Widmung des Buches *The Ecology of Regulated Streams*, herausgegeben von J. V. WARD und J. A. STANFORD, Plenum Press, New York and London, 1979.

Vermutlich war die Krise, an deren Ende ich nach Schlitz geriet, nicht die erste, die die Station überstand. Sie ging nämlich mit einem Wechsel der Forschungsrichtung einher, und so etwas hatte es 1956, nachdem Herr ILLIES für 1 Jahr auf Forschungsreise nach Südamerika gegangen war, schon einmal gegeben. Das und weitere Wendungen des Schicksals der Station, Zugang und Abgang von Mitarbeitern, bilden sich auch in unserem Schriftenverzeichnis ab.

1965 veranlassten meine Berichte aus der Provinz einen Studienkollegen und Freund aus Westberlin zum Besuch. Er verliebte sich sofort, in meinen Doktorvater ILLIES und in dessen Assistentin, und fand Gegenliebe. So, aber natürlich vor allem durch konventionelle akademische Werbemittel, wuchs rasch ein neuer Stamm Doktoranden heran.



Teerunde in der Bibliothek; man sieht die Gesichter (von links) von MARIANNE JANICKI (heute M. PUTHZ), J. ILLIES, HEIDE PODSZUHN (heute H. ZWICK), PETER ZWICK und WERNER SATTLER.

1966 kamen der vormalige und der neue Direktor des Plöner Instituts, Prof. HARALD SIOLI und Prof. JÜRGEN OVERBECK, nach Schlitz und feierten mit uns allen die Amtsübergabe, auch die an Herrn ILLIES als Örtlichen Vertreter des Direktors. Herr SIOLI, dem ich ganz besonders danken möchte, hat sehr freundlich geschrieben. Er wäre gerne gekommen, traue sich aber in seinem ‚zarten Alter‘ die Reise nicht mehr zu. Er schreibt: *„In meinen Gedanken werde ich an der Feier teilnehmen, hatte ich doch die Schlitzer Station mit einigen anderen Aussenstellen zusammen übernommen, als ich 1957 vom Amazonas an die Plöner Hydrobiologische Anstalt der MPG berufen worden war. Und am 27 Januar (Mozarts und Kaiser Wilhelm II. Geburtstag) 1959 haben wir den Neubau eingeweiht.“* Herr

SIOLI hat uns mit einem Fotoalbum vom Institutsanbau 1959 beschenkt; er schließt: „*Ich wünsche Ihnen eine schöne Feier, die die Leistungen Ihrer Station voll zum Ausdruck bringen möge. Viel Glück und Erfolg wünsche ich Ihnen für die nächsten 50 Jahre!*“



Amtsübergabe; Altdeutsche Stuben, 1966; dem Betrachter zugewandt (v.l.): H. PODSZUHN (heute H. ZWICK), K. ANAGNOSTIDIS, M. DERBSCH, HARALD SIOLI, WALTER SCHACHTNER, UTA KIRCHMANN (heute U. SCHNELL)



Amtsantritt von J. OVERBECK, Altdeutsche Stuben, 1966; v. l.: SIEGFRIED HUSMANN, JOACHIM ILLIES, GEORG SUSEMICHEL, ERIKA SCHLINGLOFF, JÜRGEN OVERBECK

Meine persönlichen Erinnerungen an die zurückliegenden Jahre in der Fluss-Station sind sehr unterschiedlich, von der Freude über die neue, fünfte Wissenschaftlerstelle in Schlitz, die ich unerwartet als Prüfungsgeschenk von Herrn OVERBECK erhielt, bis zum lähmenden Schrecken am 3. Juni 1982, als VINCE RESH hereinplatzte: „*Illies is dead*“. Überbringer schlechter Nachrichten richtet man heute nicht mehr hin, das gemeinsame Erleben verbindet; *thank you, Vince, for coming and speaking to us !*

Sie, lieber Herr OVERBECK, haben 1982 als Direktor der Abteilung Mikrobiökologie, zu der Schlitz gehörte, dafür gesorgt, dass man uns die Möglichkeit zur Bewährung gab. Dafür, für Ihren lebendigen Beitrag heute, und so manches andere, was uns mit Ihnen verbindet, danke ich aufrichtig. In der Folge wurde uns von der MPG mehrfach ein Datum für die wahrscheinliche Schließung der Fluss-Station genannt, doch nach 9 Jahren Ungewissheit, beschloss man die unbefristete Weiterführung der Schlitzer Arbeitsgruppe, wir konnten unser 40-jähriges Jubiläum befreit und mit Hochgefühl feiern.

Ich habe angedeutet, dass in der Fluss-Station volles Leben herrschte. Da wurde gefeiert und getrauert, es wurden Ehen gestiftet, Kinder geboren, man beobachtete, experimentierte, bestand Prüfungen, man gewann Freunde aus und in aller Welt, auch drei Kollegen, die als Ostblock-Asylanten hier ersten Unterschlupf fanden; aber man hatte u.U. auch plötzlich aus dem engsten Umkreis erbitterte Gegner. Vor allem jedoch wurde und wird in der Fluss-Station gearbeitet; wie unser Schriftenverzeichnis mit

heute genau 999 Einträgen ausweist, erfolgreich. Wir blicken mit Dankbarkeit darauf gegenüber allen, die diese Arbeiten ermöglichten und allen, die sie leisteten, und sind stolz, dass der Name ‚Schlitz‘ den Limnologen überall in der Welt vertraut ist und einen guten Klang hat.

Herr Prof. FRIEDRICH, Präsident der Deutschen Gesellschaft für Limnologie, der seinen Besuch kurzfristig absagen musste, findet, dass „... *aus Schlitz ganz wesentliche Impulse gekommen sind, die die Fließgewässerforschung kräftig vorangebracht haben. In Schlitz hat man nie vergessen, dass Ökologie und Taxonomie wie die zwei Seiten einer Medaille zusammengehören. Das ist eigentlich trivial, aber in Zeiten, in denen von „Organismischer Biologie“ als einer quasi neu entdeckten Disziplin gesprochen wird, darf man das wohl betonen. Herzlichen Glückwunsch allen Schlitzer Limnologen und noch viele runde Jubiläumsveranstaltungen*“.

In Herrn FRIEDRICHs Worten ist ein Charakteristikum der Schlitzer Arbeit benannt, das fünfzig Jahre lang die unterschiedlichen Abschnitte unserer Forschung gemeinsam auszeichnet: konkreter Bezug zum genau identifizierten Organismus. Fischereibiologen und Makrobenthologen ist derlei selbstverständlich; man fragt nicht nach der Lebensweise von Fischen, sondern nach der eines bestimmten Fisches. In der Limno-Entomologie hat Schlitz Beiträge geleistet, die Ähnliches ermöglichen, bei Meio- und Mikrofauna wurde es teilweise erreicht. Für Algen konnten wir mehrfach kompetente Mitarbeiterinnen wenigstens zeitweise gewinnen. In der Mikrobiologie bemüht man sich (auch bei uns) durch Einsatz moderner molekularbiologischer Methoden, aufzuholen und konkret anzugeben, welcher Mikro-Organismus was tut und über *black-box*-Angaben und Summenparameter mikrobieller Leistungen hinauszukommen.

Aber wären solche zusammenfassenden, summarischen Aussagen nicht gerade in einer auf das Gewässerganze hin orientierten Wissenschaft wie der Limnologie angemessener als artbezogene Detailstudien ? Und wären solche summarischen Daten, z.B. zu Stoff- und Energiefluss, nicht schneller und umfassender zu gewinnen? Selbst wenn es so wäre, mehr als statistische Beschreibungen und Korrelationen sind auf diese Weise nicht zu erhalten. Wir möchten aber kausale Zusammenhänge erkennen und wenn man es ernst meint mit dem Versuch, Struktur und Funktion von Gewässern zu ergründen, Ursachen und Wirkungen zu verstehen, dann kommt man um die Details und damit um die Auseinandersetzung mit benannten Organismen nicht herum.

Ökologische Anpassungen resultieren, das haben z.B. die Arbeiten von Herrn LAMPERTs Plöner Gruppe schon lange deutlich gezeigt, aus Selektion, Mutation, Isolation; wir beobachten in ökologischen Anpassungen demnach Kurzeit-Ausschnitte der Evolution. Evolution ereignet sich aber an Fortpflanzungsgemeinschaften, an biologischen Arten, nicht an gedachten funktionellen Ernährungstypen, an trophischen Gilden, oder anderen Abstrakta. Ich bin überzeugt, dass der organismen-orientierte Ansatz auch für die Limnologie richtig, wichtig und unverzichtbar ist.

1956 sprach Herr ILLIES vom Institut als von einem „fünfjährigen Baby“; ist die Fluss-Station nun eine Oma? GRAF OTTO HARTMANN hätte mit einem Blick auf das über hundertjährige Mutterinstitut in Plön wohl abgewinkt „... ist doch kein Alter“. Wir fühlen uns in der Tat frisch und vital, unsere wissenschaftliche Neugier ist ungebrochen, unser Forschungsdrang kennt viele weitere Ziele. Die Schlitzer Fließgewässerlimnologen danken aus tiefstem Herzen all denen, die uns weitere Möglichkeiten zur Umsetzung unserer Vorhaben wünschen.

Ihnen allen, liebe Freunde und Kollegen, werte Gäste, meine sehr verehrten Damen und Herren, danke ich für Ihre Geduld mit meinen Ausführungen !

---

Bildquellen: Historische Fotos: Gästebuch der LFS bzw. P. ZWICK; Aufnahmen im Juni 2001: D. MENZLER.



**Die Mannschaft der Fluss-Station im Juni 2001;**

Von links: Dominic Menzler, Michael Obach, Elke Turba, Stefan Willmer (teilw. verdeckt), Julia Wilke (Freiw. Ökol. Jahr), Gertraude Gorbi (verdeckt), Kirsten Callies, Irene Tade, Michael Hoffkamp, Hans-Heinrich Schmidt, Agnes Palotay-Ries, Rainer Lang, Reimo Lieske, Hanne-Quast-Fiebig, Peter Zwick, Ingrid Aszmutat, dahinter Georg Becker, Ursula Raatz, Horst Diehl, Gisela Stüber, Rüdiger Wagner, Beate Knöfel, Jürgen Marxsen, Evelyn Etling.

Nicht mit im Bild: Heino Christl, Anja Katzner, Carla Kothe, Birgit-Landvogt-Piesche, Ulrike Neu-Becker, Mathias Rösch.