

Ralph Jänkel, Konrad Soyez (Hrsg.)

# **Umweltforschung für das Land Brandenburg**

Schriftenreihe des Zentrums für Umweltwissenschaften der Universität Potsdam  
und des Brandenburgischen Umweltforschungszentrums, Neuruppin

Potsdam, Neuruppin im Februar 1998

Die **Brandenburgischen Umwelt Berichte** sind eine gemeinsam herausgegebene Schriftenreihe des Zentrums für Umweltwissenschaften der Universität Potsdam und des Brandenburgischen Umweltforschungszentrums in Neuruppin.  
Sie erscheint unregelmäßig.

*Redaktion:*

Dr. P. Ackermann, Dr. C. Böckmann, Prof. H.-R. Bork, Dr. M. Kühling, J. Marckardt, Dr. I. Schneider, Dr. F. Schubert, D. Völker, Dr. R. Wipper

*Anschrift der Herausgeber:*

Prof. Dr. Ralph Jänkel  
Universität Potsdam  
Zentrum für Umweltwissenschaften  
PF 9003  
14439 Potsdam

Dr.-Ing. Konrad Soyez  
Brandenburgisches Umweltforschungszentrum  
Neumühle 2  
16827 Alt Ruppin

Alle Rechte, insbesondere das Recht auf Vervielfältigung und Verbreitung über diese Reihe hinaus sowie der Übersetzung liegen bei den Autoren. Kein Teil der Schriftenreihe darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung der Autoren reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Herausgeber der Schriftenreihe übernehmen keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und die Vollständigkeit der Angaben.

Die in den Beiträgen geäußerten Meinungen und Ansichten müssen nicht mit denen der Herausgeber der Schriftenreihe übereinstimmen.

*Bezugsbedingungen:*

Der Bezug der Schriftenreihe erfolgt über die Geschäftsstelle des Zentrums für Umweltwissenschaften der Universität Potsdam, Templiner Straße 21, 14473 Potsdam,  
bzw. des Brandenburgischen Umweltforschungszentrums, Neumühle 2, 16827 Alt Ruppin.

Hergestellt auf Umweltpapier

ISSN 1434-2375

## Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	5
<b>Projekte</b> .....	7
<b>Umweltplanung und -gestaltung</b> .....	7
Nachhaltiges Brandenburg .....	8
Nachhaltige, umweltgerechte Regionalentwicklung in Ostprieignitz - Ruppin .....	12
Entwicklung nachhaltiger Landnutzung .....	16
Integrierte Umweltberatung und ökologische Zielsetzungen im Landkreis .....	18
Fachinformationssystem Naturschutz und Landschaftspflege des LUA Brandenburg .....	19
Umweltverträglichkeitsprüfung .....	21
Planung und Projektierung der Abwasserentsorgung im Land Brandenburg .....	22
<b>Umweltrecht, Umweltpolitik</b> .....	23
Vollzug der Indirekteinleiterverordnung in industriellen Ballungsräumen .....	24
Brandenburger Abwassertage .....	25
Landwirtschaftliche Klärschlammverwertung in Nordwest - Brandenburg .....	26
Öko-Audit, Umweltmanagement .....	27
<b>Umwelt und Ökonomie</b> .....	29
Das Management ökologischer Risiken und Krisen: Verhaltenswissenschaftliche Grundlagen .....	30
Ökologieorientiertes Unternehmensverhalten bei klein- und mittelständischen Unternehmen .....	32
Anforderungen des Bodenschutzes an die stoffliche Verwertung von Bioabfällen - Erarbeitung einer Handlungsempfehlung .....	33
Entwicklung nachhaltiger Wirtschaftsweisen im ländlichen Bereich. Unterprojekt: Reduzierung pathogener Bakterienspezies für eine umweltgerechte Schadensbegrenzung .....	34
<b>Soziologische und psychologische Probleme des Umgangs mit der Umwelt</b> .....	37
Die Wahrnehmung und Bewertung von Umweltproblemen sowie Handlungspräferenzen zur Umweltvorsorge von Managern und Verwaltungsangestellten .....	38
Consumer Attitudes and Decision Making with Regard to Genetically Engineered Food Products .....	40
Umweltbewußtes Konsumentenverhalten .....	41
Nachhaltige Lebensweisen als Ressource für die Schaffung neuer Beschäftigungsfelder. Wissenschaftliche Untersuchung weicher Standortfaktoren bei der Erarbeitung und Umsetzung einer regionalen Agenda 21 in Ostprieignitz - Ruppin .....	42
Technikfolgenabschätzung - Optionen für nachhaltig zukunftsfähige Technikgestaltung .....	44
<b>Umweltbildung</b> .....	47
Lernsoftware für die Umweltbildung: Großökosysteme der Erde .....	48
Lernsoftware für die Umweltbildung: Kesselmoore in Brandenburg .....	50
Lernsoftware für die Umweltbildung: Döberitzer Heide / Ferbitzer Bruch .....	54
<b>Luftreinhaltung / Klima</b> .....	59
Auswertung von multispektralen LIDAR - Meßdaten der Troposphäre (Stratosphäre) mit modernen mathematischen Standardverfahren für lineare zweidimensionale (eindimensionale) schlecht gestellte inverse Probleme zur Bestimmung von nicht gealterten Aerosol-Größenverteilungen .....	60
<b>Wasser</b> .....	65
Voruntersuchungen zu hydrogeochemischen und geophysikalischen Methoden der Neubemessung von Trinkwasserschutz zonen .....	66
Änderung der Sickerwasserbeschaffenheit unter einer typischen Rieselfeldfläche nach Einstellung der Abwasserbeaufschlagung .....	67
Limnologische Charakterisierung des Lindenweiher in Falkensee / Finkenkrug .....	69
Charakterisierung der Wasserqualität des Baggersees am Stern (Potsdam) .....	71

<b>Boden</b> .....	73
Rieselfelder Berlin-Süd: Altlasten, Grundwasser, Oberflächenwasser. Teilprojekt 1: Bodenkundliche Untersuchungen.....	74
Rieselfelder Berlin-Süd: Multivalente Beurteilung der ökologischen Relevanz von Last- und Schadstoffen - Aufbau eines Bodeninformationssystems.....	78
<b>Energie</b> .....	83
Photovoltaikanlage.....	84
Solarthermie.....	86
<b>Stoffwirtschaft</b> .....	89
Verbundvorhaben „Mechanisch-Biologische Behandlung von zu deponierenden Abfällen“; TV1: Koordination des Verbundvorhabens und Ableitung von Entscheidungsgrundlagen.....	90
Management des Stoffstromes Holz.....	93
Verfahrensentwicklung zur Kopplung von Kompostierung und Gewächshausproduktion - Demonstrationsanlage.....	95
Verfahrensentwicklung zur Kopplung von Kompostierung und Gewächshausproduktion - Ökobilanzierung.....	97
Nachhaltiges Stoffstrommanagement als Bestandteil von regionaltypischen Konzepten für eine nachhaltige zukunftsfähige Entwicklung von Konversionsgebieten und strukturschwachen Regionen im Land Brandenburg.....	99
Faserhanfanbau im Land Brandenburg.....	100
Verbundvorhaben „Grüne Bioraffinerie Brandenburg“.....	101
<b>Naturschutz</b> .....	105
Grundlagen für Artenschutzprogramme in Brandenburg.....	106
Konversion und Naturschutz.....	108
Zur Belastung der Marginalbereiche des Kiefruches in Folge der militärischen Nutzung der Döberitzer Heide.....	111
Blütenökologisches Monitoring auf ehemaligen Konversionsflächen.....	115
Management von wandernden Wasservogelarten im Land Brandenburg, die Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen verursachen.....	116
<b>Einrichtungen / Arbeitsgruppen</b> .....	119
<b>Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V.</b> .....	120
AG Nachhaltigkeit.....	122
AG Umwelt- und Biotechnologie.....	123
AG Umweltmanagement.....	124
AG Umweltsoziologie.....	125
<b>Zentrum für Umweltwissenschaften der Universität Potsdam</b> .....	126
AG Betriebliches Umweltmanagement / Umweltbewußtes Konsumentenverhalten.....	128
AG Grüne Bioraffinerie.....	129
AG Integrierter Arten- und Biotopschutz.....	130
AG LIDAR - Inversionen.....	131
FG Ökotechnologie.....	132
AG Regenerative Energien.....	133
AG Stoffdynamik in Geosystemen.....	134
AG Umweltbildung.....	135
<b>Namensregister</b> .....	136
<b>Sachregister</b> .....	138

## Vorwort

Sechs Monate nachdem mit dem ersten Heft der „Brandenburgischen Umwelt Berichte“ (BUB) eine gemeinsame wissenschaftliche Schriftenreihe des Brandenburgischen Umweltforschungszentrum e.V. in Neuruppin und des Zentrums für Umweltwissenschaften der Universität Potsdam aus der Taufe gehoben wurde, freuen wir uns, Ihnen nun bereits das zweite Heft vorlegen zu können.

Unter dem Thema „Umweltforschung für das Land Brandenburg“ dient es der Darstellung der wissenschaftlichen Aktivitäten, der unter dem Dach der beiden Zentren tätigen Wissenschaftler und Arbeitsgruppen.

Der Aufbau des Heftes ist so gestaltet, daß der Leser einen Überblick über die Projekte erhält, die entweder abgeschlossen wurden oder sich noch in Bearbeitung befinden. Über den Projektleiter ist zu erfahren, welche Arbeitsgruppe das Thema hauptsächlich trägt. Es ist erfreulich festzustellen, daß mit 44 Projekten eine hohe Forschungsintensität repräsentiert wird. Entsprechend weit sind die Themenbereiche gefächert. Wie zu erwarten, sind viele Projekte auf den Gebieten Naturschutz, Umweltplanung und -gestaltung sowie Stoffwirtschaft angesiedelt. Andererseits sind aber auch Gebiete wie Umweltrecht, Umweltpolitik, Umwelt und Ökonomie sowie Umweltbildung deutliche Schwerpunkte. Damit wird augenscheinlich, über welch umfangreiches Forschungspotential unsere beiden Zentren verfügen.

Im zweiten Teil stellen sich die Arbeitsgruppen vor. Hier sind die Leiter und die Mitarbeiter genannt sowie in kurzer Form das Profil der Gruppen beschrieben. Die aufgelisteten Serviceleistungen sind vor allen Dingen für potentielle Interessenten außerhalb der Zentren vorgesehen. Eine direkte Kontaktaufnahme ist über die Adresse der Arbeitsgruppenleiter möglich.

Damit berühren wir eine zweite wichtige Aufgabe dieses Heftes. Die Darstellung der Arbeitsgruppen und ihres wissenschaftlichen Potentials soll dazu führen, daß die Gruppen verstärkt miteinander kooperieren und interdisziplinäre Aufgabenstellungen, wie sie gerade die Umweltforschung herausfordert, bearbeiten können. Zum anderen soll auch Interessenten außerhalb unserer Einrichtungen das Angebot gemacht werden, mit unseren erfahrenen Wissenschaftlern zusammenzuarbeiten.

In diesem Sinne hoffen wir, daß das vorliegende Heft seine Funktionen erfüllen möge!

Prof. Dr. Ralph Jänkel

Dr.-Ing. Konrad Soyez



# **Projekte**

## **Umweltplanung und -gestaltung**

## **Projekt: Nachhaltiges Brandenburg**

### **Projektleiter:**

Dr. Peter Ackermann  
(AG Nachhaltigkeit)

### **Mitarbeiter:**

Dr. Gerold Fierment; Dipl.-Ing. Detlef Stoltz

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Die Umsetzung des Leitbildes der nachhaltigen umweltgerechten Entwicklung verlangt Anstrengungen aller Politikbereiche und aller politischen Ebenen - von der EU über die Mitgliedsstaaten, und in Deutschland dann weiter über die Bundesländer bis hin zu den einzelnen Regionen und Kommunen. Dabei kommt den unteren Hierarchieebenen eine entscheidende Bedeutung zu, weil sich Umweltprobleme und soziale Konflikte zuerst lokal äußern. Aus diesem Grund fordert die Agenda 21 in Kapitel 28.3: „Jede Kommunalverwaltung soll in einen Dialog mit ihren Bürgern, örtlichen Organisationen und der Privatwirtschaft eintreten und eine „kommunale Agenda 21“ beschließen.“ Nachhaltige Entwicklung soll von der Basis aus (bottom up) möglich werden. Trotzdem ist ein Wechselspiel mit Nachhaltigkeitskonzepten der nächst höheren Hierarchiestufe nötig (top down), weil Kommunen in dieses System eingebettet sind und nicht unabhängig von anderen agieren können. Es müssen also analog auch „Regionale Agenda 21“ aufgestellt werden.

Daher wird das Projekt darauf gerichtet, unter der inhaltlichen Rahmenzielstellung „Nachhaltiges Brandenburg“ Potentiale der hierauf gerichteten Umweltforschung zu vernetzen und zielführend zu koordinieren.

Für die praktische Umsetzung eines nachhaltigen Entwicklungspfades ist sowohl auf lokaler als auch auf regionaler Ebene das Zusammenspiel aller Akteure (Kommunen, Unternehmen, Wissenschaft, Verbände etc.) notwendig. Im Konzept des „sustainable development“ bilden Schutz der Umwelt, wirtschaftliche Effizienz und soziale Solidarität ein „magisches Dreieck“, welches zu seiner Umsetzung nach neuen Formen der institutionellen Zusammenarbeit (Kooperation, Koordination, neue Informationsbeziehungen) verlangt.

### **Methoden**

Mit dem Projekt sollen methodische Voraussetzungen geschaffen, wissenschaftliche Beiträge gebündelt und mit den regionalen Akteuren ein Konsens entwickelt werden, der die Konzipierung und die schrittweise, wissenschaftlich begleitete Umsetzung eines regionalen Programms (bzw. mittelfristig eines Landesprogramms) zur nachhaltigen, umweltgerechten Entwicklung ermöglicht. Daraus abgeleitete wissenschaftliche Aufgabenstellungen sollen im Rahmen des vorliegenden Projektes - in einem Projektverbund - bearbeitet werden. Mit der ermöglichten Bündelung von natur-, wirtschafts- und sozialwissenschaftlicher Forschung durch Forschungs koordinierung im Rahmen des konzipierten Projektverbundes wird dem Ansatz nachhaltiger Forschungspolitik gefolgt.

Arbeitsgegenstände des BUFZ:

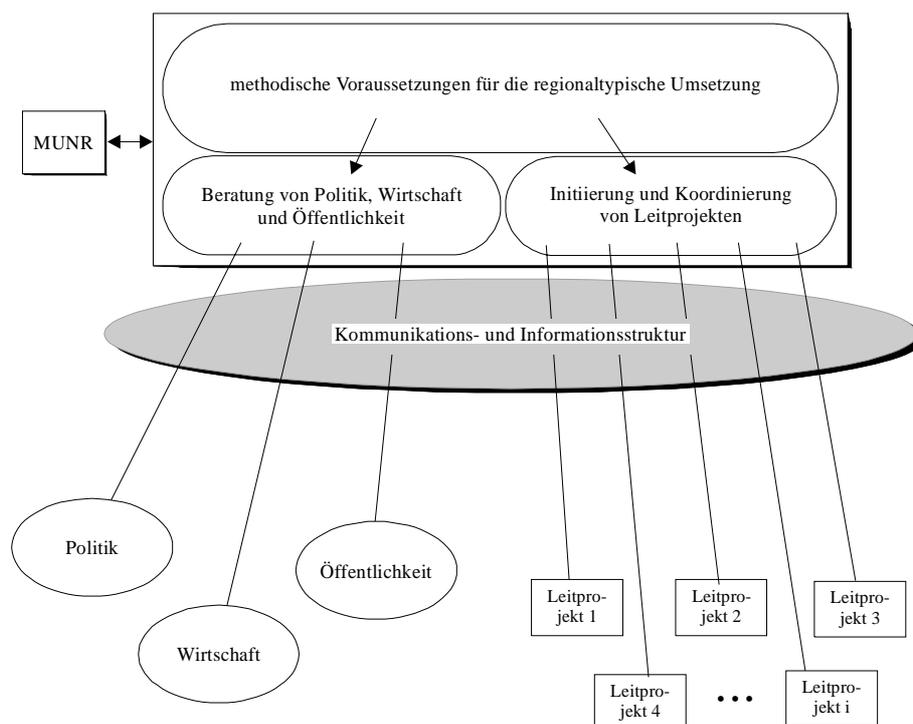
- Erarbeitung methodischer Voraussetzungen für die regionaltypische Umsetzung der Leitlinien nachhaltiger Entwicklung an einem Modellbeispiel;
- Initiierung und Koordinierung von Leitprojekten zur Erarbeitung von Grundlagen und zur modellhaften Umsetzung nachhaltiger Entwicklung;
- Schaffung einer Informations- und Kommunikationsstruktur zur Verbreitung des Nachhaltigkeitskonzepts;

- Beratung von Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit zu vorhandenen Konzepten für die nachhaltige Entwicklung und Hilfe bei regionaltypischen Anpassungen.

Am Verbund beteiligte Projekte:

- Nachhaltige umweltgerechte Entwicklung in einer Region Nordwestbrandenburgs (Ostprignitz-Ruppin) am Beispiel ausgewählter Leit- und Handlungsziele sowie Branchen (BUFZ)
- Nachhaltige Lebensweisen als Ressource für die Schaffung neuer Beschäftigungsfelder (Untersuchung weicher Standortfaktoren bei der Erarbeitung und Umsetzung einer Agenda 21 in der Region Ostprignitz-Ruppin) (BUFZ)
- Bewertungsalgorithmus zur Kategorisierung der Planungsregionen und Landkreise bzgl. soziodemographischer, wirtschaftlicher und infrastruktureller Voraussetzungen für eine nachhaltige Entwicklung strukturschwacher Regionen (IFAD)
- Nachhaltiges Stoffstrommanagement als Bestandteil von regionaltypischen Konzepten für eine nachhaltige zukunftsfähige Entwicklung (Univ. Potsdam, ZfU, FG Ökotechnologie / BUFZ)
- Technologien für eine nachhaltige Bewirtschaftung von Konversionsgebieten (GTS)
- Förderung nachhaltiger Produktgestaltung, insbesondere Weiterentwicklung und Ausgestaltung der Prinzipien der Nachhaltigkeit und ihrer Durchsetzung im Land Brandenburg (Gesell. zur Förderung der nachhalt. Produktgestalt.)
- Entwicklung und Anpassung von Komponenten und Modellen an spezifische Gegebenheiten ausgewählter Gestaltungs(spiel)räume Brandenburgs - ein akteursbezogener Ansatz (Prof. Strech)
- Entwicklung nachhaltiger Landnutzung in einer nicht geschützten Kulturlandschaft (BUFZ)
- Integrierte Umweltberatung und ökologische Zielsetzungen im Kreis Ostprignitz-Ruppin (BUFZ, Landkreis OPR; gemeinsam mit der Universität Paderborn und dem Deutschen Landkreistag im Rahmen eines bundesweiten Projektes)

Struktur des Projektverbundes:



## Ergebnisse und Diskussion

Zielrichtung der Aktivitäten des Projektverbundes ist auf der einen Seite die Außen- und Praxiswirksamkeit der Ergebnisse der einzelnen Projekte, insbesondere für den modellhaft betrachteten Landkreis Ostprignitz-Ruppin. Auf der anderen Seite geht es darum, vorhandene Interdependenzen zwischen den Projekten zu verorten und daraus sich ergebende Synergieeffekte nutzbar zu machen. Dazu wurden mehrere Workshops durchgeführt. Folgender Stand ist derzeit zu verzeichnen, aus dem sich weitere Aktivitäten ableiten:

### Praxis- / Öffentlichkeitswirksamkeit

- Kreis OPR

Landrat  
Kreistagsausschüsse: Landwirtschaft und Umwelt  
Wirtschaft und Struktur  
Akteursgruppen

Ziel: als Politikfeld verankern, Ziele und Indikatoren erarbeiten

- Planungsregion

Begleitung der Leitbilderarbeitung  
Wettbewerb „Regionen der Zukunft“  
Leitbild → Ziele  
lokale Aktivitäten → lokale Agenda 21 - Prozesse  
Akteursgruppen

Ziel: von einem Netz lokaler Agenda 21 - Prozesse zu einem regionalen Agenda 21 -Prozeß

- Stadt Neuruppin

„Neuruppiner Agenda“ (lokaler Agenda 21 -Prozeß)  
Mitarbeit: allgemeine Zielsetzungen/Indikatoren  
ökologisches Wirtschaften  
Akteure

- weitere Felder

Publikationen (z.B. FT 1)  
Tagungen (für I/98 vorgesehen)  
Kooperationen mit anderen Regionen (erste Diskussionen: Rhein-  
Neckar-  
Kreis; evtl. auch Schleswig-Holstein)

### Projektinterdependenzen \*

- Ziele und Indikatoren

IFAD, Nachhalt. OPR, Stoffstrommanagement, IUB, nachhalt. Landnutzung  
Grundmaterial vorhanden (Daten, besonders auch mit jetziger Phase)  
⇒ Workshop Ziele und Indikatoren → Diskussion mit Kreis

---

\* Unter den übergreifenden Themenfeldern werden die mitwirkenden Leitprojekte, der Arbeitsstand und die nächsten Vorhaben aufgeführt.

- Lösungsmöglichkeiten
  - Stoffstrommanagement, Klärschlamm [nachhalt. Landnutzung]
    - Konzeptionen für technologische Möglichkeiten auf der Basis des Vorhandenen
    - ⇒ Lösungspotentiale für Zielerreichung herausarbeiten
  
- Motivation der Akteure
  - nachhalt. Lebensweise, Akteure in Gestaltungsspielräumen [IUB]
    - Identifikation der Akteure, Motivationen
    - ⇒ Möglichkeiten der Einbeziehung zur Umsetzung der Ziele
  
- Institutionalisierungsformen
  - nachhalt. OPR, Akteure in Gestaltungsspielräumen [IUB]
    - erste Diskussionen zu möglichen Formen auf unterschiedlichen Ebenen
    - ⇒ Institutionalisierungsformen in Verwaltung, Politik und Öffentlichkeit (Akteure, NGO's)

### **Kooperationspartner**

Gesellschaft zur Förderung nachhaltiger Produktgestaltung. Neumühle 2, 16827 Alt Ruppin

IFAD Privatinstitut für Angewandte Demographie. Sophienstraße 3, 10178 Berlin

Universität Potsdam, ZfU, FG Ökotechnologie. Templiner Str. 21, 14473 Potsdam

Prof. Dr. K.-H. Strech. Fretchenweg 16, 12623 Berlin

Gesellschaft für ökologische Technologie und Systemanalyse e.V. (GTS); Wissenschaftliches Zentrum. Oranienburger Straße 22, 10178 Berlin

Universität-GH Paderborn (Prof. Dr. L. Schneider). Warburger Str. 100, 33098 Paderborn

### **Literatur**

Projektverbund „Nachhaltiges Brandenburg“. Dokumentation der Workshops. Brandenburgisches Umweltforschungszentrum, Neuruppin 23.5.97; 17.6.97; 12.8.97; 1.9.97; 5.12.97.

Soyez, K.; Ackermann, P. (Hrsg.) (1997): Nachhaltige Entwicklung im Land Brandenburg. Schritte in die Zukunft. Brandenburgisches Umweltforschungszentrum, Neuruppin (Forschungstexte des BUFZ Nr. 1).

## **Projekt: Nachhaltige, umweltgerechte Regionalentwicklung in Ostprignitz-Ruppin**

### **Projektleiter:**

Dr. Gerold Fierment  
(AG Umwelt- und Biotechnologie)

### **Mitarbeiter:**

Dr. Peter Ackermann

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Ausgehend von der Agenda 21 sollen Vorschläge (Rahmenziele und Strategien) erarbeitet und gemeinsam mit regionalen Akteuren konkrete Initiativen eingeleitet werden, um das Leitbild der nachhaltigen, umweltgerechten Entwicklung in der Region schrittweise umzusetzen. Dabei sind die Ausgangsbedingungen einer strukturschwachen, überwiegend ländlichen Region zu beachten. Das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung erfordert, in seiner praktischen Operationalisierung gleichzeitig auf die Erhaltung der Lebensgrundlagen, Effizienz der Wirtschaft und soziale Gerechtigkeit hinzuwirken. Es wird davon ausgegangen, daß die in den Kommunen begonnenen lokalen Agenda 21 -Prozesse, die nachhaltige Entwicklung von der Basis her anstreben, ein Wechselspiel bzw. eine Verknüpfung mit Nachhaltigkeitskonzepten auf der nächst höheren (regionalen) Ebene benötigen. Während der Projektbearbeitung soll dem regionalen Management Unterstützung bei der Umsetzung des Leitbildes der nachhaltigen Entwicklung in praktischen Handlungsfeldern (lokale Agenda 21) gegeben werden.

### **Methoden**

Das methodische Vorgehen lehnt sich an die von Lorch (1995) vorgeschlagenen Schritte an:

- regionale Ist-Bestandsaufnahme,
- Harmonisierung und Konkretisierung des bisherigen regionalen Zielsystems hinsichtlich einer nachhaltigen, umweltgerechten Entwicklung,
- Entwicklung, Vorschlag, Entscheidungsfindung und Umsetzung von/für Maßnahmen,
- Erfolgskontrolle und Analyse des Zielerreichungsgrades, Verankerung einer dauerhaften Entwicklungsforschreibung.

Wesentliches Projektmerkmal ist, daß von Beginn an parallel zu eigenen analytischen Arbeiten (regionale Umweltsituation) sowie Nutzung von Ergebnissen anderer Projekte des Projektverbundes (wirtschaftliche und soziale Situation) konkrete Veränderungen in Richtung auf eine nachhaltige Entwicklung angestoßen werden (Aktionsforschungsansatz, Spehl 1994). Hierfür werden Erfahrungen aus anderen Regionen ausgewertet und lokal/regional vorhandene Initiativen für eine nachhaltige Entwicklung einbezogen.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Das Projekt hat eine Laufzeit von 3/1997 bis 12/1998. Die mit Stand November 1997 vorliegenden Ergebnisse sind insbesondere den Schwerpunkten

- Charakteristik der regionalen Umweltsituation und -entwicklung,
- Ist-Analyse der Rahmenbedingungen nachhaltiger Entwicklung,
- Initiative zu einem lokalen/regionalen Agenda 21-Prozeß zuzuordnen.

Die Charakteristik der Belastungen und des Zustands der Umwelt sowie von Naturressourcen im Landkreis Ostprignitz-Ruppin erfolgt für Luft (Emissionen, Immissionen), Grundwasser, Oberflächenwasser, Boden, Waldzustand und Abfall durch Zustands- und Belastungsmeßgrößen. Als Datenquellen wurden Publikationen des Umweltministeriums, des Landesumweltamtes sowie Prüfberichte verwendet. Im Vergleich mit dem Land Brandenburg und hinsichtlich erkennbarer Trends (im Sinne einer Indikation von nachhaltiger bzw. nicht nachhaltiger Entwicklung) ist festzustellen (Fierment, Ackermann 1997):

- Rückgang der Emissionen von Schwefeldioxid und Staub aus Anlagen stärker als im Land Brandenburg insgesamt; aber Zunahme der Emissionen an Stickoxiden (bei im Vergleich zum Land insgesamt geringen Basiswerten,
- niedrige bis mittlere Immissionsbelastung insgesamt (Summe der Schadstoffe Schwefeldioxid, Schwebstaub, Stickstoffdioxid, Ozon betreffend), bei Ozon höhere Belastung als in südlichen Landesteilen;
- im Raum Neuruppin Vorkommen von nährstoffbelasteten Grundwässern; auf Grund der Bodeneigenschaften hohe Betroffenheit von potentiellen Schadstoffeinträgen in der Kyritz-Ruppiner Heide, geringfügige Betroffenheit im Rhin- und Havelländischen Luch,
- sensible Fließgewässer mit erhöhtem Schutzwert, gekennzeichnet durch naturnahe und entwicklungsfähige Biotope;
- keine stark verschmutzten Fließgewässer (Güteklasse III-IV und IV), jedoch am Fluß Rhin Rückgang des Anteils der Güteklasse I-II (gering belastet) von 32 % (1991) auf 3 % der Flußlänge (1996);
- Anteil von Seen (>5 ha) der (als natürlich anzusprechenden) Güteklasse 2 (mesotroph) ist mehr als doppelt so hoch (15,4 %) wie im Land insgesamt (7,0 %), der Anteil von Seen in ungenügendem Zustand (Güteklasse 4 und 5) beträgt 32,1 %, ist jedoch um 10,3 % geringer als im Land insgesamt (42,4 %);
- Verringerung des Anteils mittlerer und starker Waldschäden von 1991 zu 1996 um 22 %; Gefahr jedoch durch Tendenz zu Nährstoffdisharmonien (infolge Stickstoffanreicherung und Basenverarmung) sowie durch Photooxydantien;
- geringeres Aufkommen an Siedlungsabfällen (78,9 %) je Einwohner als im Land insgesamt, dazu parallel höheres Aufkommen an Wertstoffen (120,7 %) als im Land insgesamt (Angaben für 1995).

Die Daten zur Umwelt im Kreisgebiet zeigen, daß es ungeachtet des positiven Trends in einer Reihe von Positionen keinen Anlaß gibt, in den Anstrengungen zum Umweltschutz nachzulassen. Das umso mehr, als für die Region bedeutsame Wirtschaftszweige in besonderem Maße von einer intakten Umwelt abhängen, wie die Land- und Forstwirtschaft bzw. der Tourismus, der als eine neue wirtschaftliche Basis gefördert wird. Umweltqualität spielt auch als „weicher Standortfaktor“ für die Anstrengungen zur Ansiedlung zum Ausgleich der Abwanderung in andere Regionen eine wichtige Rolle.

Als Handlungsfelder für den medienbezogenen Umwelt- und den Ressourcenschutz im Kreisgebiet zeichnen sich aufgrund der betrachteten Daten ab:

- Minderung/Vermeidung diffuser Einträge in Gewässer (z.B. durch umweltschonenden Düngereinsatz),
- Vermeidung eines weiteren Anwachsens der Immissionsbelastungen durch den Straßenverkehr (z.B. durch höheren Anteil von Versorgung aus der Region und kleinräumigere Wirtschaftszusammenhänge),
- weitere Sanierung von belasteten Konversionsflächen,

- Weiterführung des positiven Trends bei der Reduktion des Siedlungsabfallaufkommens und der Gewinnung von Wertstoffen,
- keine Verschlechterungen beim anlagenbezogenen Emissionsschutz.

Die erhobenen Daten sollen als Basisgrößen für die Bewertung von Verminderungspotentialen der Umweltbelastungen von technologischen und anderen Maßnahmen dienen.

Unsere Aktivitäten zur Initiierung und Begleitung eines regionalen Agenda 21 -Prozesses erfolgen auf der Ebene der Stadt Neuruppin („Neuruppiner Agenda“), des Landkreises und der regionalen Planungsgemeinschaft Prignitz-Oberhavel.

In der Stadt Neuruppin beteiligen wir uns an einer Arbeitsgruppe für eine lokale Agenda 21 bei der Stadtverwaltung. Mit dem Programm „Neuruppin 2006 - Ziele und Elemente einer nachhaltigen Stadtentwicklung“ hat die Stadt eine gute Grundlage für den Dialog mit den Bürgern. In einer Ideenwerkstatt (als Bestandteil der 1. Zukunftswerkstatt „Neuruppiner Agenda“ im November 1997) zum Problemkreis „Ökologisch wirtschaften und Arbeitsplätze“ mit Vertretern von Unternehmen, Verbänden und anderen Bürgern wurde beraten, wie kleinräumigere Stoff- und Wirtschaftskreisläufe bzw. Wertschöpfungsketten etabliert und verstärkt regionale Ressourcen genutzt werden können. Diese Aktivitäten sollen in themenbezogenen Initiativkreisen weitergeführt werden.

Da auf der Ebene des Kreises die Nachhaltigkeitsziele konzeptionell noch nicht verankert waren, haben wir das Projekt den Kreistagsausschüssen für Wirtschaft und Struktur sowie Landwirtschaft und Umwelt vorgestellt und dafür geworben, die Umsetzung des Nachhaltigkeitsleitbildes durch eine Initiative des Kreistages zu befördern. Die Zusammenarbeit mit der Regionalen Planungsstelle der Planungsgemeinschaft ist darauf gerichtet, den Ansatz der nachhaltigen Entwicklung im gegenwärtig zu erarbeiteten Regionalplan zu verankern.

Die sich noch zögernd vollziehenden Veränderungen zu einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung verweisen auf die Bedeutung der erforderlichen Rahmenbedingungen. Der auf der Ebene des Bundes festzustellende überwiegend sektorale Politikansatz (Kopplung der nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung an den Umweltbereich) setzt sich auch auf Ebene des Landes fort. Die Analyse von Dokumenten der Landespolitik (Landestechnologiekonzeption, Umweltwirtschaftsprogramm, Gesetze und Richtlinien der Landes- und Regionalplanung) zeigen z.B., daß

- nachhaltige Entwicklung zwar bereits mehrfach in die Zielformulierungen einfließt (Umweltwirtschaftsprogramm, Landestechnologiekonzeption), jedoch die Operationalisierung auf der Maßnahmenebenen noch nicht konsequent vollzogen wird,
- nachhaltige Entwicklung als Aufgabe der Landes- und Regionalplanung als noch nicht im Gesetztext expressis verbis verankert ist. Statt dessen wird Planung für die Entwicklung Aufgabe genannt, ohne anzugeben, mit welchem Qualitätsanspruch Entwicklung erfolgen soll.

Demgegenüber ist im Bereich der Stadtentwicklung, wo die Orientierung auf Nachhaltigkeit mit dem lokalen Agenda 21-Prozeß schon Dynamik gewonnen hat, die aktuelle Förderrichtlinie ausdrücklich darauf gerichtet, die Städte und Gemeinden bei ihren Anstrengungen zur nachhaltigen, zukunftsorientierten Entwicklung zu unterstützen und zu begleiten.

### **Kooperationspartner**

Institut für angewandte Demographie (IFAD) Berlin, Stadtverwaltung Neuruppin

Kreisverwaltung Ostprignitz-Ruppin

Regionale Planungsstelle der Regionalen Planungsgemeinschaft Prignitz-Oberhavel

„Raum & Energie“ Institut für Wirtschafts-, Regional- und Energieberatung GmbH, Wedel/Hamburg

## **Literatur**

Fierment, G., Ackermann, P. (1997): Analyse zur Übertragbarkeit international und national verfolgter Konzeptionen zur nachhaltigen Entwicklung von Regionen auf die Bedingungen im Land Brandenburg mit Vorschlägen für eine Beispielslösung. In: Nachhaltige Entwicklung im Land Brandenburg. Schritte in die Zukunft. Brandenburgisches Umweltforschungszentrum. Forschungstexte. Nr. 1 (Sept. 1977), 11-31.

Fierment, G., Ackermann, P. (1997): Nachhaltige umweltgerechte Entwicklung in einer Region Nordwestbrandenburgs (Ostprignitz-Ruppin) am Beispiel ausgewählter Leit- und Handlungsziele sowie Branchen. Bericht Projektphase I. Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V., Alt Ruppin.

Lorch u.a. (1995): Nachhaltige Entwicklung im Alpenraum. Umweltbundesamt. Texte 15/95, Berlin.

Spehl, H. (1994): Ansatzpunkte für eine nachhaltige Entwicklung in der Region Trier. In: NARET-Diskussionspapier Nr. 3, Universität Trier, Oktober 1994 (2. Aufl.).

## **Projekt: Entwicklung nachhaltiger Landnutzung**

### **Projektleiter:**

Dr. H.-P. Jähric  
(AG Nachhaltigkeit)

### **Mitarbeiter:**

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Das Projekt dient der Vergrößerung von Wissen und Praxiserfahrung bei der Entwicklung nachhaltiger Landnutzung. Es soll diese Form der Landnutzung zunächst in einer Region fördern und dabei möglichst auf andere Regionen übertragbare Konzepte vorschlagen. „Nachhaltigkeit“ wird hier im Sinne der dazu von der Enquetekommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ formulierten Grundregeln verstanden.

Ausgehend von der Untersuchung der in einer Region des Landkreises Ostprignitz-Ruppin gegebenen aktuellen Situation der Landnutzung sollen eigene Vorschläge zur Entwicklung der Nachhaltigkeit gemacht werden. Zudem sollen diesbezügliche Untersuchungsergebnisse aus einem im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin bearbeiteten Verbundprojekt der Landesanstalt für Großschutzgebiete bezüglich ihrer Übertragbarkeit in die Region geprüft werden.

Zu den im Rahmen dieser Thematik für den Landkreis Ostprignitz-Ruppin relevanten Aufgabenstellungen gehört die Verstärkung der ökologischen Tragfähigkeit von Landnutzungskonzepten. Dabei geht es insbesondere im Oberen Rhinluch um den Erhalt von Niedermoorstandorten. Diese Zielstellung soll durch Maßnahmen zur Eindämmung bzw. Unterbindung der weiteren Degradation des noch vorhandenen Niedermoores sowie durch nachhaltige Bewirtschaftung des überwiegend als Grünland genutzten Standortes erreicht werden. In die nachhaltige Bewirtschaftung sollen konkret zu benennende Naturschutzmaßnahmen und angepasste Technologien integriert werden.

### **Methoden**

Hauptbestandteil der Untersuchungsmethodik ist in der Anfangsphase des Projektes die Auswertung von Literatur, Planungsunterlagen und Kartenmaterial. Dabei geht es zunächst um die Erfassung des aktuellen Standes der Praxis zur nachhaltigen Landnutzung in der Region. Die Auswertung der Planungsunterlagen wird durch Experteninterviews ergänzt bezüglich

- Umfang und Qualität bereits praktizierter Beiträge zur nachhaltigen Landnutzung
- entsprechender vorbereiteter Maßnahmen
- vorhandenem Potential für den Ausbau der nachhaltigen Landnutzung.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Am Beginn der Projektbearbeitung stand die Auswahl einer Region im Landkreis Ostprignitz-Ruppin, auf die sich die Untersuchung konzentrieren sollte. Nach Beratungen mit Vertretern der Kreisverwaltung des Landkreises und nach Absprachen mit dem ZALF Müncheberg wurde als Schwerpunktregion das Obere Rhinluch ausgewählt. Als Kriterien für diese Auswahl sprachen, daß zu dieser Region bereits Kartierungen und Dokumentationen erstellt wurden, die als Grundlage für Untersuchungen zur Nachhaltigkeit dienen können (Aussagen zu Boden- und Biotoptypen, zur Landnutzungsintensität u.a. liegen vor). Weiterhin wurde die zuvor intensive Nutzung der Grünlandflächen dieses Gebietes nach 1990 in großen Bereichen durch Extensivnutzung abgelöst. Damit sind gute Möglichkeiten zur Einführung von Formen nachhaltiger Landnutzung gegeben. Von besonderer Bedeutung ist dieses Gebiet für den Naturschutz, da hier noch zahlreiche gefährdete bzw. vom Aussterben bedrohte Tierarten le-

ben. Landwirtschafts- und Umweltministerium sind an Untersuchungen zu Entwicklungsmöglichkeiten dieser Region interessiert.

Nach Bestimmung der schwerpunktmäßig zu untersuchenden Region wurde begonnen, die für die Projektthematik relevante Nutzungs-Situation und die damit verbundene Problematik zu erfassen.

Erfaßt wurden bisher

- die Spezifika des Niedermoorstandortes Oberes Rhinluch
- die in dieser Region praktizierten Landnutzungsformen
- die naturschutzrelevanten Vertrags- und Förderprogramme
- die zum Vertragsnaturschutz gehörenden Flächenanteile

Die Analyse von Planungsunterlagen und Expertengesprächen zur Ermittlung des Bedarfs an Maßnahmen zeigte, daß die Informationen zur Praxis und zum Potential der Landnutzung in der Region noch vervollständigt werden müssen. Bisher zeichnet sich ab, daß zur Entwicklung einer nachhaltigen Landnutzung an der Lösung folgender Probleme zu arbeiten ist:

- Der Übergang zur nachhaltigen Landnutzung setzt gegenüber den Landwirten voraus, daß ihnen dabei zumindest mittelfristig ein Einkommen in Aussicht gestellt werden kann, das den Fortbestand ihrer Betriebe ermöglicht. Die betriebliche Planung entsprechender Bewirtschaftungsmaßnahmen bedarf einer zumindest mittelfristigen Planungssicherheit. Die Schaffung dafür nötiger Rahmenbedingungen erfordert fachlich fundierte und finanziell abgesicherte politische Konzeptionen. Ein Fortbestand der durch die EU-Agrarpolitik ausgelösten Finanzierungs- und daraus resultierenden Planungsunsicherheit erweist sich für die Entscheidungsbereitschaft der Betriebsleiter (Landwirte) zunehmend als Hemmnis.
- Für eine nachhaltige Landnutzung sollten kooperativ mit den beteiligten Akteuren Zielaussagen formuliert werden, auch wenn deren Möglichkeiten einer Umsetzung momentan noch nicht gegeben sind. Dazu sind die Vorrangfunktionen der Landnutzung zu benennen.
- Das Erfordernis partieller Wiedervernässung des Niedermoorstandortes setzt voraus, daß für die Stauanlagen die Eigentümersituation geklärt wird. Erst dann können die Verantwortlichen für die Bewirtschaftung der Stauanlagen festgelegt werden.
- Eine ordnungsgemäße Staubewirtschaftung bedarf des Erlasses einer Nutzungsrichtlinie. Dieses Erfordernis ist seit einigen Jahren bekannt, wird aber nicht realisiert. Zu seiner Realisierung sind Aktivitäten von der Regional- bis zur Landesebene zu mobilisieren.
- Vor allem für kleine und mittlere landwirtschaftliche Unternehmen sind auf Kreisebene in Absprache zwischen dem Amt für Landwirtschaft und dem BUFZ kostenfreie Beratungen zur extensiven und zur nachhaltigen Landnutzung zu organisieren. Sie sollten darüberhinaus zur Vertiefung des Umweltbewußtseins durch Vermittlung von ökologischem Wissen beitragen und gezielt darauf hinwirken, daß Umweltverhalten nicht erst mit der Zahlung von Fördermitteln beginnt.

### **Kooperationspartner**

Landesanstalt für Großschutzgebiete (LAGS)

Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF)

### **Literatur**

Kretschmer, H. (1995): Ökologisches Entwicklungskonzept Oberes Rhinluch. Müncheberg/Berlin.

Walkowiak, H.; Schulze, A; Seidlitz, E. (1994): Agrarstrukturelle Vorplanung Oberes Rhinluch. Potsdam.

## **Projekt: Integrierte Umweltberatung und ökologische Zielsetzungen im Landkreis**

### **Projektleiter:**

G. Großer  
(AG Nachhaltigkeit)

### **Mitarbeiter:**

M. Decker

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Zusammenführung unterschiedlichster Akteure im Kreisgebiet, deren Tätigkeitsbereich Umweltfragestellungen tangiert und Ansatzpunkte für die Initiierung einer nachhaltigen Entwicklung darstellen; Erarbeiten von Projekten zur kreislichen Entwicklung (z.B. Regionalisierung von Produktionsabläufen, Markenzeichen der Region u.ä.) unter Berücksichtigung von Umweltfragestellungen. Mit den initiierten Projekten werden Beiträge zur Herausbildung einer regionalen Agenda 21 geleistet.

### **Methoden**

Interviews, Moderation

### **Ergebnisse und Diskussion**

Es wurden 97 Interviews mit Akteuren im Kreis, die potentielle Teilnehmer für das weitere Projekt sind, geführt. Im Ergebnis zeichnen sich folgende thematische Schwerpunkte ab:

- Umweltgerechtes Bauen und gesundes Wohnen;
- Regionalvermarktung;
- Ökonomie und Ökologie.

In Vorbereitung befindet sich die Anleitung und Begleitung von internationalen Vorhaben „Integr. Umweltberatung“ (Ukraine, Spanien, Nicaragua)

### **Kooperationspartner**

Landkreis Ostprignitz-Ruppin

Deutscher Landkreistag

Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Universität-Gesamthochschule Paderborn

KMU der Region

### **Literatur**

Schneider; Menzel (1995): Integrierte Umweltberatung im Landkreis, Boorberg.

## Projekt: Fachinformationssystem Naturschutz und Landschaftspflege des Landesumweltamtes Brandenburg

### Projektleiter:

Dr. Matthias Kühling  
(AG Integrierter Arten- und Biotopschutz)

### Mitarbeiter:

Claus-Peter Beutke; Raimund Klatt, Jörg Marckardt; Prof. Dr. Klaus-Peter Berndt

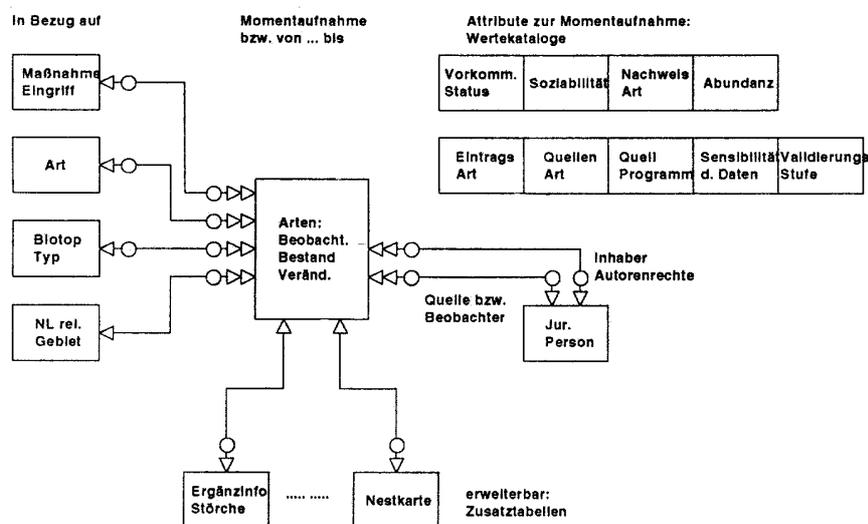
## Projektbeschreibung

### Ziel des Projektes

Das Landesumweltamt Brandenburg entwickelt zur Sammlung, Aufbereitung und Auswertung landesweiter Informationen aus Natur und Landschaft das Fachinformationssystem Naturschutz und Landschaftspflege (FISNL). Es ist Bestandteil des Landes-Umwelt-Informationssystems (LUIS) und besteht im Kern aus einem Geographischen Informationssystem (GIS) und einem relationalen Datenbank-Managementsystem.

### Ergebnisse und Diskussion

Die Abbildung von Vorgangs-, Stamm-, Bewegungs- und Katalogdaten der verschiedenen Fachverfahren / Kataster des FISNL wurde unter Verwendung der data warehouse<sup>®</sup> Technologie von der noac GmbH (Birkenwerder) realisiert. Die Analyse des Istzustandes sowie die Erstellung des Logischen Datenmodells wurden von der Projektgruppe insbesondere hinsichtlich der artbezogenen Entitäten fachlich begleitet.



Teildatenmodell Artenvorkommen (Noack et al. 1996) - Dieses Teildatenmodell enthält alle Beobachtungen, Registrierungen und sonstigen Informationen über das Vorkommen von Arten in den für den Naturschutz und die Landschaftspflege relevanten Gebieten. Gesteuert durch Metadaten können umfassende Bezüge zu den übrigen Bereichen des FISNL, einschließlich des integrierten Geographischen Informationssystems (GIS), hergestellt werden.

Die inhaltlichen, technischen und organisatorischen Möglichkeiten für die Integration externer Datenbestände wurden untersucht und am Beispiel der Literaturdatenbank Artenschutz (ARTSCH) vorbereitet. Ziel ist die Verknüpfung der Vorzüge einer fachlich qualifizierten und stets aktuellen Pflege von Teildatenbeständen an peripheren Lokalisationen (z.B. in spezialisierten Forschungseinrichtungen) mit der Option einer problemlosen Integration dieser externen Daten in das FISNL (Online-Abfrage).

Von Seiten des Landesumweltamtes Brandenburg ist vorgesehen, dem hohen Informationsbedürfnis der Öffentlichkeit nachzukommen und Teilbereiche des FISNL über das Internet zugänglich zu machen. Damit ergeben sich völlig neue Kommunikationsmöglichkeiten zwischen den Akteuren im Bereich des Naturschutzes und der Landschaftspflege. Bei der Aufbereitung der Inhalte stellen fachliche und fachdidaktische Gesichtspunkte in gleichem Maße wichtige Voraussetzungen dar.

### **Kooperationspartner**

noac GmbH (Birkenwerder)

Landesumweltamt Brandenburg, Abt. Naturschutz und Landschaftspflege (Potsdam)

### **Literatur**

Beutke, C.-P.; Kühling, M. (1997): Zur Integration der Literaturdatenbank Artenschutz (ARTSCH) in das Fachinformationssystem Naturschutz und Landschaftspflege (FISNL). Konzeption im Auftrag des Landesumweltamtes Brandenburg (unveröffentlicht).

Klatt, R.; Kühling, M.; Marckardt, J. (1997): Eine Literaturdatenbank als Bestandteil des Fachinformationssystems Naturschutz und Landschaftspflege (FISNL). Materialsammlung der 2. Tagung Artenschutz (Lebus, 25.09.1996), LUA Brandenburg & ZfU der Universität Potsdam.

Noack, K.; Mittenzwei, M.; Zabel, P. (1996): Fachinformationssystem Naturschutz und Landschaftspflege - Logisches Datenmodell. noac GmbH (Birkenwerder) im Auftrag des Landesumweltamtes Brandenburg (unveröffentlicht).

SCHMIDT, V. (1996): Fachinformationssystem Naturschutz und Landschaftspflege. Landesumweltamt Brandenburg - Berichte aus der Arbeit 1995: 8-13.

## **Projekt: Umweltverträglichkeitsprüfung**

### **Projektleiter:**

Prof. Dr. Dieter Wallschläger  
(AG Integrierter Arten- und Biotopschutz)

### **Mitarbeiter:**

Wolfgang Beier, Matthias Gläser, Rainer Grube,  
Arne Hinrichsen, Raimund Klatt, Dr. Matthias  
Kühling, Jörg Marckardt, Robert Trusch

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Im Rahmen der Erarbeitung Landschaftspflegerischer Begleitpläne und der Erhebung von faunistischen Grundlagendaten für verschiedene bauliche Großvorhaben im Land Brandenburg (Ausbau der A 15 zwischen Lübbenau und Forst, Errichtung der Sonderabfalldeponie Südbrandenburg, Ausbau des Regionalflughafen Eberswalde/Finow) wurden ökofaunistische Untersuchungen zur Bewertung der Biotope vorgenommen. Dabei wurden folgende Tiergruppen einbezogen: Spinnen, Schmetterlinge, Laufkäfer, Heuschrecken, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere. Aus dem festgestellten Artenspektrum wurden Vorschläge für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen abgeleitet.

### **Methoden**

Die Erhebung der faunistischen Daten orientierte sich an den bundesweit üblichen Standards. Dabei wurden vielfältige Methoden freilandökologischer Untersuchungen angewendet. In Zusammenarbeit mit den Auftraggebern sind jeweils gebiets- und eingriffsspezifische Bewertungsrichtlinien erarbeitet worden. Besonderer Wert wurde auf eine ökosystemare Betrachtungsweise unter Berücksichtigung der Entwicklungsdynamik gelegt.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Die erhobenen Daten und die abgeleiteten Maßnahmen dienen wesentlich einer sachgerechten Planung von Eingriffen. Durch eine enge Zusammenarbeit mit den Genehmigungsbehörden gelang es in allen Fällen umweltverträgliche Lösungen zu erarbeiten.

Weiterhin konnte ein Vielzahl von Daten von Nachweisen seltener und gefährdeter Arten in die natur-schutzfachliche Aufgabenstellungen von Landes- und Kommunalbehörden sowie der Verbände eingebracht werden.

Nicht zuletzt dienten diese Untersuchungen der Qualifizierung von Lehrveranstaltungen (Kurs „Faunistische Grundlagen der UVP“), teilweise durch direkte Einbeziehung von Studierenden in die Aufgaben.

### **Kooperationspartner**

UTECON Umweltschutz & Technologie Service GmbH, Berlin & Neuenhagen

Natur & Text in Brandenburg GmbH, Rangsdorf

### **Literatur**

Als Ergebnis der Untersuchungen liegen mehrere unveröffentlichte Studien und Gutachten vor.

## **Projekt: Planung und Projektierung der Abwasserentsorgung im Land Brandenburg (1990-1994)**

### **Projektleiter:**

Dr. Peter Brodde  
(AG Umweltmanagement)

### **Mitarbeiter:**

Egbert Zemlin

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Untersuchung und Bewertung der Projektierungsarbeiten von 1990 bis 1994 für größere Abwasserentsorgungsprojekte in Brandenburg.

### **Methoden**

Bewertung der Projektierungsunterlagen

### **Ergebnisse und Diskussion**

- In einer umfangreichen Recherchearbeit wurde 49 Klärwerksprojekte, d.h. ca. ein Drittel aller Projekte des Landes Brandenburg (bis einschließlich 1994), erfaßt und methodisch bewertet. Schwerpunkte bei der Bewertung waren: demographische Entwicklung, Planung und Kapazität, Entsorgungsbereiche der zentralen Kläranlagen, geplante Baukosten, Klärschlammverwertung bzw. -entsorgung.
- Eine zusammenfassende Studie in der die zu erwartenden Probleme und Defizite bei der Abwasserentsorgung spezieller Entsorgungsgebiete herausgearbeitet wurden, wurde im April 1995 abgeschlossen und dem MUNR übergeben. Sie kann dort beim Auftraggeber eingesehen werden.
- Die Ergebnisse bildeten außerdem die Grundlage mehrerer Vorträge, die auf Fachveranstaltungen mit großem Interesse aufgenommen wurden.
- Parallel zu diesen Arbeiten wurde eine Kartei der Anbieter für Trinkwasserversorgungs- und Abwasserbehandlungstechniken erarbeitet.

## **Umweltrecht, Umweltpolitik**

## **Projekt: Vollzug der Indirekteinleiterverordnung in industriellen Ballungsräumen**

### **Projektleiter:**

Dr. Peter Brodde  
(AG Umweltmanagement)

### **Mitarbeiter:**

Egbert Zemlin

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Recherche zum Kenntnisstand beim Vollzug der Indirekteinleiterverordnungen in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der Klärschlammqualität und Ableitung von Forschungsaufgaben für das Land Berlin (Auftragsarbeit für den Senat von Berlin, 1995)

### **Methoden**

- Literaturrecherche
- Recherche zu den durchgeführten und laufenden Forschungsarbeiten in Deutschland
- Recherche zu den in Deutschland vorliegenden Erfahrungen beim Vollzug der Indirekteinleiterverordnungen, insbesondere Bremen, Hannover, München
- Datenerfassung und -bewertung

### **Ergebnisse und Diskussion**

- Es wurde eine Kenntnisstandsstudie zum Vollzug der Indirekteinleiterverordnungen in Deutschland erarbeitet, einschließlich einer umfangreichen Literaturkartei und einer Erfassung der in Brandenburg und Berlin laufenden diesbezüglichen Forschungsarbeiten.
- Insbesondere wurden für die Bewertung der Qualität des Vollzugs der Indirekteinleiterverordnung für das Ballungsgebiet Berlin alle Analysen der 7 Berliner Wasserwerke für den Zeitraum 1991 bis 1994 (Zulauf, Ablauf, Klärschlamm, Klärschlammaschen) einbezogen.
- Ein Schwerpunkt der Auswertung war die Ableitung von Defiziten und Forschungsbedarf für den Raum Berlin.
- Die Ergebnisse des Projektes wurden vor den zuständigen Dienststellen des Senats von Berlin und vor Vertretern Berliner Forschungseinrichtungen erfolgreich verteidigt. Sie können nur beim Auftraggeber des Projektes eingesehen werden.

### **Literatur**

Im Abschlußbericht werden 149 Literatur-Referenzen und 55 Forschungsarbeiten aufgeführt.

## **Projekt: Brandenburger Abwassertage**

### **Projektleiter:**

Dr. Peter Brodde  
(AG Umweltmanagement)

### **Mitarbeiter:**

Detlef Stoltz

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Auf dem Gebiet der Abwasserentsorgung war und ist der Informationsbedarf bei den kommunalen Aufgabenträgern und der interessierten Öffentlichkeit besonders groß. Kostengünstige, allgemeinverständliche und den Landesbedingungen angepaßte Veranstaltungen wurden in Brandenburg nicht ausreichend angeboten. Das BUFZ nimmt diese Aufgabe war.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Mit Unterstützung der Landesregierung, der Verantwortungsträger, Brandenburger Wissenschaftlern und Unternehmen gelang es, die Brandenburger Abwassertage mit dem vom BUFZ entwickelten Konzept (Fachvorträge, Diskussionsforum, Unternehmenspräsentation parallel zur Tagung) zu einer anerkannten Veranstaltungsreihe zu entwickeln. Sie sind zu einer Plattform für einen umfassenden Informationsaustausches geworden (Wissensvermittlung, Darlegung landespolitischer Zielstellungen, Problemdiskussion mit den kommunalen Aufgabenträgern und den Fachunternehmen). Das ist auch gut anhand der kontinuierlich angewachsenen Anzahl der Teilnehmer (von 50 auf 210) zu erkennen.

### **Kooperationspartner**

TFH Wildau

### **Literatur**

Tagungsreader zu den 5 durchgeführten Veranstaltungen (über das BUFZ beziehbar)

## **Projekt: Landwirtschaftliche Klärschlammverwertung in Norwest-Brandenburg**

### **Projektleiter:**

Dr. Peter Brodde  
(AG Umweltmanagement)

### **Mitarbeiter:**

Egbert Zemlin

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Auf der Grundlage der geltenden gesetzlichen Regelungen und der speziellen Grundsatzdokumente des Landes Brandenburg (Abfallwirtschaftsprogramm, Klärschlammsorgungskonzept/ Entwurf) war für die Nordwestbrandenburger Landkreise Prignitz, Ostprignitz - Ruppin und Oberhavel eine Sachstandsstudie zur Klärschlammverwertung und -entsorgung zu erarbeiten und für andere Landkreise verallgemeinerbare Ergebnisse abzuleiten.

### **Methoden**

- Literaturrecherche
- Datenerfassung anhand behördlicher Dokumentationen (Lieferscheine, Berichte)
- Befragungen (Kläranlagenbetreiber)

### **Ergebnisse und Diskussion**

Die Ergebnisse wurden in einer nicht öffentlichen Studie zusammengestellt und dem Auftraggeber (Brandenburger Umweltministerium) übergeben. Der wesentlichste Inhalt der Arbeit ist:

- Erfassung und Bewertung der zwischen 1994 bis 1996 in den Landkreisen Oberhavel, Ostprignitz-Ruppin und Prignitz angefallenen und landwirtschaftlich verwerteten oder entsorgten Klärschlämme (Art, Menge, Qualität, Art der Verwertung/Entsorgung, insbesondere Schadstoffaspekt, Nährstoffaspekt), einschließlich der Berücksichtigung zu erwartender Entwicklungen
- Auswertung des behördlichen Vollzugs hinsichtlich seiner Effektivität und der Einflußnahme auf eine Verminderung negativer Umweltauswirkungen (Risikoaspekt)
- Analyse der bei der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung aufgetretenen bzw. zu erwartenden Probleme und Hemmnisse.

Veröffentlichungen ausgewählter Ergebnisse sind 1998 vorgesehen.

## **Projekt: Öko-Audit, Umweltmanagement**

### **Projektleiter:**

Dr. Peter Brodde  
(AG Umweltmanagement)

### **Mitarbeiter:**

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Mit Inkrafttreten der EG- Umwelt- Auditverordnung lagen in Deutschland noch wenig Erfahrungen bezüglich der Durchführung von Umweltprüfungen und dem Aufbau von Umweltmanagementsystemen vor. Es stand die Aufgabe, erste eigene Projekte durchzuführen und anhand der dabei gewonnenen Erfahrungen die methodischen Fertigkeiten zu vervollkommen und branchenspezifische Grundlagen zu erarbeiten.

### **Methoden**

- Durchführung von Umweltprüfungen, Umweltbetriebsprüfungen anhand von speziellen Checklisten und Protokollbögen
- Aufbau von Umweltmanagementsystemen in Unternehmen und Umwelthandbüchern

### **Ergebnisse und Diskussion**

Im Rahmen des Projektes entstanden die folgenden Referenzen:

- Forschungsarbeiten (Kriterien für die Umweltprüfung in der Reifen- und Gummibranche, Auftragsarbeit des Brandenburger Umweltministeriums, 1995)
- Durchführung von Umweltprüfungen (Feuerlöschgeräte GmbH Neuruppin, Pneumant Reifen GmbH Fürstenwalde, 1995)
- Aufbau von Umweltmanagementsystemen, einschließlich der Anfertigung der erforderlichen Umwelthandbücher (Pneumant Reifen GmbH, Standorte Fürstenwalde und Riesa, 1996)
- Durchführung von Umweltbetriebsprüfungen (Pneumant Reifen GmbH, Standorte Fürstenwalde und Riesa, 1997)



## **Umwelt und Ökonomie**

## **Projekt: Das Management ökologischer Risiken und Krisen: Verhaltenswissenschaftliche Grundlagen (März 1994 - April 1998)**

### **Projektleiter:**

Prof. Dr. Ingo Balderjahn  
(AG Betriebliches Umweltmanagement /  
Umweltbewußtes Konsumentenverhalten)

### **Mitarbeiter:**

Dipl.-Ök. Claudia Mennicken

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Neben den Herausforderungen gesättigter Märkte, Internationalisierung und Technologiedynamik treten in zunehmendem Maße ökologische Anforderungen in den Mittelpunkt der Unternehmenspolitik. Unternehmen werden dabei von einer immer kritischer werdenden Öffentlichkeit beobachtet und verstärkt in den Medien als Verursacher von ökologischen Risiken und Krisen thematisiert. Diese Entwicklung erhöht die Wahrscheinlichkeit ökologisch begründeten Diskontinuitäten im Unternehmensumfeld. Im Rahmen eines betrieblichen Umweltmanagements muß daher ein Risiko- und Krisenmanagement entwickelt und implementiert werden, um auf diesen gesellschaftlichen Legitimations- und Rechtfertigungszwang eine strategische Antwort zu finden. Verhaltenswissenschaftliche Aspekte wurden in diesem Zusammenhang relativ wenig behandelt. Wie Unternehmen jedoch mit Risiken und Krisen umgehen, hängt stark von den Wahrnehmungs-, Bewertungs- und Entscheidungsprozessen der einzelnen Manager ab.

### **Methoden**

In diesem Forschungsprojekt wird ein verhaltenswissenschaftlicher Ansatz zur Beschreibung und Erklärung von Wahrnehmungs- und Bewertungsprozessen von Managern im Umgang mit ökologischen Risiken entwickelt. Dieses verhaltenswissenschaftliche Risikomodell berücksichtigt neben quantitativen (z.B. Schadenwahrscheinlichkeit und -höhe) auch qualitative Merkmale der Risikoquelle (z.B. Kontrollierbarkeit des Risikos). Des weiteren werden individuelle Determinanten (z.B. Emotionen, Motivationen) und soziale Faktoren (z.B. Kultur, Organisation, Gruppe) berücksichtigt.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Auf der Basis dieses Modells liegen zwei empirische Untersuchungen zur Risikowahrnehmung und -bewertung von Managern vor, in der die Korrespondenz- und die Conjoint-Analyse angewandt wurden. Derzeit läuft eine vergleichende Untersuchung von deutschen und niederländischen Managern. Des weiteren liegen eine Reihe von Veröffentlichungen von Mitarbeitern unseres Lehrstuhls zu diesem Forschungsbereich vor.

### **Kooperationspartner**

Wouter de Vries, Department of Marketing, Free University of Amsterdam, Netherlands

### **Literatur**

- Balderjahn, I. (1995): Dialogchancen im ökologischen Marketing, Lehr- und Forschungsbericht Nr. 3.  
Balderjahn, I.; Mennicken, C. (1994): Der Umgang von Managern mit ökologischen Risiken und Krisen: Ein verhaltenswissenschaftlicher Ansatz, Lehr- und Forschungsbericht Nr. 2.  
Balderjahn, I.; Mennicken, C (1995): Risikomanagement aus verhaltenswissenschaftlicher Sicht, in: UmweltWirtschaftsForum, 3. Jg., H. 2, 6-11.

Balderjahn, I.; Mennicken, C (1996): Das Management ökologischer Risiken und Krisen: Verhaltenswissenschaftliche Grundlagen, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Ergänzungsheft: Umweltmanagement, 23-49.

Mennicken, C.; Balderjahn, I. (1996): Latent Dimensions of Managers' Risk Perception: An Application of Correspondence Analysis, in: Bock, Hans-Hermann/Polasek, Wolfgang (eds.), Data Analysis and Information Systems, Berlin u.a.: Springer, 186-196.

Mennicken, C.; Balderjahn, I. (1996): Implications of Managers' Risk Perception for the Development of Ecological Marketing Strategies: Theoretical Framework and Empirical Results, in: Berács, J.; Bauer, A.; Simon, J. (eds.) (1996): Proceedings of the 25th EMAC Conference: Marketing for an Expanding Europe, Volume I, Budapest: EMAC 1996, 793-809.

## **Projekt: Ökologieorientiertes Unternehmensverhalten bei klein- und mittelständischen Unternehmen (abgeschlossen im August 1996)**

### **Projektleiter:**

Prof. Dr. Ingo Balderjahn  
(AG Betriebliches Umweltmanagement /  
Umweltbewußtes Konsumentenverhalten)

### **Mitarbeiter:**

Dipl. Kff. Simone Will, Dipl. Ing. Hans-Jörg  
Aleff

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Gegenstand der empirischen Untersuchung ist der von klein- und mittelständischen Unternehmungen realisierte Umgang mit den ökologischen Anforderungen von Markt, Politik und Gesellschaft. Einen inhaltlichen Schwerpunkt der Studie markierte die Ermittlung der von den Unternehmen wahrgenommenen ökologischen Betroffenheit, die zum einen in bezug auf konkrete ökologische Problemlagen operationalisiert, zum anderen in bezug auf die subjektiv wahrgenommene Betroffenheit durch verschiedene Anspruchsgruppen im Unternehmensumfeld thematisiert wurde. Zu den weiteren Schwerpunkten der Befragung zählten die von den Unternehmen bereits implementierten bzw. geplanten Umweltschutzmaßnahmen sowie die zugrundeliegenden Motive aber auch Hindernisse eines umfassenden Umweltmanagements.

### **Methoden**

Es handelt sich um eine vergleichende Studie von klein- und mittelständischen Unternehmen aus den beiden Bundesländern Brandenburg und Sachsen. Die Untersuchung basiert auf verhaltenswissenschaftlichen Ansätzen des Umweltmanagements. Die Datenerhebung erfolgte mittels einer persönlichen Befragung auf der Basis eines weitgehend standardisierten Fragebogens. Zu den eingesetzten multivariaten Methoden zählen etwa die Cluster- und Korrespondenzanalyse.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Die zentralen Ergebnisse der empirischen Studie sind in der untenstehenden Veröffentlichung zusammengefaßt.

### **Kooperationspartner**

Prof. Dr. Cornelia Zanger, Lehrstuhl für Marketing, Technische Universität Chemnitz-Zwickau

### **Literatur**

Balderjahn, Ingo et al. (1997): Ökologieorientiertes Unternehmensverhalten bei klein- und mittelständischen Unternehmen, Lehr- und Forschungsbericht Nr. 6/1996, Universität Potsdam.

## Projekt: Anforderungen des Bodenschutzes an die stoffliche Verwertung von Bioabfällen - Erarbeitung einer Handlungsempfehlung

### Projektleiter:

Oswald Blumenstein  
(AG Stoffdynamik in Geosystemen)

### Mitarbeiter:

Jens Dautz, Rudolf Schubert

## Projektbeschreibung

### Ziel des Projektes

Dieses Projekt wurde gemeinsam mit der Firma Bioplan GmbH Groß Kreuz durchgeführt, welche auch die Projektträgerschaft innehatte.

Die stoffliche Zusammensetzung der Bioabfälle weist eine große Vielfalt auf, vor allem bedingt durch die Art der Ausgangsmaterialien sowie deren regionale Herkunft. Eine Klassifizierung nach stofflichen Gesichtspunkten konnte durch den Kooperationspartner auf Basis von bundesweit erfassten Daten erfolgen. Insbesondere das Schad- und Nährstoffpotential der Bioabfälle (Bund/Brandenburg) war für die Bewertung der Bioabfälle von Interesse. Parallel dazu ist durch Vertreter der Arbeitsgruppe eine Auswertung zu den Anforderungen des Bodenschutzes, der guten fachlichen Praxis bei der Bioabfallanwendung, zu den bisherigen Bewertungsgrundlagen sowie juristisch verbindlichen Leitlinien vorgenommen worden.

### Ergebnisse und Diskussion

Basierend auf relevanten Zustandsgrößen Brandenburger Böden konnten Anwendungsszenarien für die Bioabfälle simuliert werden, welche begrenzende Nähr- und Schadstofffrachten bei flächiger Bioabfallanwendung im Landschaftsbau und der Landwirtschaft in Abhängigkeit von verschiedenen Bodengruppen, Nutzungs- und Nährstoffversorgungsklassen zum Inhalt hatten. Aus diesen Bewertungsgrundlagen sind Empfehlungen zur Verwertung abgeleitet worden, welche der Gütesicherung bei der Bioabfallverwertung dienen. Diese Handlungsempfehlungen berücksichtigen damit erstmalig in Deutschland auch bodenökologische Gesichtspunkte, wie den Schutz der Umweltkompartimente Boden, Wasser und Luft. Als eine Handlungsempfehlung kann das Material durch behördliche Institutionen und Praktiker genutzt werden. Da das Material für die praktische Anwendung noch zu unhandlich ist, soll in einem Folgeprojekt ein Softwarepaket für die rechnerkompatible Anwendung erarbeitet werden.

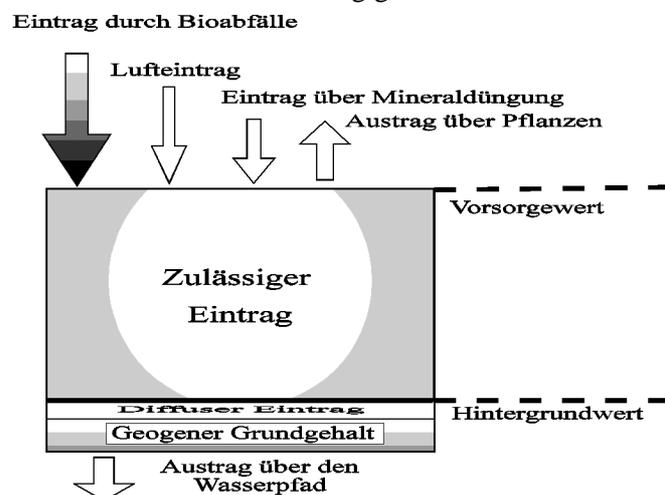


Abb. 1: Grundschema einer bodenökologisch orientierten Bioabfallverwertung

### Kooperationspartner

Reinhold, J., Dr. (Firma Bioplan Groß Kreuz)

**Projekt: Entwicklung nachhaltiger Wirtschaftsweisen im ländlichen Bereich.  
Unterprojekt: Reduzierung pathogener Bakterienspezies für eine umweltgerechte Schadensbegrenzung**

**Projektleiter:**

Dr. Horst Mittelstädt  
(AG Umwelt- und Biotechnologie)

**Mitarbeiter:**

**Projektbeschreibung**

**Ziel des Projektes**

Erforschung von Wirkprinzipien zur umweltgerechten Schadensbegrenzung mit mikrobiellen Antagonisten für einen Schutz von potentiell frostempfindlichen Kulturpflanzen gegen Spätfrost. Erarbeitung von Grundlagen eines „Biologischen Frostschutzes“ unter unseren Umweltbedingungen als eine Alternative zur Anwendung von Bakteriziden und Antibiotika.

**Methoden**

**Bakterienstämme:** Verwendet wurden Stämme von Pseudomonaden, die uns freundlicherweise von Prof. Lindow, University of California, Berkeley, Prof. Naumann, BAZ Aschersleben und Dr. Rudolph, Universität Göttingen (GSPB-Stämme) überlassen wurden. (Die Liste der Stämme liegt beim Projektleiter vor.) Als Kulturmedium diente King's B, das 2,5 % Glycerin sowie 10 µg Cycloheximin enthält. Nach Bedarf wurde dem Medium 100 µg Rifampicin zugesetzt. Die Aufbewahrung erfolgte in Schräg (Kalk)-Agar-Röhrchen.

**Eiskernaktivität:** Die Bestimmung der bakteriellen Eiskernaktivität und die Eiskernfrequenz erfolgte nach der Tropfen-Gefrier-Methode nach Lindow et al. (1978) bei konstanten Temperaturen von -5 °, -7 ° und -9 °C sowie im Temperaturbereich von 0 bis -10 °C bei kontinuierlich absinkenden Temperaturen (Lindow 1987).

**Pflanzeninokulation:** Repräsentative Pflanzen von *Phaseolus vulgaris* sowie *Zea mays* (3-4 Blattstadium) wurden in einer Bakteriensuspension von Antagonisten eingetaucht und mit lichtdurchlässigen Folienhauben abgedeckt. Nach 2tägiger Inkubationsdauer wurden die Pflanzen mit eiskernaktiven Bakterienlösungen tropfnass besprüht und danach wieder umhüllt.

Das Röhrchen-Gefrier-Verfahren diente zur Bestimmung der Eiskernaktivität von Bakterien, die auf den Blättern lebten. Dazu wurde die Temperatur der ersten Eisbildung (INT) und die durchschnittliche Gefriertemperatur (MNT) ermittelt. Von den einzelnen in den Röhrchen gefrorenen Blättern wurde die Eiskeimzahl bestimmt.

**Ergebnisse und Diskussion**

Die Eiskernbildung durch GSPB-Stämme der *Pseudomonas syringae* Pathovarietäten: Die Eiskernbildung wurde bei 16 bzw. 14 GSPB-Bakterienstämmen von *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* und *P.s.* pv. *atofaciens*, die vorwiegend von Getreide isoliert worden waren, bestimmt. Die Mehrzahl der *syringae*-Stämme besaß die Fähigkeit zur Eiskernbildung, und 64 % der Stämme waren hochaktiv. Dagegen besaßen die meisten *atofaciens*-Stämme (69 %) keine Eiskernaktivität, und nur 19 % waren hochaktiv. Die erzielten Ergebnisse konnten durch Bestimmung der Eiskernbildungsfrequenz im Temperaturbereich von 0 bis -10 °C bestätigt werden. Unsere Daten lassen vermuten, daß die Fähigkeit zur Eiskernbildung epiphytische Bakterien bei der Besiedlung von Blattoberflächen dadurch fördert, daß Nährstoffe aus Pflanzen durch milde und kurzfristige Fröste freigesetzt werden. Andererseits scheinen *Pseudomonas syringae* Pathovarietäten, die Blätter infizieren und in das Pflanzengewebe eindringen können, in der Krankheitsentwicklung unabhängig von der Eiskernbildung zu sein

(Mittelstädt und Rudolph, im Druck). Die Bestimmung der Eiskernaktivität ist Grundlage für die Nutzung einheimischer Ressourcen des oben genannten Forschungsziels (Lindow 1990, 1993, Mittelstädt 1995).

Depression des Gefrierpunktes: Die mit Antagonisten behandelten Bohnenpflanzen zeigten eine Gefrierpunktdepression von 3 bzw 3,4 °C gegenüber den mit eiskernaktiven Bakterien inokulierten Pflanzen (Tab. 1). Die Inokulation der Pflanzen nur mit den Antagonisten ergab dem Gefrierverlauf nach eine große Ähnlichkeit mit der Kontrolle, Var. 4 bzw. 5 zu 6. Die nach dem Auftauen der Blätter ermittelte Eiskeimdichte verdeutlichte eine Depression der eiskernaktiven Bakterien von ca.10<sup>2</sup> cfu/g Blattfrischgewicht. Die Ergebnisse von Untersuchungen an Maispflanzen zeigt Tab. 2 als INT- und MNT-Werte. Sie bestätigen in der Tendenz die an Bohnen erzielten Resultate (Var. 2 zu 3 und 4). Die Befunde lassen die Schlußfolgerung zu, daß die bisher geprüften eiskerninaktiven Bakterien , GSP 2357 sowie A506, die Pflanzenoberflächen so besiedelten, daß eine Ausbreitung der eiskernaktiven Bakterienzellen behindert wurde. Weitere einheimische Stämme von Pseudomonaden befinden sich in der Prüfung auf antagonistische Wirkungen.

**Tab. 1:** Einfluß von Ice<sup>+</sup>- und Ice<sup>-</sup>-Bakterien auf das Gefrieren von 20 Bohnenblättern (*Phaseolus vulgaris*) in Glasröhrchen. 4 Wiederholungen.

Behandlung	Var.	INT <sup>x</sup> °C	MNT <sup>xx</sup> °C
Kontrolle	1	- 6,6	- 8,0
Ice <sup>+</sup> 553	2	- 2,2	- 4,7
Ice <sup>-</sup> GSPB 2357 + ice <sup>+</sup> 553	3	- 5,2	- 6,7
Ice <sup>-</sup> A506 + ice <sup>+</sup> 553	4	- 5,6	- 7,2
Ice <sup>-</sup> GSPB 2357	5	- 6,6	- 7,7
Ice <sup>-</sup> A506	6	- 6,0	- 7,1

x = Temperatur der ersten Eisbildung in einem der 20 Röhrchen.

xx = Durchschnittstemperatur, bei der die Eisbildung in allen Röhrchen erfolgte.

**Tab. 2:** Einfluß von Ice<sup>+</sup>- und Ice<sup>-</sup>-Bakterien auf das Gefrieren von 20 Maisblättern (*Zea mays*) in Glasröhrchen. 4 Wiederholungen.

Behandlung	Var.	INT <sup>x</sup> °C	MNT <sup>xx</sup> °C
Kontrolle	1	- 6,4	- 7,7
Ice <sup>+</sup> 553	2	- 3,0	- 5,6
Ice <sup>-</sup> GSPB 2357 und ice <sup>+</sup> 553	3	- 4,0	- 6,4
Ice <sup>-</sup> A506 und ice <sup>+</sup> 553	4	- 4,0	- 6,4
Ice <sup>-</sup> GSPB 2357	5	- 6,0	- 7,4
Ice <sup>-</sup> A506	6	- 6,0	- 7,4

x = Temperatur der ersten Eisbildung in einem der 20 Röhrchen.

xx = Durchschnittstemperatur, bei der die Eisbildung in allen Röhrchen erfolgte.

## **Kooperationspartner**

BAZ Aschersleben, Prof. Dr. K. Naumann; Dr. Grießbach

Universität Göttingen, Dr. K. Rudolph

University of California, Berkeley, Prof. Dr. S. E. Lindow

## **Literatur**

Lindow, S. E. (1987): Competitive exclusion of epiphytic bacteria by ice<sup>-</sup> *Pseudomonas syringae* mutants. *Appl. Environm. Microbiol.* 53: 2520-2527.

Lindow, S. E. (1990): Design and results of field trials of ice<sup>-</sup> recombinant *Pseudomonas syringae* strains. p.p. 61-69. In: *Risk Assesment in Agricultural Biotechnology. Proceedings of the Intern. Conf.*, J. Marois and J. Bruhning, eds. Univ. of Calif., Oakland CA.

Lindow, S.E. (1993): Novel method for identifying bacterial mutants with reduced epiphytic fitness. *Appl. Environm. Microbiol.* 59: 1586-1592.

Lindow, S.E.; Arny, D.C.; Upper C.D. (1978): *Erwinia herbicola*: A bacterial ice nucleus active in increasing frost injury to corn. *Phytopathology* 68: 523-527.

Mittelstädt, H. (1995): The ice nucleation activity of *Pseudomonas fluorescens* Migula and its inhibition by various chemicals. *J. Phytopathology* 143: 311-317.

Mittelstädt, H.; Rudolph, K. (im Druck): Ice nucleation activity of strains from *Pseudomonas syringae* pathovars *atrofaciens* and *syringae* isolated from cereals. *J. Phytopathology*.

**Soziologische und psychologische  
Probleme des Umgangs mit der Umwelt**

**Projekt: Die Wahrnehmung und Bewertung von Umweltproblemen sowie Handlungspräferenzen zur Umweltvorsorge von Managern und Verwaltungsangestellten (Januar 1997 - Dezember 1998)**

**Projektleiter:**

Prof. Dr. Ingo Balderjahn  
(AG Betriebliches Umweltmanagement /  
Umweltbewußtes Konsumentenverhalten)

**Mitarbeiter:**

Dipl.-Psych. Jutta Krey, Dipl.-Ök. Claudia  
Mennicken

**Projektbeschreibung**

**Ziel des Projektes**

Für die verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen, Manager, Verwaltungsangestellte, Politiker und Laien, sollen Dimensionen und Determinanten der Wahrnehmung lokaler und globaler Umweltprobleme analysiert sowie die darauf bezogenen Handlungspräferenzen erfaßt und hinsichtlich ihrer kognitiven Struktur untersucht werden. Insbesondere werden Voraussetzungen für die Bewältigung von Umweltkonflikten erarbeitet, die oft in unterschiedlichen Handlungspräferenzen der verschiedenen sozialen Akteure begründet sind.

Insbesondere die Erkenntnisse über die Wahrnehmung und Bewertung von ökologischen Risiken im Management sowie in der Verwaltung sollen in die Forschung und Konzeption eines Umweltmanagements eingebunden und damit betriebswirtschaftliche Erkenntnisse erweitern.

Das Projekt wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), Projekt im Rahmen des Schwerpunktprogramms: „Globale Umweltveränderungen: Sozial- und verhaltenswissenschaftliche Dimensionen“ gefördert.

**Methoden**

Diesem Projekt liegt ein neuer prozeßorientierter Ansatz für die Risikowahrnehmungsforschung zugrunde, innerhalb dessen die mentalen Modelle sowie die Urteilsstrategien der Risikowahrnehmung analysiert werden. Dazu werden neben psychometrischen Methoden auch die Conjoint und die Korrespondenzanalyse zum Einsatz gelangen.

**Ergebnisse und Diskussion**

Durch die Kooperation der Fachgebiete Betriebswirtschaftslehre, Soziologie und Psychologie soll ein wechselseitiger Transfer von Methoden und Konzepten erfolgen. Im Mittelpunkt steht die Integration und Verwertung der gewonnenen soziologischen und psychologischen Erkenntnisse innerhalb des Forschungsbereichs Umweltmanagement.

**Kooperationspartner**

Forschungszentrum Jülich GmbH (Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik)

**Literatur**

Balderjahn, I. (1995): Dialogchancen im ökologischen Marketing, Lehr- und Forschungsbericht Nr. 3.

Balderjahn, I.; Mennicken, C. (1994): Der Umgang von Managern mit ökologischen Risiken und Krisen: Ein verhaltenswissenschaftlicher Ansatz, Lehr- und Forschungsbericht Nr. 2.

Balderjahn, I.; Mennicken, C. (1995): Risikomanagement aus verhaltenswissenschaftlicher Sicht, in: UmweltWirtschaftsForum, 3. Jg., H. 2, 6-11.

Balderjahn, I.; Mennicken, C. (1996): Das Management ökologischer Risiken und Krisen: Verhaltenswissenschaftliche Grundlagen, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Ergänzungsheft: Umweltmanagement, 23-49.

Mennicken, C.; Balderjahn, I. (1996): Latent Dimensions of Managers' Risk Perception: An Application of Correspondence Analysis, in: Bock, H.-H.; Polasek, W. (eds.) (1996): Data Analysis and Information Systems, Berlin u.a.: Springer, 186-196.

Mennicken, C.; Balderjahn, I. (1996): Implications of Managers' Risk Perception for the Development of Ecological Marketing Strategies: Theoretical Framework and Empirical Results, in: Berács, J.; Bauer, A.; Simon, J. (eds.) (1996): Proceedings of the 25th EMAC Conference: Marketing for an Expanding Europe, Volume I, Budapest: EMAC 1996, 793-809.

## **Projekt: Consumer Attitudes and Decision-Making with Regard to Genetically Engineered Food Products (Oktober 1997 - Dezember 1999)**

### **Projektleiter:**

Prof. Dr. Ingo Balderjahn  
(AG Betriebliches Umweltmanagement /  
Umweltbewußtes Konsumentenverhalten)

### **Mitarbeiter:**

Dipl.-Psych. Joachim Scholderer, Dipl.-Kff. Simone  
Will

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Gegenstand dieses mit sechs europäischen Kooperationspartnern durchzuführenden Projekts ist die Identifikation und Analyse von Einflußfaktoren und ihrer Wirkung auf den Umgang mit gentechnisch veränderten Lebensmitteln. Es handelt sich um eine international vergleichende und umfassende Studie von Konsumenten in den verschiedenen Ländern Dänemark, Deutschland, Finnland, Großbritannien und Italien. Dazu gehören kulturvergleichende Untersuchungen von Wertstrukturen, Einstellungen, Präferenzen, Informationsbedarfen usw. Darüber hinaus sollen geeignete Informationsstrategien über gentechnisch veränderte Lebensmittel erarbeitet werden. Neben den von den Verbrauchern artikulierten Informationsbedürfnissen werden auch unterschiedliche Sichtweisen von Experten (z.B. Unternehmen, Handel, Verbraucherorganisationen) einbezogen.

Das Forschungsprojekt wird von der European Commission im Rahmen des FAIR-Programms gefördert.

### **Methoden**

In diesem interkulturellen, verhaltenswissenschaftlich orientierten Projekt gelangen eine Vielzahl von qualitativen und quantitativen Methoden der empirischen Markt- und Sozialforschung zum Einsatz. Zu diesen zählen etwa Gruppendiskussionen, Experteninterviews, offene Interviews (Laddering) und standardisierte Befragungen.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Wissenschaftliche Erkenntnisse werden im Forschungsbereich der kulturvergleichenden Konsumentenverhaltensforschung (cross-cultural consumer behavior) angestrebt.

Die wissenschaftliche Verwertung und Verbreitung der zu erzielenden Ergebnisse dieses Projektes zum umweltbewußten Konsumentenverhalten wird im Rahmen von Workshops und Veröffentlichungen erfolgen.

### **Kooperationspartner**

Sechs europäische Kooperationspartner:

Market-Based Process and Product Innovation in the Food Sector (MAPP) The Aarhus School of Business, Dänemark

Technical Research Centre of Finland (VTT) Biotechnology and Food Research, Finnland

OY Panomilaboratorio Bryggerilaboratoriet AB (PBL, Research Institute of the Finnish Brewing Industry), Finnland

Chr. Hansens Laboratorium, Dänemark

Instituto Superiore per Imprenditori e Dirigenti d'Azienda (ISIDA), Italien

Institut of Food Research, Universität Reading, Großbritannien

### **Literatur**

Erste Veröffentlichungen liegen voraussichtlich im Frühjahr 1998 vor.

## **Projekt: Umweltbewußtes Konsumentenverhalten (Januar 1997 - Dezember 1998)**

### **Projektleiter:**

Prof. Dr. Ingo Balderjahn  
(AG Betriebliches Umweltmanagement /  
Umweltbewußtes Konsumentenverhalten)

### **Mitarbeiter:**

Dipl.-Kff. Simone Will

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Im Mittelpunkt dieses interdisziplinär angelegten Forschungsprojektes steht die konzeptionelle Weiterentwicklung bestehender theoretischer Erklärungsansätze umweltbewußten Konsumverhaltens. Gegenstand einer ersten empirischen Untersuchung war einerseits eine Überprüfung der in den nutzentheoretischen Erklärungsmodellen unterstellten Low-Cost-Hypothese. Ein zweiter Schwerpunkt der Untersuchung lag in der Analyse von solchen, für den Konsum umweltverträglicher Produkte relevanten kognitiven Strukturen bei Konsumenten.

### **Methoden**

In dem Projekt finden eine Vielzahl bewährter quantitativer und qualitativer Methoden der empirischen Markt- und Sozialforschung Anwendung. Darüber hinaus kommt mit dem Laddering eine im Bereich der Konsumverhaltensforschung innovative Meßmethode zum Einsatz.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Erste Ergebnisse dieses Forschungsprojekts sind in der untenstehenden Veröffentlichung dokumentiert.

### **Literatur**

Balderjahn, I.; Will, S. (1997): Umweltverträgliches Konsumentenverhalten - Wege aus einem sozialen Dilemma. In: Marktforschung und Management, 41. Jg., 4, 140-145.

**Projekt: Nachhaltigen Lebensweisen als Ressource für die Schaffung neuer Beschäftigungsfelder. Wissenschaftliche Untersuchung weicher Standortfaktoren bei der Erarbeitung und Umsetzung einer regionalen Agenda 21 in Ostprignitz-Ruppin**

**Projektleiter:**

Dr. sc. Irene Zierke, Dr. Astrid Segert  
(AG Umweltsoziologie)

**Mitarbeiter:**

Dr. Astrid Segert, Dr. sc. Irene Zierke

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Das Projekt verfolgte das Ziel, Humanpotentiale für nachhaltige Entwicklungslinien am ausgewählten Beispiel aufzudecken. Eine politische Perspektive auf nachhaltige Regionalprozesse sollte neben strukturellen Voraussetzungen in spezifischer Weise die endogenen Handlungspotentiale für Nachhaltigkeit thematisieren. Die vorgelegte Untersuchung folgte diesem Anspruch und konzentrierte sich auf Akteurspotentiale nachhaltiger Entwicklung in einer strukturschwachen Brandenburger Region. Im Kern ging es um die Frage, unter welchen sozialen, regionalen und biographischen Bedingungen je spezifische Formen zukunftsfähigen Produzierens und Lebens bei einer spezifischen Gruppierung - den Pionieren der Nachhaltigkeit - zum Tragen kommen. Als „Pioniere der Nachhaltigkeit“ wurde jene regionalen Akteure bezeichnet, die mit konkreten Projekten und Aktionen zukunftsfähige Entwicklungen auslösen und umsetzen.

### **Methoden**

Mit dem genannten Zuschnitt der empirischen Arbeit wurden in Ostprignitz-Ruppin 30 themenzentrierte Interviews und Expertengespräche durchgeführt. Von vornherein erfolgte eine Konzentration auf regional-typische Felder nachhaltiger Produktion, die für den Landkreis Ostprignitz-Ruppin perspektivreich sein könnten. Es handelt sich um die Bereiche: nachwachsende Rohstoffe und ökologischer Landbau, erneuerbare Energien und umweltschonende Technologien sowie den Erhalt von Natur und Landschaft, die Nutzung regionaler Materialien.

Die qualitative Befragung konzentrierte sich auf Bedingungen und Formen nachhaltiger Lebensweisen, insbesondere auf Motivationen, Wertorientierungen und Handlungsstrategien der ausgewählten Pioniere der Nachhaltigkeit. Dementsprechend wurden die Schwerpunkte der Gespräche strukturiert. Die überwiegend mehrstündigen Interviews mit den ausgewählten Akteuren wurden schrittweise hermeneutisch ausgewertet. Auf der Grundlage des analytischen Materials konnte eine Akteurstypisierung der Pioniere der regionalen Nachhaltigkeit erarbeitet werden.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Das Projekt wurde im Auftrag des MUNR erarbeitet und im Dezember 1997 mit der Vorlage eines Abschlußberichtes und einer Verteidigung beendet. Nachfolgend werden einige Ergebnisse aufgezeigt.

Im Prozeß der Auswertung kristallisierten sich vier Akteurstypen unter den Pionieren regionaler Nachhaltigkeit im Landkreis Ostprignitz-Ruppin heraus, die für die Entwicklung einer regionalen Agenda 21 von besonderer Bedeutung sind. Sie werden durch jeweils spezifische motivationale Zugänge und unterschiedliche Aktivitätsmuster bei der Durchsetzung verschiedener Aspekte nachhaltiger Produktions- und Lebensweise charakterisiert. Die empirische Analyse hat damit die Ausgangshypothese bestätigt, daß es keine abgegrenzte soziale Gruppe mit einer ausgezeichneten Motivationslage gibt, die als Garant nachhaltiger Regionalentwicklung anzusehen ist. Vielmehr zeigt sich auch in ländlichen Gebieten wie dem Kreis Ostprignitz-Ruppin eine motivationale Vielfalt innerhalb des regionalen Humankapitals. Sie bildet eine Chance für die Entfaltung endogener Potentiale und offenbart zugleich spezifische Kommunikationsbarrieren, die nur in einem längeren Entwicklungsprozeß abgebaut werden können. Im Kontext je spezifischer Motivationen und Felder für nachhaltiges Handeln sind auf je spezifische Weise anzusprechen. Im einzelnen

wurden die Akteurstypen als „Entschiedene Umweltschützer“, als „Pioniere ökologischer Produkt- und Technologieentwicklung“, als „Regional Verwurzelte“ und als „Umweltbewußte sozial Engagierte“ bezeichnet.

Die vier Typen unter den Pionieren regionaler Nachhaltigkeit schreiben mit ihrem konkreten Handeln bereits an einer regionalen Agenda 21 mit. Diese muß die unterschiedlichen Potentiale für regionale Entwicklung zielgerichtet aufgreifen, um sie als Brücke zur Mehrheit der Bevölkerung zu nutzen und als Initiatoren vielfältiger Projekte zu unterstützen. Speziell über ihre Initiative könnte es gelingen, den bereits vorhandenen Aktivitäten zur Erzeugung, Vermarktung und zum Verbrauch regionaler Produkte in den Regionen eine neue Qualität zu verleihen. Von besonderer Bedeutung sind die bereits vorhandenen Akteursnetze, die sich bisher um jeweils einen dieser genannten Typen konzentrieren. Die regionale Agenda 21 kann diese Netzwerke in ihrer regionalen Wirksamkeit unterstützen.

Im Ergebnis der Analyse werden in diesem Zusammenhang konkrete Chancen und Risiken benannt, die von den befragten Akteuren bei der Realisierung nachhaltiger Entwicklungslinien in ihrer Region und im weiteren Umfeld gesehen werden. Auf ihrer Grundlage werden im Abschlußbericht konkrete Vorschläge unterbreitet, um sowohl auf der Landes- wie auf der Regionalebene solche Bemühungen verstärken zu können, die auf regionale Nachhaltigkeit in strukturschwachen Regionen zielen.

Während der Verteidigung des Abschlußberichtes standen diese Vorschläge im Mittelpunkt der angeregten Diskussion. Ihre Umsetzbarkeit ist gemeinsam mit den Akteuren und den auf Landes- und Regionalebene Verantwortlichen für nachhaltige Entwicklungen und regionale Agenda 21-Prozesse zu prüfen.

### **Kooperationspartner**

Projektverbund „Nachhaltiges Brandenburg“ am BUFZ und darin verankerte Institutionen (IFAD; Universität Potsdam - ZfU, FG Ökotechnologie)

Akteure nachhaltigen Wirtschaftens und Lebens in Ostprignitz-Ruppin

Vertreter der Verwaltung des Landkreises Ostprignitz-Ruppin und der Stadt Neuruppin

### **Literatur**

Brand, K.-W. (Hrsg.) (1997): Nachhaltige Entwicklung: Eine Herausforderung an die Soziologie. Opladen.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (1996): Umweltbewußtsein in Deutschland, Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage 1996, Berlin.

BUND; Misereor (1996): Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung, Basel.

Grißhammer, R. (1995): Das Leitbild „Nachhaltige Entwicklung“, in: WSI Mitteilungen H. 4.

Kreibig, R. (Hrsg.) (1996): Nachhaltige Entwicklung. Leitbild für die Zukunft von Wirtschaft und Gesellschaft. Weinheim.

Landesumweltamt Brandenburg (1996): Berlin-Brandenburg. regional '96. Die Teilräume des gemeinsamen Planungsraumes. Potsdam.

Renn, O. (1997): Schulden für die Nachwelt? Externe Kosten und nachhaltige Entwicklung. In: Jahrbuch 97 der VDI Gesellschaft Energietechnik, Düsseldorf, 35-62.

Schluchter, W.; Dahm, G. (1996): Analyse der Bedingungen für die Transformation von Umweltbewußtsein in umweltschonendes Verhalten, Forschungsbericht beim Umweltbundesamt. Berlin.

Zierke, I.; Segert, A. (1996): Regionen als soziale Aktionsräume für nachhaltige Entwicklungen. Endogene Potentiale und Barrieren nachhaltiger Entwicklung in strukturschwachen Regionen des Landes Brandenburg, (Forschungsbericht).

## **Projekt: Technikfolgenabschätzung - Optionen für nachhaltig zukunftsfähige Technikgestaltung**

### **Projektleiter:**

Dr. Peter Ackermann  
(AG Nachhaltigkeit)

### **Mitarbeiter:**

Dr. Gerold Fierment

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Technikfolgenabschätzung (TA) stellt sich selbst den Anspruch, möglichst umfassend und rechtzeitig die Bedingungen und potentiellen Auswirkungen der Einführung und verbreiteten Anwendung von Technologien systematisch zu analysieren und zu bewerten. Analyseziele sind vordringlich die indirekten, nicht intendierten und langfristigen Sekundär- und Tertiäreffekte in der gesellschaftlichen und natürlichen Umwelt. Es ist sowohl theoretisch/methodisch als auch praktisch der Trend zu verzeichnen, TA zunehmend als kontinuierlichen Steuerungs-, Bewertungs- und Korrekturprozeß der gesamten technischen Entwicklung zu verstehen (innovative TA). TA ist nicht mehr auf die punktuelle Analyse nach der vollzogenen Entwicklung (Erfindung) beschränkt.

Damit bietet sich TA als „Werkzeug“ für die Steuerung, Bewertung und Korrektur von Prozessen der nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung (sustainable development) an. Diese Entwicklung bewegt sich in einem Zieldreieck, das durch ökologische, ökonomische und soziale Dimensionen in ihrer gegenseitigen Verflechtung bestimmt wird. Mit dem Untersuchungsgebiet der Interdependenzen zwischen Technik/Technologie sowie Natur und Gesellschaft betrachtet TA ein wichtiges Aktionsfeld im Nachhaltigkeitsdreieck.

TA erfordert als Prozeß von sich heraus Netzwerkstrukturen. Eine konkrete TA produziert auf der Erkenntnisbene neues Wissen, indem sie kognitive Netze aufbaut (unterschiedliches Wissen wird zusammengebracht und verändert sich bei der Problembearbeitung - Transdisziplinarität). Auf der Ebene der Akteure in einem TA-Prozeß findet eine Vernetzung der verschiedenen Gruppen (TA-Nutzer, TA-Produzenten, TA-Analysiker) untereinander und miteinander statt. Verbindendes Element ist das kognitive Netz.

TA erfordert aufgrund der einzusetzenden Ressourcen die informelle Vernetzung aller potentiellen TA-Akteure und eine allgemein zugängliche Informationsbasis über vorhandene Ergebnisse und laufende Projekte.

Neben der Konzipierung und Durchführung konkreter Technikfolgenabschätzungen und methodischer Untersuchungen steht im derzeitigen Projekt die Koordinierung von TA-Aktivitäten in Brandenburg und die Schaffung eines Netzwerkes im Vordergrund. Das schlägt sich in zwei Hauptarbeitsrichtungen nieder:

- Abstimmungen mit dem Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg bzw. der Technologie- und Innovations-Agentur Brandenburg zur Einleitung der Prüfung von Forschungs- und Technologieentwicklungs-Projekten auf Technikfolgenabschätzungs-Relevanz mit dem Ziel, die prioritären Anwendungsfelder der Landestechnologiekonzeption mittels Technikfolgenabschätzungsstudien bzw. gezielter Informationsaufbereitung zu Chancen und Risiken aus Quellen des In- und Auslandes zu begleiten. Es werden konzeptionelle und Koordinierungsleistungen für laufende TA-Projekte erbracht.
- Aufbau eines informellen Netzes von TA-Akteuren im Land Brandenburg. Dazu soll im ersten Schritt ein TA-Arbeitskreis im Land Brandenburg konstituiert werden, der eigenständige TA-Projekte initiiert, politische Entscheidungsträger zu TA fachlich berät und die Kooperation zu anderen TA-Akteuren (auch in anderen Bundesländern) forciert.

## **Methoden**

- Sicherung und Ausgestaltung transdisziplinärer TA-Teams gemäß dem entwickelten Strukturansatz für TA-Prozesse (TA-Nutzer, TA-Produzenten, TA-Analytiker)
- Vernetzung der TA-Projektorganisation
- Adaption und Anpassung allgemeiner TA-Methodik an landesspezifische Fragestellungen
- Gewährleistung des Praxisbezugs durch Kooperation mit Unternehmen

## **Ergebnisse und Diskussion**

In der Folge und basierend auf den Erfahrungen früherer Arbeiten zu methodischen Fragen von TA und der TA „Photovoltaik auf der Basis einer CuInS<sub>2</sub> (CIS) - Zelle“ (vgl. Literatur) wurde im Sinne der Netzbildung der Arbeitskreis „Technikfolgenabschätzung im Land Brandenburg“ ins Leben gerufen. Als erste Aktivität des Arbeitskreises liegt eine Stellungnahme „Technikfolgenabschätzung in Brandenburg“ vor.

Der Arbeitskreis will in einem ersten Schritt folgende TA-relevanten Komplexe prüfen, um davon ausgehend TA-Projektvorschläge zu entwickeln:

- ökologisches Bauen und Wohnen;
- Mikrosystemtechnik / Biotechnologie / Agro-Food-Complex;
- technische Lebenshilfen und altersgerechtes Wohnen;
- nachhaltige regionale Entwicklung unter dem Einfluß neuer Technologien;
- Kohle- und Energiegewinnung - Beschäftigung und Landschaftsgestaltung.
- umweltgerechte Mobilität durch Informations- und Kommunikationstechnologien.

Weiterhin will der Arbeitskreis

- zur Erhöhung der Problemsensibilität in der Öffentlichkeit und der Problemlösungskompetenz im Land beitragen;
- die Spezialisierung unterstützen und Kompetenzen integrieren;
- die konzeptionellen und methodischen Grundlagen für TA weiterentwickeln;
- TA zunehmend zum Gegenstand der Lehre machen;
- die Möglichkeiten gemeinsamer Datenbankzugänge prüfen;
- alle Bemühungen zu einer breitenwirksamen Publizierung der Ergebnisse unterstützen.

Weiterhin werden verschiedene konzeptionelle Ansätze für TA-Vorhaben erarbeitet bzw. mit diskutiert und die umfangreiche Diskussion zu TA und ihren Ergebnissen (vorzugsweise in Deutschland) verfolgt. Die Ergebnisse konkreter TA werden auch zukünftig in selbständigen Projekten erarbeitet (analog dem Beispiel der projektbegleitenden TA „Photovoltaik auf der Basis einer CuInS<sub>2</sub> (CIS) - Zelle“).

## **Kooperationspartner**

Brandenburgische Technische Universität Cottbus

Zentrum für Umweltwissenschaften der Universität Potsdam

Technische Fachhochschule Wildau

VDI/VDE Technologiezentrum Informationstechnik, Stahnsdorf

Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Kleinmachnow

Institut für Agrartechnik, Bornim

Institut für Regionale Innovationsforschung (IRI), Berlin

IZT Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Berlin

Universität Witten/Herdecke

## **Literatur**

Ackermann, P.; Fierment, G. (1996): Erarbeitung eines Entscheidungsrasters zur Technikfolgenabschätzung-Relevanz von Technologie-Entwicklungs-Projekten. Teil I: Problemanalyse und Strukturierung zu einem Kriterienkatalog. - Neuruppin: ÖkoConsens.

Ackermann, P.; Trebs, U. (1996): Notwendigkeit des Aufbaus eines TA-Netzwerkes in Brandenburg. Teil I: Problemanalyse. - Neuruppin: ÖkoConsens.

Ackermann, P.; Fierment, G.; Göll, E. u.a. (1996): Notwendigkeit des Aufbaus eines TA-Netzwerkes in Brandenburg. Teil II: Technikfolgenabschätzung als Netz; Informationsquellen und deren Nutzung für ein TA-Netz im Land Brandenburg; Netzwerk der TA-Akteure. - Neuruppin: ÖkoConsens.

Ackermann, P. u.a. (1997): Photovoltaik auf der Basis einer CuInS<sub>2</sub> (CIS) - Zelle. Projektbegleitende Technikfolgenabschätzung. - Neuruppin: Brandenburgisches Umweltforschungszentrum.

Ackermann, P.; Fierment, G. (1996): Kriterien zur Ermittlung der Technikfolgenabschätzungsrelevanz von Technologieentwicklungsvorhaben; TA-Datenbank-Nachrichten, 5 (1996), Nr. 4, 54-57 (ISSN 0943-8246).

Ackermann, P.; Fierment, G. (1997): TA-Netz für Brandenburg; Informationen zur Technikfolgenabschätzung, Oktober 1997, S. 8 (ISSN 0947-0891).

AK Technikfolgenabschätzung im Land Brandenburg (1997): Technikfolgenabschätzung in Brandenburg - Stellungnahme. Neuruppin, Sept. 1997.

## **Umweltbildung**

## Projekt: Lernsoftware für die Umweltbildung: Großökosysteme der Erde

### Projektleiter:

Prof. Dr. Klaus-Peter Berndt  
(AG Umweltbildung)

### Mitarbeiter:

Marcus Borchert, Dipl. Biol. Claudia Engelmann,  
Claas Fischer, Dr. Hansjörg Lacher, Dr. Renate  
Wipper, Kati Witte

## Projektbeschreibung

### Ziel des Projektes

Über Gewohnheiten bei der Computer- und Fernsehnutzung soll ein zusätzlicher Zugang zur Naturwahrnehmung und zum Naturerleben geschaffen werden. Die technischen Lehr- und Lernmittel sind dabei nicht Selbstzweck, sondern sollen einen variantenreichen Zugang zum Hauptziel der Umweltbildung sichern, über aktives Naturerleben umweltschonendes Verhalten anzuregen. Ein sinnvoller, innovativer und dabei auch kritischer Umgang mit dem Medium Computer in der Umweltbildung ermöglicht neue und außerordentlich interessante Lehr- und Lernerfahrungen.

Interaktive Software bietet die Möglichkeit, über multimediale Vernetzungen ein tiefgehendes Verständnis zu schaffen und zu geistiger Flexibilität und kritischer Meinungsbildung beizutragen.

Der Wechsel zwischen stehenden und bewegten Bildern sowie der Ton sprechen die emotionale Ebene an und führen zusätzlich zu nachhaltigen Lerneffekten; didaktisch genutzte Videoeffekte erhöhen die Attraktivität.

Mit der Lernsoftware liegt ein komplexes Angebot vor, das die wichtigsten Großökosysteme der Erde der Erde vorstellt und für das Selbststudium relevanter Stoffgebiete genutzt werden kann.

### Methoden

Die gewählte Struktur der Lernsoftware entstand in Anlehnung an die Strukturierungsvorschläge von Walter/Breckle (1994) in „Ökologie der Erde“.



Bei der detaillierten Ausarbeitung der einzelnen Gebiete waren Fragen des Copyrights von Bildern und Videos zu beachten.

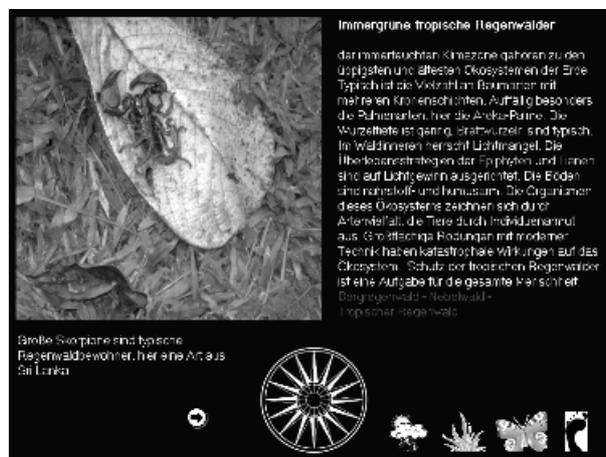
Zur Programmierung der Software nutzen wir Toolbook sowie entsprechende digitale Bildverarbeitungssoftware. Die Lernsoftware liegt als  $\alpha$ -Version auf CD-ROM vor.

Die Archivierung der Bilder erfolgt mit der Netzversion von THUMBS plus. Die digitalisierten Farbbilder liegen im '\*.bmp'-Format vor, Videos als '\*.avi'- und MPEG-Files.

Über unterschiedlich gestaltete Menü-Übersichten können sich die Zielgruppen selektiv und effektiv mit spezifischen Informationen versorgen. Möglichkeiten interaktiver Eingriffe sind gegeben.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Software bietet Informationen zu Land- und Wasserökosystemen an. Eine Windrose als Steuerelement ermöglicht die Navigation durch die Software. Jeweils im Zentrum der Windrose wird bei Anzeige eines 'z' ein reload vorheriger Einstellungen möglich. In der gegenwärtigen Bearbeitungsphase sind die grundlegenden Struktureinheiten durch eine einführende Seite beschrieben. Links zu weiterführenden Texten vertiefen in Wort und Bild die Aussagen. Zusätzlich können auf jeder Seite Informationen zu Klima, Artenausstattung (Pflanzen, Tiere) und anthropogene Beeinflussung abgerufen werden. Dazu wurden inhaltsspezifische Buttons programmiert. Aus diesen Icons kann der Nutzer sofort auf die zu erwartende Information schließen, z. B. ein Schmetterling für typische Tierarten der jeweiligen Region, Grashalme für Pflanzen, ein menschlicher Fußabdruck für anthropogene Einflüsse, Wolken, Sonne, Regentropfen für Klimainformationen.



Die Software wird in der studentischen Ausbildung eingesetzt und will die Vorstellungsbildung zur Charakteristik der Megabiome durch geeignete Bilder und Videos unterstützen.

## Kooperationspartner

AVZ (Dr. K. Parnow), Universität Potsdam

media green GmbH

Schutzgemeinschaft Deutscher Wald, Landesverband Brandenburg e.V.

Gemeinschaft zur Förderung der Umweltbildung e.V.

## Literatur

Berndt, K.-P. Berndt (1993): Grundlagen der Ökologie. - Studienmaterial des Weiterbildenden Studiums „Umweltschutz für Bildung und Hauswirtschaft“. - Universität Potsdam.

Walter, H.; Breckle, S.-W. (1994): Ökologie der Erde : Geo-Biosphäre. - Stuttgart; Jena: G. Fischer.

## Projekt: Lernsoftware für die Umweltbildung: Kesselmoore in Brandenburg

### Projektleiter:

Prof. Dr. Klaus-Peter Berndt  
(AG Umweltbildung)

### Mitarbeiter:

Marcus Borchert, Claas Fischer, Dr. Hansjörg Lacher, Dr. Renate Wipper, Kati Witte

## Projektbeschreibung

### Ziel des Projektes

Medien allgemein sind wichtige Träger moderner Kommunikation, die im Bereich der Umweltbildung bisher wenig beachtet wurden. Eine Ursache dafür mag sein, daß moderne Medien und das von der Umweltbildung angestrebte direkte Naturerleben zunächst Gegensätze zu sein scheinen. In einem computergestützten multimedialen Bildungssystem muß die Technik in unserem Verständnis als Mittel zur Heranführung der Zielgruppen an das Bildungsobjekt, den Erlebnis- und Erfahrungsraum Natur, dienen.

Über Gewohnheiten bei der Computer- und Fernsehnutzung soll ein zusätzlicher Zugang zur Naturwahrnehmung und zum Naturerleben geschaffen werden. Die technischen Lehr- und Lernmittel sind dabei nicht Selbstzweck, sondern sollen einen variantenreichen Zugang zum Hauptziel der Umweltbildung sichern, über aktives Naturerleben umweltschonendes Verhalten anzuregen. Ein sinnvoller, innovativer und dabei auch kritischer Umgang mit dem Medium Computer in der Umweltbildung ermöglicht neue und außerordentlich interessante Lernerfahrungen. Das ist besonders dann der Fall, wenn multimediale Software für die Umweltbildung nicht den Blick auf die reale Natur verstellt, sondern ihn vielmehr herausfordert, differenziert und entwickelt

Interaktive Software bietet die Möglichkeit, über multimediale Vernetzungen ein tiefgehendes Verständnis zu schaffen und zu geistiger Flexibilität und kritischer Meinungsbildung beizutragen.

Aus der Literatur z.B. Pfligersdorfer (1994), Steinbrink (1992), Wratil & Schwampe (1992) ist bekannt, daß interaktive Multimediasysteme herkömmlichen Lernsystemen in vieler Hinsicht überlegen sind.

Als Vorteile, vor allem interaktiven Trainings, sind anzuführen:

- Lernprogramme können unterschiedliche Vorkenntnisse z.B. durch entsprechende Hypertexte berücksichtigen;
- ein individuell angepaßtes Lern- bzw. Bearbeitungstempo ist möglich;
- durch die Einbindung unterschiedlicher realitätsnaher Darstellungsformen ist ein erlebnishaftes Lernen möglich, Inhalte prägen sich dauerhafter ein;
- durch einen mehrfachen Wechsel darstellender Medien und des Lehrstils kann die Aufmerksamkeit des Lernenden in Multimedia-Angeboten über einen längeren Zeitraum als bei herkömmlichen Unterricht aufrecht erhalten werden;
- das Lernen ist durch die Einbindung unterschiedlicher Medien und Aktivitäten für die Lernenden anschaulicher.
- Wechsel zwischen stehenden und bewegten Bildern sowie der Ton sprechen die emotionale Ebene an und führen zu besonders nachhaltigen Lerneffekten; spielerische Elemente und didaktisch genutzte Videoeffekte erhöhen die Attraktivität;
- durch multimedial eingebundene Lernerfolgskontrollen können bestimmte Lernschritte vertieft und Aufgaben zur Naturwahrnehmung, Naturerkundung und zum Naturerleben eingebunden werden.

Die Vorteile interaktiver multimedialer Systeme lassen sich auf alle Situationen übertragen, in denen dem Nutzer bestimmte Zusammenhänge und Informationen anschaulich, gezielt und schnell zur Verfügung gestellt werden sollen

Das Projekt ist gleichzeitig ein Beitrag zur Umsetzung der AGENDA 21. In der Agenda ist die Erhaltung der Artenvielfalt u.a. als einer der wesentlichen Schwerpunkt festgeschrieben. Um jedoch etwas sinnvoll schützen und fördern zu können, muß man das Schutzobjekt kennen und über seine Gefährdung und Verletzlichkeit informiert sein.

## Methoden

Interaktive Software bietet die Möglichkeit, über multimediale Vernetzungen ein tiefgehendes Verständnis zu schaffen und zu geistiger Flexibilität und kritischer Meinungsbildung beizutragen.

Aus den zahlreichen synonym gebrauchten Bezeichnungen wie Interaktive Lernprogramme, Courseware, Computerlernprogramme, Interaktive Lernsoftware, CAI, Teachware, CAL, CUU etc. verwenden wir den Begriff „Interaktive multimediale Software“ (IMS).

Als Autorensystem zur Programmierung der Software nutzen wir Toolbook sowie entsprechende digitale Bildverarbeitungssoftware. Die Lernsoftware liegt als  $\beta$ -Version auf CD-ROM vor.

Die Archivierung der Bilder erfolgt mit der Netzversion von THUMBS plus. Die digitalisierten Farbbilder liegen im komprimierten JPEG-Format vor, Videos als .avi und MPEG-Files.

Über unterschiedlich gestaltete Menüs können sich die Zielgruppen selektiv und effektiv mit spezifischen Informationen versorgen. Möglichkeiten interaktiver Eingriffe, vor allem in den spielerischen Elementen der Software, sind gegeben.

## Ergebnisse und Diskussion

Reste naturnaher Moore sind in Brandenburg in den zahlreichen kleinen Kesselmooren erhalten geblieben.



Hier lassen sich die Besonderheiten und die Artenausstattung von Hochmooren noch studieren. Allerdings sind Moore aufgrund ihrer Empfindlichkeit nicht zum unbegrenzten Konsumieren und für touristische Aktivitäten geeignet. Jeder Tritt eines Menschen stört diese sensible Lebensgemeinschaft.

Deshalb wurde dieses Ökosystem in Form einer multimedialen Software aufgearbeitet. Der interessierte Nutzer kann hiermit Kenntnisse erwerben, erweitern und überprüfen.

Ebenso kann die Software zur Vor- und Nachbereitung von Exkursionen genutzt werden (Berndt, Wipper & MacBryde 1997).

Die folgenden Bestandteile der Lernsoftware „Kesselmoore“ sind diesem Anliegen verpflichtet:

- In Ton-Dia-Vorträgen werden jeweils Grundkenntnisse zum Kesselmoor, zu seiner Entstehung und seinem Schutz vermittelt. Ein interaktives Eingreifen ist hier nicht möglich.
- In einem Informationsteil können Angaben zur Artenausstattung in Wort und Bild abgerufen werden. Dabei wird zwischen Hochmoorspezialisten und Begleitarten unterschieden. In diesen Teil sind etwa 800 Abbildungen, Videoclips und Tonaufnahmen integriert. Um dem Nutzer einen ersten optischen Eindruck über die ausgewählte Art zu ermöglichen, wird rechts oben ein charakteristisches Minibild des jeweiligen Vertreters eingeblendet. Durch Doppelklick auf den Artnamen öffnet sich die Artenseite.

Diese Programmierung ist anspruchsvoll, denn beim schnellen Lauf über die Namensliste wird das Laden des Bildes unterdrückt.

Mit Hilfe der (immer) unten links angeordneten Buttons „Menü“, „zurück“ und „Hilfe“ gelangt man entweder ins Startmenue oder einen Schritt zurück.

Durch Doppelklick mit der Maus (oder Antippen auf dem Touchscreen) auf die gewünschte Tier- oder Pflanzenart öffnet sich die Artenseite, die eine kurzgefaßte Beschreibung zur ausgewählten Art enthält.

Der Text ist mit farbig invertierten Worten versehen, die Hyperlink (Bild, Grafik, Video, Animation) oder Hypertext (z.B. Einblendung des Lexikons) bedeuten. Kommt der Cursor auf dieses Wort, so wandelt er sich in eine Hand, die bei Anklicken auf weitere Informationen verzweigt. Durch Klick auf einen der beiden runden Pfeilbuttons rechts unterhalb des Bildes der Artenseite kann man sich durch die integrierten Bilder (Format 800 x 600 oder 450 x 410 Pixel) blättern. Die Programmierung ist so gestaltet, daß die Pfeile nur sichtbar sind, wenn Informationen abrufbar sind. Unter den Kleinformatbildern werden erläuternde Texte eingeblendet. In die Vollformatbilder sind nur dann Texte integriert, wenn dies zum Verständnis erforderlich ist.

- In spielerischer Weise kann Wissens überprüft werden.

Beim Hörquiz geht es um das Wiedererkennen tierischer Lautäußerungen, die bei ausgewählten Arten über „Tonlinks“ aufgerufen werden können und der jeweils richtigen Abbildung im Quiz zuzuordnen sind.

Tierstimmen aus den jeweiligen Artenseiten sind in ein „Hörquiz“ eingebunden. Die Lautwiedergabe wird per Maus angeklickt. Der Spieler hat die dazugehörige Art aus der Bildübersicht auszuwählen. Bei richtiger Entscheidung wird automatisch ein Punkt vergeben, bei falscher Antwort ein Punkt abgezogen und über die richtige Lösung informiert. Damit kann während des Spiels auch ein Lerneffekt erreicht werden. Am Spielende wird der Punktestand angezeigt. Während des Spiels können jederzeit Sachinformationen aus den Artenseiten abgerufen werden, so daß der Spieleffekt leicht mit Kenntniserwerb verbunden werden kann.

Beim interaktiven Hochmoorspiel wählt der Spieler die Pflanzen, die für ein Hochmoor typisch sind, bewußt aus.

Hochmoorpflanzen sollen für eine „Hochmoorbesiedlung“ ausgewählt werden. Pflanzenabbildungen aus der Software - zufallsgeneriert angeordnet - sind per Maus in das Gesamtbild eines Kesselmoores einzufügen. Bei der ausgewählten Pflanzen ist jeweils zu entscheiden, ob sie eine typischer Hochmoorvertreter ist. Bei richtiger Wahl werden zehn Punkte vergeben. Wird die mögliche Zusatzinformation - durch Rückgriff auf die jeweilige Artenseite aus der Kesselmoorsoftware - beansprucht, kann der Spieler nur noch fünf Punkte erhalten. Bei Spielende wird der Punktestand automatisch angezeigt.

Für die studentische Ausbildung läßt sich dieses Quiz auch in Form einer Klausur gestalten.

- In die Software ist ein Wörterbuch mit relevanten Begriffen integriert, das über „Hyperlinks“ oder direkt als Lexikon benutzt werden kann. Eine Suchfunktion ermöglicht seine effektive Nutzung. Das Grundlexikon wird auch für andere von uns erarbeitete Softwaretitel verwendet.
- Alternativ kann ein Fachtext verwendet werden, der ebenfalls mit Hypertext und Hyperlinks zu Videos, Standbildern oder Tierstimmen versehen ist. Dieser Text kann ausgedruckt werden.

Die Besonderheiten der Software liegen in der konsequenten Nutzung von Hypermedia-Bestandteilen (Hypertext, Hyperlink) und der Verwendung von ausschließlich Originalaufnahmen aus Brandenburger Kesselmooren.

Die vorliegende  $\beta$ -Version der Software dient der Evaluation des Produktes.

Der Einsatz in der Lehre im Virtual College Berlin-Brandenburg und im Rahmen eines Hochschul-Kooperationsprojektes mit der Fachhochschule Eberswalde im Sommersemester 1997 erbrachte erste Erfahrungen (Wipper, Berndt & MacBryde 1997).

Neben der selbständigen Arbeit mit der Kesselmoor-Software ermöglichte eine angeleitete Exkursion zu einem intakten Kesselmoor in der Nähe Eberswaldes sinnliche Erfahrungen zum Moor. Unter Nut-

zung unterschiedlicher Repräsentationsformen wie Bild, Gedicht, Photo stellten die TeilnehmerInnen ihre ganz persönliche Beziehung zu diesem verletzlichen Ökosystem dar.

In der Auswertung charakterisierten die Studenten Vorzüge und Spezifika der einzelnen Projektbausteine für die Umweltbildung. Die Bewertungen gingen z.T. weit auseinander. Übereinstimmend wurde aber eingeschätzt, daß multimedial gestützte Wissensaneignung eine geeignete Ergänzung zur direkten Aneignung in der Natur ist. Vielfach ergab sich ein Kontrasteffekt durch die Kombination von sinnlicher Erfahrung vor Ort und theoretischer Vor- bzw. Nachbereitung der Exkursion mit Hilfe der CD-ROM.

Unter hochschuldidaktischer Sicht bestätigte sich unsere Erwartung, daß multimediales und On-line-Lernen aus Gründen der Effektivität und Akzeptanz unbedingt hochschuldidaktischen Regeln für die Gestaltung der Lehre folgen muß.

### **Kooperationspartner**

Dr. K. Parnow, AVZ, Universität Potsdam

media green GmbH

Schutzgemeinschaft Deutscher Wald, Landesverband Brandenburg e.V.

Gemeinschaft zur Förderung der Umweltbildung e.V.

### **Literatur**

Berndt, K.-P.; Wipper, R.; MacBryde, D. (in Druck): Use of Multi-Media Software on CD-ROMs for Environmental Education. - Environmental Education Fair, Lüneburg 1997.

Pfligersdorfer, G. (1994): Mit dem Computer die Natur begreifen? - ARGE- Umwelterziehung (Wien) 4(1994); 30-33.

Steinbrink, B. (1992): Multimedia : Einstieg in eine neue Technologie. - Haar bei München.

Wipper, R.; Berndt, K.-P.; MacBryde, D. (in Druck): First Experiences in Teleteaching. - Environmental Education Fair, Lüneburg 1997.

Wratil, P.; Schwampe, D. (1992): Multimedia für Video und PC : Techniken und Einsatzmöglichkeiten. - Haar bei München.

## Projekt: Lernsoftware für die Umweltbildung: Döberitzer Heide - Ferbitzer Bruch

### Projektleiter:

Prof. Dr. Klaus-Peter Berndt  
(AG Umweltbildung)

### Mitarbeiter:

Marcus Borchert, Claas Fischer, Andre Grothe,  
Gabriele Klimke, Joachim Krebs, Dr. Hansjörg  
Lacher, Dr. Renate Wipper, Martin Wipper

## Projektbeschreibung

### Ziel des Projektes

Multimediale Software für die Umweltbildung will den Blick auf die reale Natur differenzieren und entwickeln. Dort, wo eine Realbegegnung nur mit Einschränkungen möglich ist, geht es durch die geschickte Auswahl von Bildern und Videos um eine sinnvolle Unterstützung der Vorstellungsbildung. Die multimediale Präsentation bezieht sich auf das Gebiet der Döberitzer Heide und der Ferbitzer Bruches.

Flächen der Döberitzer Heide waren für über 100 Jahre Truppenübungsplatz und seit Ende des 18. Jahrhunderts als Manövergebiet genutzt. Nach Aufgabe der militärischen Nutzung erweist sich dieses Gebiet als einer der größten naturnahen, unzerschnittenen und unbesiedelten Freiräume Brandenburgs mit einer reichhaltigen Biotop- und Artenvielfalt. Einer der Schwerpunkte der Entwicklungskonzeption „Döberitzer Heide“ liegt in der „Erschließung des Gebietes als Naturerlebisraum, sowie als Quelle der Natur- und Umweltbildung, insbesondere für die Bevölkerung im Ballungsraum Berlin-Potsdam und darüberhinaus für Besucher aus dem In- und Ausland“ (Rutschke 1997).

Die multimediale Präsentation unterstützt diese Aufgabenstellung. Sie beinhaltet Informationen zu Entwicklung, Struktur der Landschaftseinheit und Artenausstattung der Döberitzer Heide. Eine interaktive „Führung“ soll darüber hinaus einen allgemeinen Überblick vermitteln und als Anregung zur Teilnahme an realen Führungen dienen.

Die Software wendet sich an unterschiedliche Zielgruppen:

- Naturfreunde, die sich während eines kurzen Besuches im Gebiet informieren wollen,
- Mitglieder z.B. eines Umweltverbandes, die sich Anregungen und detailliertere Informationen zu verschiedenen Themen holen wollen,
- Spezialisten, die sich über die wissenschaftlichen Ergebnisse informieren wollen, die bereits über das Gebiet vorliegen. Besonderer Wert soll darauf gelegt, in die Software ausführliche Literaturhinweise (bis hin zur Aufnahme der Originalarbeiten!) einzubinden, um so den Zugang zu wissenschaftlichen und populärwissenschaftlichen Ergebnissen einschließlich rechtlicher Bestimmungen zu ermöglichen, wobei geeignete Recherchemöglichkeiten zu entwickeln sind,
- Kinder und Jugendliche, die sich im Rahmen schulischer und besonders außerschulischer Umweltbildung im Gebiet aufhalten.
- Durch Programmierung geeigneter Filter können die einzelnen Zielgruppen zu den von ihnen gewünschten Informationen gelangen.

Die Software kann eingesetzt werden, um Politiker auf unterschiedlichen Ebenen sowie kommunale Entscheidungsträger in kurzer Zeit über Probleme und Wert des Gebietes zu informieren; als käufliche CD-ROM Besuchern und anderen Interessierten (z.B. über die Umweltverbände) die Auseinandersetzung mit ausgewählten Themen zu Haus am Computer zu ermöglichen oder als Teachware in schulischen und außerschulischen Bildungseinrichtungen zu dienen.

Als Internetversion kann die Software internationalen Zugang zu ähnlichen Aufgabenstellungen (Umweltbildung, Naturschutz, Konversion etc.) schaffen (Wipper, Berndt & MacBryde 1997).

Die Software ist so gestaltet, daß jederzeit ohne großen Programmieraufwand neue Erkenntnisse eingearbeitet werden können.

## Methoden

Als Autorensystem zur Programmierung der Software nutzen wir Toolbook sowie entsprechende digitale Bildverarbeitungssoftware. Die Lernsoftware liegt als  $\alpha$ -Version auf CD-ROM vor.

Die Archivierung der Bilder erfolgt mit der Netzversion von THUMBS plus. Die digitalisierten Farbbilder liegen im '\*.bmp'-Format vor, Videos als '\*.avi'- und MPEG-Files.

Über unterschiedlich gestaltete Menü-Übersichten können sich die Zielgruppen selektiv und effektiv mit spezifischen Informationen versorgen. Möglichkeiten interaktiver Eingriffe, vor allem in den spielerischen Elementen der Software, sind gegeben.

## Ergebnisse und Diskussion

Der Landschaftsraum der Döberitzer Heide wurde in Form einer multimedialen Software aufgearbeitet. Der interessierte Nutzer kann hiermit Kenntnisse erwerben, erweitern und überprüfen. Ebenso kann die Software zur Vor- und Nachbereitung von Exkursionen genutzt werden (Berndt, Wipper & MacBryde 1997).

Die folgenden Bestandteile der Lernsoftware „Döberitzer Heide „ sind diesem Anliegen verpflichtet:

Es wird eine Karte des Gesamtgebietes mit sensitiven Feldern eingebunden, die beim Anklicken des entsprechenden Gebietes Bilder der Landschaft mit Erklärungen zeigen. Auf der Grundlage dieser Karte lassen sich auch thematische Touren integrieren.

Das Hauptmenü (Eingangsseite) enthält auf einem charakteristischen Untergrund (Heidemotiv) die Buttons, die Informationen zu den folgenden Bereichen ermöglichen:

Adressen	Naturausstattung nach Lebensräumen
Verhaltenshinweise und -empfehlungen	Landschaftspflege als Naturschutzaufgabe
Geschichte	Leitbilder für Landschaftsentwicklung
Geomorphologie	Gefährdung und Konflikte

- Adressen

Das Verzeichnis enthält relevante Adressen, speziell bezogen auf die Döberitzer Heide. Integriert ist eine Suchfunktion. Die Adressen können auf Separatseiten verzweigen, die mit Bildern und weiteren Informationen unterlegt sind.

- Geschichte

Historischer Abriß des Truppenübungsplatzes, Text mit Illustrationen (Grundlage sind die bereits beim Verein Döberitzer Heide e.V. vorliegenden historischen Arbeiten, um preussische Geschichte erweitert. Hier werden auch Informationen zu den KONVER-Programmen der Europäischen Union integriert.

- Verhaltenshinweise und -empfehlungen

Enthält allgemeine Hinweise zu im Gebiet für die Döberitzer Heide unmittelbar bedeutsamen Rechtsvorschriften und Verhaltensweisen inclusive eines ausdrückbaren Formulars für die Rechtsbelehrung (Verhalten im Gelände, Wegenutzung, Gefährdung durch Munition etc.).



- Geomorphologie

Mittels einer Karte mit sensitiven Feldern werden kontextorientiert Aussagen zu wichtigen geomorphologischen Einheiten angeboten, die sich auf die abiotischen Faktoren konzentrieren.

- Naturausstattung nach Lebensräumen

Auf der Grundlage der verschiedenen Lebensräume (Biotope) werden die typischen Tier- und Pflanzenarten vorgestellt. Besonderer Wert wird dabei auf die „Rote-Liste-Arten“ gelegt. Neben Videos und Farbbildern wird es möglich sein, direkt aus diesen Seiten die wissenschaftlichen Originalarbeiten anzusteuern, zu lesen und auszudrucken. Die einzelnen Biotope werden auf einer Karte mit Hilfe sensitiver Felder vermittelt. Dadurch werden die Möglichkeiten des Zuganges zu diesen Landschaftseinheiten erweitert.



- Landschaftspflege als Naturschutzaufgabe

Gemäß dem Schutzziel des Gebietes werden die praktischen und theoretischen Möglichkeiten der Landschaftspflege im Gebiet dargestellt. Dabei soll deutlich werden, daß der behutsame Eingriff des Menschen nichts Negatives bedeutet, sondern vielmehr erst die Erhaltung der wertvollen Bestandteile garantiert. Die Pflegemaßnahmen werden für die einzelnen Landschaftseinheiten getrennt dargestellt.

- Leitbilder für Landschaftsentwicklung

Im Zusammenhang mit den natürlich ablaufenden Sukzessionsprozessen werden die Möglichkeiten der dauerhaften Verwirklichung der Landschaftsleitbilder dargestellt, die mit möglichst geringen menschlichen Eingriffen (Kostenfaktor!) verwirklicht werden können. Die Leitbilder werden an den vorhandenen Landschaftsbildern (Biotopen) entwickelt

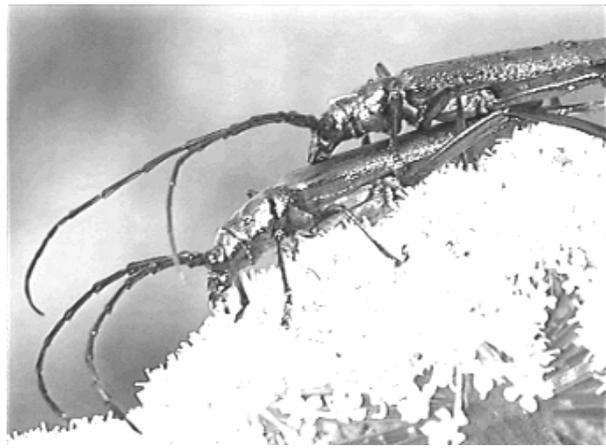


- Gefährdungen und Konflikte

Da das Gefährdungspotential der Döberitzer Heide für Besucher durch Restmunition nur über längere Zeit und mit hohem Aufwand vermindert werden kann, soll ein Abschnitt die damit zusammenhängenden Probleme und Konflikte verdeutlichen. Dieses Kapitel kann gleichzeitig für die notwendige Belehrung der Besucher genutzt werden. Es ist vorgesehen, eine Ton-Video-Dia-Show zu entwickeln, die als Grundlage der Belehrung genutzt werden kann.

- Naturlausstattung

Dieses Kapitel beinhaltet zwei grundsätzliche Informationen. Es werden die Biotope und die für sie typischen Organismen dargestellt. Ein Vorteil der Software besteht darin, daß Abbildungen derselben Tiere und Pflanzen über Links mehrmals erwähnt und gezeigt werden können, ohne daß zusätzlicher Speicherplatz benötigt wird.



- Lebensräume

Die Struktur dieser Biotopseiten kann unterschiedlich gestaltet sein. Bei reich untergliederten Lebensräumen wie z.B. dem Waldökosystem empfiehlt es sich, weitere Unterseiten zu gestalten. Die Hauptseite besteht aus einer Karte mit sensitiven Feldern, die mit einer Textleiste kontextorientiert verknüpft ist. Bei übersichtlichen Biotopen wie z.B. Äckern reicht in der Regel eine Seite.

### **Kooperationspartner**

Dr. K. Parnow, AVZ, Universität Potsdam

media green GmbH

Naturschutz- und Förderverein „Döberitzer Heide“ e. V.

Gemeinschaft zur Förderung der Umweltbildung e.V.

### **Literatur**

Berndt, K.-P.; Wipper, R.; MacBryde, D.: Use of Multi-Media Software on CD-ROMs for Environmental Education. - Environmental Education Fair, Lüneburg 1997, im Druck.

Rutschke, E. (1997): Döberitzer Heide: Konzeption für die Bewahrung und Entwicklung eines Naturerbes in Brandenburg. Naturschutz-Naturerlebnis-Information im Ballungsraum Berlin/Potsdam.

Wipper, R.; Berndt, K.-P.; MacBryde, D.: First Experiences in Teleteaching. - Environmental Education Fair, Lüneburg 1997, im Druck.



## **Luftreinhaltung / Klima**

**Projekt: Auswertung von multispektralen Lidarmeßdaten der Troposphäre (Stratosphäre) mit modernen mathematischen Standardverfahren für lineare zweidimensionale (eindimensionale) schlecht gestellte inverse Probleme zur Bestimmung von nicht gealterten Aerosolgrößenverteilungen**

**Projektleiter:**

Dr. Christine Böckmann  
(AG LIDAR-Inversionen)

**Mitarbeiter:**

Silva Fischer

**Projektbeschreibung**

**Ziel des Projektes**

Klimaveränderungen haben sehr unterschiedliche Ursachen. Unter anderen gehören dazu der Abbau der Ozonschicht in der Stratosphäre, die Zunahme der Ozonkonzentration in Erdbodennähe und die Luftverschmutzung über Städten bzw. Industrieanlagen. Zur Untersuchung dieser Ursachen sind detaillierte Kenntnisse der Aerosolphysik im troposphärischen und stratosphärischen Bereich notwendig. Das LIDAR bietet als aktives Fernmeßverfahren hier wesentliche Vorteile.

Bei einem LIDAR-System werden gepulste Laserstrahlen ausgesandt, und die Intensität des rückgestreuten Lichtes wird in Abhängigkeit von der Zeit gemessen. Neben Schadstoffkonzentrationsmessungen sind Fernmessungen von Profilen der Aerosolgrößenverteilung mit einem multispektralen Lidarsystem möglich. Neue mathematisch fundierte und effektive Methoden zur Datenauswertung sind sowohl im stratosphärischen als auch im troposphärischen Bereich dringend erforderlich. Dabei müssen im troposphärischen Bereich neue Ideen zur Modellierung erstens der Kernfunktion für inhomogene und/oder nichtsphärische Streuer und zweitens unterschiedliche Streuer innerhalb eines Partikelkollektives in die Problembehandlung unabdingbar eingebracht werden. Mathematisch wird dieser Meßvorgang durch ein System nichtlinearer Integralgleichungen 1. Art modelliert. Bisher wurde eine Beziehung zwischen den aufgenommenen Rückstreudaten und den Streuvorgängen (und damit den Eigenschaften der streuenden Partikel) durch den Fit theoretischer Rückstreuprofile an die Daten vorgenommen. Dies ist prinzipiell immer mit einer erheblichen Ungenauigkeit verbunden, nicht zuletzt, da nicht alle Parameter frei variiert werden können.

In diesem Projekt werden nun die in den letzten Jahren entwickelten Lidar-Methoden (simultane Mehrwellenlängen-Messung und Raman-Lidar) mit neuen numerischen Methoden der Inversion von Integralgleichungen zusammengebracht, um eine vollständige Lösung der Lidargleichungen zu erreichen, ohne a-priori Annahmen und ohne zweifelhafte Parameter-Fits. Genauer, es werden neue numerische Verfahren entwickelt, um die linearen Integralgleichungen als Ganzes zu invertieren. Insbesondere werden spezielle Regularisierungsverfahren zur Lösung dieses schlecht gestellten inversen Problems entwickelt und analysiert. Die Verfahren werden mit realen stratosphärischen Meßdaten aus Feldexperimenten von Spitzbergen (79 N, 12 O) (Alfred-Wegener-Institut, Außenstelle Potsdam), mit troposphärischen Meßdaten (Institut für Troposphärenforschung Leipzig, Elight Laser Systems GmbH Teltow) und mit Meßdaten aus dem Schließungsexperiment der LACE 98 - Gruppe im Sommer 1998 in Lindenberg verifiziert. Als ein typisches Inversionsproblem werden die drei Gleichungen bearbeitet, die den Meßvorgang bei einem Rückstreu-LIDAR modellieren, d.h. den Zusammenhang zwischen gemessenen Rückstreuintensität und den Eigenschaften der transmittierten und streuenden Bestandteile der Atmosphäre (LIDAR = Light Detection and Ranging, auch Licht-Radar). Bei einem Lidar-Gerät werden Laserpulse über eine Aussendeoptik vertikal in die Atmosphäre emittiert. Die Moleküle der Luft und die in der Atmosphäre suspendierten Partikel streuen und absorbieren das Laserlicht. Dadurch erfährt das Signal auf seinem Weg durch die Atmosphäre eine Abschwächung. Das in Rückwärtsrichtung gestreute Licht wird von einem Teleskop aufgefangen und auf ein Detektorsystem fokussiert. Aus der Zeitdifferenz  $t$  zwischen Emission und Detektion läßt sich die Höhe  $z$  berechnen, in der der Streuprozess stattgefunden hat. Die Höhenauflösung wird theoretisch durch die Pulslänge des emittierten Laserpulses begrenzt und in der Anwendung durch die zeitliche Auflösung der Detektionselektronik bestimmt. Das mathematische Modell zur Bestimmung der Aerosol-Größenverteilung besteht aus 3 Gleichungen. Das sind die Lidargleichung

$$P(\lambda, z) = C(\lambda) P_e(\lambda) \beta(\lambda, z) \frac{1}{z^2} \exp(-2 \int_0^z \alpha(\lambda, z') dz') , \quad (1)$$

wobei

$\lambda$	die Wellenlänge,
$z$	die Höhe,
$C$	die spezifische Größe der Meßapparatur,
$P_e$	die Intensität des emittierten Signals,
$P$	die Intensität des detektierten Signals,
$\beta, \alpha$	den Rückstreu- bzw. Extinktionskoeffizienten,
$r$	den Partikelradius,
$n$	die Aerosolgrößenverteilung,
$K_{\Pi}, K_{ext}$	die Rückstreu- bzw. Extinktionseffizienz

bezeichnen und die Integralgleichungen für den Rückstreukoeffizienten  $\beta^{Aer}$

$$\beta^{Aer}(\lambda, z) = \int_{r_a}^{r_b} K_{\Pi}(\lambda, r; m) n(r, z) dr \quad (2)$$

sowie für den Extinktionskoeffizienten  $\alpha^{Aer}$

$$\alpha^{Aer}(\lambda, z) = \int_{r_a}^{r_b} K_{ext}(\lambda, r; m) n(r, z) dr \quad (3)$$

mit  $\beta = \beta^{Aer} + \beta^{Ray}$  und  $\alpha = \alpha^{Aer} + \alpha^{Ray}$ , wobei  $\beta^{Ray}$  und  $\alpha^{Ray}$  als bekannt vorausgesetzt werden. Gemessen wird die Intensität des detektierten Signals  $P$  in Abhängigkeit von der Höhe  $z$  und der Wellenlänge  $\lambda$ . Gesucht ist die Aerosolgrößenverteilung  $n$  in Abhängigkeit von der Höhe  $z$  und dem Radius  $r$ . Ein wesentliches Problem bei der Invertierung stellt die Kopplung des Rückstreukoeffizienten  $\beta^{Aer}$  und des Extinktionskoeffizienten  $\alpha^{Aer}$  in der Lidargleichung (1) dar. [Klett 81/85] führte deshalb eine empirische Beziehung der Form  $\beta^{Aer} = L(r) [\alpha^{Aer}]^k$  zwischen beiden Größen ein, um die Lidargleichung in eine Riccatische Differentialgleichung überführen zu können, deren Lösung bekannt ist. Diese Annahme setzt jedoch eine Wahl der Form der Größengleichung a priori voraus. Diese aber ändert sich in der Atmosphäre in hohem Maße.

## Methoden

Das Projekt teilt sich in fünf Teilbereiche auf:

1. Die mathematische Inversion des schlecht gestellten inversen Problems (2) und (3).
2. Die theoretische Untersuchung der Kernfunktionen  $K_{\Pi}$  und  $K_{ext}$ .
3. Ein neues zweidimensionales mathematisches Modell für die Gegebenheiten bzw. Verhältnisse in der Troposphäre.
4. Die Klassifizierung der stratosphärischen bzw. troposphärischen Aerosole bezüglich der zu verwendenden Kernfunktionen.
5. Die Zuordnung der Erkenntnisse aus 1. und 2. zu den Klassen aus 4. und Implementierung.

Die mathematische Inversion des inversen Problems zerfällt in zwei Arbeitsschritte:

1. Inversion der linearen schlecht gestellten Fredholmschen Integralgleichungen 1. Art (2) und (3)
2. Auswahl sowie spezielle Konstruktion eines geeigneten Regularisierungsverfahrens zur Inversion des inversen Problems sowie Stabilitäts- und Konvergenzanalysen.

Wir gehen in diesem Projekt davon aus, daß eine bekannte Beziehung i.a. auch nichtlinearer Art zwischen  $\beta^{Aer}$  und  $\alpha^{Aer}$  besteht, so läßt sich der Rückstreukoeffizient  $\beta^{Aer}(\lambda, z)$  berechnen. Zusätzlich stehen

Meßwerte  $\alpha^{Aer}(\lambda, z)$  von einem Raman-Lidar zur Verfügung. Dann bleibt als erste interessante mathematische Aufgabe ein lineares schlecht gestelltes inverses Problem in Form zweier linearer Fredholmscher Integralgleichungen 1. Art (2) und (3) zu lösen. Untersuchungen zur mathematisch fundierten Inversion ohne Fit sind dazu leider genauso unbekannt wie zum nichtlinearen Lidarproblem. Für gewisse Zeit- bzw. Raumfenster ist die Größenverteilung  $n(r, z)$  gesucht.

### Ergebnisse und Diskussion

Aus mathematischer Sicht ist es sinnvoll, zunächst theoretische Untersuchungen am kontinuierlichen Problem vorzunehmen. Gegeben sei ein Intervall  $[\lambda_a, \lambda_b]$ , ein festes  $z$  und  $P(\lambda, z)$  sei für alle  $\lambda \in [\lambda_a, \lambda_b]$  meßbar, d.h. für beliebig viele diskrete Werte  $\lambda_i (i = 1, \dots, m)$  verfügbar.

Untersuchung der Fredholmschen Integralgleichungen 1. Art (2) und (3):

Mathematisch gesehen, betrachten wir nun allgemeiner lineare Integraloperatoren mit Kernk:

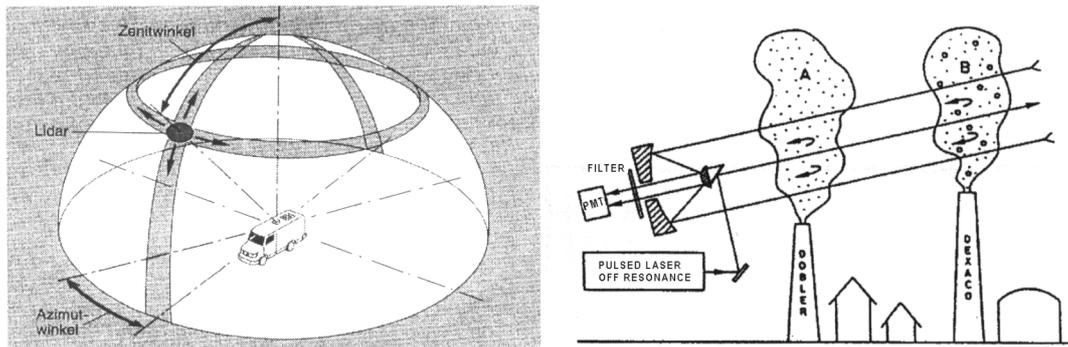
$$g(\lambda) = Kn(r) = \int k(\lambda, r)n(r)dr;$$

Kleine Änderungen der Daten  $g$ , z.B. hervorgerufen durch Meßfehler oder Rechenungenauigkeiten, können beliebig große Abweichungen der Lösung  $n$  verursachen, der Lösungsoperator ist unstetig. Das Problem ist schlecht gestellt. Zur numerischen Approximation der Lösung aus fehlerbehafteten Meßdaten wurden spezielle regularisierende Methoden entwickelt, um einen optimalen Ausgleich zwischen Genauigkeit und Fehlerdämpfung zu erzielen. Zur Inversion von (2) bzw. (3) wurde ein geeignetes Verfahren, ein Glättungsverfahren vom Mollifier-Typ, konstruiert. Dieser Typ erlaubt eine lokale und geglättete Rekonstruktion der gesuchten Größenverteilung  $n(r)$  d.h. statt der Funktion  $n$  versuchen wir, eine geglättete Funktion  $n_\gamma(r) = \langle e_\gamma(r, \cdot), n \rangle_{L^2}$  zu bestimmen. Es wird keine künstliche Diskretisierung der Größenverteilung

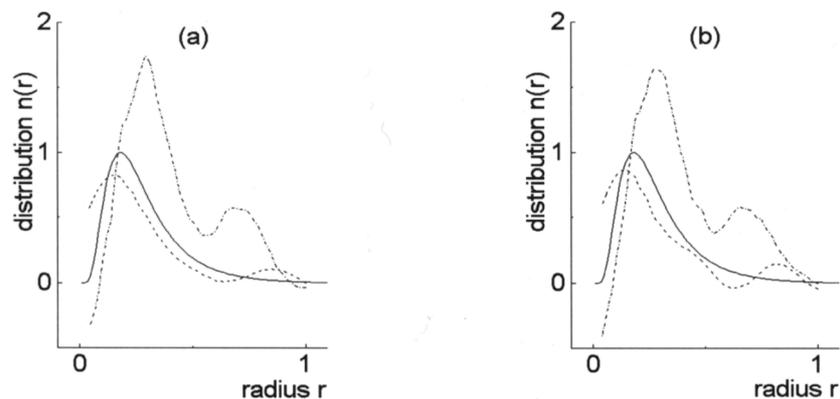
benötigt. Verfahren vom Mollifier-Typ zerfallen in zwei Teilschritte, wobei der erste Teil die Schlechtgestelltheit des Problems unabhängig von den Meßdaten, d.h. von den Datenfehlern, beinhaltet, so daß der Abschneideparameter zur Regularisierung dieser Normalgleichungen nur von der Genauigkeit der verwendeten Arithmetik und der Genauigkeit der Berechnung des Mollifiers abhängt. Vom Glättungsparameter ist nur die rechte Seite abhängig, so daß bei Wechsel der Operator nicht beeinflußt wird. Ist der approximierten inverse Operator gefunden, so kann die Lösung im zweiten Teil durch einen stabilen Parallel-Prozeß berechnet werden. Der Operator ist auch von  $r$  unabhängig. Wir haben einen geeigneten Glättungsoperator  $E_\gamma$ , d.h. eine geeignete Glättungsfunktion  $e_\gamma$  gefunden. Beim Übergang zum diskreten Problem, bei dem nur endlich viele  $\beta^{Aer}(\lambda_i, z)$  bzw.  $\alpha^{Aer}(\lambda_i, z) (i = 1, \dots, N)$  (bei den Lidarmeßdaten nur sehr wenige) zur Verfügung stehen, wollen wir untersuchen, an wieviel Wellenlängen und mit welcher Genauigkeit muß mindestens gemessen werden bzw. wie müssen die Meßpunkte im Intervall  $[\lambda_a, \lambda_b]$  verteilt werden, damit man noch eine sinnvolle akzeptable Lösung erhält. Aus der Fredholmschen Integralgleichung 1. Art für den Extinktionskoeffizienten (3) kann die Größenverteilung  $n(r)$  bestimmt werden. Zur Lösung des schlecht gestellten inversen Problems wurde ein geeignetes, speziell angepaßtes Mollifier-Verfahren entwickelt, das auch für eine kleine Anzahl von Meßdaten praktikabel ist. Eine Simulationsrechnung mit

$n(r) = \exp(-0,5 \ln^2(r / r_{med}) / \ln^2(\sigma))$  (durchgezogene Linie) und simulierten Meßwerten  $\alpha^{Aer}(\alpha_{err}^{Aer} = (9,6,5,4,3,2,2,1,1)^T)$  äquidistant zwischen 300 nm und 900 nm zeigt für die Glättungs-

funktion  $e_\gamma(x) = \frac{\gamma}{\pi} \sin c(\gamma x)$  mit  $\gamma = 17$  bzw.  $\gamma = 19$  (siehe Abbildung (a) bzw. (b) bei geeigneter bzw. ungeeigneter Wahl des Regularisierungsparameters  $\gamma = 20$  gestrichelte Linie bzw.  $\gamma = 0.9$  Strich-Punkt-Linie folgende Rekonstruktionsergebnisse:



**Abb. 1:** Lidarmessung in der Stratosphäre (links) und Troposphäre (rechts)



**Abb. 2:** Numerische Ergebnisse

### Kooperationspartner

Dr. R. Neuber, J. Biele (Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung), Potsdam; Dr. A. Ansmann, Dr. U. Wandinger, Dr. D. Müller (Institut für Troposphärenforschung), Leipzig; M. Ulbricht (Elight Laser Systems GmbH), Teltow

### Literatur

- [1] Böckmann, C.; Niebsch, J. (1996): Mollifier Methods for Aerosol Size Distribution, In: Advances in Atmospheric Remote Sensing with Lidar, Eds. A. Ansmann, R. Neuber, P. Rairoux, U. Wandinger, Springer-Verlag.
- [2] Böckmann, C. (1997): Projection Method for Lidar Measurements. In: Advanced Mathematical Tools in Metrology III, Eds. P. Ciarlini, M.G. Cox, F. Pavese, D. Richter, World Scientific, Singapore.
- [3] Louis, A. K.; Maaß, P. (1990): A Mollifier Method for Linear Operator Equations of the First Kind, Inverse Problems 6 (1990), 427-440.
- [4] Louis, A.K.; Maaß, P. (1991): Smoothed Projection Methods for the Moment Problem, Numerische Mathematik 59 (1991), 295-310.
- [5] Müller, D. et al (1996): Multiple-Wavelength Aerosol Lidar. In: Advances in Atmospheric Remote Sensing with Lidar, Eds. A. Ansmann et al, Springer-Verlag.
- [6] Neuber, R. et al (1992): Lidar Measurements of Stratospheric Aerosols in the Arctic, Ber. Bunsenges. Phys. Chem. 96 (1992), 351-353.
- [7] Weidauer, D. et al (1996): Ozone, VOC, NO<sub>2</sub> and Aerosol Monitoring in Urban and Industrial Areas Using a Mobile DIAL System. In: Advances in Atmospheric Remote Sensing with Lidar, Eds. A. Ansmann et al, Springer-Verlag.



**Wasser**

## **Projekt: Voruntersuchungen zu hydrogeochemischen und geophysikalischen Methoden der Trinkwasserschutzzonenneubemessung**

### **Projektleiter:**

Oswald Blumenstein  
(AG Stoffdynamik in Geosystemen)

### **Mitarbeiter:**

Wolfgang Bechmann, Heinz Bukowsky, Ingo Kapp, Hartmut Schachtzabel

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Die Herstellung neuer, geoökologisch orientierter hydrogeologischer Karten sowie die Neuberechnung von Trinkwasserschutzgebieten setzen eine detaillierte Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung voraus. Als innovative methodische Basis könnte sich die Verknüpfung struktureller Daten, ermittelt aus geophysikalischen Vermessungsunterlagen, mit der hydrochemischen Charakterisierung durch das Genesemodell der Naturwässer erweisen.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Neben umfangreichen Literaturrecherchen, welche die Einmaligkeit des Ansatzes reflektierten, sind exemplarische geophysikalische Untersuchungen vorgenommen worden. Sie zeigten, daß diese Methode sehr gut in der Lage ist, Grundwasserhorizonte zu identifizieren. Zuverlässige Interpretationsergebnisse können bis zu einer Tiefe von 26 m errechnet werden.

Die mathematisch-statistische Überprüfung der Berechnungsbasis des Genesemodells, mit welchem über Berechnungsmatrizen die Lage der Wässer im Typendiagramm ermittelt wird, ließ erkennen, daß dieses Modell sich durch sein übersichtliches Formelsystem auszeichnet und die Berechnungen ohne Schwierigkeiten auch als eine schnelle Vorortauswertung von Meßergebnissen ausgeführt werden können. Das vorliegende Datenmaterial war für eine substantielle mathematische Untersuchung noch nicht ausreichend, denn es müssen zumindest Datensätze für alle im Modell angesprochenen Wassertypen verfügbar sein. Aus mathematischer Sicht von besonderer Wichtigkeit sind Wässer, die sich in Grenzbereichen zwischen den Grundtypen bewegen, denn hier ist mit einem stark erhöhten Meßfehler einfluß auf die Ergebnisse zu rechnen.

Grundlegende methodische Voruntersuchungen an Ionenaustauschern waren notwendig, um bei den Grundwasseranalysen gefundenen Diskrepanzen zwischen der Summe der Kationen und der Anionen aufklären zu können. Dies setzt voraus, daß ein bestimmter Anteil von Kationen in Komplexverbindungen mit Huminstoffen vorliegt. Bei Einsatz von geeigneten Ionenaustauschern für Kationen werden diese an den Ionenaustauscher gebunden. Die Metallkomplexverbindungen dagegen passieren den Ionenaustauscher und können anschließend mit Hilfe der Atomabsorptionsspektroskopie bestimmt werden. Erste Resultate zeigen, daß die Ionenaustauscher Y 80 und CA 20 Substrate sind, welche die anstehende Aufgabenstellung realisieren könnten.

### **Kooperationspartner**

Rechlin, Berthold OGR. (Landesamt für Geologie und Rohstoffe Brandenburg)

## Projekt: Änderung der Sickerwasserbeschaffenheit unter einer typischen Rieselfeldfläche nach Einstellung der Abwasserbeaufschlagung

### Projektleiter:

Oswald Blumenstein  
(AG Stoffdynamik in Geosystemen)

### Mitarbeiter:

Wolfgang Bechmann, Heinz Bukowsky, Franka Fischer, Karl Geldmacher, Rudolf Schubert

## Projektbeschreibung

### Ziel des Projektes

Auf einem charakteristischen Rieselfeldstandort sollte überprüft werden, inwieweit nach der Einstellung der Abwasserbeaufschlagung die sich verstärkende Nettomineralisierung, die damit verbundene Erhöhung der Acidität und die mögliche Intensivierung von Stoffremobilisierungsvorgängen Veränderungen der geochemischen Charakteristika im Sickerwasser bewirken. Durch die fortlaufende Entnahme und Analyse von Bodenwasser aus unterschiedlichen Tiefen waren Erkenntnisse über das Migrationsverhalten von Nähr- und Schadstoffen eines belasteten Rieselfeldbodens zu gewinnen, durch einen Vergleich der Konzentration von Inhaltsstoffen des Niederschlagswassers eine Abschätzung der Veränderungen von Stoffflüssen.

### Ergebnisse und Diskussion

Sowohl der Ap- und der Al-Horizont als auch die beiden Unterbodenhorizonte Bts bzw. Cv wiesen charakteristische Veränderungen der Schwermetallgehalte, der organischen Bodensubstanz sowie der Kationenaustauschkapazität auf.

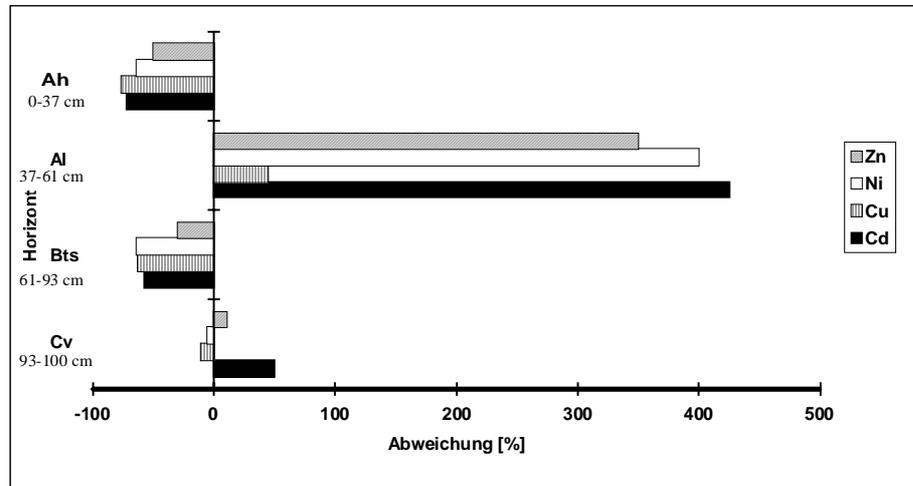
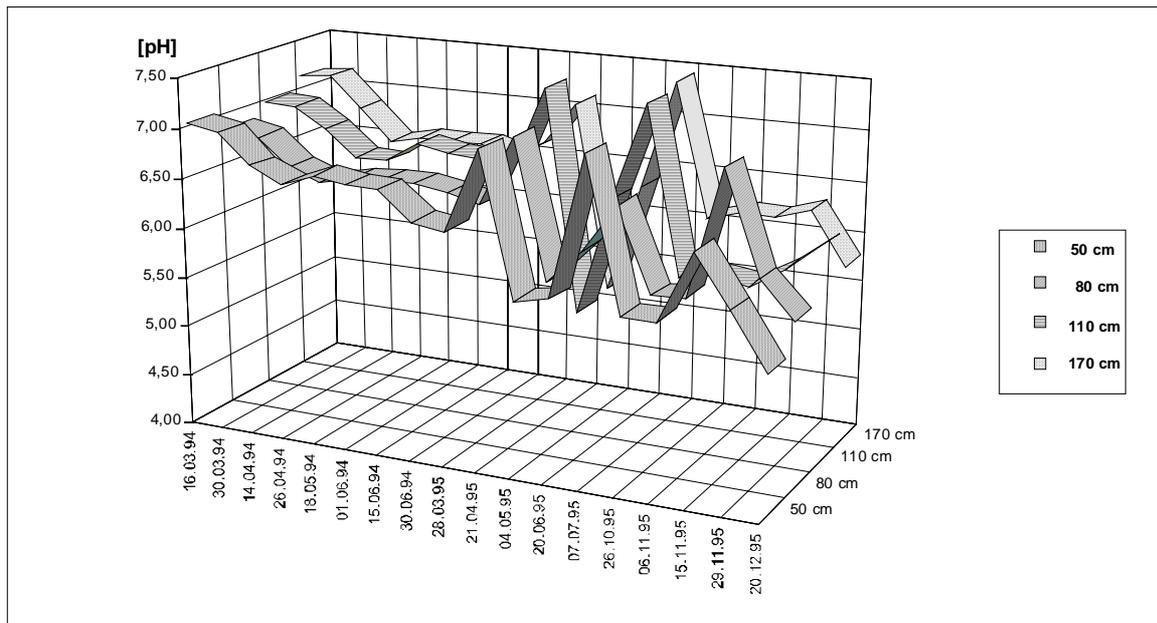


Abb. 1: Veränderungen der Schwermetallgehalte in der Bodenmatrix

In Hinblick auf die Acidität der Bodenwasserproben war während des Untersuchungszeitraumes zunächst ein genereller Trend ihrer Zunahme zu verzeichnen, wobei in allen Ebenen eine gleichsinnige Beschaffenheitsänderung erfolgt.



**Abb. 2:** Acidität des Bodenwassers

Die Konzentration biophiler Stoffspecies bzw. von Schwermetallen nahm gleichfalls in allen Untersuchungsebenen zu. Blei wurde nur sporadisch festgestellt, hingegen konnte Cadmium häufig im Bodenwasser aller Ebenen nachgewiesen werden, wobei mit wachsendem Unterflurabstand eine deutliche Konzentrationszunahme bis zu  $0,1 \text{ mg l}^{-1}$  einherging, insbesondere im zweiten Untersuchungsjahr. Zink, Nickel und Kupfer zeigten ein gleichsinniges Zeitverhalten. Quecksilber war 1994 fast immer, 1995 nur noch sporadisch nachgewiesen worden.

Die Konzentrationen anionischer Nährstoffkomponenten zeigten in ihrer Zeitabhängigkeit ein gegenläufiges Verhalten: einer Zunahme von Sulfat- und Nitratkomponenten stand eine Abnahme der Orthophosphate gegenüber. Das Auftreten von Nitrit in der Bodenwasserlösung war naturgemäß in größeren Bodentiefen von Bedeutung. Auch bei den kationischen Nährstoffkomponenten war während des Untersuchungszeitraumes ein allgemeiner Anstieg der Konzentrationen in der Bodenlösung zu verzeichnen.

Insgesamt verdeutlichten die Resultate der Sickerwasseruntersuchungen einen generellen Trend der Konzentrationszunahme biophiler Stoffspecies ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^{2-}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) sowie Schwermetallen (Cu, Ni, Zn). Die Höhe dieser Konzentrationen lag in dem letzten Abschnitt des Meßzeitraumes zum Teil erheblich über den Einleitwerten der Brandenburger Liste. Wir wiesen in unserem Abschlußbericht darauf hin, daß mittel- und längerfristige Monitoringmaßnahmen notwendig sind, um diese Änderung des Systemverhaltens kontrollieren und gegebenenfalls steuern zu können.

## Literatur

Blumenstein, O.; Bukowsky, H.; Fischer, F.; Geldmacher, K.; Schubert, R. (1997): Zur Indikation von Remobilisierungsprozessen unter nicht mehr genutzten Rieselfeldflächen.- Z. Geoökodynamik 16, 1, 61-78

## Projekt: Limnologische Charakterisierung des Lindenweihers in Falkensee - Finkenkrug

### Projektleiter:

Rüdiger Knösche  
(AG Stoffdynamik in Geosystemen)

### Mitarbeiter:

Oswald Blumenstein, Heinz Bukowsky, Heide Kraudelt, Rudolf Schubert

## Projektbeschreibung

### Ziel des Projektes

Der Lindenweiher ist ein kleines, aus drei Teilen bestehendes und in einen kleinen Park eingebettetes Stadtgewässer, das im Zuge der Ortsgründung künstlich als Teil des Entwässerungssystems des ehemaligen Niedermoorgebietes angelegt wurde. Dieses Gewässer wurde in der jüngeren Vergangenheit stark vernachlässigt und umgestaltet. Darüber hinaus unterlag es der Eutrophierung und ist teilweise extrem verlandet. Im Auftrage einer Bürgerinitiative Lindenweiher und der Stadt Falkensee wird eine dreijährige limnologische Untersuchung des Gewässers mit den Zielen durchgeführt, die funktionellen Hauptprobleme bezüglich der Gewässerdynamik zu erkennen und mögliche Varianten einer zukünftigen Gestaltung aufzuzeigen.

## Ergebnisse und Diskussion

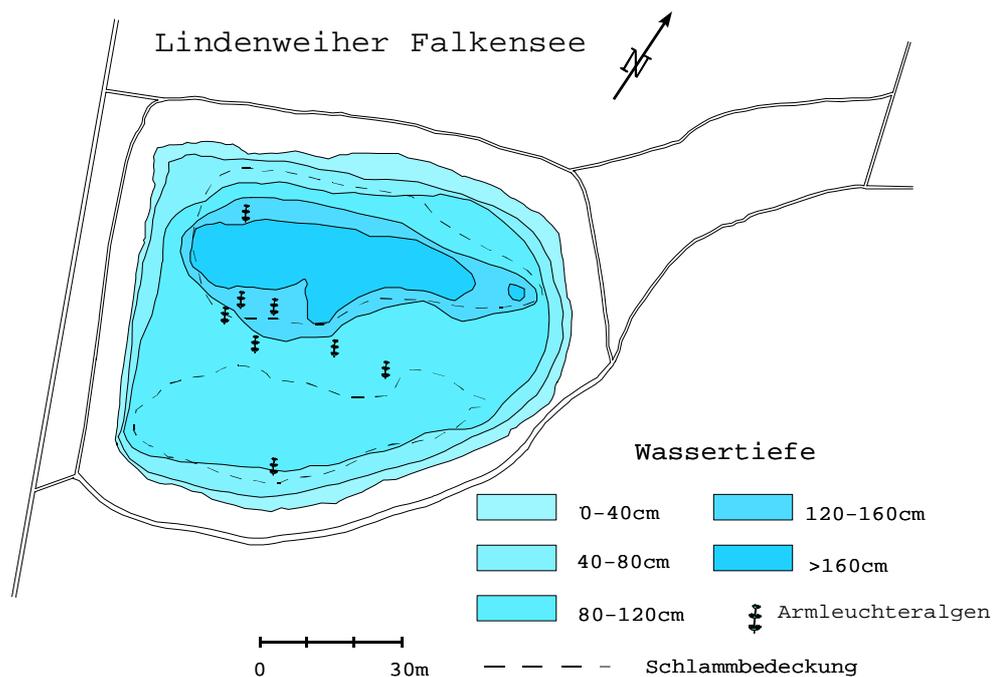
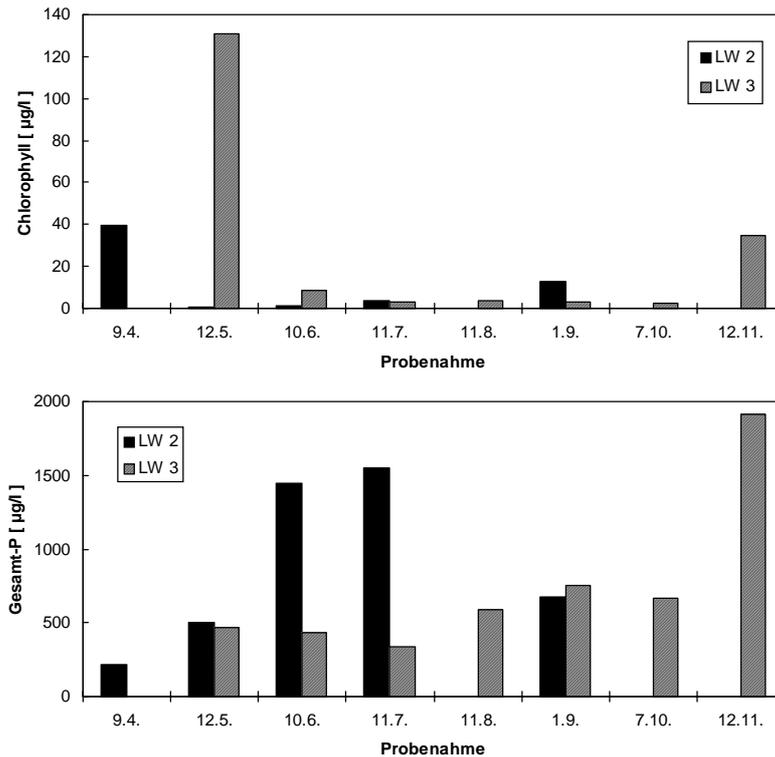


Abb. 1: Hypsometrische Karte des Lindenweihers

Im ersten Abschnitt der Untersuchungen konnte bereits eindeutig nachgewiesen werden, daß alle Gewässerteile, besonders zwei grabenförmige, sehr flache Teile, extrem an Licht- und Durchmischungsmangel leiden. Die beiden schmalen Gewässer sind durch die dicht am Ufer stehenden Laubbäume so stark beschattet, daß Pflanzenwachstum im Wasser und damit photosynthetischer Sauerstoffeintrag nur noch im Frühjahr und Spätherbst möglich sind. Der extreme Laubeintrag und der Windschutz verschärfen den Sauerstoffmangel noch erheblich. Die Folge sind sedimentbürtige Phosphatverschmutzungen des Wassers, da die Bindungsfähigkeit des Sedimentes unter diesen Bedingungen fast vollständig verloren geht (siehe Abb.2).



**Abb. 2:** Gehalt an Chlorophyll und Gesamtphosphor in zwei flachen, beschatteten Gewässerteilen des Lindenweihersystems

Da eine Fällung der ausgewachsenen Bäume gegenwärtig politisch nicht durchsetzbar ist, wird nach einem Kompromiß für die Gewässergestaltung unter diesen Bedingungen gesucht. Die optimalen Varianten, völlige Neugestaltung mit lockerem uferfernen Baumbestand oder Verfüllen der grabenförmigen Teile mit nachfolgender Parkgestaltung, bleiben natürlich als Empfehlung bestehen. Daran wird der Erfolg oder Mißerfolg jedes Kompromisses, der gegenwärtig schon lokalpolitisch gesucht wird, zu messen sein.

Für den Hauptgewässerteil, der gegenwärtig trotz hoher Nährstoffbelastung noch einen ökologisch reichhaltigen Zustand aufweist, wird eine Pflegeempfehlung erarbeitet werden. Dazu sind noch weitere Beobachtungen und Nährstoffbilanzierungen notwendig.

## Literatur

Knösche, R. (1997): Limnologische Charakterisierung des Lindenweihers in Falkensee-Finkenkrug.- Erster Zwischenbericht; Univ. Potsdam, AG Stoffdynamik. Im Auftrag der Stadt Falkensee. Potsdam, 15 S.

## **Projekt: Charakterisierung der Wasserqualität des Baggersees am Stern (Potsdam)**

### **Projektleiter:**

Dr. rer. nat habil. Sabine Friedrich

### **Mitarbeiter:**

Andreas Trippo, Cornelia Wagner

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsauftrages mit der Stadtverwaltung Potsdam, Amt für Umwelt- und Naturschutz, Untere Wasserbehörde sollen folgende konkrete Aufgabenstellungen erfüllt werden:

- Schaffung einer ausreichenden Datengrundlage zur umfassenden Charakterisierung der trophischen Entwicklung des Gewässers  
(Gesamt-P, Gelöst-P,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiO}_4$ , Fe, Sulfat, CSB, Alkalität (SBV), pH, Sauerstoff, Sichttiefe, Chlorophyll - a)
- Erforschung der Wasserschichtung und des Sauerstoffgehaltes  
(Tiefenprofile der Temperatur und des Sauerstoffs, Nährstoffverteilung im Tiefenprofil, Verhältnis zwischen Sauerstoffeintrag und Sauerstoffzehrung)
- Entwicklung wissenschaftlicher Strategien zur Prognostizierbarkeit der Wechselwirkungen zwischen Seiment und Hypolimnion  
(Mobilisierung der im Sediment gespeicherten Nährstoffe, wenn aufgrund von reduzierenden Bedingungen (Sauerstoffmangel) während der Sommerstagnation im Hypolimnion Rücklösung von P-Verbindungen eintritt, Durchführung der erforderlichen Sedimentanalytik)
- Bestimmung des P-Haushaltes durch Bade- und Angelbelastung und Berechnung der daraus folgenden Auswirkungen auf die Trophieentwicklung aufgrund der Messungen und der über einen längeren Zeitraum beobachteten Nutzung des Sees
- Ableitung von belastbaren Prognosen zur trophischen Entwicklung des Gewässers und Empfehlungen zur Nutzung des Sees und seines Umfeldes.

### **Methoden**

Es werden die in der folgenden Tabelle aufgeführten Untersuchungen zur Bestimmung der physikalischen und chemischen Parameter des Wasserkörpers durchgeführt.

Es werden folgende Geräte der Firma WTW und die dazugehörigen Reaktionsküvetten bzw. Reagenziensätze verwendet:

- Microprocessor Conductivity Meter LF 96
- pH-Meter pH 530
- Oxi-Meter 96 mit Sauerstofftiefelektrode und Betterierührer BR 190
- Photometer MPM 3000 und MPM 1500
- CSB-COD Reaktor CR 1100

**Tab. 3:** Durchgeführte Untersuchungen

<b>Parameter</b>	<b>Methode</b>	<b>Literatur</b>
Leitfähigkeit	Konduktometer	DIN 38404 - 8
Sauerstoffsättigung	OXI - Meter	DIN 38408 - G22
Wassertemperatur	OXI - Meter	DIN 38404 - C4
Lufttemperatur	Quecksilberthermometer	DIN 58656
pH-Wert	pH - Meter	DIN 38405 - C5
Sichttiefe	Secchischeibe	DIN 38505 - C5
NH <sub>4</sub> - N	Indophenol	DIN 38406 - 23
NO <sub>2</sub> - N	Sulfanilsäure	DIN 38404 - 11
NO <sub>3</sub> - N	Sulfanilsäure nach Cadmiumreduktion	DIN 38405 - 9
SRP	Molybdänblau	DIN 38405 - 1
TP	Molybdänblau nach saurer Hydrolyse	DIN 38405 - 11
SO <sub>4</sub>	Bariumsulfat	
Si	β - Silikonmolybdänsäure	
Fe ges.	1,10 Phenanthrolin	
Chlorophyll - a	Acetonmethode	DIN 38412

Die Alkalinität wird lt. folgender Vorschrift bestimmt:

p-Wert: Titration mit 0,1 N HCl bis pH = 8,2 gegen Pehnlolphthalein

m-Wert: Titration mit 0,1 N HCl bis pH = 4,5 gegen Mischindikator

Das Plankton wurde in Standardverdünnung und -vergrößerung untersucht.

Zur Untersuchung der organischen Substanz der Sedimentproben wird eine Mikroanalysenwaage der Fa. Sartorius und ein Muffelofen verwendet.

Die Bestimmung des Gesamtgehaltes an Phosphor erfolgt nach der AES/ICP - Methode mit dem Gerät JY 38 plus der Fa. ISA entsprechend DIN 38406 - E22.

Eisen- und Schwermetallgehalte werden mit dem Gerät AAS 1100 B der Fa. Perkin Elmer bestimmt.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Eine endgültige Beurteilung der trophischen Situation des Sees und des Zusammenhanges zwischen dieser trophischen Entwicklung und dem antropogenen Nährstoffeintrag kann erst nach Abschluß aller Untersuchungen erfolgen. Dann können auch Vermutungen über die weitere Entwicklung des See abgeleitet werden und Nutzungsempfehlungen ausgesprochen werden.

### **Kooperationspartner**

Institut für Anorganische Chemie der Universität Potsdam

### **Literatur**

Angaben nach Abschluß des Projektes

**Boden**

## **Projekt: Rieselfelder südlich Berlin - Altlasten, Grundwasser, Oberflächenwasser. Teilprojekt 1: Bodenkundliche Untersuchungen**

### **Projektleiter:**

Oswald Blumenstein  
(AG Stoffdynamik in Geosystemen)

### **Mitarbeiter:**

Wolfgang Bechmann, Heinz Bukowsky, Franka Fischer, Ingo Kapp, Hartmut Schachtzabel, Rudolf Schubert

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Die Existenz einer großflächigen Bodenkontamination setzt eine Gefährdungsabschätzung voraus, in welcher es gilt, die potentielle, aktuelle und latente Gefahr für die Umwelt und den Menschen nachzuweisen. Für die Rieselfelder Berlin-Süd wurde in diesem Projekt deshalb eine raumdeckende Erfassung von Struktur- und Milieuparametern des Bodens sowie seines Last- und Schadpools vorgenommen. Gleichzeitig stand die Erfassung und Darstellung der saisonalen bzw. technogenen Variabilität dieser Parameter im Vordergrund. Die rechen-technisch aufbereiteten Daten dienten einer Bewertung der potentiellen und aktuellen Gefährdung des Aquifers sowie der Entscheidungsfindung für künftige Nutzungsstrategien in konkreten Räumen.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Resultate von Screeninguntersuchungen (vgl. Abb.1) verschiedener Standorte mittels Röntgenfluoreszenzanalyse belegten, daß in den Raumbereichen mit organischer Substanzakkumulation der Anteil der silikatischen Matrix ( $\text{SiO}_2$ ) zurückgeht und daß in den Rieselfeldböden

- Organica,
- Phosphor-, Calcium- und Schwefelverbindungen,
- Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn, Hg, Sn, Bi und Ba, in den

oberen Bereichen der Grabensedimente auch Ag, Br, Co akkumuliert wurden.

Von dem zur Verfügung stehenden Methodenspektrum der Erfassung des Ist-Zustands wurde eine dimensionsspezifische Rasterbeprobung nach dem Prinzip einer Gebietsschichtung über systematische Zufallsstichproben realisiert. Festzustellen war ein prinzipiell gleiches Anordnungsmuster der Gehalte an organischer Bodensubstanz mit Maxima in den Einleiterbereichen und einer konzentrischen Verteilung mit abnehmenden Werten bei wachsender Entfernung von diesem Areal. Aus der signifikanten Korrelationen zu den Schwermetallgehalten folgte, daß damit auch deren Raummuster widerspiegelt wurden. Die Verteilungsmuster der Sorptionskapazität, der Bodenfeuchte sowie der Gesamtstickstoffgehalte zeigten ein gleichsinniges Verhalten. Im Unterboden war kein regelhaftes Stoffverteilungsmuster erkennbar, ebenso auf langfristig aufgelassenen Flächen.

Luftbilder stellten nur bedingt geeignete Hilfsmittel dar, um die Flächennutzung sowie die Raumstrukturen von aktuellen und umgestalteten Rieselfeldern zu kartieren, denn es mußte auf die Indikatorparameter Vegetationsvitalität, -feuchte bzw. Bodenfeuchte zurückgegriffen werden. Die durchgeführten geophysikalischen Untersuchungen belegten, daß es mit diesem Verfahrensspektrum besser möglich ist, räumliche Anordnungsmuster auf Rieselflächen zu erfassen, welche eine Klassifikation der Flächen in Einleiter-, Zentral- und Peripheriebereiche bzw. Dämme zuließen (vgl. Abb.2).

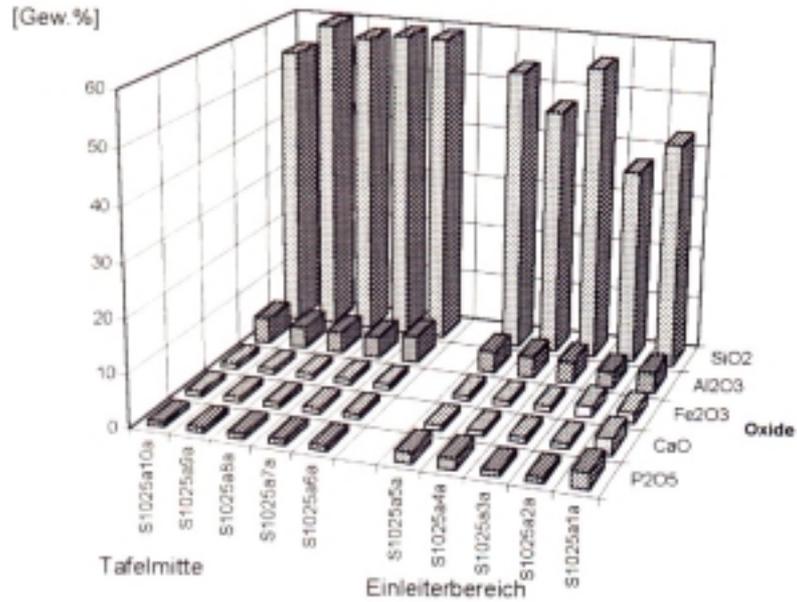


Abb. 1: Screeningergebnisse

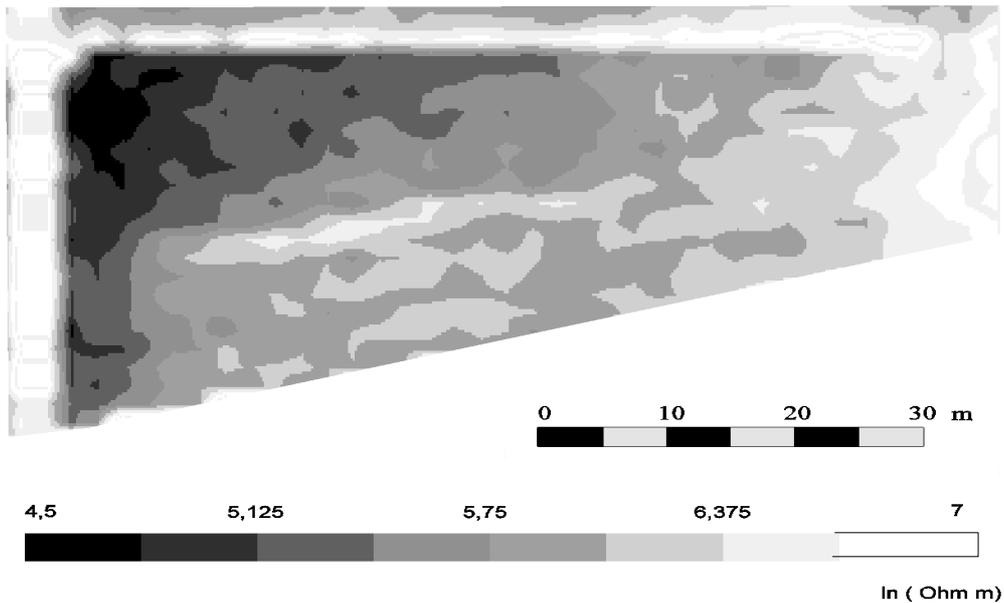


Abb. 2: Raummuster nach terrestrischer und geophysikalischer Kartierung

Auf Basis der tafel- bzw. schlaginternen Unterschiede sind kartographische Darstellungen der Bodenkontamination entwickelt worden.

Die Rieseltafeln stellten das bedeutendste Raumelement dar. Die Fixierung des im Abwasser geführten Stoffpools erfolgte hauptsächlich im Oberboden. Hier traten bedeutsame Grenzwertüberschreitungen der Schwermetalle auf. Die Bodenreaktion war überall dort, wo Abwasser den Boden durchströmt, schwach sauer. Bindigere Schichten des Bodens wurden als Sickerbahnen gemieden, so daß hier keine bedenklichen Kontaminationen festgestellt werden konnten. Die Konzentrationen der analysierten

Stoffgruppen PAK, PCB und DDT waren geoökologisch relevant, ebenso die Elemente Arsen, Thallium und Quecksilber.

In den Zwischenabsetzbecken und Intensivfiltern waren die Schwermetallbelastung der getrockneten Feststoffe sowie die gemessenen Gehalte an organischen Schadstoffen sehr hoch. Die Untersuchungsergebnisse für die Zuleiter zeigen eine große Schwankungsbreite der Meßwerte. Die obersten Bodenbereiche der Sedimente konnten stark kontaminiert und reich an organischer Substanz sein, die pH-Werte des Bodenmaterials waren infolge der Abwasserbeaufschlagung schwach sauer. Die in Dämmen gemessenen Schwermetallwerte überschritten ubiquitäre Werte deutlich. Insbesondere das schwer mobilisierbare Blei, auch Kupfer, Zink Cadmium und die PAK waren relevant, hingegen die PCB-Gehalte nicht. In den Sedimenten der Vorfluter traten überall dort, wo Beaufschlagungen stattfanden, Cadmium und Quecksilber als Kontaminanten in Erscheinung. Lokal waren auch Kupfer und Zink von Relevanz. Es wurden die Prüfwerte Ia der „Brandenburger Liste“ z.T. erheblich überschritten, vielfach auch die Prüfwerte II. Generell traten keine, über ubiquitäre Konzentrationen hinausgehende Anreicherungen organischer Schadstoffe in den Grabensedimenten auf. Die geoökologische Relevanz des subhydrisch fixierten Schwermetallpools wurde durch seine milieubedingte Mobilität verschärft, denn die Sedimentkörper der trockenfallenden Vorfluter wiesen infolge der Erhöhung des Redoxpotentials eine Zunahme der Acidität auf, im Extremfall wurde  $\text{pH} < 4,0$  erreicht. Im Bereich der Grabenböschungen existierten keine Schadstoffkontaminationen. Anhand der Cadmium-, Zink- und Bleiwerte konnte belegt werden, daß der Mündungsbereich eines Grabens in den Hauptvorfluter Nuthe eine Senke für den aus dem Rieselfeld remobilisierten Stoffpool darstellt.

Hinsichtlich möglicher Phänomene der Vertikalverlagerung/Fixierung des Schwermetallpools in der Aerationzone zeigte sich für alle Rieselfeldstandorte, daß die substrat- bzw. milieubedingte Barrierewirkung des Untergrundes zu einer Erhöhung der Schwermetallgehalte über den geogenen Level hinaus führt, diese jedoch im Vergleich zum Oberbodenkompartiment keine wesentliche ökologische Relevanz besitzt. Unterhalb von Absetzbecken kann mit einem Schadstoffinput in den obersten Aquiferbereich gerechnet werden.

Eine Bilanzierung des Schadstoffpools im Bodenkompartment war auf Grund der beschriebenen Heterogenität seiner Fixierung im Untersuchungsgebiet äußerst schwierig und konnte auch nur für die raumgreifend auftretenden Schwermetallspecies exemplarisch, unter Zugrundelegung von mittleren Stoffkonzentrationen erfolgen.

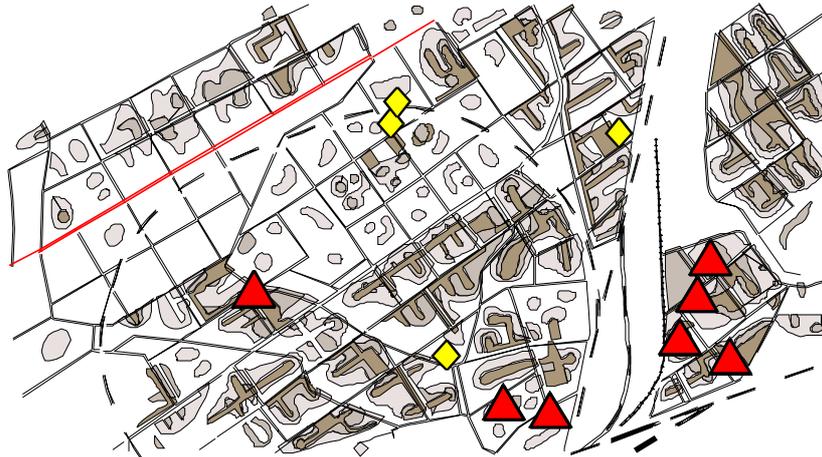
Trotz deutlich unterschiedlicher Gesamtbelastung der Einleiterbereiche und der Proben, die der Tafelmitte entnommen wurden, unterschieden sich die PAK-Profile der Rieseltafeln im Durchschnitt um weniger als 1 %. Das war ein deutlicher Nachweis dafür, daß für die Tafeln die gleiche Immissionsquelle verantwortlich war. Der Anteil der ökologisch besonders bedenklichen hochmolekularen polyzyklischen Aromaten war in den Rieselfeldsubstraten signifikant höher, besonders auf den Rieseltafeln ist er durch Geoakkumulation entstanden, denn in den Böden hat während der Abwasserverrieselung besonders der Anteil der polyzyklischen Aromaten zugenommen, die eine geringe Abbaubarkeit und Wasserlöslichkeit, große Sorptionskoeffizienten an die OBS und hohe ökotoxikologische Bedenklichkeit zeigen.

Die von dem im Bodenkompartment fixierten Stoffpool ausgehende potentielle Gefährdung resultierte aus der Art der Last- und Schadstoffspecies bzw. der Mikrobionta sowie ihrer raumkonkreten Konzentration. Entscheidend war zunächst, daß der Retardationseffekt des Bodenkompartmentes gegenüber den Last- und Schadstoffen so groß ist, daß diese nur in „homöopatischen“ Dosen und/oder weniger toxischen chemischen Konfigurationen in die benachbarten Raumkompartimente gelangen.

Eine aktuelle Gefährdung aller benachbarten Kompartimente ist durch die Minderung der geochemischen Barrierefunktion gegeben. Art, Umfang und Intensität wurden durch die Verringerung der Gehalte an organische Bodensubstanz, die Zunahme der Acidität des pedochemischen Milieus, sowie die Umwandlung organisch fixierter Nährstoffkomponenten (N, P, S) in anorganische Species bestimmt. Als Indikationen konnten die Austräge über die Dränwässer, der Transfer in die anstehende Vegetation sowie die Resultate der umfangreichen Elutions- und Lysimeterversuche gelten. Ihre kartographische Darstellung war durch eine Verknüpfung relevanter, über raumtypische Gehalte naturnaher Geo-

systeme hinausgehende Akkumulationen an organischer Substanz (OBS > 3%) mit einem relevanten Schwermetallpool (der dem Prüfwert Ia der Brandenburger Liste entspricht) und dem mobilisierend wirksam werdenden pedochemischen Milieubedingungen (pH<4,5), vorgenommen worden (vgl. Abb.3).

Aus den Ergebnissen der mathematischen Prognosemodelle konnte geschlußfolgert werden, daß es bei Nutzungsumwidmung möglich ist, die Vertikalverlagerung des Schwermetallpools durch Lehmstrukturen in gewissen Grenzen zu kompensieren.



**Abb. 3:** Ausschnitt der Karte „Aktuelle Gefährdung“

### **Kooperationspartner**

Tröger, Uwe, Prof. Dr. (TU Berlin, Fachgebiet Hydrogeologie)

Portmann, Hans-Dieter, Dr. & Tessmann, Joachim, Dr. (LUA Brandenburg, Nebenstelle Trebbin)

### **Literatur**

Bechmann, W.; Grunewald, K. (1995): Organische Schadstoffe in Böden und Substraten des Rieselfeldgebietes südlich Berlin.- Z. Pflanzenern. Bodenk. 158, 543-548.

Blume, H.-P.; Blumenstein, O.; Böhme, M. et al. (1995): Empfehlungen des Wissenschaftlich-technischen Beirates Rieselfelder (WTB) beim Landesumweltamt Brandenburg zur Rieselfeldnachnutzung im Umland von Berlin.- Studien und Tagungsberichte des LUA Brandenburg 9, 99-115.

Blumenstein, O.; Tröger, U.; Portmann, H.-D. (1997): Rieselfelder südlich Berlin - Altlasten, Grundwasser, Oberflächenwasser.- Studien und Tagungsberichte des Landesumweltamtes Brandenburg, Band 13/14, Potsdam, 297 S..

## **Projekt: Rieselfelder Berlin-Süd - Multivalente Beurteilung der ökologischen Relevanz von Last- und Schadstoffen - Aufbau eines Bodeninformationssystems**

### **Projektleiter:**

Oswald Blumenstein  
(AG Stoffdynamik in Geosystemen)

### **Mitarbeiter:**

Wolfgang Bechmann, Heinz Bukowsky, Franka Fischer, Rüdiger Knösche, Hartmut Schachtzabel, Werner Schade, Ingo Schneider, Rudolf Schubert

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Zur Schaffung von politisch-administrativen Entscheidungshilfen für zukünftige Nutzungsstrategien der Rieselfelder waren Aussagen zum Prozeßverhalten der in situ fixierten Last- und Schadstoffe notwendig. Basierend auf Voruntersuchungen wurden Aussagen zu Bodenkörpern unterschiedlicher Dimensionierung, zu Bindungsformen und der Adsorptions-Desorptionsproblematik der Schadstoffe, zur Raum-Zeit-Dynamik von Mikroorganismengruppen und zum Schwermetalltransfer in die in situ Vegetation vorgenommen. Die Schaffung einer Datenbank „Stoff- und Milieuparameter“ der Rieselfeldböden sowie die Erarbeitung und Validierung von Modellierungsansätzen waren weitere Arbeitsschwerpunkte.

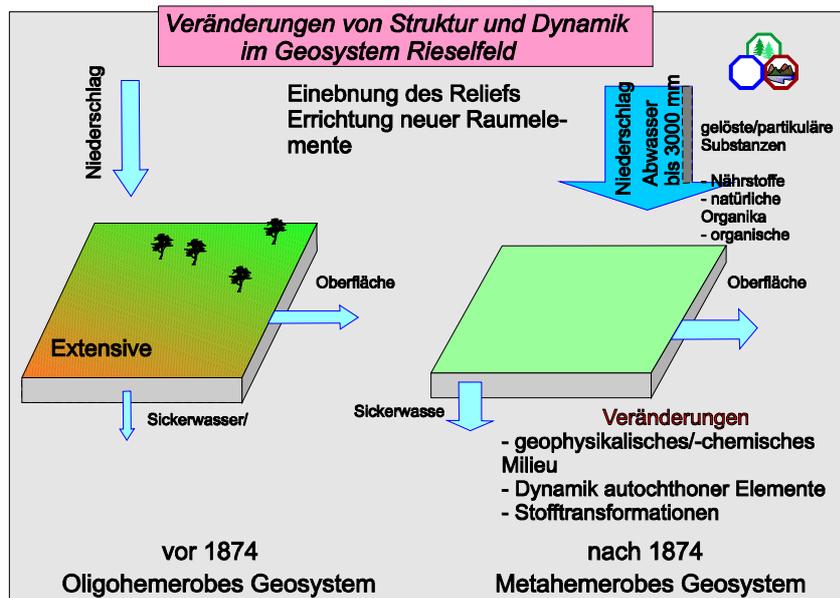
### **Ergebnisse und Diskussion**

Als Ergebnis konnte herausgestellt werden, daß sich mit der regelmäßigen Abwasserbeaufschlagung in dem Geosystem „Rieselfeld“ ein neuer, metastabiler Zustand herausbildete, für dessen Raum-Zeit-Beziehungen ein bestimmtes Niveau von Fließgleichgewichten kennzeichnend ist. Ursache für diesen Evolutionsprozeß ist die Veränderung der Kontrollparameter (Zustandsgrößen der Systemumgebung) durch die Abwasserbeaufschlagung, welche die Fließgleichgewichtsbedingungen der Interaktionen zwischen den Systemelementen und -kompartimenten bestimmen.

Folgende Veränderung der Systemparameter konnten in dem Bericht belegt werden (Abb.1)

- Eine Abnahme der Gesamtheit der Redoxpotentiale und der Bodenacidität (Zunahme der pH-Werte), verbunden mit einer Zunahme der Pufferkapazität sowohl gegenüber Basen als auch Säuren.
- Eine Anreicherung organischer Bodensubstanz (OBS) und Änderung ihrer qualitativen Charakteristika, wie engeres C/N-Verhältnis, Zunahme der Gehalte an  $\text{OCH}_3$ , CO- bzw. CN-C und höhere Gehalte an aliphatischem C, verstärktes Auftreten von Amidbindungen und höhere Anteile an Peptiden, hoher Anteil leichtflüchtiger und damit mobiler organischer Verbindungen in den Einleiterbereichen, welcher bei nichtbeaufschlagten oder aufgelassenen Arealen deutlich verringert ist, relativ weniger Kohlenhydrate, Ligninbausteine, Alkylaromaten, mehr Verbindungen mit hochmolekularen Bausteinen, wie Lipide, Sterole, Fettsäuren, eine höhere Stabilität der molekularen Strukturen, welche sich auch noch nach mehrjähriger Umstellung auf ackerbauliche Nutzung zeigt und ein relativ großer Anteil mikrobiell leicht umsetzbarer N-Verbindungen, woraus sich ein großes Nitrifikationspotential ergibt.
- Die Erhöhung des Wassergehaltes führte zur Auslösung zusätzlicher Volumenströme an Sickerwasser, zur Dekarbonisierung des Substrates bis in die tiefere Aerationzone hinein und dadurch zu einer verstärkten Auswaschung von Mg, Na und K.
- Es trat eine Anreicherung von Nährstoffkomponenten (P- und S-Verbindungen), anorganischen (insbesondere die Schwermetalle Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn; punktuell die Elemente As und Ba) und organischen (vor allem PAK, PCB, DDT und Analoga) Xenobiotika, inerten und instabilen Komponenten (z.B. Cl,  $\text{NO}_2$ ) sowie biogenen Organica (Fette, Eiweiße, Kohlenhydrate) sowohl als

Bio- als auch Nekromasse auf Die Dynamik der geogenen Elemente Fe, Mn und Al wurde entscheidend verändert.



**Abb. 1:** Rieselfeld als hemerobes System

Aussagen über den mobilen sowie leicht nachlieferbaren Anteil des fixierten Schwermetallpools konnten mittels extraktiver Bestimmung der Bindungsformen gewonnen werden. Für Rieselfeldsubstrate erreichte er bei Cd ca. 24 %, Pb wies dagegen eine geringe Mobilität auf. Auch bei Cu war der lösliche Anteil gering, für Zn und Ni betrug der mobile Anteil etwa 20 %. Für Cr ergab sich eine geringe Verlagerbarkeit und Verfügbarkeit. Mit Ausnahme des letztgenannten war bei allen übrigen Schwermetallelementen die organische Bindungsform dominierend.

Auf Grund ihrer chemischen Eigenschaften (insbesondere Hydrophilie, Lipophilie), war die Mobilität der meisten organischen Schadstoffe im System Boden-Bodenwasser-Grundwasser sowie ihre Pflanzenverfügbarkeit gering, eine Migration dieser Schadstoffspezies in benachbarte Kompartimente (Aquifer, Vegetation) somit wenig wahrscheinlich. Für Metaboliten müßte dies noch geklärt werden. In Verbindung mit spezifischen Abbauraten der organischen Xenobiotica blieb somit das systeminterne Gefährdungspotential erhalten. Adsorptionsuntersuchungen konnten belegen, daß es sich bei der Fixierung der organischen Xenobiotica um Physiosorption handelte. Die adsorbierte Menge am Rieselfeldsubstrat war größer als am Ackerboden, dieser adsorbierte jedoch pro Masseinheit OBS mehr organische Xenobiotica.

Auf aktiven Rieseltafeln war die Anzahl der aerob proteolytischen Bakterien verringert. Auch bei den potentiell pathogenen Bakterien wurde das Berieselungsregime deutlich. Durch die Nährstoffzufuhr sowie die Feuchthaltung wurden die übrigen Gruppen gefördert. Die höchsten Keimzahlen traten in den obersten 10 cm der Bodenzone auf. Eine hohe Schwermetallbelastung wirkte negativ rückkopplend auf die Mikroorganismen, die Bodenatmung und die untersuchten Bodenenzyme. Die Saccharase und die neutrale Phosphatase waren davon nicht unmittelbar betroffen. Die Negativeffekte wurden durch hohe Gehalte an organischer Bodensubstanz verringert. Allerdings waren bei niedrigen OBS-Gehalten schon durch geringere Schwermetallkonzentrationen Beeinträchtigungen der Lebenstätigkeit möglich. Deren toxische Wirkung war abhängig von den Bindungsformen, die Wirkung unterschied sich nach ihrer Selektivität, Reversibilität, Direktheit und zeitlichen Dimension. Bakterien reagierten gegenüber einer Schwermetallbelastung empfindlicher als Pilze. Cadmium, Quecksilber und Arsen hatten die größte Wirkung, Zink die geringste. Eine hohe Schwermetalltoleranz wiesen aus Rieselfeldsubstrat isolierte hefeartige Pilze auf. Bei geringen Gehalten an organischer Bodensubstanz bzw. Schwermetallen war eine intensive Bodenatmung zu verzeichnen. Nahmen die Konzentrationen der metallischen Xenobiotica, insbesondere an Cadmium, Arsen und Quecksilber zu, so konnte sich die

Intensität dieses Prozesses um mehr als die Hälfte verringern. Bei aktiv beaufschlagten Flächen ist die höhere Bodenfeuchtigkeit positiv rückkoppelnd wirksam.

Im gesamten Rieselfeldbereich wurden bei *Dactylis glomerata* die Richtwerte für Cadmium überschritten. Auf aktiv beaufschlagten Rieseltafeln waren jedoch die Metallgehalte in den Pflanzenwurzeln dieser Art in den Bereichen der höchsten Bodenbelastung deutlich vermindert. Die Verringerung der Mobilität der Schwermetalle ist mit einer Redoxpotentialsenkung, Anhebung der Bodenreaktion sowie der Existenz einer höheren Anzahl von Adsorptionsstellen bzw. Komplexierungsmechanismen begründbar. Die Akkumulationskoeffizienten unterlagen jahreszeitlichen Schwankungen und streuten sehr stark, da nicht die Gesamtbelastung für die Aufnahme durch die Pflanzen, sondern der pflanzenverfügbare (wasserlösliche / leicht mobilisierbare) Anteil entscheidend ist. Weil die Schwermetalle besonders von jungen Wurzeln schnell aufgenommen werden, wurde schon einen Monat nach Beginn der Vegetationsperiode der typische Akkumulationswert erreicht. Mit zunehmender Bodenbelastung verringerte sich die Variationsbreite der Akkumulationskoeffizienten, verbunden mit der Tendenz zu niedrigeren Werten, zurückzuführen auf mögliche toxische Wirkungen. Die Bewässerungsversuche in Lysimetern belegten, daß mit Ausnahme von Cadmium und Zink kein signifikanter Verlust der Schwermetalllast aus der Streuauflage zu verzeichnen war, im L-Horizont mit seiner frischen, noch wenig fermentierten Streu, ergab sich sogar eine Aufkonzentrierung.

Auf umgestalteten, ackerbaulich genutzten Flächen nahm der Gesamtgehalt an organischer Bodensubstanz ab, verbunden mit einer relevanten Zunahme der Acidität. Ursache für diesen Systemalterungseffekt war die Intensitätserhöhung aerober Prozesse. Infolge der Wirkung von Hystereseeffekten ist eine Remobilisierung des gesamten Stoffpools nicht möglich. Die Tendenz nahm, mit Ausnahme von Cr, im allgemeinen mit abnehmendem pH-Wert zu, für Al, Fe und P existiert ein Minimum im schwach sauren Bereich. In den Eluaten wurden die Richtwerte der „StUFA-Liste“ für Cd, Cu und Zn überschritten. Allerdings ergab sich, infolge der Dominanz der organischen Bindungsformen und des Auftretens von Ionenkonkurrenzen, bei Rieselfeldböden und unter Nutzung von in situ Infiltraten (Klärwerksabläufe, Niederschlagswasser) schon ein Löslichkeitsmaximum um pH = 5. Im Ergebnis zeigte sich auf Tafeln, welche wenige Jahre nicht mehr berieselt wurden, daß Schwermetallgehalt bzw. die -konzentration in den Pflanzenwurzeln und den Dränwasserausläufen deutlich höher sind. Die akuten toxischen Tests auf wirkungsbezogenen Nachweis des Schwermetalltransfers waren für die vorliegenden Konzentrationen im Wasserpfad ungeeignet, da wahrscheinlich atoxische Bindungsformen vorlagen.

Die Prognoserechnungen mit und ohne Systemalterung führten zu wesentlich unterschiedlichen Aussagen. Ohne ihre Beachtung laufen die Verlagerungsprozesse relativ langsam ab. Bei einfacher Infiltration ( $0.70 \text{ mm d}^{-1}$ ) stellt sich nach wenigen Jahren ein Gleichgewichtszustand ein. Eine jährliche Zusatzbeaufschlagung (1.000 mm) mit mechanisch-biologisch gereinigtem Wasser hat eine Schwermetallanreicherung im Oberboden zur Folge. Bedingt durch die im Verlauf der Systemalterung abnehmende Adsorptionsfähigkeit sowie die Veränderung der bodenhydraulischen Parameter sinken die Festphasengehalte im Oberboden sehr schnell ab und es kommt zu einem verstärkten Schwermetallaustrag. Abnehmende Systemalterungszeiten wirken sich positiv rückkoppelnd aus, sie verstärken diesen Effekt. Die Änderung der Nutzungsspezifika des Raumes bedeutet somit eine Aktivierung der Mechanismen der aktuellen Gefährdung. Aus Sicht der durchgeführten Modellrechnungen sind daher solche Nutzungsvarianten zu bevorzugen, die möglichst große Systemalterungszeiten induzieren. Sie alle können keine Risikobeseitigung, sondern nur eine Risikominderung zum Ziel haben.

Auf Basis dieses Projektes konnte in Verbindung mit Arbeiten anderer Institutionen eine Entscheidungshilfe für die Behörden erarbeitet werden, welche die Beurteilung von über 400 Nutzungsvarianten beinhaltet.

## **Kooperationspartner**

Tessmann, Joachim, Dr. (LUA Brandenburg, Nebenstelle Trebbin)

Mattheis, Günther, Dr. habil (TU Berlin, Geochemisches Zentrallabor)

Stein, Werner, Dr. (TU Bergakademie Freiberg, Institut für Anorganische Chemie)

Leineweber, Peter, Dr. (Hochschule Vechta, ISPA)

Renger, Manfred, Prof. Dr. (TU Berlin, Institut für Ökologie und Bodenkunde)

## **Literatur**

Arbeitsgruppe Stoffdynamik in Geosystemen (1995): Wenn das Abwasser die Landschaft verändert. - Fallstudie einer Komplexuntersuchung kontaminierter Geosysteme.- Stoffdynamik in Geosystemen, Band 1, Eigenverlag der Arbeitsgruppe Stoffdynamik / WUT GmbH: Potsdam, 176 S..

Arbeitsgruppe Stoffdynamik in Geosystemen (1997): Neue Cocktails nur mit bewährten Rezepten? Beiträge zur Aufklärung hemerober Geosysteme.- Stoffdynamik in Geosystemen, Band 2, Eigenverlag der Arbeitsgruppe Stoffdynamik / WUT GmbH: Potsdam, 86 S..

Blumenstein, O.; Schachtzabel, H. (1995): Translokationsmechanismen von Schadstoffen in hemeroben Geosystemen - Prozeßverlauf und Probleme ihrer Modellierung.- Z. Geoökodynamik 16; 3/4; 243-263



**Energie**

## Projekt: Photovoltaikanlage

### Projektleiter:

Prof. Dr. Ernst Schmeer  
(AG Regenerative Energien)

### Mitarbeiter:

Dr.-Ing. Angelika Liermann, Dr. Wolfgang Se-  
verin, Prof. Dr. Hans Sträßner, Dr.-Ing. Wolfgang  
Thiele

## Projektbeschreibung

### Ziel des Projektes

Vergleichende Untersuchung über das Effizienzverhalten von handelsüblichen Solarzellen auf einer feststehenden und auf einer dem Sonnenstand nachgeführten Photovoltaikanlage.

### Methoden

Die Kenndaten und die Leistungsangaben von mono-, polykristallinen und amorphen Solarzellen handelsüblicher Bauart sollen in Kurz- und Langzeitversuchen überprüft und einem Vergleich unterzogen werden. In der ersten Phase werden monokristalline Silizium-Solarzellen eines Herstellers (Siemens, M 55) auf der feststehenden und auf der nachgeführten Photovoltaikanlage installiert und in einem Langzeitversuch getestet. Mit dieser Versuchsanordnung sollen zu erwartende Effizienzunterschiede gleicher Solarzellentypen bei feststehenden und nachgeführten Solarzellenanlagen festgestellt und interpretiert werden.

Eine weitere Versuchsanordnung besteht aus den Metall-Isolator-Silizium-Inversionsschicht-Solarzellen (Kurzbezeichnung: MIS-Solarzellen), PS 184 MC 180-Modul, der Fa. Nukem, die aufgrund ihrer spezifischen Schichtenanordnung einen höheren Wirkungsgrad aufweisen als die auf gleicher Flächengröße im feststehenden Anlagenteil installierten Silizium-Solarzellen der Fa. Siemens.

Im ursprünglichen Forschungskonzept waren zur besseren Vergleichbarkeit der erzeugten elektrischen Energie bei den beiden verschiedenen Solarzellentypen der feststehenden Anlage eine gleiche Leistungsausbeute pro  $\text{m}^2$  Zellenfläche vorgesehen worden. Wegen Lieferschwierigkeiten mußten anstatt der vorgesehenen PS 184 MC 204-Module die PS 184 MC 180 - Module (Fa. Nukem) mit einer um rd. 26 % geringeren elektrischen Leistung pro  $\text{m}^2$  Modulfläche gegenüber den M 55-Modulen von Siemens eingesetzt werden. Zur Vergleichbarkeit der Leistungsdaten beider Solarzellentypen sind deshalb Vergleichsfaktoren zu ermitteln, die eine Umrechnung der unterschiedlichen Leistungsdaten ermöglichen sollen.

Zur Vergleichbarkeit der solar erzeugten elektrischen Leistung gleicher Solarzellen auf einer feststehenden und auf einer nachgeführten Photovoltaikanlage wurden 25  $\text{m}^2$  des feststehenden Anlagenteils mit M 55-Modulen belegt, die eine Gesamtleistung von 2.650 Wp aufweisen. Parallel dazu erhielt das nachgeführte Anlagenteil auf einer Flächengröße von 20,6  $\text{m}^2$  die gleiche Ausstattung mit M 55 -Modulen von Siemens, die über eine Gesamtleistung von 2.544 Wp verfügen. Mit dieser Anlagenkonzeption konnte aufgrund der fast gleichgroßen Leistungsdaten eine vergleichbare Leistungsausbeute erwartet werden.

Um die solar erzeugte elektrische Leistung der Solarzellen auf der nachgeführten Anlage zu erhöhen, wurde auf Anregung des Konstrukteurs der nachgeführten Photovoltaikanlage auf die zunächst vorgesehene Belegung der Gesamtfläche (50  $\text{m}^2$ ) mit Solarzellen verzichtet und nur die Hälfte der Anlagenfläche (rd. 20,6  $\text{m}^2$ ) mit Solarzellen belegt, die an den Randstreifen der Modulreihen (jeweils 8 Module) durchgehend montierte Boosterspiegel erhielten. Mit diesen unter  $120^\circ$  zu den Solarzellenmodulen angeordneten Spiegelflächen sollte eine zusätzliche Reflektion des Sonnenlichtes auf die Module erfolgen und dadurch eine Leistungssteigerung erzielt werden.

Weitere Forschungs- und Entwicklungsaspekte im Rahmen der Untersuchung des Betriebsverhaltens der Photovoltaikanlage waren:

- die Effektivierung des Steuerungssystems der nachgeführten Anlage, bei der aufgetretene Unzulänglichkeiten im Steuerprogramm (Effizienz der Nachführung bei geringer Solareinstrahlung) kompensiert werden sollten,

- die Störanfälligkeit der Steuereinrichtung bezüglich der Probleme des Steuerrechners mit den Frequenzumrichtern der Nachführantriebe,
- die Optimierung der meßtechnischen Ausstattung der Gesamtanlage und die daraus sich ergebende zielgerichtete Sammlung, Aufbereitung und Weiterverarbeitung der anfallenden Meßdaten.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Erste Ergebnisse der aufgezeichneten Meßwerte für die Gesamtanlage einschl. des weitgehend störungsfreien Verlaufs der nachgeführten Teilanlage können für die Jahre 1995 und 1996 dargelegt und interpretiert werden. Die Energiebilanzen für die Siemens- und Nukem-Module auf der feststehenden Anlage und für die Siemens-Module auf der nachgeführten Anlage wurden ermittelt. Wegen günstigerer Witterungsverhältnisse konnte 1995 insgesamt eine bessere Energiegewinnung verzeichnet werden als 1996, obwohl bei dem nachgeführten Anlagenteil Ausfallzeiten wegen Anlagenstörung auftraten, die im Jahre 1996 behoben werden konnten. Im feststehenden Anlagenteil weisen die Siemens-Module gegenüber den Nukem-Modulen eine um 40 % höhere Energieausbeute auf, die auf die bessere Leistungszahl pro m<sup>2</sup> Modulfläche der Siemens-Module zurückzuführen ist. Bei dem Vergleich der Energieleistung zwischen den Siemens-Modulen des feststehenden Anlagenteils mit den Siemens-Modulen der nachgeführten Anlage ist bei dieser eine um 45 % höhere Leistung pro m<sup>2</sup> Modulfläche festzustellen als bei dem feststehenden Anlagenteil. Diese Leistungssteigerung wird anteilmäßig der Nachführung der Anlage und dem Einfluß der Boosterpiegel zuzuordnen sein. Zur exakteren Definition der jeweiligen Leistungsanteile sind weitere Untersuchungen erforderlich. Außerdem ist eine Zusammenstellung weiterer Forschungsergebnisse zu den Bereichen Steuerungsprobleme der nachgeführten Anlage und Optimierung der Meßtechnik einschließlich Sammlung und Verwendung der Meßdaten in Vorbereitung.

### **Kooperationspartner**

Institut für Agrartechnik, Bornim

Gesellschaft zur Förderung der Solarenergienutzung in Brandenburg, Frankfurt/Oder

IST Institut für Solartechnologie GmbH, Frankfurt/Oder

ÖkoConsens-Gemeinsame Gesellschaft für Umweltconsulting, -entwicklung und -systemforschung mbH, Neuruppin

Universität Opole, Katheder für Prozeßtechnologie

### **Literatur**

Schmeer, E.; Liermann, A.; Severin, W.; Thiele, W. (1997): PV in Lehre und Forschung. Die PV-Anlage der Universität Potsdam. In: Sonnenenergie, 22. Jg., 2, 38-42.

Sträßner, H.; Liermann, A. (o.J.): Eine Photovoltaikanlage für Forschung und Ausbildung . XIV. Międzynarodowa Konferencja Naukow INZYNIERA PROCESOWAW OCHRONIE SRODOWISKA.

Schmeer, E. (1993): Die Photovoltaikanlage der Universität Potsdam - Konzeption und Realisierung in Forschung und Lehre. In: O. Czech (Hrsg.); Energie und Umwelt. Sonderdruck zur Lehrerfortbildungsveranstaltung Symposium 93. Potsdam, 36-40.

## Projekt: Solarthermie

### Projektleiter:

Prof. Dr. Ernst Schmeer, Prof. Dr. Hans Sträßner  
(AG Regenerative Energien)

### Mitarbeiter:

Dipl.-Ing. Hans-Dieter Bircken, Matthias  
Kreuchwig, Dr. Erhard Müller, Dr. Wolfgang Se-  
verin

## Projektbeschreibung

### Ziel des Projektes

- Projektbegleitende meßtechnische Untersuchungen an ausgewählten Solarthermieanlagen in den Ländern Brandenburg und Berlin im Rahmen des Meßprogramms des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie „Solarthermie 2000“.
- Untersuchungen zum Betriebsverhalten einer solarthermischen Versuchsanlage und einzelner Systemkomponenten unter Praxisbedingungen.

Mit dem Förderprogramm „Solarthermie 2000“ und speziell dem Teilprogramm 2 „Solarthermische Demonstrationsanlagen in öffentlichen Gebäuden mit dem Schwerpunkt in den neuen Bundesländern und den östlichen Bezirken von Berlin“ von 1993 bis 2002 soll durch die Demonstration von Beispiellösungen der aktiven thermischen Nutzung der Solarenergie im öffentlichen Bereich die Wirtschaftlichkeit dieser Energienutzung verbessert werden.

Unter zentraler Leitung des Projektträgers BEO, Forschungszentrum Jülich und der Zentralstelle für Solartechnik Hilden werden ausgewählte Solarkollektoranlagen in den Ländern Brandenburg und Berlin meßtechnisch betreut und hinsichtlich u.a. der Effizienz, des Betriebsverhaltens und der Lebensdauer untersucht.

Eingeschlossen in diese Untersuchungen ist eine solarthermische Forschungsanlage an der Universität Potsdam mit verschiedenen auswechselbaren Kollektortypen (Absorber, Flachkollektor und Vakuumröhrenkollektor).

### Methoden

Mit speziellen Meßprogrammen werden durch Systemanalysen und -optimierungen insbesondere Aussagen zum Langzeitverhalten, zur Betriebssicherheit, zum Wartungsaufwand und zur Wirtschaftlichkeit von Solaranlagen erwartet. Untersuchungen über einen längeren Zeitraum sollen gewährleisten, daß sowohl gewonnene Betriebserfahrungen als auch neue Forschungs- und Entwicklungsergebnisse noch während der Laufzeit in das Programm integriert werden können.

An der mit aufwendiger Meßtechnik versehenen solarthermischen Forschungsanlage werden Untersuchungen zum Betriebsverhalten sowohl des Gesamtsystems als auch einzelner Systemkomponenten unter Praxisbedingungen vorgenommen. Dazu gehören vergleichende experimentelle Untersuchungen an verschiedenen Kollektortypen in Abhängigkeit von klimatischen oder/und Betriebsbedingungen. Ermittelt wird der Einfluß unterschiedlicher Strömungsgeschwindigkeiten im Kollektorkreis auf den Energieertrag und die optimale Betriebsweise einer Anlage durch Variation der Reglereinstellungen. Vorgesehen sind die Erarbeitung von Energiebilanzen unter Berücksichtigung verschiedener Verbrauchsprofile und klimatischer Bedingungen, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und Bewertungen der Zuverlässigkeit von Anlagenkomponenten.

Im Zusammenhang damit stehen die Entwicklung von Lösungen zu verschiedenartigen meßtechnischen Problemstellungen bzw. zur Datenaufbereitung und -übermittlung und Anlagensimulationen.

## **Ergebnisse und Diskussion**

Die Ergebnisse bisheriger Untersuchungen liegen in Form von Forschungsberichten für den Auftraggeber bzw. eines Testberichts über den Prototyp eines Kollektors vor.

## **Kooperationspartner**

BEO - Projektträger Biologie, Energie, Ökologie des BMBF, Forschungszentrum Jülich

Zentralstelle für Solartechnik - Rationelle Energietechnik GmbH, Hilden

Technische Universität Ilmenau

Technische Universität Chemnitz

Fachhochschule Merseburg

Fachhochschule Stralsund

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, Gruppe Leipzig

SSL Maschinenbau GmbH Eibau

Institut für Agrartechnik Bornim e.V.

Universität Opole, Katheder für Prozeßtechnologie der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät.

## **Literatur**

Sträßner, H.; Liermann, A.; Scholz, V. (1997): Standortlich und meßtechnisch bedingte Abweichungen von Strahlungsdaten.- In: Sonnenenergie; 22. Jg.; 5; 46-48.



## **Stoffwirtschaft**

## **Projekt: Verbundvorhaben: Mechanisch-biologische Behandlung von zu deponierenden Abfällen; TV 1: Koordination des Verbundvorhabens und Ableitung von Entscheidungsgrundlagen**

### **Projektleiter:**

Dr. Konrad Soyez  
(AG Ökotechnologie)

### **Mitarbeiter:**

Dipl.-Ing. Matthias Koller, Dipl.-Ing. Daniela Thrän,  
Dipl.-Ing. Diana Völker

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

*Verbundvorhaben Mechanisch-biologische Behandlung von zu deponierenden Abfällen*

Zur Lösung des anstehenden Abfallproblems hat der Gesetzgeber der Verwertung von nicht vermeidbarem Abfall Vorrang vor einer sonstigen Entsorgung eingeräumt. Doch auch nach Ausschöpfung aller gegebenen Möglichkeiten der Verwertung von Abfällen verbleiben noch erhebliche Mengen „Restabfälle“. Mit der TA Siedlungsabfall vom 1.6.1993 wird vor der Ablagerung eine Vorbehandlung zwingend vorgeschrieben. Die Vorbehandlung zielt daher neben der Verringerung des Abfallvolumens auf die Minderung des Gefährdungspotentials. Die TA Siedlungsabfall legt dazu explizit bestimmte Behandlungsverfahren nicht fest. Allerdings ist der angesprochene Entscheidungsspielraum derzeit aus zwei Gründen weitgehend fiktiv: Zum einen schreibt die TA Siedlungsabfall in ihrem Anhang B eine Reihe von Ablagerungsparametern vor, von denen einige derzeit nur durch die thermischen Verfahren erfüllt werden können. Zum anderen werden die biotechnischen bzw. mechanisch-biologischen Verfahren durch die TASI nur bedingt dem Stand der Technik zugeordnet.

Bezüglich des Kenntnisstandes über die mechanisch-biologische Vorbehandlung als einer neuen Technologieoption im Vergleich zur thermischen Behandlung bestehen noch Defizite, wenngleich bereits eine gewisse Datenbasis aus einschlägigen Untersuchungen - insgesamt etwa 30 größeren Vorhaben - verfügbar ist. Um die noch bestehenden Kenntnisdefizite abzubauen und entsprechende Entscheidungsunterlagen bereitzustellen hat das BMBF daher 1993 einen Förderschwerpunkt „Mechanisch-biologische Vorbehandlung von zu deponierenden Abfällen“ im Rahmen der Projektträgerschaft „Abfallwirtschaft und Altlastensanierung“ eingerichtet. Das Verbundprojekt ist nach einer längeren Vorbereitungsphase seit 1995 aktiv. Der Verbund umfaßt derzeit 17 Vorhaben bzw. Projekte.

Ziele des Verbundvorhabens sind im Problemfeld Ablagerungsparameter:

- das Bewertungsproblem zu strukturieren und mit Hilfe auszuwählender (Nachhaltigkeits)-Kennzahlen zu behandeln;
- die in der TASI vorgegebenen Parameter zu überprüfen und ggf. weiterzuentwickeln oder Vorschläge für weitere einfach handhabbare, aussagekräftige Prüfkriterien für Restabfälle verschiedener Herkunft und Behandlungsverfahren abzuleiten und zu erproben. Darüber hinaus sollen die in den Behandlungsverfahren erreichbaren Werte ermittelt werden, um die Leistungsgrenzen zu bestätigen;
- durch Lysimeterversuche die Auswirkungen der Qualität der abgelagerten Restabfälle auf die Emissionen zu ermitteln;
- Humifizierungsreaktionen im Restabfall bei der biologischen Behandlung und bei der Ablagerung zu untersuchen.

im Problemfeld Ablagerungsverhalten:

- Untersuchungen zum Langzeitverhalten von Restabfall unterschiedlicher Herkunft und aus unterschiedlichen mechanisch-biologischen Behandlungen unter Simulation von Deponiebedingungen anzustellen, das Gefährdungspotential des Restabfalls und die Ablagerungsrisiken an Hand der Emissionen zu bestimmen und daraus entsprechende Ablagerungswerte abzuleiten. Dazu sind Aussagen zu den Emissionen und zum zu erwartenden Verhalten der Gasphase in der Deponie zu bestimmen. Ggf. sind Angaben

zu erforderlichen baulichen Veränderungen an den Deponien im Vergleich zu den derzeitigen Vorgaben der TASI zu machen, wie es auch der Entschließungsantrag 202 vorsieht;

- Auswirkungen der gleichzeitigen Ablagerung von mineralischen Abfallstoffen auf die Immobilisierung von Schadstoffen („pedogene Immobilisierung“) und die Deponieeigenschaften zu untersuchen;
- eine Gesamtbilanzierung der Effekte bei der mechanisch-biologischen und der thermischen Vorbehandlung und der mit den Behandlungsrückständen aufzubauenden Deponie anzustellen, um die Gesamtwirkungen zu ermitteln und Vorzugsvarianten abzuleiten.

im Problemfeld Stoffstrom-Management, Behandlungsverfahren und Bewertung

- die Neu- oder Weiterentwicklung von Verfahren für die aerobe und anaerobe Restabfallverwertung und von aerob/anaerob Kombinationen, einschließlich Modellierung, Optimierung und Prozeßsteuerung und unter Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit der Mikroflora. Ziel sind umweltgerechte, kostengünstige Verfahren, die die Ablagerungsparameter progressiv erfüllen. Zu untersuchen sind neben technologischen Parametern auch die Auswirkungen der Behandlungsdauer. Dabei werden die Restorganik- und Schadstoffgehalte des Anlagen-Outputs, die Stoff- und Energiebilanzen, die Umwelt- und arbeitshygienischen Auswirkungen der Prozesse und die Kosten der Behandlungsverfahren ermittelt.
- Aufbereitungsverfahren und Kombinationen der Aufbereitung der Restabfälle mit der Behandlung, darunter von biologischer Trocknung und Verbrennung, vertieft zu untersuchen;
- Umweltchemikalien der Restabfallbehandlung bei unterschiedlichen Behandlungsmethoden zu identifizieren und ggf. für ausgewählte Stoffe zu bilanzieren;
- Kosten- und Umweltbilanzen (Ökobilanzen) von Einzelverfahren und des Gesamtkomplexes von mechanisch-biologischer Vorbehandlung und Deponierung zu erstellen;
- systemübergreifende ökosystemare Bewertungskriterien, darunter besonders Kriterien der Nachhaltigkeit im regionalen Kontext, abzuleiten;
- Kompromißsituationen für die einzelnen Verfahren und für die Kombination von MBV und Deponie zu formulieren.

*Verbundvorhaben: „Mechanisch-biologische Behandlung von zu deponierenden Abfällen - Ableitung von Entscheidungsgrundlagen“*

Ziel ist die Bereitstellung von Entscheidungsgrundlagen für die Behandlung von Restabfällen auf der Basis einer umfassenden ökologischen Charakterisierung unterschiedlicher Restabfallbehandlungsoptionen und auf der Basis von Untersuchungen einzelner Verfahrensschritte im Hinblick auf verfahrenstechnische und ökologische Schwachstellen und die Ableitung von verfahrenstechnischen Optimierungspotentialen. Die Entscheidungsgrundlagen sollen so ausgearbeitet werden, daß sie bei Vorgabe entsprechender Rahmenbedingungen Wege zu einem ökologisch vorteilhaften Stoffstrommanagement und seiner Umsetzung im Bereich der Restabfallbehandlung aufweisen.

## **Methoden**

- Evaluierung vorliegender ökologischer Bewertungsmethoden, Bewertungskriterien und Systemstudien für die Behandlung von Restabfällen
- Erarbeitung und Zusammenstellung der abfallwirtschaftlichen, ökologischen und verfahrenstechnischen Rahmenbedingungen und Modellparameter unter Berücksichtigung der aktuellen Ergebnisse aus dem Verbundvorhaben
- Ökologische Sachbilanzierung und Bewertung von Restabfallbehandlungsoptionen: Festlegung des Untersuchungsrahmens (Zieldefinition, Systemgrenzen...), Sachbilanzierung; Wirkungsabschätzung und Auswertung
- Fehler- und Sensitivitätsanalysen, Schwachstellenanalyse und Ableitung von Optimierungspotentialen
- Verbal-argumentative Gesamtbewertung

## **Kooperationspartner**

Abfallwirtschaftsbetrieb Rhein-Hunsrück  
Biotechnologie Nordhausen GmbH  
Dr.-Ing. Steffen Ingenieurgesellschaft mbH  
FH Hamburg  
FhG - Institut für Umweltchemie und Ökotoxikologie;  
IGW Witzenhausen  
Ingenieurgesellschaft für Technischen Umweltschutz GmbH  
RWTH Aachen  
Schwarming-Uhde-GmbH  
TH Darmstadt  
TU Braunschweig  
Universität GH Essen  
Universität GH Wuppertal  
Universität Hannover  
Universität München

## **Literatur**

- Koller, M. (1996): Ansätze für eine ökologische Systembewertung - Ökobilanzen zur Restabfallbehandlung, in: Soyez, K. (Hrsg.) BMBF-Verbundvorhaben Mechanisch-biologische Behandlung von zu deponierenden Abfällen, Beiträge der 1. Tagung, 13./14. März 1996, Potsdam.
- Koller, M.; Thrän, D. (1997): Umweltverträglichkeit von Anlagen zur mechanisch-biologischen Behandlung von Restabfällen - Erkenntnisstand und Bewertungsansätze, in: Krause, F. (Hrsg.) (1997): Komplexe Entsorgungsgebiete: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg / Tagung Siedlungsabfallwirtschaft 1997, 17. und 18. Juni 1997, Magdeburg, 55 - 68.
- Koller, M.; Thrän, D. (in print): Mechanical-biological treatment of residual waste - state, results and environmental assessment, in: Proceedings of Orbit 97, Organic recovery and biological treatment, International Conference, Harrogate, UK, 3.-5. Sept. 1997.
- Soyez, K.; Völker, D. (1995): TA Siedlungsabfall -Wissenschaftliche Fragen zur Mechanisch-biologischen Vorbehandlung von zu deponierenden Abfällen, in: Abfallwirtschaft im Umbruch, 3. Weimarer Fachtagung, Schriftenreihe der Professuren, Universität Weimar, S. 4/1-4/11, Weimar.
- Soyez, K.; Koller, M.; Fieback, K. et al. (1996): Verfahrensentwicklung zur Kopplung von Kompostierung und Gewächshausproduktion - Bioprozeßtechnische Untersuchungen zur Auslegung und Steuerung, in: Stegmann, R. (Hrsg.) (1996): Neue Techniken der Kompostierung, Kompostanwendung, Hygiene, Schadstoffabbau, Vermarktung, Abluftbehandlung, Dokumentation des 2. BMBF-Statusseminars „Neue Techniken zur Kompostierung“ in Hamburg vom 6.-8. November 1996, Bonn.
- Soyez, K.; Koller, M.; Thrän, D.; Völker, D. (in print): The German Federal Research Programme on mechanical-biological pre-treatment for residual waste in: Christensen, T.H., Cossu, R., Stegmann, R. (Hrsg.), Proceedings of the 6th international landfill symposium, Sardinia.

## **Projekt: Management des Stoffstroms Holz**

### **Projektleiter:**

Dr. Konrad Soyez  
(AG Ökotechnologie)

### **Mitarbeiter:**

Dipl.-Ing. J. Kostmann, Dipl.-Ing. Daniela Thrän

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Die Untersuchung des Stoffstromes Holz soll zum einen eine Analyse des Holzaufkommens und -verbrauchs (qualitativ und räumlich) im Landkreis Ostprignitz-Ruppin, zum anderen konkrete und umsetzbare Handlungsfelder aufzeigen. Da für die Umsetzbarkeit von Maßnahmen die aktuellen Kostenstrukturen und die zukünftige Kostenentwicklung auf dem Holzmarkt wie auch die Akzeptanz der breiten Öffentlichkeit entscheidend sind, liegt dort der Schwerpunkt der Bearbeitung. Die zu ermittelnden Daten werden für die Jahre 1994-1996 erhoben.

### **Methoden**

- Erhebung zum Frischholzaufkommen: Waldzusammensetzung, Waldalter, Walderkrankung, Waldnutzung (Tourismus, Forstwirtschaft,...) und seine räumliche Verteilung in der Region, Stark- und Schwachholzpotential und -einschlag, bei den Forstämtern verfügbares Gerät und Personal, Holzabnehmer und Handelsstrukturen (kurz-/ langfristige Verträge, Qualitätsanforderungen etc.), Bodenbedeckungskarte der Landkreise Prignitz, OPR und Oberhavel in sinnvollem Maßstab
- Erhebung zum Altholzaufkommen: Leerstand, Gewerbestruktur, Recherche über Menge und Verbleib der Hölzer aus Park- und Alleenpflege.
- Abschätzung des Holzbedarfs: Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Bauholzbedarfes im Landkreis anhand der verfügbaren statistischen Daten, Zusammenstellung der Baumärkte des Landkreises und Abfrage der durchgesetzten Holzmengen; Entwicklung eines Fragebogens für die holzverarbeitenden Betriebe im Landkreis zur Ermittlung von Herkunft und Menge des verarbeiteten Holzes, Produkte, Energieversorgung und Abfällen.
- Die ermittelten Daten werden zu einer Holzbilanz des Landkreises zusammengestellt. Durch den Vergleich mehrerer Jahre soll die aktuelle Schwankungsbreite erkennbar sein. Dokumentiert werden außerdem alle Arten von Aktivitäten im Landkreis, die im weitesten Sinne den Stoffstrom Holz betreffen.

### **Kooperationspartner**

Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg

Brandenburgisches Umweltforschungszentrum

### **Literatur**

Soyez, K.; Eimer, P.; Thän, D.; Völker, D., Koller, M. (1996): Nachhaltiges Stoffstrommanagement als Bestandteil von regionaltypischen Konzepten für eine nachhaltige zukunftsfähige Entwicklung von Konversionsgebieten und strukturschwachen Regionen im Land Brandenburg, im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, Potsdam.

Soyez, K.; Ackermann, P. (Hrsg.) (1997): Nachhaltige Entwicklung im Land Brandenburg, Schritte in die Zukunft, Forschungstexte Nr. 1, Brandenburgisches Umweltzentrum, o.O..

Soyez, K.; Thrän, D.; Eimer, P.; Völker, D.; Koller, M. (1997): Nachhaltiges Stoffstrommanagement als Bestandteil von regionaltypischen Konzepten für eine nachhaltige zukunftsfähige Entwicklung von Konversionsgebieten und strukturschwachen Regionen im Land Brandenburg, in: Soyez, K.; Ackermann, P. (Hrsg.) (1997): Nachhaltige Entwicklung im Land Brandenburg, Schritte in die Zukunft, Forschungstexte Nr. 1, Brandenburgisches Umweltzentrum, o.O..

Thrän, D.; Soyez, K.; Eimer, P.; Völker, D.; Koller, M. (1997): Nachhaltiges Stoffstrommanagement als Bestandteil von regionaltypischen Konzepten für eine nachhaltige zukunftsfähige Entwicklung im Land Brandenburg, in: UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH (1997): „Nachhaltigkeit - Bilanz und Ausblick“, Tagungsunterlagen zum Symposium am 19. und 20. Juni 1997 im UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Leipzig.

## **Projekt: Verfahrensentwicklung zur Kopplung von Kompostierung und Gewächshausproduktion - Demonstrationsanlage**

### **Projektleiter:**

Dr. Konrad Soyez  
(AG Ökotechnologie)

### **Mitarbeiter:**

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Angesichts des zunehmenden Einsatzes der Kompostierung als Entsorgungstechnologie biogener Abfälle muß neben der Wirtschaftlichkeit der Anlagen auch der Umweltfreundlichkeit der Kompostierung steigendes Augenmerk geschenkt werden. Einen Zugang hierzu stellt die Nutzung von CO<sub>2</sub>, Wärme und Prozeßwasser aus der Kompostierung im Gewächshausgartenbau dar.

Das nach diesen Vorgaben entwickelte Carboferm<sup>®</sup>-Verfahren zielt auf einen ökologisch und wirtschaftlich optimalen Betrieb des Gesamtsystems aus Kompostierung und Gewächshausproduktion unter den wirtschaftlichen und betrieblichen Randbedingungen. Technologisch stellt das Verfahren ein Kreislaufsystem mit weitgehend geschlossenen Stoff- und Energiekreisläufen dar, einhergehend mit einer Minimierung des Einsatzes fossiler Energien für die Gewächshausbetriebe und die Kompostierung. Dabei werden apparateseitig ein Strahlwaschsystem, ein Biofilter und ein Gasmisch- und Konditioniersystem kombiniert, so daß die Reinigung, Konditionierung und Einleitung von Kompostierungsabgas in das Gewächshaus in einer pflanzenphysiologisch optimalen Menge und Qualität erfolgen können. Die Steuerung des Systems erfolgt über speicherprogrammierbare Bausteine. Zur rationalen Energienutzung werden ein Latentwärmespeichersystem und eine Solarwärmanlage integriert.

Als Demonstrationsanlage wurde ein Anlagenkomplex am Standort Langerwisch im Land Brandenburg genutzt. Dieser besteht aus zwei geschlossenen Kompostierungsreaktoren von je 1.000 Tonnen Jahresdurchsatz und einem Gewächshaus von 900 m<sup>2</sup> Anbaufläche. Die Kompostierungsanlage verwertet Abfälle des Gartenbaus sowie Bioabfälle aus der Stadtentsorgung Berliner Randgebiete. Die Komposte werden über einen betriebseigenen Garten- und Landschaftsbau genutzt.

Der Kompostierungsprozeß weist im Vergleich zu einem Prozeß ohne Kopplung mit dem Gewächshaus keine verfahrensbedingten Unterschiede auf. Die erzeugten Komposte erfüllen die üblichen Qualitätsanforderungen und stellen somit verkaufsfähige Produkte dar. Die Leistungsfähigkeit der Biofilter muß weiter verbessert werden, wobei besonders ihrer regelmäßigen Wartung eine große Bedeutung zukommt.

Zur Erhöhung der energetischen Effizienz wurde das Gesamtsystem mit einem Wärmespeicher auf der Basis latentwärmespeichernder Paraffine ausgestattet. Die eingesetzten Speicherbausteine stellen marktübliche Systeme dar. Der typische Temperaturbereich verlangte aber die Entwicklung von geeigneten Speicherparaffinen. Die Untersuchungen führten zur Bereitstellung mehrerer Materialien für den Bereich von 40°C. Die Leistungsfähigkeit wurde in Labortests umfassend nachgewiesen. Der Einsatz von Wärmespeichern erbrachte Vorteile durch die Bereitstellung von Wärme für eine unterstützende Beheizung des Gewächshauses. Der Vergleich mit herkömmlichen Wärmeversorgungssystemen wies günstigere Kosten bei gleichzeitig verringerten Umweltauswirkungen aus. Der Effekt läßt sich durch eine Optimierung des Anlagenaufbaus noch steigern.

Zur Gasreinigung und zur Auskopplung von Wärme enthält das System eine Strahlwaschapparatur. Diese ist in Leichtbauweise ausgeführt, die zu wesentlich geringeren Kosten als bei vergleichbaren, am Markt verfügbaren, Wäschern führt. Die Wirksamkeit für die Abscheidung von Schadstoffen wurde nachgewiesen; die Schadstoffe lagen in hoher Konzentration im Strahlwäscherwasser vor, das im Rhythmus der Befüllung der Rottereaktoren ausgetauscht werden sollte.

Die CO<sub>2</sub>-Anreicherung der Gewächshäuser konnte im pflanzenbaulich optimalen Bereich realisiert werden und führte zu Mehrerträgen von bis zu 35 % beim Anbau von Kopfsalat. Der ökonomische und ökologische Vergleich mit weiteren Verfahren der CO<sub>2</sub>-Anreicherung in Gewächshäusern belegt die ökonomische und ökologische Vorteilhaftigkeit des Carboferm<sup>®</sup>-Verfahrens. Seine Umsetzung in die Praxis kann daher sowohl gartenbauseitig als auch kompostierungsseitig empfohlen werden.

### **Kooperationspartner**

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, GINKO Gesellschaft für innovative Kompostierung mbH, Wilhelmshorst; Ingenieurbüro für Energie- und Umweltberatung Dr. Herbert O. Markert, Kaltennordheim; Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Grundlagen der Pflanzenbauwissenschaften; Aucoteam Ingenieurgesellschaft für Automatisierung und Computertechnik mbH, Berlin; Bioplan Dr. Reinhold und Dr. Müller GmbH, Groß Kreutz; AERES Angewandte Umweltforschung GmbH, Berlin; Hans-Otto Schümann GmbH & Co KG, Hamburg; Ingenieurbüro Dr.-Ing. K. Fieback, Berlin

### **Literatur**

Soyez, K.; Prause, M.; Tannenberger, K.; Costa A. (1994): Verfahrensentwicklung zur Kopplung von Kompostierung und Gewächshausproduktion. BMFT-Statusbericht „Neue Techniken der Kompostierung“. Hamburg.

Soyez, K.; Prause, M.; Costa, A. (1995): Modelling and simulation of composting using kinetic models. in: Bidlingmaier, W.; Stegmann, R. (Hrsg.) (1995): Proceedings 1. International Symposium Biological Waste Management, A wasted chance ? p. S 8/1-8. Bochum.

Soyez, K.; Koller, M.; Fieback, K. et al. (1996): Verfahrensentwicklung zur Kopplung von Kompostierung und Gewächshausproduktion - Bioprozeßtechnische Untersuchungen zur Auslegung und Steuerung, in: Stegmann, R. (Hrsg.) (1996): Neue Techniken der Kompostierung, Kompostanwendung, Hygiene, Schadstoffabbau, Vermarktung, Abluftbehandlung, Dokumentation des 2. BMBF-Statusseminars „Neue Techniken zur Kompostierung“ in Hamburg vom 6.-8. November 1996, Bonn.

Soyez, K.; Koller, M.; Baier, D. (1997): Verfahrensentwicklung zur Kopplung von Kompostierung und Gewächshausproduktion-Demonstrationsanlage, Abschlußbericht zum Vorhaben 3/3 im BMBF-Verbundvorhaben „Neue Techniken der Kompostierung, Potsdam.

Soyez, K., Koller, M.; Baier, D.; Fieback, K. (in print): Closing material cycles of composting by combination with greenhouse production, in: Proceedings of Orbit 97, Organic recovery and biological treatment, International Conference, Harrogate, UK, 3-5 Sept. 1997.

## **Projekt: Verfahrensentwicklung zur Kopplung von Kompostierung und Gewächshausproduktion - Ökobilanzierung**

### **Projektleiter:**

Dr. Konrad Soyez  
(AG Ökotechnologie)

### **Mitarbeiter:**

Dipl.-Ing. Matthias Koller

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Ziel des Vorhabens war die ökologische Bewertung der Kopplung von Kompostierung und Gewächshausproduktion auf der Grundlage der in der Demonstrationsanlage realisierten Verfahrensentwicklung.

Für die Bewertung wurden gartenbauliche und kompostierungstechnische Grundlagen der CO<sub>2</sub>-Anreicherung erarbeitet und zusammengestellt. Zur Methodik der Bewertung von Umweltwirkungen von Dienstleistungen, Produkten und Verfahren wurde der aktuelle Entwicklungsstand, besonders im Bereich der Ökobilanzierung, eruiert und validiert. Eine besonderes Augenmerk wurde der Einschätzung humanhygienischer Gefährdungspotentiale geschenkt.

Die Grobanalyse verschiedener Auslegungsvarianten zeigte, daß im Hinblick auf eine praktische Umsetzung der Verfahrensentwicklung die Auslegung auf die bedarfsgerechte CO<sub>2</sub>-Versorgung orientieren sollte. Die vertiefte ökologische Bewertung der Verfahrensentwicklung erfolgte daher über einen Vergleich der Umweltauswirkungen der CO<sub>2</sub>-Düngung nach dem Carbofermverfahren mit konventionellen Systemen zur CO<sub>2</sub>-Anreicherung (Gasgeneratoren, Düngung mit technischem CO<sub>2</sub>) von Gewächshäusern. Die Auswertung des Verfahrensvergleichs erfolgte anhand der Ergebnisse der Sachbilanz, der Wirkungsabschätzung und von Sensitivitätsanalysen unter Berücksichtigung weiterer Kriterien wie Wirtschaftlichkeit, Arbeitsschutz, Flächenbelegung und Genehmigungsfähigkeit etc..

Alle Verfahren der Gewächshausdüngung weisen demnach bei Berücksichtigung der gartenbaulichen Mehrerträge eine positive Emissionsbilanz auf und entlasten somit erheblich die Umwelt. Die Aufwendungen für die CO<sub>2</sub>-Düngung liegen in der Regel unter einem Zehntel der Emissionsgutschriften für den Mehrertrag. Auch die Emissionsentlastungspotentiale einer sehr weitgehenden Abwärmenutzung bei der Bioabfallkompostierung liegen deutlich unter diesen Gutschriften. Im Vergleich der Umweltwirkungen der CO<sub>2</sub>-Düngungsverfahren erwies sich unter den vereinbarten Randbedingungen die ökologische Vorteilhaftigkeit der Verfahrensentwicklung.

Die Anteile der Emissionen für die CO<sub>2</sub>-Anreicherung von 1 ha Gewächshausfläche an den bundesdeutschen Gesamtemissionen von 1993 liegen bei allen Varianten unter 0,00001%, das entspricht ca. 8 Einwohnerequivalenten. Auch bei einer vollständigen Düngung aller Gewächshausflächen der Standardvariante des Carbofermverfahrens wären, bezogen auf die BRD, im Vergleich zu den übrigen Verfahren Emissionsgutschriften von maximal 17.000 Einwohneräquivalenten zu erwarten.

Auch das Substitutionspotential durch die Nutzung von Kompostierungsabwärme weist eine eher bescheidene ökologische Bedeutung auf. Selbst bei einer 100% Kompostierung aller häuslichen Bioabfälle und einer 50%igen Nutzung der anfallenden Kompostierungswärme werden in der Regel weniger Emissionen substituiert als durch den gartenbaulichen Mehrertrag bei einer flächendeckenden CO<sub>2</sub>-Düngung. Einsparpotentiale durch eine Steigerung der Prozeßintensität und eine entsprechende Verkürzung der Intensivrottedauer können in der Größenordnung der Aufwendungen für eine CO<sub>2</sub>-Anreicherung einer der Inputmenge entsprechenden Gewächshausfläche erwartet werden.

Der Vergleich der wirtschaftlichen Rahmendaten zeigt im Bereich der verbrauchsabhängigen Betriebskosten deutliche Vorteile für die Carbofermvarianten. Allerdings erfordert die Realisierung des Carbofermverfahrens ein beträchtliches Kapital zur Deckung der Investitionskosten, im Falle einer

bedarfsdeckenden Anlage für 1 ha Gewächshausfläche ca. 3 Mio DM. Auch der im Vergleich zu anderen CO<sub>2</sub>-Anreicherungsverfahren zusätzliche Flächenbedarf könnte in der Praxis ein Realisierungshindernis sein, er beträgt ca. ein Drittel der zu versorgenden Gewächshausfläche.

Für eine abschließende Bewertung der hygienischen Relevanz der Kompostierungsabluft hinsichtlich der Gewächshausanwendung reichen die verfügbaren umwelthygienischen Bewertungsgrundlagen nicht aus. Die an der Anlage und andernorts gemessenen Keimkonzentrationen am Biofilter lassen das Gefährdungspotential, eine sorgfältige Wartung und Kontrolle der Abluftreinigung vorausgesetzt, aber insgesamt eher als unbedeutend erscheinen. Immunologisch vorbelastete Personen sollten generell nicht in oder in unmittelbarer Nähe von Kompostierungsanlagen arbeiten.

Während die traditionellen CO<sub>2</sub>-Anreicherungsverfahren ihre typischen Anwendungsfelder haben und im Einsatzbereich begrenzt sind, eignet sich die Düngung nach dem Carbofermverfahren aufgrund der reichlichen und kostengünstigen CO<sub>2</sub>-Bereitstellung für nahezu jede Gewächsdüngung und Gewächshausklimaführung, wenn die örtlichen und finanziellen Voraussetzungen gegeben sind. Weitere Vorteile ergeben sich aus der engen Schließung stofflicher Kreisläufe wie z.B. der internen Verwertung von gartenbaulichen Abfällen, die zu weiteren Umweltentlastungen, z.B. durch verringerte Transportaufwendungen führen kann.

Während für die etablierten Verfahren der CO<sub>2</sub>-Anreicherung eindeutige Zulassungs- und Anerkennungsvorschriften bestehen, steht für das Carbofermverfahren ein amtlicher Genehmigungs- bzw. eine Baumusterprüfung aus. Dies dürfte sich u.U. gegenwärtig als das größte Hindernis für die Umsetzung der Verfahrensentwicklung außerhalb von Forschungsvorhaben erweisen.

### **Kooperationspartner**

Bundesministerium für Bildung

Wissenschaft, Forschung und Technologie

### **Literatur**

Koller, M. (1997): Verfahrensentwicklung zur Kopplung von Kompostierung und Gewächshausproduktion-Ökobilanzierung, Abschlußbericht zum Vorhaben 3/3 im BMBF-Verbundvorhaben „Neue Techniken der Kompostierung, Förderkennzeichen 14 606 38 E, Potsdam.

Baier, D.; Koller, M.; Soyez, K. (1997): Verfahrensentwicklung zur Kopplung von Kompostierung und Gewächshausproduktion-Demonstrationsanlage, Abschlußbericht zum Vorhaben 3/3 im BMBF-Verbundvorhaben „Neue Techniken der Kompostierung, Potsdam.

Soyez, K.; Koller, M. et al. (1996): Verfahrensentwicklung zur Kopplung von Kompostierung und Gewächshausproduktion, Teilvorhaben TV3/1-3, in: Umweltbundesamt, PT AWAS (Hrsg.) (1996): BMBF-Verbundvorhaben „Neue Techniken zur Kompostierung“, Kompendium, o. O..

Soyez, K.; Koller, M.; Baier, D.; Fieback, K. (in print): Closing material cycles of composting by combination with greenhouse production, in: Proceedings of Orbit 97, Organic recovery and biological treatment, International Conference, Harrogate, UK, 3-5 Sept. 1997.

## **Projekt: Nachhaltiges Stoffstrommanagement als Bestandteil von regionaltypischen Konzepten für eine nachhaltige zukunftsfähige Entwicklung von Konversionsgebieten und strukturschwachen Regionen im Land Brandenburg**

### **Projektleiter:**

Dr. Konrad Soyez  
(AG Ökotechnologie)

### **Mitarbeiter:**

P. Eimer, Matthias Koller, Daniela Thrän, Diana  
Völker

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Nachhaltiges regionales Stoffstrommanagement verfolgt das Ziel einer kreislaufforientierten regionalen Bedarfsdeckung und damit einer Reduzierung und Lenkung der regionalen Stoffströme. Exemplarisch wurde dies am Beispiel des ländlich strukturierten Landkreises Ostprignitz-Ruppin untersucht. Anhand der verfügbaren Daten wurden die Stärken und Defizite des Landkreises im Vergleich zum Landes- und Bundesdurchschnitt ermittelt und die wesentlichen Stoffströme abgeschätzt. Der Landkreis ist gekennzeichnet durch einen sehr hohen Anteil an Land- und Forstwirtschaft bei geringer Ausprägung des verarbeitenden Gewerbes, starke öffentliche Bautätigkeiten, sehr alte Wohngebäude, die etwa zu einem Drittel mit Kohle beheizt werden und einen großen Biomasseüberschuß. So liegt die Nahrungsmittelproduktion um den Faktor 10 bis 30 über dem Verbrauch und der Holzeinschlag bei 40 % des Holzzuwachses. Für die vertiefende Untersuchung wurde der Stoffstrom Holz ausgewählt. Besondere Steuerungsmöglichkeiten bietet das verhältnismäßig große Altholzpotalential in Verknüpfung mit der zu erwartenden Umstellung der Heizungs-systeme auf nachwachsende Energieträger. Weitere Ansatzpunkte zeigen die Bereiche Bauholznutzung und Holzverarbeitung, die im Landkreis stark ausgeprägt sind. In einer zweiten Projektphase ist eine detaillierte Untersuchung des Stoffstroms Holz vorgesehen, in der neben der Bilanzierung auch verstärkt die Lenkungsmöglichkeiten ermitteln werden. Die im Landkreis bereits vorhandenen Aktivitäten bilden dafür eine wichtige Grundlage. Daneben sollen Bewertungsansätze für die Beurteilung regionaler Holzkreisläufe entwickelt werden und der Durchmesser für die kreislaufforientierte Bedarfsdeckung, also die Größe der Region, an die geographischen und sozialen Randbedingungen angepaßt werden.

### **Kooperationspartner**

Ministerium für Umwelt

Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg

### **Literatur**

Soyez, K.; Ackermann, P. (Hrsg.) (1997): Nachhaltige Entwicklung im Land Brandenburg, Schritte in die Zukunft, Forschungstexte Nr. 1, Brandenburgisches Umweltzentrum, o.O..

Soyez, K.; Thrän, D.; Eimer, P.; Völker, D.; Koller, M. (1997): Nachhaltiges Stoffstrommanagement als Bestandteil von regionaltypischen Konzepten für eine nachhaltige zukunftsfähige Entwicklung von Konversionsgebieten und strukturschwachen Regionen im Land Brandenburg, in: Soyez, K.; Ackermann, P. (Hrsg.) (1997): Nachhaltige Entwicklung im Land Brandenburg, Schritte in die Zukunft, Forschungstexte Nr. 1, Brandenburgisches Umweltzentrum, o.O..

Thrän, D.; Soyez, K.; Eimer, P.; Völker, D.; Koller, M. (1997): Nachhaltiges Stoffstrommanagement als Bestandteil von regionaltypischen Konzepten für eine nachhaltige zukunftsfähige Entwicklung im Land Brandenburg, in: UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH (1997): „Nachhaltigkeit - Bilanz und Ausblick“, Symposium am 19. und 20. Juni 1997 im UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Leipzig.

## **Projekt: Faserhanfanbau im Land Brandenburg**

### **Projektleiter:**

Dr. Peter Brodde  
(AG Umweltmanagement)

### **Mitarbeiter:**

Egbert Zemlin

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Durchführung einer historischen Recherche zum Hanfanbau und zu vorliegenden regionalen Erfahrungen in Brandenburg, um die vorhandenen Erfahrungen zu dokumentieren.

### **Methoden**

- Zeitungsrecherche
- Befragungen von 15 ehemals im Hanfanbau und -verarbeitung Tätigen

### **Ergebnisse und Diskussion**

- Schwerpunkt der Arbeiten war der Raum nordöstlich von Berlin, wo bis 1973 Hanf angebaut und verarbeitet wurde.
- In einer Abschlußdokumentation wurden die Entwicklung der ehemaligen Hanffabriken (Bergerdamm, Rhinow, Fehrbellin) dokumentiert, Erfahrungen zum Anbau sowie zur Verarbeitung und Verwertung des nachwachsenden Rohstoffs Hanf zusammengestellt, Schlußfolgerungen gezogen und bewertet.

## **Projekt:      Verbundvorhaben "Grüne Bioraffinerie Brandenburg"**

Projektleiter:

Leitungsgremium:

Dr. Birgit Kamm

(AG Grüne Bioraffinerie) (Sprecher 1997/98)

Dr.-Ing. Konrad Soyez

(AG Ökotechnologie),

Dipl.-agr.-Ing. Bert Lange

(FG Nachhaltige Landnutzung)

Mitarbeiter:

Dr. Manfred Fechner, Dr. Günther Filler

Dr. Hans-Peter Jährgig, DC Michael Kamm

DI Matthias Koller, Frank Kose

DC Uwe Kertscher, Dr. Bernd Linke

DC Ursula Lubahn, Dr. Erwin Pfeffer

Ines Richter, Dr. Klaus-Dieter Robowsky

Prof. Dr. Klaus-Dieter Schwenke

Dr. Volkhard Scholz, Dr. Astrid Segert

Dr. Wolfgang Seyfarth, Dr. sc. Irene Zierke

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Die Grüne Bioraffinerie (GBR) - ein ökologisches Technologiekonzept für regional nachhaltige Produktions- und Wirtschaftsprozesse im Land Brandenburg. Ziel des Verbundvorhabens ist die Schaffung der wissenschaftlichen, technologischen und ökologisch-ökonomischen Grundlagen zur Entwicklung und Umsetzung einer Grünen Bioraffinerie. Sie könnte den Kreislauf von extensiv erzeugten Grasbiomassen über Spezialprodukte mit hoher Wertschöpfung bis hin zum bioabbaubaren Kunststoff schließen. Dabei werden die Kriterien einer nachhaltigen Produktion zugrundegelegt, d.h. die Nutzung ökologischer Technologien nach einem umweltgerechten Zielkriterium. „Unter ökologischer Technologie (Ökotechnologie, ökologische Prozeßgestaltung) wird (vorläufig) eine Technologie verstanden, die in die Biosphäre eingebettet ist, die gesamte Breite der Biodiversität in einer ganzheitlichen, gering invasiven Weise nutzt und das Ziel verfolgt, die menschliche Wohlfahrt unter Beachtung der ökologischer Prinzipien zu erhöhen.“ [01] Die Technologieentwicklung der Bioraffinerieprozesse soll im Verbundvorhaben mit der Einbettung der Raffinerie in das sozioökologische und agroökonomisch-agroökologische regionale Umfeld erfolgen. Ziel ist es, zeitgleich die technologische, agroökonomisch-ökologische und soziale Implementierung der GBR in der konkreten Region unter den konkreten Bedingungen zu begleiten. Die praktische Umsetzung ist im Landkreis Havelland vorgesehen. Es sollen aber auch verallgemeinerbare Daten und Verfahren erarbeitet werden, die für vergleichbare Regionen nutzbar gemacht werden können.

### **Methoden**

Erste Definitionen zur System- und Modellbetrachtung bzw. zu einem im Ziel sich ökonomisch selbsttragenden Betrieb bzw. Wirtschaftseinheit Grüne Bioraffinerie sind in „Was ist eine Grüne Bioraffinerie?“ zusammengefaßt [02].

- Entwicklung eines Modellbetriebes

Technologie- und Produktentwicklung auf Ausgangsbasis von Technologien zur Naßfraktionierung von grünen Pflanzenmaterialien, Technologien zur Blattproteingewinnung, Extraktionsverfahren zur Farbstoffgewinnung (Carotenoide) aus grünen Pflanzenmaterialien, Technologien zur Biogaserzeugung aus Biomasse, Technologien zur Verbrennung von Biomassen, moderne Fermentationstechnologien und Technologien zur biotechnologischen und chemischen Stoffwandlung

Bewertung und Bilanzierung auf Grundlage der ökologischen Prinzipien [03], nach Konzeptionen zur nachhaltigen, insbesondere regionalen Landnutzung, modernstem Umweltmanagement und Ökotechnologien, Erkenntnissen zu Wirkmechanismen und der Organisation von Stoffströmen unter der Prämisse der Nachhaltigkeit (Stoffstrommanagement) und der Kreislaufwirtschaft, der Erkenntnis der Notwendigkeit der Ablösung der Stoff- und Energiewirtschaft von fossilen Rohstoffen

Als Bewertungskriterien eines Systems Grüne Bioraffinerie sollen die Grundregeln für eine nachhaltige Entwicklung, wie sie die Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ [04] aufgestellt hat, Geltung erfahren. So die Grundregeln, daß die Abbaurate erneuerbarer Ressourcen deren Regenerationsrate nicht überschreitet, nicht erneuerbare Ressourcen nur in dem Umfang genutzt werden, in dem gleichwertiger Ersatz geschaffen werden kann, Stoffeinträge in die Umwelt sich an der Belastbarkeit der Umweltmedien orientieren und das Zeitmaß anthropogener Einträge bzw. Eingriffe in die Umwelt das Reaktionsvermögen der Umwelt nicht überlastet.

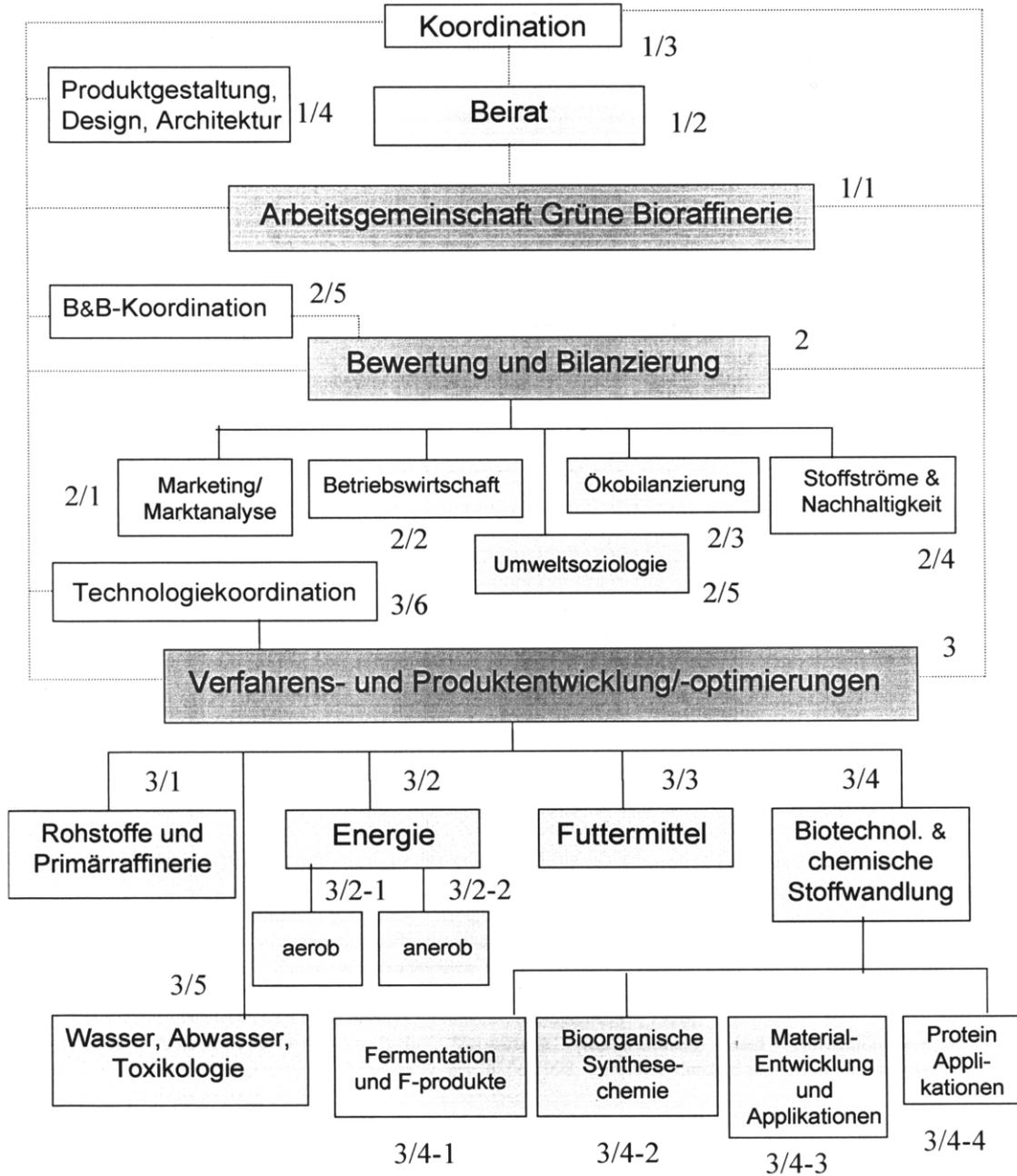
Kriterien für die Nachhaltigkeit, wie Dezentralität, Verzicht auf eingriffstiefe Technologien, Technik an die Natur angepaßt und nicht umgekehrt, Orientierung auf lokale/ regionale Kreisläufe, Reversibilität, Fehlerfreundlichkeit, naturnahe Produkte und Prozesse, geringe Zurichtungsgrade, gute biologische Abbaubarkeit aller Abprodukte sind Maßstab für die Umsetzung der Bioraffinerieprozesse.

Die Umsetzung der grundlegenden Methoden erfolgt in den Arbeitsgruppen im Netzwerk Grüne Bioraffinerie (Abb. 1).

### **Ergebnisse und Diskussion**

Erste Ergebnisse wurden überwiegend durch Förderung des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung (MUNR) des Landes Brandenburg und wissenschaftliche Vereinsarbeit erzielt. Erste Standortuntersuchungen für die Installation einer Grünen Bioraffinerie wurden von der GTS im Land Brandenburg durchgeführt und die Biomassestoffströme erfaßt [05]. Am BUFZ läuft derzeit ein vom MUNR finanziertes Vorhaben zur Primärraffination von grüner Biomasse, insbesondere Grasbiomassen und die stoffliche Weiterverarbeitung des Graspreßkuchens und des Graspreßsaftes. Der Preßkuchen wird auf Eignung als Futtermittel oder nach Extraktion mittels organischer Lösungsmittel zur Gewinnung von Wertstoffen auf energetische Verwertung (Biogaserzeugung, Verbrennung) geprüft. Der Preßsaft wird zu Milchsäuren oder Aminosäuren, insbesondere L-Lysin fermentiert, als Ausgangsmaterialien für biologisch abbaubare Wirk- und Werkstoffe [06]. Dabei findet ein neuartiges patentiertes Verfahren Anwendung, um die organischen Säuren aus dem komplexen Fermentationsgemisch abzutrennen [07]. Um die komplexe Thematik umfassend unter dem Aspekt der Beschaffung der Raffinerierohstoffe, technologischen Umsetzung und Produktapplikation, der ökologisch-ökonomischen und soziologischen Begleitung der Umsetzung zu bearbeiten, ist die Gesamtfinanzierung durch Initiierung eines Verbundprojektes der beteiligten Institutionen geplant. Auf dem 1. Symposium ‚Grüne Bioraffinerie Brandenburg‘, das vom 08.10. bis 09.10.1997 am BUFZ, unter Beteiligung der Uni Potsdam und der GTS stattfand, wurden beispielhaft für die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen die kombinierte rohstoffliche Verwertung von Gras-Biomassen für Futtermittel und die Herstellung von biogenen chemischen Grundstoffen als Vorprodukte für biologisch abbaubare Werkstoffe auf Basis von Milch- und Aminosäuren unter Einbeziehung der energetischen Verwertung von Prozeßabprodukten komplex behandelt. Die ersten Ergebnisse wurden zusammengefaßt und ein internationaler Forschungsverbund initiiert. Beteiligt waren neben Brandenburger Institutionen Fachleute aus Österreich, Dänemark, Schweden und ganz Deutschland. Die Tagung wurde durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert. Sie war gleichzeitig ein Event der Europäischen Föderation Biotechnologie (EFB). Die Tagungsbeiträge werden derzeit in einem Tagungsband zusammengefaßt, der im Verlag Ökologische Technologie und Systemanalyse, Berlin unter ISBN 3-929672-01-0 erscheinen wird.

**Netzwerk "Grüne Bioraffinerie"**



**Abb. 1:** Arbeitsgruppen und Koordination im Netzwerk „Grüne Bioraffinerie“

## **Kooperationspartner**

Das Verbundvorhaben ‚Grüne Bioraffinerie Brandenburg‘ ist zur Umsetzung seiner Zielstellung mit Forschungseinrichtungen und Praxispartnern national und international verknüpft (Auswahl):

- Rohstoffbereitstellung unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit  
Universität Esbjerg, Dänemark, Biomasseinstitut / FMS-Futtermittel GmbH Selbelang  
Universität Kalmar, Schweden, Fakultät für Naturwissenschaften,
- Umweltgerechte Technologieentwicklung  
Institut für Agrartechnik Bornim e. V., Abt. Bioverfahrenstechnik, Potsdam Bornim,  
Agro-Ferm A/ S Oelgod, Dänemark, / Institut für technische Trocknung mbH Gatersleben  
Dr. Markert Ingenieurbüro für Umwelt- und Energieberatung, Kaltennordheim
- Ökobilanzierende, energetische und betriebswirtschaftliche Bewertung  
Technische Universität Graz, Österreich, Institut für Verfahrenstechnik  
Universität Gesamthochschule Kassel, Institut für Nutzpflanzenkunde

## **Literatur (Auswahl)**

- [01] Definition der Task group bioprocessing der Europäischen Föderation Biotechnologie  
Moser, A.; Narodoslowsky, M.; Soyez, K.; Bales V. (1993): Ecological bioprocessing. End report of EFB Task group Ecologic bioprocessing. Draft. March 1993, Graz/ Austria.
- [02] Kamm, B.; Kamm, M.; Soyez, K. (1997): Die Grüne Bioraffinerie - Ein ökologisches Technologiekonzept für regional nachhaltige Wirtschaftsprozesse im Land Brandenburg. Bericht an das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg Oktober 1997; 2-13.
- [03] Soyez, K. (1995): Optimization as a principle of ecological technologies - basic and application aspects. In: Moser, A. (Hrsg.) (1995): Ecological sustainability and biotechnology. Weinheim: VCH.
- [04] Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt - Bewertungskriterien und Perspektiven für umweltverträgliche Stoffkreisläufe in der Industriegesellschaft" (1995): Die Industriegesellschaft gestalten - Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen, Bundestagsdrucksache 12/8260, Bonn.
- [05] Lange, B. (1996): Standortuntersuchungen unter besonderer Berücksichtigung der vorhandenen Agrarstrukturen und des Potentials an grüner Biomasse (Gesellschaft für ökologische Technologie und Systemanalyse, Frankenförde-Stahnsdorf).
- [06] Projektbearbeitung: Stoffliche Verwertung von Grünen- und Abfallbiomassen, Bearbeitungszeitraum 01.04.1997 bis 30.06.1998, gefördert durch das MUNR des Landes Brandenburg.
- [07] Kamm, B.; Kamm, M.; Richter, K., Soyez, K.; Reimann, W. (1997) Verfahren zur Herstellung von organischen Aminiumlactaten und deren Verwendung zur Herstellung von Dilactid. Europäische Patentanmeldung EP 0 789 080 A2, Cl. C12P 7/56, (07.02.1997/ 13.08.1997) 24 S..

**Naturschutz**

## **Projekt: Grundlagen für Artenschutzprogramme in Brandenburg**

### **Projektleiter:**

Prof. Dr. Dieter Wallschläger  
(AG Integrierter Arten- und Biotopschutz)

### **Mitarbeiter:**

Kai Heinemann, Prof. Dr. Ralph Jänkel, Raimund Klatt, Dr. Matthias Kühling, Jörg Marckardt, Dr. Ingo Scheffler, Britta Schumacher

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Im 20. Jahrhundert wird weltweit ein immer schnellerer Artenrückgang und ein ständig zunehmender Verlust an natürlichen Lebensräumen registriert. Die Ursachen des massiven Artenrückganges sind anthropogenen Ursprungs (Intensität der Landnutzung, diffuser Stoffeintrag, Zerschneidung der Landschaft) und wirken in komplexen Zusammenhängen.

Der moderne, ökosystemorientierte Arten- und Biotopschutz umfaßt alle Maßnahmen des Naturschutzes mit dem Ziel, den Gesamtbestand an Pflanzen- und Tierarten in einem Gebiet mit seiner genetischen Vielfalt und Anpassungsfähigkeit zu erhalten und zu fördern. Die Verwirklichung eines Systems von Großschutzgebieten stellt in diesem Zusammenhang das Rückgrat der brandenburgischen Naturschutzpolitik dar. Daneben ist der Arten- und Biotopschutz schrittweise auf der gesamten Landesfläche in ein System der nachhaltigen Landnutzung zu integrieren.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Im Kooperationsverbund wurde ein umfangreicher Grundlagenband erarbeitet, der sich neben allgemeinen Ausführungen (Artenschutzprogramme in der Bundesrepublik, rechtliche Grundlagen und Konventionen, Fachinformationssystem) insbesondere dem speziellen Arten- und Biotopschutz (Artenschutzprogramme, Umgang mit Problemarten, Leitbilder, Artenschutz in ausgewählten Lebensraumtypen) sowie der Darstellung von Instrumenten des Naturschutzes widmet. Erste methodische Vorschläge wurden zur Erarbeitung von Arten- und Biotopschutzprogrammen auf der Ebene der Landkreise unterbreitet.

Die weitere Qualifikation und Umsetzung des Grundlagenbandes wurde seitens des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg ausgesetzt, da sowohl die gesetzlichen Voraussetzungen als auch die Mittel zur Fortschreibung eines integrierten Arten- und Biotopschutzprogrammes (ABSP) in Brandenburg fehlen.

### **Kooperationspartner**

Landesumweltamt Brandenburg (Abteilung Naturschutz und Landschaftspflege, Naturschutzstationen)

Fachhochschule Eberswalde, Fachbereich Landschaftsnutzung und Naturschutz

IDAS GmbH (Luckenwalde)

Natur & Text in Brandenburg GmbH (Rangsdorf)

### **Literatur**

Heinemann, K.; Schumacher, B.; Jänkel, R.; Kühling, M. (1996): Internationale Konventionen und rechtliche Rahmenbedingungen. In: LUA Brandenburg (1996): Artenschutzprogramme in Brandenburg - Grundlagenband, Kapitel I-3 (15 Seiten, 1 Anlage).

- Klatt, R.; Borries, J. (1996): Heuschrecken (*Saltatoria*). In: LUA Brandenburg (1996): Artenschutzprogramme in Brandenburg - Grundlagenband, Kapitel II-3.8.6 (2 Seiten).
- Klatt, R.; Kühling, M.; Marckardt, J. (1996): Bibliographie. In: LUA Brandenburg (1996): Artenschutzprogramme in Brandenburg - Grundlagenband, Kapitel IV-8 (2 Seiten, 2 Anhänge, 3944 Datensätze).
- Kühling, M. (1996): Arten- und Biotopschutzprogramme in der Bundesrepublik Deutschland. In: LUA Brandenburg (1996): Artenschutzprogramme in Brandenburg - Grundlagenband, Kapitel I-2 (31 Seiten).
- Kühling, M.; Weidlich, M.; Broen, B. v.; Kühne, L.; Kretschmer, H.; Rödel, I. (1996): Schmetterlinge (*Lepidoptera*). In: LUA Brandenburg (1996): Artenschutzprogramme in Brandenburg - Grundlagenband, Kapitel II-3.8.9 (26 Seiten).
- Marckardt, J.; Wallschläger, D. (1996): Feuchgebiete. In: LUA Brandenburg (1996): Artenschutzprogramme in Brandenburg - Grundlagenband, Kapitel III-4.2 (45 Seiten).
- Scheffler, I. (1996): Käfer (*Coleoptera*). In: LUA Brandenburg (1996): Artenschutzprogramme in Brandenburg - Grundlagenband, Kapitel II-3.8.7 (2 Seiten).
- Scheffler, I.; Braasch, D.; Kielhorn, K.-H.; Korge, H.; Wrase, D.W. (1996): Die Laufkäferfauna Brandenburgs - Aktuelle Checkliste und Neufassung der Roten Liste. In: LUA Brandenburg (1996): Artenschutzprogramme in Brandenburg - Grundlagenband, Kapitel IV-1.3 (23 Seiten).
- Wallschläger, D. (1996): Sukzessionsreihen und Biotopkomplexe der Trockenlebensräume. In: LUA Brandenburg (1996): Artenschutzprogramme in Brandenburg - Grundlagenband, Kapitel III-4.4 (19 Seiten).

## Projekt: Konversion und Naturschutz

### Projektleiter:

Prof. Dr. Dieter Wallschläger  
(AG Integrierter Arten- und Biotopschutz)

### Mitarbeiter:

Wolfgang Beier, Arne Hinrichsen, Raimund Klatt, Dr. Matthias Kühling, Dr. Volker Kummer, Jörg Marckardt, Susanne Oehlschlaeger, Britta Schumacher, Christian Unselt, Steffen Wolters, Eduard Zepp

## Projektbeschreibung

### Ziel des Projektes

Seit 1992 werden von der Arbeitsgruppe umfangreiche Untersuchungen in brandenburgischen Schutzgebieten mit dem Schwerpunkt ehemalige Truppenübungsplätze durchgeführt. Dabei wird ein breites Methodenspektrum eingesetzt, das von beschreibenden ökofaunistischen Aufnahmen, über ökophysiologische und bioakustische Untersuchungen bis hin zu molekularbiologischen Analysen reicht.

### Methoden

Es wird ein breites Methodenspektrum eingesetzt, das von beschreibenden ökofaunistischen Aufnahmen, über ökophysiologische und bioakustische Untersuchungen bis hin zu molekularbiologischen Analysen reicht.

### Ergebnisse und Diskussion

Aufgelassene Truppenübungsplätze weisen in vielen Fällen ein großes Natur- und Entwicklungspotential auf. Der Zusammenhang Konversion und Naturschutz wurde deshalb bereits Anfang der 90er Jahre auf den verschiedensten Ebenen thematisiert. Im Mittelpunkt der naturschutzpolitischen Bemühungen des Landes steht, möglichst große Flächen für den Naturschutz und eine nachhaltige Nutzung zu sichern und das System der Großschutzgebiete durch ein „zweites Nationalparkprogramm“ zu ergänzen. Trotz schwieriger Rechtslage (fehlende Umsetzung in nationales Recht) kommt immer mehr auch die Umsetzung der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie der Europäischen Gemeinschaft im Zusammenhang mit den Truppenübungsplätzen ins Gespräch.

Die Sicherung der wissenschaftlichen Grundlagen für dieses äußerst anspruchsvolle Vorhaben scheint aber von nachgeordneter Bedeutung zu sein, denn offiziell gibt es bis heute außer hoffnungsvollen Anfängen keine naturschutzorientierte Konversionsforschung.

Diese Umstände ordnen sich durchaus in einen gesamtgesellschaftlichen Kontext ein. Als eigenständiger, interdisziplinärer Forschungszweig existiert die Naturschutzforschung insgesamt erst seit wenigen Jahren und wird bisher nur in einigen Ländern gelehrt. Der erste Lehrstuhl in Deutschland wurde 1991 eingerichtet. Etwa seit dieser Zeit werden in Deutschland detaillierte Bemühungen unternommen, erkennbare Defizite in Lehre und Forschung zu beseitigen und die wissenschaftlichen Voraussetzungen für einen modernen landnutzungsintegrierten Naturschutz zu verbessern. Die Defizite sind grundsätzlich auch in der naturschutzbezogenen Konversionsforschung erkennbar :

- Eine systematische Erarbeitung, vor allem aber die interdisziplinäre Verarbeitung der wissenschaftlichen Grundlagen für die Landschaftspflege ehemaliger Truppenübungsplätze mit hohem Naturpotential fehlt. Das relevante Schrifttum ist unzureichend erschlossen und hinsichtlich der Übertragbarkeit auf die besonderen geographischen Bedingungen von Brandenburg noch nicht hinreichend überprüft.

- Ganzheitliche Konzepte für den Artenschutz (Biodiversitätsschutz) auf ehemaligen Truppenübungsplätzen sind erst in den Anfängen skizziert.
- Ein allgemein zugängliches Informationssystem „Konversion und Naturschutz“ fehlt. Mit der Entwicklung eines (behördeninternen) Fachinformationssystems für Naturschutz und Landschaftspflege (FISNL) wurde im Landesumweltamt Brandenburg begonnen. Ein umfassendes Landesumweltinformationssystem (LUIS) wird vom MUNR Brandenburg konzipiert.

Die Defizite werden bisher insbesondere auf den Konversionsflächen spürbar, auf denen (wie in der Döberitzer Heide) bereits Pflegemaßnahmen stattfinden. Im allgemeinen gibt es einen unzureichenden Kenntnisstand zur Erarbeitung von naturschutzfachlichen Analysen, Zieldefinitionen und Planungen sowie zur Begleitung des eigentlichen Gebietsmanagements. Desweiteren sind fehlende Grundlagen für eine effiziente und aussagekräftige Erfolgskontrolle zu beklagen.

Das vordergründige Eigeninteresse der biologisch ausgerichteten Einrichtungen neigt dazu, sich besonders auf die ökologische Grundlagenforschung zu konzentrieren. Das Spektrum reicht von Untersuchungen zur Habitatbindung von Einzelarten und taxonomischen bzw. ökologischen Gruppen sowie zur Biosoziologie über populationsökologische Forschungen bis hin zur Suche nach ökosystemaren und ersten ökophysiologischen Ansätzen.

Bis zum Sommer 1997 konnten auf Truppenübungsplätzen insgesamt 6 Diplom- und 1 Staatsexamensarbeit fertiggestellt werden. Beteiligt waren Studenten der Universität Potsdam und der Freien Universität Berlin. Weiterhin arbeiten gegenwärtig 3 durch ein Landesstipendium geförderte Doktoranden im NSG Döberitzer Heide/Ferbitzer Bruch. Die bearbeiteten Themen sind:

- Arne Hinrichsen (1994): Vergleichende ökologisch-faunistische Untersuchung über Raubwespen an einer Binnendüne der Döberitzer Heide
- Susanne Oehlschläger (1995): Brutvogelgemeinschaften, Habitatstrukturen und Vorschläge zu Schutzmaßnahmen auf einem Trockenstandort des Truppenübungsplatzes Döberitzer Heide (Brandenburg)
- Sabine Schrinner (1996): Untersuchungen zur Wildbienenfauna (Hymenoptera, Apoidea) einer Flugsandfläche auf dem ehemaligen Truppenübungspaltz Döberitzer Heide (Brandenburg)
- Beate Stein (1997): Vergleichende ökologische Untersuchung der epigäischen Spinnenfauna (Arachnida: Araneida) ausgewählter Xerotherm-Standorte auf den ehemaligen Truppenübungsplätzen Döberitzer Heide und Jüterbog/West (Brandenburg)
- Anja Schielitz (1997): Untersuchungen zur Ökologie von *Sphingonotus caeruleus*, der Blauflügligen Sandschrecke (Orthoptera, Caelifera)
- Matthias Gläser (1997): Ökologische Analyse der Libellenfauna (Odonata) des Naturschutzgebietes Ferbitzer Bruch (Brandenburg)
- Wolfgang Beier (laufendes Promotionsvorhaben): Untersuchungen zur Populationsstruktur und -dynamik von Artenaggregationen unter besonderer Berücksichtigung der Laufkäfer (Carabidae, Coleoptera) an Konversionsstandorten Brandenburgs
- Raimund Klatt (laufendes Promotionsvorhaben): Saltatoriengesellschaften unterschiedlicher Biotope in Abhängigkeit vom Grad der anthropogenen Beeinflussung und der natürlichen Sukzession. Eine Anleitung zum Gebrauch entomologischer Daten in der Landschaftsplanung am Beispiel der Saltatorien
- Arne Hinrichsen (laufendes Promotionsvorhaben): Sukzession und Vorkommen ausgewählter Hymenopteregruppen auf Truppenübungsplätzen.

## **Kooperationspartner**

Freie Universität Berlin

Technische Universität Berlin

Fachhochschule Eberswalde

Forstliche Forschungsanstalt Eberswalde e.V.

Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf e.V.

## **Literatur**

Wallschläger, D. (Hrsg.) (1997): Konversion und Naturschutz - 2. Workshop, Potsdam im Oktober 1996.- Brandenburgische Umwelt Berichte 1: 1-141.

Wallschläger, D. (1996): Konversion durch Naturschutz: Ökologische Forschung auf brandenburgischen Truppenübungsplätzen. In: Integrierter Umweltschutz: Umwelt- und Ressourcenschonung in der Industriegesellschaft/hrsg, H.-A. Feser - Regensburg: 109-120.

## **Projekt: Zur Belastung der Marginalbereiche des Kieflbruches infolge der militärischen Nutzung der Döberitzer Heide**

### **Projektleiter:**

Oswald Blumenstein  
(AG Stoffdynamik in Geosystemen)

### **Mitarbeiter:**

Wolfgang Bechmann, Heinz Bukowsky, Franka Fischer, Ingo Kapp, Rüdiger Knösche, Hartmut Schachtzabel, Werner Schade, Ingo Schneider, Rudolf Schubert

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

In der gegenwärtigen Phase des gesellschaftlichen Umbruchs in Mittel- und Osteuropa ist eine Neuorientierung der Raumnutzung zwingend erforderlich geworden, vor allem auf ehemals militärisch genutzten Flächen und ihren Marginalräumen. In der Regel sind hier sowohl kriegs- und rüstungsbedingte als auch militärische Altlasten vorhanden. Es ist dabei zu beantworten, wie sich die mit dieser Nutzung verbundenen stofflich-energetischen Transferprozesse in den verschiedenen Raumtypen nach Beginn ziviler Nutzung verändert haben und welche Konsequenzen für künftige Bewirtschaftungsstrategien daraus erwachsen.

### **Ergebnisse und Diskussion**

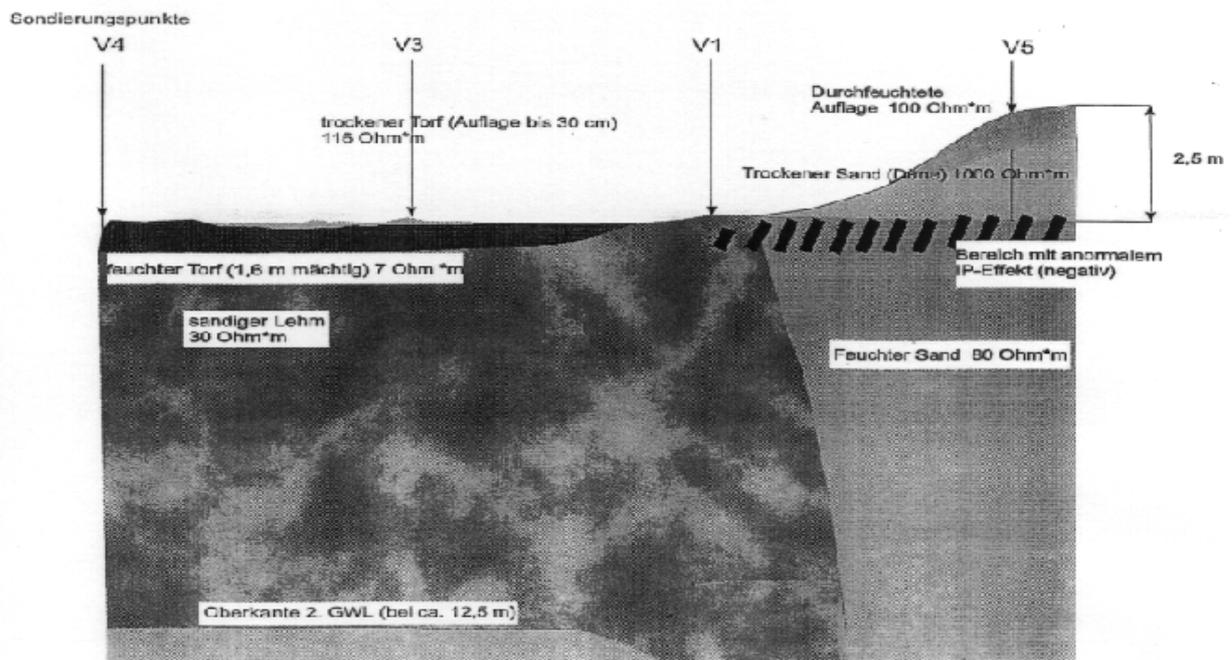
Während die großen Truppenübungsplätze Brandenburgs vorwiegend auf den trockenen Sanderflächen angelegt wurden (Wittstock, Beelitz, Jüterbog) befindet sich das Übungsgelände der Döberitzer Heide auf der Nauener Platte. Sie stellt ein Grundmoränenareal dar, welches von Decksand überlagert, von einer Endmoräne überragt und von marginalen Niederungsgebieten umgeben wird.

Unter geökologischer Sicht bedeutet dies, daß zwei unterschiedliche Raumstrukturen existieren, welche spezifische Prozesse der vertikalen und horizontalen Stofftranslokation (Verlagerung) bedingen: Das Streichen und Fallen der Geschiebemergelschichten der Platte, auf welcher die militärische Nutzung lokalisiert war, bestimmt die Richtung und die Intensität der lateralen Bewegung des Wassers sowie seiner Inhaltsstoffe. Diese lokalen Stauer verlangsamen zwar die Vertikalpassage, da sie aber infolge der oben beschriebenen Dynamik des Inlandseises und seiner Schmelzwässer nicht sählig ausgebildet wurden, sind Einträge in die unterlagernden Aquiferbereiche möglich. Die Unterschiede im Grundwasserflurabstand ermöglichen eine höhere Nutzungsvielfalt. Diese Spezifika lassen bei einem Schadstoffinput durch militärische Nutzung nur geringe Intensitäten einer stofflichen Fixierung zu. Somit stellen die Platten potentielle Schadstoffquellen dar.

Andererseits sind die Niedermoore und Gleye infolge ihrer Komplexierungs- und Adsorptionsmechanismen bodenchemisch wirksame als Akkumulationszentren für allochthone (nicht raumbürtige) Stoffspecies anzusehen, denn auch das Abwasser der militärischen Einrichtungen ist in diese Räume eingeleitet worden.

Infolge verschiedener Translokationsmechanismen (Konvektion, Diffusion) zwischen Platten und den Niederungsgebieten sind intensive Quellen-Senken-Beziehungen entstanden.

Die durchgeführten geophysikalischen Messungen konnten belegen, daß auf der Platte eine diffuse Stofftranslokation von der Erdoberfläche aus bis hin zu dem ersten Stauer erfolgen kann, welcher durch einen sandigen Lehm gebildet wird, dessen Schichtdicke zudem unterschiedlich ausgeprägt ist. In der Niederung wird dieses Substrat von einer ca. 1,80 m mächtigen organischen Deckschicht überlagert. Infolge absinkender Wasserstände treten häufig bis zu 30 cm dicke trockene Torflagen auf.



**Abb. 1:** Geoelektrisches Profil vom Plattenrand zur Niederung

Ein direkter hydraulischer Kontakt zwischen Platte und Niederung ist gegeben, diffuse Stoffeinträge werden möglich, denn der anstehende Sand besitzt ein geringes Retardationsvermögen.

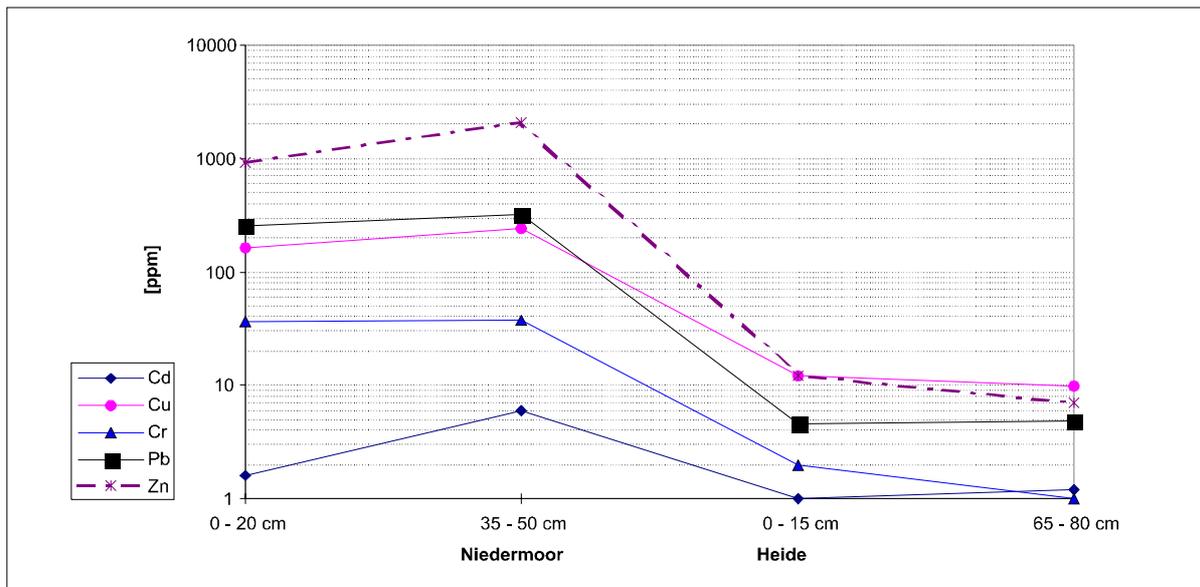
Die durchgeführten Untersuchungen an zwei charakteristischen Standorten (Platte und Niederung) konnten nicht nur eine erhebliche Schadstoffkontamination im Bereich des Niedermoores belegen, auch auf dem Plattenstandort treten sporadisch über geogene Gehalte hinausgehende Schadstoffakkumulationen auf.

Um in einer Zeitreihe mögliche Veränderungen in Struktur und Dynamik erfassen zu können, sind daraufhin in unmittelbarer Nähe dieser Standorte mittels einer eigens dafür entwickelten Technologie weitgehend ungestörte Bodenkörper entnommen und in Lysimeter eingebaut worden.

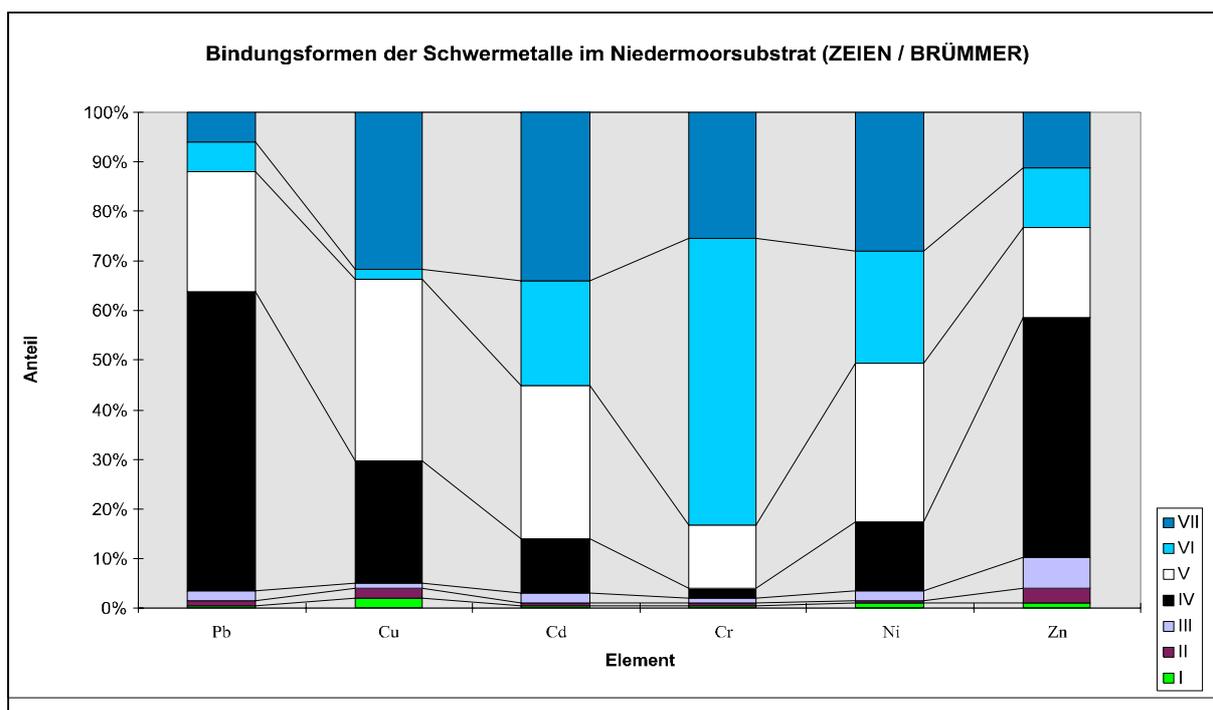
Ein Tiefenprofil der vier wichtigsten Schwermetallkomponenten im Bodenmonolithen des Niedermoores verdeutlicht, daß die höchsten Gehalte generell einige Dezimeter unter Flur auftraten, wobei einschlägige Grenzwerte (hier der Brandenburger Liste) überschritten wurden. Der gesamte Bereich bis etwa 80 cm unter Flur war demzufolge als schwermetallbelastet einzustufen. Diese Kontamination war aber nicht nur punktuell konzentriert, sie erstreckt sich über das gesamte untersuchte Areal im Kiebruch. Darüber hinaus fiel auf, daß auch auf den Plattenstandorten weit über geogene Gehalte hinausgehende Anreicherungen im Oberboden auftreten können. Elementspezifisch recht unterschiedlich war der Anteil der organischen Bindungsform. Sie dominierte bei Blei, bei Cadmium war sie in nennenswerten Anteilen nur bei den Niedermoorstandorten nachweisbar.

Von nutzungsspezifischer Bedeutung waren auch organische Schadstoffe, vor allem die MKW. Die gaschromatographische Analyse ließ den Schluß zu, daß im Randbereich im wesentlichen Altöle dominierten, im Zentrum des Kiebruches Dieselöl.

Diese stofflichen Spezifika bewirken eine deutliche Änderung der ökophysiologischen Struktur der Mikrobionta. Wie zu erwarten war, nahm mit dem Gehalt an organischer Bodensubstanz auch die Gesamtkeimzahl vom Plattenstandort in Richtung Niedermoor etwa um eine Zehnerpotenz zu, ebenso deutlich stiegen sowohl die absolute Anzahl als auch der Anteil der MKW-Abbauer an. Andere Species wurden verdrängt.



**Abb. 2:** Verteilung der Schwermetallgehalte vom Plattenrand zur Niederung



**Abb. 3:** Bindungsformen der Schwermetalle nach Zeien-Brümmer

Erste Aussagen zur Zeitdynamik konnten aus Lysimeterdaten abgeleitet werden.

Vor allem bei geringer Porenwasserfüllung, wenn die Gesamtheit der Redoxpotentiale im Bodenbereich anstieg, war infolge des verstärkten Sauerstoffzutritts eine pH-Wert-Absenkung zu verzeichnen. Die Konzentrationen geogener sowie anthropogener Metallspecies nahmen in den Bodenlösungen deutlich zu. In Verbindung mit den Gehalten in der Bodenmatrix kam somit den Plattenstandorten eine Funktion als aktuell wirksame Schadstoffquelle zu, sobald die Bodenreaktion den Stabilitätsbereich von pH 4 unterschritt.

Somit konnte die These erhärtet werden, daß neben dem abwasserbedingten Schadstoffinput in das Kiefbruch, der zweifelsohne erhebliche Frachten umfaßte, auch ein relevanter Anteil über diffuse

Transportpfade eingetragen wurde. Problematisch erscheint auch die Tatsache, daß der im Niedermoorbereich fixierte Schadstoffpool bei Trockenfallung, somit Zunahme der Redoxspannung und Acidität, remobilisiert wird, überdies setzte die Zunahme der Nettomineralisierung im Niedermoorbereich einen erheblichen Nährstoffpool frei.

### **Kooperationspartner**

Tessmann, Joachim, Dr. (LUA Brandenburg, Nebenstelle Trebbin)

### **Literatur**

Blumenstein, O.; Schubert, R.; Bechmann, W.; Bukowsky, H.; Dautz, J.; Kapp, I.; Knösche, R.; Portmann, H.-D.; Schachtzabel, H.; Schneider I.; Tessmann; J. (1997): Erste Ergebnisse einer Fallstudie zur Stoffdynamik in naturschutzrelevanten Böden der Döberitzer Heide.- Brandenburgische Umwelt Berichte, 1, 65-77

## Projekt: Blütenökologisches Monitoring auf ehemaligen Konversionsflächen

### Projektleiter:

Prof. Dr. Axel Gzik  
(AG Integrierter Arten- und Biotopschutz)

### Mitarbeiter:

Robert Hahn, Dr. Matthias Kühling, Stephanie Lück,  
Thomas Nogatz, Stefanie Zehle, Eduard Zepp

## Projektbeschreibung

### Ziel des Projektes

Mit der Entlassung von großflächigen Liegenschaften aus der militärischen Nutzung ergab sich für den Naturschutz die einmalige Chance, unter verschiedenen naturräumlichen Bedingungen sekundäre Sukzessionsprozesse auf bislang weder land- noch forstwirtschaftlich genutzten Flächen ablaufen zu lassen. Diese Naturentwicklungszonen müssen detailliert wissenschaftlich begleitet werden, um hinsichtlich der ablaufenden Prozesse, ihrer Entwicklungsrichtung und -geschwindigkeit aussagefähig zu sein. Durch vergleichende Betrachtung sind Erkenntnisse für den Umgang mit Schutzgebieten abzuleiten und der betriebene Aufwand im Sinne einer Effizienzkontrolle kritisch zu hinterfragen. In diesem Zusammenhang ist mit dem Projekt „Blütenökologisches Monitoring auf ehemaligen Konversionsflächen“ ein empfindliches Instrument zur Beschreibung der Sukzessionsprozesse zu etablieren und für ein Monitoring auf Referenzstandorten (Unsel 1995) zur Verfügung zu stellen.

### Methoden

Die üblichen feldökologischen Arbeitstechniken (biocoenologische und ethologische Aufnahmen von Blütenpflanzen und Blütenbesuchern) wurden modifiziert und ab 1995/96 in verschiedene Sukzessionsgradienten projiziert. Als Modellgruppen der Blütenbesucher dienen tagaktive Schmetterlinge (*Lepidoptera*) und, in Zusammenarbeit mit den Kooperationspartnern, Hautflügler (*Hymenoptera*). Die Laborarbeiten der Projektgruppe konzentrieren sich auf die Nektaranalytik (HPLC) von Kohlenhydraten und Aminosäuren.

### Ergebnisse und Diskussion

Blütenökologische Arbeiten eignen sich ausgezeichnet, sukzessionsbedingte Änderungen im Nahrungsangebot für nektarsaugende Insekten und damit einen wichtigen Aspekt dynamischer Veränderungen von Ökosystemen detailliert zu beschreiben (Gzik et al. 1997, Zehle et al. 1997).

### Kooperationspartner

Freie Universität Berlin, Institut für Zoologie (Berlin-Dahlem)

Länderinstitut für Bienenkunde (Hohen Neuendorf)

Naturschutzförderverein „Döberitzer Heide“ e.V. (Dallgow-Döberitz)

### Literatur

Unsel, C. (1995): Machbarkeit von Sukzessionsforschung auf ehemaligen Truppenübungsplätzen im Land Brandenburg. IfÖN Eberswalde im Auftrag des MUNR Brandenburg (unveröffentlicht)

Zehle, S.; Gzik, A.; Hahn, R.; Kühling, M. (1997): Erste Ergebnisse eines blütenökologischen Monitoring von Sukzessionsflächen. Brandenburgische Umweltberichte (BUB) 1: 55-64

Gzik, A.; Hahn, R.; Kühling, M.; Zehle, S. (1997): Blütenökologisches Monitoring von Konversionsflächen in Brandenburg. ZALF-Berichte Nr. 32: 193

Zepp, E. (1997): Feinatomische und ökophysiologisch-funktionelle Betrachtung der imaginären Galaea ausgewählter Schmetterlingsarten. Universität Potsdam, Examensarbeit (unveröffentlicht)

## **Projekt: Management von wandernden Wasservogelarten im Land Brandenburg, die Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen verursachen**

### **Projektleiter:**

Prof. Dr. Dieter Wallschläger  
(AG Integrierter Arten- und Biotopschutz)

### **Mitarbeiter:**

Dr. Johannes Naacke, Prof. Dr. Erich Rutschke

## **Projektbeschreibung**

### **Ziel des Projektes**

Das Land Brandenburg ist Durchzugs-, Rast und Überwinterungsgebiet für westpalaearktische Populationen von Wasservogelarten und damit essentieller Teil des Jahreslebensraumes, den diese Arten während der Migration benötigen. Gänse, Schwäne und Kraniche nutzen geeignete Gewässer und Nahrungsflächen und werden hinsichtlich ihrer Nahrungsökologie durch Art und Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung begünstigt. Sie haben sich an die derzeitigen Verhältnisse erfolgreich angepaßt und können durch Bevorzugung bestimmter Fruchtarten sowie unter ungünstigen Witterungsbedingungen Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen verursachen.

Die Arten sind auf internationaler Ebene durch das „Übereinkommen zum Schutz von Feuchtgebieten, insbesondere als Lebensräume von Wasser- und Watvögeln (Ramsar-Konvention)“, die EU-Vogelschutzrichtlinie 79/409 und die Bonner Konvention zum Schutz wandernder Tierarten besonders geschützt. Auf nationaler Ebene unterliegen sie teils dem Jagdrecht (4 Gänsearten, Höckerschwan), teils dem Naturschutzrecht (Singschwan, Zwergschwan, Kranich). Das häufige Vorkommen von Arten mit unterschiedlichem Status in Rastgemeinschaften muß bei der Wahl von Abwehrmaßnahmen berücksichtigt werden. Um einerseits der Schädigung landwirtschaftlicher Kulturen vorzubeugen und andererseits den betreffenden Arten den erforderlichen Schutz zu gewähren, ist es notwendig, im Rahmen eines Managementkonzeptes Maßnahmen zu Abwehr in besonders gefährdeten Kulturen durchzuführen und andererseits Ruheräume in ausreichender Quantität und Qualität zur Verfügung zu stellen. Das Projekt schafft die wissenschaftlichen Grundlagen und Voraussetzungen für die Umsetzung in der landwirtschaftlichen und Naturschutzpraxis.

### **Methoden**

- Landesweite synchrone Erfassung der Rastbestände während der Zugzeiten und der Überwinterung in definierten Rastgebieten;
- Erhebung von Daten zur Nahrungsökologie der Arten, insbesondere zur Nahrungspräferenz und über die Beeinflussung landwirtschaftlicher Kulturen in ausgewählten Flächen;
- Erarbeitung einer Literaturrecherche zur Biologie, Populationsökologie und zur Bedeutung der Arten für die Landwirtschaft;
- Erfassung und Einschätzung bekannter Maßnahmen zur Abwehr und Ablenkung der Vögel von gefährdeten Flächen und der Bedingungen für das Management von Ruheräumen.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Im Rahmen einer Studie wurden die erforderlichen Daten aufbereitet und Verbreitung, Bestandsgröße und Bestandsdynamik im Verlauf einer Durchzugsperiode dargestellt (Vorkommen, Verbreitung, Häufigkeit und Bestandsentwicklung). Die Literaturrecherche gibt einen Überblick über das Problem „Gänse und Landwirtschaft“ im gesamtdeutschen und internationalen Rahmen. Die möglichen Maßnahmen zur Lenkung von Beständen wurden erfaßt und hinsichtlich ihrer Wirksamkeit eingeschätzt.

Ergebnisse und Schlußfolgerungen zu den erbrachten Teilleistungen sowie eine Prognose für Schadensentwicklung und Erfolgsaussichten eines Managementprojektes bilden die anwendungsorientierte Grundlage für die Umsetzung in Modellgebieten des Landes Brandenburg. Die Ergebnisse bilden ferner eine wichtige Ausgangsbasis für die Weiterführung eines Bestandsmonitorings und für Erfolgskontrollen bei Managementmaßnahmen.

Darüber hinaus wurde mit der Erhebung von Bestandsdaten der Kenntnisstand über den Status der Populationen von Gänsen und Schwänen im Migrationsgebiet sowie über die Bedeutung Brandenburgs in diesem Rahmen erweitert und vertieft.

### **Kooperationspartner**

- Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg;
- Landesumweltamt Brandenburg;
- Landesanstalt für Großschutzgebiete des Landes Brandenburg;
- Bundesarbeitsgruppe „Wasservogel- und Feuchtgebietsschutz“ im Naturschutzbund Deutschland-NABU
- Dr. Burkhard Beinlich, Büro Günther & Partner Cottbus GmbH
- Büro für Ökonomie, Naturschutz und Landwirtschaft Reutlingen.

### **Literatur**

Rutschke, E.; Naacke, J.; Liebherr, H.; Schulze, V. (1955): Management von wandernden Wasservogelarten (Gänse, Schwäne, Kraniche), die Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen verursachen. Forschungsbericht (unveröff.).

Rutschke, E.; Naacke, J. (1996): Zur Situation der Wildgänse in Ostdeutschland. Bestandsentwicklung seit 1990 - Bestand 1994/95-Probleme.- Bucephala (Naturschutz Spezial, Berlin, Potsdam, Hrsg.: Naturschutzbund Deutschland), 2: 1, 5-49.

Haase, P.; Schröter, H.; Pester, H.; Langgemach, T. (1997): Ergebnisbericht über Praxiserprobungen im Land Brandenburg in der Saison 1996/97. Landesumweltamt Brandenburg (unveröff.).



# **Einrichtungen / Arbeitsgruppen**



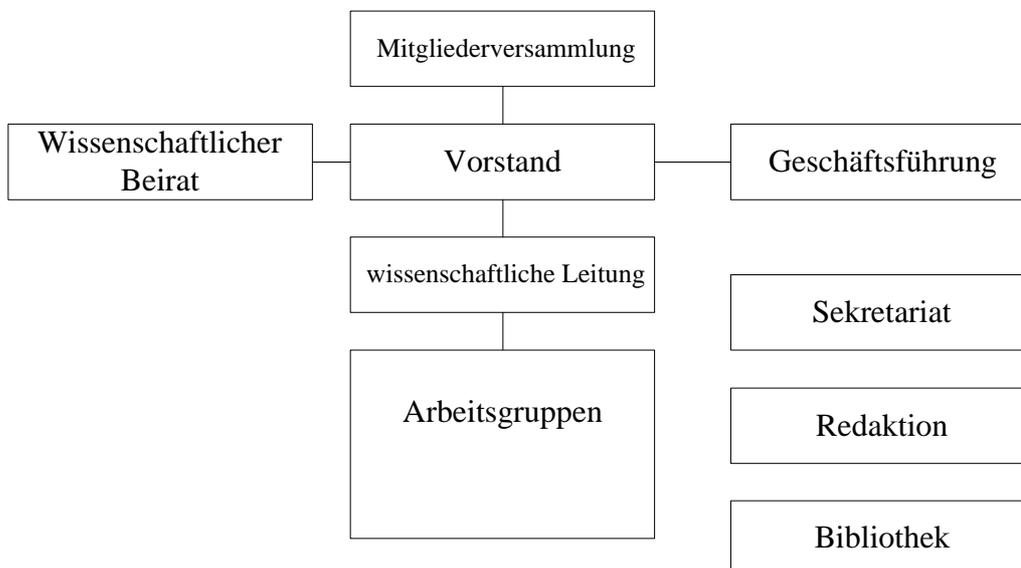
## Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V.

Das Brandenburgische Umweltforschungszentrum e.V. ist eine gemeinnützige Wissenschafts- und Forschungseinrichtung. Zweck und Aufgaben der Einrichtung sind die Entwicklung der wissenschaftlichen Zusammenarbeit und die Forschung im Bereich des Umweltschutzes zur Beförderung einer nachhaltig zukunftsfähigen Entwicklung in der Region Berlin/Brandenburg. Besondere Berücksichtigung sollen dabei technologisch orientierte Innovationen finden, die ein enges Zusammengehen von Wissenschaft, Wirtschaft (besonders kleine und mittelständische Unternehmen) und öffentlichen Einrichtungen erfordern.

Das BUFZ genießt keinerlei institutionelle Förderung. Es finanziert sich ausschließlich über Aufträge, Projektmittel sowie Mitgliedsbeiträge und Spenden.

Enge Kooperationen bestehen zur Universität Potsdam, zur BTU Cottbus, zur Fachhochschule Wildau, zur Humboldt-Universität Berlin, zur Universität Witten-Herdecke/NRW, sowie zu den Universitäten in Graz/Österreich und Esbjerg/Dänemark. Weiterhin arbeitet das BUFZ u.a. mit der Technologie- und Innovationsagentur (T.IN.A), dem Institut für Neuwertwirtschaft Lauchhammer, der Landesanstalt für Großschutzgebiete Eberswalde und dem Institut für Solarenergienutzung Frankfurt (Oder) zusammen.

### Struktur:



## **Vorstand**

Dr. Walter Haase, Präsident a.D. Landesumweltamt Brandenburg (Vorsitzender)

Dr. Peter Ackermann, Mitarbeiter des BUFZ

Prof. Dr. Ralph Jänkel, Geschäftsführender Direktor des Zentrums für Umweltwissenschaften der Universität Potsdam

Dr. Hansjochen Scheffter, Leiter der Geschäftsstelle Neuruppin der IHK Potsdam

Dr. Konrad Soyez, Wissenschaftlicher Leiter des BUFZ

## **Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirates**

Prof. Dr. Rainer Müller, Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg

## **Struktur des wissenschaftlichen Bereiches**

Wissenschaftlicher Leiter: Dr.-Ing. Konrad Soyez

Wissenschaftlicher Sekretär: Dr. rer. nat. Gerold Fierment

Sekretariat: Birgit Brandt

Bibliothek: Monika Decker

Tagungen: Viola Wagner

Redaktion „Fortschrittsberichte“: Dr. phil., Dipl.-Phys. Peter Ackermann

## **Wissenschaftliche Arbeitsgruppen (AG):**

### **Arbeitsgruppen des BUFZ**

AG Umwelt- und Biotechnologie (Leiter: Dr. rer. nat. Gerold Fierment)

AG Nachhaltigkeit (Leiter: Dr. phil., Dipl.-Phys. Peter Ackermann)

AG Umweltmanagement (Leiter: Dr. rer. nat. Peter Brodde)

### **Arbeitsgruppen am BUFZ**

AG Ökotechnologie der Universität Potsdam (Leiter: Dr.-Ing. Konrad Soyez)

AG Umweltsoziologie (Leiterin: Dr. sc. Irene Zierke)

AG Bioraffinerie (Sprecher: Dr. rer. nat. Birgit Kamm, Dr.-Ing. Konrad Soyez)

## **Anschrift:**

Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V.  
Neumühle 2, 16827 Alt Ruppin

Telefon: 03391 / 7814-10

Fax: 03391 / 7814-15

e-mail: bufz@bufz.de

## Arbeitsgruppe: Nachhaltigkeit

### Leiter:

Dr. Peter Ackermann  
(BUFZ)

### Mitarbeiter:

Monika Decker, Gert Großer, Dr. Hans-Peter Jäh-  
rig

**Kontakt:**    Anschrift:    Dr. Peter Ackermann  
   Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V.  
   Neumühle 2  
   16827 Alt Ruppin  
   Telefon:    (03391) 781410  
   Fax:        (03391) 781415  
   e-mail:     bufz@bufz.de

### Arbeitsgebiete:

- Entwicklung nachhaltig zukunftsverträglicher Leitbilder für unterschiedliche Regionen (Kommunen, Landkreise, Regionen, Länder) und in Bezug auf Wirtschaftsbranchen
- Analyse von Potentialen für eine nachhaltig zukunftsverträgliche Entwicklung
- Entwicklung, Prüfung und Anwendung von Indikatoren einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung
- Initiierung und Betreuung von Umsetzungsprozessen für nachhaltig zukunftsverträgliche Entwicklung (Agenda 21 - Prozesse) auf den unterschiedlichsten Ebenen
- integrierte Umweltberatung
- Moderation und Mediation von Konsensfindungsprozessen
- Konzipierung, Koordinierung und Durchführung von konkreten Technikfolgenabschätzungen
- methodische Untersuchungen zu Technikfolgenabschätzung
- Konzipierung und Realisierung von Netzwerken
- philosophische, erkenntnistheoretische, ethische Fragestellungen zu nachhaltig zukunftsverträglicher Entwicklung und Technikfolgenabschätzung

### Serviceleistungen:

- Beratungen für Politik, Verwaltung (Land, Kreise, Kommunen), Politik und Öffentlichkeit
- Begleitung lokaler und regionaler Agenda 21 - Prozesse
- Moderationen, Szenarioprozesse, Sensitivitätsuntersuchungen von Entscheidungsprozessen
- Konzeptionierung und Koordination von Verbundprojekten, Projektträgerschaften
- Konzipierung, Koordination und Durchführung von Technikfolgenabschätzungen

## Arbeitsgruppe: Umwelt- und Biotechnologie

### Leiter:

Dr. Gerold Fierment  
(BUFZ)

### Mitarbeiter:

Dipl.-Ing. Jörg Kostmann, Dr. Horst Mittelstädt

**Kontakt:**   Anschrift:   Dr. Gerold Fierment  
  Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V.  
  Neumühle 2  
  16827 Alt Ruppin

                  Telefon:   (03391) 781410

                  Fax:       (03391) 781415

                  e-mail:     bufz@bufz.de

### Arbeitsgebiete:

- Erforschung von Wirkprinzipien zur umweltgerechten Schadensbegrenzung für den Schutz von potentiell frostempfindlichen Kulturpflanzen gegen Spätfrost mittels mikrobieller Antagonisten
- Erarbeitung von Grundlagen eines „Biologischen Frostschutzes“ als Alternative zur Anwendung von Bakteriziden und Antibiotika
- Untersuchungen zum Management von Stoffströmen
- Anwendungsfelder und -bedingungen von Umwelt- und Biotechnologien als Komponenten einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung
- Potentialbündelung für die Anwendung von Umwelttechnologien im Land Brandenburg
- Informations- und Technologietransfer im Umweltbereich

### Serviceleistungen:

- Beratung für Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit
- Begleitung von lokalen/regionalen Agenda 21 -Prozessen im Hinblick auf die Anwendung ökologischer Technologien
- Projektträgerschaften im Umweltbereich
- Aus- und Weiterbildung

## Arbeitsgruppe: Umweltmanagement

### Leiter:

Dr. Peter Brodde  
(BUFZ)

### Mitarbeiter:

Detlef Stoltz, Viola Wagner

**Kontakt:**   Anschrift:   Dr. Peter Brodde  
  Brandenburgisches Umweltforschungszentrum eV.  
  Neumühle 2  
  16827 Alt Ruppin  
  
                  Telefon:   (03391) 781410  
  
                  Fax:       (03391) 781415  
  
                  e-mail:     bufz@bufz.de

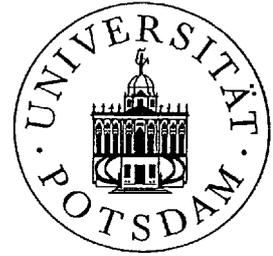
### Arbeitsgebiete:

- Umweltprüfungen, Umweltmanagement (für Unternehmen, Behörden und anderen Institutionen)
- Wasser, Abwasser
- Abfall, Klärschlamm
- Altlasten

### Serviceleistungen:

- Umweltberatung für Unternehmen und Institutionen, einschließlich Problemlösungen
- Durchführung von Untersuchungen, Recherchen und Forschungsarbeiten
- Durchführung von Umweltprüfungen und Aufbau von Umweltmanagementsystemen
- Organisation und Durchführung von Fachveranstaltungen





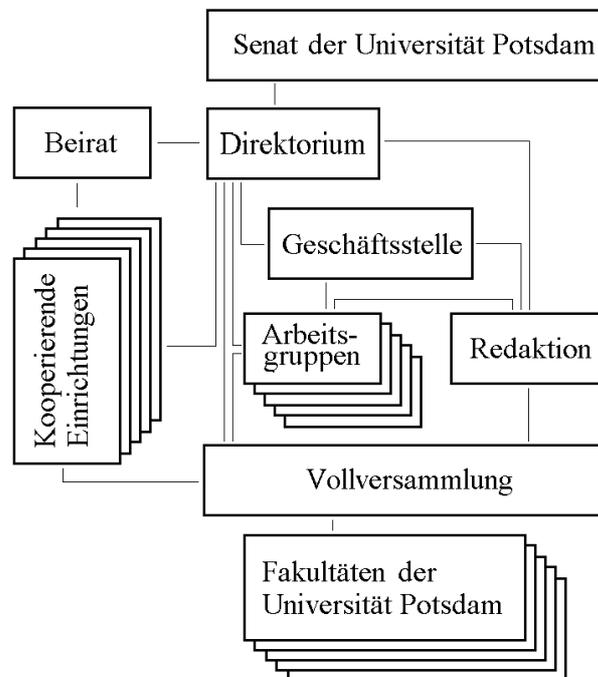
## Zentrum für Umweltwissenschaften

Das Zentrum für Umweltwissenschaften (ZfU) der Universität Potsdam ist eine interdisziplinäre Einrichtung zur Förderung der Umweltwissenschaften in Lehre und Forschung. Sie ist dem Senat der Universität Potsdam unmittelbar nachgeordnet. Das Zentrum wird von einem Direktorium geleitet, welches aus drei Mitgliedern aus der Gruppe der Professoren besteht. Dieser kollegialen Leitung obliegt die Beschlußfassung über alle Angelegenheiten des Zentrums. Bei der Vorbereitung und Durchführung seiner Aufgaben, insbesondere bei der Herstellung und Pflege von Kontakten zu Behörden und sonstigen Institutionen des öffentlichen Lebens im Bereich des Umweltschutzes wird das Direktorium von einem Wissenschaftlichen Beirat unterstützt. Die Geschäftsstelle gewährleistet den laufenden Geschäftsbetrieb des Zentrums für Umweltwissenschaften.

Gegenwärtig wirken 80 Wissenschaftler und Studenten am Zentrum. Zur Bearbeitung von Projekten und anderen Aufgaben bildet das Zentrum aus dem Kreis der Angehörigen ständige oder zeitweilige Arbeitsgruppen. Gegenwärtig sind neben der Redaktion der Hauszeitschrift „BRANDENBURGISCHE UMWELTBERICHTe“ und der für die interdisziplinäre Lehre zuständigen AG Ausbildung acht Arbeitsgruppen in der Forschung aktiv. Die AG Langfristige Landschaftsentwicklung befindet sich in Gründung.

Das Zentrum für Umweltwissenschaften (ZfU) unterhält umfangreiche Kooperationsbeziehungen mit Forschungseinrichtungen, Behörden und innovativen Unternehmen. Großes Interesse gilt der nationalen und internationalen Vernetzung der Umweltwissenschaftlichen Zentren an akademischen Einrichtungen.

### Struktur :



**Direktorium :** Prof. Dr. Hans - Rudolf Bork  
Prof. Dr. Ralph Jänkel (geschäftsführender Direktor)  
Prof. Dr. Manfred Kujawa

**Wissenschaftlicher Beirat :** Prof. Dr. Ingo Balderjahn (Universität Potsdam)  
Prof. Dr. Klaus - Peter Berndt (Universität Potsdam)  
Prof. Dr. Wolfgang Cramer (PIK Potsdam)  
Prof. Dr. Matthias Freude (LUA Brandenburg)  
Dr. Gerd Gebhardt (MUNR Brandenburg)  
Prof. Dr. Reinhard F. Hüttl (BTU Cottbus)  
Dr. Hartmut Kretschmer (LAGS Brandenburg)  
Prof. Dr. Ernst Schmeer (Universität Potsdam)  
Dr.-Ing. Konrad Soyez (BUFZ, ohne Stimmrecht)  
Prof. Dr. Peter - Christoph Storm (UBA Dessau und Berlin)  
Prof. Dr. Dieter Wallschläger (Universität Potsdam, Sprecher)

**Geschäftsstelle :** Ines Bastian  
Dr. Matthias Kühling

**Bibliothek :** Dr. Renate Wipper

**Redaktion :** HD Dr. habil. Ingo Schneider

**Wissenschaftliche Arbeitsgruppen :**  
AG Betriebliches Umweltmanagement ... (Leiter: Prof. Dr. Ingo Balderjahn)  
AG Grüne Bioraffinerie (Leiterin: Dr. Birgit Kamm)  
AG Integrierter Arten- und Biotopschutz (Leiter: Prof. Dr. Dieter Wallschläger)  
AG Langfristige Landschaftsentwicklung (Leiter: Prof. Dr. Hans-Rudolf Bork)  
AG LIDAR - Inversionen (Leiterin: Dr. habil. Christine Böckmann)  
FG Ökotechnologie (Leiter: Dr.-Ing. Konrad Soyez)  
AG Regenerative Energien (Leiter: Prof. Dr. Ernst Schmeer)  
AG Stoffdynamik in Geosystemen (Leiter: Dr. habil. Oswald Blumenstein)  
AG Umweltbildung (Leiter: Prof. Dr. Klaus-Peter Berndt)

**Anschrift :**  
Universität Potsdam  
Zentrum für Umweltwissenschaften  
Templiner Straße 21, 14473 Potsdam

Telefon : 0331 / 2791-411  
Fax : 0331 / 2791-419  
e-mail: zfu@rz-uni-potsdam.de  
Homepage : <http://www.uni-potsdam.de/u/zfu/index.htm>







## Arbeitsgruppe: LIDAR- Inversionen

### Leiter:

Dr. Christine Böckmann  
(Universität Potsdam)

### Mitarbeiter:

Claudia Bernutat, Silva Fischer, Ronny Ramlau

**Kontakt:**   Anschrift:   Dr. Christine Böckmann  
  Universität Potsdam, Institut für Mathematik  
  Am Neuen Palais 10  
  144 15 Potsdam

                  Telefon:   (0331)   9771476

                  Fax:       (0331)   9771578

                  e-mail:     bockmann@rz.uni-potsdam.de

### Arbeitsgebiete:

- Inverse schlecht gestellte Probleme
- Numerik von Differentialgleichungen

### Serviceleistungen:

- Auswertung von multispektralen LIDAR-Meßdaten
- Numerische Auswertung von Meßdaten allgemein



## Arbeitsgruppe: Regenerative Energien

### Leiter:

Prof.Dr.Ernst Schmeer (Photovoltaik)  
Prof.Dr.Hans Sträßner (Solarthermie)  
(Universität Potsdam)

### Mitarbeiter:

Hans-Dieter Bircken, Matthias Kreuchwig,  
Dr.-Ing. Angelika Liermann, Dr. Erhard Müller,  
Dr. Wolfgang Severin, Dr.-Ing Wolfgang Thiele

**Kontakt:**   Anschrift:   Prof. Dr. Ernst Schmeer  
  Universität Potsdam  
  Institut für Berufspädagogik / Berufliche Fachrichtungen Elektro/Metall  
  Karl-Liebknecht-Str. 24-25  
  14476 Golm

                  Telefon:   (0331)   9772407 (-2019)

                  Fax:         (0331)   9772077

                  e-mail:     schmeer@rz.uni-potsdam.de

### Arbeitsgebiete:

- Photovoltaik
- Solarthermie

### Serviceleistungen:

#### Photovoltaik:

- Beratung zur Konzeption von feststehenden und von dem Sonnenstand nachgeführten Photovoltaikanlagen (Anlagenkonstruktion, Solarzellenmontage, Verkabelung, Schaltprinzip).
- Beratung zur Konzeption der Meßtechnik für anlagenspezifische und meteorologische Meßwerte.
- Beratung von Bildungseinrichtungen, insbesondere Schulen, bei der Konzeption und bei der meßtechnischen Ausstattung von kleineren Photovoltaikanlagen.

#### Solarthermie:

- Beratung bei Anlagenplanung und -projektierung,
- Anlagensimulationen (TSOL, TRNSYS 14),
- vergleichende Anlagenanalysen,
- Entwicklung von Lösungen zu verschiedenartigen meßtechnischen Problemstellungen,
- Entwicklungen zur rechnergestützten Meßwerterfassung und -auswertung,
- meßtechnische Anlagenbetreuung,
- Test von Kollektoren unter Praxisbedingungen.





## Namenregister

Ackermann, P. (Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V., AG Nachhaltigkeit).....	8, 12, 44, 121, 122
Aleff, H.-J. (Universität Potsdam, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre mit dem Schwerpunkt Marketing).....	32, 128
Baier, D. ....	130
Balderjahn, I. (Universität Potsdam, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre mit dem Schwerpunkt Marketing).....	30, 32, 38, 40, 41, 127, 128
Bastian, I. (Universität Potsdam, Zentrum für Umweltwissenschaften, Umweltbildung) .....	127, 135
Bechmann, W. (Universität Potsdam, Institut für Physikalische Chemie und Theoretische Chemie).....	66, 67, 74, 78, 111, 134
Beier, W. (Universität Potsdam, Institut für Systematik und Didaktik der Biologie).....	21, 108, 130
Berndt, K.-P. (Universität Potsdam, Zentrum für Umweltwissenschaften, Umweltbildung) .....	19, 48, 50, 54, 127, 135
Bernutat, C. (Universität Potsdam, Institut für Mathematik) .....	131
Beutke, C.-P. (Universität Potsdam, Zentrale Einrichtung für Informationsverarbeitung und Kommunikation) .....	19
Bircken, H.-D. (Universität Potsdam, Institut für Berufspädagogik/Elektro- und Metalltechnik) .....	86, 133
Blumenstein, O. (Universität Potsdam, Institut für Geographie und Geoökologie).....	33, 66, 67, 69, 74, 78, 111, 127, 134
Böckmann, C. (Universität Potsdam, Institut für Mathematik) .....	60, 127, 131
Borchert, M. (Universität Potsdam, Student) .....	48, 50, 54
Bork, H.-D. (Universität Potsdam, Institut für Geographie und Geoökologie).....	127
Brodde, P. (Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V., AG Umweltmanagement).....	22, 24, 25, 26, 27, 100, 121, 124, 130
Bukowsky, H. (Universität Potsdam, Institut für Anorganische Chemie und Didaktik der Chemie) .....	66, 67, 69, 74, 78, 111, 134
Cramer, W. (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V.).....	127
Dautz, J. (Universität Potsdam, Institut für Geographie und Geoökologie).....	33
Decker, M. (Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V., AG Nachhaltigkeit) .....	18, 121, 122
Eimer, P. (Universität Potsdam, Zentrum für Umweltwissenschaften) .....	99
Engelmann, C. (Referendarin).....	48
Fechner, M. (Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland- und Futterwirtschaft Paulinaue e.V.).....	101
Fierment, G. (Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V., AG Umwelt- und Biotechnologie).....	8, 12, 44, 121, 123
Filler, G. (Humboldt-Universität Berlin, Institut für landwirtschaftliche und gärtnerische Betriebslehre).....	101, 129
Fischer, C. (Universität Potsdam, Student) .....	48, 50, 54
Fischer, F. (Universität Potsdam, Institut für Geographie und Geoökologie).....	67, 74, 78, 111
Fischer, S. (Universität Potsdam, Institut für Mathematik) .....	60, 131
Freude, M. (Landesumweltamt Brandenburg).....	127
Friedrich, G. (Universität Potsdam, Zentrum für Umweltwissenschaften).....	132
Friedrich, S. (Universität Potsdam, Institut für Berufspädagogik/Elektro- und Metalltechnik ) .....	71
Gebhardt, G. (Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung Brandenburg) .....	127
Geldmacher, K. (Universität Potsdam, Institut für Geographie und Geoökologie).....	67
Gläser, M. (Untere Naturschutzbehörde Potsdam-Mittelmark).....	21
Großer, G. (Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V., AG Nachhaltigkeit).....	18, 122
Grothe, A. (Universität Potsdam, Student).....	54
Grube, R. (Universität Potsdam).....	21
Gzik, A. (Universität Potsdam, Institut für Ökologie und Naturschutz).....	115, 130
Haase, W. (Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V.).....	121
Hahn, R. (Universität Potsdam, Student) .....	115, 130
Heinemann, K. (Universität Potsdam, Student) .....	106
Hille, M. (Landesumweltamt Brandenburg).....	130
Hinrichsen, A. (Universität Potsdam, Institut für Ökologie und Naturschutz) .....	21, 108
Hüttel, R.F. (Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Lehrstuhl Bodenschutz und Rekultivierung) .....	127
Jährg, H.-P. (Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V., AG Nachhaltigkeit) .....	16, 101, 122, 130
Jänkel, R. (Universität Potsdam, Professur für Umweltrecht).....	106, 121, 127, 130
Kamm, B. (Universität Potsdam, Forschungsstandort Teltow-Seehof).....	101, 121, 127, 129
Kamm, M. (Universität Potsdam, Institut für Organische Chemie und Strukturanalytik).....	101, 129
Kapp, I. (Fachhochschule Potsdam, Wissens- und Technologietransfer).....	66, 74, 111, 134
Kertscher, U. (Universität Potsdam, Institut für Organische Chemie und Strukturanalytik) .....	101
Klatt, R. (Universität Potsdam, Institut für Systematik und Didaktik der Biologie) .....	19, 21, 106, 108, 130
Klimke, G. (Universität Potsdam, Studentin).....	54
Klopfel, K. (Universität Potsdam, Institut für Systematik und Didaktik der Biologie).....	130
Knösche, R. (Universität Potsdam, Institut für Ökologie und Naturschutz).....	69, 78, 111, 134
Knuth, D. (Potsdam-Museum) .....	130
Koller, M. (Universität Potsdam, Zentrum für Umweltwissenschaften).....	90, 97, 99, 101, 129, 132
Kose, F. (Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V., AG Umwelt und Biotechnologie).....	101
Kostmann, J. (Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V., AG Umwelt- und Biotechnologie).....	93, 123
Kraudelt, H. (Universität Potsdam, Institut für Geographie und Geoökologie).....	69
Krebs, J. (Universität Potsdam, Student).....	54
Kretschmer, H. (Landesanstalt für Großschutzgebiete).....	127, 130
Kreuchwig, M. (Universität Potsdam, Institut für Berufspädagogik/Elektro- und Metalltechnik ) .....	86, 133
Krey, J. (Universität Potsdam, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre mit dem Schwerpunkt Marketing).....	38, 128
Kühling, M. (Universität Potsdam, Zentrum für Umweltwissenschaften).....	19, 21, 106, 108, 115, 127, 130
Kühne, L. (LIBAQ GbR).....	130
Kujawa, M. (Frauenhofer-Institut für Umweltchemie und Ökotoxologie).....	127
Kummer, V. (Universität Potsdam, Institut für Systematik und Didaktik der Biologie) .....	108, 130

Lacher, H. (media green GmbH).....	48, 50, 54
Lange, B. (Gesellschaft für ökologische Technologie und Systemanalyse e.V., FG Nachhaltige Landnutzung).....	101
Liermann, A. (Universität Potsdam, Institut für Berufspädagogik/Elektro- und Metalltechnik ).....	84, 133
Linke, B. (Institut für Agrartechnik Bornim, Abt. Bioverfahrenstechnik) .....	101
Lubahn, U. (Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V., AG Umwelt und Biotechnologie).....	101, 129
Lück, S. (Universität Potsdam, Studentin) .....	115
MacBryde, D. (Förderverein Döberitzer Heide e.V.).....	130
Marckardt, J. (Universität Potsdam, Institut für Ökologie und Naturschutz) .....	19, 21, 106, 108, 130
Mennicken, C. (Universität Potsdam, Professur für Betriebswirtschaftslehre mit dem Schwerpunkt Marketing) .....	30, 38, 128
Mittelstädt, H. (Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V., AG Umwelt und Biotechnologie).....	34, 123, 130
Mühle, R.-U. (Universität Potsdam, Institut für Ökologie und Naturschutz) .....	130
Müller, E. (Universität Potsdam, Institut für Berufspädagogik/Elektro- und Metalltechnik) .....	86, 133
Müller, R. (Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung Brandenburg) .....	121
Naacke, J. (Universität Potsdam, Institut für Ökologie und Naturschutz).....	116, 130
Nogatz, T. (Universität Potsdam, Student).....	115
Oehlke, J. (Fachhochschule Eberswalde).....	130
Oehlschlaeger, S. (UTECON GmbH Berlin).....	108
Pfeffer, E. (Gesellschaft für ökologische Technologie und Systemanalyse e.V.).....	101, 129
Plücken, F. (Landesumweltamt Brandenburg).....	130
Ramlau, R. (Universität Potsdam, Institut für Mathematik).....	131
Richter, I. (Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V., AG Umwelt und Biotechnologie).....	101
Robowsky, K.-D. (Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland- und Futterwirtschaft Paulinenaue e.V.).....	101
Rutschke, E. (Universität Potsdam, Forschungsstelle für Ökologie der Wasservögel und Feuchtgebietsschutz).....	116, 130
Schachtzabel, H. (Universität Potsdam, Institut für Mathematik) .....	66, 74, 78, 111, 134
Schade, W. (Universität Potsdam, Institut für Anorganische Chemie und Didaktik der Chemie) .....	78, 111
Scheffler, I. (Universität Potsdam, Institut für Zoophysiologie und Zellbiologie).....	106
Scheffter, H. (Industrie- und Handelskammer Potsdam, Geschäftsstelle Neuruppin) .....	121
Schmeer, E. (Universität Potsdam, Institut für Berufspädagogik/Elektro- und Metalltechnik).....	84, 86, 127, 133
Schneider, I. (Universität Potsdam, Institut für Ökologie und Naturschutz) .....	78, 111, 127, 134
Scholderer, J. (Universität Potsdam, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre mit dem Schwerpunkt Marketing).....	40, 128
Scholz, V. (Institut für Agrartechnik Bornim e.V., Abt. Technik der Aufbereitung, Lagerung und Konservierung).....	101, 130
Schubert, R. (Universität Potsdam, Institut für Geographie und Geoökologie).....	33, 67, 69, 74, 78, 111, 134
Schumacher, B. (Universität Potsdam, Studentin) .....	106, 108, 130
Schwenke, K.-D. (Universität Potsdam, Institut für Angewandte Proteinchemie e.V.).....	101, 129
Segert, A. (Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V., AG Umweltsoziologie).....	42, 101, 125, 130
Severin, W. (Universität Potsdam, Institut für Berufspädagogik/Elektro- und Metalltechnik) .....	84, 86, 133
Seyfarth, W. (ZALF Müncheberg, Institut für Mikrobielle Ökologie und Bodenbiologie).....	101
Soyez, K. (Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V., Zentrum für Umweltwissenschaften ) .....	90, 93, 95, 97, 99, 101, 121, 127, 132
Stoltz, D. (Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V., AG Umweltmanagement).....	8, 25, 124
Storm, P.-C. (Umweltbundesamt, FB Umweltplanung und -strategien).....	127
Sträßner, H. (Universität Potsdam, Institut für Berufspädagogik/Elektro- und Metalltechnik).....	84, 86, 133
Thiele, W. (Universität Potsdam, Institut für Berufspädagogik/Elektro- und Metalltechnik) .....	84, 133
Thrän, D. (Universität Potsdam, Zentrum für Umweltwissenschaften).....	90, 93, 99, 132
Trippo, A. (Universität Potsdam, Student).....	71
Trusch, R. (Universität Potsdam, Institut für Ökologie und Naturschutz).....	21
Tschochner, B. (Universität Potsdam, Institut für Geographie und Geoökologie) .....	134
Unsel, C. (Institut für Ökologie und Naturschutz Eberswalde).....	108, 130
Völker, D. (Universität Potsdam, Zentrum für Umweltwissenschaften) .....	90, 99, 132
Wagner, C. (Universität Potsdam, Studentin) .....	71
Wagner, V. (Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V., AG Umweltmanagement).....	121, 124
Wallschläger, D. (Universität Potsdam, Institut für Ökologie und Naturschutz).....	21, 106, 108, 116, 127, 130
Wiegank, F. (Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung).....	130
Will, S. (Universität Potsdam, Institut für Berufspädagogik/Elektro- und Metalltechnik).....	32, 40, 41, 128
Wipper, M. (Gemeinschaft zur Förderung der Umweltbildung e.V.).....	54
Wipper, R. (Universität Potsdam, Zentrum für Umweltwissenschaften, Umweltbildung).....	48, 50, 54, 127, 135
Witte, K. (Gemeinschaft zur Förderung der Umweltbildung e.V.).....	48, 50
Wolters, S. (Universität Potsdam, Institut für Systematik und Didaktik der Biologie) .....	108, 130
Zaske, J. (Agrartechnisches Institut Bornim e.V.).....	130
Zehle, S. (Universität Potsdam, Studentin) .....	115
Zemlin, E. (Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V.) .....	22, 24, 26, 100
Zepp, E. (Naturschutzstation Woblit).....	108, 115, 130
Zierke, I. (Brandenburgisches Umweltforschungszentrum e.V., AG Umweltsoziologie).....	42, 101, 121, 125, 130

# Sachregister

<b>Umweltplanung und -gestaltung</b> .....	7-22
Extensivierungsprogramme .....	101
Industrie-, Gewerbe-, Dienstleistungsplanung .....	22
Informationssysteme .....	19
Nachhaltig zukunftsverträgliche Entwicklung .....	8-18, 44, 93, 99, 101
Planungsgrundlagen .....	19, 101
Raumplanung / Landschaftsgestaltung .....	8, 12, 21
<b>Umweltrecht, Umweltpolitik</b> .....	23-27
Agrarpolitik .....	101
Erfolgsbedingungen von Umweltpolitik .....	8, 18
Gesetze .....	101
Globale Probleme .....	101
Handlungsbe38rf .....	8-17, 24-26, 99
Implementierungsvoraussetzungen (Capacity Building) .....	24, 101
Lokale Probleme .....	8-17, 24-26, 99, 101
Umweltberichterstattung .....	27
<b>Umwelt und Ökonomie</b> .....	29-36
Marketing .....	101
Ökologische Landwirtschaft .....	16, 26, 33, 101
Ressourcenökonomie .....	33, 101
Umweltindikatoren .....	12
<b>Soziologische und psychologische Probleme des Umgangs mit der Umwelt</b> .....	37-46
Freiwillige Umweltschutzarbeit .....	18, 42
Menschliches Verhalten .....	8, 38, 41, 42, 50, 54, 101
Technikgestaltung, Technikfolgen- und Risikenabschätzung .....	8, 40, 44, 101
Verbraucheraufklärung / Konsumverhalten .....	18, 40-43, 101
Wertorientierung .....	42, 48
<b>Umweltbildung</b> .....	16, 47-57
<b>Mensch und Umwelt</b>	
Nahrungsmittelbelastung .....	34
Toxinbelastung .....	101
Umweltaspekte neuer Technologien .....	44, 101
Verhalten und Kommunikation .....	42, 50
Wasserbelastung .....	101
<b>Luftreinhaltung / Klima</b> .....	59
Klima und atmosphärische Prozesse .....	60
Meßtechnik und Analytik .....	60
Sonstige Luftbelastungen .....	60
<b>Wasser</b> .....	65-72
Abwasser .....	22, 24, 25
Belastung des Grundwassers .....	16, 67
Belastung des Oberflächenwassers .....	69, 71
Gewässersanierung .....	69, 71
Klärschlamm .....	26
Meßtechnik und Analytik .....	67, 71
Natürliche Ressourcen .....	66, 69, 71
Wasser als Lebensmittel, Trinkwasser .....	66
Wasserwirtschaft .....	66
<b>Boden</b> .....	73-81
Bodenorganismen .....	74
Bodenqualität .....	74, 78
Landwirtschaft .....	16, 34
Meßtechnik und Analytik .....	74, 78
Sanierungsverfahren .....	16
<b>Energie</b> .....	83-87
Erzeugung .....	44, 84, 86, 101
Meßtechnik und Analytik .....	84, 86, 101
<b>Stoffwirtschaft</b> .....	89-104
Abfallwirtschaft/Entsorgung .....	90-98, 101
Meßtechnik und Analytik .....	101
Nachwachsende Rohstoffe .....	93, 98-104
Neue Verfahren, Technologien .....	44, 101
Neue Werkstoffe, Baustoffe .....	101
Stoffstrommanagement .....	33, 90-99, 101
<b>Naturschutz</b> .....	105-117
Belastungspfade .....	111-115
Erfassung schützenswerter und bedrohter Biotope .....	21, 108