

# *Programm*

**Deutsches Netzwerk für ökosystemare  
Langzeitforschung**

**LTER-D**

**Beschlossen auf der Gründungsversammlung in Friedrichstadt, den 24.03.2005**

## Inhalt

Zusammenfassung	2
<i>Summary (engl.)</i>	3
Einführung	4
Zielsetzung	8
<i>Förderung und Verbesserung der wissenschaftlichen Kenntnisse</i>	9
<i>Förderung vergleichender Analysen und Synthesen</i>	11
<i>Förderung der Zusammenarbeit zwischen naturwissenschaftlichen und         sozioökonomischen Disziplinen</i>	12
<i>Förderung, Entwicklung und Sicherung der ökologischen Langzeitforschung zur         Integration von Umweltforschung und Umweltbeobachtung</i>	13
<i>Organisation von Datensicherung und Datenaustausch</i>	14
<i>Förderung der Ausbildung und des Informationsaustauschs</i>	15
<i>Förderung der internationalen Zusammenarbeit</i>	15
Ausgangsbasis	17
Vorgehensweise und Planung	19
Datenmanagement	21
Standortsatz und regionale Ansätze	23
Internationale Einbindung	25

## **Zusammenfassung**

Ziel der im Programmpapier umrissenen Initiative ist die Gründung eines LTER-D, eines dauerhaften deutschen Netzwerkes für die ökologische und ökosystemare Langzeitforschung (LTER = long-term ecological research). Die Schaffung eines solchen Netzwerkes wird die Effizienz der deutschen Forschung auf diesem für die Umweltsicherung wichtigen Gebiet durch Synergieeffekte steigern. Sie ist dringend erforderlich, um Deutschland den Anschluss an den internationalen LTER-Prozess zu ermöglichen, zumal die meisten europäischen Nationen derartige Initiativen bereits ergriffen haben.

Die Folgen des globalen Wandels betreffen neben den ökologischen Systemen auch die menschlichen Gesellschaften, ihre Wirtschafts- und Sozialsysteme sowie die Nutzungsstrategien für natürliche Ressourcen. Die einzelnen Komponenten dieser Entwicklung wirken auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen zusammen. Die wissenschaftliche Analyse dieser Probleme bezieht sich häufig auf kurze Zeitspannen, obwohl gerade langfristige Beobachtung und langfristiges, vorsorgendes Denken und Handeln implizite Bestandteile des Nachhaltigkeitsprinzips sind. Die kurzfristige Anlage vieler Forschungsprojekte resultiert zwangsläufig aus den typischen Förderungsdauern (2-5 Jahre) von Projekten durch die Träger der Forschungsförderung. LTER-D will sicherstellen, dass auch über die Dauer von Einzelprojekten hinaus Daten dauerhaft sichergestellt und zugänglich gemacht werden können. Die zeitlichen Horizonte gegenwärtiger Umweltschutz-Programme sowie die Handlungszeiträume von Klimaszenarien sind langfristig angelegt, sie umfassen Spannen von weit mehr als 20 Jahren. Die Umsetzung dieser Programme, die Erarbeitung nachhaltiger Management-Strategien und die Prüfung der Szenarien erfordern ein umfassendes und tiefes Grundlagenwissen, das nur von Beobachtungen auf vergleichbaren Zeithorizonten und einer entsprechenden Datenbasis abgeleitet werden kann.

Der deutsche LTER-Verbund ist auf eine starke Einbettung in internationale Aktivitäten ausgerichtet. Hieraus ergeben sich viele Vorteile für alle Beteiligten, z.B. der Zugang zu internationalen Datenbeständen, die Kooperation mit ausländischen Kollegen, die Durchführung gemeinsamer Projekte sowie die Erarbeitung von überregionalen Vergleichsstudien. Die Arbeiten zielen auf eine Integration in das globale ILTER-Netzwerk sowie in die entsprechenden europäischen Forschungsverbände ab. Für beide Fälle gilt, dass ausschließlich anerkannte nationale Netzwerke in die internationalen Verbände aufgenommen werden können. Aufgrund der bisherigen Anstrengungen der Gründungsmitglieder sind die wesentlichsten Hürden, zum Beispiel die Anerkennung durch ein nationales Ministerium für Wissenschaft und Forschung (BMBF), jedoch bereits überwunden.

## **Summary**

The paper describes the initiative to establish a durable German LTER network as an overarching and integrating structure for system-oriented ecological research (LTER = long-term ecological research). Such a network will strongly enhance the efficiency of the German research community in that field, which is highly important for environmental protection and a sustainable future. Gains in efficiency will arise from synergy effects brought about by intensive collaboration. Networking of the German LTER research community is urgently needed, in order to catch up with the international LTER process, in which most European nations have already proceeded much further.

Global change affects ecological systems as well as human societies with their economic and social systems, and the strategies for sustainable use of natural resources. The components of change operate on different spatial and temporal scales. Scientific analysis of this sphere, however, often refers to shorter time scales, owing to the typical funding duration of research projects (2-5 y). Nevertheless, long-term observation is indispensable to detect long-term processes and changes, and to develop sustainable strategies on that basis. LTER-D will secure that data are saved and documented, and that they can be accessed long after individual research or monitoring projects have been finished. This is in line with the long-term horizon of actual big schemes for environmental protection, such as the EU Water Framework Directive, which comprises planning for time periods of over 20 years. Implementation of such programs, scenario analysis, and the definition of sustainable management strategies require a comprehensive and sound scientific basis, which can only be derived from observation, experimentation and modelling on the appropriate time scales.

The German LTER network is aiming at deep integration into international activities. Such integration brings about many advantages for all contributing parties, e.g., access to data sets in an international framework, cooperation with scientists and research groups abroad, and joint international studies crossing national, regional or even continental borders. Integration into the global ILTER-network is a prominent goal of LTER-D, as well as integration into the European LTER initiative. A precondition for membership in these international networks is the existence of a formal national LTER, which complies with the rules of the international consortia. The efforts of the German LTER community so far have already passed some major obstacles in achieving international integration, for instance the official recognition by the federal national Ministry for Education and Research.

## **Einführung**

Die Sorge um den Erhalt unserer Umwelt wurde spätestens mit dem Umweltgipfel von Rio de Janeiro (United Nations Conference on Environment and Development, UNCED 1992) weltweit zu einem zentralen Gegenstand umfangreicher Forschungsaktivitäten. In deren Mittelpunkt stehen die Folgen des globalen Wandels, die neben den ökologischen Systemen das Klima, die menschlichen Gesellschaften, ihre Wirtschafts- und Sozialsysteme sowie die Nutzungsstrategien für natürliche Ressourcen beeinflussen. Die einzelnen Komponenten dieser Entwicklung wirken auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen zusammen. Die wissenschaftliche Analyse dieser Probleme bezog sich in der Vergangenheit vorrangig auf *kurze Zeitspannen*. Die Auswirkungen *langfristiger Veränderungen* wurden weitgehend vernachlässigt. *Dies widerspricht einem langfristigen, vorsorgenden Denken und Handeln* als implizitem Bestandteil des Nachhaltigkeitsprinzips.

Der hieraus erwachsende Forschungs- und Entwicklungsbedarf wurde u.a. vom Übereinkommen über die biologische Vielfalt (United Nations Convention on Biological Diversity, UNCBD) und von der Klimaschutzkonvention der Vereinten Nationen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) aufgegriffen. Mit diesen Verträgen wurden nationale Verpflichtungen zur ökologischen Langzeitforschung und Langzeitbeobachtung formuliert. Beispielsweise wird in der Biodiversitäts-Konvention (Ecosystem Approach, Principle 8, CoP V, UNEP 2000) gefordert, dass das Ökosystem-Management langfristige Prozesse mit besonderem Interesse berücksichtigt. Auch die zeitlichen Zielhorizonte gegenwärtiger Umweltschutz-Programme (z.B. der EU-Wasserrahmenrichtlinie oder der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, Natura 2000) sowie die Handlungszeiträume von Klimaszenarien sind langfristig angelegt. Sie umfassen Spannen von weit mehr als 20 Jahren. *Die Umsetzung dieser Programme, die Erarbeitung nachhaltiger Management-Strategien und die Prüfung der Szenarien erfordern ein umfassendes und tiefes Grundlagenwissen, das nur von Beobachtungen auf vergleichbaren Zeithorizonten abgeleitet werden kann.*

Neben diesen zeitlichen Rahmenbedingungen liefert der *Ökosystem-Ansatz* der UNCBD (CoP V, 2000) eine Strategie zur Problem-Analyse und zur Entwicklung von Entscheidungsgrundlagen für Politik und Gesellschaft. Im Kern zielt dieses Konzept auf die Erhaltung *ökosystemarer Strukturen und Funktionen*, um den gesellschaftlichen Nutzen ökologischer Leistungen (*Ecosystem Services*) langfristig zu gewährleisten. In die gleiche

Richtung zielt das siebte Prinzip der Agenda 21, wonach die *Integrität von Ökosystemen* zu erhalten, zu schützen und ggf. wieder herzustellen ist. Ansätze zur konkreten Umsetzung dieser Forderungen liegen in Deutschland nur fragmentarisch vor. Hierbei sind insbesondere methodisch einheitlich erhobene ökologische Daten ebenso rar wie über lange Zeiträume erhobene Beobachtungsreihen. Die Verknüpfung von Daten über ökologisch zusammengehörige Sachverhalte gelingt deswegen nur selten, die Dokumentation der Datenerhebung ist unzureichend.

Neben langfristig angelegter ökologischer Forschung und dem Erhalt der Integrität von Ökosystemen wird in den relevanten internationalen Vereinbarungen als dritter Aspekt eine fortschreitende *Integration sozioökonomischer Ansätze* im Umweltmanagement gefordert. Die Verknüpfung von Sozioökonomie und Ökosystem-Analyse ist eine Grundlage für die Verwirklichung des geforderten ganzheitlichen Konzepts, das sowohl für Ökosystemforschung als auch für die Entwicklung zeitgemäßer Entscheidungsgrundlagen genutzt werden soll.

*Die Anwendung dieser drei Prinzipien und die Entwicklung von entsprechenden Handlungsoptionen erfordern somit die gezielte Erforschung ökologischer Langzeitentwicklungen, bei der mit einem interdisziplinären Ökosystem-Ansatz ökologische und sozio-ökonomische Aspekte zueinander in Beziehung gesetzt werden.*

In den vergangenen Jahrzehnten haben viele Initiativen zu *internationalen Verpflichtungen* im Rahmen der Umweltbeobachtung geführt. Neben den Übereinkommen der UNCBD und der EU (z.B. Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, Natura 2000, Wasserrahmenrichtlinie) bestehen umfangreiche regionale Verpflichtungen, die im Rahmen von „HELCOM“ oder von „OSPAR“ vereinbart sind. Diese Umweltbeobachtungsprogramme werden neben den vielfältigen nationalen Monitoring-Pflichten ausgeführt.

Um den dadurch stark anwachsenden Beanspruchungen der ausführenden Institutionen konstruktiv zu begegnen, ist eine Zusammenfassung der Aktivitäten in Netzwerken sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene sinnvoll. Die koordinierte Nutzung von ökologischen Testgebieten, der Abgleich von Standorten, die Vermeidung von Redundanzen und gezielte Forschungsaktivitäten in diesen Gebieten sind geeignete Mittel zur Steigerung der Effizienz der Ökologischen Umweltbeobachtung auf der einen und der Umweltforschung auf der anderen Seite. Das Zusammenführen vorhandener und geplanter Monitoring-Netze ergibt damit einen Mehrwert, der bei unkoordinierten Aktivitäten nicht erreicht werden kann. Gleichzeitig kann durch eine verstärkte wissenschaftliche Begleitung der behördlichen

Monitoring-Arbeiten die Qualität der Aussagen erhöht werden, und die (mit erheblichen Kosten) erhobenen Daten können einer weiterführenden Nutzung zugeführt werden. *Deshalb ist die Schaffung eines interaktiven Netzwerkes zur ökologischen Langzeitforschung in Deutschland (LTER-D), das kompatibel zu internationalen und europäischen Verbänden strukturiert ist, hilfreich und Effizienz-steigernd. Das Netzwerk ist dringend erforderlich, zumal die meisten europäischen Nationen derartige Initiativen bereits ergriffen haben.*

Schließlich ist grundsätzlich anzuführen, dass die *wissenschaftlichen Kenntnisse über langfristige ökologische Prozesse derzeit noch sehr lückenhaft sind.* Die Erforschung ökosystemarer Zusammenhänge lief in der Vergangenheit meist im bekannten Förderrhythmus von 3 Jahren ab. Dadurch konnten längerfristige Phänomene nur in Ausnahmefällen in die Betrachtungen einbezogen werden. Darüber hinaus konnten auch die Ökosystemforschungs-Initiativen bislang nicht langfristig gesichert werden. Die wenigen vorliegenden Langzeitreihen stammen aus sehr spezifischen Ökosystemen. *Deshalb kommt der Förderung und Verbesserung der Erforschung langfristiger ökologischer Prozesse über ökosystemare, regionale und nationale Grenzen hinaus eine besondere Bedeutung zu.* Darüber hinaus lassen sich die Folgen der großklimatischen Veränderungen nur über Langzeitbeobachtungen detektieren. Auch auf den Gebieten der Waldschadensforschung, der Erfassung der Folgen anthropogener Eutrophierung und Pollution (v.a. Ökotoxikologie) sowie der Gentechnikfolgenforschung hat sich gezeigt, dass langfristig erhobene Referenzwerte unverzichtbar für fundierte Analysen sind. Die oben angeführten Forschungsgebiete sind hier von besonderem Interesse, da von Ihnen eine Zuarbeit für die politische Entscheidungsfindung erwartet wird. Durch den globalen Verkehr werden lokale Ökosysteme zudem zunehmend durch den Import neuer Pflanzen und Tieren (Neobiota) belastet. Für die Einschätzung der Folgen dieser Veränderungen sind Langzeitbeobachtungen unerlässlich.

Weiterhin werden Langfrist-Untersuchungen dringend benötigt, um das international heftig diskutierte Zusammenwirken von Prozessen auf verschiedenen Skalen zu erfassen, um die Fragen nach Irreversibilitäten, nach der Ausrichtung von Sukzessionen, nach dem Erfolg von Renaturierungen und nach der Effizienz von Schutzmaßnahmen zu beantworten - und um klare Definitionen von Resilienz, Stabilität und Belastbarkeit abzuleiten.

Um diesen Herausforderungen in Deutschland konstruktiv zu begegnen, soll ein Netzwerk aus Umweltforschungs- und Monitoring-Einrichtungen gegründet werden, das in den internationalen Verbund des International Long-Term Ecological Research Netzwerkes

(www.ilternet.edu) eingebunden werden soll. *Das zentrale Ziel des Netzwerkes besteht in der Erforschung komplexer ökologischer Langzeitprozesse unter den Bedingungen des Globalen Wandels, in der Konzipierung von Frühwarnsystemen und in der Erarbeitung von wissenschaftlichen Grundlagen für Managementstrategien zum Schutz und zur nachhaltigen Nutzung von Ökosystemen.*

Das Netzwerk soll somit in das internationale *LTER-Programm* integriert werden, in dem es bislang noch keine deutsche Beteiligung gibt. Dieser Verbund kann auf eine über 20jährige Geschichte zurückblicken. Die jüngste Evaluierung des amerikanischen Programms durch die National Science Foundation (NSF) zeigt, dass große wissenschaftliche Fortschritte für die Ökosystemforschung erzielt werden konnten, die der Gesellschaft zur Lösung umweltrelevanter Probleme dienen. Dies ist mit sektoraler Kurzzeitforschung nicht zu erreichen. Die amerikanische LTER-Gemeinschaft sieht ihre Aufgabe für die folgende Dekade vorwiegend in einer System-basierten Erkenntnis-Integration. LTER-D wird derartige Erfahrungen und Strategien nutzen, um schon in der Anlage des Langzeitverbundes die integrative Synthese der multidisziplinär erarbeiteten Erkenntnisse festzuschreiben. Hierdurch soll eine rasche *Förderung und Konsolidierung der Langzeitforschung in Deutschland* erreicht werden, die auch auf die Ausbildung positiv wirken wird.



## **Zielsetzung**

Um den aufgeführten Bedürfnissen angemessen und konstruktiv nachkommen zu können, haben die beteiligten Institutionen (vgl. Anlage) das deutsche LTER-Netzwerk gegründet (www.LTER-D.de). Basierend auf einer Bündelung des bestehenden Wissens, durch die Zusammenarbeit von bislang unabhängig voneinander arbeitenden Programmen und Institutionen sowie durch die gezielte Kooperation in neuen Forschungsprojekten sollen übergreifende Ergebnisse abgeleitet werden, die weit über den Rahmen der konventionellen Prozessstudien hinausgehen. Der Verbund soll den folgenden Zielen dienen:

1. Förderung und Verbesserung der wissenschaftlichen Kenntnisse zu langfristigen ökologischen Prozessen über ökosystemare, regionale und nationale Grenzen hinaus,
2. Förderung vergleichender Analysen und Synthesen über einzelne Test- und Untersuchungsgebiete hinaus,
3. Förderung der Zusammenarbeit zwischen naturwissenschaftlichen und sozioökonomischen Disziplinen,
1. Förderung, Entwicklung und Sicherung der ökologischen Langzeitforschung zur Integration von Umweltforschung und Umweltbeobachtung,
2. Organisation von Datensicherung und Datenaustausch als Voraussetzung für eine erfolgreiche Kooperation und zur Sicherung der Langfristigkeit,
3. Förderung der Ausbildung und des Informationsaustauschs sowie Zusammenarbeit mit der Umwelt-Praxis,
4. Förderung der internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiet vergleichender, langfristiger ökologischer Forschung und Vernetzung im Rahmen der internationalen und europäischen Programme (ILTER und LTER-Europe).

Auf diese 7 Zielstellungen wird auf den folgenden Seiten detailliert eingegangen.

**1. Förderung und Verbesserung der wissenschaftlichen Kenntnisse zu langfristigen ökologischen Prozessen über ökosystemare, regionale und nationale Grenzen hinaus**

Neben vielen konkreten Fragen zur langfristigen Entwicklung von einzelnen Ökosystemen und zu den hiermit verbundenen Problembereichen von Resilienz, Elastizität und Integrität bestehen vor allem Forschungslücken zu den folgenden Problembereichen:

*Systemanalyse:* Die Analyse ökosystemarer Wirkungsnetze kann oftmals nur auf der Ebene langfristiger Datensätze hinreichend ausgeführt werden. Die Arbeiten der Ökosystemforschung haben gezeigt, dass z.B. auf den Gebieten der Populationsdynamik, der Sukzessionsforschung oder der räumlichen Ökosystem-Dynamik große Lücken zu verzeichnen sind, die dringend geschlossen werden sollten. Dafür werden vertiefte Langzeit-Datensätze benötigt.

*Skalen:* Verschiedene Raum- und Zeitskalen greifen in ökologischen Systemen ineinander. Langsame und großräumig wirksame Prozesse (z.B. Sukzession, Eutrophierung, Global Change) geben häufig die Rahmenbedingungen für Kurzzeitentwicklungen vor (z.B. Jahregänge, kurzfristige Abundanzschwankungen). Wie genau die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Skalen ablaufen, ist allerdings noch nicht hinreichend geklärt und viel versprechende Theorie-Entwicklungen konnten bislang noch nicht geprüft werden. Vor allem fehlen die erforderlichen Informationen zu Langfristentwicklungen.

*Reversibilität:* Irreversible Entwicklungen von Ökosystemen prägen den aktuellen Zustand, und seltene Ereignisse oder episodische Phänomene wirken sich äußerst stark auf die Ökosystementwicklung aus. Demgegenüber sind die Langfristwirkungen kontinuierlicher Entwicklungen vermutlich vergleichsweise wenig prägend. Diese beiden Entwicklungsgänge (Katastrophe vs. Kontinuum) ziehen völlig unterschiedliche Strukturen nach sich, ihre Wechselwirkungen sind aber weitgehend ungeklärt. Die zunehmende Globalisierung sowie die derzeitigen Klimatendenzen haben bereits zur Etablierung vieler Neophyten und Neozoen geführt, deren ökosystemare Auswirkung unzureichend verstanden und somit kaum vorhersagbar sind. Auch für diese Problembereiche werden dringend Langzeitdatensätze benötigt.

Zur Verbesserung dieser Situationen strebt LTER-D die folgenden Ziele an:

- Ergänzung der vielfältigen kurzfristig ausgerichteten ökologischen Untersuchungen durch *innovative Forschungsarbeiten über langfristige ökologische Prozesse*, um die bestehenden Wissensdefizite in diesem Bereich zu schließen,
- Durchführung übergreifender Ökosystem-Analysen im Hinblick auf *zeitliche, regionale und systemare Eigenschaften*, Kooperation zwischen *Theorie, Empirik und Anwendung*,
- Verbesserte Einbeziehung von *Wechselwirkungen, indirekten und chronischen Effekten* in ökologische Systemanalysen und Management-Strategien,
- Anwendung der *retrospektiven Analyse* für die umweltrelevante Entscheidungsfindung: Durchführung von Szenarien mit verschiedenen Modellen auf der Grundlage der Langzeit-Datensätze,
- Einbindung *historischer und paläoökologischer Ansätze* zur Ausweitung der Zeitskala und zur verbesserten Ableitung von Konsequenzen aus verschiedenen Nutzungsweisen und –intensitäten,
- Bereitstellung von Wissen und Methoden für eine bessere *Zukunftsorientierung* (Lernen aus der Vergangenheit)
- Entwicklung von modellgestützten *Szenarien*

Diese Arbeiten sollen sehr stark an den *Ökosystemansatz* gebunden sein. Eine solche Anbindung an den Ecosystem Approach der CBD (ESA; UNEP 2000) erscheint aus folgenden Gründen zwingend:

- Die CBD stellt einen konzeptionellen und begrifflichen Rahmen zur Verfügung, der im Zusammenhang mit Biodiversität und deren Erhalt und Nutzung wissenschaftlich erarbeitet und anerkannt ist.
- Wie die National Science Foundation der USA in ihrer Auswertung des Zeitraumes 1980-2000 für das amerikanische LTER-Programm feststellt, ist Biodiversität eine allgegenwärtige Komponente von ökologischen Langzeit-Mustern und Prozessen. Das Verständnis von Biodiversität ist grundlegend für das Verständnis von Ökosystemen.
- Der Ökosystemansatz verbindet die wesentlichen Elemente einer angewandten Umweltforschung zum Schutz, zur nachhaltigen Entwicklung und zur langfristigen Nutzbarkeit der ökologischen Ressourcen.
- Der Ökosystemansatz bezieht sich auch auf wichtige theoretische Eigenschaften von Ökosystemen wie Komplexität, Dynamik, Nichtlinearität, Hierarchität,

Selbstorganisation, etc. Diese Faktoren sollen im theoretischen Unterbau des deutschen LTER-Konzepts verankert und weiter erforscht werden.

## **2. Förderung vergleichender Analysen und Synthesen über einzelne Test- und Untersuchungsgebiete hinaus**

Ein zweiter bislang kaum wahrgenommener Ziel-Bereich für LTER-D liegt in dem Bestreben, Regionen-übergreifende, vergleichende Studien anzufertigen. Standortvergleiche liefern sehr wichtige Informationen über ökologische Strukturen und Prozesse und deren Wechselwirkungen sowie großräumiger Trends. Vor allem aus organisatorischen Gründen haben derartige Arbeiten in der Vergangenheit nicht in hinreichender Form und Menge stattgefunden. LTER-D bietet die Chance, diese Lücke zu schließen und damit auch die bestehenden Daten noch sinnvoller zu nutzen. So können z.B. die Resultate der Ökosystemforschungszentren erstmals in einem kooperativen Organisationsverbund verglichen und vernetzt werden. Weitere Standort-Daten sollen schrittweise zu diesem Grundstock hinzugefügt werden, so dass themenspezifische Standort-Kombinationen bearbeitet werden können.

Weiterhin besteht auf einigen Standorten ein sehr großes Informationskapital, da hier seit langer Zeit Untersuchungen durchgeführt werden, die bis heute fortgesetzt werden konnten. Eine Öffnung dieser Untersuchungsstandorte für andere interessierte Arbeitsgruppen wird die Arbeiten aller Beteiligten erheblich fördern. Damit würde ein Analogon zu den sog. Großgeräten entstehen – bundesweit und international zur Verfügung stehende Untersuchungsgebiete und Datensätze, die von allen interessierten Wissenschaftlern genutzt werden können. Hieraus ergibt sich sowohl für die Wissenschaft als auch für die Administration ein erheblicher Mehrwert. In diesem Kontext sollen im LTER-D-Netzwerk folgende Ziele verfolgt werden:

- Gemeinsame Auswertungen zur Erarbeitung und Prüfung von Hypothesen über *generelle ökologische Entwicklungstrends*,
- Erarbeitung verbesserter Methoden zur Erstellung und Nutzung „Roter Listen“
- *Methodischer* Abgleich zwischen den Untersuchungsgebieten,
- *Langfristige* Sicherung von Untersuchungsgebieten mit einem hohen Informationsgehalt,
- *Kooperative* Nutzung von Standorten mit großem Wissen über verschiedenste ökologische Eigenschaften.

- Anfertigung *gemeinsamer Publikationen*,
- *Gemeinsame Weiterentwicklung theoretischer Aspekte der ökologischen Langzeitforschung*

### **3. Förderung der Zusammenarbeit zwischen naturwissenschaftlichen und sozioökonomischen Disziplinen**

Die Notwendigkeit der *Einbeziehung von Sozialwissenschaften* wird im Principle 1 des Ecosystem Approaches der CBD herausgestellt. Für die gezielte *Kopplung ökologischer und sozioökonomischer Aspekte* ist eine Abschätzung der Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf die naturräumliche Umwelt erforderlich. Hier fehlt gegenwärtig noch verallgemeinerbares Material als Entscheidungsgrundlage, so dass oftmals nur Annahmen als Diskussionsbasis genutzt werden können. Im LTER-D sollen Wege gesucht werden, diesen Forderungen und Erkenntnissen nachzukommen und die Kooperation mit Sozialwissenschaftlern zu verbessern. Hierzu stehen zwei Konzepte im Mittelpunkt des Interesses:

(a) *Indikation eines adaptierten DPSIR-Modells* ([www.eea.eu.int](http://www.eea.eu.int)): Das modifizierte DPSIR-Modell geht davon aus, dass ökonomische und gesellschaftliche Impulse die wichtigsten Faktoren des Entscheidungsprozesses zur Landnutzung sind. Aus diesen Entscheidungen ergeben sich räumliche und technische Muster des Natur-Umgangs als „Druck“, der Veränderungen des Umweltzustands auslöst. Dadurch ändern sich nicht nur die ökologischen Strukturen sondern auch die Prozessgefüge der Ökosysteme werden beeinflusst. Die ökologischen Einheiten erlangen dann mit Hilfe selbstorganisierter Prozessabfolgen häufig einen neuen, „metastabilen“ Zustand. Dieser modifizierte Zustand hat nicht nur ökologische Rückwirkungen sondern bewirkt auch Veränderungen in den sozialen und ökonomischen Systemen. Nach Rezeption und Bewertung des neuen Zustands durch die Akteure fällt eine Entscheidung über die künftige Nutzungsform und -intensität als Antwort auf die Folgen der vorlaufenden Nutzungsweise. Mit diesem Schritt schließt sich der Kreis, und ein neuer Durchlauf des Modells startet. Auf allen Ebenen fließen zusätzliche Informationen in den Entscheidungsprozess ein: Nicht nur politische oder ökonomische Veränderungen oder technische Neuentwicklungen sondern auch die Reflexion vergangener Nutzungsfolgen und externer Umwelteinflüsse modifizieren das jeweilige neue Nutzungskonzept. Die sozial-ökologischen Wirkungsverflechtungen dieses Modells sollen in Kooperation zwischen Sozialwissenschaften und Umweltwissenschaften anhand von Langzeitdatensätzen und historischen Kenntnissen untersucht werden.

(b) *Ecosystem Services*: Ein zweiter Ansatz zur Verknüpfung der naturwissenschaftlichen und gesellschaftswissenschaftlichen Aspekte besteht in der Nutzung des Ecosystem-Service-Ansatzes. Hierbei werden Güter und Dienstleistungen der Natur, die von gesellschaftlichem Nutzen sind, in ihrer Dynamik verfolgt (z.B. als Regulations-, Träger-, Informations- und Produktionsfunktionen). Es soll mit Hilfe der Ökosystemdienstleistungen eine Ebene gefunden und formuliert werden, auf der Indikatoren-Ausprägungen für Bewertungszwecke genutzt werden können.

Im Einzelnen werden folgende Ziele verfolgt:

- Anpassung des *DPSIR-Ansatzes* für Langzeitdatensätze,
- Ableitung der relevanten *Ecosystem Services* für Langzeitdatensätze,
- *Kopplung* der beiden Konzepte,
- Durchführung *historischer Systemanalysen* und *Schwachstellenanalysen bei der konsequenten Umsetzung von Maßnahmen* zur Nutzung der Resultate für ökologisch-ökonomische Risiko-Analysen.

Damit wird es auch möglich, die *wissenschaftlichen Grundlagen für die nachhaltige Nutzung und Erhaltung* von Ökosystemen wesentlich zu verbessern, ein erweitertes Methodenspektrum zu erarbeiten und dies in die Bedürfnisfelder des Umweltmanagements einzubetten.

#### **4. Förderung, Entwicklung und Sicherung der ökologischen Langzeitforschung zur Integration von Umweltforschung und Umweltbeobachtung**

LTER-D wird die Zusammenarbeit zwischen wissenschaftlichen Institutionen und Einrichtungen des Umweltmanagements verbessern. Diese Kooperation wird von beidseitigem Nutzen sein: Einerseits können die Wissenschaftler von den Langfrist-Daten der Monitoring-Einrichtungen profitieren und auf der anderen Seite können sie neue Interpretationswege erarbeiten und Optimierungen der Messeinrichtungen vorschlagen. In jedem Fall wird der Informationsgrad der Akteure auf beiden Seiten erhöht und die drei zentralen Aspekte des Forschungsnetzes (Langzeitanalyse, Ökosystemansatz, Verknüpfung sozial- und umweltwissenschaftlicher Aspekte) können auch in die Praxis eingebracht werden.

Eine weitere geplante Innovation zielt in diesem Zusammenhang auf die Nutzung der langfristigen Datensätze für die Abschätzung zukünftiger Risiken und Potentiale. Über die

Schritte Modellbildung → langfristig ausgerichtete Modellvalidierung anhand der vorliegenden Daten → Anwendung der Modelle für Entwicklungs-Szenarien können die erhobenen Datensätze äußerst effizient in Entscheidungsprozesse eingebracht werden. Im Rahmen dieser Zusammenführung stehen folgende Ziele im Mittelpunkt:

- *Integration von Monitoring und kausaler ökologischer Forschung,*
- *Entwicklung und Erprobung von Szenarien,*
- *Abstimmung der eingesetzten Untersuchungen im Sinne einer Netzwerk-Optimierung,*
- *Erarbeitung von Beiträgen zur Optimierung von Messnetzen,*
- *Integration von Forschungsstationen in die Messnetze,*
- *Sicherung von bestehenden Untersuchungsgebieten und Arbeitsgruppen der Langzeitforschung.*

Mit diesem anwendungsbezogenen Ansatz stellt das deutsche LTER-Netzwerk im internationalen Verbund eine Ausnahme dar. Während in den meisten LTER-Staaten relativ wenige Dauerbeobachtungsflächen untersucht werden, soll in Deutschland eine möglichst starke Integration zwischen Monitoring und Langzeitforschung stattfinden. Hierzu zählen auch regionalisierende Untersuchungen mit gesamtstaatlichen Aussagen. Eine weitere Besonderheit ergibt sich aus dem Bestreben, die nationalen Großschutzgebiete (z.B. als Referenzflächen) direkt in die Arbeiten einzubeziehen.

### **5. Organisation von Datensicherung und Datenaustausch als Voraussetzung für eine erfolgreiche Kooperation**

Einer der vorrangigen und mittelfristig erreichbaren Mehrwerte von LTER-D ist die *Errichtung eines Internet-basierten Informationssystems*, in dem die zahlreichen Einzeldaten für einen größeren Nutzerkreis in einer zentralen Maske zusammengefasst und nutzbar gemacht werden. Gegenwärtig existiert kein derartiges System.

Die Entwicklung im Bereich der *Umweltinformatik* ermöglicht die bessere Organisation von Daten, deren Sicherung und Austausch. Die vorliegenden Probleme in diesem Bereich beruhen z.T. auf verschiedenen (konkurrierenden) Kompetenzen, Kooperationsproblemen zwischen verschiedenen administrativen Ebenen und der Furcht vor dem Mehraufwand, der durch eine Bereitstellung von Daten entsteht. Die Gründungsmitglieder von LTER-D gehen davon aus, dass der Verbund in diesem Problemfeld eine vermittelnde und motivierende Rolle

einnehmen kann und dass für die Datenzusammenführung zusätzliche Mittel eingeworben werden können. Hieraus ergäben sich folgende Potenziale:

- Bereitstellung und Nutzbarkeit von *Referenzdatensätzen*
- *Anknüpfbarkeit von neuen Untersuchungen* an vorhandene Standorte mit verfügbaren Langzeit-Datensätzen
- Erstellung einer *Kommunikations- und Informationsplattform*
- Effektivierung der *Datenauswertung und Datennutzung*

### **6. Förderung der Ausbildung und des Informationsaustauschs**

Ein weiteres Ziel des Netzwerkes ist die Förderung der Ausbildung im Bereich des Langfristmonitorings, der vergleichenden ökologischen Langzeitforschung sowie in den relevanten Methoden, Theorien und Technologien. Damit sollen wissenschaftliche Grundlagen für das Ökosystemmanagement und die Politikberatung verbessert werden.

LTER-D plant hierzu die Ausrichtung gemeinsamer Lehrveranstaltungen und Seminare, die nicht nur dem Informationsaustausch zwischen den Einrichtungen dienen sollen. Vielmehr sollen hierbei aktuelle Probleme der Langzeitforschung, Methoden und Auswertungsmodule diskutiert und in gemeinsamen Projekten weitergeführt werden. Im Einzelnen sollen folgende Aktivitäten ergriffen werden:

- Durchführung von *Seminaren und Workshops*
- Durchführung regelmäßiger *Konferenzen* und Erstellung von *Dokumentationen*
- Durchführung gemeinsamer *Lehrveranstaltungen, Förderung der Artenkenntnis und des Ökosystemverständnisses*
- Gemeinsame *Auswertungs-Seminare* mit Doktoranden.

### **7. Förderung der internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiet vergleichender, langfristiger ökologischer Forschung und Vernetzung im Rahmen der internationalen und europäischen Programme (ILTER und ALTER-Europe)**

Der deutsche LTER-Verbund ist auf eine starke Einbettung in internationale Aktivitäten ausgerichtet. Hieraus ergeben sich viele Vorteile für alle Beteiligten, z.B. der Zugang zu internationalen Datenbeständen, die Kooperation mit ausländischen Kollegen, die Durchführung gemeinsamer Projekte sowie die Erarbeitung von überregionalen



Vergleichsstudien. Die Arbeiten zielen auf eine Integration in das globale ILTER-Netzwerk sowie in die entsprechenden europäischen Forschungsverbände. Für beide Fälle gilt, dass ausschließlich anerkannte nationale Netzwerke in die internationalen Verbände aufgenommen werden können.

## Ausgangsbasis

In Deutschland werden seit langer Zeit an vielen Stellen umfangreiche Langzeit-Daten zur Entwicklung der Umweltsituation erfasst. Diese wichtigen Arbeiten unterliegen allerdings einigen Einschränkungen:

- Die Messkonzepte fußen meistens auf disziplinären oder sektoralen Fragestellungen.
- Eine ökosystemare Umweltbeobachtung besteht nur in sehr wenigen Ausnahme-Gebieten.
- Die Standorte sind historisch oder aufgrund der spezifischen Fragestellungen gewählt worden.
- Zwischen einzelnen Messnetzen bestehen keine oder nur sehr geringe Interaktionen, nur wenige Standorte werden von verschiedenen Messnetzen genutzt.
- Eine gemeinsame Auswertung und Integration der erfassten Daten ist bislang nicht angestrebt gewesen und kaum durchgeführt worden.
- Ökologische und sozio-ökonomische Daten werden nur in sehr wenigen Fällen und dies nur auf groben Maßstäben (z.B. bundesweit) gemeinsam erfasst und bearbeitet.
- Zwischen den amtlichen Netzwerken und den potentiell interessierten Forschungseinrichtungen besteht nur ein geringes Ausmaß an Kommunikation und Zusammenarbeit.
- Es gibt keine zentrale Datenhaltung, die Inhalte der Messnetz-Protokolle können nicht durch eine Meta-Datenbank erfasst werden. Es gibt keine übergreifende Status-quo-Analyse.
- Die Fortführung der wenigen systemar angelegten Messprogramme ist nicht langfristig gesichert.

Auch die langfristig betriebenen Forschungsstandorte arbeiten meistens in disziplinärer Isolation. Die erfassten Daten werden oft nicht für Standortvergleiche genutzt, die Interaktionen zwischen den verantwortlichen Einrichtungen sind gering, und die Effizienz der Datennutzung sowie der Standortnutzung kann optimiert werden. Die Finanzierung der Dauerbeobachtungsflächen wird derzeit hauptsächlich durch Drittmittel aufrechterhalten, die langfristige Fortschreibung der Datenerfassung ist nicht immer gesichert. Eine Auswertung unter dem Langzeit-Aspekt ist oft noch nicht durchgeführt worden.

Mit dem LTER-D-Verbund steht eine schlagkräftige Gruppe von Personen und Einrichtungen bereit, die eine enge Zusammenarbeit plant und über eine hohe Integrationsbereitschaft verfügt. Eine qualifizierte Ausfüllung der aufgezeigten Lücken kann als das zentrale Ziel dieser Gruppe betrachtet werden, die sich nicht als „closed-shop“, sondern als eine offene Gemeinschaft versteht. Hierzu wurden bereits schriftliche Kooperationsvereinbarungen führender Institutionen formuliert<sup>1</sup>. Eine Reihe weiterer Institutionen hat mittlerweile ihr Interesse an der Zusammenarbeit bekundet bzw. nimmt bereits an der Zusammenarbeit teil<sup>2</sup>.

Die beteiligten Forschungszentren der Helmholtz-Gemeinschaft haben die Langzeitforschung als gemeinsames Forschungsziel formuliert, und es wird derzeit die Möglichkeit erörtert, dass Teile der Vernetzungsaufgaben von diesen Institutionen wahrgenommen werden.

---

<sup>1</sup> Die primäre Gründung des Verbundes im Jahr 2003 basierte auf Kooperationsvereinbarungen folgender Institute: GSF Neuherberg, BITÖK Bayreuth, UFZ Leipzig, ZALF Müncheberg, FZW Göttingen, Universität Vechta, AWI Bremerhaven, GKSS Geesthacht, ÖZK Kiel

<sup>2</sup> Informationen zur aktuellen Zusammensetzung des Netzwerkes können der beigefügten Liste bzw. der Web-Seite des Verbundes entnommen werden

## **Vorgehensweise und Planung**

Zur Erreichung der beschriebenen Ziele von LTER-D sind 3 Maßnahmenpakete vorgesehen:

1. Aufbau einer nationalen wissenschaftlichen *Koordinations- und Kontaktstelle*,
2. *Organisation des Datenmanagements* und Erfassung der bundesweit vorhandenen Langzeitdatensätze,
3. Aufbau und langfristige Sicherung eines thematisch und regional repräsentativen *Kern-Netzes an Untersuchungsgebieten*.

Nachdem in den Jahren 2003 und 2004 die Gründung von LTER-D erfolgte, soll im Frühjahr 2005 eine gemeinsame Satzung verabschiedet werden. Der folgende Schritt soll der Aufbau der *Koordinationsstelle* sein. Diese Einrichtung soll möglichst bei der Helmholtz-Gemeinschaft angesiedelt werden, um die Bereitstellung der erforderlichen Infrastruktur und die langfristige Stabilität des Verbunds zu gewährleisten. Die Koordinationsstelle soll unmittelbar nach Erreichen ihrer Arbeitsfähigkeit zwei zentrale wissenschaftliche Aufgaben bearbeiten:

Die erste Aufgabe besteht darin, ein *Instrument zur Erfassung und Verknüpfung der vorhandenen Daten zu entwickeln*. Da diese Aufgabe nicht unmittelbar von der Koordinationsstelle geleistet werden kann, sind hierfür Drittmittel zu akquirieren. Die Antragstellung soll, da es sich um eine Aufgabe von allgemeinem öffentlichem Interesse handelt, an staatliche Drittmittelgeber erfolgen. Diese Adressierung erfolgt vor allem, weil das Problem der Verknüpfung inhomogener Datensätze kein auf die Langzeitforschung beschränktes Problem darstellt und weil im Rahmen der zunehmenden Regulierung durch EU-Richtlinien die Notwendigkeit zur Schaffung derartiger Verknüpfungen immer mehr zunehmen wird.

Aufbauend auf diesen Arbeiten soll ein *Initialprojekt zur Auswertung verknüpfter, inhomogener ökologischer Langzeitdatensätze* begonnen werden. Im Rahmen dieses Projektes ist vorgesehen, in enger Zusammenarbeit zwischen Mathematikern und Ökologen eine Testung der Bearbeitbarkeit ausgewählter Fragestellungen in terrestrischen und aquatischen Ökosystemen vorzunehmen. Die ökosystemaren Projekt-Inhalte werden an den o.a. Zielsetzungen und Fragen orientiert. Der mathematische Teil befasst sich mit grundsätzlichen Problemen bei der gemeinsamen Bearbeitung inhomogener Datensätze und umfasst vor allem die Analyse von Aussageschärfen und –grenzen derartiger Betrachtungen sowie die Entwicklung eines geeigneten Instrumentariums für die statistische Analyse. Auch hierfür ist eine Drittmittel-basierte Finanzierung vorgesehen.

Zur Vorbereitung dieser Vorhaben werden mehrere kleinere Projekte des Verbundes mit Eigenmitteln durchgeführt. Hierzu zählen neben organisatorischen Tätigkeiten (Beitritt ILTER, Publikations-Konzept, Aufbau der Koordinierungsstelle etc.) die folgenden Arbeiten:

- Strukturierung und Konkretisierung der Anforderungen für eine Meta-Datenbank
- Optimierung des Standortsatzes
- Anforderungen zur regionale Differenzierung der Meßergebnisse
- Historische Analysen der Untersuchungsgebiete
- Bestandsanalyse von Langzeitdatensätzen in Deutschland
- Exemplarische Durchführung von Zeitreihenanalysen
- Ökosystemvergleich im Hinblick auf klimatische Veränderungen
- Relationale Ökologie

Originäre Aufgaben der Koordinationsstelle sind darüber hinaus die *Koordination, der Aufbau und die langfristige Sicherung eines repräsentativen Netzes von Langzeit-Untersuchungsgebieten in Deutschland*. Dazu wird LTER-D einen Katalog der benötigten Typen von Untersuchungsgebieten und –programmen sowie der Anforderungen an diese erarbeiten. Dieser Katalog soll durch die Arbeit in konkreten Untersuchungsgebieten realisiert werden. Die Sicherung dieser Gebiete soll je nach vorhandenen Ressourcen und Strukturen erfolgen. Kooperationsvereinbarungen, Abstimmungen zur Form der Weiterführung bereits laufender Monitoringprogramme, im Einzelfall auch Hilfestellungen bei der Überbrückung finanzieller Engpässe (z.B. in Phasen des Personalwechsels) sollen eine durchgängige Datenaufnahme sichern.

Eine weitere Aufgabe der Koordinationsstelle ist die Koordination der *Datenhaltung und –pflege*. Dazu zählt einerseits die Umsetzung der zuvor definierten Mindestanforderungen an Langzeitprogramme, zum anderen die ständige Aktualisierung der uneingeschränkt zugänglichen Datenübersicht und die Kontrolle der Einhaltung der Datenstruktur. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass zwar jederzeit eine detaillierte Information über die vorhandenen Daten öffentlich zugänglich ist, die direkte Nutzung der jeweiligen Daten jedoch in der Kontrolle der Datenhalter verbleibt. Im Fall der Genehmigung der Datennutzung sind die benötigten Instrumente zur Datenextraktion in ein einheitliches Format vorhanden, so dass sich nach der Zugriffs-Genehmigung kein Zeitverzug ergibt.

## Datenmanagement

Weil das Datenmanagement ein Hauptpunkt von LTER-D ist und weil sich in der Vergangenheit immer wieder gezeigt hat, dass sich gerade in diesem Punkt schwerwiegende Probleme ergeben, erfolgten bereits im Vorfeld eingehende Analysen, deren Ergebnis im folgenden Abschnitt zusammengefasst werden.

*Ziel des Datenmanagements* im LTER-D ist die Gewährleistung der Datenerfassung, der Datenverfügbarkeit, des Datenaustauschs und der Verknüpfung von Daten sowie der Sicherung und Pflege der relevanten Datenbestände. Daraus leiten sich folgende Aufgaben des Datenmanagements ab:

- Inventur, Aktualisierung und Fortschreibung vorhandener Datenquellen aus Forschungsprojekten, Monitoringprogrammen und Einzeluntersuchungen.
- Sicherung des Datenzugriffs und des Datenaustausches sowie der langfristigen Interpretierbarkeit der Daten.
- Harmonisierung von Sachdatenstrukturen und Metadaten unter Berücksichtigung internationaler Standards.
- Langfristige Sicherung des Datenbestandes im LTER-D und Darstellung der Datenbankinhalte.

Hauptbestandteile des Datenmanagementsystems (DBMS) sind ein *Datenbanksystem* und ein *Geographisches Informationssystem*. Datenbanktechnisch erlaubt das DBMS die Suche nach Sachgebieten, Forschungsprojekten, Untersuchungs- und Auswertungsmethoden, räumlichen Daten, Zeitreihen, Einzelergebnissen, Kontakten (Institutionen, Personen) sowie internationalen Entwicklungen. Die Zugriffsrechte (Lesen, Schreiben, links) sind durch technische Regeln definiert.

Der *Aufbau des Datenmanagements* erfolgt in 3 hierarchisch geordneten Stufen:

1. Zusammenstellung und Kurzdokumentation relevanter Datenquellen (*Datenportal*).
2. Aufbau einer *Metadatenbank* zur Ablage der Information und Verknüpfung mit Web-GIS zur Visualisierung und Abfrage.
3. Aufbau einer *Sachdatenbank* und Verknüpfung mit der unter 2. genannten Metadatenbank.

Generell sind alle Daten in der Metadatenbank verfügbar. Aktuell bearbeitete Daten stehen in der Sachdatenbank zur Verfügung. Ergebnisse von LTER-D –Projekten werden ebenfalls in der Sachdatenbank bereitgehalten.

Für das LTER-D Programm ist eine eigenständige leistungsfähige Server-Plattform zu installieren, die ständig zu pflegen ist. Aufgrund der hohen Datenrate bei Raumdaten und Images ist ein Breitband-Netzzugang mit hoher Geschwindigkeit erforderlich. Für die technische Realisierung des Datenmanagements und die inhaltliche Gewährleistung des Datentransfers sind dauerhaft 2 Vollzeitkräfte erforderlich. Die Qualitätssicherung des Datenmanagements wird durch die Arbeitsgruppe (TC) „Datenmanagement“ gewährleistet. Qualitätssicherungsmaßnahmen sind in technischen Regeln festgelegt.

## **Standortsatz und regionale Ansätze**

Das LTER-D-Netzwerk hat im Rahmen seines Workshops im Jahr 2005 einen vorläufigen Standortsatz definiert. Hierbei werden folgende Untersuchungsgebiete einbezogen:

- Nationalpark Bayerischer Wald
- Versuchsgut Scheyern
- Fichtelgebirge
- Agrarlandschaft und Biosphärenreservat Nord-Sachsen
- Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin
- Agrarlandschaft Uckermark
- Solling
- Deponiestandort in Bremen
- Bornhöveder Seenkette
- Darß-Zingster Boddenkette
- Nationalpark Schleswig-Holsteinisches-Wattenmeer
- Offshore-Bereich Helgoland und Deutsche Bucht

Auf dieser Grundlage soll ein optimierter Standortsatz erarbeitet werden, der einen zu entwickelnden Kriteriensatz zur Grundlage hat. Aus der Zusammenstellung dieser Standorte sollen räumliche Differenzierungen wichtiger ökologischer Langzeitprozesse abgeleitet werden, die in einem konkreten Projekt vorgenommen werden. Hierbei soll das im Folgenden dargestellte Vorgehen angewendet werden: Zur räumlichen Differenzierung der ökosystemaren Stoff- und Energieflüsse dienen meist zwei komplementäre Verfahrensansätze: die landschaftsökologische Kartierung und die biogeochemische Quantifizierung des Stoffhaushalts. Ziel der Messungen ist die Bestimmung des Stabilitätsfeldes ökologischer Systeme sowie die darin eingebettete Abschätzung der Umweltkonzentration von Stoffen (Predicted Environmental Concentration, PEC), deren Abgleich mit ökotoxikologischen Wirkschwellen (Predicted No Effect Concentrations, PNEC) eine Einstufung stofflicher Umweltrisiken ermöglicht.

Die Kombination der landschaftsökologischen Raumgliederung mit der Bestimmung der Umweltkonzentration von Stoffen ist praktisch und wissenschaftlich bedeutsam. Denn die Umweltbeobachtung soll die räumliche Struktur von wichtigen, zu Landschaftseinheiten aggregierten physisch-geographischen Merkmalen terrestrischer und aquatischer Ökosysteme flächenrepräsentativ abdecken.



Dies ist sinnvoll, weil jede Strukturbildung das Ergebnis der mit Energieflüssen verknüpften räumlichen Verlagerung bzw. Organisation von Materie ist: Während in geschlossenen Systemen die Entropie maximiert und die arbeitsfähige Energie (Exergie) minimiert wird, erreichen offene Systeme wie Ökosysteme oder Ökosystemkomplexe (Landschaften) dieses thermodynamische Gleichgewicht maximaler Entropie nicht. Vielmehr ist der wahrscheinlichste Zustand offener Systeme derjenige, in dem die Entropieproduktion pro Energietransfer-Einheit minimiert wird. Dies wird durch Strukturierung (Negentropie-Bildung, Organisation) im System und komplementären Entropie-Export erreicht. Dieser Zustand des stationären Fließgleichgewichts kann nur bei permanentem Energie- und Stofffluss aufrechterhalten werden. Die horizontale und vertikale Differenzierung von Vegetationskomplexen ist ein Beispiel dieser Negentropie-Bildung offener Systeme und Ausdruck der damit optimierten Nutzung von Energie-, Wasser- und Nährstoffressourcen. Das für die Wechselbeziehung zwischen Phytozönosen und Biotopen beispielhaft Dargelegte gilt auf allen räumlichen Skalen bis hin zum Landschaftsmaßstab. Insofern sind Landschaftsstrukturen Komplexindikatoren für die stofflichen und energetischen Randbedingungen, unter denen Ökosysteme funktionieren. Deshalb sollten die räumliche Struktur von Umweltmessnetzen an den Landschaftsstrukturen orientiert und die Daten der Umweltbeobachtung mit den landschaftsökologischen Basisdaten verknüpft werden. Für diese beiden Aspekte wird eine aus flächendeckenden Daten zu räumlichen Strukturen landschaftsökologischer Merkmale statistisch abgeleitete Raumgliederung benötigt, die in einem GIS mit den Messdaten und den dazu gehörenden Metadaten verknüpft werden kann. Die statistische Beschreibung der ökologischen Eigenschaften der Raumklassen unterstützt die Interpretation von Daten über die Umweltkonzentration (PEC-Daten) von Stoffen: Beispielsweise werden die mit der nassen und trockenen Deposition eingetragenen Metalle in Pflanzen und in der Streuauflage der Böden zwischengespeichert, bevor sie durch Auswaschung oder Abbau der Biomasse in die mineralischen Bodenhorizonte perkolieren. Die Messdaten über die Metallakkumulation und die daraus geostatistisch geschätzten Flächendaten lassen sich im GIS mit denjenigen Gebieten der landschaftsökologischen Raumklassen verknüpfen, in denen die Schwermetallbindung in den Böden gering und die Wahrscheinlichkeit ihres Übertritts in das Grundwasser hoch ist. Diese Risikolokalisierung lässt sich anhand der Messungen einschlägiger Umweltbeobachtungsnetze empirisch validieren, deren Identifizierung und Lokalisierung mit der an das GIS gekoppelten Metadatenbank erfolgt.

### **Internationale Einbindung**

Das wichtigste Ziel am Beginn der Initiative zur Begründung eines LTER-D war es, den Anschluss der deutschen ökologischen und ökosystemaren Langzeitforschung an den internationalen LTER-Prozess herzustellen. Während derzeit bereits über 30 Länder weltweit im ILTER-Verbund organisiert sind ([www.ilternet.edu/networks/index.html](http://www.ilternet.edu/networks/index.html)), auch solche mit wesentlich weniger leistungsfähiger Forschungsinfrastruktur, steht Deutschland hier noch immer abseits. Dies ist sicher auch dadurch bedingt, dass es in Deutschland aufgrund der stark föderalen Struktur und der dadurch bedingten fragmentierten Zuständigkeiten in Monitoring, Forschung und Bildung besonders schwierig ist, eine nationale kohärente und integrierte Initiative im LTER-Bereich zu formieren. Die Anerkennung nationaler Netzwerke und ihre Aufnahme in ILTER ist an strenge formale Kriterien gebunden ([www.ilternet.edu/documents/ILTER\\_bylaws\\_10\\_01\\_2004.html](http://www.ilternet.edu/documents/ILTER_bylaws_10_01_2004.html)), deren Erfüllung durch die deutschen Randbedingungen erschwert ist. Aufgrund der bisherigen Anstrengungen der Gründungsmitglieder konnten wesentliche Hürden, zum Beispiel die Anerkennung durch das Ministerium für Wissenschaft und Forschung (BMBF), bereits überwunden werden. Auf dem offiziellen Gründungstreffen in 2005 muss unter den Mitgliedern vereinbart werden, welche der vielen (Größenordnung mehrere hundert) LTER-Beobachtungsflächen in Deutschland dem ILTER als "offizielle Sites" gemeldet werden (Größenordnung 5-25). Hierbei werden die regionale ökologische Relevanz und Repräsentativität der Standorte, ihre Ausstattung mit Forschungseinrichtungen sowie ihre institutionelle und finanzielle Absicherung bedeutsam sein.

Friedrichstadt im März 2005