

Ökologie und Umweltforschung  
an der Universität Bayreuth



# Ökosysteme: Die Grundeinheiten der Natur

**Bayceer**

Bayreuth Center of Ecology  
and Environmental Research

# Ökosysteme: Die Grundeinheiten der Natur

Ökosysteme sind die funktionellen Einheiten einer Landschaft. Sie bestehen aus Organismen und unbelebten Bestandteilen und regulieren sich über deren Wechselwirkungen. In der Hierarchie der belebten Systeme bilden sie eine eigene Organisationsstufe. Aquatische und terrestrische Ökosysteme sind die Lebensgrundlage des Menschen.

Ziel der Ökosystemforschung ist es, die Funktion der Systeme zu verstehen und Prognosen für die Zukunft zu erarbeiten. Die Funktion äußert sich zum Beispiel in Stoff- und Energieumsätzen innerhalb des Systems, aber auch im Stoffaustausch zwischen den Ökosystemen und der Umwelt. Eine wichtige Frage ist, wie Umweltfaktoren und menschliche Nutzung die Entwicklung der Ökosysteme beeinflussen.

Da Ökosysteme sehr komplex sind, arbeiten in der Ökosystemforschung verschiedene Fachgebiete in interdisziplinären Verbänden. Tier- und Pflanzenökologie, Bodenkunde, Mikrobiologie, Hydrologie, Klimatologie und Modellbildung sind beteiligt.

An der Universität Bayreuth werden unterschiedlichste Ökosysteme untersucht. Neben intensiv agrarisch genutzten Ökosystemen sind extensiv genutzte Waldökosysteme der gemäßigten Zone und der Tropen Gegenstand der Forschung. Hinzu kommen Arbeiten in limnischen Ökosystemen, wie Seen und Fließgewässern.

Forschungsthemen der Ökosystemforschung an der Universität Bayreuth sind:

- Änderungen des Klimas und der Stoffeinträge
- Änderungen der Landnutzung
- Regeneration belasteter Ökosysteme
- Kriterien nachhaltiger Nutzung
- Biodiversität und Ökosystemfunktion
- Entwicklung der Qualität und Quantität von Grund- und Oberflächengewässern

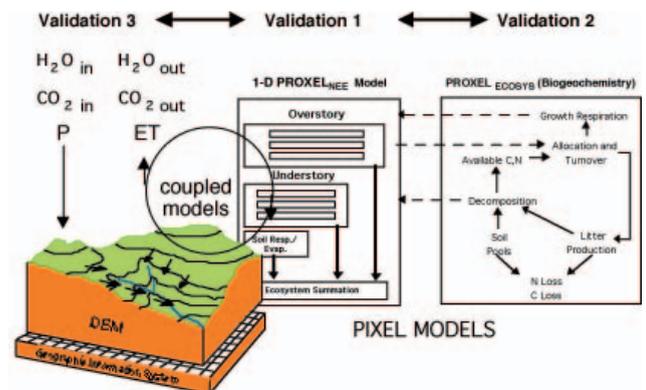
## Vom Ökosystem zur Landschaftsplanung

**Voraussetzung für eine nachhaltige Landschaftsplanung ist ein detailliertes Verständnis der verschiedenen Ökosysteme einer Landschaft.**

Entlang von Klimagradienten und während der Sukzession ändern sich die räumlichen Strukturen der Ökosysteme, die Größe ihrer Kohlenstoff- und Nährstoffpools sowie die Kohlenstoff- und Energieflüsse durch diese Pools. Damit ändern sich die Funktionen der Ökosysteme.

Es ist nach wie vor eine Herausforderung, Veränderungen solcher Ökosystemfunktionen auf der regionalen und der Landschaftsebene zu quantifizieren. Das Verständnis der Wasser-, Kohlenstoff-, Nährstoff- und Energieflüsse in den Teilökosystemen einer Landschaft, wie zum Beispiel in Laub- und Koniferenwäldern, Wiesen und Ackerflächen, ist Voraussetzung für eine nachhaltige Nutzung und Entwicklung von Landschaften und damit für die Landschaftsplanung.

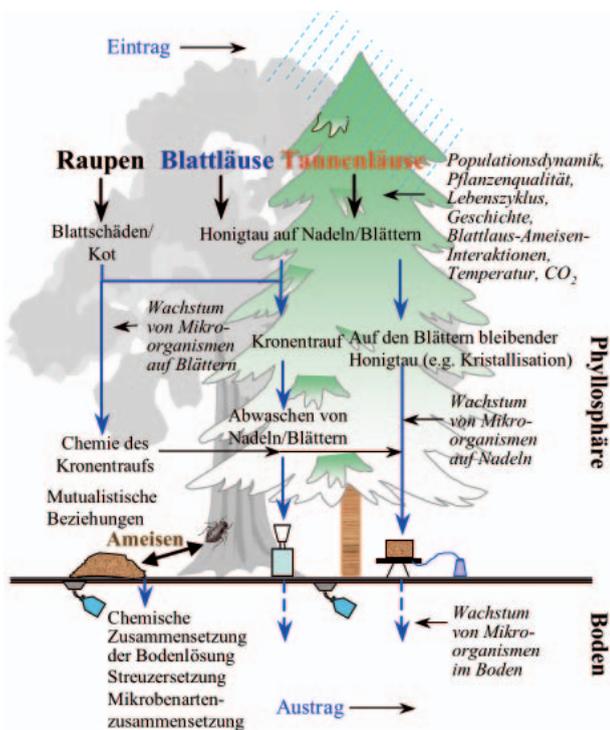
Der Brückenschlag von der Ökosystemforschung zur Landschaftsplanung erfordert Freilandexperimente entlang von regionalen Umwelt- bzw. Standortgradienten. Simulationsmodelle beschreiben den Fluss von Stoffen und Energie innerhalb und durch die verschiedenen Landschaftselemente. Sie können zeigen, wie sich funktionale Veränderungen von Ökosystemen auf Landschaft und Region auswirken.



### Info:

Lehrstuhl Pflanzenökologie

<http://www.uni-bayreuth.de/departments/planta/tenhunen>



Verbindung von Lebensgemeinschaften und Ökosystemen

### Kleine Tiere – große Wirkung

**Pflanzenfressende Insekten können Waldökosysteme stark beeinflussen. Um die Wechselwirkungen zu charakterisieren, arbeiten Wissenschaftler verschiedener Disziplinen zusammen.**

Welche Rolle spielen pflanzenfressende und an Pflanzen saugende Insekten in Wäldern? Wie beeinflussen sie die biologische Vielfalt und die Struktur von Lebensgemeinschaften? Welche Auswirkungen haben gebietsfremde Arten auf Nährstoffzyklen und vitale Ökosystemfunktionen? Welche Rolle spielen veränderte Umweltbedingungen, wie zum Beispiel erhöhte atmosphärische CO<sub>2</sub>-Konzentrationen, Stickstoff- und Schwefel-Einträge für diese Prozesse? Welchen Einfluss haben Ameisen auf die Struktur von Lebensgemeinschaften im Kronenraum von Bäumen und auf Nadelzersetzungprozesse im Boden?

Das sind nur einige der Fragen, an denen Systemökologen, Zoologen, Botaniker und Mikrobiologen zusammen mit Wissenschaftlern nichtbiologischer Fächer arbeiten.

Zoologen, Mikrobiologen und Bodenökologen untersuchen zum Beispiel die Wechselwirkungen zwischen Blattläusen, Schmetterlingsraupen und Mikroorganismen im Kronenraum von Fichten, Tannen, Buchen und Eichen und ihren Einfluss auf die Energie- und Nährstoffflüsse im Wald. Der interdisziplinäre Ansatz macht es möglich, die Fragen von verschiedenen Ebenen aus zu betrachten und mit den Methoden unterschiedlicher wissenschaftlicher Teildisziplinen zu bearbeiten. Die Teilergebnisse und ihre Bedeutung unter sich verändernden Umweltraumbedingungen lassen sich so besser verstehen.

#### Info:

Bayreuther Institut für Terrestrische Ökosystemforschung  
Abt. Tierökologie  
<http://www.bayceer.uni-bayreuth.de/toek>

### Ein unüberschaubares Netz an Beziehungen?

**Die größte Forschergruppe der Deutschen Forschungsgemeinschaft untersucht, wie das Ökosystem eines tropischen Bergregenwalds funktioniert.**

Der tropische Bergregenwald in Südecuador gehört zu den Hotspots der Biodiversität unserer Erde: Er ist eines der artenreichsten und komplexesten terrestrischen Ökosysteme.

Durch menschliche Nutzung wird dieses Ökosystem zunehmend zerstört. Um die einzigartige Vielfalt des Bergregenwaldes zu erhalten, muss das System zunächst verstanden werden. Aufbauend auf diesen Daten können dann nachhaltige Nutzungsstrategien entwickelt werden.

Eine interdisziplinäre Forschergruppe aus Geowissenschaftlern, Botanikern, Zoologen und Forstwissenschaftlern erfasst zur Zeit den enormen Arten- und Strukturreichtum der Organismen und ihre Interaktionen. Die biotischen und abiotischen Stoffumsätze und Stoffflüsse des Ökosystems werden analysiert, Klima und Landschaftsgeschichte der Region erfasst und Nutzungspotentiale erarbeitet. Wichtige Kriterien dabei sind die Gewohnheiten und Kultur der einheimischen Bevölkerung.

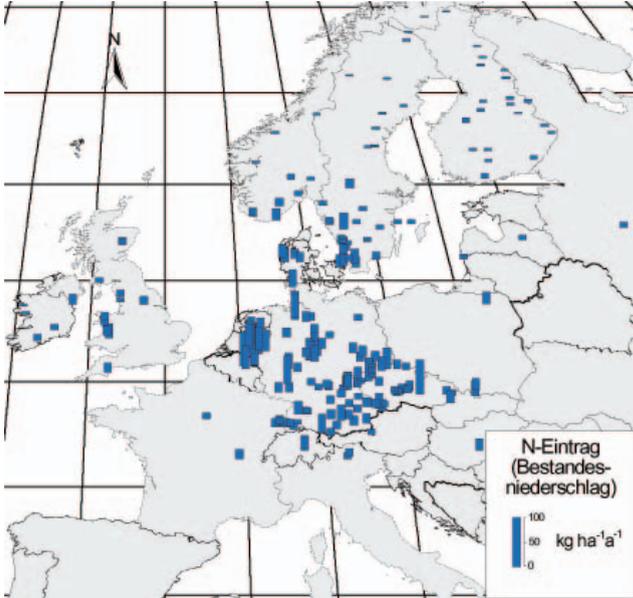
Koordiniert wird die Forschergruppe vom Lehrstuhl Pflanzenphysiologie der Universität Bayreuth. Die Daten werden in einer Datenbank der Universität Marburg gesammelt, logistisches Zentrum ist die Forschungsstation Estacion Cientifica San Francisco im Tal des Rio San Francisco auf 1800 Meter Meereshöhe. Die Untersuchungen werden in enger Kooperation mit ecuadorianischen Universitäten durchgeführt.



Forschungsstation  
Estacion Cientifica  
San Francisco

#### Info:

Lehrstuhl Pflanzenphysiologie  
<http://www.bergregenwald.de>



Stickstoff-Einträge in Waldökosystemen Europas

### Indikatoren von Stoffausträgen

#### Mit Hilfe spezifischer Ökosystemeigenschaften (Indikatoren) können Stoffausträgen aus Waldökosystemen abgeschätzt werden.

Der Stoffeintrag in Waldökosysteme Mitteleuropas erfolgt hauptsächlich durch die Ablagerung (Deposition) von Luftverunreinigungen. Der wichtigste Weg für Stoffe aus dem Ökosystem hinaus ist der Austrag mit dem Sickerwasser in das Grundwasser bzw. in die Oberflächengewässer.

In den letzten Jahren wurde eine Datenbank erstellt, die Stoffeinträge und -austräge von über 200 Fallstudien aus Waldökosystemen Europas enthält. Mit diesen Daten lassen sich großräumige Muster der Stoffeinträge und -austräge darstellen und Ökosystemeigenschaften (Indikatoren) identifizieren, die einen Einfluß auf die Eintrags-Austrags-Funktion haben.

Die Ergebnisse zeigen, dass vor allem die Waldökosysteme Mitteleuropas hohen Stickstoffeinträgen aus der Atmosphäre ausgesetzt sind. Dies liegt an Stickoxid-Emissionen aus dem Verkehr und Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft.

Die Nitratausträge aus den Waldökosystemen in das Grundwasser werden zwar maßgeblich durch die Höhe der Stickstoffeinträge bestimmt, sie werden aber durch die Stickstoff-Speicherkapazität der Ökosystemen modifiziert. Für diese Speicherkapazität ist das C/N-Verhältnis des Bodens ein wichtiger Indikator. Je höher das C/N-Verhältnis ist, desto geringer ist das Risiko der Auswaschung von Nitrat in das Grundwasser.

Das C/N-Verhältnis des Bodens ist deshalb ein wichtiger Faktor, wenn die Entwicklung der Nitratbelastung von Gewässern einer bestimmten Region abgeschätzt werden soll.

#### Info:

Lehrstuhl für Bodenökologie  
<http://www.bayceer.uni-bayreuth.de/bod>

### Der Boden vergisst nicht

#### Die Schadstoffeinträge in den Boden von Waldökosystemen haben deutlich abgenommen. Trotzdem wird eine Erholung mehrere Jahrzehnte dauern.

Langzeit-Studien an der Universität Bayreuth zeigen, dass in den letzten zehn Jahren die Einträge an Schwefel, Säure, Kalzium und Magnesium deutlich abnahmen. Die Stickstoffeinträge sind unvermindert hoch.

Die Abnahme der Schwefeleinträge sollte zu einer Erholung von Böden, Gewässern und Bäumen führen. Diese Erholung aber wird verzögert, da jetzt der in der Vergangenheit in den Böden gespeicherte Schwefel freigesetzt wird.

Die Abnahme der Einträge an Kalzium und Magnesium ist negativ zu bewerten, da diese wichtigen Pflanzennährstoffe nur noch in geringen Mengen im Boden verfügbar sind. Eine Abnahme der Einträge kann Mangelerscheinungen an den Bäumen auslösen. Tatsächlich ist dies in einigen Fällen schon zu beobachten.

Die Erholung versauerter Böden und Gewässern wird mehrere Jahrzehnte dauern und muss durch die Zufuhr von Kalk unterstützt werden.



Zeitliche Entwicklung der Schwefel-Einträge und -Austräge

#### Info:

Lehrstuhl für Bodenökologie  
<http://www.bayceer.uni-bayreuth.de/bod>

## Wandernde Gipfel

**In einem interdisziplinären Forschungsprojekt werden die Voraussetzungen für die Stabilität der empfindlichen hochalpinen Region untersucht.**

Hochalpine Ökosysteme weit über der Baumgrenze sind durch ein raues Klima, niedrige Lufttemperaturen, häufige Schneefälle selbst im Sommer und eine kurze Vegetationsperiode gekennzeichnet. Der Boden ist die längste Zeit des Jahres gefroren. Unter gewissen Voraussetzungen kommt es in dieser Region zu langsamen Bodenbewegungen (Solifluktion). Sie können lokal zu einem Massenversatz von einigen Dezimetern im Jahr führen.

Geomorphologen, Bodenkundler, Bodenphysiker, Hydrologen und Biogeografen charakterisieren die geoökologischen Bedingungen, die zu solchem Bodenbewegungen führen. Besonders wichtig sind Untersuchungen über die Auswirkungen, die der Dauerfrost auf die besiedelten Talagen hat. Taut der Boden auf und fehlt es an Bewuchs, werden Schwebstoffe und Schutt verstärkt mit den Bächen ausgetragen. Auch die Wasserführung im Sommer wird häufig durch auftauende Böden bestimmt.

Spätestens der „Jahrhundertsommer“ 2003 führte die Empfindlichkeit der hochalpinen Region deutlich vor Augen: Die Böden tauten auch in höchsten Lagen auf, zerklüftetes Gestein wurde nicht länger durch das Eis zusammengehalten und es kam zu zahlreichen Bergstürzen. Bei fortschreitender Klimaänderung wird es für die dicht besiedelten alpinen Täler von größter Bedeutung sein, die steuernden Parameter für Bodenfrost und Bodenbewegungen zu kennen.



### Info:

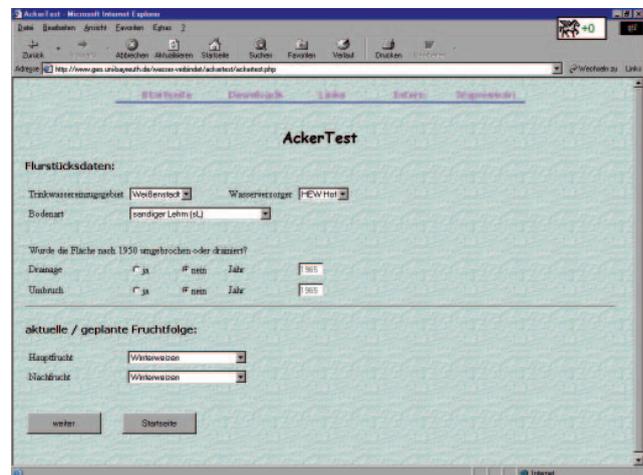
Abteilung Bodenphysik  
<http://www.geo.uni-bayreuth.de/bodenphysik>

## Wasser verbindet

**Genauere Kenntnisse der Nährstoff-Eintragspfade aus den verschiedenen Ökosystemen des Weißenstädter Beckens im Fichtelgebirge schaffen die Grundlage für eine Verbesserung der Gewässergüte.**

Das Verbundprojekt „Nachhaltige Landnutzung im Weißenstädter Becken“ hat sich zum Ziel gesetzt, die Trink- und Badewasserqualität des bedeutenden regionalen Wassereinzugsgebiets nachhaltig zu verbessern. Beispielhaft wird hierbei die Zusammenarbeit zwischen der Universität Bayreuth, den lokalen Akteuren, einem regionalen Ingenieurbüro und den Fachbehörden intensiviert.

Auf der Basis der bei den Projektpartnern und Behörden vorhandenen Daten und Software werden praxisorientierte Anwendungen entwickelt. Sie visualisieren Landnutzungsszenarien und deren Einfluss auf Grund- und Oberflächenwasser. Ein Beispiel ist das Simulationsprogramm „AckerTest“.



Mit dem „AckerTest“ kann der Einfluss von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Düngung auf den Stickstoffgehalt im Sickerwasser feldgenau nachvollzogen werden. Auch Umbruchs- und Drainageeffekte werden berücksichtigt.

Der „AckerTest“ ist eine Internet-Anwendung, die unter [www.wasser-verbundet.de](http://www.wasser-verbundet.de) (Modul Landwirtschaft) online zur Verfügung steht.

### Info:

Abteilung Bodenphysik  
<http://www.wasser-verbundet.de>

Ökologie und Umweltwissenschaften liefern einen maßgeblichen Beitrag dazu, das gesellschaftliche Leitbild der „nachhaltigen Entwicklung“ umzusetzen und auszufüllen. An der Universität Bayreuth bündelt das Bayreuther Zentrum für Ökologie und Umweltforschung BayCEER umweltwissenschaftliche, technische und organisatorische Kompetenzen und Ressourcen von über zwanzig Professoren der Biologie und Geowissenschaften. Es ist die Plattform der Universität Bayreuth für gemeinsame Forschungsinitiativen und -kooperationen im Umweltbereich.

Themenschwerpunkte sind:

- Funktion von Ökosystemen,
- Biodiversität, Arten- und Naturschutz,
- Umweltbelastung und -sanierung.

BayCEER vermittelt zwischen naturwissenschaftlicher Grundlagenforschung und deren Anwendung in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft.

Das Zentrum leistet so einen Beitrag zur Lösung gegenwärtiger und zukünftiger Umweltprobleme in verschiedenen Regionen der Erde. Seine Forschungsaktivitäten bindet BayCEER in die universitäre Lehre ein und initiiert und organisiert interdisziplinäre Lehrveranstaltungen zu aktuellen Fragen der Umweltwissenschaften.

### Ökologie und Umweltforschung an der Universität Bayreuth

Gesamtredaktion: Dr. Thomas Gollan

In dieser Reihe sind erschienen:



#### **Biodiversität: Die Vielfalt des Lebens**

Redaktion:  
Prof. Dr. Konrad Fiedler



#### **Ökosysteme: Die Grundeinheiten der Natur**

Redaktion:  
Prof. Dr. Bernd Huwe



#### **Umweltsystem Wasser:**

Redaktion:  
Prof. Dr. Stefan Peiffer

# Bayceer

Bayreuth Center of Ecology  
and Environmental Research

#### **Kontakt:**

BayCEER Geschäftsstelle  
Universität Bayreuth  
D-95440 Bayreuth  
Tel. 0921 / 55-5700  
Fax 0921 / 55-5709  
bayceer@uni-bayreuth.de

[www.bayceer.uni-bayreuth.de](http://www.bayceer.uni-bayreuth.de)