



ZU LAGE UND AUSRICHTUNG VON PROZESSORIENTIERTER ÖKOLOGISCHER FORSCHUNG, BIODIVERSITÄTS- UND NATURSCHUTZFORSCHUNG SOWIE SOZIO-ÖKOLOGISCHER FORSCHUNG IN ÖSTERREICH

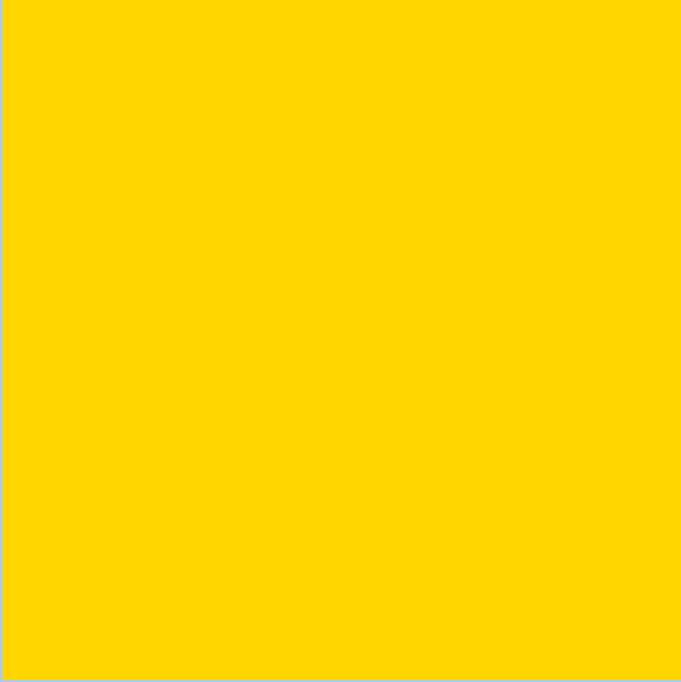


**FORSCHUNG FÜR  
DIE ZUKUNFT**

**LTER-AUSTRIA  
WHITE PAPER  
2015**

Österreichische Gesellschaft für  
ökologische Langzeitforschung

M. Mirtl, M. Bahn, T. Battin, A. Borsdorf, T. Dirnböck, M. Englisch, B. Erschbamer, J. Fuchsberger, V. Gaube, G. Grabherr, G. Gratzner, H. Haberl, H. Klug, D. Kreiner, R. Mayer, J. Peterseil, A. Richter, S. Schindler, A. Stocker-Kiss, U. Tappeiner, T. Weisse, V. Winiwarter, G. Wohlfahrt, R. Zink



# INHALT

<b>1 ANLASS UND RAHMEN</b>	<b>6</b>
1.1 ZWECK UND HINTERGRUND DES WHITE PAPERS: SCHLÜSSELBOTSCHAFTEN	6
1.2 LTER ALS GLOBALER UND EUROPÄISCHER RAHMEN	7
1.3 „NEXT GENERATION LTER“	10
1.4 WECHSELWIRKUNG VON MONITORING UND FORSCHUNG IN LTER	12
1.5 LTER-AUSTRIA	14
<b>2 THEMENBEREICHE DER ÖKOSYSTEMFORSCHUNG IN ÖSTERREICH</b>	<b>22</b>
2.1 DEFINITION	22
2.2 ANBINDUNG AN KONZEPTIVE MODELLE	23
2.3 STRUKTUR DER KAPITEL ZU DEN THEMENBEREICHEN	26
<b>3 PROZESSORIENTIERTE ÖKOSYSTEMFORSCHUNG (THEMENBEREICH I)</b>	<b>26</b>
3.1 FORSCHUNGSFRAGEN DES THEMENBEREICHES PROZESSORIENTIERTE ÖKOSYSTEMFORSCHUNG	27
3.2 ANSÄTZE UND METHODEN	29
3.3 ANFORDERUNGEN	30
3.4 PRODUKTE UND ADRESSATEN	30
3.5 VERNETZUNG MIT ANDEREN THEMENBEREICHEN	30
<b>4 BIODIVERSITÄTS- &amp; NATURSCHUTZFORSCHUNG (THEMENBEREICH II)</b>	<b>31</b>
4.1 PRIORITÄRE FORSCHUNGSTHEMEN	32
4.2 ANSÄTZE UND METHODEN	35
4.3 ANFORDERUNGEN	37
4.4 PRODUKTE UND NUTZER	39
4.5 VERNETZUNG	39
<b>5 SOZIO-ÖKOLOGISCHE FORSCHUNG, LTSER (THEMENBEREICH III)</b>	<b>40</b>
5.1 DEFINITION UND THEMATISCHE BEREICHE	40
5.2 METHODEN UND ZUGANGSWEISEN	42
5.3 ANFORDERUNGEN	43
5.4 PRODUKTE UND ADRESSATEN	44
5.5 VERNETZUNG	44
<b>6 EUROPÄISCHE RAHMENBEDINGUNGEN</b>	<b>45</b>
<b>7 SYNTHESE UND UMSETZUNGSVORSCHLAG</b>	<b>50</b>
7.1 SYNTHESE	50
7.2 ZENTRALE BOTSCHAFTEN (ÜBERSICHT)	51
7.3 ORGANISATION UND DATENMANAGEMENT	52
7.4 ADÄQUATE FINANZIERUNG VON FORSCHUNGSPROJEKTEN	57
7.5 INFRASTRUKTUR-VERBUND: NETZWERK VON STANDORTEN	58
7.6 KRITISCHE FRAGEN UND MÖGLICHE UMSETZUNGSSCHRITTE	61
<b>8 ANHANG</b>	<b>62</b>
8.1 KURZBESCHREIBUNG ÖSTERREICHISCHER LTER SITES UND LTSER PLATFORMS	62
8.2 WECHSELWIRKUNGEN MIT „LONG-TERM ECOSYSTEM MONITORING (LTEM)“	62
8.3 GLOSSAR	64
8.4 MEMORANDUM OF COOPERATION ZWISCHEN LIFEWATCH UND LTER-EUROPE	66
<b>9 LITERATUR</b>	<b>69</b>
<b>DANKSAGUNG &amp; IMPRESSUM</b>	<b>74</b>

## ZUSAMMENFASSUNG

„Long-Term Ecosystem Research“ (LTER) vernetzt in Europa zirka 400 Forschungsstandorte, 100 Institutionen und eine Vielzahl von Forschungsprojekten in 24 nationalen Netzwerken. LTER-Europa erforscht die große Bandbreite europäischer Ökosysteme von arktischen und alpinen bis zu mediterranen Standorten.

**Wie reagieren Ökosysteme langfristig auf unterschiedlichste Einflussfaktoren?** Genauer gesagt: Wie reagieren sie auf verschiedenen Skalen-Ebenen (lokal, regional, kontinentweit, global) über Jahrzehnte und Jahrhunderte auf Klimawandel, invasive Arten, Stoffeinträge oder menschliche Nutzung etc.? Welche Eigenschaften ermöglichen ihnen die Anpassung an Stress? Wie werden Störungen abgefangen? Was sind die Schwellen, ab denen irreversible Veränderungen oder Degradation erfolgen?

Das sind zentrale Fragen der ökologischen Langzeitforschung und LTER repräsentiert eines der wenigen Forschungsnetzwerke weltweit, dessen Projekte dem langfristigen Charakter der meisten Prozesse auch organisatorisch Rechnung tragen: In kurzfristigen Projekten mit 2 – 3 Jahren Laufzeit können langfristige ökologische Veränderungen kaum oder gar nicht erkannt und richtig interpretiert werden.

Nur wenn unsere Ökosysteme „funktionieren“, können sie uns als Lebensgrundlage dienen. Ihre „Leistungen“ aus menschlicher Sicht (Ecosystem Services) hängen wiederum stark von den jeweiligen gesellschaftlichen Nutzungsformen (Ökosystem-Management) ab. Die **nachhaltige Sicherung der essenziellen Ökosystemleistungen und der Biodiversität im globalen Wandel** ist eine zentrale gesellschaftliche Verantwortung. Ökosystemforschung als Wissenslieferant in diesem Auftrag erfordert einen integrativen, inter- und transdisziplinären Ansatz, der die vielfältigen Wechselwirkungen von menschlichen Aktivitäten und Ökosystemen erfasst.

Die Langfristigkeit und **Komplexität der Fragestellungen** sowie **neue Technologien** machen eine **inhaltliche, organisatorische und strukturelle Neuausrichtung** von LTER weltweit und in Europa erforderlich (European Research Area, ERA). Dem tragen Schlüsselprozesse und -projekte der Europäischen Kommission Rechnung (ESFRI, ENVRI, ExpeER, H2020 Infraia Infrastructure call). Dabei gilt: **Infrastrukturen und Fördersysteme** sind künftig **national so zu organisieren**, dass sie europäischen Rahmenprogrammen genügen und deren zentrale Services maximal nutzen.

Interdisziplinäre und integrative Ansätze bedingen die **fachliche Erweiterung** von LTER um geistes-, kultur- und sozialwissenschaftliche Kapazitäten (LTSER, Long-Term Socio-Ecological Research) als integraler Bestandteil von LTER. Der **Begriff „Ökosystemforschung“** umfasst im Kontext des White Paper also implizit **prozessorientierte Ökosystemforschung, Biodiversitäts- und Naturschutzforschung sowie sozio-ökologische Forschung**. Die Besonderheit liegt in deren konzentriertem Engagement in der Erforschung des langfristigen ökologischen und sozio-ökologischen Wandels in der „Critical Zone“ (s.u.) an konkreten Standorten (LTER Sites, LTSER Regions und darüber hinaus).

Die Rahmenbedingungen für die Ökosystemforschung in Österreich haben sich über die letzten Jahre dramatisch verschlechtert (Ausbildung, Standorte, Projektfinanzierung), während in Ländern wie Deutschland innovative Großinvestitionen in dem Wissenschaftsfeld erfolgen (z.B. TERENO, Biodiversitäts-Exploratorien). **Wenn Österreich mit seinen Forschungsstandorten eine maßgebliche Rolle in der europäischen Ökosystem-Forschung spielen will, ist das Wissenschaftsfeld nun komplementär zu den internationalen Entwicklungen aufzustellen.** Nur so ist exzellente Forschung auf entsprechend ausgestatteten Standorten zu gewährleisten und die Bearbeitung von für Österreich prioritären Fragestellungen zu sichern.

Das White Paper versteht sich als Beitrag zur Re-Organisation des Wissenschaftsfeldes LTER in Österreich. Es versucht, folgende Fragen zu beantworten:

- Was sind die prioritären **Forschungsthemen**?
- Wo liegen die größten **Potenziale**?
- Was sind die nötigen **Rahmenbedingungen**, um diese Potenziale umzusetzen?
- Wie kann Österreich im **internationalen Rahmen** bestmöglich agieren?

## SCHLÜSSELBOTSCHAFTEN

Mit folgenden **Schlüsselbotschaften** richtet sich das White Paper an Stakeholder und Infrastruktur-TrägerInnen des Wissenschaftsfeldes „Ökosystemforschung“ in Österreich. Diese Botschaften finden sich detailliert im Kapitel 7, das konkrete Vorschläge zur Re-Organisation ableitet. Ein fachlich breit gefächertes Editoren-Team hat dieses White Paper unter Einbindung von über 100 Experten in verschiedenen Gremien und Workshops sowie unter Berücksichtigung maßgeblicher europäischer Rahmenprozesse verfasst.

- (A) Schaffung von Rahmenbedingungen aus einer integrierenden, interdisziplinären Perspektive**
  - ➔ Das Wissenschaftsfeld „Ökosystemforschung“ umfasst drei Themenbereiche zur Bearbeitung von komplexen Fragestellungen: prozessorientierte Ökosystemforschung, Biodiversitäts- und Naturschutzforschung und sozio-ökologische Forschung.
  
- (B) Die vielfältigen Forschungsprojekte zu den ökologischen und sozio-ökologischen Fragestellungen benötigen geeignete Förderbedingungen**
  - ➔ Forschungsrahmenprogramm oder entsprechend abgestimmte Vergabekriterien von bestehenden Programmen.
  
- (C) Basisfinanzierung der nötigen Infrastruktur (inkl. E-Infrastruktur)**
  - ➔ Voraussetzung für die Erhaltung und Erweiterung der notwendigen Infrastruktur für Langzeit-Umweltforschung und Monitoring auf den jeweiligen Standorten ist eine Basisfinanzierung nach internationalen Beispielen.
  
- (D) Verbund von permanenten Standorten für vielfache Nutzung in nationalen Forschungsschwerpunkten und Beiträgen zum europäischen Forschungsraum**
  - ➔ Schaffung eines Verbundes (Pool) von prioritären Standorten mit einem Modell für die langfristige Trägerschaft. Damit soll Österreich kosteneffizient zu diversen europäischen und internationalen Programmen beitragen und entsprechende Geldrückflüsse sichern.
  
- (E) Operative Zentrale (Leitstelle) als Drehscheibe für die Vernetzung der Aktivitäten national und international**
  - ➔ Durch die Koordination und Dokumentation der LTER Standorte in Österreich wird das Stakeholder-Netzwerk aus Forschung, Praxis, Entscheidungsträgern und Politik gefestigt und die Vernetzung auf internationaler Ebene gestärkt. Die Integration der Datenbestände der Standorte garantiert eine Mehrfachnutzung hochwertiger Informationen.

Das Kapitel 7.2 bricht diese fünf Schlüsselbotschaften auf die konkreten österreichischen Gegebenheiten herunter (Seite 51) und leitet damit zu den Lösungsvorschlägen in Kapitel 7.3 über (ab Seite 52).

**Mit dem vorliegenden White Paper will sich LTER-Austria nationalen strategische Herausforderungen stellen, wie sie u.a. in der FTI-Strategie 2020 des BMVIT zu den „Grand Challenges“ umrissen sind:**

*„... Dabei stehen Fragen der ökologischen Veränderungen ebenso im Fokus wie solche des Gesundheitswesens und der Nahrungssicherung. Es geht um technologische ebenso wie um systemische oder gesellschaftliche Forschung, die durch Analysen, Impactstudien, Szenario- und Modellbildung, weltraumgestütztes und bodengebundenes Umweltmonitoring, etc. unterstützt wird... Dies stellt die Gesellschaft nicht nur vor technologische Anforderungen, sondern auch vor die Notwendigkeit, die Raum- und Landnutzung entsprechend zu adaptieren. Die nachhaltige Sicherung der Produktion biogener Rohstoffe und Energieträger... und deren Verteilung... setzt umfassende, regional differenzierte Kenntnisse der naturräumlichen, ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Bedingungen voraus, die in interdisziplinärer, orientierter Grundlagenforschung gewonnen werden müssen“ (Österr. Bundesregierung, 2011).*

Die österr. Gesellschaft für ökologische Langzeitforschung bedankt sich für die Zuerkennung einer wissenschaftlichen Förderung durch das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung und das Internationale Programm „Global Change“ der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

# 1 ANLASS UND RAHMEN

## 1.1 ZWECK UND HINTERGRUND DES WHITE PAPER: SCHLÜSSELBOTSCHAFTEN

- ➔ **Welches Wissen ist erforderlich, um die menschlichen Lebensgrundlagen nachhaltig zu sichern?**
- ➔ **Welche Rahmenbedingungen benötigt die dazu erforderliche Forschung?**

Mit diesen Fragen haben sich forschungsstrategische europäische Projekte in den letzten Jahren beschäftigt und eine Re-Organisation der ökologischen Forschung initiiert (FP6, FP7, H2020, ESFRI, siehe Kapitel 6 ab Seite 45). Diese Re-Organisation trägt den infrastrukturellen und logistischen Anforderungen der Erforschung komplexer Phänomene und deren langfristiger Dynamik Rechnung (verteilte Forschungseinrichtungen, Informationstechnologie). Die Österreichische Gesellschaft für ökologische Langzeitforschung (LTER-Austria) gibt mit dem „LTER-Austria White Paper“ einen Impuls zur nationalen Neu-Positionierung eines Wissenschaftsfeldes, das sich in den letzten zehn Jahren mit massiven Änderungen der Inhalte, der gesellschaftlichen Wahrnehmung und Förderbedingungen konfrontiert sah.

Das Papier umreißt die gegenwärtigen und sich abzeichnenden Themen. Es will zur strategischen Ausrichtung der ökologischen und sozio-ökologischen Langzeitforschung in Österreich beitragen. Forschungsteams und Einrichtungen der österreichischen und europäischen Forschungslandschaft bietet es eine Möglichkeit zur Positionierung. Den Verantwortlichen für die österreichischen Forschungsstrategien und Forschungsfördermechanismen (Forschungsabteilungen der Ministerien, FWF, ÖAW etc.) bietet es einen Überblick und zukunftsorientierte Anregungen unter Berücksichtigung des europäischen Forschungsraumes und globaler Herausforderungen.

Strukturell soll es die Organisationsentwicklung von Institutionen zugunsten ökologischer und sozio-ökologischer Themen im Sinn einer nationalen und europäischen Arbeitsteilung fördern und Bewusstsein für die Bedeutung österreichischer Expertise und Einrichtungen schaffen.

**Das White Paper versucht, folgende Fragen zu beantworten:**

- Was sind die prioritären **Forschungsthemen**?
- Wo liegen die größten österreichischen **Potenziale**?
- Was sind die nötigen **Rahmenbedingungen**, um diese Potenziale umzusetzen?
- Wie kann Österreich **im internationalen Rahmen** bestmöglich agieren?

**Das White Paper behandelt die Ökosystemforschung in drei Themenbereichen:**

1. Prozessorientierte Ökosystemforschung
2. Biodiversitäts- und Naturschutzforschung und
3. Sozio-ökologische Langzeitforschung (Long-Term Socio-Ecological Research, LTSER).

Der **Begriff „Ökosystemforschung“**, adressiert daher implizit alle drei Themenbereiche, wenn nicht anders ausgewiesen. Ökosystemforschung im Sinn des LTER-Austria White Paper deckt damit auch die „Critical Zone“ ab, also jene Schicht des Globus zwischen Stratosphäre und tiefer Geosphäre, in der sich sonnenenergiegetriebenes Leben abspielt. Dieses Verständnis spiegelt sich in jüngsten Entwicklungen in Europa, China und Australien, nach denen Critical Zone Forschung die Infrastrukturen von LTER nutzen wird. Dadurch stärkt sich der Fokus auf (1) vertikale Interaktionen v.a. mit der Geosphäre und auf (2) sehr langfristige Prozesse wie Bodenbildung.

### METHODE ZUR ERSTELLUNG DES WHITE PAPER

**ExpertInnen-Teams aus dem Kreis der Gesellschaft für ökologische Langzeitforschung bearbeiteten je einen der obigen Themenbereiche. Sie führten Interviews mit maßgeblichen Forschungseinrichtungen und NutzerInnen/AnwenderInnen von Forschungsergebnissen durch und entwickelten in kleinen Workshops spezifische Kapitel für jeden Themenbereich.**

Die Kapitel 3 bis 5 folgen einer akkordierten Struktur, die darauf abzielt, eine Analyse und Synthese quer über die Themenbereiche zu ermöglichen. Die Analyse soll Gemeinsamkeiten und explizite Unterschiede mit folgenden Zielen filtern:

1. Vermeidung unproduktiver Überlappungen und Nutzbarmachung von **Synergien**
2. Schaffung von **Rahmenbedingungen** für exzellente Forschung in den einzelnen Themenbereichen durch Ausweisung jener Spezifika, die es nicht erlauben, „Ökosystemforschung“ förderteknisch undifferenziert und in einem abzuhandeln.



Nationalpark Gesäuse: © Archiv Nationalpark Gesäuse

Das zweite Ziel ist eng mit den erwähnten europäischen Bemühungen gekoppelt, den europäischen Forschungsraum auch im Bereich der ökologischen Forschung konkurrenzfähiger zu machen, was eng mit der Schaffung stabiler Finanzierungen für die Infrastrukturen der Ökosystemforschung verbunden ist (ESFRI, nationale ESFRI Roadmaps). In den Jahren 2008 und 2009 erarbeitete LTER-Austria die erste Ausgabe des White Paper. In dieser Phase erfolgte auch die Kontaktnahme zur Biodiversitätsforschungs-Plattform (BDFA). Um Überschneidungen und Widersprüche zu vermeiden sowie Synergien zu nutzen, entstand das Kapitel zum Themenbereich „Biodiversitäts- und Naturschutzforschung“ in enger Zusammenarbeit. Nach einem internationalen Review wurde das erste LTER-Austria White Paper 2010 fertig gestellt und in Zusammenarbeit mit dem Network of Excellence ALTER-Net in einer internationalen Konferenz im November 2010 in Wien präsentiert. Die vorliegende, komplett überarbeitete dritte Auflage entstand in einem erneuten kollektiven Aufwand und Abstimmungsprozess zwischen Herbst 2013 und Sommer 2014, wurde erneut einem internationalen Review unterzogen und wird in einer internationalen LTER Konferenz im Februar 2015 in Wien unter Bezugnahme auf europäische und globale Konzepte präsentiert werden.

## 1.2 LTER ALS GLOBALER UND EUROPÄISCHER RAHMEN

**LTER blickt auf eine vierzigjährige Geschichte zurück. Seit den 70er-Jahren des vorigen Jahrhunderts sah man sich mit komplexen und überregionalen Umweltproblemen wie Bodenversauerung und Waldsterben konfrontiert. In dieser Phase umfasste LTER primär die naturwissenschaftliche Komponente der ökologischen Langzeitforschung, die darauf abzielt, ökosystemare Prozesse, Muster und Phänomene besser zu verstehen, zu analysieren und zu dokumentieren.**

Man hatte erkannt, dass (1) die zeitliche Dimension der Entstehung, des Ablaufs und der Veränderung solcher Muster und Prozesse weit über die übliche Laufzeit von Projekten (3 – 5 Jahre) hinausgeht, (2) die räumliche Dimension von Prozessen nicht auf einzelnen Standorten abzubilden war und (3) vergleichbare Methoden und Ansätze für ein „up-scaling“ Voraussetzungen sind. Gefordert waren also **Langzeit-Studien** und die Bearbeitung von Fragestellungen in einem **Netzwerk von Standorten**. Zudem gewann die **Untersuchung ganzer Ökosysteme** (Wasserhaushalt, Stoffbilanzen) gegenüber der Untersuchung von Einzelaspekten an Bedeutung. Ein neuerer Begriff, der sich auf integrierende Ansätze jener Schicht des Globus bezieht, in der sich Leben abspielt, ist „**Critical Zone Research**“ (NRC 2001).

In **Umsetzung** dieser Erkenntnis entwickelte die US National Science Foundation (NSF) das erste nationale LTER Netzwerk, das die Erhebung von Datenreihen zu den wichtigsten ökosystemaren Prozessen über lange Zeiträume mit derselben Methodik an verschiedenen Standorten ermöglichte und diese für Vergleiche zwischen Standorten nutzbar machte („cross-site comparisons“). Das Konzept war in den USA so erfolgreich, dass es zum Nukleus für ein globales Netzwerk wurde (s. Info-Box 1).

Da in Europa aufgrund seiner hohen Bevölkerungsdichte und langen Nutzungsgeschichte ein großer Teil der Fläche mehr oder weniger intensiv menschlich genutzt wird, während natürliche und naturnahe Ökosysteme nur mehr auf einem kleinen Teil der Fläche vorhanden sind, lag es nahe, bei der Übertragung des LTER Konzepts auf Europa den Aspekt der menschlichen Nutzung stärker in den Vordergrund zu stellen (Mirtl 2010). Dies führte zur **Entwicklung des LTSER Konzepts** (Long-Term Socio-Ecological Research), bei dem Europa und Österreich eine weltweit führende Rolle einnehmen (siehe Kapitel 1.3). Ein Referenzwerk wurde unter österreichischer Führung 2013 veröffentlicht (Singh et al., 2013). Das FP6 Network of Excellence „ALTER-Net“ testete die Umsetzung des LTSER Konzepts in europäischen Pilot-Regionen (s. Info-Box 1). Damit wird auch der Herausforderung Rechnung getragen, wissenschaftliche Grundlagen für ein nachhaltigeres Management von Ökosystemen und damit für das Ziel einer nachhaltigeren Entwicklung zu erarbeiten.

Zirka **45 nationale Netzwerke** der ökologischen Langzeitforschung (**LTER**: Long-Term Ecosystem/Ecological Research) haben sich im **International Long-Term Ecological Research Network** zusammengeschlossen (ILTER). Der globale Verbund von Forschungsstandorten deckt unterschiedlichste Ökosystemtypen (Wald, Grasland, Städte...) quer über Klimazonen ab und schafft ein einzigartiges Langzeitdatensystem.

➔ [www.lter-europe.net](http://www.lter-europe.net)

Das globale Netzwerk **ILTER** ist in Regionalgruppen organisiert, wie z.B. „Nordamerika“, „Pazifischer Raum“ etc. Das Network of Excellence **ALTER-Net** (FP6, <http://ec.europa.eu/research/fp6>) hat eine gesamteuropäische Regionalgruppe seit 2004 konzeptiv vorbereitet. **LTER-Europe** (Long-Term Ecosystem Research Network Europe) wurde von west- und osteuropäischen Partnern 2007 formal gegründet und konnte bis 2014 auf 24 Mitgliedsländer ausgeweitet werden.

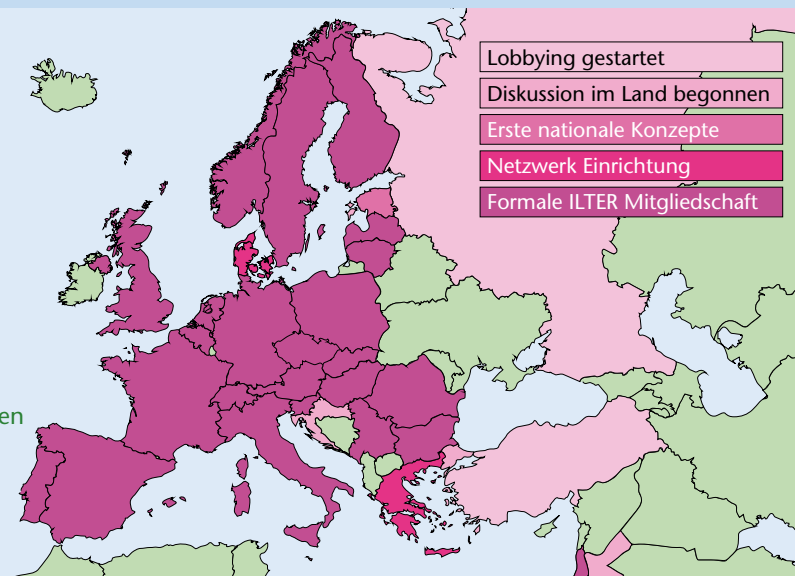
➔ [www.alternet-info.net](http://www.alternet-info.net)

#### LTER-Europe, ein Netzwerk von...

- Wissenschaftlern („Community“)
- LTER Sites
- LTSER Plattformen
- Daten und Metadaten
- nationalen Netzwerken
- Institutionen
- Disziplinen
- standortbasierter Forschung

#### und ein...

- Teil des Netzwerks von Netzwerken
- forschungsstrategischer Prozess



Das **in-situ Netzwerk** von LTER-Europe umfasst ca. **35 LTSER Plattformen** (s. Kapitel 1.3), d.h. komplexen Forschungsinfrastrukturen für sozio-ökologische Forschung, in denen die wichtigen Naturräume Europas exemplarisch beforscht werden. Der zweite Typ von Infrastrukturen sind die ca. **400 traditionellen LTER Sites**.

LTER-Europe entwickelte sich zu einer maßgeblichen **Komponente des Europäischen Forschungsraumes** (Netzwerk der Netzwerke). LTER-Europe kooperiert mit diversen ESFRI- und Infrastruktur-Projekten wie der e-Infrastruktur **LifeWatch**, für das es eine komplementäre in-situ Komponente darstellt, ICOS oder ExpeER (Integration mit experimentellen Ansätzen). Daneben erfolgt die Definition von Synergien und Schnittstellen zu Schlüsselprogrammen, Netzwerken und Institutionen wie UNESCO/Biosphere Reserves, UNECE/ICPs, European Environment Agency, GEO-BON/EUBON, Copernicus, Natura2000, ENVRI, EUDAT etc.

Für LTER-Europe liegt ein zentrales **Referenz-Dokument** vor, das Design, Standorttypen, wissenschaftliche Strategie, geopolitische Verbreitung, Verwaltungsstrukturen sowie Services und Schnittstellen zu anderen relevanten Netzwerken und Prozessen beschreibt (Mirtl et al. 2009). Ein substanzieller nächster Schritt zur Datenintegration wurde mit dem Horizon2020 Projekt „eLTER“ im Januar 2015 bewilligt (Kooperation mit der Critical Zone community, 15 aus 15 Punkten im internationalen Review). 2014 wurde LTER-Europe auch in der „ESFRI Landscape“ im Bereich Umwelt verortet. Ein ESFRI Proposal ist für März 2015 in Vorbereitung.



ILTER hat sich zu einem wesentlichen Baustein in der Europäischen Infrastruktur der Ökosystem- und Umweltforschung entwickelt. ITER-Europe arbeitet an der Definition von Schnittstellen zu anderen europäischen Netzwerken in diesem Bereich und im Umweltmonitoring (UNECE ICP Integrated Monitoring, UNECE ICP Forests, UNESCO Biosphere Reserves, EEA ...). Umweltmonitoring spielt eine wesentliche Rolle zur Bereitstellung von Basis-Langzeitdaten, die in der Langzeitforschung unabdingbar sind (siehe Kapitel 1.4). All diese Aktivitäten haben wegen der Anforderung, aus Effizienz-Gründen auf nationaler Ebene die Integration von Infrastrukturen, Netzwerken und Datenbeständen voranzutreiben, direkte Bedeutung für Österreich und ITER-Austria. Das spiegelt sich im österreichischen Konsortium der ITER Institutionen wider, das Träger des Umweltmonitorings (z.B. Umweltbundesamt, BFW) und akademische Institutionen umfasst.

Die folgende Abbildung (Abb. 1) bietet eine Übersicht zur Einbettung in die Infrastruktur-Landschaft. Der Zweck der Abbildung liegt in einer Gruppierung der Elemente dieser Landschaft (z.B. in-situ Infrastrukturen). ITER hat vielfältige Beziehungen und Kooperationen (teilweise in MoUs formalisiert), deren Beschreibung den Rahmen des White Paper sprengen würde. In vielen Fällen spiegeln sich dieser europäische (und globale) Kontext und Beziehungen zwischen diesen Elementen in der nationalen Organisation. Das ist auch erklärtes Ziel von ITER-Austria. Im Kapitel 7 finden sich Optionen, wie eine solche nationale Organisation in Österreich aussehen könnte.

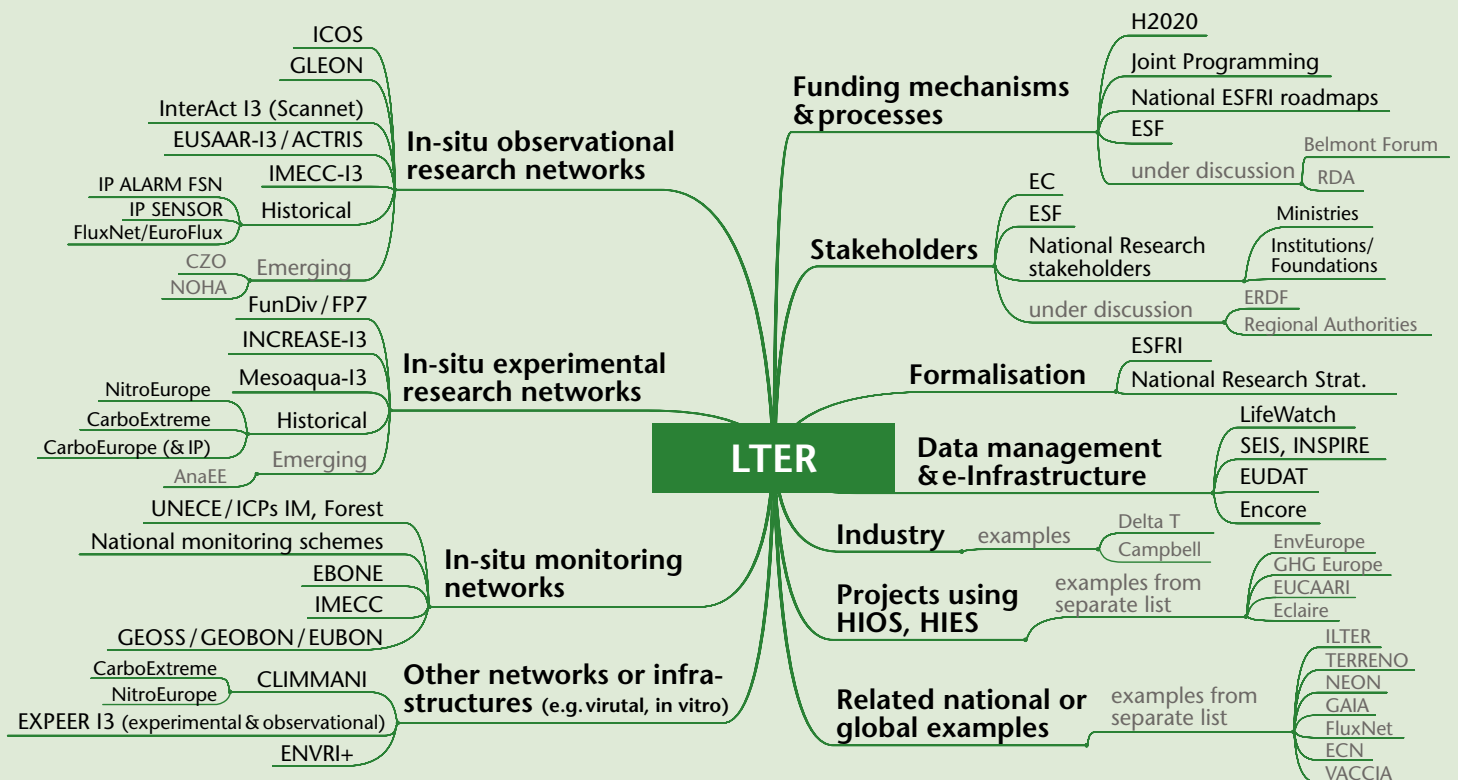


Abb. 1: „Landschaft“ der Ökosystemforschung in Europa: Die Hauptäste bedeuten Sektoren wie (links oben) beobachtende oder experimentelle Infrastrukturen. Links befinden sich die Äste für in-situ Infrastrukturen (Netzwerke von Standorten), rechts sonstige relevante Elemente wie z.B. e-Infrastrukturen für Datenmanagement.

## 1.3 „NEXT GENERATION LTER“

**Da Ökosysteme in starker Interaktion zu menschlichen Aktivitäten stehen, wurde das LTER System um die Jahrtausendwende erweitert, um Prozesse der Gesellschaft-Natur-Interaktion miterfassen zu können. So entstand das LTSEK Konzept (Long-Term Socio-Ecological Research): Es hat langfristige Veränderungen im Zusammenspiel von sozio-ökonomischen und ökologischen Systemen und deren Wechselwirkungen mit dem globalen Wandel zum Gegenstand. Damit trägt es zu einer integrierten Nachhaltigkeitsforschung bei. In Europa ist LTSEK integraler Bestandteil von LTER-Europa.**

Unter österreichischer Führung wurde 2013 das derzeitige Referenzwerk zu LTSEK bei Springer publiziert (Singh et al. 2013). Die spezielle Rolle und Umsetzung in Europa beleuchten Mirtl et al. (2013) in diesem Werk. In LTSEK werden ganze Landschaften mit ihren vielfältigen Wechselwirkungen zwischen Gesellschaft und Naturraum zum Untersuchungsobjekt. LTSEK kombiniert soziale, wirtschaftliche und nutzungsgeschichtliche Aspekte mit der klassischen ökologischen Langzeitforschung. So lassen sich gesellschaftlich geprägte Phänomene wie etwa Jagd und Wildtiermanagement, die Errichtung sowie Wechselwirkung von Schutzgebieten mit ihrem Umland oder die Effekte von Veränderungen in Produktion und Konsum auf Ressourcenbedarf, Landnutzung und Ökosysteme erforschen. LTER-Europa beinhaltet sowohl LTSEK als auch ‚klassisches‘ LTER. Die Ausweitung des Konzeptes erhöht auch den gesellschaftlichen Nutzen der prozessorientierten Ökosystemforschung an traditionellen LTER Sites, weil es erlaubt, ihre Ergebnisse in einen für die Gesellschaft bedeutsamen Rahmen zu stellen.

Ein Schwerpunkt von LTSEK liegt auf Regionen, die naturräumliche, kulturelle und nutzungsgeschichtliche Einheiten darstellen, wie z.B. die „Eisenwurzten“ im österreichischen Kernraum oder die „Tyrolean Alps“. LTSEK erfordert daher eine andere Forschungsinfrastruktur, die sogenannten **LTSEK Plattformen**. Dabei handelt es sich um **regionale Cluster von Forschungs- und Monitoring-Einrichtungen/-projekten**, die intern gut abgestimmt und international hochgradig vernetzt sind. Sie sind ebenso Plattformen für die Kooperation unterschiedlichster Fachgebiete (Interdisziplinarität) wie auch zwischen der Forschung und den Anwendern und Anwenderinnen (Transdisziplinarität). Forschungs-Fragestellungen von regionaler Relevanz werden gemeinsam erarbeitet und die Ergebnisse auch regional verwertet (Partizipation, Bildung).

### DAS KONZEPT DER LTSEK PLATTFORMEN BERÜCKSICHTIGT DREI FUNKTIONALE EBENEN:

- Physische Infrastruktur: Messeinrichtungen, Institutionen, Daten (Demografie, Siedlungsmuster, Landnutzung, Wirtschaft, Naturraum etc.)
- Kommunikationsraum, Konzepte, Vernetzung: gemeinsame Sprache, inhaltliche Schwerpunktbildung, Methoden- und Modellentwicklung, Partizipation, Transdisziplinarität, nationale und internationale Vernetzung
- Konkrete Projekte: „Produktions-Schicht“, die unter Nutzung der LTSEK Dienstleistungen und LTSEK Infrastruktur Produkte liefern soll, die in anderem Kontext nicht herstellbar wären – exzellente und innovative Forschung

Die **LTER Sites innerhalb der Forschungsplattformen** bilden wichtige Elemente des skalensexpliziten und geschachtelten Designs von LTSEK („Nested design“, siehe Abb. 2). Demgemäß repräsentieren die LTER Sites wichtige Habitattypen der Landschaften in einer LTSEK Plattform. Ökosystem-Prozesse werden vom Niveau kleinräumigster Aufnahmeflächen („Plots“) über Kleineinzugsgebiete bis zur Landschaftsebene untersucht. Eine besondere Rolle im „Nested design“ nehmen (Schutz-)Gebiete wie Nationalparks, Naturparks, Biosphärenparks, Wildnisgebiete etc. ein, da durch entsprechend gekoppelte Inventursysteme die Repräsentativität kleinräumiger Standorte innerhalb dieser Gebiete für das Gesamtgebiet empirisch beurteilt werden kann. Das ermöglicht die Umliegung von lokalen Messdaten auf die Region sowie von regionalen Messungen (z.B. der Luftqualität) auf kleinskaligere Standorte (upscaling, downscaling). Wichtig ist auch ein Bezug zu administrativen Grenzen (z.B. Gemeinde- oder Bezirksgrenzen, da einerseits über sie ein Bezug zum politischen System hergestellt werden kann, andererseits weil viele sozio-ökonomische und naturräumliche Daten der amtlichen Statistik, die für LTSEK unerlässlich sind (z.B. Bevölkerungszahlen, Gebäude, Agrar- und Forststatistik, Verkehrswege usw.), nur auf Ebene administrativer Einheiten wie Katastralgemeinden, Gemeinden, Bezirke oder Bundesländer vorliegen.

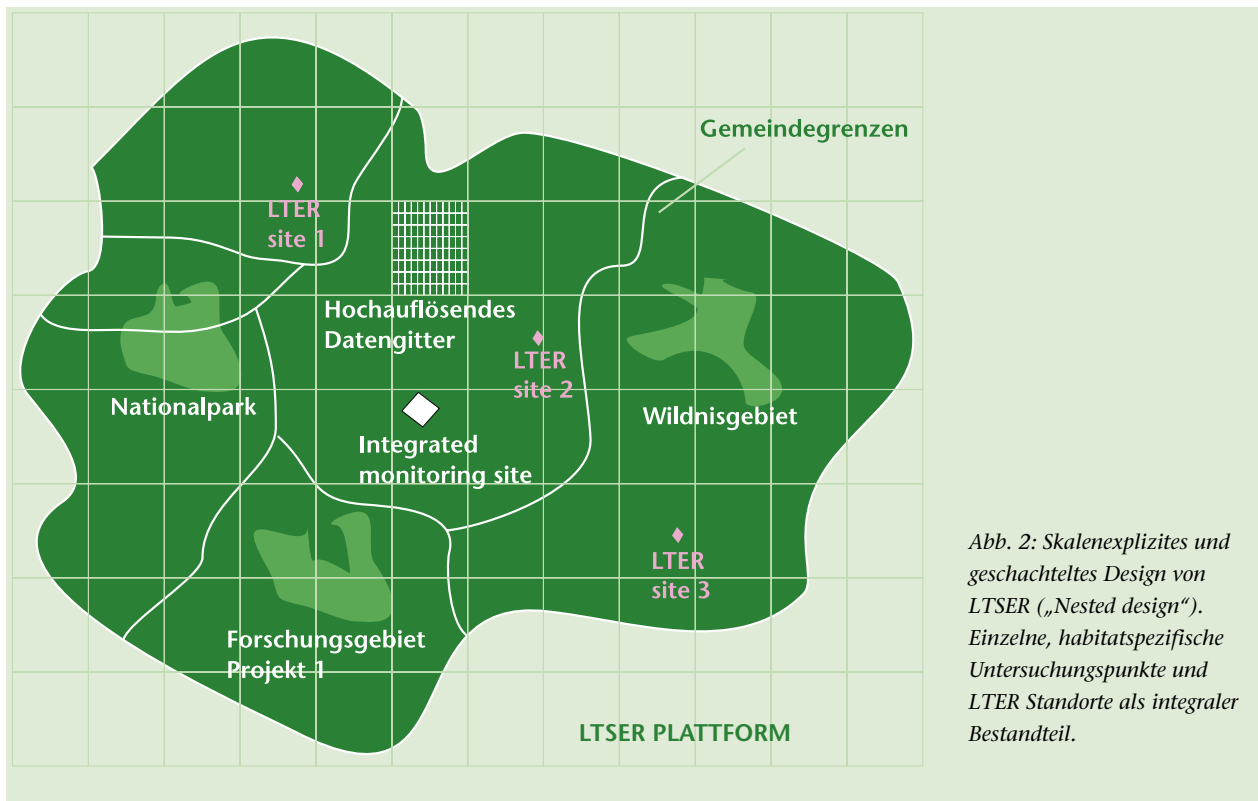


Abb. 2: Skalenexplizites und geschachteltes Design von LTSE („Nest design“). Einzelne, habitatspezifische Untersuchungspunkte und LTER Standorte als integraler Bestandteil.

Der **Mehrwert** von Forschungsplattformen liegt vor allem darin, dass sie es ermöglichen, integrierte sozio-ökologische Fragen (Gesellschaft-Natur-Interaktion), d.h. Fragen der Nachhaltigkeitsforschung, zu bearbeiten, die auf Plot-Ebene gar nicht gestellt werden können. Sie sind damit die Voraussetzung für interdisziplinäre Kooperation, Arbeitsteilung und die Möglichkeit von LTSE, gesellschaftlich relevante Ergebnisse zu liefern. Dies kann am Beispiel Luftschadstoffe verdeutlicht werden: Aufwändige und teure Messungen von Schadstoffeinträgen werden nur an wenigen Orten durchgeführt. Dafür gibt es aber eine Reihe von Untersuchungen zur Wirkung von Schadstoffen in den verschiedensten Ökosystem-Typen. Durch die gemeinsame Nutzung dieser Messdaten und den regionalen Ansatz können Verursacher identifiziert, Auswirkungen auf Ökosysteme dargestellt und Vorschläge für Verbesserungen im Ressourcenmanagement erarbeitet werden.

#### LTSE STELLT HOHE ANSPRÜCHE HINSICHTLICH DES FORSCHUNGSANSATZES UND DER DAFÜR NÖTIGEN RAHMENBEDINGUNGEN:

- Skalen-übergreifender Ansatz im Rahmen der Betrachtung von kleinräumigen Prozessen und Trends in einzelnen Ökosystem-Typen, wie z.B. Wald oder Grünland, bis hin zu flächendeckenden Analysen ganzer Regionen. Dabei sollen die Ergebnisse jeder Skalenebene für die anderen Ebenen maximal nutzbar sein: „Regionalisierung“.
- Integrierte und interdisziplinäre Untersuchung der Wechselwirkungen sozialer, kultureller, wirtschaftlicher und ökologischer Faktoren („Gesellschaft-Natur-Interaktion“) im regionalen Kontext.
- Fokussierung und Effizienzsteigerung der Forschungsaktivitäten und Forschungspotenziale durch die Nutzung von inhaltlichen Synergien, bestehenden Daten und Infrastrukturen.
- Harmonisierung von regionaler und internationaler Forschung durch die Koppelung von lokalen, regionalen, nationalen und internationalen Forschungsprojekten. Einbringung der Forschungsplattformen in internationale Projekte mit dem Ziel einer maximalen Arbeitsteilung.
- Modellbildung und Szenarienentwicklung zur Erleichterung und wissenschaftlichen Fundierung von Entscheidungsfindungen auf lokaler, regionaler und nationaler Ebene – politikrelevante Information auf der Basis der LTER Datenbanken und des LTER Know-hows.

## 1.4 WECHSELWIRKUNG VON MONITORING UND FORSCHUNG IN LTER

Eine Schlüssel-Qualität von LTER liegt in der Analyse von langfristigen Trends quer über Elemente des Systems und in der Einbettung kurzfristiger Projekte in diese Information. Trends können jedoch nur über verlässliche Monitoringdaten ermittelt werden (Standards bei Methoden und Instrumenten, Qualitätssicherung), die teilweise trotz gesetzlicher Vorgaben derzeit nicht immer in ausreichendem Maße vorliegen.

- ➔ *BEISPIEL: Die EU Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) verpflichtet die Mitgliedsstaaten, einen guten ökologischen und chemischen Zustand in allen natürlichen Gewässern bis 22. Dezember 2015 zu erreichen. Das in der Wassergüteerhebungsverordnung (WGEV) gemäß den Vorgaben der WRRL geregelte nationale Gewässer-Monitoringprogramm ist mit seiner geringen Probennahme-Frequenz jedoch nicht geeignet, die Auswirkungen von Extremereignissen wie dem „Jahrhunderthochwasser“ 2013 auf die Gewässerqualität hinreichend zu erfassen. Ferner sind nicht nur die aquatischen Bereiche selber zu erfassen, sondern ebenfalls die im direkten Austausch mit dem Gewässer stehenden (semi-)terrestrischen Bereiche. Das Einzugsgebiet eines Gewässers oder eines Sees hat mit seinen räumlichen und zeitlichen Veränderungen von Landnutzung und Landbedeckung einen maßgeblichen Einfluss auf die Wasserqualität. Die auf den detaillierten Messungen an den LTER Standorten beruhenden Erkenntnisse und Empfehlungen sowie deren integrierten Betrachtungen mit dem Einzugsgebiet stellen somit Service-Leistungen von nationaler und EU-weiter Relevanz dar.*

Für LTER Standorte bedeutet also das komplementäre Langzeit-Monitoring (Long-Term Ecosystem Monitoring, LTEM) eine ressourcenintensive Standard-Aufgabe, die zwar eng mit der Forschung selbst verknüpft ist, sich aber im Tätigkeitsprofil und den dafür nötigen Qualifikationen sowie Finanzierungsmechanismen deutlich von Forschungsprojekten unterscheidet (stabiles Basisbudget, langfristig involviertes Personal, gesichertes Datenmanagement).

Monitoring benötigt auch eine Palette „harter“ Infrastruktur, die permanent zur Verfügung stehen muss, wenn es dem internationalen state-of-the-art genügen soll, z.B. leistungsstarke Stromversorgung für Thermostatisierung, stabile Datenübertragung, ganzjährig befahrbare Wege, Schneeräumung, Messtürme. Gleichzeitig haben viele Forschungsfragestellungen eine Komplexität erreicht, deren Bearbeitung nur mehr mit hohem apparativen Aufwand und in experimentellen Ansätzen zu begegnen ist. Gute Beispiele dafür sind Messungen zum Treibhausgas-Haushalt von Ökosystemen mit einer Kombination aus atmosphärischen Messungen und Vertikalprofilen vom Boden über die Vegetation bis zur freien Atmosphäre (siehe ICOS in Kapitel 6 auf Seite 45) sowie Einrichtungen zur Untersuchung des Boden-Stickstoffhaushalts.

Messstelle Zöbelboden: © Michael Mirtl



**Dies ist einer der Gründe für die europäische Diskussion und den Trend zur Konzentration von Forschungsaktivitäten auf „Super sites“ oder – in der Terminologie von LTER – „LTER Master Sites“.**

Gleichzeitig startete die Europäische Umweltagentur (EEA) Expertengespräche zur Re-Organisation der Europäischen Monitoringsysteme. Ein entsprechendes Projekt „Monitoring 2015“ steht auch in Österreich seit Jahren in den Startlöchern. Die zentrale Frage ist, inwieweit die derzeit zumeist sektoral beobachteten Parameter und Messnetze geeignet sind, sich abzeichnende Fragestellungen zu beantworten oder einer integrierten Umweltbewertung zu dienen („Integrated Assessment“). Dies stellt einen thematischen Berührungspunkt zu LTER dar, das im Design seiner Standorte seit Jahrzehnten die Integration von medienbezogenem Monitoring (Boden, Wasser, Luft, Vegetation etc.) betreibt und Trends und Wechselwirkungen medienübergreifend auswertet. Im Sinn der Vielfachnutzung von Monitoring-Daten wurden LTER Standorte vielfach zu Andock-Punkten für mehrere Monitoringsysteme. Hier bietet sich daher die Chance für Methoden- und Indikatorenentwicklung sowie -validierung, was besonders für die Verbindung zu gesetzlichen Richtlinien wie der oben genannten WRRL von Bedeutung ist. Die Bearbeitung von Forschungsfragestellungen benötigt in vielen Fällen ein Basismonitoring, das weit über das Standard-Programm sektoraler Monitoringsysteme hinausgeht (zeitliche und räumliche Dichte, Messgenauigkeit) und im europäischen Rahmen koordiniert werden muss. Dies eröffnet Möglichkeiten von transdisziplinären Forschungsweisen, bei denen nicht nur verschiedene Disziplinen eine holistisch-integrative Betrachtungsweise anstreben, sondern Belange, Wissen und Erfahrungen der lokalen Bevölkerung (z.B. Landwirten, Forstwirten, Tourismusbeauftragten, Gemeindevertretern) mit einbeziehen. Nur so kann eine umweltgerechte, nachhaltige Entwicklung unter Berücksichtigung sozio-kultureller Gegebenheiten mit ökonomisch sinnhaftem Handeln vorangetrieben werden.

In weiten Bereichen ist also der „Betrieb“ von LTER Standorten synonym mit den Basis-Messungen und der Bereitstellung qualitätsgesicherter Daten. **Die damit verbundenen Kosten und Routinetätigkeiten sind einer der Gründe dafür, dass Universitäten in Österreich strukturell kaum in der Lage sind, den Betrieb von LTER Standorten langfristig zu sichern. Die Notwendigkeit von Arbeitsteilung und dem nahtlosen Zusammenspiel von Basis-Betrieb, Trendanalysen, kurz- und langfristigen Forschungsprojekten sowie die effiziente Nutzung der für beides erforderlichen Infrastrukturen erfordern eine gut organisierte Partnerschaft** (s. Abb. 3), **für die LTER den Rahmen bietet** (vorgeschlagene Struktur für ein Forschungscluster LTER-Austria in Abb. 14 in Kapitel 7.3.1.

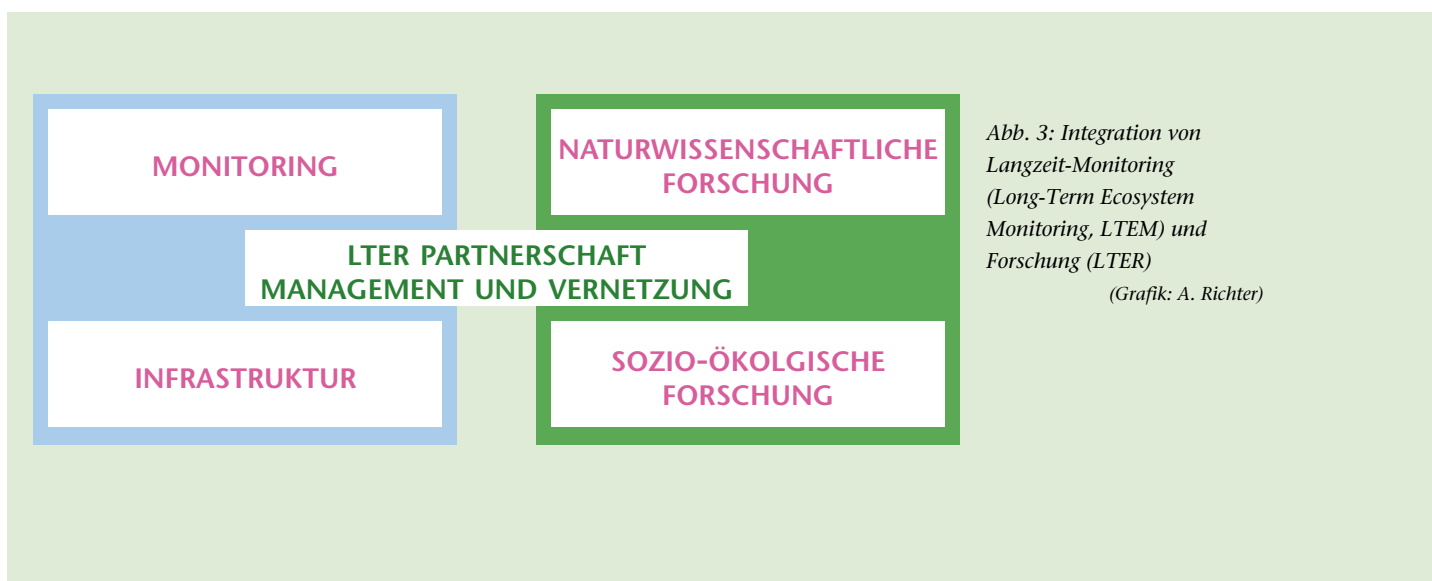


Abb. 3: Integration von Langzeit-Monitoring (Long-Term Ecosystem Monitoring, LTEM) und Forschung (LTER)

(Grafik: A. Richter)

Das Annex-Kapitel 8.2 widmet sich dem Wechselspiel zwischen Umweltmonitoring und LTER aus der europäischen Perspektive.

## 1.5 LTER-AUSTRIA

### 1.5.1 PROFIL UND PROZESS

Die Österreichische Gesellschaft für Langzeitforschung, LTER-Austria, wurde im Oktober 2002 gegründet. Seit diesem Jahr bringt sich Österreich maßgeblich in den internationalen LTER Prozess ein (ALTER-Net, ILTERN), obwohl eine geregelte Dauerfinanzierung und institutionelle Verankerung noch aussteht. Derzeit hat Österreich den Vorsitz des Europäischen LTER Netzwerkes inne.

LTER-Austria versteht sich als Interessenvertretung der ökologischen und sozio-ökologischen Langzeitforschung und deckt den Forschungs-Fokus des Critical Zone Konzepts mit ab. Alle maßgeblichen Institutionen und Infrastrukturträger sind in LTER-Austria vertreten.

In Anlehnung an das internationale Konzept versteht sich das Netzwerk LTER-Austria als

- Netzwerk von in-situ Komponenten (LTSER Platforms, LTER Sites)
- Gemeinschaft von Wissenschaftlern und wissenschaftlichen Institutionen (Community) mit einem inhaltlichen Grundkonsens (LTER-Austria White Paper)
- Transmissionsriemen zu Stakeholdern (EntscheidungsträgerInnen und PraktikerInnen) zur gesicherten Entwicklung von Infrastruktur und zur Absicherung einer konkurrenzfähigen Ökosystemforschung in Österreich.

Der LTER Prozess in Österreich wird in Abb. 4 veranschaulicht.

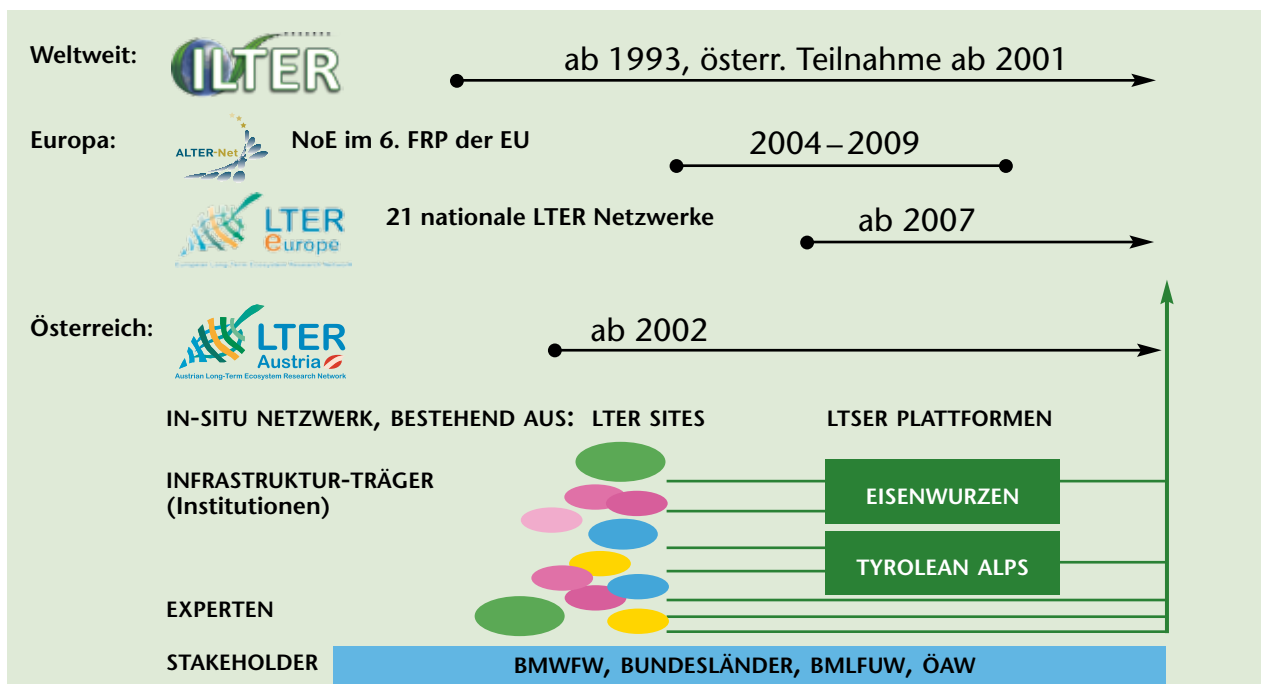
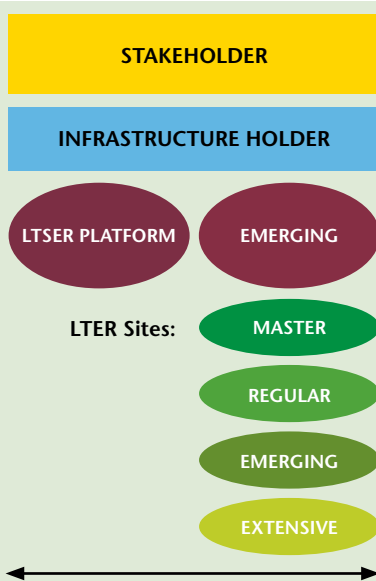
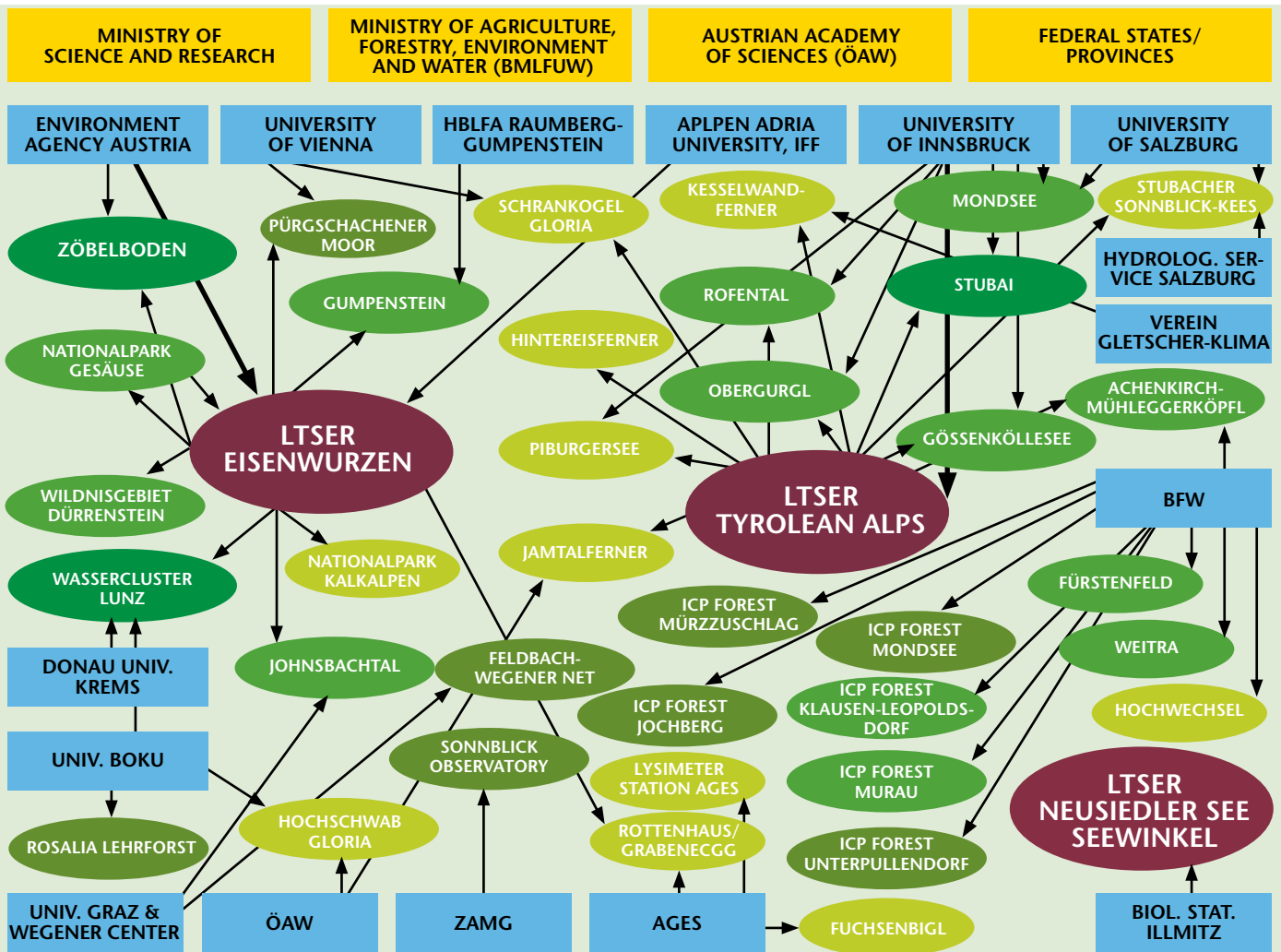


Abb. 4: Der LTER Prozess in Österreich: **OBEEN:** Die Pfeile (oben) markieren die zeitliche Abfolge von maßgeblichen Rahmenprozessen: seit 2001 involviert sich Österreich im globalen LTER Netzwerk (ILTER). 2002 wurde die Österr. Gesellschaft für Ökosystemforschung (LTER-Austria) gegründet, ihre Experten beteiligten sich im FP6 Network of Excellence ALTER-Net. Ein Schlüsselprodukt von ALTER-Net war die Gründung von LTER-Europe im Jahr 2007. **MITTE:** Der Verein LTER-Austria rekrutiert sich aus Experten, die an LTER Standorten und in LTER Projekten arbeiten und sich in ALTER-Net engagieren. Nach Maßgabe der Standards von LTER-Europe werden österreichische Standorte selektiert und LTSER Plattformen entwickelt. Diese sind der österr. Beitrag zum Europäischen LTER Netzwerk. Für eine professionelle Organisation ist gerade für dieses Wissenschaftsfeld das langfristige Commitment der Stakeholder und Infrastruktur-Träger essenziell. **UNTEN:** Stakeholder in Österreich

Eine besondere Errungenschaft von LTER-Europe liegt in der vergleichbaren Darstellung der Organisation und Verankerung der nationalen LTER „Communities“ und ihrer Standorte quer über alle Mitgliedsstaaten in den sogenannten „LTER National Mind Maps“. Die österreichische Mind Map findet sich in Abb. 5.



### LEGEND

Key stakeholder, funding body

Institute which is member of the national network and responsible for a LTER Site and/or LTSEr Platform (Infrastructure holder)

LTSEr platform. Usually managed by an institute.

LTSEr Site (within an LTSEr platform or self contained). Usually managed by an institute acting as infrastructure holder.

Managed by/belongs to

Abb. 5: „Mind Map“ von LTER in Österreich zeigt die Vernetzung von Stakeholdern (GELB), Träger-Institutionen (BLAU), LTSEr Plattformen (DUNKEL ROT) und LTER Standorten (GRÜN). Einige Standorte sind potenzielle Standorte, deren Klassifizierung und Dokumentation noch zu klären ist.

## 1.5.2 DAS IN-SITU NETZWERK VON LTER-AUSTRIA

Die Entwicklung der österreichischen ökologischen Langzeitforschung (LTER) baute auf einer bundesweiten Recherche des Österreichischen Netzwerks für Umweltforschung (ÖNUF) zu Projekten und Einrichtungen der Ökosystem-Forschung auf.

Zwei Bereiche mit großen Konzentrationen solcher bestehender Infrastrukturen (LTER Sites) und aktiven Forschungsteams empfahlen sich für die Einrichtung der genannten LTSER Plattformen:

- LTSER „Eisenwurzten“ (nördöstliche Kalkalpen inklusive des Alpenvorlandes in Oberösterreich, Niederösterreich und der Steiermark)
- LTSER „Tyrolean Alps“ (Öztaler und Stubai Alpen, Tirol)

Die Einrichtung ist im Fall der Forschungsplattform Eisenwurzten weit fortgeschritten und im Fall der Forschungsplattform Tyrolean Alps laufend. Eine weitere vorgeschlagene Plattform im pannonischen Osten „Seewinkel“ wurde in der Aktualisierung des Management-Plans des Biosphären-Reservats vorbereitend berücksichtigt und jüngst als „emerging LTSER Plattform Neusiedler See-Seewinkel“ registriert. Der komplexe Standort „Mondsee“ entwickelte über die letzten Jahre Teilaspekte einer LTSER Plattform.

LTER Standorte sind a) integrale Bestandteile von LTSER Plattformen und b) ergänzen außerhalb dieser das LTER Netzwerk um wichtige Naturräume und Indikator-Standorte für steuernde Faktoren wie Klimawandel. Die Tabelle Tab. 1 zeigt einen Überblick über die österreichischen LTER Standorte und LTSER Plattformen. Die Struktur der Tabelle reflektiert die Organisation des nationalen Pools an Ökosystemforschungs-Infrastruktur im LTER Bereich.

- LTSER Plattform Eisenwurzten
  - Standorte der Plattform in alphabetischer Reihenfolge
- LTSER Plattform Tyrolean Alps
  - Standorte der Plattform in alphabetischer Reihenfolge
- Andere LTER Sites in alphabetischer Reihenfolge

Abb. 5 in Kapitel 1.5.1 zeigt die Organisationsstruktur der Standorte und Plattformen (Trägerinstitutionen etc.) und Abb. 6 die Lage der LTER Standorte und LTSER Plattformen in Österreich.

TAB. 1: Folgende österreichische LTER Standorte wurden bis Ende 2013 in die europäische und globale LTER Datenbank gemeldet, ausreichend dokumentiert und von LTER-Europa akkreditiert:

KURZBEZEICHNUNG SITE	STANDORT-TYP	GEHÖRT ZU	KATEGORIE	HABITAT-TYP*	TRÄGERINSTITUTION	KONTAKTPERSON E-MAIL & WEBSITE	ANZAHL WISS. **
<b>LTSER Plattform Eisenwurzten (EW)</b> LTER_EU_AT_001	LTSER Plattform		Regular	Forest	Umweltbundesamt GmbH	Andrea Stocker-Kiss andrea.stocker-kiss@umweltbundesamt.at www.plattform-eisenwurzten.at	25
<b>Feldbach – WegenerNet</b> LTER_EU_AT_029_002	Simple Site	LTSER EW	Emerging	Agricultural	Wegener Center für Klima und Globalen Wandel, Universität Graz	Gottfried Kirchengast gottfried.kirchengast@unigraz.at	4
<b>HBLFA Raumberg-Gumpenstein</b> LTER_EU_AT_006	Complex Site	LTSER EW	Regular	Grassland	HBLFA Raumberg-Gumpenstein	Renate Mayer; renate.mayer@raumberg-gumpenstein.at; www.raumberg-gumpenstein.at	



	KURZBEZEICHNUNG SITE	STANDORT-TYP	GEHÖRT ZU	KATEGORIE	HABITATTYP*	TRÄGERINSTITUTION	KONTAKTPERSON E-MAIL & WEBSITE	ANZAHL WISS. **
	<b>Hochschwab GLORIA</b> LTER_EU_AT_007	Simple Site	LTSER EW	Extensive	Montane	Österr. Akademie der Wissenschaften/Institut für Interdisziplinäre Gebirgsforschung & BOKU/Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit	Harald Pauli harald.pauli@oeaw.ac.at http://www.gloria.ac.at	
	<b>Johnsbachtal</b> LTER_EU_AT_029_001	Simple Site	LTSER EW	Regular	Montane	Institut für Geographie und Regionalforschung, Universität Graz	Oliver Sass oliver.sass@uni-graz.at	10
	<b>Nationalpark Gesäuse</b> LTER_EU_AT_005	Complex Site	LTSER EW	Regular	Forest	Nationalpark Gesäuse GmbH	Daniel Kreiner daniel.kreiner@nationalpark.co.at www.nationalpark.co.at	60
	<b>Nationalpark Kalkalpen</b> LTER_EU_AT_008	Complex Site	LTSER EW	Extensive	Forest	Nationalpark OÖ Kalkalpen GmbH	Hartmann Pölz hartmann.poelz@kalkalpen.at	
	<b>Pürgschachener Moor</b> LTER_EU_AT_041	Simple Site	LTSER EW	Emerging	Peatland	Univ. Wien, Institut für Geographie und Regionalforschung	Stephan Glatzel stephan.glatzel@univie.ac.at Simon Drollinger simon.drollinger@univie.ac.at	5
	<b>Rottenhaus/ Grabenegg</b> LTER_EU_AT_038	Simple Site	LTSER EW	Extensive	Cropland	Österr. Agentur für Gesundheit u. Ernährungssicherheit (AGES)	Heide Spiegel adelheid.spiegel@ages.at www.ages.at	5
	<b>WasserCluster Lunz</b> LTER_EU_AT_010	Simple Site	LTSER EW	Master	Freshwater	Univ. Wien, Univ. für Bodenkultur Wien, Donau-Univ. Krems	WasserCluster Lunz office@wkl.ac.at www.wcl.ac.at	21
	<b>Wildnisgebiet Dürrenstein</b> LTER_EU_AT_004	Simple Site	LTSER EW	Regular	Forest	Schutzgebietsverwaltung Wildnisgebiet Dürrenstein	Christoph Leditznig christoph.leditznig@wildnisgebiet.at www.wildnisgebiet.at	5
	<b>Zöbelboden</b> LTER_EU_AT_003	Complex Site	LTSER EW	Master	Forest	Umweltbundesamt GmbH	Thomas Dirnböck thomas.dirnboeck@umweltbundesamt.at Johannes Kobler johannes.kobler@umweltbundesamt.at; Ika Djukic ika.djukic@umweltbundesamt.at; www.umweltbundesamt.at/im	25

	KURZBEZEICHNUNG SITE	STANDORT-TYP	GEHÖRT ZU	KATEGORIE	HABITAT-TYP*	TRÄGERINSTITUTION	KONTAKTPERSON E-MAIL & WEBSITE	ANZAHL WISS. **
	<b>LTSER Plattform Tyrolean Alps (TA)</b> LTER_EU_AT_002	LTSER Plattform		Regular	Montane	Institut für Ökologie, Universität Innsbruck	Ulrike Tappeiner ulrike.tappeiner@uibk.ac.at	
	<b>Achenkirch-Mühleggerköpfl</b> LTER_EU_AT_024	Complex Site	LTSER TA	Regular	Forest	Bundesforschungs- u. Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)	Robert Jandl robert.jandl@bfw.gv.at www.bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=4391	10
	<b>Gossenköllesee</b> LTER_EU_AT_012	Simple Site	LTSER TA	Regular	Montane	Institut für Ökologie, Universität Innsbruck	Birgit Sattler birgit.sattler@uibk.ac.at Ruben Sommaruga ruben.sommaruga@uibk.ac.at	20
	<b>Jamtalferner</b> LTER_EU_AT_014	Simple Site	LTSER TA	Extensive	Montane	Institut für Interdisziplinäre Gebirgsforschung, ÖAW	Andrea Fischer andrea.fischer@oew.ac.at www.mountainresearch.at	2
	<b>Kesselwandferner</b> LTER_EU_AT_016	Simple Site	LTSER TA	Emerging	Montane	Verein Gletscher-Klima	Andrea Fischer: andrea.fischer@oew.ac.at www.gletscher-klima.at	6
	<b>Obergurgl</b> LTER_EU_AT_018	Complex Site	LTSER TA	Regular	Montane	Alpine Forschungsstelle Obergurgl, Universität Innsbruck	Nikolaus Schallhart klaus.schallhart@uibk.ac.at http://www.uibk.ac.at/afo	35
	<b>Patscherkofel</b> LTER_EU_AT_019	Simple Site	LTSER TA	Closed (1963-2008)	Montane	Bundesforschungs- u. Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren u. Landschaft (BFW)	Gerhard Wieser gerhard.wieser@uibk.ac.at Gilbert Neuner gilbert.neuner@uibk.ac.at	
	<b>Piburger See</b> LTER_EU_AT_020	Simple Site	LTSER TA	Extensive	Freshwater	Institut für Ökologie, Universität Innsbruck	Ruben Sommaruga ruben.sommaruga@uibk.ac.at Ulrike Nickus ulrike.nickus@uibk.ac.at	
	<b>Rofental</b> LTER_EU_AT_042	Complex Site	LTSER TA	Regular	Montane	Institut für Meteorologie und Geophysik und Institut für Geographie, Universität Innsbruck; Kommission für Glaziologie, Bayerische Akademie der Wissenschaften	Georg Kaser georg.kaser@uibk.ac.at Ulrich Strasser ulrich.strasser@uibk.ac.at Ludwig Braun ludwig.braun@lrz.badw-muenchen.de http://imgi.uibk.ac.at/research/ice-and-climate/projects/hef	> 20

	KURZBEZEICHNUNG SITE	STANDORT-TYP	GEHÖRT ZU	KATEGORIE	HABITATTYP*	TRÄGERINSTITUTION	KONTAKTPERSON E-MAIL & WEBSITE	ANZAHL WISS. **
	<b>Schrankogel (GLORIA Master Site)</b> LTER_EU_AT_021	Complex Site	LTSER TA	Extensive	Montane	Univ. Wien, Department für Naturschutzbiologie, Vegetations- u. Landschaftsökologie	Harald Pauli; harald.pauli@univie.ac.at www.gloria.ac.at/?a=42&b=56	
	<b>Stubacher Sonnblickkees</b> LTER_EU_AT_023	Simple Site	LTSER TA	Extensive	Montane	Hydrologischer Dienst Salzburg Universität Salzburg	Hans Wiesenegger hans.wiesenegger@salzburg.gv.at Bernhard Zagel bernhard.zagel@sbg.ac.at	
	<b>Stubai</b> LTER_EU_AT_015	Complex Site	LTSER TA	Master	Grassland	Institut für Ökologie, Universität Innsbruck	Ulrike Tappeiner ulrike.tappeiner@uibk.ac.at Georg Wohlfahrt georg.wohlfahrt@uibk.ac.at Michael Bahn michael.bahn@uibk.ac.at www.uibk.ac.at/ecology	75
<b>LTER Standorte ohne Zugehörigkeit zu einer LTSER Plattform</b>								
	<b>Fuchsenbigl</b> LTER_EU_AT_030	Simple Site		Extensive	Cropland	Österr. Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES)	Heide Spiegel adelheid.spiegel@ages.at www.ages.at	10
	<b>Fürstenfeld</b> LTER_EU_AT_025	Simple Site		Regular	Forest	Bundesforschungs- u. Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren u. Landschaft (BFW)	Michael Englisch; michael.englisch@bfw.gv.at	4
	<b>Hochwechsel</b> LTER_EU_AT_026	Simple Site		Extensive	Forest	Bundesforschungs- u. Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren u. Landschaft (BFW)	Michael Englisch michael.englisch@bfw.gv.at	4
	<b>ICP Forest Jochberg</b> LTER_EU_AT_033	Simple Site		Emerging	Forest	Bundesforschungs- u. Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren u. Landschaft (BFW)	Markus Neumann markus.neumann@bfw.gv.at http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=3833	10
	<b>ICP Forest Klausen-Leopoldsdorf</b> LTER_EU_AT_031	Complex Site		Regular	Forest	Bundesforschungs- u. Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren u. Landschaft (BFW)	Markus Neumann markus.neumann@bfw.gv.at http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=3983	10
	<b>ICP Forest Mondsee</b> LTER_EU_AT_034	Simple Site		Emerging	Forest	Bundesforschungs- u. Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren u. Landschaft (BFW)	Markus Neumann markus.neumann@bfw.gv.at http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=3827	10

	KURZBEZEICHNUNG SITE	STANDORT-TYP	GEHÖRT ZU	KATEGORIE	HABITAT-TYP*	TRÄGERINSTITUTION	KONTAKTPERSON E-MAIL & WEBSITE	ANZAHL WISS. **
	<b>ICP Forest Murau</b> LTER_EU_AT_032	Simple Site		Regular	Forest	Bundesforschungs- u. Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren u. Landschaft (BFW)	Markus Neumann markus.neumann@bfw.gv.at http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=3832	10
	<b>ICP Forest Mürzzuschlag</b> LTER_EU_AT_035	Simple Site		Emerging	Forest	Bundesforschungs- u. Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren u. Landschaft (BFW)	Markus Neumann markus.neumann@bfw.gv.at http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=3831	10
	<b>ICP Forest Unterpullendorf</b> LTER_EU_AT_036	Simple Site		Emerging	Forest	Bundesforschungs- u. Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren u. Landschaft (BFW)	Markus Neumann markus.neumann@bfw.gv.at http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=3818	10
	<b>LTSER Plattform Neusiedler See – Seewinkel (NSS)</b> LTER_EU_AT_028	LTSER Plattform		Emerging	Freshwater	Biologische Station Neusiedler See, Illmitz	Thomas Zechmeister thomas.zechmeister@bgld.gv.at www.burgenland.at/naturumwelt-agrar/natur/biologische-station-neusiedler-see	25
	<b>Lysimeter-Station AGES</b> LTER_EU_AT_040	Simple Site		Extensive	Cropland	Österr. Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES)	Helene Berthold helene.berthold@ages.at Andreas Baumgarten andreas.baumgarten@ages.at	
	<b>Mondsee</b> LTER_EU_AT_039	Complex Site		Regular	Freshwater	Forschungsinstitut für Limnologie, Mondsee, Universität Innsbruck; Interfakultärer Fachbereich Geoinformatik, Paris Lodron Universität Salzburg	Thomas Weisse thomas.weisse@uibk.ac.at Rainer Kurmayer rainer.kurmayer@uibk.ac.at www.uibk.ac.at/limno Hermann Klug hermann.klug@sbg.ac.at	8
	<b>Rosalia Lehrforst</b> LTER_EU_AT_037	Simple Site		Emerging	Forest	Universität für Bodenkultur	Josef Gasch josef.gasch@boku.ac.at Michael Zimmermann michael.zimmermann@boku.ac.at; www.wabo.boku.ac.at/lehrforst	20
	<b>Sonnblick</b> LTER_EU_AT_022	Simple Site		Emerging	Montane	Zentralanst. für Meteorologie u. Geodynamik ZAMG/Sonnblickverein	Bernhard Niedermoser bernhard.niedermoser@zamg.ac.at www.sonnblick.net	50
	<b>Weitra</b> LTER_EU_AT_027	Complex Site		Regular	Forest	Bundesforschungs- u. Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren u. Landschaft (BFW)	Michael Englisch michael.englisch@bfw.gv.at www.sustman.de	5

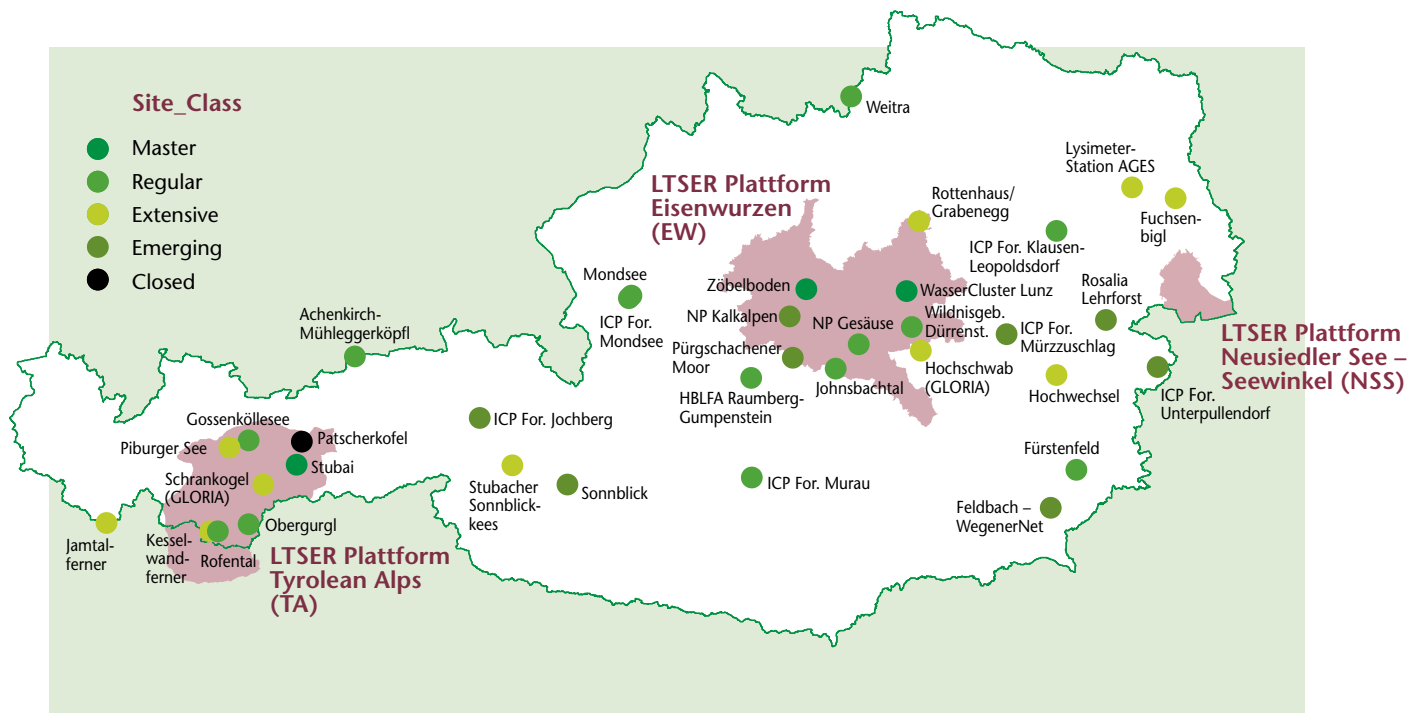


Abb. 6: Karte der österreichischen LTER Sites und LTSER Plattformen

38 österreichische LTER Standorte (Sites) und LTSER Plattformen sind in das europäische und globale LTER Netzwerk gemeldet. Ein Standort wurde geschlossen (Patscherkofel), stellt aber noch eine Datenquelle dar. Die LTER Standorte verteilen sich auf die Kategorien „LTER Master Site“ (3), „Regular LTER Site“ (15) und „Extensive/Emerging Site“ (Rest). Die Beschreibung dieser Kategorien findet sich auf der LTER-Europa Website (<http://www.lter-europe.net>, Sektionen „Organisation/key documents/criteria“ und „Sites and Platforms“). LTER-Austria deckt damit die wesentlichen österreichischen Ökosystemtypen ab und trägt arbeitsteilig zum europäischen Netzwerk in 24 Ländern bei.

Von besonderer Bedeutung (s. Kapitel 1.3) sind die zwei LTSER Forschungsplattformen Regionen „Tyrolean Alps“ und „Eisenwurzen“ als Schwerpunktträume von LTER-Austria, in denen im Fall der Eisenwurzen 11 und im Fall der Tyrolean Alps 10 Standorte liegen.

Seit Einrichtung der teilweise 100 Jahre alten Standorte haben mehr als 700 Wissenschaftler dort gewirkt und einzigartige Hot spots ökologischen Wissens produziert. Derzeit arbeiten ca. 300 nationale und internationale Wissenschaftler an den Standorten bzw. mit den Daten der Standorte, wenn man jene nicht doppelt berücksichtigt, die an mehreren Standorten involviert sind. In Summe wurden an den Standorten ca. 500 Projekte abgewickelt. Diese Zahlen basieren auf einer laufenden Metadaten-Erhebung mit einem bisherigen Rücklauf von 90% und könnten entsprechend auf 100% extrapoliert werden. Wegen seiner besonderen Aufgabenstellung und Form der Datennutzung wurden die Zahlen des Sonnblicks in diese Statistik nicht einbezogen.

Die Infrastrukturen werden von 19 Institutionen betrieben. Der kumulative Infrastrukturwert des Netzwerkes beträgt ca. 7 – 9 Mio. EUR (6 Mio. EUR mehr, wenn man den Standort Sonnblick einbezieht). Als eines der ersten Länder Europas hat Österreich über die Vereinigung geeigneter Standorte von ICP Integrated Monitoring, ICP Forest, ICP Waters, EMEP etc. (Netzwerk-Analyse von COST FP0903, Oktober 2010) eine Initiative in Richtung Integration bestehender in-situ Infrastrukturen getan, wobei dies ein erster strategischer Schritt war. Die notwendige operative Integration, dafür nötige Organisation und Mittel waren wesentliche Motivationen für dieses Positionspapier. Der aktuelle strategische Rahmen im europäischen Kontext wird in Kapitel 6 beleuchtet.

Eine Kurzbeschreibung der Standorte und ihrer wissenschaftlichen Schwerpunktsetzung finden sich im Anhang in Kapitel 8.1. Bei jedem Standort sind zugehörige Schlüssel-Publikationen gelistet.

### 1.5.3 STATUS

**Das bisherige Augenmerk von LTER-Austria lag auf dem Zusammenschluss der relevanten Infrastrukturen und wissenschaftlichen Teams. Eine Forschungsgemeinschaft von über 200 Forschern, die in rund 25 Institutionen arbeiten, bezieht sich in ihrer gesellschaftlichen Verantwortung und Ausrichtung auf die ab 2005 entwickelten Konzepte für das europäische LTER ([www.lter-europe.net](http://www.lter-europe.net)) sowie die neuen Rahmenbedingungen im Kontext von ESFRI, zu dessen „Landscape“ LTER im Bereich „Umwelt“ gehört.**

Soweit das im Bottom-up-Ansatz möglich war, entstand ein Netzwerk, das sich formal im europäischen Rahmen verankert hat. Diese Verankerung basiert im Wesentlichen auf dem Engagement von einzelnen ForscherInnen, Standorten und Institutionen in einer Vielzahl von Projekten. LTER-Austria wirkte zunehmend als Plattform, über die zusätzliche nationale Institutionen über traditionelle Konkurrenzsituationen hinweg in passende Projekte vermittelt wurden (z.B. FP7/ INFRA-2010 Projekt „EXPEER“, Horizon2020 FORESTING und eLTER, FP6/ ALTER-Net). Im Jahr 2012 antworteten 156 Standorte aus 20 Ländern konzertiert auf den „Infrastructure Survey“ der EC, darunter 24 österreichische Standorte.

Der nach wie vor fragmentierte Charakter der Ökosystemforschung in Österreich, sowohl hinsichtlich der Infrastrukturen als auch in Bezug auf Forschungsprojekte, sowie wachsende Anforderungen an strategische Ausrichtung und zentrale Dienstleistungen (Datenmanagement, Koordination standortübergreifender Aktivitäten national und international, Standardisierung und Basis-Messprogramm) stellen die Kernmotivation für die Erstellung dieses Positionspapiers dar. Kernqualitäten und -anforderungen zur Beforschung langfristiger Trends in unseren Systemen (wissenschaftliche Teams über einer kritischen Größe, die interdisziplinäres Arbeiten erlaubt; Basis-Monitoring etc.) sind ebenso zu sichern wie die Konkurrenzfähigkeit der österreichischen Infrastrukturen im Europäischen Forschungsraum (ERA). Mehrfachnutzung der Standorte selbst und der Daten (national & international) stellen dabei ein Schlüsselkriterium dar.

In diesem Sinn entwickelt das Synthese-Kapitel 7 dieses Dokuments eine Vision zur Beseitigung bestehender Mängel und optimalen Nutzung des geschaffenen Potenzials.

## 2 THEMENBEREICHE DER ÖKOSYSTEMFORSCHUNG IN ÖSTERREICH

### 2.1 DEFINITION

**LTER-Austria bietet eine Plattform für ökologische und sozio-ökologische Forschung, wie sie früher einerseits einschlägige nationale Rahmenprogramme wie die KLF (Kulturlandschaftsforschung) und ProVision vorbereitet haben und andererseits jetzt von europäischer Strategie vorgeschlagen werden (ENVRI+).**

LTER-Austria vereint und verknüpft konsistent die wesentlichen Themenbereiche, die sich auch in anerkannten Konzept-Modellen finden (siehe unten, Abb. 7) und im Folgenden stichwortartig charakterisiert sind:

#### **Prozessorientierte Ökosystemforschung:**

- Naturwissenschaftliche Grundlagenforschung
- Untersuchung der funktional und strukturell bedeutenden Ökosystemkompartimente
- Langfristige Auswirkungen von Drivers und Kombinationen von Drivers auf Funktionen und Leistungen von Ökosystemen (Ecosystem services)

#### **Biodiversitäts- und Naturschutzforschung:**

- Erfassung von Status, Trends und funktionellen Beziehungen von Arten



Totholz im Wald: © Irene Oberleitner

- Sicherung des langfristigen Überlebens von Arten, deren genetischer Diversität und der ökologischen Integrität und Funktionalität von Lebensräumen
- Langfristige Sicherung der biodiversitäts-basierten Ökosystemleistungen
- Analyse und Szenarien zur Adaption der Arten und Lebensräume an den globalen Wandel (inkl. Klimawandel)

#### **Sozio-ökologische Forschung:**

- Sozio-ökologische Grundlagenforschung: Gesellschaft-Natur-Interaktion, sozial-ökologische Transitionen, Veränderungen in der Ressourcennutzung
- Umweltgeschichte und historische Nachhaltigkeitsforschung
- Integrierte sozio-ökologische Modellierung: Prozess- und Systemverständnis, Szenarien, interdisziplinäre Integration
- Beitrag zur Bewältigung großer gesellschaftlicher Herausforderungen (z. B. nachhaltige Wasser-, Nahrungs- und Energieversorgung, Bevölkerungswachstum, Gesundheit).

Wenn ökologische Forschung gesellschafts- und politikrelevante Ergebnisse liefern soll, fordert die Komplexität unserer sozio-ökologischen Systeme bei jeder Forschungsfragestellung die Berücksichtigung bzw. Beteiligung von mehr als einem dieser Bereiche. Wesentlich ist dabei die bestmögliche Verankerung im europäischen Forschungsraum.

#### **Das ermöglicht LTER-Austria durch**

- Interdisziplinäre Expertise (Forum von Wissenschaftlern)
- Konkrete Forschungsstandorte und -regionen (Hotspots von Expertise und Daten)
- Internationale Vernetzung (Projekt-Ebene; LTER-Austria als eines von 24 nationalen Netzwerken in LTER-Europa...)

LTER-Austria und das White Paper zur ökologischen Langzeitforschung in Österreich standen und stehen daher vor der Herausforderung, die fachliche Breite der Ökosystemforschung abzudecken, ohne das Gewicht und die spezifischen Anforderungen der thematischen Hauptbereiche zu verwässern.

## **2.2 ANBINDUNG AN KONZEPTIVE MODELLE**

**Die Entscheidung zur Gliederung in Themenbereiche fiel sowohl aus pragmatischen Gründen als auch in Hinsicht auf die Anbindung an Konzeptmodelle: Sie spiegelt Gruppierungen der wissenschaftlichen Gemeinschaft, deren unterschiedlichen KlientInnen, FinanzgeberInnen, Aspekte der Umsetzung und der Nachfrage aus Politik und Management wider. Die Themenbereiche decken wesentliche Bausteine anerkannter konzeptiver Modelle der Gesellschaft-Natur-Interaktion ab, die in der heutigen Nachhaltigkeitsforschung und in der Umwelt- und Nachhaltigkeitsberichterstattung bzw. im Monitoring verwendet werden:**

- **DPSIR (Driver-Pressure-State-Impact-Response):** Das DPSIR-Schema systematisiert die Wirkungszusammenhänge zwischen gesellschaftlichen Aktivitäten und Veränderungen in den Ökosystemen. Es geht davon aus, dass „Drivers“ (z.B. Wirtschafts- oder Bevölkerungswachstum) zu „Pressures“ (z.B. Emissionen) führen. Diese rufen Veränderungen im Zustand („State“) der Ökosysteme hervor, welche die Ökosystemleistungen gefährden können („Impacts“). Die Gesellschaft versucht, mittels „Responses“ (z.B. Umweltschutzmaßnahmen, Nachhaltigkeitspolitik) gegenzusteuern. Das Schema wird vor allem zur Systematisierung von Umwelt- und Nachhaltigkeitsindikatoren verwendet (EEA 2007).

- SES (Socio-Ecological Systemsresearch): Die Erforschung komplexer sozio-ökologischer Systeme, die durch die Interaktion von Gesellschaften mit ihrer natürlichen Umwelt entstehen, wird in den letzten Jahren unter anderem von der sogenannten „Resilience Alliance“ (siehe <http://www.resalliance.org/>) vorangetrieben. Im Zentrum steht dabei die Theorie komplexer adaptiver Systeme („complex adaptive systems“), angewandt auf die Frage, unter welchen Bedingungen sozio-ökologische Systeme sich gegenüber Veränderungen als „resilient“ erweisen können, d.h. ihre wesentlichen Funktionszusammenhänge auch bei einer Veränderung der Umweltbedingungen aufrechterhalten. Im Fokus stehen dabei vor allem systemdynamische Überlegungen wie Nichtlinearität („expect the unexpected“), Vulnerabilität und Anpassungsfähigkeit. Der Ansatz bezieht sich explizit auf unterschiedliche Skalenebenen und Veränderungsgeschwindigkeiten (Gundeson und Holling, 2002). Eine zentrale Forderung ist die nach „adaptive management“, also einer Form des Umgangs mit Ökosystemen, die Unwissenheit, Unsicherheiten sowie die Veränderlichkeit von Systemen und Rahmenbedingungen explizit anerkennt (Vadineanu, A., 2004). Eine mit diesem Ansatz kompatible Konzeption ist das sozial-ökologische Interaktionsmodell des Wiener Institutes für Soziale Ökologie, das vor allem auf der Analyse von Material- und Energieflüssen zwischen Gesellschaft und Ökosystemen und deren Veränderungen durch sozio-ökonomische und natürliche Faktoren beruht (Fischer-Kowalski M. & Weisz H. 1999).
- Human-Environment Systems (H-E Systems). Dieser stark von der Geografie beeinflusste Ansatz spielt vor allem in der Landnutzungsforschung, neuerdings oft auch als „integrierte Land-Veränderungs-Forschung“ (integrated land-change science) bezeichnet, eine wichtige Rolle. Er geht davon aus, dass Landsysteme integrierte komplexe Systeme sind, die durch die Wechselwirkung von sozio-ökonomischen Komponenten wie Bevölkerung, Wirtschaft, Institutionen, Kultur usw. mit ökologischen Komponenten wie Boden, Wasser, Organismen/Lebensgemeinschaften, biogeochemischen Zyklen usw. entstehen. Ziel der integrierten Land-systemforschung ist es, Veränderungsprozesse und Vulnerabilitäten zu verstehen, um wissenschaftliche Grundlagen für nachhaltigere Landnutzungsformen anbieten zu können (GLP 2005, Turner et al 2007).
- ISSE/PPD (Integrated Science for Society and Environment/Pulse Pressure Dynamics, US-LTER, Collins et al., 2011): Das ISSE (oder jüngst PPD) Modell entstand im US-LTER Programm auf Basis eines Projekts der National Science Foundation (NSF) und strukturiert ein integriertes Forschungsprogramm für die sozio-ökologische Forschung. Im Modell stehen die Wechselwirkungen zwischen menschlicher Wahrnehmung, menschlichem Verhalten und gesellschaftlichen Institutionen und der Struktur und Funktion von Ökosystemen im Mittelpunkt. Hierbei unterscheidet es zwischen langfristigen Belastungen („long-term press“) und kurzfristigen Schwankungen („short-term pulse“). Die Ökosystem-Services werden als Ergebnis der Funktion von Ökosystemen gesehen, das auf die Gesellschaft zurückwirkt. Zudem berücksichtigt das Modell „external drivers“ beispielsweise den Klimawandel (siehe das Dokument „Integrative Science for Society and Environment – A Strategic Research Initiative“ [www.lternet.edu/decadalplan](http://www.lternet.edu/decadalplan)). Die ESI (Ecosystem Service Initiative) des globalen LTER Netzwerkes, ILTER, baut in ihrem Versuch, sozio-ökologische Systeme im weltweiten Vergleich zu beschreiben, auf ISSE auf.

*Intensiv-Plot am Zöbelboden: © Smidt*





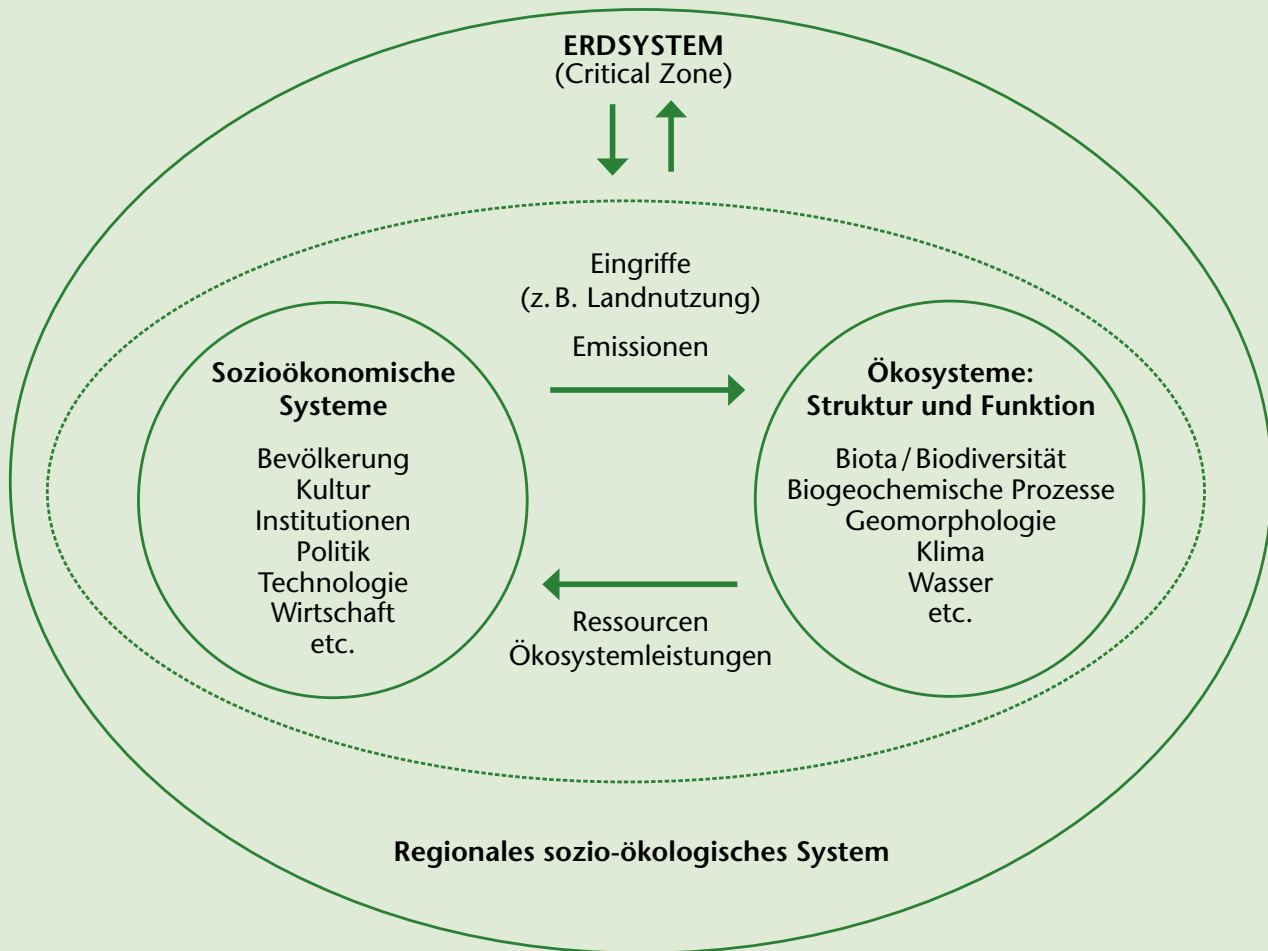


Abb. 7: Konzept der Gesellschaft-Natur-Interaktion für regional begrenzte sozio-ökologische Systeme, z.B. LTSER Plattformen. Erstellt auf Basis von Fischer-Kowalski und Weisz, 1999; EEA 2007, GLP 2005 sowie dem ISSE Modell

Auf Basis dieser verschiedenen Konzeptionen wurde das in Abb. 7 dargestellte konzeptuelle Modell der Gesellschaft-Natur-Interaktionen erstellt, das das vom vorliegenden White Paper abgedeckte Forschungsfeld umfasst und die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Skalen (regional – global) andeutet. Die prozessorientierte Ökosystemforschung konzentriert sich dabei auf die Erforschung der Funktion von Ökosystemen, inklusive deren Veränderung durch menschliche Eingriffe oder Einwirkungen von globalem Wandel. Die Biodiversitäts- und Naturschutzforschung befasst sich mit Grundlagenerhebungen zum Status quo und mit den Veränderungen der Artenverbreitung/der Ökosysteme und bezieht sozioökonomische Aspekte ein, vor allem wenn sie mit Schutz, Ausprägung und Veränderung von Biodiversität zu tun haben. Die sozio-ökologische Forschung konzentriert sich auf die Analyse der Wechselwirkungen zwischen sozio-ökonomischen Systemen und Ökosystemen. In allen Fällen sind Wechselwirkungen mit natürlichen und sozio-ökonomischen Faktoren auf anderen räumlichen Ebenen – hier mit dem Begriff „Erdsystem“ angedeutet – zu berücksichtigen. Der Begriff „Erdsystem“ wurde in Anlehnung an die „Earth System Science Partnership“ (ESSP) gewählt, da dieser Zusammenschluss von Forschungsprogrammen zum globalen Wandel alle hier berücksichtigten Komponenten – Biodiversität (DIVERSITAS), biogeochemische Zyklen (IGBP), Klima (WCRP) und sozio-ökonomische Aspekte (IHDP) – umfasst. Jüngst wird dieser Bereich zwischen tiefer Geosphäre und Stratosphäre auch als „Critical Zone“ bezeichnet.

## 2.3 STRUKTUR DER KAPITEL ZU DEN THEMENBEREICHEN

Jedes der drei folgenden Themenbereichs-Kapitel entspricht der in Info-Box 2 dargestellten Grundstruktur, um eine Vergleichbarkeit der Themenbereiche zu gewährleisten und die Synopse (Kapitel 7) zu erleichtern.

### **Prioritäre Forschungs-Themen**

LTER-Austria bietet eine Plattform zur Entwicklung von Forschungsprojekten mit hochkarätiger Forschung in den einzelnen Themenbereichen, die bestmöglich mit den Schwerpunkten in den jeweils anderen Themenbereichen abgestimmt ist (thematisch, zeitlich, räumlich, infrastrukturell, logistisch).

ACHTUNG: Prioritäre Forschung kann auch Methoden gelten (im Gegensatz zum nächsten Kapitel)

### **Ansätze und Methoden**

Beschreibung der Ansätze und Methoden (bestehenden Werkzeugen), die für den Themenbereich von zentraler Bedeutung bzw. spezifisch sind

### **Anforderungen**

Fokus auf jene, die für den Themenbereich spezifisch sind

### **Produkte und Adressaten**

Produkte und Adressaten der Forschungsergebnisse des Themenbereiches  
(quer über Stakeholder)

### **Vernetzung mit anderen Themenbereichen**

Wichtigste bzw. neuartige Anknüpfungspunkte zu den jeweils anderen beiden Themenbereichen

*Info-Box 2: Grund-Struktur der Kapitel zu den 3 Themenbereichen von LTER-Austria*

## 3 PROZESSORIENTIERTE ÖKOSYSTEMFORSCHUNG (THEMENBEREICH I)

**Die vorhergehenden Abschnitte haben die Besonderheiten dieses Themenbereiches als naturwissenschaftliches Kernelement und Ausgangspunkt des heute umfassenderen LTER Konzeptes beleuchtet. Bei allen Erfolgen sahen und sehen sich viele LTER Netzwerke und damit auch der Themenbereich Prozessorientierte Ökosystemforschung mit strukturellen Herausforderungen konfrontiert, die a) aus der starken „Bottom-up“ Komponente seiner Entstehung über die letzten Jahrzehnte erklärbar sind und b) aus der Langfristigkeit resultieren (Ressourcen, Technik, Metainformation), die eine einzigartige Kernqualität von LTER darstellt (ILTER Strategic Plan, 2005).**

Dazu gehören:

(1) dass Untersuchungs-Standorte nicht unter dem Gesichtspunkt der bestmöglichen Abbildung von ökoklimatischen Gradienten oder anderen Kriterien ausgewählt wurden, die ein Erkennen von Mustern oder ein „up-scaling“ von Prozessen in große räumliche Einheiten (z.B. Regionen oder Kontinente) ermöglichen, sondern auf bestehende Standorte zurückgegriffen werden muss (LTER Standorte werden auf der Basis von Freiwilligkeit getragen und (noch) nicht zentral finanziert) .

(2) dass die Weiterentwicklung der Netzwerke einen enormen Koordinationsbedarf bedeutet, der auf der europäischen Ebene mit dem Network of Excellence ALTER-Net nur zeitlich befristet unterstützt wurde. Ökosystemforschung hat sich in ihrer Konzeption nicht nur an den räumlichen Skalen und Mustern der untersuchten Prozesse zu orientieren, sondern auch an den zeitlichen. Neben den häufig untersuchten kurz- bis mittelfristigen

Prozessen sind Ökosysteme gravierenden langfristigen Prozessen unterworfen, deren Vorhandensein oder Bedeutung häufig erst ex post erkannt bzw. eingeschätzt werden kann. Beispiele dafür sind etwa das Ozonloch über der Antarktis oder etwa der Global Change. In langlebigen Ökosystemen wie dem Wald können viele Prozesse erst durch langfristige Ökosystemforschung überhaupt erfasst werden. Vom Beginn formalisierter forstlicher Forschung zu Anfang des 19. Jahrhunderts sind erst 1 - 2 forstliche Umtriebszeiten heimischer Waldökosysteme verstrichen. Auch die Rückkoppelungen gesellschaftlicher Prozesse mit Ökosystemprozessen erstrecken sich üblicherweise über Jahrzehnte (land use change).

### 3.1 FORSCHUNGSFRAGEN DES THEMENBEREICHES PROZESSORIENTIERTE ÖKOLOGIEFORSCHUNG

**Generelle Zielsetzung dieses Themenbereiches ist es, durch unterschiedliche Einflüsse – etwa Klima- und Landnutzungswandel oder Stickstoffdeposition – ausgelöste räumliche und zeitliche Veränderungen von Systemen und deren Auswirkungen auf biogeochemische Kreisläufe zu analysieren. Dabei ist die ökosystemare Integration von terrestrischen und aquatischen Systemen ein wichtiges Anliegen.**

Der Themenbereich der prozessorientierten Ökosystemforschung untersucht dabei die Auswirkungen von Treibern außerhalb und innerhalb des betrachteten Systems auf die Stoffkreisläufe in Ökosystemen.

Dabei stehen folgende Schlüsselprozesse im Vordergrund (Abb. 8):

- I. Regulation von Primärproduktion, Abbau und Akkumulation von totem organischen Material in terrestrischen und aquatischen Ökosystemen unter besonderer Berücksichtigung der Treibhausgasproblematik
- II. Interaktionen zwischen Kohlenstoff-, Nährstoff- und Wasserkreisläufen in natürlichen und gestörten Ökosystemen und deren Rückkoppelungen mit dem Klimasystem
- III. Auswirkung von räumlich-zeitlichen Mustern und der Intensität von Störungen (etwa Neobiota, pathogene Schädlinge, Dürre, Stürme, Hitze etc.) auf die Stabilität von biologischen Systemen.

Bei der Ausformulierung konkreter Forschungsfragen bietet sich eine Unterteilung der Fragen in die vier Kategorien (1) Stabilität und Störung, (2) Interaktive Effekte, (3) Rückkoppelungseffekte und (4) Skalierung an.

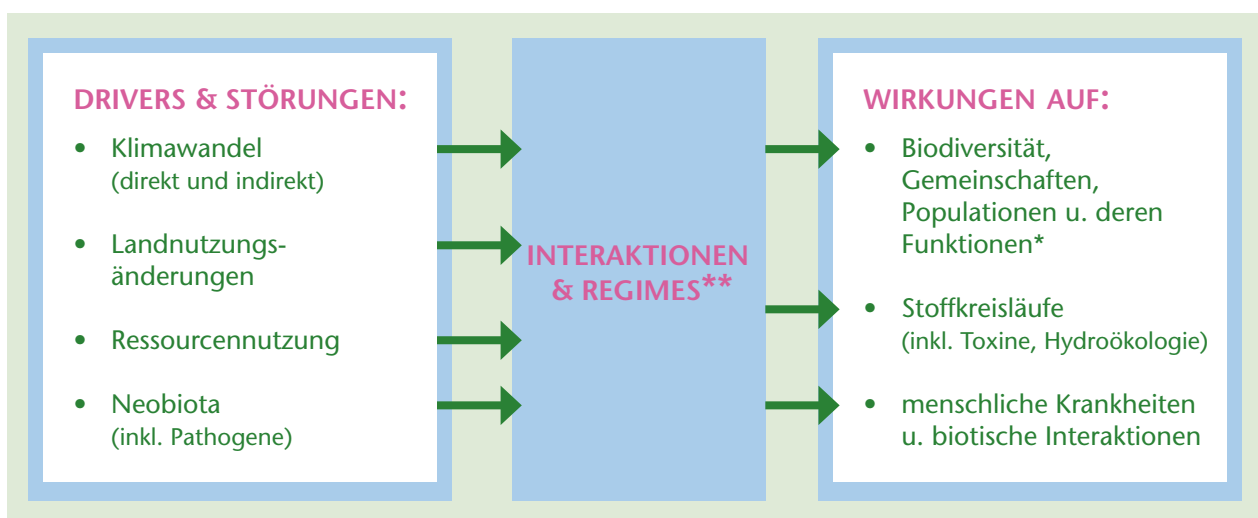


Abb. 8: Übersicht und Zusammenhang der Forschungsfragen der Prozessorientierten Ökosystemforschung: Treiber und Störungen wirken auf ein System ein. Sie verändern Interaktionen innerhalb des Systems bzw. die Regimes (Regimes\*\* = Summe der Interaktionen und bestimmte Kombinationen von Drivern). Diese Veränderungen wiederum steuern das Ökosystem und seine Funktionen\*.

### **(1) Stabilität und Störung**

Ökosysteme sind einerseits von interaktiven Effekten betroffen und andererseits von unterschiedlicher Resilienz in Bezug auf Störungen gekennzeichnet. Aus diesem Grund ist die Definition charakteristischer Schwellenwerte, bei denen irreversible Veränderungen eintreten (z.B. Degradation bei massiver Erosion im Gebirge), von hoher Relevanz in der Ökosystemforschung, da sie unter anderem auch direkten Einfluss auf die Nutzbarkeit von Ökosystemen für menschliche Gesellschaften haben können. Speziell die Wechselwirkungen von Störungen und die Effekte derartiger Störungen auf Ökosysteme stehen hier im Brennpunkt. Forschungsfragen in diesem Bereich könnten sein:

- Wie wirken Klimavariabilität und Extremereignisse (Witterungsextreme, Schädlingsbefall, Pathogene, Neobiota) auf Stoffflüsse und die Stabilität von Ökosystemen?
- Wie (weit) beeinflusst Biodiversität die Resistenz und Resilienz von Ökosystemprozessen auf/nach Störungen?

### **(2) Interaktive Effekte von Einflussgrößen auf Ökosystemprozesse**

Unter interaktiven Effekten verschiedener Einflussgrößen auf ökosystemare Prozesse in Raum und Zeit verstehen wir das wechselseitige Aufeinandereinfließen bzw. die Überlagerung von Störungen und deren Wirkungen sowohl auf Populationsdynamiken wie auch die Stoffflüsse von Ökosystemen. Von Interesse sind hier sowohl die kurz- als auch langfristigen interaktiven Effekte. Konkrete Fragestellungen dieser Kategorie sind z.B.:

- Wie interagieren Störungen und Populationsdynamiken in ihrer Wirkung auf ökosystemare Stoffflüsse langfristig?
- Wie wirken sich interaktive Effekte von Nährstoffeinträgen und Klimaveränderungen auf Primär- und Sekundärproduktion und den Abbau von organischem Material aus?
- Welche interaktiven Effekte haben Landnutzungsänderungen und Klimaveränderungen auf Stoffflüsse in Ökosystemen?
- Wie wirken interaktive Effekte von Treibhausgasen, Schadstoffen, Pathogenen und Neobiota auf Stoffflüsse und Stabilität von Ökosystemen?

### **(3) Rückkoppelungseffekte und Auswirkungen auf sozio-ökologische Systeme**

Während sich die ersten beiden Fragekategorien mit den Vorgängen innerhalb eines Ökosystems befassen, werden auf einer größeren Integrationsebene Rückkoppelungseffekte und Effekte veränderter Ökosystemprozesse auf andere (v.a. sozio-ökologische) Systeme und damit auf Ökosystemdienstleistungen (ecosystem services) untersucht:

- Welchen Einfluss haben Klimawandel und Landnutzungsänderungen auf den Austausch von Treibhausgasen zwischen Ökosystemen und der Atmosphäre und wie wirkt sich dies auf den globalen Klimawandel aus?
- Welchen Einfluss haben Klimawandel und Landnutzungsänderungen auf die Energiebilanz von Ökosystemen und wie wirkt sich das auf den Strahlungsantrieb aus?
- Welchen Einfluss haben Klimawandel und Landnutzungsänderungen auf den Austausch reaktiver Spurengase zwischen Ökosystemen und der Atmosphäre, wie wirkt sich dies regional auf die Luftqualität aus und welche Veränderungen in Struktur und Funktion von Ökosystemen entstehen dadurch?
- Wie wirken Klimawandel und Landnutzung auf die Regulierung und Speicherung von Wasser in Ökosystemen?
- Inwieweit erhöht eine mögliche Verschlechterung der Wasserqualität die Kosten für Wassernutzung?
- Wie wirken sich demografische Veränderungen und damit verbundene Änderungen in der Landnutzung sowie das Auflassen ehemals bewirtschafteter Flächen auf das Verhältnis von Gebietsverdunstung zu Abfluss aus? Wie werden durch Änderungen in der Wasserbilanz von Einzugsgebieten die Stabilität von Ökosystemen und der Schutz von Siedlungsräumen vor Naturgefahren beeinflusst? Wie beeinträchtigen Landnutzungsänderungen die Trinkwasserqualität? Wie wirken sich durch den Klimawandel bedingte Prozesse wie Gletscherrückgang und die Entstehung von aquatischen Ökosystemen auf die Wasserqualität aus?
- Welchen Einfluss hat die Klimavariabilität auf menschliche Krankheitserreger und welchen Einfluss hat sie auf damit verbundene Gesellschaftsdynamiken und die resultierenden Stoffflüsse?

### **(4) Räumlicher Bezug (Skalierung)**

Sämtliche beispielhaft angeführte Forschungsfragen haben eines gemein: Sie setzen an unterschiedlichen Skalenebenen an beziehungsweise stehen vor der Herausforderung, unterschiedliche Skalenebenen zu adressieren.



Messwehr: © Michael Mirtl

Charakteristikum der prozessorientierten Ökosystemforschung ist es, dass sie zu einem großen Teil auf kleinräumigen, standortspezifischen Einheiten stattfindet. Die Frage der Skalierbarkeit von Ergebnissen aus solchen Forschungsansätzen ist daher eine Grundfrage der ökosystemaren Prozessforschung, die selbst Gegenstand von Forschungsansätzen ist. Mögliche Fragen in diesem Bereich sind:

- Ändern sich die Steuergrößen über ökosystemare Prozesse, wie etwa Primär- und Sekundärproduktion oder Kohlenstoffspeicherung in Böden, mit der Skalenebene?
- Wie ändert sich die Interaktion von Kohlenstoff- und Stickstoffkreislauf auf unterschiedlichen räumlichen Skalenebenen?

### 3.2 ANSÄTZE UND METHODEN

**Hat die Beforschung von interaktiven Effekten und von Stabilität und Störungen eher beobachtenden bzw. experimentellen Charakter, so erfordert die Analyse der Forschungsfragen zu den Bereichen Rückkoppelungseffekte und Skalierung vorwiegend modellierende Ansätze als Forschungsmethoden. Dementsprechend unterschiedlich sind die Anforderungen an die Methoden und Ansätze, die im Bereich der prozessorientierten Ökosystemforschung zur Anwendung kommen.**

Im Sinne eines sparsamen und zweckmäßigen Ressourceneinsatzes („Es kann nicht alles überall und zu jeder Zeit gemessen und beobachtet werden“) müssen Hypothesen mit modellierenden Ansätzen oder explorativer Statistik formuliert bzw. getestet werden; daraus können wiederum neue bzw. im räumlichen oder zeitlichen Sinne skalenerübergreifende Mess- und Beobachtungskonzepte entwickelt werden.

Für die Zukunft von LTER wird es notwendig sein, derart kombinierte Ansätze in ein Standortkonzept zu integrieren. Basierend auf den Ergebnissen und Erfahrungen der internationalen LTER-Forschung wäre der nächste Schritt, von einem „top-down“ Ansatz ausgehend ein strukturiertes Design für LTER-Austria zu entwickeln, das ein späteres Skalieren von Forschungsergebnissen von lokaler, über regionaler bis zur nationalen Ebene und darüber hinaus zulässt.

In den USA haben die Infrastruktur-Anforderungen zur Entwicklung von „top-down“ Konzepten geführt, deren bedeutendstes NEON (National Ecological Observatory Network) ist. NEON hat LTER nicht verdrängt, aber stark weiterentwickelt: hier wird derzeit eine Forschungsplattform errichtet, die zum Ziel hat, die Effekte von Klimaänderungen, Landnutzungsänderungen und von invasiven Arten auf die Ökologie Nordamerikas zu untersuchen, und zwar als kontinentales Observatorium, nicht als Sammlung von lokalen oder regionalen Standorten und mit einem stringenten methodischen Design über alle Untersuchungseinheiten. Revolutionär dabei ist auch die administrative Struktur, die über Partikularinteressen hinausgeht und eigene Einheiten vorsieht, deren Aufgabe es ist, qualitative hochwertige Datensätze zu erfassen und in Echtzeit allen interessierten Forschern zur Analyse und Bearbeitung zur Verfügung zu stellen – ein Konzept, das übrigens in der Meteorologie schon lange verwirklicht ist. Die einzige nennenswerte Kritik am NEON Konzept ist die Fokussierung auf Prozesse in Naturräumen in einem rein naturwissenschaftlichen Ansatz.

Prozessorientierte Ökosystemforschung hat einen starken Bedarf an kontinuierlichen Beobachtungen (Monitoring) von physikalischen und chemischen Umweltparametern sowie der Messung von biotisch kontrollierten Prozessen (etwa dem Gasaustausch von Ökosystemen mit der Atmosphäre). Die dabei verwendeten Messmethoden haben einen sehr hohen Bedarf an wissenschaftlicher Infrastruktur und an einer leistungsstarken Cyberinfrastruktur. Dieser Bedarf steigt mit höherer Automatisierung und höherer zeitlicher Auflösung solcher Monitoring-Aktivitäten.

### 3.3 ANFORDERUNGEN

**Um eine räumliche Optimierung des Designs von LTER-Austria (Forschungs-Standorte) in Gang zu bringen, muss das Netzwerk langfristig operativ sein können. Dafür braucht es eine Neuordnung der Verwaltung und Administration als international verankertes Forschungscluster, wobei der internationale Rahmen derzeit weit besser entwickelt ist als die komplementäre nationale Struktur. Aufgrund der relativ hohen Fluktuation des wissenschaftlichen Personals an Universitäten und überwiegenden Drittmittelfinanzierung der universitären Forschung eignen sich diese weniger für ein dauerhaftes Management.**

Die zentrale Stabsstelle von LTER-Austria sowie die Projektleitung sollten daher in einer Institution wie dem BFW oder UBA eingerichtet werden. Eine geeignete Struktur für die Verwaltung der Daten und Forschung im Netzwerk aufzubauen, ist eine der kritischen Aufgaben, wobei gerade hier Standards und Werkzeuge aus dem internationalen Kontext (ESFRI/LifeWatch, ILTER, LTER-Europe, INSPIRE, EML) über eine nationale Stabsstelle nutzbar gemacht werden können.

Überlegungen des Themenbereiches „Prozessorientierte Ökosystemforschung“ zu Anforderungen an die Struktur des Netzwerkes lieferten die Basis für den Vorschlag zur Gesamtstruktur im Synthese-Kapitel 7.3.1 „Strategische Organisation“ auf Seite 52. Diese Organisation und ihre Dienstleistungen sind daher als Kernforderungen des Themenbereiches anzusehen.

### 3.4 PRODUKTE UND ADRESSATEN

**Die Produkte dieses Themenbereiches von LTER-Austria sind Antworten auf die oben angeführten Forschungsfragen. Im Bereich der prozessorientierten Ökosystemforschung sind das in erster Linie Daten, die an den Untersuchungsstandorten durch Messungen erhoben werden und sowohl auf die Rekonstruierbarkeit von Ereignissen in der Vergangenheit wie auch zur Abschätzung von möglichen zukünftigen Entwicklungen hin analysiert werden. Das heißt, spezielle Bedeutung in diesem Themenbereich kommt der Aufbereitung der erhobenen Daten zu.**

Wir schlagen daher vor, ein Nationales Zentrum für Ökologische Datenanalyse einzurichten, das gestützt auf die Daten von LT(S)ER-Austria und auf die Expertise der beteiligten Wissenschaftler,

(1) die Daten für Nutzer aus Gesellschaft, Politik und Wissenschaftlicher Gemeinschaft entsprechend aufbereitet und bereitstellt und

(2) auch in der Lage ist, entsprechende Anfragen von politisch relevanten Körperschaften, Behörden oder Interessenvertretungen und anderen Stakeholdern zu bearbeiten und wo dies möglich ist, wissenschaftlich fundierte Planungs- und Entscheidungsgrundlagen zu liefern.

### 3.5 VERNETZUNG MIT ANDEREN THEMENBEREICHEN

**Grundsätzlich erfordern derzeit aktuelle Themen wie Global Change vernetzte Zusammenarbeit multidisziplinär arbeitender Expertengruppen (EPBRs, 2010). Im Bereich der ökosystemaren Langzeitforschung bietet LTER in seinen Forschungsregionen und -plattformen ausgezeichnete Bedingungen für die Entwicklung transdisziplinärer Kooperation. Interdisziplinäre Zusammenarbeit zeichnet sich bei hohem wissenschaftlichen Anspruch innerhalb des LTER Netzwerkes insbesondere durch effizienten Informationstransfer zwischen den Forscherteams und optimierte Kommunikation innerhalb einer wissenschaftlichen „Community of Excellence“ aus.**

Wesentliche Vernetzungsbereiche zur Biodiversitäts- und Naturschutzforschung bzw. zu sozio-ökonomischen Ansätzen (LT(S)ER) werden im Bereich der Forschung zur funktionellen Biodiversität von Ökosystemen gesehen.

Hier geht es in allen hier abgehandelten Teilbereichen des Forschungsfeldes einerseits um Prozessverständnis, andererseits um die Bewertung von Ökosystemfunktionen im Hinblick auf Ökosystemdienstleistungen (ecosystem services, ESS), die unterstützende, bereitstellende, regulierende und kulturelle Dienstleistungen umfassen (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Die großen Herausforderungen der Gegenwart und nahen Zukunft (nachhaltige Rohstoff-, Wasser-, Nahrungs- und Energieversorgung, Gesundheit und Erholung) erfordern die Vernetzung bzw. Abstimmung der Forschungsbereiche, da sich in vielen Feldern Konfliktbereiche ergeben, potenziell etwa zwischen Biodiversität und/oder Klimaadaptierungsmaßnahmen (Flächenkonkurrenz), die letztlich auch in einer Werteabwägung bzw. in der politischen Diskussion münden. Hier kann nur vernetzte Forschung seriöse Entscheidungsgrundlagen liefern.

## 4 BIODIVERSITÄTS- & NATURSCHUTZFORSCHUNG (THEMENBEREICH II)

**Natürliche Ökosysteme bieten eine Fülle von Leistungen, die nützlich oder sogar unabdingbar für den Menschen sind (Daily, 1997; MEA, 2003). Biodiversität ist – neben ihrem immensen Eigenwert als charakterisierender Ökosystembestandteil – entscheidend für die Bereitstellung vieler dieser Leistungen (Kremen, 2005; Luck et al., 2003). Der Zusammenhang zwischen biologischer Vielfalt, Ökosystemfunktionen und Ökosystemleistungen ist jedoch komplex und vielschichtig (Hooper et al., 2005, Mace et al., 2012). Angesichts der vielen Bedrohungen für den Fortbestand der Biodiversität (Ehrlich & Pringle, 2008; Sutherland et al, 2014; Tittensor et al, 2014) ist unser begrenztes Wissen über die Abhängigkeit der menschliche Nutzung von der Biodiversität besonders alarmierend. Die Entwicklung einer Forschungsagenda, die Biodiversitätsforschung und Ökosystemleistungen sowie Sozioökologie im Allgemeinen verknüpft, ist vor allem deshalb ein dringendes und höchst gesellschaftsrelevantes Anliegen.**

Die Europäische Kommission trägt der Bedeutung von biologischer Vielfalt und Ökosystemleistungen Rechnung und führt in ihrer „Biodiversitätsstrategie 2020“ an, dass bis 2050 Biodiversität und Ökosystemleistungen zu schützen, in ihrem vollen Wert zu berücksichtigen und ihrem inneren Wert entsprechend und hinsichtlich ihres wesentlichen Beitrags zum menschlichen Wohlbefinden angemessen zu restaurieren sind (COM 2011). Bis 2020 soll der Verlust der Biodiversität aufgehalten und Ökosystemleistungen sollen so weit wie möglich wiederhergestellt werden, wofür sechs Ziele und zwanzig Aktionen in einem Aktionsrahmen für 2010-2020 festgelegt wurden (COM 2011). Die Europäische Plattform für Biodiversitätsforschungsstrategien (EPBRS) erstellte eine Forschungsstrategie (EBPRS, 2010) und definierte Forschungsschwerpunkte, die die Umsetzung der sechs Ziele der EU-Biodiversitätsstrategie unterstützen (EPBRS, 2013). Zusätzliche Anstrengungen sind jedoch erforderlich, um die politischen Zielvorgaben tatsächlich zu erfüllen und dem Verlust an biologischer Vielfalt Einhalt zu gebieten (Tittensor et al., 2014).

Die im Dezember 2014 veröffentlichte Biodiversitäts-Strategie Österreich 2020+ (BMLFUW, 2014) unterstreicht die Wichtigkeit von Biodiversität und Naturschutz für Österreich. Insbesondere die Maßnahmen zur Biodiversitätsforschung und -monitoring (d.h. „Ziel 2“) können durch Biodiversitätsforschung im Rahmen von LTER-Austria hervorragend umgesetzt werden.

In Übereinstimmung mit den obigen Anforderungen präsentieren wir hier ein Konzept für die österreichische Biodiversitätsforschung im Rahmen von LTER-Austria (Mirtl 2010; Mirtl et al, 2010). Wir erarbeiten Forschungsempfehlungen zu den Themen Arten- und Lebensraumschutz, Klimawandelanpassungen und strukturelle Änderungen sowie zur Weiterentwicklung methodologischer Ansätze. Weiters werden (1) institutionelle Voraussetzungen für eine erfolgreiche, effiziente und wettbewerbsfähige Biodiversitätsforschung in Österreich, (2) Forschungsergebnisse, deren Nutzungsmöglichkeiten und Adressaten sowie (3) Anknüpfungspunkte zu den anderen Themenbereichen von LTER-Austria, d.h. der prozessorientierten Ökosystemforschung und sozio-ökologischen Forschung, dargestellt.



Lunzer See: © Günther Eisenkölb

## 4.1 PRIORITÄRE FORSCHUNGSTHEMEN

Biodiversitätsforschung im Rahmen von LTER deckt längere Zeiträume und das gesamte Spektrum relevanter Skalenebenen ab (Dirnböck et al., 2013). Die hier vorgestellten Prioritäten basieren auf mehreren Strategiepapieren zur Förderung der österreichischen und europäischen Biodiversitätsforschung, die von einer Vielzahl von Wissenschaftlern und Interessenvertretern erarbeitet wurden. Dies gewährleistet die Integration aller wichtigen Themen der nationalen Forschungsgemeinschaft. Die spezifisch österreichische Perspektive wird dabei durch nationale Dokumente eingebracht, wie der „Hardegger Erklärung“, die bei der Auftaktveranstaltung der Plattform Biodiversitätsforschung Austria (BDFA) ausgearbeitet und von 172 im Bereich von Biodiversitätsforschung und -management in Österreich tätigen Personen unterzeichnet wurde. Berücksichtigt wurde auch eine Umfrage zur Priorisierung von Biodiversitäts-Forschungsthemen (BDFA, 2008), die auf einer britischen Shortlist der 100 relevantesten ökologischen Fragen (Sutherland et al., 2006) aufbaut. Darüber hinaus wurden die Mitglieder der Naturschutzplattform am Umweltbundesamt – vor allem Vertreter von Behörden, NGOs und Unternehmen – befragt. Bei der Priorisierung wurde spezielles Augenmerk auf die biophysikalischen Gegebenheiten und Landnutzungsformen in Österreich gelegt, d.h. die hohe Bedeutung der Gebirgs-, Wald-, Süßwasser- und Agrarökosysteme. Da die österreichischen Biodiversitätsforschungsprioritäten stark mit der europäischen Forschungsagenda verknüpft sind, wird hier auch die europäische Perspektive berücksichtigt und durch Strategiepapiere der EPBRS dargestellt; dies gilt besonders für „Mountain Biodiversity“ (EPBRS, 2006), Biodiversity in the Wider Countryside“ (EPBRS, 2007a), „Biodiversity and Ecosystem Services“ (EPBRS, 2007b) und „Freshwater Biodiversity“ (EPBRS, 2008), welche von besonderer Bedeutung für die österreichischen Ökosysteme sind. Zudem wurden die EPBRS-Forschungsempfehlungen für Ökosystemleistungen (EPBRS, 2011) sowie die EPBRS-Biodiversitätsstrategie 2010-2020 (EPBRS, 2010) berücksichtigt, die die Wichtigkeit von Forschungsschwerpunkten zur Erreichung der folgenden politischen Zielvorgaben hervorhebt:

- (I) die Gewährleistung des langfristigen Überlebens von Arten in ihren Lebensräumen, deren genetische Vielfalt und die ökologische Integrität und Funktionalität der Lebensräume und Ökosysteme
- (II) die Anpassung an den globalen Wandel (einschließlich des Klimawandels)
- (III) die langfristige Bereitstellung von Ökosystemleistungen
- (IV) Beiträge zum Erreichen von Zielvorgaben zu anderen Herausforderungen wie Wasser-, Nahrungs- und Energieversorgung, Bevölkerungswachstum und Gesundheitswesen.

Rezente Forschungsprioritäten zur Umsetzung der sechs Ziele der EU-Biodiversitätsstrategie 2020 wurden von der EPBRS unter irischer EU-Präsidentschaft erarbeitet (EPBRS, 2013) und stimmen teilweise sehr gut mit dem LTER Ansatz überein:

- (I) Aufbau und Verbesserung des Netzes von Monitoringstandorten in Europa, um Monitoringansätze und deren Effizienz zu testen und um Verfahren zu entwickeln, die Kriterien und Schwellenwerte zur besseren Umsetzung der EU-Vogelschutz- und Habitatrichtlinie validieren (vgl. EU-Biodiversitätsstrategie 2020 – Target 1);
- (II) Weiterentwicklung von Methoden und Instrumenten für das Management von Mensch-Ökosystem-Interaktionen, mit besserer Berücksichtigung von komplexen und nichtlinearen dynamischen Prozessen (zur Unterstützung von EU-Biodiversitätsstrategie 2020 – Target 2 bzgl. der Erhaltung und Wiederherstellung von Ökosystemen und ihren Leistungen);
- (III) Bewertung der Wirksamkeit der Maßnahmen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt und zur nachhaltigen Nutzung von Ökosystemleistungen und die Entwicklung neuer Maßnahmen, einschließlich Restoration (zur Unterstützung von EU-Biodiversitätsstrategie 2020 – Target 3 bzgl. der Erhöhung des Beitrags von Land- und Forstwirtschaft zur Erhaltung und Verbesserung des Status der Biodiversität);
- (IV) Verbesserung des Verständnisses von Ursache-Wirkungs-Beziehungen über große Distanzen (zur Unterstützung von EU-Biodiversitätsstrategie 2020 – Target 5 bzgl. der Bekämpfung gebietsfremder invasiver Arten);
- (V) Untersuchung der Rolle der biologischen Vielfalt für globale Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsstrategien (zur Unterstützung von EU-Biodiversitätsstrategie 2020 – Target 6 bzgl. der Vermeidung des globalen Biodiversitätsverlustes).



### 4.1.1 ARTEN- UND LEBENSRAUMSCHUTZ

Forschung zu diesem Thema behandelt eine oder mehrere Arten oder Lebensräume und deren Wechselwirkungen mit Ökosystemprozessen. LTER ermöglicht eine enge Abstimmung zwischen Biodiversitätsforschung und traditioneller Ökosystemforschung, die sich in erster Linie auf Energie- und Stoffkreisläufe konzentriert. Studien zu Nutzung und Erhalt der biologischen Vielfalt sowie den Folgen des Landnutzungswandels sind in diesem Zusammenhang von besonderer Bedeutung. LTER-Austria ist ein optimaler Rahmen, um Antworten auf folgende Forschungsfragen zu generieren: Inwieweit erfüllt Österreich Zielvorgaben wie beispielsweise den Stopp des Artenverlustes, den Schutz gefährdeter Populationen und den geeigneten Schutz von Lebensräumen und Arten angesichts von Klima- und Landnutzungswandel? Wie ist die Verbreitung der FFH-Arten und -Lebensräume in Österreich (Richtlinie 92/43/EWG)? Welche Maßnahmen sind notwendig, um seltene, gefährdete und endemische Arten und deren Populationen zu schützen? Wie hoch ist das Anpassungspotenzial der FFH-Arten und -Lebensräume, um kontinuierliche Veränderungen zu verkraften? Was bedeuten die verschiedenen Formen von Landnutzungswandel für den Erhalt der biologischen Vielfalt? Was sind die Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt, auf gefährdete und/oder endemische Arten und auf die Vielfalt von Lebensräumen? Wie wirken sich EU-Verordnungen aus und wie können Landnutzungsformen für Biodiversität und Ökosystemleistungen optimiert werden? In welchem Umfang beeinflussen Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Jagd und Fischerei gefährdete Populationen?

Von den EPBRS-Forschungsempfehlungen sind jene zur Gebirgs- und Süßwasserbiodiversität für Biodiversitätsforschung (vgl. EPBRS, 2006, 2008) am relevantesten. Von besonderem Interesse sind:

- Besseres Verständnis der Rolle der genetischen Diversität, der Arten-, Ökosystem- und Landschaftsdiversität für die Dynamik von Ökosystemen und deren Funktionen und Leistungen;
- Verknüpfung von Forschung und Langzeit-Monitoring um Status, Muster und Einflussfaktoren der biologischen Vielfalt auf verschiedenen Skalenebenen zu bewerten;
- Definition von günstigen Erhaltungszuständen für Lebensräume und Arten und die Identifizierung von Referenzzuständen für Ökosysteme unter Berücksichtigung der Ökosystemleistungen;
- Definition von Kriterien, Indikatoren, Methoden und Verfahren für den effizienten Schutz und die nachhaltige Bewirtschaftung von Biodiversität unter Klima- und Landnutzungswandel;
- Kenntnis der Anpassungsfähigkeit von Arten und Lebensräumen an veränderte klimatische Bedingungen und/oder Landnutzung;
- Beurteilung von Status und Verbreitung (einschließlich Sensitivitätsanalysen und Risikobewertung) von bis dato schlecht untersuchten, ökologisch wichtigen oder gefährdeten Taxa, von FFH Taxa, Lebensräumen und Ökosystemen;
- besseres Verständnis für die Funktionalität und die Rolle der Boden- und Grundwasserbiodiversität, besonders im Hinblick auf resultierende Ökosystemleistungen.

Einige aktuelle Studien zum Thema, die an österreichischen LTER Standorten durchgeführt wurden, seien hier exemplarisch dargestellt: Diese liefern zum Beispiel Erkenntnisse über die Rolle der Biodiversität für die Dynamik von Ökosystemen und deren Funktionen und Leistungen, mit einem Fokus auf wenig untersuchte Lebensräume (z.B. Fontana et al 2014) oder endemische und kryptische Arten (Rinnhofer et al 2012; Arthofer et al 2013). Sie zeigen auch die einzigartigen Möglichkeiten, unter extremen Umweltbedingungen biologische Vielfalt und Ökosystemprozesse zu erforschen. So wurden etwa im Gletschervorfeld terrestrische Nahrungsketten (König et al 2011; Raso et al, 2014) sowie Samenaufbau, Sameneigenschaften und Keimruhe (Cichini et al 2011; Erschbamer und Mayer, 2011; Marcante et al, 2009a, b, 2012; Schwienbacher et al, 2011a, b; siehe auch Mayer und Erschbamer 2011, 2014) untersucht und an der obersten Grenze der alpinen Vegetation die Wechselwirkungen zwischen Vegetation und Schneedecke erforscht (Gottfried et al. 2011). Biodiversitätsforschung im Seewinkel untersucht unter den extremen Bedingungen der Salzpflannen und Salzwiesen Moose (Zechmeister, 2004, 2005), Spinnen, Libellen (Benken & Raab, 2008), Zoobenthos (Zulka et al., 1997) und Zooplankton (Metz & Forro, 1991; Wolfram et al, 1999; Zimmermann-Timm & Herzig, 2006). Neueste Biodiversitätsforschung in den Seen der Hochalpen beschäftigt sich mit den Auswirkungen von Strahlung auf Bakterien (Hörtnagl et al, 2011; Pérez et al, 2011; Sonntag et al, 2011) und von Temperatur und Nährstoffen auf Phytoplankton (Thies et al, 2012; Tolotti et al, 2012). Aktuelle Forschungsschwerpunkte in den Seen der Voralpenlandschaft fokussiert auf die Genetik, Ökologie und Populationsdynamik der europäischen Weißfische (*Coregonus lavaretus* L. - Komplex) einschließlich wirtschaftlich relevanter und gefährdeter Arten (Pamminger-Lahnsteiner, 2011; Winkler, 2011; Pamminger-Lahnsteiner et al, 2012; Wanzenböck et al, 2012).

#### 4.1.2 KLIMAWANDELANPASSUNG

Die Wechselbeziehungen zwischen Organismen und den Einflussfaktoren des globalen Wandels sind hier von besonderem Interesse und die Streuung diesbezüglicher Kenntnisse erfordert gezielte Forschung, um wirksame Schutzmaßnahmen abzuleiten. Im Idealfall sollten experimentelle und Freilandstudien zu Ökosystemfunktionen in Langzeit-Monitoring-Schemen eingebettet sein, die Änderungen der biologischen Vielfalt und der Umwelt über einen längeren Zeitrahmen dokumentieren (Dirnböck et al., 2013, 2014). Dies gilt insbesondere, wenn es um Klimawandel, Klimapolitik, Klimaschutz und Klimawandelanpassungsmaßnahmen geht, Forschungsthemen, die von den österreichischen BiodiversitätsforscherInnen als besonders relevant angegeben wurden (BDFA, 2008). Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsmaßnahmen werden derzeit in der Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Energiegewinnung und im Tourismus umgesetzt. Angesichts der potenziell schwerwiegenden Auswirkungen des Klimawandels auf die Hochgebirgsökosysteme (Engler et al, 2011) ist die ökologische Langzeitforschung im hochalpinen Gebiet besonders wichtig (Dirnböck et al, 2011; Gottfried et al, 2012; Pauli et al, 2012). Österreich hat die Koordination und liefert das methodologische Know-how für das weltweite Forschungsprojekt GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments), eine langfristige Erfassung von abiotischen und biotischen Veränderungen in Hochgebirgsökosystemen (Pauli et al, 2001, 2004; Gottfried et al 2012).

**Folgende Themen werden in diesem Zusammenhang für LTER in Österreich vorgeschlagen:**

- Risikobewertung für Hochgebirgsarten
- Bewertung der Migrationstendenzen von Tieflandarten und dem Migrationspotenzial von Hochgebirgsarten
- Untersuchung des Adaptationspotenzials von migrierenden Arten
- Bewertung von Indikatorarten (unter Berücksichtigung aller Organismengruppen) für Klimawandelprozesse
- Ein besonderes Augenmerk sollte auch auf die langfristigen Auswirkungen des globalen Wandels, z.B. Aussterbe-Schuld (Dullinger et al, 2013) und Invasions-Schuld (Essl et al, 2011), gelegt werden, die sowohl versteckte Gefahren als auch Chancen für rechtzeitige Gegenmaßnahmen repräsentieren.

#### 4.1.3 STRUKTURELLE ÄNDERUNGEN (Z.B. LANDNUTZUNGSWANDEL, HABITATFRAGMENTIERUNG, NEOBIOTA)

Strukturelle Veränderungen von Ökosystemen wurden durch Industrialisierung, Landnutzungswandel, Lebensraumverlust und -fragmentierung und erhöhte menschliche Mobilität massiv beschleunigt. Der letztgenannte Faktor ist der Hauptgrund für die zunehmende Ausbreitung invasiver nicht heimischer Arten (Pyšek et al 2010; Essl et al 2011). Höhere Lagen der Alpen weisen noch viele natürliche Lebensräume auf. Im Tiefland sind jene natürlichen und naturnahen Lebensräume, die für den Biodiversitätserhalt ausschlaggebend sind (z.B. Trockenrasen, Wiesen, Weiden, alte Laubwaldbestände und Flussgebiete), derzeit zumeist fragmentierte Überreste mit oft ungünstigem Erhaltungszustand. Der fortschreitende Verlust der traditionellen Landschaftsstrukturen bedingt einen massiven Schwund an Agrobiodiversität, dessen voller Umfang wahrscheinlich erst in mehreren Jahrzehnten erreicht sein wird (Kuussaari et al., 2009). Das eröffnet gleichzeitig Möglichkeiten für ein zeitgerechtes Umdenken und die Entwicklung nachhaltiger Nutzungsformen.

Aktuelle Studien zur Kulturlandschaft, Landschaftszerschneidung und ökologischen Korridoren sind in diesem Zusammenhang unabdingbar (Kreiner et al 2012; Kuttner et al, 2013). Forschungsschwerpunkte sollten die Auswirkungen von Agrarpolitik und rezenten Landnutzungsänderungen (Intensivierung, aber auch Nutzungsaufgabe und Aufforstung traditioneller Kulturlandschaften) auf die Artenvielfalt und die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften (Wrbka et al, 2008; Prevosto et al, 2011) sowie auf Boden und Vegetationsstruktur behandeln. Der Einsatz von genetisch veränderten Organismen und die damit verbundenen Risiken für das Ökosystem stellt ein weiteres prioritäres Thema österreichischer Langzeitforschung dar (Pascher & Gollmann, 1999; Pascher et al 2011).

Folgende Aspekte wurden als Forschungsthemen von der EPBRs empfohlen (2007a, 2008) und sollten für Biodiversitätsforschung im Rahmen von LTER-Austria berücksichtigt werden:

- Bedeutung von Landschaftsstrukturen für die biologische Vielfalt auf verschiedenen Skalenebenen;
- Rolle von Refugien zur Aufrechterhaltung der langfristigen adaptiven und evolutionären Kapazitäten
- Invasivität und Risikobewertung von Pflanzengesellschaften

- Verbreitung und Auswirkungen von Neobiota
- Auswirkungen der demografischen, sozialen und wirtschaftlichen Entwicklung sowie der EU-Politik und ihrer nationalen Umsetzung auf die biologische Vielfalt;
- indirekte Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt (z.B. Flächenbedarf zur Produktion von Biokraftstoffen);
- Verbesserung der Agrarumweltmaßnahmen in Richtung messbarer positiver Auswirkungen auf die biologische Vielfalt; und
- Risiken von gentechnisch veränderten Organismen für Ökosysteme.

## 4.2 ANSÄTZE UND METHODEN

**Angesichts fortschreitender Bodenversiegelung und Eutrophierung, steigenden Energieverbrauchs und der weitgehend rücksichtslosen Nutzung der begrenzten Ressourcen hat die Naturschutzforschung ihren Schwerpunkt vom Artenschutz auf Erhalt und Wiederherstellung von Lebensräumen sowie die Sicherung ökologischer Prozesse (= Prozessschutz) erweitert. Die wichtigsten Ansätze in der Biodiversitäts- und Naturschutzforschung im Rahmen von LTER sind:**

- Erhebung von Biodiversitätsdaten (z.B. Kartierungen)
- Langzeit-(Biodiversitäts-)Monitoring
- Forschung auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalenebenen
- Techniken für genetische Analysen
- experimentelle Ansätze
- Fernerkundung (Auswertung von Satelliten- und Luftaufnahmen, Infrarot- und Radartechnik)
- ökologische Modellierung (geografische Informationsverarbeitung, Ökoinformatik etc.)
- ökologische Indikatoren
- Datenmanagement (Internet-Infrastruktur, Online-Datenbanken, öffentliche Reporting-Systeme, progressive Plausibilitätsprüfungen und Datenevaluierung)
- Inter- und Transdisziplinarität

Im Rahmen der „Hardegger Erklärung zur österreichischen Biodiversitätsforschung“ 2008 (BDFA, 2008) wurden die folgenden drei methodologischen Forschungsfragen priorisiert (vergleiche auch EPBRS, 2010, 2013):

- Welche sind die zielführendsten Strategien und Verfahren zur Erfassung, zum Schutz, zur Restauration und zur nachhaltigen Nutzung der biologischen Vielfalt?
- Wie können Methoden zur Erfassung von Ökosystemfunktionen der biologischen Vielfalt verbessert werden, um deren Rolle für die Versorgung mit wesentlichen Ökosystemleistungen beurteilen zu können?
- Wie müssen Biodiversitätsindikatoren und -monitoringverfahren weiterentwickelt werden, um die Interaktion der biologischen Vielfalt mit den Triebkräften des globalen Wandels zu erkennen und vorausschauend beurteilen zu können?

### 4.2.1 ANSÄTZE IM HINBLICK AUF ERHALT UND NACHHALTIGE NUTZUNG DER BIOLOGISCHEN VIELFALT

Um Lebensräume und Arten langfristig zu erhalten, müssen synökologische Aspekte und Studien zu Populationen und Metapopulation stärker in den Vordergrund rücken. In diesem Zusammenhang ist die methodische Frage der Wahl der „richtigen“ räumlichen und zeitlichen Skalenebene von entscheidender Bedeutung (Dirnböck et al., 2013). Lange Zeitreihen von Biodiversitätsdaten sind Voraussetzung für die Beantwortung von Forschungsfragen, die sich mit Umweltveränderungen beschäftigen. Gute Datengrundlagen erhöhen auch die Genauigkeit von ökologischen Modellen für die Interpolation von Biodiversitätsdaten (Elith et al, 2006; Thuiller & Guisan, 2005) mit dem Ziel, beispielsweise Änderungen in der Zusammensetzung von Artengemeinschaften oder in der Populationsentwicklung zu erfassen. Je länger die Zeitreihe und je größer die Genauigkeit der Modelle, desto leichter ist es, Trends in langsamen, episodischen oder unregelmäßigen Prozessen zu entdecken. Die menschliche Nutzung von Ökosystemen ist allgegenwärtig. LTER Plattformen (Mirtl et al 2010; Singh et al, 2010)



Narzissenwiese: © Maria Deweis

bieten optimale Infrastruktur für Forschung, die biophysikalische Prozesse mit politischer Verwaltung und Kommunikation verbindet, ökologische Prozesse in mehreren räumlichen und zeitlichen Skalen erfasst, in-situ Messungen mit statistischen Daten kombiniert und Erkenntnisse der Geisteswissenschaften berücksichtigt (Haberl et al., 2006, Tappeiner et al. 2013). Die Einbeziehung der Gesellschaft in bestehende Forschungsinfrastruktur erleichtert transdisziplinäre Ansätze. Diese Ansätze, die Wissen von Interessenvertretern als wesentliche Elemente der Forschung einbeziehen, sind entscheidend, wenn der Fokus auf der Erforschung indirekter Einflussfaktoren des Biodiversitätsverlustes liegt (Balian et al 2011; EPBRS, 2010, 2011) oder wenn die Kluft zwischen Wissenschaft (z.B. Naturschutzplanung und forschungsbasierte Naturschutzempfehlungen) und Aktion (z.B. erfolgreiche Umsetzung von Naturschutzmaßnahmen) überbrückt werden sollte (Reyes et al 2010; Schindler et al 2011). Sie sind auch für die Wiederherstellung der ökologischen Intaktheit von traditionellen Kulturlandschaften unverzichtbar (ERPBS 2013). Während LTSE Plattformen ideale Infrastruktur für regionale Fallstudien, insbesondere im Rahmen der transdisziplinären Forschung bieten (Singh et al., 2013), dienen LTER Standorte als Pool für langfristige Monitoring-Daten und Raum für experimentelle Ansätze. Die Beteiligung von Interessenvertretern kann auch bei der Festlegung von Schutz-Prioritäten von Vorteil sein. Dabei müssen transnationale Schutzinitiativen wie die Europäische Habitat- und Vogelschutzrichtlinie sowie andere multilaterale Umweltabkommen mit Biodiversitätsbezug gemeinsam mit lokalen oder nationalen Einstufungen (z.B. nationale Rote Listen, nationale Verantwortungen für globale Bestände) auf innovative Weise zur Anwendung gebracht werden (Mauerhofer, 2010, 2011).

#### 4.2.2 ÖKOLOGISCHE INDIKATOREN UND BIODIVERSITÄTSINDIKATOREN

Indikatoren vereinfachen, quantifizieren und kommunizieren Informationen zu Ökosystemprozessen, die zu komplex sind, um direkt gemessen zu werden (Hammond et al., 1995). Erfassung von Biodiversität und Nachhaltigkeit in ihrer Gesamtheit erfordert sehr komplexe Erhebungs- und Messverfahren, weshalb dafür in der Regel Indikatoren angewandt werden (Walpole et al, 2009; Tittensor et al 2014). Für die Umweltpolitik sind jene Indikatoren am besten geeignet, die einfach zu messen, effizient, kostengünstig, empfindlich gegenüber Veränderungsprozessen, aber robust gegenüber anderen Einflüssen sind (z.B. EEA, 2007; Tasser et al, 2008; Gregory et al, 2009; Gottfried et al 2012; Pauli et al 2012; Schindler et al, 2013; Dirnböck et al, 2014). Häufig bewerten Umweltindikatoren Lebensraum- und Artenvielfalt, Landnutzung und Landbedeckung sowie invasive Arten. Die Entwicklung von standardisierten Verfahren zu Harmonisierung und Komplettierung von Indikatoren der Biodiversität und ihrer Gefährdungsursachen stellt einen europäischen Forschungsschwerpunkt dar (EPBRS, 2007a). Die Leistungsfähigkeit etablierter und weitbekannter Indikatoren wird mit der Zeit eingeschränkt, zum Beispiel, wenn Schutzmaßnahmen fast ausschließlich für Arten des Roten Listen Index der IUCN umgesetzt werden (Newton, 2011).

Um sicherzustellen, dass von Natur aus artenarme Lebensräume (z.B. Moore oder saure Buchenwälder) angemessen im Naturschutz vertreten sind, muss der Beitrag dieser Bereiche zur Gesamtbiodiversität berücksichtigt werden. Aktuelle Indikatoren der Artenvielfalt wären um die Aspekte der genetischen Vielfalt und der Ökosystemvielfalt zu erweitern (Walpole et al., 2009); multi-taxa Ansätze sind erforderlich, um die Leistungsfähigkeit der Indikatoren auf robuste Weise zu beurteilen (Schindler et al., 2013). Aufgrund der langen Zeitreihen, der simultanen in-situ Daten zu Gefährdungsursachen und deren Auswirkungen sowie der integrativen Ansätze bietet LTER-Austria eine hervorragende Gelegenheit zur Evaluierung und Verbesserung von Biodiversitätsindikatoren unter Berücksichtigung komplexer und nichtlinearer dynamische Prozesse (EBRPS, 2013). Stickstoffdeposition, die die lebensraumspezifischen empirischen Grenzwerte für Eutrophierung überschreitet, wurde zum Beispiel vor kurzem als nützlicher Indikator für die Empfindlichkeit der Waldbodenvegetation erkannt (Dirnböck et al., 2014). LTER-Austria bietet außerdem die Möglichkeit, mittels Zeitreihen für Indikator-Taxa die Auswirkungen von Luftschadstofftransport auf Vielfalt, Gemeinschaft und Bestandsgrößen von Flechten (Mayer et al., 2013), Moosen (Zechmeister et al., 2007) und Waldbodenvegetation (Hülber et al, 2008; Dirnböck et al, 2014) zu ermitteln. Rezente Studien am LTER Standort Zöbelboden zeigten die direkten Auswirkungen von Luftverschmutzung auf die Verjüngung (Pröll et al., 2011) und deren indirekte Auswirkungen durch stickstoffabhängige Muster im Unterwuchs (Diwold et al., 2010) auf.

### 4.2.3 ÖKOSYSTEMFUNKTIONEN UND -LEISTUNGEN

Das Konzept der Ökosystemfunktionen und -leistungen (Costanza et al, 1997; De Groot et al, 2002; MEA, 2003; TEEB, 2010) wurde in den letzten Jahren zunehmend eingesetzt, da es einen Ansatz zur Bewertung der Bedeutung intakter Ökosysteme für den Menschen bietet. Flexible und hierarchische Klassifikationssysteme für Ökosystemleistungen wurden kürzlich entwickelt und angewendet (Haines-Young & Potschin 2013; Maes et al, 2013; Schindler et al, 2014). Der Beitrag der Biodiversität zu Ökosystemleistungen und der Einfluss von „Drivers“ und „Pressures“ auf Erhalt und Nutzung von Ökosystemen sind Forschungsaspekte von besonderer Bedeutung (Kremen, 2005; EPBRS, 2007b, 2011; Mace et al, 2012). Österreichische LTER Standorte eignen sich besonders gut für die Untersuchung von Ökosystemleistungen in Zusammenhang mit der biologischen Vielfalt von Wald- und Gebirgslebensräumen sowie besonders dynamischen Lebensräumen, wie Lawinenbahnen und natürliche Flussabschnitte. Rezente Studien am LTER Standort Stubai untersuchten zum Beispiel die relativen Beiträge der Eigenschaften von Pflanzen und Bodenmikroben auf Ökosystemleistungen von Bergwiesen (Grigulis et al 2013) sowie die Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeiten auf mehrere Ökosystemleistungen unter Klimawandel in Vergangenheit und Zukunft (Schirpke et al., 2013).

**Folgende EPBRS Forschungsempfehlungen zu Ökosystemleistungen sind für die österreichische Biodiversitätsforschung im Rahmen von LTER besonders relevant (vgl. EPBRS, 2011):**

- Verständnis der ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekte der multiplen Ökosystemleistungen, Identifizierung von Trade-offs und Synergien zwischen Ökosystemleistungen und Entwicklung von Management-Mechanismen und innovativen Nutzungsmöglichkeiten;
- Identifizierung und Charakterisierung von linearen und nicht-linearen sozialen und ökologischen Dynamiken und deren Wechselwirkungen zur Erhöhung der Resilienz von Ökosystemleistungen;
- Verbesserung bestehender und Entwicklung neuer Managementtechniken zur Minderung von Gefährdungsfaktoren für Ökosystemleistungen und Schäden wie biologische Invasionen oder chemische Verschmutzung (einschließlich Pharmazeutika und Eutrophierung);
- Bewertung der Auswirkungen auf Ökosystemleistungen von neuauftretenden Gefährdungsfaktoren wie alternative Energiegewinnung, abrupte Landnutzungsänderungen und Verschmutzung durch Licht, Lärm, Nanopartikel und Mikro-Plastik;
- Besseres Verständnis der Störungen von Ökosystemleistungen auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalenebenen, bedingt durch natürliche und anthropogene Einflussfaktoren wie etwa Fehlanpassungen der Phänologie, trophische Interaktionen und Migration;
- Berücksichtigung von Unsicherheit, Komplexität und alle relevanten Wissensformen (einschließlich lokalen und traditionellen Kenntnissen), bei der Entwicklung von Methoden zur Integration von Ökosystemleistungen in Management und Entscheidungsfindung im öffentlichen und privaten Sektor;
- Verstehen und Bewertung von Ökosystemleistungen wenig untersuchter Ökosysteme wie Gletscher, Grundwässer und mikrobielle Gemeinschaften;
- Identifikation der Hauptgefährdungsursachen der Bodenbiodiversität und Quantifizierung ihrer Auswirkungen auf Ökosystemprozesse und -leistungen;

## 4.3 ANFORDERUNGEN

### 4.3.1 STRUKTURELLE ANFORDERUNGEN

Konzertierte Forschung zur biologischen Vielfalt ist entscheidend für die Entwicklung einer Fakten-Grundlage, die fundierte evidenzbasierte umweltpolitische Entscheidungen ermöglicht. Daher ist eine Forschungsstrategie, die auf allgemeiner Übereinstimmung der österreichischen Biodiversitätsforschungsgemeinschaft basiert und international bestätigt wurde, von großer Bedeutung. Um die Forschungsanstrengungen weiter zu stärken, ist ein noch effizienteres Netzwerk bestehender Forschungseinrichtungen, Initiativen, Naturschutzgebiete und Naturschutzprogramme nötig. Eine enge Verbindung zur europäischen und internationalen Ökosystemforschung (z.B. LTER-Europe) ist wünschenswert; einschlägige Wissensvermittlung in Schulen und Universitäten muss gefördert werden und Forschungseinrichtungen wie Museen oder Universitäten benötigen erhöhte langfristige Finanzierung. Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen Wissenschaft und der interessierten Öffentlichkeit müssen gezielt gefördert werden (EPBRS, 2013).

### 4.3.2 INSTITUTIONELLE ANFORDERUNGEN

Die Umsetzung der oben genannten strukturellen Anforderungen impliziert institutionelle Veränderungen. Im Rahmen des EPBRS Biodiversitätsforschung Strategie 2010 - 2020 werden fünf essenzielle Bereiche für die Entwicklung der Forschungslandschaft spezifiziert (EPBRS, 2010):

- Kontinuierliche Identifizierung, Überprüfung und „Horizon Scanning“ (d.h. breite, interdisziplinäre Früherkennung von zukünftigen Entwicklungen – vgl. Sutherland et al, 2014) der Forschungsschwerpunkte;
- Unterstützung europäischer und internationaler Plattformen (z.B. GEO Bon, ILTER, GBIF, Biodiversity-Knowledge) und Projekte (z.B. GLORIA);
- Erhöhung der Kapazität durch Ausbildung in Schulen und Hochschulen;
- Schaffung von Anknüpfungspunkten zwischen Forschung und Politik (z.B. über die Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services – IPBES); und
- regelmäßige Bewertung der europäischen Biodiversitätsforschung mit besonderem Augenmerk auf die Anwendbarkeit ihrer Forschungsergebnisse.

Aus Sicht der österreichischen Biodiversitäts-Forschungsgemeinschaft sollte höchste Priorität auf einem besseren Zugang zu biodiversitätsrelevanten Informationen und Datenbanken (z.B. Geodaten, Umweltdaten, Biodiversitätsdaten), auf die Langfristigkeit und Kontinuität von Forschungsprojekten und -netzwerken, auf die Integration und Vernetzung mit der internationalen Biodiversitätsforschung und damit verbundenen Initiativen und auf verbessertem Zugang zur Forschungsförderung gelegt werden (BDFA, 2008). Ein für LTER Forscher zugängliches „Datenzentrum für Biodiversitäts- und Naturschutzforschung“ sollte als Infrastruktureinrichtung zur Unterstützung der Forschungsaktivitäten dienen und wäre eine wichtige Voraussetzung für eine qualitative Optimierung der Forschung. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Gewährleistung der langfristigen Unterstützung bestehender Institutionen, die Beiträge zur Biodiversitäts- und Naturschutzforschung leisten (z.B. Forschungseinrichtungen, Museen und Sammlungen, Naturschutzgebiete), sowie die Möglichkeit zum Zugriff auf die in diesen Einrichtungen vorhandenen Daten. Ein einvernehmliches Konzept für die Auswahl künftiger Forschungsschwerpunkte scheint auch von besonderer Bedeutung zu sein. Auch dafür ist das LTER Konzept relevant, ohne dessen angepeilte Services es für einzelne LTER Standorte fast unmöglich wäre, Daten kompetent zu verwalten und in ihrer Gesamtheit einzelnen Forschungsgruppen zugänglich zu machen.

Das internationale LTER Netzwerk ermöglicht den Zugang zu internationalen Datensammlungen von LTER Standorten, an welchen eine Vielzahl von potenziellen Einflussfaktoren der Biodiversität gleichzeitig gemessen wird. In einem ersten Schritt bietet es Information über vorhandene Datensätze und deren Eigentümer und unterstützt österreichische Forschungsteams bei der Verbreitung von Studien und Datensätzen – eine Tatsache, die von großer Bedeutung im Hinblick auf das Akquirieren europäischer Forschungsfördergelder ist. Eine Abbildung der Forschungsschwerpunkte scheint unerlässlich und würde Geldgebern einen besseren Überblick über die gesamte Forschungslandschaft ermöglichen. Der aktuelle Versuch, die europäischen Forschungsinfrastrukturen entlang prioritärer Forschungsthemen wie Klimawandel und Biodiversitätsverlust zu organisieren, ist ein wesentlicher Schritt in diese Richtung. Forschungsinfrastrukturen und -programme sollen demnach deutlicher darstellen, wie sie diese Forschungsthemen adressieren und die damit verbundenen Leitfragestellungen, Parameter, Aktivitäten und Anknüpfungspunkte zu anderen Infrastrukturen festlegen (siehe Kapitel 6 und insbesondere Abb. 12).

In diesem Zusammenhang ist das ESFRI Projekt Lifewatch von hoher Relevanz ([www.lifewatch.eu](http://www.lifewatch.eu)). Es verbindet „Ressourcen“ (Produzenten von Daten mit Biodiversitätsbezug, wie z.B. LTER Standorte oder Sammlungen) mit deren wissenschaftlichen Nutzern und unterstützt Datenzugang, Data-Mining und Arbeitsprozesse für komplexe Analysen. LTER-Europe ist eine ergänzende in-situ Komponente zur Unterstützung der e-Infrastruktur Lifewatch (siehe Kapitel 6). LTER-Europe und Lifewatch kooperieren auf Grundlage einer förmlichen Vereinbarung über die Zusammenarbeit (MoU) eng miteinander (siehe Anhang Kapitel 8.4). Forschungsgemeinschaften und nationale Organisationen, die in LTER-Europe und Lifewatch engagiert sind, überlappen in etwa 50% aller Lifewatch-Länder stark und sichern dadurch effiziente Interessenvertretung und maximale Nutzung von Synergien. In Österreich wurde 2011 eine nationale Lifewatch-Strategie entwickelt (Mirtl et al., 2011), die LTER-Austria und die österreichische Biodiversitäts-Dokumentation (Museen und Sammlungen im nationalen GBIF-Konsortium organisiert) als „Ressourcen“ mit der BDFA als Vertreterin der wissenschaftlichen Datennutzer integriert. Im Rahmen der Entwicklung einer nationalen ESFRI-Roadmap auf dem Gebiet der Umweltforschung mit LTER als zentralen Pool für in-situ Infrastrukturen, wird Lifewatch eine wichtige funktionale Komponente sein.



Rasterrahmen für Beprobung: © Michael Mirtl

## 4.4 PRODUKTE UND NUTZER

Die Triebkräfte des globalen Wandels zwingen öffentliche Verwaltung und Naturschutzorganisationen dazu, sich mit komplexen Fragen zu beschäftigen, wie zum Beispiel „Wo sind Schutzmaßnahmen aus ökologischer und ökonomischer Sicht am sinnvollsten?“ oder „Auf welcher räumlichen Skalenebene werden sie wahrscheinlich die meisten positiven Ergebnisse liefern?“. Je genauer zukünftige Entwicklungen eingeschätzt werden können, desto einfacher ist es, diversen Fehlentwicklungen erfolgreich zu begegnen. Angesichts des breiten Spektrums der beteiligten Experten liefert die Biodiversitäts- und Naturschutzforschung ungemein vielfältige Ergebnisse. Diese sollten für weiterführende Forschung, aber auch für politische Entscheidungsträger und die Gesellschaft als Grundlage für künftige Planung und Entscheidungsfindung verfügbar gemacht werden. Gerade aufgrund der vielen Schnittstellen zwischen Biodiversität und den verschiedenen Landnutzungssektoren (z.B. Land-, Forst- und Tourismusindustrie) sind die transdisziplinären Ergebnisse der Biodiversitäts- und Naturschutzforschung essenziell, um praktische Ansätze für die nachhaltige Nutzung der traditionell verwendeten Ressourcen zu erarbeiten. Entscheidungsträger und Verwalter lebenswichtiger Güter (z.B. Wasser) sind somit direkte Begünstigte der Biodiversitäts- und Naturschutzforschung.

## 4.5 VERNETZUNG

**Es besteht zweifellos starker Bedarf an monodisziplinärer Grundlagenforschung auf allen Ebenen der Biodiversität (genetische, Arten- und Ökosystemvielfalt). Viele Biodiversitäts- und Naturschutzforschungsthemen erfordern jedoch multidisziplinäre Forschungsteams (EPBRS, 2010). Das LTER Netzwerk fördert die Vernetzung österreichischer Biodiversitätsforschung, denn es bietet die Möglichkeit der Verknüpfung von (I) verschiedenen Standorten zur Beantwortung von Forschungsfragen unter unterschiedlichen ökologischen Bedingungen, (II) Biodiversitätsforschung mit sozio-ökologischer und -ökonomischer Forschung an den LTSER Plattformen, und (III) österreichischer Biodiversitätsforschung mit europäischen Partnern in LTER-Europa und globale Partner in ILTER.**

Viele Themen der Biodiversitätsforschung, insbesondere im Zusammenhang mit Naturschutz, müssen in einer multidisziplinären Weise bearbeitet werden. Biodiversitätsforschung ist daher oft stark mit den anderen LTER Themenbereichen – prozessorientierte Ökosystemforschung und sozioökologische Forschung – verbunden. Die Plattform Biodiversität Forschung Austria (B DFA) wurde 2008 gegründet, um die österreichische Biodiversitätsforschungsgemeinschaft sowohl untereinander, als auch mit internationalen Aktivitäten, Förderorganisationen, politischen Entscheidungsträgern in Umweltfragen und der breiten Öffentlichkeit zu vernetzen. Nach Ausbleiben der Finanzierung ab dem Jahr 2010 musste die Plattform ihre Aktivitäten jedoch stark einschränken. Neue größere Biodiversitätsforschungsinitiativen werden derzeit in Österreich gestartet (z.B. der österreichische Barcode of Life), es ist aber nicht angedacht, dass sie die Networking-Funktionen der B DFA abdecken werden. So ist Österreich weiterhin weit von einer Situation wie z.B. in Belgien, der Schweiz und Deutschland entfernt, wo die Biodiversitätsforschungsplattformen eine sehr aktive Rolle in gut vernetzten Biodiversitäts-Forschungsgemeinschaften einnehmen und als Sprachrohr gegenüber anderen Forschungsdisziplinen, politischen Entscheidungsträgern und der Öffentlichkeit fungieren. LTER-Austria könnte in diesem Zusammenhang eine noch stärkere Rolle spielen, bietet es doch ausgezeichnete Bedingungen für transdisziplinäre Zusammenarbeit an seinen Standorten und Plattformen. Dadurch könnten auch bestimmte Forschungsschwerpunkte trotz Sparmaßnahmen für Umweltbudgets gezielt gefördert werden. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit in LTER Netzwerken ist durch hohen wissenschaftlichen Standard gekennzeichnet, insbesondere hinsichtlich der effizienten Übertragung von Information zwischen Forschungsteams. Bedingt durch eine im Rahmen von LTER bessere Koordinierung zwischen wissenschaftlichen Disziplinen erfolgt eine Erhöhung der Synergiepotenziale. Dieser entscheidende Faktor kann auch von Geldgebern leicht identifiziert werden.

# 5 SOZIO-ÖKOLOGISCHE FORSCHUNG, LTSER (THEMENBEREICH III)

## 5.1 DEFINITION UND THEMATISCHE BEREICHE

**Die rasch ablaufenden Umweltveränderungen im Rahmen des globalen Wandels verlangen nach wissenschaftlich begründeten Antworten. Hierfür müssen Ursachen- und Prozessforschungen durchgeführt, aber auch Informations- und Monitoringsysteme erarbeitet werden.**

Da globaler Wandel langfristige Folgen hat, kann kurzfristige Projektforschung nur unzureichende Antworten liefern. Ebenso sind disziplinär organisierte Ansätze unzureichend. Mensch-Umwelt-Systeme können nur interdisziplinär erfasst und erklärt werden. Es ist als Wirkungsgefüge physikalisch-chemischer, biologischer und sozio-kultureller (oder gesellschaftlicher und kultureller) Prozesse aufzufassen; der Mensch ist darin zugleich Verursacher und Betroffener, kann aber auch zum Gestalter werden (Steffen et al. 2002). Auch Lösungen und Adaptionsstrategien für den gesellschaftlichen Umgang mit dem globalen Wandel verlangen eine umfassende Zugangsweise, die auf die Wechselbeziehungen zwischen Gesellschaft und den biotischen und abiotischen Komponenten des Erdsystems, auf ihre Entwicklung bis heute und in Zukunft Bezug nimmt. Umweltphänomene müssen als komplexe gesellschaftliche Probleme angesehen werden und nicht bloß als Naturerscheinungen (Ehlers 2008).

Es ist Wissen gefragt, das Gesellschaft, Politik und Wirtschaft unterstützt, dauerhaft nachhaltige Entwicklungspfade einzuschlagen. Nachhaltigkeit wird dabei als Zielvorstellung verstanden, die ökologischen Grundlagen nicht zu gefährden, soziale Konflikte zu vermeiden und wirtschaftlich stabilisierend zu wirken. Nachhaltigkeit ist somit eine Strategie, die dazu dient, die Lebensgrundlagen zukünftiger Generationen zu sichern. Dazu muss unter anderem die Fähigkeit der Ökosysteme, die von der Gesellschaft benötigten Leistungen („ecosystem services“) zu erbringen, dauerhaft aufrechterhalten werden. Nachhaltigkeit ist in diesem Sinne als dynamisches Konzept zu verstehen (Haberl et al. 2004). Forschung, die sich diesem Paradigma verschreibt, muss daher integrativ, inter- und transdisziplinär sowie langfristig angelegt sein (vgl. Kates et al. 2001; Parris & Kates 2003a; Parris & Kates 2003b; Turner et al. 2003a). Das LTSER Programm ermöglicht eine solche Konzeption für die Zukunft.

Ökologische Langzeitforschung (LTER) muss um sozio-ökonomische Dimensionen erweitert werden, um die Wechselwirkungen zwischen einerseits gesellschaftlichen und wirtschaftlichen und andererseits ökologischen Faktoren in Mensch-Umwelt-Systemen verständlich zu machen (Redman et al. 2004; Singh et al. 2013). Soziale Ökologie wird als Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen (Becker & Jahn 2006) bzw. von den Wechselwirkungen zwischen Gesellschaft und Natur verstanden (vgl. z.B. Fischer-Kowalski & Erb 2006). Auch bei „sustainability science“ steht die Wechselbeziehung von gesellschaftlich-ökonomischem Handeln und der natürlichen Umwelt im Mittelpunkt, wobei Gesellschaft und Natur als gekoppelte Systeme einander gegenseitig beeinflussen (Kates et al. 2001). Die Herausforderung an die Forschung besteht darin, die nicht-linearen, komplexen und selbst organisierenden Systeme zu verstehen und daraus Lösungsvorschläge abzuleiten (WBGU 2007). Ein solcher Ansatz kann als sozial-ökologisch, integrativ, grundlegend sowie orts- und regionalgebunden bezeichnet werden (Gallopin 2002). Dies sind Forderungen, die von der Forschung in LTSER Plattformen vollinhaltlich erfüllt werden (Mirtl et al. 2013).

**Sechs zentrale Forschungsbereiche können für den sozial-ökologischen Bereich definiert werden (vgl. Haberl et al. 2006). Sie sind so flexibel zu gestalten, dass sie jederzeit Modifikationen erlauben, um sich an die ständig wandelnden Rahmenbedingungen des globalen Wandels anzupassen. Es sind dies:**

- **Biophysische (materielle und energetische) Wechselwirkungen zwischen Gesellschaft und Ökosystemen.** Die langfristige Entwicklung von sozio-ökonomischen Systemen hängt von den funktionalen Leistungen der Ökosysteme und der daran angepassten menschlichen Nutzung ab. Die Erforschung jener Material- und Energieflüsse, die Gesellschaften benötigen, um ihre biophysischen Strukturen aufrechtzuerhalten („gesellschaftlicher Stoffwechsel“), ist von hoher Relevanz (Haberl et al. 2013a, b). Neben den quantitativen Dimensionen stofflicher und energetischer Wechselwirkungen beeinflussen auch qualitative Veränderungen – beispielsweise chemische Umwandlungen oder genetische Modifikationen – die langfristigen Entwicklungsmöglichkeiten der Systeme. Die Erforschung von langfristigen Prozessen und deren Interaktionen mit Prozessen in anderen Skalenbereichen liefert die Grundvoraussetzung für die Entwicklung langfristiger Handlungs- und Anpassungsstrategien im sozio-ökonomischen System.



- **Kulturlandschaftsforschung.** Das natürliche Potenzial von Ökosystemen bildet den Rahmen für dessen Inwertsetzung durch Individuen und Gesellschaften. Diese unterliegen ständig wechselnden Ansprüchen, die wiederum von technologischen, wirtschaftlichen, kulturellen und politischen Bedingungen abhängen, die die Landnutzung entscheidend prägen. Binnen- und außenwirtschaftliche Verflechtungen sind weitere Einflussfaktoren. Auch sie unterliegen einem ständigen Wandel. Derzeitige Kultur- und Flusslandschaften reflektieren daher in gewisser Weise die ökologischen Rahmenbedingungen, die durch Prozessabläufe in Wirtschaft und Gesellschaft genutzt, aber auch beeinträchtigt werden können, was zu strukturellen Veränderungen in der Landschaft führt. Schließlich stellt die gegenwärtige Kulturlandschaft immer nur ein „Durchgangsstadium“ dar. Ihre Dynamik entsteht im Wechselspiel natürlicher und anthropogener Faktoren, wobei sozio-ökonomische Veränderungen Natur und Ökosysteme verändern und umgekehrt (Wrbka et al. 2004). So wie sich Kulturlandschaften historisch ständig verändert haben, werden sie sich auch in Zukunft wandeln.
- **Kommunikations- und Handlungsforschung.** Handlungstheorien stellen neue Ansätze für die Analyse von Handlungsabläufen und Handlungsfolgen bereit. Sie gewährleisten, dass Akteure und Aktionen identifiziert werden können, die stabilisierend oder zerstörend in Ökosysteme eingreifen. Die Kenntnis solcher Handlungs- und Kommunikationsabläufe ist notwendig, um nicht-tragfähige Aktionen zu identifizieren und best-practice Modelle zu entwickeln. Die Erforschung relevanter gesellschaftlicher Wissensbestände sowie deren Wandel im Laufe der Zeit sind in diesem Bereich von großer Bedeutung. Die transdisziplinäre Einbindung von Personen aus der gesellschaftlichen Praxis („stakeholder“) in Forschungsprozesse ist daher in der sozial-ökologischen Langzeitforschung besonders wichtig.
- **Governance-Forschung.** Um nachhaltige Entwicklungen einzuleiten, ist es nötig, das Ziel der Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen gleichwertig mit anderen wirtschaftlichen und sozialen Zielen zu verankern. Dazu müssen neue Governance-Strukturen gebildet werden. Ein besseres Verständnis der Zielkonflikte zwischen verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen ist dafür von entscheidender Bedeutung (Adams et al. 2003; Dietz et al. 2003). Nur so wird sich die Verletzlichkeit („vulnerability“) der Ökosysteme und der Gesellschaft in einer Region verringern lassen. Nachhaltigkeit verlangt soziale Akzeptanz von Strategien und Maßnahmen zur Erhaltung natürlicher Lebensgrundlagen. Dies erfordert die Änderung von einseitig „top down“ orientierten Organisationsformen hin zu solchen, die ausgewogene Interaktionen zwischen „top down“ und „bottom up“ Prozessen unterstützen. Dazu ist es nötig, neben politischen Entscheidungsträgern auch Akteure aus Nichtregierungsorganisationen, Wirtschaft und der Gesellschaft generell in die Entwicklung von Nachhaltigkeitsstrategien und -maßnahmen einzubinden.
- **Risiko- und Resilienzforschung.** Naturereignisse werden nur dann zu Risiken, wenn der Mensch davon betroffen ist. Sie beinhalten Gefahren und Chancen (Felgentreff & Glade 2007; Kulke & Popp 2008). Vulnerabilität und Resilienz wirken als verbindende Elemente zwischen natur- und sozialwissenschaftlicher Ökosystemforschung (Blaikie et al. 1994; Turner et al. 2003b). Sie sind räumlich und zeitlich dynamisch (Bohle & Glade 2007). Risikoforschung kann als Klammer zwischen naturwissenschaftlich-ökologischer Forschung und sozial-ökologischer Forschung verstanden werden (Stötter & Coy 2008).

**Diese Forschungsansätze müssen folgenden Prinzipien folgen:**

- Verringerung der Verwundbarkeit und gegebenenfalls Stärkung der Resilienz von Raumsystemen (Ökosystem, Gesellschaftssystem, Wirtschaftssystem; vgl. dazu Holling 1973; Blaikie et al. 1994).
- Interdisziplinarität, eventuell sogar Postdisziplinarität (mode-2-Ansätze). Die komplexen Systemzusammenhänge können nicht mehr disziplinär erfasst und erklärt werden. Wenn es gelingt, disziplinäre Strukturen in höchster Integration postdisziplinär zu überwinden, kann ein neues Erkenntnisniveau erreicht werden (Kates et al. 2001; Hirsch-Hadorn et al. 2008).
- Transdisziplinarität. Nur eine systematische Integration von Stakeholdern in den Forschungsprozess ermöglicht zukunftsfähige und sozial akzeptierte Lösungen (vgl. Maihofer 2005, Dressel et al. 2014). Dabei ist darauf zu achten, dass sowohl für Stakeholder als auch für ForscherInnen ein Mehrwert entsteht (Newig et al. 2008a).

**Aus alledem folgt:** LTSER ermöglicht, die Komplexität von Öko- und Sozialsystemen in ihrer Wechselwirkung zu verstehen. Die Systeme wirken ineinander, wobei Rückkoppelungen nicht die Ausnahme, sondern die Regel

sind. Eine in diesem Zusammenhang wichtige Frage ist, wie soziale Strukturen und Einzelereignisse Ökosysteme beeinflussen und beeinflusst haben. Hierzu bietet u.a. die Umweltgeschichte einen geeigneten Rahmen (Winiwarter & Knoll 2007). Sie ist prozessual angelegt und schließt Ansätze der Wahrnehmungsforschung ein. Umweltgeschichte ermöglicht zudem, die Langfristspektive von LTSER bis in vorindustrielle Perioden zu verlängern.

Nachhaltigkeitsforschung braucht ein Verständnis von sozial-ökologischen Übergängen, die fundamentale Veränderungen des Verhältnisses zwischen natürlichem und sozialem System darstellen (Fischer-Kowalski & Haberl 2007). Während solcher Übergänge ändern sich Nachhaltigkeitsprobleme grundlegend – vgl. etwa die Nachhaltigkeitsprobleme von Agrar- und Industriegesellschaft. Ein weiteres wichtiges Thema ist die Identifikation von „legacies“, also der langfristigen materiellen und immateriellen Wirkungen vergangener Ereignissen bis in die Gegenwart und Zukunft. Ein Beispiel ist das Landschaftsbild, das durch Entscheidungen und Eingriffe in der Vergangenheit über Jahrhunderte, nicht selten sogar Jahrtausende beeinflusst wird. Von historischen Bewirtschaftungssystemen in der Landnutzung lässt sich oft auf heutige Regionalentwicklungsprozesse schließen. Dazu zählt z.B. die Bedeutung von Wahrnehmung und Identifikation von Menschen mit ihrer Landschaft.

LTSER stellt sich die Aufgabe, das langfristige Zusammenwirken von ökologischen und sozialen Systemen (unter Einschluss von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft) zu analysieren, gegenwärtige und zukünftige Problemfelder zu identifizieren und dauerhaft tragfähige Lösungen zu erarbeiten. Der Einfluss der Natur auf die Gesellschaft, die Nutzung natürlicher Ressourcen und die Rückwirkungen der ökonomischen und landschaftsverändernden Entscheidungen von Menschen auf Ökosysteme ist hierbei ein wichtiges Forschungsthema. Die Wechselwirkungen von Umwelt und Mensch verändern sich stetig. Historische Ansätze sind daher ebenso nötig wie das Nachdenken über die Zukunft, etwa in Form von Szenarien. Im Konkreten geht es um die Identifikation von unterschiedlichen Ressourcennutzungs-Strategien einzelner Akteure, wie dies beispielsweise bei Entscheidungen in der Landwirtschaft und Verfahren in der Landnutzung der Fall ist. Dabei spielt die Analyse ökonomischer Strukturen, die diese Entscheidungen erheblich determinieren, eine wichtige Rolle. Weiterer Forschungsgegenstand ist die gesellschaftliche Wahrnehmung der entstandenen Muster (Wahrnehmung, Identität). Nicht zuletzt ist es wichtig, relevante Institutionen und deren Rolle bei der Entwicklung von Regionen in Richtung Nachhaltigkeit zu identifizieren.

## 5.2 METHODEN UND ZUGANGSWEISEN

**Sozio-ökologische Forschung innerhalb von LTSER stellt sich der Herausforderung, unterschiedliche Disziplinen aus naturwissenschaftlichen wie auch kultur- und sozialwissenschaftlichen Fachbereichen zu integrieren. Ein Zusammenführen so unterschiedlicher Ansätze bedingt eine Vielfalt an Methoden. Somit prägt Methodenpluralismus die Arbeit sozio-ökologischer Forschung in LTSER, wobei es unter anderem um folgende Methoden und Ansätze (bzw. deren Kombination) geht:**

- Prozessorientierte Methoden (z.B. sozial-metabolische Methoden wie Material- und Energieflussanalyse, sozial-ökologische Indikatoren, toxikologische Methoden etc.)
- (Umwelt)historische und archäologische Methoden
- Geografische Methoden (Integrationslehre, Synergetik, Landnutzungsforschung, lokale Wissensanalyse, Systemanalyse, GIS, Fernerkundung, Laserscanning, Feldforschung, Kartierung)
- Ökonomische Methoden (I/O-Analyse etc.) inkl. Methoden der Umweltökonomie und der Ökologischen Ökonomik
- Sozialwissenschaftliche Methoden (qualitativ und quantitativ)
- Demografische Methoden (Bevölkerungsstruktur, Mobilitätsanalyse)
- Verwundbarkeits- und Resilienzanalyse
- Interdisziplinäre Synthese und Modellbildung (formale Modelle, heuristische Modelle, Mindmaps etc.), Szenarioanalyse
- Inter- und transdisziplinäre Methoden
- Transdisziplinäre/partizipative Methoden



*Schafbeweidung im Gebirge: © fotolia*

Sozial-ökologische Forschung ist ein relativ junges und sich dynamisch entwickelndes Forschungsfeld, dessen Konturen sich derzeit herauszukristallisieren beginnen. Die Entwicklung neuer Ansätze und Methoden nimmt daher großen Raum ein, insbesondere was die inter- und transdisziplinäre Synthese betrifft. LTSER benötigt z.B. innovative Ansätze zur Integration von Methoden der Sozial- und Naturwissenschaften. Ebenso erfordert LTSER eine Integration von Methoden der Grundlagenforschung (z.B. Monitoring, Messmethoden, empirische Sozialforschung, Theorieentwicklung usw.) über Evaluation der prognostizierten Prozesse hin zu Methoden angewandter Forschung, wie die Aufbereitung von Planungsvorschlägen und Interventionsstrategien, die zur Entscheidungsfindung innerhalb der Region beitragen. Die Vernetzung mit der prozessorientierten Langzeit-Ökosystemforschung sowie der Biodiversitäts- und Naturschutzforschung ist von großer Bedeutung. Dies betrifft etwa die Wechselwirkungen zwischen Ökosystemprozessen und gesellschaftlich-wirtschaftlichem Wandel, die Biodiversität in ihrer sozio-ökonomischen Bedeutung sowie deren Gefährdung durch wirtschaftliche Aktivitäten. „Ecosystem services“ können erst vor diesem Hintergrund des Wechselspiels zwischen Gesellschaft und Natur verstanden werden.

## 5.3 ANFORDERUNGEN

**Ähnlich wie bei disziplinärer Arbeit in den Natur- oder Sozialwissenschaften bildet die Verfügbarkeit von Daten und Quellen die Grundlage jeglicher sozial-ökologischen Forschung. Einzelne Forschungsgruppen haben wertvolle raum-zeitliche Datenbanken erstellt und mit hohem Humankapital Harmonisierungen erarbeitet und z.T. in Web-GIS-Systeme integriert, die bei projektorientierter Wissenschaft rasch zu Datenfriedhöfen verkommen. Um den bleibenden Nutzen dieser von der Gesellschaft finanzierten Arbeit zu sichern, ist LTSER wichtig. Miteinander kombiniert können diese voneinander isolierten Datensätze ein neues Potenzial bekommen. Die infrastrukturellen Voraussetzungen sind denen des naturwissenschaftlichen Bereiches ähnlich. Nun gilt es, die vorhandenen – teilweise recht divergenten – Datenbanken in ein harmonisiertes System zu integrieren.**

**Daraus folgen große Anforderungen:**

- Integration von Realraumdaten (vor allem aus der Ökologie), Rasterdaten (vor allem aus der Biodiversitätsforschung), zeitlichen Daten und administrativen Raumdaten (vor allem aus der sozialwissenschaftlichen Forschung sowie aus – hierfür eigens zu finanzierenden – Sonderauswertungen der Statistik Austria).
- Integration historischer Daten inkl. der Digitalisierung historischer Quellen (vor allem das Anlegen eines kommentierten Metadatensatzes dieser einzigartigen Datensammlung).
- Schaffung von Schnittstellen zwischen unterschiedlichen Skalenniveaus, welche die Nutzung von Daten auf verschiedenen räumlichen Ebenen unterstützen.
- Erarbeitung von Szenarietechniken, die nicht nur prognostische Aussagen erlauben, sondern auch Orientierungs- und Handlungswissen unterstützen (sowohl „what-if“ als auch „forced future“ Szenarien).



Messstation Zöbelboden: © Franz Rokop

## 5.4 PRODUKTE UND ADRESSATEN

**Aus den beschriebenen Forschungsfragen und Methoden des sozialökologischen Stranges innerhalb von LTSER lassen sich vorläufig folgende Produkte aus diesem Bereich identifizieren:**

- Innovative Methoden der interdisziplinären Grundlagen- und der transdisziplinären Forschung im Bereich der Interaktionen im Mensch-Umwelt-System;
- Langzeitanalysen von sozio-ökologischen Transitionsprozessen zur Unterstützung und Beratung zukünftiger nachhaltiger Regionalentwicklungsstrategien;
- Einschätzung von Risiken, Vulnerabilität und Resilienz;
- Integrierte sozial-ökologische Modelle, die in transdisziplinären Prozessen eingesetzt werden können und erlauben, Stakeholder bei der Erarbeitung von Nachhaltigkeitsstrategien zu unterstützen;
- Szenarien der zukünftigen Raumentwicklung, die die Erarbeitung von Adaptionstrategien erlauben. Interdisziplinäre sozial-ökologische Grundlagenforschung sowie anwendungsbezogene transdisziplinäre Forschung führt zu neuen Erkenntnissen in der Wissenschaft und für die gesellschaftliche Praxis. Als Grundlagenforschung trägt sozial-ökologische Forschung zu interdisziplinärer Nachhaltigkeitsforschung bei. Davon ausgehend werden Erkenntnisse in die disziplinären Wissenschaften getragen. Als transdisziplinäre Forschung generiert die sozio-ökologische Komponente von LTSER Erkenntnisse und Produkte für Stakeholder wie EntscheidungsträgerInnen auf unterschiedlichen Skalenebenen und trägt damit zur nachhaltigen Regionalentwicklung bei.

## 5.5 VERNETZUNG

**LTSER untersucht die Auswirkungen des Ressourceneinsatzes auf Biodiversität und Ökosystemfunktionen (z.B. Stoffflüsse). Forschung über Ressourcennutzung inkludiert explizit soziale und ökonomische Fragestellungen. Verschiedene Prozesse können auf unterschiedlichen zeitlichen und räumlichen Skalenebenen ablaufen, einander mehr oder weniger stark beeinflussen, mitunter in verschiedene Richtungen gehen oder mit unterschiedlicher Geschwindigkeit voranschreiten.**

Soll LTSER auf Plattformen wie Tyrolean Alps und Eisenwurzeln konzentriert werden?

Wie könnte LTSER optimal mit sozial-ökologischer Forschung, die nicht in Plattformen stattfindet, vernetzt werden? Sozio-ökologische Langzeitforschung (LTSER) profitiert von einem Ansatz, der die unterschiedlichen Skalenebenen gesellschaftlicher Handlungsbereiche und ökologischer Prozesse berücksichtigt sowie die Wechselwirkungen zwischen diesen Skalenebenen analysiert.

Die große Herausforderung der sozio-ökologischen Stränge innerhalb von LTSER ist die Zusammenführung von Personen aus unterschiedlichen Disziplinen der Natur-, Sozial- und Kulturwissenschaften sowie von Menschen und Institutionen aus der Praxis. Die Wahl des Forschungsgebietes und der Untersuchungsebenen spielt dabei eine wesentliche Rolle und hat großen Einfluss darauf, ob und wie sich Sozial- und Kulturwissenschaften (Humangeografie, Soziologie, Geschichtsforschung, Politikwissenschaft, Volkswirtschaftslehre usw.) und technische Wissenschaften (Mathematik, Physik, Informatik, Statistik usw.) in die Forschung einbringen können und wollen.

## 6 EUROPÄISCHE RAHMENBEDINGUNGEN

Eine der Hauptabsichten, die die Europäische Kommission ab 2004 mit dem Instrument der „Networks of Excellence“ (NoE) verfolgte, war die Integration von Institutionen und Infrastrukturen (ALTER-Net für terrestrische und aquatische Forschung, MARBEF für den Bereich der marinen Forschung sowie EDIT für die taxonomischen Sammlungen). Ihnen allen ist gemeinsam, dass sie im Gegensatz zu anderen Forschungsbereichen mit kostenintensiven Infrastrukturen (Teilchenphysik, Astronomie) über keine langfristig gesicherte Finanzierung ihrer Infrastrukturen verfügen, weder national noch international. Zudem fehlten ihnen bisher strategische Instrumente, um eine europäische Finanzierungsschiene mit nationalen Finanzierungsschienen zu koppeln, so wie das für die genannten Beispiele der Teilchenphysik und Astronomie mit der **European Strategy Forum for Research Infrastructure (ESFRI)** der Fall ist: Auf europäischer Ebene wird eine ESFRI Roadmap für jeweils 5 Jahre erarbeitet, die dann in nationale ESFRI Roadmaps übersetzt wird (oder werden sollte). Damit bewegt die EU substanzielle nationale Mittel für Infrastrukturen, die dem gesamten europäischen Forschungsraum zur Verfügung stehen. Prominente Beispiele sind der Teilchenbeschleuniger in CERN oder die europäischen Teleskopanlagen in Chile (ESO). Die Summen bewegen sich im Bereich zweistelliger Euro-Millionenbeträge pro Land und Jahr.

Obwohl exzellente **Ökosystemforschung** in Summe vergleichbare Mittel benötigen würde, hat das Wesen ihrer Forschungseinrichtungen bisher einen ähnlich strategischen Ansatz verhindert: Es handelt sich um über **vergleichsweise kleine Einzelstandorte quer über die biogeografischen Regionen** und Länder Europas, getragen von einer Vielzahl von Institutionen und zuständigen Ministerien. Laut Erhebungen von LTER-Europe in 21 Staaten repräsentieren diese verteilten Infrastrukturen (ca. 400 Standorte) einen kumulativen Investitionswert von ca. 450 Mio. €, wobei manche Standorte seit über 100 Jahren betrieben werden. Allerdings erfolgten diese Investitionen ohne zentrale Steuerung nach Maßgabe institutioneller Aufträge und wissenschaftlicher Eigeninteressen. Die Überführung in eine vielfach genutzte, verteilte Forschungsinfrastruktur würde einen Bruchteil des ursprünglichen Investitionswertes erfordern, kann aber nur im Wechselspiel zwischen Europa und den nationalstaatlichen Netzwerken (Standort-Trägern) erfolgen.

Das erwähnte **European Strategy Forum for Research Infrastructure (ESFRI)** beinhaltet thematische Bereiche mit strategischen Arbeitsgruppen (Strategic Working Groups). Neben thematischen Bereichen wie Physik und Engineering wurde auch der Bereich „Umwelt und Erdwissenschaften“ eingerichtet, der sich seit 2006 zunehmend der verteilten Infrastrukturen im Bereich der Biodiversitäts- und Ökosystemforschung annimmt.

Das **ESFRI Pilotprojekt „LifeWatch“** (s. Abb. 9) bot eine Plattform für alle Networks of Excellence (ALTER-Net, MARBEF, EDIT), aber auch Netzwerke, die sich aus den NoEs entwickeln (z.B. LTER-Europe) und parallel entstehen (z.B. BioFresh für aquatische Standorte). Dabei versuchte LifeWatch vorerst die gesamte Bandbreite von nötigen **Daten-Dienstleistungen (e-Infrastruktur)** für Forschung **bis hin zu den Forschungsstandorten** (in-situ Komponente) abzudecken. In Österreich wurde auf die Initiative von LTER-Austria ein nationales LifeWatch Konsortium etabliert, das ein österreichisches LifeWatch Konzept erstellte und dazu Gespräche mit den zuständigen Ressorts (BMWF, BMLFUW) aufnahm. Bis zum Jahr 2013 kristallisierte sich jedoch klar heraus, das LifeWatch sich auf **die Funktion als e-Infrastruktur** fokussieren würde, um den Zugang zu Biodiversitätsdaten, deren Verwaltung und Datenanalysen („workflows“) zu unterstützen.

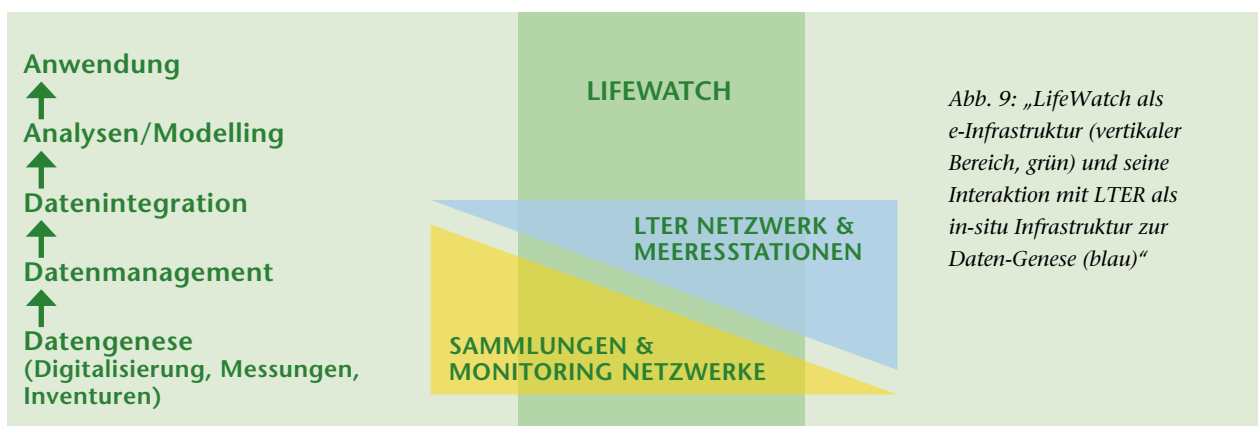
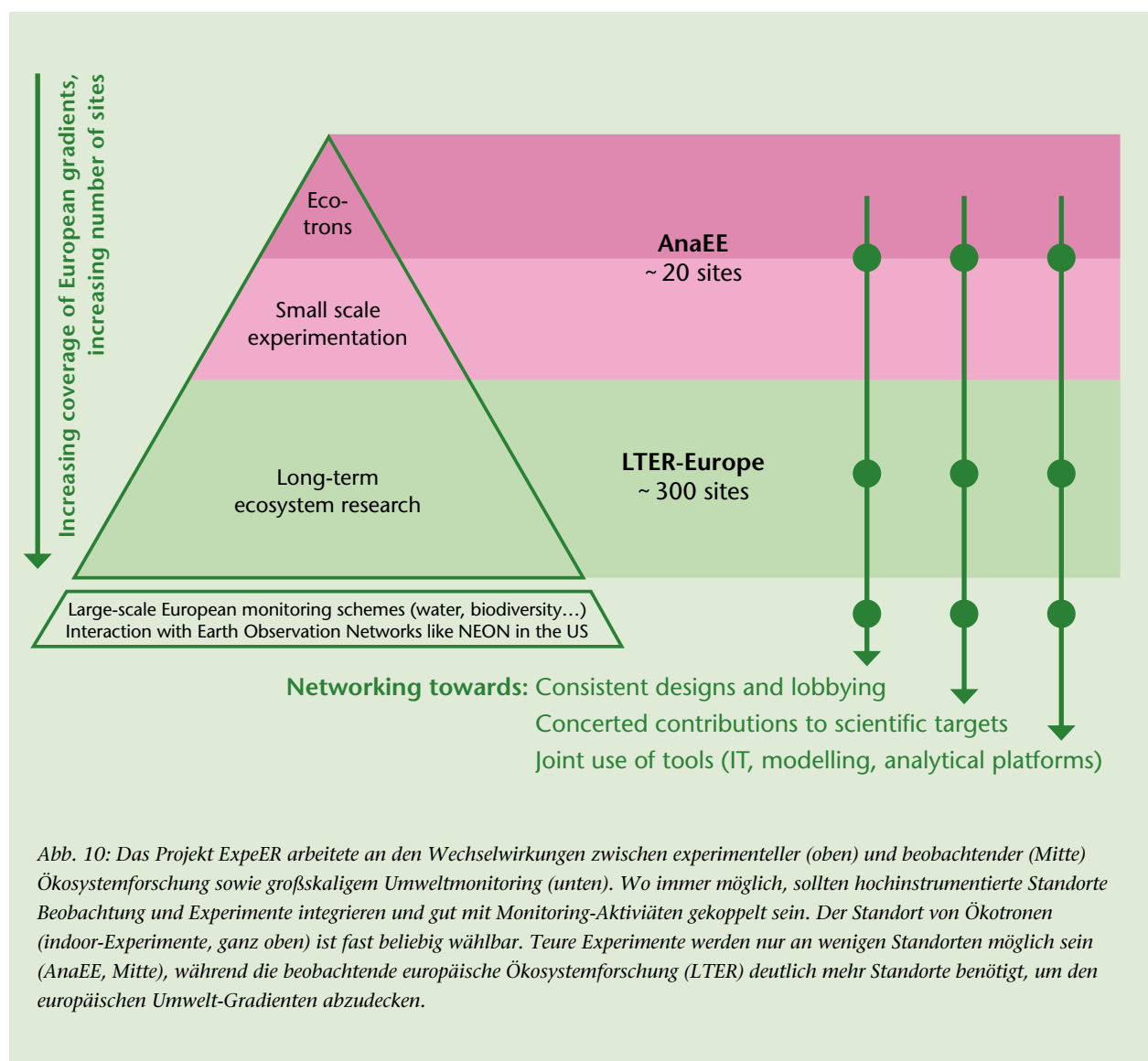


Abb. 9: „LifeWatch als e-Infrastruktur (vertikaler Bereich, grün) und seine Interaktion mit LTER als in-situ Infrastruktur zur Daten-Genese (blau)“

LTER-Europe soll nach dem derzeitigen Plan ein wesentliches komplementäres Standort-Netzwerk repräsentieren, das Daten generiert und Dienstleistungen von LifeWatch nutzt. Die nationalen Teams von LifeWatch und LTER-Europe kooperieren eng. LTER-Europe und LifeWatch zeichnen ein formales Memorandum of Co-operation, das ihre Rollen und Interaktionen regelt (siehe Annex Kapitel 8.4).

Eine weitere Initiative von hoher Relevanz für LTER-Austria entstand im Kontext des INFRA-2010 Calls 1.1.17 für ein I3-Projekt zu „Sites and experimental platforms for long-term ecosystem research“: Das Konsortium EXPEER, zusammengesetzt aus LTER-Europe und AnaEE (Analysis and Experimentation in Ecosystems). EXPEER fokussiert auf Schlüssel-Infrastrukturen der Ökosystemforschung (Highly Instrumented Experimental/Observational Sites, HIES, HIOS) und deren Integration inklusive Auswertungen und Modelling (siehe Abb. 10). Im Bemühen um nachhaltige Verankerung der Infrastrukturen und nach einem MoU im Jahr 2009 betreibt AnaEE nun ein ESFRI Pilotprojekt im Bereich der Medical und Biological sciences (experimentelle Ansätze mit Fokus auf Agro-Systeme/JPI FACCE). LTER-Europe hat gemeinsam mit der Critical Zone Community ein Horizon 2020 Infrastrukturprojekt eingereicht (eLTER). Derzeit wird an einem Konzept gearbeitet, wie Standorte, die langfristig beobachtende Ökosystemforschung betreiben, mit kleinräumiger experimenteller Forschung (AnaEE) kombiniert werden können.



Ebenfalls in der Umwelt-Roadmap von ESFRI befindet sich das Integrated Carbon Observation System (ICOS), das spätestens 2015 ein formales European Infrastructure Consortium (ERIC) sein wird. Die Kernaufgabe von ICOS besteht darin, die europäische Forschung zu Treibhausgasen mit harmonisierten Daten zu beliefern, die in einem Verbund von Messstationen gewonnen werden (terrestrisch, marin). Die terrestrischen Standorte kombinieren teilweise atmosphärische Komponenten (hohe Messtürme) mit ökosystemaren Ansätzen (Ausgasung, Vertikalprofile). ICOS ist also eine wesentliche Infrastruktur-Komponente, mit der das LTER Netzwerk abzustimmen wäre (gemeinsame Nutzung geeigneter Standorte).

In Vorbereitung der ESFRI Roadmap 2016 erarbeitete die oben genannte Environmental Strategic Working Group (Env SWG) von ESFRI ab Mai 2014 ein Bild der „Landschaft von Umwelt-Forschungsinfrastrukturen“, indem diese nach den Kernarbeitsbereichen klassifiziert wurden (e-Infrastrukturen und Referenzdaten, Auswertung und Modellierung, in-situ Infrastrukturen gegliedert nach hauptsächlich „beobachtend“ oder „experimentierend“). Daraufhin wurden die wichtigsten Elemente in den jeweiligen Bereichen identifiziert. Die Ergebnisse dieser Arbeit wurden von der Vorsitzenden am 25. September 2014 zum ESFRI 2016 Start-up in Triest präsentiert (Abb. 11).

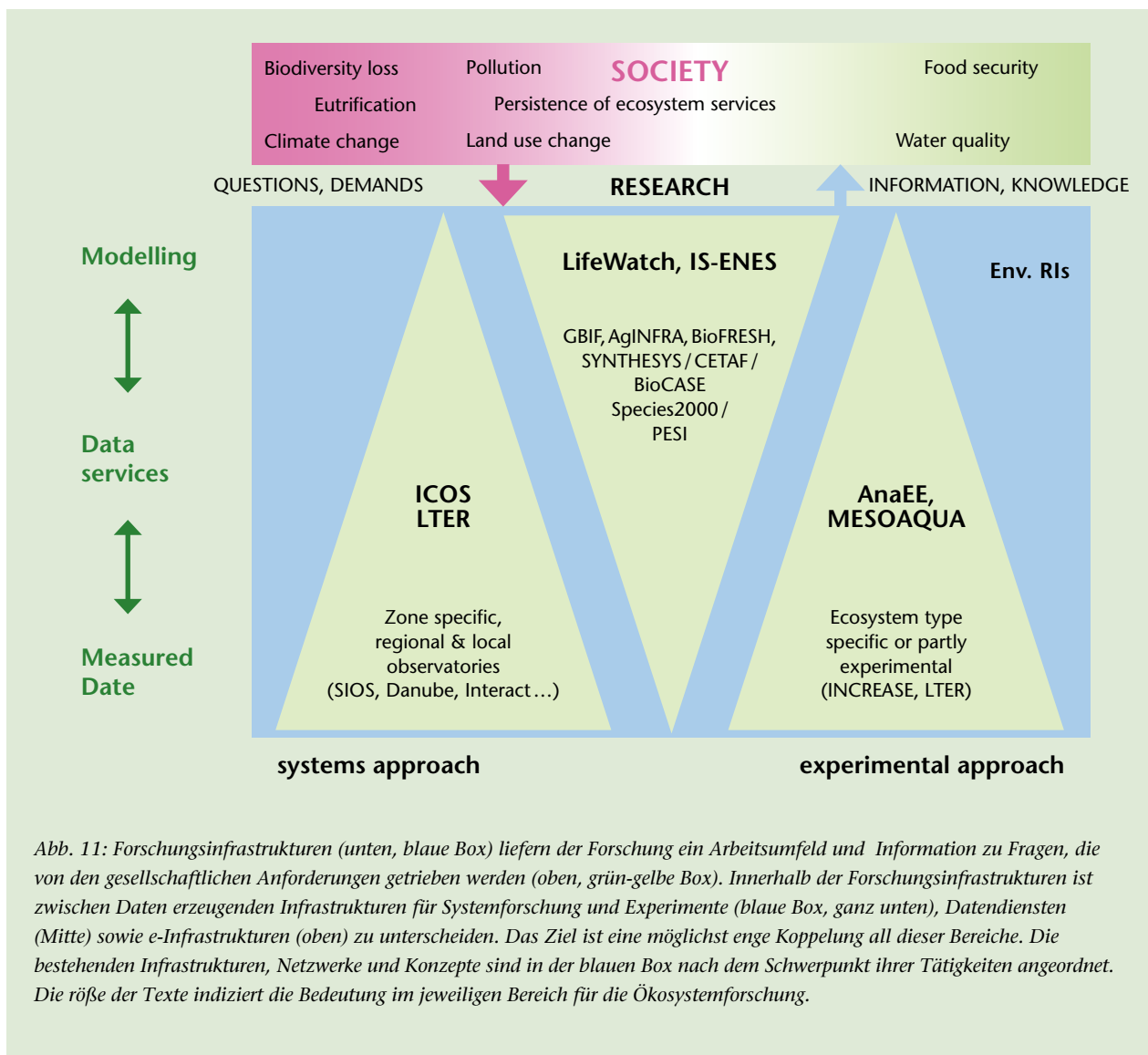
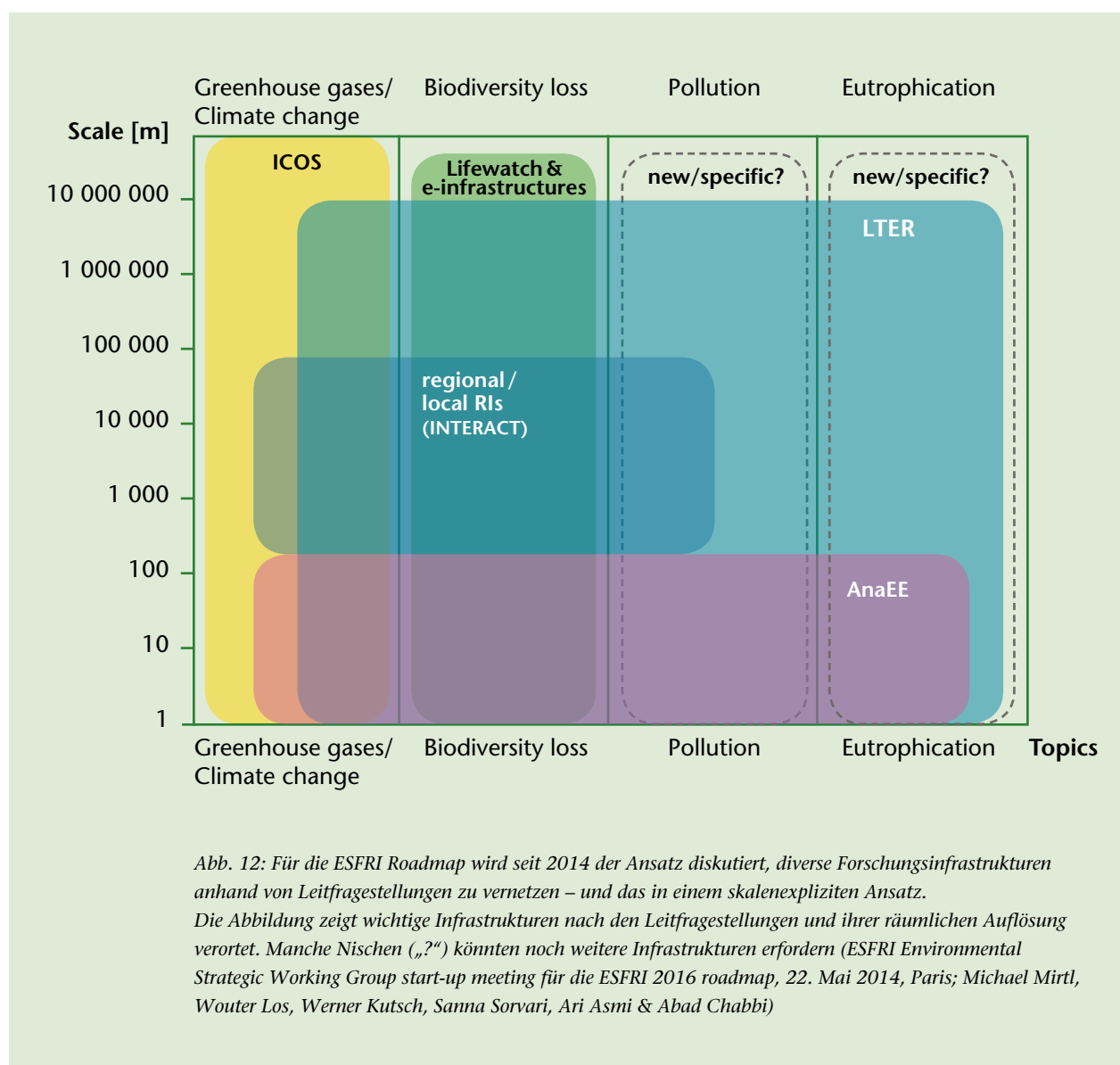


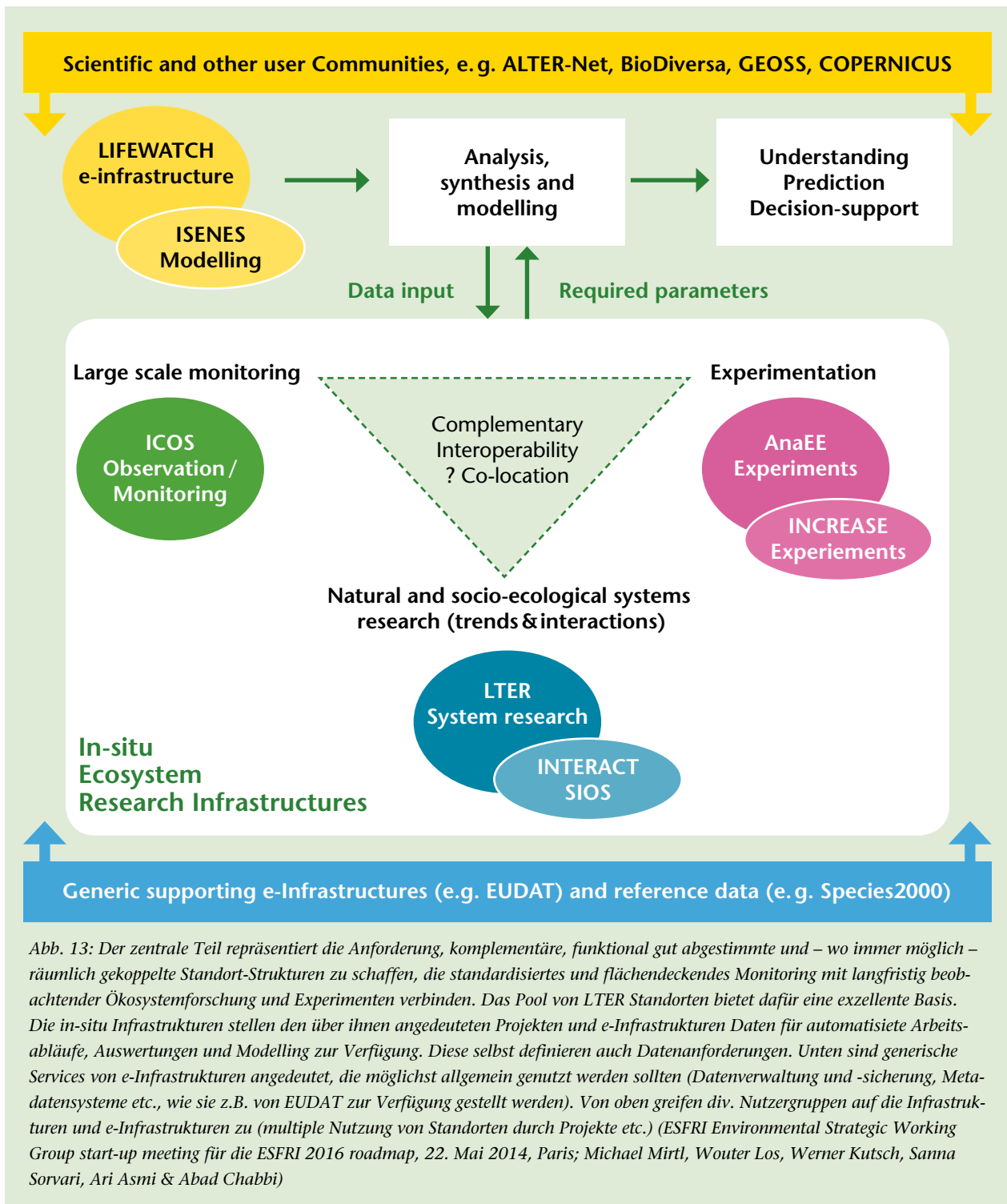
Abb. 11: Forschungsinfrastrukturen (unten, blaue Box) liefern der Forschung ein Arbeitsumfeld und Information zu Fragen, die von den gesellschaftlichen Anforderungen getrieben werden (oben, grün-gelbe Box). Innerhalb der Forschungsinfrastrukturen ist zwischen Daten erzeugenden Infrastrukturen für Systemforschung und Experimente (blaue Box, ganz unten), Datendiensten (Mitte) sowie e-Infrastrukturen (oben) zu unterscheiden. Das Ziel ist eine möglichst enge Koppelung all dieser Bereiche. Die bestehenden Infrastrukturen, Netzwerke und Konzepte sind in der blauen Box nach dem Schwerpunkt ihrer Tätigkeiten angeordnet. Die röße der Texte indiziert die Bedeutung im jeweiligen Bereich für die Ökosystemforschung.

Beim Expertenworkshop der Env SWG am 22. Mai 2014 in Paris erfolgte zudem eine Verortung der wichtigsten Infrastrukturen (Abb. 12) nach den räumlichen Skalen, auf denen sie arbeiten, sowie nach den Forschungs-Leitthemen, über die die diversen Forschungsinfrastrukturen künftig in Europa besser untereinander abgestimmt werden sollen (Klimawandel und Treibhausgase, Biodiversitätsverlust, Verschmutzung, Eutrophierung). LTER wurde den räumlichen Skalen 1 bis 10 000 000 m zugeordnet und erstreckt sich über die Grand Challenges Klimawandel, Biodiversität, Verschmutzung und Eutrophierung, da es Standorte von Plot-Größe bis zu Forschungsregionen (LTSER Platforms) betreibt und jeweils einen ökosystemaren Ansatz zugrunde legt.



Mit Fokus auf die in-situ Infrastrukturen leitet sich daraus eine nötige Verschränkung von Schlüssel-Elementen ab, wie sie in Abb. 13 dargestellt ist.





Aus diesen Darstellungen, die den maßgeblichen europäischen Gestaltungsprozessen entspringen, ist die funktionale Nische von LTER schlüssig zu ersehen. Der Ausformung dieser Nische in Österreich widmet sich das Kapitel 7.3. Dabei verstehen sich die Forschungs-Community sowie die Standort-Träger hinter dem White Paper als Pool, aus dem alle europäischen Infrastruktur-Komponenten im Wissenschaftsfeld konzertiert zu bedienen wären. Der basalen Sicherung der wichtigsten Standorte der Ökosystemforschung (ev. auch als „Critical Zone Observatories“) kommt dabei prioritäre Bedeutung zu.

# 7 SYNTHESE UND UMSETZUNGSVORSCHLAG

## 7.1 SYNTHESE

Die vorangegangenen drei Kapitel haben die Themen der langfristigen Ökosystemforschung umrissen. Diese berührt brisante Fragen von gesellschaftspolitischer Bedeutung in Österreich und aus globaler Sicht.

Aus der Darstellung von LTER quer über die Themenbereiche leiten sich folgende Charakteristika des Wissenschaftsfeldes ab:

- Die Antriebskräfte (drivers) und Belastungsfaktoren (pressures) von Ökosystemen und Biodiversität wirken langfristig (Klima- und Landnutzungswandel, invasive Arten etc.). Daneben spielen kurzfristige Extremereignisse eine wesentliche Rolle.
- Viele ökosystemare Prozesse werden erst durch langfristige Beforschung und durchgängige Beobachtung mit entsprechender Beprobungsfrequenz als solche erkennbar, in ihrer Bedeutung einordenbar und in Ursache-Wirkungs-Mustern erklärbar.
- Die zunehmende Komplexität ökologischer Fragestellungen erfordert immer aufwändigere Instrumentierung und bessere Datenqualität für belastbare Langzeit-Datenreihen.
- Ökosysteme und sozio-ökologische Systeme sind folglich nicht über kurzfristige Einzelprojekte zu erforschen.
- Maßgebliche Grundlagen eines effizienten langfristigen Forschungsbetriebes an Forschungsstandorten (Basis-Messungen, Abwicklung von Langzeit-Experimenten, Langzeit-Datenreihen etc.) sind im Zufallsprinzip nicht gewährleistet.
- Um Mittel bestmöglich einzusetzen, sind akkordierte disziplinäre und interdisziplinäre Projekte sowie eine harmonisierte, verteilte Infrastruktur an prioritären Standorten vonnöten.

Abgesehen von wissenschaftlicher Interdisziplinarität entwickelt sich Ökosystemforschung zunehmend zu einem arbeitsteiligen Prozess über vier Ebenen:

- einzelne Forschungsstandorte (Sites) und deren Trägerinstitutionen (oder zukünftig Trägerverbände)
- nationale Netzwerke
- europäischer Forschungsverbund
- internationale Netzwerke

Auf allen vier Ebenen wechselwirken drei Schlüssel-Komponenten:

- Infrastruktur: Standorte mit ihren baulichen Einrichtungen, ihrer Instrumentierung und ihren zugänglichen Datenbeständen (als Dienstleistung, die auch die Wartung und Expertise zur richtigen Nutzung dieser Infrastruktur beinhaltet)
- Forschungsarbeit inkl. Analyse und Reporting zu Trends (zentrale User-Schicht)
- Matrix-Funktionen (e-Infrastruktur für Datenmanagement und Workflows, Vernetzung, Konzeptbildung, Schnittstelle zu politischer Umsetzung und Ausbildung)

Diese Charakteristika des Wissenschaftsfeldes, der arbeitsteilige Prozess über vier Ebenen und die drei Schlüssel-Komponenten bilden die Basis zum **Vorschlag für einen „Forschungscluster“**, über das Österreich exzellente Beiträge von hohem Eigeninteresse im europäischen und weltweiten Forschungsraum leisten kann und mit seinen Standorten attraktiver für internationale Forschungsteams wird.

Die Synthese dieses White Paper schlägt die **Brücke zwischen der Vision und den aktuellen Gegebenheiten**. Da diese Vision wesentlich auch die Infrastrukturen und Organisation des Wissenschaftsfeldes berührt, erstreckt sich der **Zeithorizont** der Umsetzung auf das Jahr **2020 und darüber hinaus**. Gerade für Österreich als kleines Land muss sich die Re-Organisation eines so komplexen Bereiches an den **europäischen Rahmenbedingungen** orientieren. Das ist für die Ökosystem-Forschung umso wichtiger, als derzeit gerade hier seitens der Europäischen Kommission Schwerpunkte gesetzt und Mechanismen etabliert werden, deren Umsetzungszeitraum im Bereich einer Dekade liegt (ESFRI, Joint Programming, EU Structural Funds).

Das LTER-Austria White Paper und diese Synthese verstehen sich **gleichzeitig als Abschluss** in einen Entscheidungsprozess **und Übergabe-Punkt**: Im Folgenden sind die Positionen der Scientific Community und der Träger von Infrastrukturen im Wissenschaftsfeld mit jenen der betroffenen Stakeholder weiter abzustimmen.

Dabei werden Standorte, inhaltliche Schwerpunkt und Beiträge zum europäischen Forschungsraum zu prüfen und priorisieren sein.

## 7.2 ZENTRALE BOTSCHAFTEN (ÜBERSICHT)

Wenn Österreich den Anschluss an die internationale Entwicklung nicht verpassen will, ist es dringend nötig, die Infrastrukturen und die inhaltliche Arbeit (Projekte) der Ökosystemforschung nachhaltig sicherzustellen. Das sollte auf der konzeptionellen Grundlage von europäischen Referenzprojekten wie ICOS und LifeWatch (in ESFRI/Environment), ExpeER und ENVRI (FP7/INFRA) und LTER-Europe geschehen. Die klare Tendenz ist, dass Standorte gut instrumentiert sein müssen, um als Schlüsselinfrastrukturen anerkannt zu werden. Von dieser Anerkennung wird zunehmend abhängen, ob sie in europäischen Ausschreibungen (z.B. H2020 calls) berücksichtigt werden, ob ihre Nutzung durch ausländische Teams gefördert wird, aber auch, ob die österreichischen Aufwendungen im eigenen Land als Beiträge zur Europäischen Forschungsinfrastruktur (ERI) geltend gemacht werden können.

Es geht also um eine Kombination aus

- a) dem wirksameren Einsatz der jetzt in diesem Bereich verwendeten Mittel und Einrichtungen,
- b) der nötigen Impuls-Finanzierung und weiteren Finanzierung des laufenden Betriebes und
- c) kostenneutralen, steuernden Maßnahmen im Rahmen einer mittelfristigen Strategie zur Re-Organisation des Wissenschaftsfeldes.

All das ist umso wichtiger, als die Forschungsgemeinschaft der Ökosystemforschung (LTER mit seiner LTSER Komponente) in Österreich vergleichsweise klein ist, die geringen nationalen Projektmittel ein Ausweichen auf europäische Projekte erzwingen und das vielfache Einbringen von österreichischen Standorten und Daten von deren Organisation und Zugänglichkeit abhängt.

Vor den Lösungsvorschlägen seien die zentralen Botschaften in derselben Reihung wie im Eingangskapitel „Schlüsselbotschaften“ noch einmal kurz zusammengefasst:

- (A) Die im vorliegenden Papier beschriebenen drei Themenbereiche umreißen das Wissenschaftsfeld. Auch wenn sich die Autoren bemühten, Synergien und fachliche Interaktionen zu identifizieren, besitzt jeder Themenbereich ein spezifisches Anforderungsprofil. Die hier angesprochenen nötigen Rahmenbedingungen für das **gesamte Wissenschaftsfeld** und seine Komponenten erfordern eine **ganzheitliche Sichtweise** und können daher nicht durch die Berücksichtigung von Einzelkomponenten allein geschaffen werden.
- (B) Bezüglich der Schaffung von geeigneten **Förderungsbedingungen für verteilte Forschungsprojekte** zu komplexen ökologischen und sozio-ökologischen Phänomenen als strategisch-steuernde Maßnahme: Themen-adäquate Vergabeverfahren mit klassisch-disziplinären und interdisziplinären Qualitätsmaßstäben können über entsprechende Kriterien in bestehenden oder neuen Fördermechanismen umgesetzt werden, wenn die Einrichtung und ausreichende Dotierung eines Forschungsrahmenprogramms nicht möglich ist.
- (C) Die **Rahmenbedingungen für Forschungsprojekte** müssen die **Nutzung** von in-situ Infrastrukturen und e-Infrastrukturen **quer über betroffene nationale Stakeholder** und Financiers von Umweltforschung und -monitoring entsprechend internationalen Beispielen forcieren (siehe Info-Box 3: Deutsche Biodiversitäts-Exploratorien und TERENO, aber auch US-LTER und NEON, EU Infrastructure Calls, LTER Japan).
- (D) Der langfristige und komplexe Charakter der nötigen Grundlagen für einzelne Forschungsprojekte (Datenreihen etc.) erfordert die Schaffung eines **Verbundes von Standorten** mit national akkordierter, verteilter Finanzierung und operativer Trägerschaft als **Dienstleistung** in Entsprechung zu europäischer Rahmensetzung (ESFRI/LifeWatch, ESFRI/ALEC, Infrastruktur-Call Projekte EXPEER, die „Multi-use“ und „Transnational Access/TA“ forcieren: s. Erklärungen im Volltext und Glossar).
- (E) Die Koordination und Dokumentation von LTER in Österreich erfordert eine **operative Zentrale** (Leitstelle) als Drehscheibe für die Vernetzung der Aktivitäten national und international, die Schnittstelle zu Stakeholdern und Politik sowie für den Aufbau einer e-Infrastruktur zur allgemeinen Nutzung und Integration der Datenbestände von Einzelstandorten („Informationsportal“).

**TERENO ist ein deutsches Programm zur Erfassung langfristiger Zeitreihen von Ökosystem-Parametern, um die Auswirkungen des globalen Wandels naturwissenschaftlich und sozio-ökonomisch analysieren und prognostizieren zu können.** Die innerhalb von TERENO gewonnenen Daten dienen der Validierung, Verbesserung und Integration terrestrischer Modellierungen, die einen wesentlichen Beitrag zum Management von Agrar- und Wald-Ökosystemen liefern werden. Über fünf Jahre wurden ca. 15 Mio. Euro in den Aufbau der gerätetechnischen Infrastruktur von vier Observatorien investiert. Die TERENO Observatorien, deren Betrieb für mindestens 15 Jahre geplant ist, werden durch einen Verbund von sechs Helmholtz-Zentren betrieben, wobei weit über 100 Wissenschaftler am Langfristprojekt beteiligt sind.

#### **Biodiversitäts-Exploratorien**

Die Plattform erforscht funktionelle Biodiversität und Ökosystemprozesse in unterschiedlichen Landnutzungstypen. Sie beinhaltet drei Exploratorien mit 300 Plots und 27 hoch instrumentierten Schwerpunkt-Standorten entlang eines Nutzungsgradienten. Die Grundfinanzierung sichert das Koordinationsbüro, drei Exploratorienteams, ein Datenbankteam sowie die erste Inventarisierung der biotischen und abiotischen Ausstattung der Gebiete. Für die Exploratorien-Infrastruktur einschließlich Personal und Sachmittel stehen zusätzlich ca. 1,4 Millionen Euro pro Jahr zur Verfügung. Komplementär dazu werden ca. 40 Forschungsprojekte aus DFG-Mitteln gefördert. Über diese nutzen ca. 250 Wissenschaftler aus 40 Institutionen die Infrastruktur.

#### **Vergleich mit Österreich**

Legt man alleine diese zwei Programme über das BIP proportional (1:10) auf Österreich um, würde das ca. 1 Mio. EUR jährlich für Infrastruktur einem Engagement der Forschungsförderung von ca. 2 Mio. EUR jährlich für Projekte und Betrieb bedeuten!

Daneben existieren in Deutschland aber noch einige permanente, großen Forschungszentren (z.B. Umweltforschungszentrum Halle-Leipzig, UFZ, oder Forschungszentrum Jülich), die sich mit großen Teams Fragestellungen der Ökosystemforschung widmen können und zudem substanzielle Ressourcen für den Betrieb von Standorten und das Management von LTER aufwenden.

*Info-Box 3: Investitionen in den Bereich der Ökosystemforschung: internationaler Vergleich mit Deutschland: TERENO*

Die folgenden Abschnitte skizzieren ein Maßnahmenpaket zur Umsetzung der Schlüsselbotschaften. Dieses Maßnahmenpaket beinhaltet schon angelaufene Aktivitäten sowie Entscheidungsgrundlagen für ausstehende Weichenstellungen, die mit den österreichischen Stakeholdern und Financiers zu treffen sein werden.

## **7.3 ORGANISATION UND DATENMANAGEMENT**

### **7.3.1 STRATEGISCHE ORGANISATION**

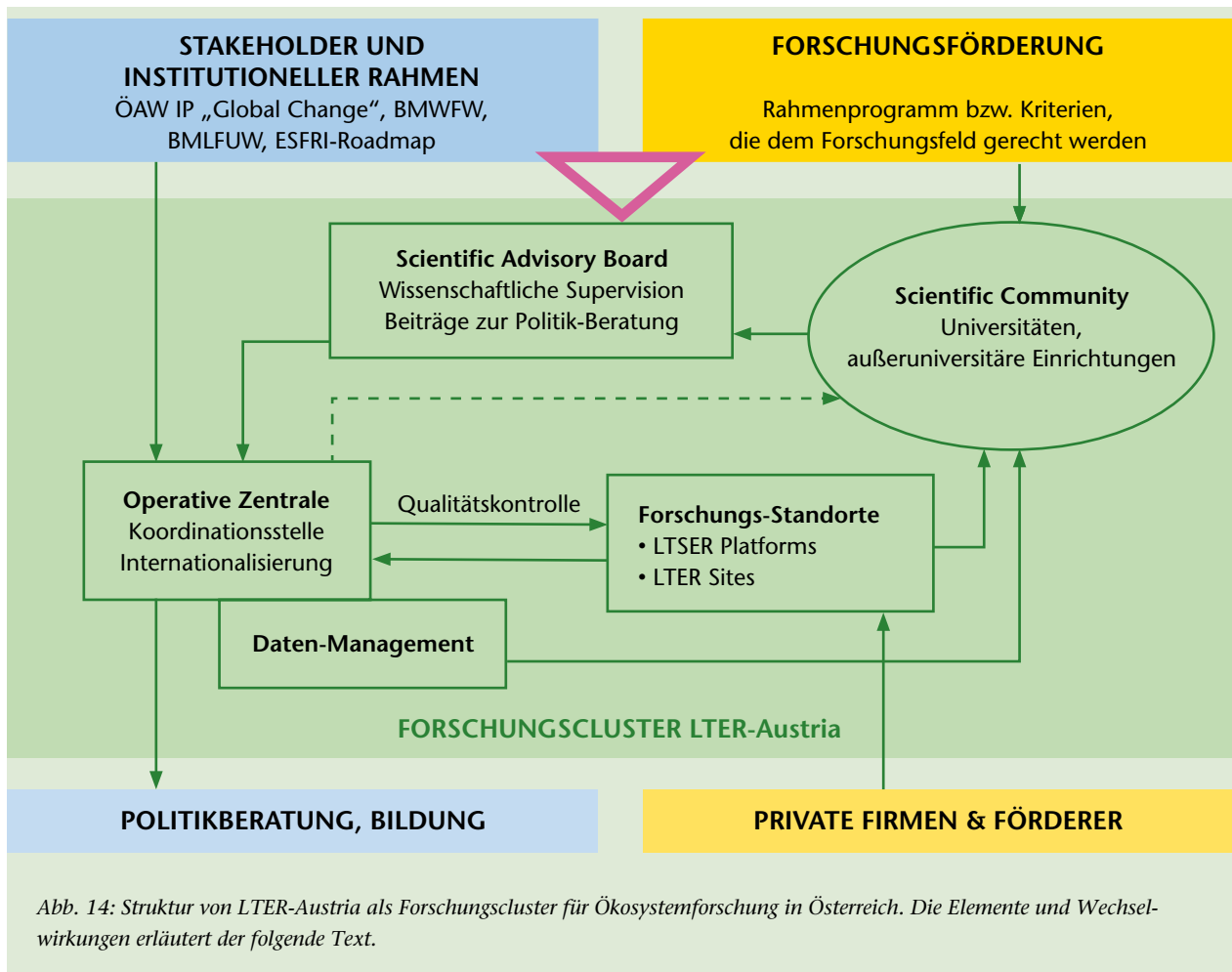
**Die in Abb. 14 skizzierte Organisation des Forschungsclusters würde wissenschaftliche Nutzer, Dienstleistungen (operative Zentrale, Datenportal, Infrastruktur/Standorte), inhaltliche und strategische Steuerung (Stakeholder, Scientific Advisory Board, Fördermechanismen) und Politikberatung vernetzen. Diese Organisation könnte die Brücke zwischen dem Ist-Zustand und den identifizierten Anforderungen schlagen und damit folgende Mehrwerte sichern:**

- Zentraler Ansprechpartner für das Wissenschaftsfeld „Ökosystemforschung“ für Stakeholder und Politik (schnelle Kommunikation zur Steuerung; Politikberatung)
- Inwertsetzung der nationalen Vor-Investitionen in Standorte, Datenreihen, Ergebnisse und Modelle aus früheren Forschungsprogrammen (Kulturlandschaftsforschung KLF, Waldschadensforschung, proVision)

- Nutzung der österreichischen Vorreiterrolle bei der integrierten Umweltforschung (z.B. bei der Entwicklung und Testung des LTSEER-Konzepts), vor allem im Hinblick auf inter- und transdisziplinäre Modell- und Theoriebildung
- Integration von beobachtender Langzeit-Forschung und experimentellen Ansätzen.
- Entwicklung eines integrierten Netzwerks nationaler Top-Standorte („super-sites“) als national akkordiertem Beitrag zur hochrangigen Ökosystem- und Biodiversitätsforschungs-Infrastruktur in Europa (z.B. ExpeER, Horizon2020 Infraia Projekte wie eLTER und FORESTING, ESFRI Projekte wie AnaEE und vor allem im Bereich „Umwelt“: LifeWatch, ICOS).
- Plattform für die Entwicklung einer österreichischen ESFRI Roadmap im Bereich Umwelt.
- Dienstleistungen für wissenschaftliche Teams und Forschungsprojekte, die im Projekt-Kontext und durch einzelne Institutionen immer weniger erbracht werden können (z.B. Metadaten- und Datenmanagement).
- Schnelle Identifikation von österreichischen Standorten, die zur Bearbeitung von spezifischen Fragestellungen geeignet sind (über Metadaten zu den Standorten selbst und den dort vorhandenen Daten und Expertisen sowie Bereitstellung von sozioökonomischen und historischen Quellen, Daten bzw. Metadaten)
- Vereinfachung des Auffindens von Datenbeständen (Schritt 1) und direkter Datenzugang (Schritt 2)
- Rahmenbedingungen, die es dem wissenschaftlichen Nachwuchs in der Ökosystemforschung ermöglichen, rasch Zugang zur Forschungsgemeinschaft, zu Projekten, den Forschungsstandorten und deren Datenlandschaft zu finden.
- Struktur für Multi-Site Projekte und nationale und internationale Auswertungen (z.B. Meta-Analysen zu den Auswirkungen des Klimawandels und von Landnutzungsänderungen quer über Habitat-Typen und Umweltgradienten)
- Steigerung der Attraktivität österreichischer Forschungs-Teams durch die Möglichkeit, Langzeit-Datenreihen in Projekte einzubringen
- Standardisierung, Verbesserung der Vergleichbarkeit und Qualitätssicherung von Messungen zu Schlüssel-Parametern (z.B. Temperatur, Biodiversitäts-Indikatoren)
- Koppelung der Langzeit-Forschungsstandorte mit nationalen und internationalen Monitoring-Netzwerken (Integration der in-situ Netzwerke von z.B. EMEP, ICPs der UNECE Working Group on Effects)
- Möglichkeit, das Standort-Netzwerk von LTER als Beitrag in internationalen Projekten geltend zu machen (ESFRI, Projekte mit Transnational Access)

*Sonnblick Observatorium von Heiligenblut (Fleißkehre) aus gesehen: © Ursula Nasswetter*





## DAS FORSCHUNGSCLUSTER MIT SEINER EINBETTUNG UND OPERATIVEN ZENTRALE

Eine **operative Zentrale** dokumentiert und vernetzt die **Forschungs-Standorte** (in-situ Infrastruktur von LTER Sites und LTSE Platforms, s. zentraler Bereich in Abb. 14). Das zentrale Werkzeug für die Dokumentation wird weiterhin die von ILTER und LTER-Europe initiierte WEB-basierte Plattform DEIMS sein ([http://www.lter-europe.net/info\\_manage/deims](http://www.lter-europe.net/info_manage/deims)), in der eine zunehmende Anzahl von Projekt- und Netzwerkstandorten verwaltet werden (ExpeER, ENVRI+, FORESTING, CZOs). Für das gesamte Netzwerk, Cluster von Standorten oder auch einzelne Standorte sind langfristige **Finanzierungs- und Betriebsmodelle** zu sichern (Beiträge der Träger-Institutionen, private Firmen & Förderer, europäische Finanzierungstöpfen). Die Untersuchungsstandorte, die für die Messungen von Daten verantwortlich sind, machen diese dem **Datenmanagement** der operativen Zentrale zugänglich (Daten aus allen drei Themenbereichen, inklusive Berichte und Publikationen), die auch für die **Qualitätssicherung** verantwortlich ist. Diese umfasst die Daten selbst als auch die Standorte und deren Betrieb. Die operative Zentrale betreibt die internationale Vernetzung und das Lobbying für die österreichischen Standorte im Europäischen Forschungsraum (European Research Area, ERA). Dem Scientific Advisory Board (SAB) obliegt die Beratung zur Ausrichtung der Forschung und des dafür nötigen Standard-Messprogrammes. Das SAB wird von der wissenschaftlichen Gemeinschaft (universitär sowie außeruniversitär) beschickt und ist mit den Stakeholdern zu strategischen Interessen und den Rahmenbedingungen der Forschungsförderung im Dialog.

Derzeit werden Teile der Funktion einer operativen Zentrale vom Sekretariat des Vereines LTER-Austria wahrgenommen und es existiert eine jährliche Förderung der Aktivitäten des Vereines und seiner Sektionen für die zwei Forschungsplattformen Eisenwurzten und Tyrolean Alps.

## ÖFFENTLICHE STAKEHOLDER, INSTITUTIONELLER RAHMEN UND NATIONALE FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Aktivitäten und Infrastruktur der österreichischen Ökosystemforschung liegen im Wirkungsbereich mehrerer Ministerien, nachgeordneter Dienststellen, universitärer und außeruniversitärer Einrichtungen als **Stakeholder**. Auf Initiative des BMFWF wurde LTER an der Österreichischen Akademie der Wissenschaften im Zuge der Reorganisation der **ÖAW Internationalen Programme** im IP „Global Change“ verankert (Kontaktpunkt für die operativen Zentrale).

Die erwähnte thematische Vielfältigkeit des Wissenschaftsfeldes „Ökosystemforschung“ und der fehlende integrierende Zugang tragen zur **mangelhaften Wahrnehmung in den Forschungs-Fördermechanismen** bei. Wenn es kein eigenes, geeignetes **Forschungsrahmenprogramm** für das Wissenschaftsfeld gibt, ist eine entsprechende Finanzierung der Forschungskomponenten nur über die **Schaffung entsprechender Kriterien** quer über die Fördermechanismen in Absprache zwischen den Stakeholdern zu erreichen. Dazu kann das Forschungscluster über die operative Zentrale oder den SAB beitragen (rotes Dreieck in Abb. 14)

## POLITIKBERATUNG, BILDUNG UND PRIVATE STAKEHOLDER

LTER produziert Grundlagenwissen zu politisch wichtigen Fragestellungen, wie etwa dem Kohlenstoffhaushalt von Ökosystemen (Kyoto) und der Klimawandelanpassung. Besonders der Themenbereich LTSE (sozio-ökologische Forschung) arbeitet politik- und umsetzungsnah (z.B. öffentliche Wahrnehmung von Schutzgütern wie Biodiversität, Nutzungskonflikte, Zukunftsszenarien für sozio-ökologische Systeme, Unterstützung einer nachhaltigen Entwicklung durch Science-policy Interfaces). In Kooperation mit dem österreichischen Umweltmonitoring kann LTER über den Zugriff auf ein großes Experten-Pool eine aktive Rolle in der **Politikberatung** einnehmen. An den Forschungs-Standorten von LTER wird österreichischen Ökosystemen sicht- und angreifbar der Puls gefühlt („Freiland-Laboratorien“). Angesichts des vorherrschenden Zeitgeistes und der dominierenden wFreizeitgestaltung von Kindern und Jugendlichen gewinnt die Vermittlung vom Grundverständnis zu unseren natürlichen Ressourcen (komplementär zu technischem Wissen) zunehmend an Bedeutung, sowohl in Hinsicht auf mündige BürgerInnen als auch zur **Sicherung wissenschaftlichen Nachwuchses**. Besonderes Augenmerk wird in Zukunft auf **alternative Finanzierungswege** zu lenken sein. Bisher haben sich in Österreich in der Umweltforschung kaum private Mäzene engagiert, was in US-amerikanischen Forschungsprogrammen (z.B. tropische Biodiversitätsforschung in TEAM) durchaus üblich ist. Ebenfalls in den USA engagieren sich große private Firmen im nationalen Hightech Umweltmonitoring-Programm NEON, das komplementär zu LTER Langzeitdaten produziert. Die Anbahnung und Umsetzung solcher Modelle erfordert aber Ressourcen für eine professionelle Anbahnung und Umsetzung.

### 7.3.2 DATENMANAGEMENT (e-INFRASTRUKTUR, „DATENZENTRUM“)

**Das übergeordnete Ziel für das Daten- und Informationsmanagement von LTER-Austria ist die Bereitstellung von Beobachtungs- und Analyseergebnissen durch die Entwicklung und Umsetzung eines dezentral organisierten Daten- und Informationsnetzwerkes. Dieses soll alle relevanten Datentypen und -quellen unter maximaler Nutzung verfügbarer Werkzeuge und Standards (z.B. LifeWatch Referenzmodell) umfassen. Durch die Schaffung von gemeinsamen Richtlinien für die Weitergabe von wissenschaftlichen Ergebnissen und Daten aus dem LTER Netzwerk sind, neben den technischen und semantischen Aspekten, auch die organisatorischen Aspekte einer integrativen Datenverwaltung berücksichtigt.**

Aktuell bilden das Vorhandensein unterschiedlicher Datenstrategien, Organisationsformen oder Datenrechte innerhalb der Trägerorganisationen und der wissenschaftlichen Gemeinschaft nicht zu unterschätzende Hürden bei der Verfügbarmachung und Nutzung von Daten und Ergebnissen über die Standortsgrenzen hinweg. Dies wird durch das Fehlen einer kohärente Daten- und Informationsstrategie verstärkt. Über die vorgeschlagene Organisationsstruktur und Finanzierung bietet sich auch die Möglichkeit, mit einheitlicher Technologie und homogenen Dokumentationskonzepten Wissensmanagement zu betreiben. Dabei könnte das Forschungscluster

**auf Standards und Werkzeuge** aufsetzen, die derzeit im Kontext einer Reihe von Projekten und Prozessen entstehen, da dem gesamten Bereich des Managements von Umweltforschungs- und Monitoringdaten massive Beachtung geschenkt wird (Metadaten Standards wie INSPIRE, ISO19115/19138 oder EML; Core-Ontologien und Thesauri für Umweltbeobachtungen wie SERONTO, Observation and Measurement oder EnvThes und Web-services zur Standorts-Dokumentation wie DEIMS, <http://data.lter-europe.net/deims/>).

Der Zugang zu Information und Daten wird dabei auf zwei unterschiedlichen Ebenen organisiert. Einerseits umfasst es die Ebene der **Information über existierende Forschungsstandorte und deren verfügbare Datenbestände** (Metadaten-Ebene) und andererseits die Ebene der **konkreten Datenbestände** (Daten-Ebene). Metadaten stellen dabei eine wesentliche Informationsquelle dar, um die Eignung von Standorten und die Verfügbarkeit von Daten für unterschiedlichste Forschungsfragestellungen beurteilen zu können. Während Metadaten frei verfügbar sind, werden auf der Datenebene oftmals unterschiedliche Datenzugriffsrechte angewandt. Die Schaffung einer klaren und transparenten Darstellung der Datenzugriffsrechte als auch die Darstellung der Verantwortlichkeiten wird dabei auf lange Sicht zu einer weitgehenden **Öffnung von Forschungs- und Beobachtungsdaten** führen. Auf die Festlegung der Nachvollziehbarkeit von Daten und somit auch der Herkunft im Rahmen von längeren Auswertungsprozessen (Stichwort Daten-Provenance) muss dabei besonderes Augenmerk gelegt werden.

Das „**Datenzentrum**“ des Forschungsclusters wäre somit nicht eine zentralisierte Datenhaltung, sondern würde modernste Technologien nutzen, um

- a) einen Überblick über bestehende Datenbestände zu ermöglichen,
- b) diese langfristig semantisch richtig zu beschreiben (Interoperabilität in der Zeitachse und quer über Disziplinen) und somit
- c) eine dezentrale Datenhaltung und -bereitstellung durch die Standorte/Urheber über einen online Zugriff zu ermöglichen (z.B. über OGC Web Feature Services für räumliche Daten oder OGC Sensor Observation Service für Beobachtungsdaten).

Das Datenzentrum agiert dabei einerseits als Andockstelle für internationale Dokumentations-Systeme (Metadatenbanken wie DEIMS oder die LifeWatch e-Infrastruktur), aber andererseits auch als nationale Drehscheibe zum Abgleich und zur Harmonisierung von Datenzugriffsregelungen. Es ist damit nicht nur Informationsdienstleister, sondern auch Austauschplattform für Datenerheber, -verwalter und -bereitsteller auf der einen Seite und wissenschaftliche Nutzer mit ihren dynamischen Anforderungen. Das Datenmanagement des Forschungsclusters soll dabei **Standard-Abläufe** von wissenschaftlichen Projekten, wie die Recherche geeigneter Daten, die Klärung von Eigentumsrechten, den physischen Datenaustausch sowie die Dokumentation von Ergebnissen bestmöglich unterstützen. Von besonderer Bedeutung für die Effizienzsteigerung ist die **Unterstützung von Standorten in deren Datenmanagement**. Die Erarbeitung von (nationalen oder internationalen) Best-Practice-Beispielen, von Vorschlägen zu Software-Werkzeugen und Standards (in ständiger Prüfung internationaler Entwicklungen) sowie die Schulung der Informationsmanager der Standorte wären zentrale Dienstleistungen. Diese tragen dort zur konvergenten Weiterentwicklung der Datenverwaltung quer über das Netzwerk bei, wo zentralisierte Verwaltung weder sinnvoll noch leistbar ist. Allgemeine Workshops, wie z.B. Informationsmanagement-Workshops zur Darstellung und Diskussion allgemeiner Entwicklungen, als auch thematische Schwerpunkt-Workshops, wie z.B. Hands-On-Workshops zur Anwendung bestimmter Technologien, stellen dabei ein wesentliches Element für den Aufbau von Know-how und Kapazitäten, aber auch im Hinblick auf eine bessere Integration der Funktionen/Rollen in einer komplexen und eng kooperierenden, interdisziplinären Forschungsgemeinschaft dar.

Eine weitere große Herausforderung besteht in der **Dokumentation und Verfügbarmachung von bereits vorliegenden Daten und Ergebnissen** („**legacy data**“). Diese liegen oftmals in unterschiedlichsten Datenformaten und Datenträgern vor. Das Spektrum reicht dabei von analogen (z.B. Feldbücher oder -karten) und halbanalogen Formen über veraltete digitale Datenträger oder Datenformate. Neben den technischen Problemen bei der Aufarbeitung der Datenformate lassen ungenügende Daten- und Ergebnisdokumentationen einen hohen Recherche- und Dokumentationsaufwand erwarten. Auch die Abklärung der rechtlichen Situation der Datenbestände (z.B. Eigentums- und Weitergaberechte) kann sich bei diesen Daten oftmals als sehr aufwändig erweisen. Die Unterlassung der Aufarbeitung, Dokumentation und Digitalisierung dieser Datenbestände würde jedoch nicht nur die



Vernichtung der erheblichen Steuermittel bedeuten, die die Datenerhebung über die letzten Jahrzehnte gekostet hat (legacy), sondern auch wertvolle Langzeitinformation vernichten. Der bisherige Aufwand zur Sicherung von Informationen in diesem Wissenschaftsfeld steht dabei in krassem Gegensatz zu den bereitgestellten und aufgewendeten Ressourcen, die in anderen Wissenschaftsfeldern und Kulturbereichen zum Einsatz kommen (z.B. für die Dokumentation von Veröffentlichungen durch die Nationalbibliothek). Eine Unterstützung und Koordination dieser Aktivitäten, ähnlich der Digitalisierung von Herbarbelegen in GBIF, ist daher ein vordringliches Unterfangen.

## 7.4 ADÄQUATE FINANZIERUNG VON FORSCHUNGSPROJEKTEN

**Die Einbindung von Einzelprojekten in größeren Forschungskontext (zusammenhängende Cluster von Fragestellungen) sowohl national als auch international, die Inwertsetzung von existierenden Daten, die langfristige Verbesserung der Datenbasis für zukünftige Forschung an österreichischen Ökosystemen („Data hot spots“), die nachhaltige Nutzung, Erhaltung und Konkurrenzfähigkeit von österreichischen Infrastrukturen, die vorzugsweise Bearbeitung von für Österreich besonders wichtigen Fragestellungen, Politikrelevanz z.B. inter- und transdisziplinärer Forschung etc. sind bei unbestrittener Wichtigkeit keine zuschlagsentscheidenden Kriterien in der Beurteilung von nationalen Forschungsanträgen z.B. beim FWF. Daraus ergeben sich zwei Optionen für die adäquate Berücksichtigung der Ökosystemforschung in Österreich.**

### OPTION 1:

Über die Einrichtung eines Forschungs-Rahmenprogramms zur Finanzierung der Ökosystem-Forschung in Österreich nach dem Vorbild von Kulturlandschaftsforschung (KLF) und proVISION könnte die derzeitige (stark konzeptive) Pionierstellung Österreichs, die sich durch erfolgreiche Teilnahme an strategischen Initiativen wie ALTER-Net (NoE im 6. EU-Rahmenprogramm) und der LTSER-Entwicklung ergab, in konkreten Forschungsprojekten fortgesetzt werden. Eine erfolgreiche Beteiligung von LTER ForscherInnen an Exzellenzprogrammen (ERC, Start- und Wittgensteinpreise usw.) sowie an der Forschung in Horizon 2020 benötigt die Abdeckung der von diesen Programmen nicht gedeckten Kosten. Angesichts der bestehenden Kapazitäten erscheint ein Finanzierungsvolumen von anfangs 1,5 – 2 Mio. € pro Jahr, nach fünf Jahren etwa 3 Mio. € pro Jahr als Untergrenze für ein erfolgreiches Programm.

**Aus dem Charakter der in den Kapiteln 3 – 5 skizzierten Themenbereiche ergeben sich die Anforderungen an ein derartiges Programm:**

- Auf drei Programmlinien entlang der Themenbereiche Prozessorientierte Ökosystemforschung, Biodiversitäts- und Naturschutzforschung und Sozio-ökologische Langzeitforschung in etwa gleicher finanzieller Größenordnung entfallen etwa 70 - 80 %, der Rest auf bereichsübergreifende Syntheseprojekte und Begleitmaßnahmen (Vernetzungstreffen, Symposien/Konferenzen, Publikationsprojekte usw.)
- Fokussierung auf anerkannte LTSER Plattformen oder Einbeziehung von etablierten LTER Sites als wichtiges Kriterium für die Projektvergabe (Nutzung von Daten, bestehender Expertise und Infrastrukturen)
- Einbindung in europäische und internationale LTER Initiativen sowie Infrastrukturprogramme der EC
- Zu fördern wären mono-, inter- oder transdisziplinäre Grundlagenforschungsprojekte auf Basis ihrer wissenschaftlichen Exzellenz sowie ihrer Anbindung an LTER relevante Fragestellungen. Rein disziplinäre Grundlagenforschung ohne nachgewiesene Einbindung in ein LTER Gesamtkonzept wäre – wie schon bisher – über Fördermechanismen wie den FWF förderbar.
- Für Projekte in den Bereichen Biodiversitäts- und Naturschutzforschung und sozio-ökologische Langzeitforschung ist gründlich zu prüfen, ob inter- bzw. transdisziplinäre Ansätze zur Anwendung kommen sollten. Derartige Projekte haben nachzuweisen, dass sie Antworten auf Problemstellungen aus gesellschaftlichen Praxisfeldern geben und, wo immer problemadäquat, interdisziplinäre Syntheseleistungen erbringen. Wissenschaftliche Exzellenz ist auch in solchen Fällen entscheidend.
- Die Reviewing- und Vergabemodalitäten sind entsprechend der Spezifika von LTER (Inter- und Transdisziplinarität bzw. Einbindung in den LTER Kontext) so zu gestalten, dass auch inter- und transdisziplinäre Qualitätskriterien (wo problemadäquat) entsprechend berücksichtigt werden.
- Methoden- und Theoriereflexion sowie ein Fokus auf Weiterentwicklung des LTER Konzepts (u.a. LTSER) sollten eine wichtige Rolle spielen.

## OPTION 2:

Wenn ein Forschungsrahmenprogramm wie in Option 1 skizziert kurz- bis mittelfristig nicht umsetzbar ist, dann wird die Finanzierung der Forschungskomponente von LTER nur über die **Schaffung entsprechender Kriterien bei bestehenden Forschungsförderungsmechanismen** in Absprache zwischen den Stakeholdern, dem Scientific Advisory Board und den Fördermechanismen zu erreichen sein.

Der Kriterien-Katalog entspräche dem unter Option 1 angeführten. Ein entsprechender Anteil an den Fördermitteln wäre für Projekte zu sichern, die diesen Kriterien entsprechen.

## 7.5 INFRASTRUKTUR-VERBUND: NETZWERK VON STANDORTEN

**Strategische Entscheidungen eines kleinen Landes wie Österreich sollten bestmöglich in den Europäischen Rahmen gebettet sein und gleichzeitig Forschungsinteressen sichern, die aus den nationalen Gegebenheiten erwachsen (Klimawandelanpassung in Bergregionen, nachhaltige kleinstrukturierte Landwirtschaft etc.).**

Die europäischen Rahmenbedingungen wurden im Kapitel 6 skizziert. Die Position von LTER-Europa in der gesamten Projekt-, Prozess- und Infrastruktur-Landschaft finden sich in Kapitel 1.2. In jedem Fall bieten diese strategischen Referenzen einen vorzüglichen Rahmen, um u.a. über die nationale ESFRI Roadmaps eine europäisch akkordierte Sicherung für nationale Ökosystem-Forschungsinfrastruktur zu erreichen. In mehreren Ländern wurden nationale Dialoge zwischen Netzwerken und Infrastruktur-Trägern gestartet, um die Vielfach-Nutzung und Weiterentwicklung der Infrastrukturen voranzutreiben (Finnland, Italien, Frankreich). Plattformen für solche Dialoge sind Teil mehrerer beantragter Horizon2020 Projekte (ENVRI+, eLTER). Die folgenden Vorschläge entsprechen damit Konzepten für strategische Prozesse, für deren Umsetzung mit hoher Wahrscheinlichkeit es demnächst auch EU-Rahmenprojekte geben wird.

Auch in Österreich verteilen sich die Infrastrukturen von LTER auf eine Reihe von Trägern im universitären und außeruniversitären Bereich (s. Standortsübersicht in Tab. 1 in Kapitel 1.5.2). Die Standorte arbeiten unter dem Label LTER, tauschen Erfahrungen aus und kooperieren – meist auf bilateraler Basis – in Forschungsprojekten. Die explizite Integration in ein funktionales Infrastruktur-Pool als Beitrag Österreichs zum europäischen Forschungsraum steht aus. Ohne diese Perspektive eines strategische nationalen und europäischen Kontexts gestaltet sich die Sicherung der Einzel-Standorte durch einzelne Träger-Institutionen zunehmend schwierig, wobei besonders Universitäten wegen der starken Projektorientierung für den langfristigen Betrieb und das Basis-Monitoring schlecht ausgestattet sind.

Aus diesem Grund wurde die Rollenteilung erarbeitet, die sich in der „Strategischen Organisation“ des vorgeschlagenen Forschungsclusters widerspiegelt: den Dienstleistungs- und Strukturkomponenten (Standorts-Betrieb und Basis-Messprogramm) steht die wissenschaftliche Nutzung gegenüber. Diese erfolgt durch die Träger-Institution selbst oder durch andere nationale und internationale Nutzer. Dieses Wechselspiel erfordert ein komplementäres **Finanzierungs- und Betriebsmodell** für das (1) gesamte Standorts-Netzwerk, (2) Cluster von Standorten oder auch (3) einzelne Standorte. Das müsste auch in den Entwicklungsplänen und in den Leistungsvereinbarungen mit den Universitäten berücksichtigt werden, um einen permanenten Betrieb von Standorten zu sichern.

Wir konzentrieren uns im Folgenden vor allem auf das Gesamt-Netzwerk (Kernaufgabe von LTER-Austria), wollen dann aber auch zwei Beispiele von ökosystemtyp-spezifischen Standortclustern geben.

### 7.5.1 DAS ÖSTERREICHISCHE STANDORT-NETZWERK & DER WEG NACH EUROPA

Die Erfahrungen seit der ersten Thematisierung österreichischer Beiträge zu ESFRI Infrastrukturen im Umweltbereich (LifeWatch/ 2008) haben gezeigt, dass Schlüssel-Stakeholder wie das BMWFW nicht bereit sind, isolierte Initiativen zu unterstützen, ohne dass Relevanz und breite Rückendeckung sowohl durch die wissenschaftliche Gemeinschaft als auch die Infrastruktur-Träger geklärt wären.

Meilensteine am Weg zu dieser Klärung waren die Gründung von LTER-Austria, das erste LTER-Austria White Paper (Mirtl et al. 2010) und die Verortung des Wissenschaftsfeldes im IP „Global Change“ der ÖAW. Das Pool der österreichischen LTER Standorte und LTSE Plattformen repräsentiert den Großteil permanent betriebener Ökosystemforschungs-Standorte. Zudem wurde LTER auf europäischer Ebene in der ESFRI Roadmap „Landscape“ im Bereich Umwelt verankert. Anstatt also zu entscheiden, zu welchen spezialisierteren Infrastrukturen Österreich mit einzelnen Standorten beitragen könnte, scheint es bei dieser Ausgangslage sinnvoll, die österreichische Ökosystemforschung entlang einer ESFRI Initiative für LTER weiterzuentwickeln. Ein wesentlicher Baustein dieser konzeptiven und rahmengebenden europäischen Initiative ist das Horizon 2020 Proposal „eLTER“, in dem LTER-Europe mit der Critical Zone research community (s. Kapitel 1.1 und 1.2) kooperiert:

*A collective effort is needed to create the environmental research infrastructure for answering pressing questions in a world of rapid social, economic and environmental change.*

***The overall aim of the eLTER project is to advance the European network of Long-Term Ecosystem Research sites and socio-ecological research platforms to provide highest quality services for multiple use of a distributed research infrastructure.***

***eLTER's major objectives and methods are to:***

- (1) identify user needs for the research infrastructure in relation to major societal challenges through consultations with scientific, policy and business stakeholders and horizon scanning;***
- (2) streamline the design of a cost-efficient pan-European network, able to address multiple ecosystem research issues, in collaboration with related global and European research infrastructures, e.g. LifeWatch;***
- (3) develop the organisational framework for data integration and enable virtual access to the LTER data by enabling data publishing through distributed Data Nodes and by providing access to data on key research challenges through a Data Integration Platform;***
- (4) foster the societal relevance, usability and multiple use of information, data and services through new partnerships with the providers of remotely sensed data, analytical services and scenario testing models, and via the adoption of new measurement technologies.***

*The LTER-Europe network and the European Critical Zone community will collaborate to achieve these goals. 162 sites in 22 countries will provide data on long-term trends in environmental change, some reaching back 100 years. Test cases using these data will address a range of environmental and social issues to push innovation in network level services and steer conceptual developments.*

***The envisaged "LTER Infrastructure" will enable European-scale investigation of major ecosystems and socio-ecological systems, and support knowledge-based decision making at multiple levels.***

Im September 2014 richteten sich die 16 maßgeblichen LTER Infrastrukturträger Österreichs mit einer Petition an den österreichischen Wissenschaftsminister, die ESFRI-Initiative für LTER aktiv zu unterstützen:

- ➔ *„Im Zuge der Diskussion um die ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructures) Roadmap 2030 stehen wichtige Entscheidungen im Bereich der Umwelt-Forschungsinfrastrukturen an. Die Infrastrukturen Österreichs wurden in einem Konsens der maßgeblichen Infrastruktur-Halter strategisch organisiert. Jetzt gilt es, den österreichischen Beitrag zum europäischen Forschungsraum durch Weichenstellungen für hochkarätige Ökosystemforschung im eigenen Land zu sichern ...*

*... Die Unterzeichner dieses Schreibens ersuchen das BMWFW dringend, auf eine Aufnahme von LTER auf die ESFRI Roadmap zu wirken ...*

*... Dieses Ersuchen ist ein wesentlicher Teil konzertierter Bestrebungen, die Standort-Infrastrukturen durch multiple Nutzung möglichst kosteneffizient zu betreiben ...“*



Kulturlandschaft © Richard Schambruck

*Universität für Bodenkultur Wien, Alpen-Adria-Universität Klagenfurt – Institut für Soziale Ökologie, Karl-Franzens-Universität Graz, Universität Innsbruck, Österreichische Akademie der Wissenschaften – Nationalkomitee Global Change, Österreichische Akademie der Wissenschaften – Institut für Interdisziplinäre Gebirgsforschung, Umweltbundesamt GmbH, Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Nationalpark Gesäuse, Nationalpark Oberösterreichische Kalkalpen, Biologische Station Neusiedler See, WasserCluster Lunz, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Universität Wien – Institut für Geographie/Geoökologie.*

#### **Parallel können folgende Prüfungen vorgenommen werden:**

- Welche e-Infrastrukturen sind für das österreichische Netzwerk so relevant und hilfreich, dass eine österreichische Beteiligung vorteilhaft wäre (z.B. LifeWatch, EUDAT)
- Welche Standorte könnten zu spezialisierteren Infrastrukturen beitragen (z.B. ICOS in der Umwelt-Domäne von ESFRI, AnaEE im experimentellen Bereich oder DANUBIUS). Diese Aufgabe wird durch die umfassende Dokumentation von Standorten in DEIMS (inkl. „LTER-Europe Site Classification“) maßgeblich unterstützt.

Die operative Zentrale des LTER Forschungsclusters könnte die Koordinierung dieses Prozesses fortsetzen (derzeit durch LTER-Austria Sekretariat).

## **7.5.2 ERFAHRUNGEN MIT THEMATISCHEN BZW. ÖKOSYSTEMTYP-SPEZIFISCHEN CLUSTER-INITIATIVEN**

Seit der ersten Auflage haben sich zwei Cluster von LTER Standorten gebildet. Sie unternehmen Anstrengungen, die nationale LTER Strategie in ihrem engeren Themenbereich und für eine geringere Anzahl von Standorten umzusetzen und stellen damit exzellente Testfälle für das größere Pool dar.

### **7.5.2.1 Hochinstrumentierte Waldforschungsstandorte (BIOS-Projekt „LTER For-Austria“)**

Es ist für die österreichische Waldforschung von hohem Interesse, den Mehrwert aus der gemeinsamen Nutzung von Standorten zu ziehen. Wie in anderen Ländern betrieben die maßgeblichen Infrastruktur-Träger des Bereiches (BOKU, BFW, UBA) bisher ihre Standorte alleine und primär zur eigenen Nutzung. Mit zunehmend komplexeren Fragestellungen im Kontext von Klimawandel, Stoff- und Energiehaushalt und der Wirkung von Extremereignissen stieg der apparative Aufwand. Das zentrale Problem aus österreichischer Sicht, ist, dass größere Neuinvestitionen in der derzeitigen wirtschaftlichen Lage schwierig sind, was ein separates Hochrüsten auf die nötigen Niveaus und einen Betrieb zu vieler Standorte (aufwändiges Basismonitoring) verunmöglicht. Nur über einen nationalen Konsens zu den prioritären Standorten, deren gemeinsamer Nutzung und Betrieb, können Standorte gesichert und international eingbracht werden. Der Trägerverbund fügt sich somit nahtlos in relevante Prozesse zur Infrastrukturentwicklung, um Akzeptanz und nachhaltiges Bestehen zu gewährleisten (LTER-Austria White Paper, BIOS Science Austria, Prozesse zur ESFRI Roadmap). Im Trägerverbund bringen die drei Partner je einen Standort (Zöbelboden, Rosalia und Klausen-Leopoldsdorf) zur vielfachen Nutzung ein, um einzelnen Forschungsprojekten den nötigen Rahmen und Basis-Dienstleistungen bereitzustellen. Die Standorte decken wichtige naturräumliche Gradienten Österreichs ab. Im Rahmen des Projektes wurde von den wissenschaftlichen Teams der Standorte und potenziellen Nutzern ein Portfolio an Forschungsthemen erarbeitet, das auf dem einzigartigen Potenzial dieser Standorte aufbaut (Benchmark Systeme im Landschaftskontext zur Erforschung des Stoffhaushaltes als Basis für Upscalings, Modellvalidierungen etc.). Die Forschungsthemen sind aus österreichischer Sicht prioritär und am internationalen Forschungsmarkt erfolversprechend, profitieren von der Bearbeitung an mehreren Standorten und ziehen maximalen Nutzen aus bestehenden Daten und Infrastrukturen. Auf der Basis dieses Themenportfolios wurden Optionen für einen gemeinsamen Betrieb entwickelt (erforderliche Infrastruktur, Sicherung eines kostengünstigen Basismonitorings, Informationsmanagement, institutionelle Arbeitsteilung) und Varianten für die Institutionalisierung eines Infrastruktur-Clusters erarbeitet (Strategie zur mittelfristige Sicherung der Standorte im nationalen/ Europäischen Kontext).

### 7.5.2.2 Aquatische Standorte

Das ALEON-Projekt (Austrian Lake Ecological Observatory Network) sollte in ähnlicher Weise die bestehenden österreichischen Süßwasser-LTER Standorte vernetzen, bemüht sich aber noch um Förderung. Ziel ist es, die Infrastruktur bereitzustellen, um ökosystemare Langzeittrends mit hoher zeitlicher Auflösung zu erfassen und Kurzzeit-Effekte meteorologischer Extremereignisse in fünf Seen vergleichend zu untersuchen. ALEON soll in die bestehenden internationalen Netzwerke GLEON (Global Lake Ecological Observatory Network) und NETLAKE (Networking Lake Observatories in Europe, EU ESSEM COST Action) eingebunden werden. Die untersuchten Seen reichen von dem flachen, nährstoffreicheren Flachlandsee Neusiedlersee im Osten Österreichs bis hin zu dem hochalpinen, nährstoffarmen Gossenköllesee im Westen. Das ALEON-Projekt überprüft die Hypothese, dass der **relative** Einfluss meteorologischer Extremereignisse (d.h. Starkwind, Starkregen und ausgeprägte Temperaturschwankungen) auf die Phytoplankton-Gemeinschaft Seentyp-spezifisch ist. Da der Nährstoff-Eintrag in einen See u.a. von der Landnutzung und der landwirtschaftlichen Management-Praxis im Einzugsgebiet abhängt, setzt ALEON fortgeschrittene GIS (Geografische Informations-Systeme)-Technologien zusammen mit Fernerkundung ein, um die Wege des Phosphor-Transports im Einzugsgebiet abzuschätzen und Empfehlungen für effektive Maßnahmen zur Vermeidung des Nährstoff-Abflusses geben zu können. Das ALEON-Projekt stellt einen wesentlichen Schritt dar, die beiden bestehenden terrestrischen und aquatischen LTER sites in Mondsee mit dem Einzugsgebiet zu verbinden und die Entwicklung zu einer LTSE-Plattform vorzubereiten.

## 7.6 KRITISCHE FRAGEN UND MÖGLICHE UMSETZUNGSSCHRITTE

### FOLGENDE KRITISCHE FRAGEN WERDEN IN UMSETZUNG DER VORSCHLÄGE ZU KLÄREN SEIN:

- Wie können die LTER Standorte der Universitäten konsistent in den Entwicklungsplänen und Leistungsvereinbarungen verankert werden (die LTER Standorte spielen angesichts der stark variierenden Größe, thematischen Breite und Ausrichtung einzelner Universitäten sehr unterschiedliche Rollen)?
- Wie können universitäre und außeruniversitäre Standorte nach einem Konzept schlüssig in einem nationalen Pool zusammengefasst werden?
- Wie wären die vorangegangenen und laufenden Investitionen sowie die Betriebskosten der Standorte zu erfassen und vergleichend darzustellen?
- Welche Arten von Dienstleistungen sollten zentrale Teile einer europäischen Ökosystemforschungs-Infrastruktur leisten?
- In welchem Verhältnis sollten aus österreichischer Sicht nationale Investitionen und Beiträgen, die in Österreich selbst (an den Standorten) verwendet werden, zu Beiträgen zum zentralen Teil einer europäischen Infrastruktur stehen?
- Welche Investitionen werden quer über die österr. Standorte nötig sein, um ein basales Standard-Messprogramm umzusetzen?
- Wo richtet das Forschungscluster LTER-Austria die operative Zentrale ein?

### MÖGLICHE UMSETZUNGSSCHRITTE WÄREN:

- Bildung eines nationalen LTER Stakeholder Boards (Umwelt- und Ökosystemforschungsinfrastrukturen):
  - zuständige Ministerien BMWFV und BMLFUW
  - ÖAW/ IP Global Change
  - FWF, FFG
- Aufnahme von Expertengesprächen mit dem Vorstand von LTER-Austria und den Infrastruktur-Haltern (Unterzeichnern der ESFRI/LTER Petition)
- Prüfung des Standorts-Netzwerkes und Entwicklung von Betriebsmodellen (verteilte Trägerschaften und Nutzung)
- Erarbeitung eines Finanzierungsmodell für LTER Projekte (Kriterien bestehender Mechanismen vs. Rahmenprogramm) und Umsetzung
- Berücksichtigung der hier definierten LTER Anforderungen in den Empfehlungen für die zukünftige Entwicklung des österreichischen FTI-Systems seitens des Rates für Forschung und Technologieentwicklung (post Strategie 2020)

# 8 ANHANG

## 8.1 KURZBESCHREIBUNG ÖSTERREICHISCHER LTER SITES UND LTSER PLATFORMS

The text of this annex will be regularly updated. Therefore it is an inlay in the very back of this document.

**This chapter provides an overview of Austrian LTER Sites and LTSER Platforms. The chapter structure reflects the achieved organization of the national ecosystem research infrastructure pool represented by LTER:**

- LTSER Platform Eisenwurzen
  - Sites of the platform in alphabetical order
- LTSER Platform Tyrolean Alps
  - Sites of the platform in alphabetical order
- Other LTER Sites in alphabetical order

## 8.2 WECHSELWIRKUNGEN MIT „LONG-TERM ECOSYSTEM MONITORING (LTEM)“ (EUROPA)

**A key factor in the initiation of LTER in Europe concerned strategic demands made by bodies responsible for environmental monitoring such as the European Environment Agency (EEA), currently challenged by multiple crises (energy, climate, food, financial) and requiring knowledge-based support for decision making. Many of the added values of LTER-Europe relate to requirements linked to the challenges of environmental monitoring, reporting, integrated assessment and valorization of ecosystem services, e.g.:**

- indicator validation and development across scales, environmental and socioecological gradients
- optimization of monitoring schemes (scale-explicit, nested designs) across compartments and sectors
- policy support through assessing effects of measures (e.g. conservation measures on the (sub-)regional level within and outside protected areas)

Clearly, these values will only become effective in the mid and long term once **research projects (A)** have been carried out embedded within the restructured European Research Area and capitalizing on central services. As the results of these projects themselves will contribute to the hot spot nature of LTER facilities in terms of information density, data availability and understanding of complex phenomena (expertise), this is a self-reinforcing process which will significantly raise the cost-benefit ratio of any type of information gathered. The benefits of the reorganization will also depend on the question of to what extent focused ecosystem- and socioecological research in LTER-Europe can be **linked with European environmental monitoring programs (B)**. This implies (C) the functional (parameter sets, data) and spatial (design) and temporal (real-time) integration of in situ networks and the coordinated provision of central services. These services need to comply with internationally accepted standards to ensure seamlessly available semantic and technical harmonisation data across environmental or administrative boundaries. This includes enabling concerted public access points for data and metadata across legal and funding frameworks.

Once LTER sites and LTSER platforms in particular have been integrated within monitoring schemes, they can **provide the ecosystem- and socioecological context** of individual monitoring and sampling points (e.g. EMEP). Capitalizing on these context data gathered at different scales in nested designs as promoted by LTER, multivariate statistics, geostatistical methods and stratifications will help in quantifying the power and representativity of point data as well as their proper usability in models, e.g. for the testing of scenarios.

**Organizing** standard observations and measurements within LTER exemplarily revealed the **mutual interdependency and complementarity of long-term ecosystem research and monitoring**: A few groups of parameters are considered important, available and feasible at the same time, and as such they could be recommended immediately (partially down to the parameter level). However, the discussion about standard parameters also resulted in a recommendation concerning the selection of further LTER sites, in the sense that they are to be located in



*Nebel am Zöbelboden und im Weissenbachtal: © Michael Mirtl*

close proximity to or even overlapping with sites of existing longterm ecosystem/environmental monitoring (LTEM) schemes. This relates to the question of **how environmental monitoring and research are organized** in Europe: Whereas the responsibility for research rests with universities and other academic institutions, mostly governmental bodies are in charge of monitoring. Yet funding mechanisms, mandates, internal organization and self-perception of staff roles favor either i) the production of high quality longterm monitoring data, applied research and the maintenance of infrastructure or ii) scientific projects and teaching. Whereas monitoring is defined as the continuous observation, control and measuring of the state and structure of a system (Meyers Online Encyclopedia; Wikipedia), research is the planned and targeted search for new findings in a specific realm (Neuer Brockhaus 2003). But applying a longer timescale, the designs and targets of monitoring are hypothesisdriven as well. The recent reorganization of LTER in the United States (NEON, see references/ internet links) gives evidence that there is **no LTER without LTEM** and vice versa. Environmental research needs to trigger and optimize monitoring designs and methods and mutually monitoring data must form an integral part of the research. LTER Europe's design could provide a step towards integration and the synergistic use of potentials and division of tasks.

Very importantly, LTER plus LTEM also represent an enormous potential for **serendipitous science**. Serendipity is the effect by which one accidentally discovers something fortunate, especially while looking for something else entirely different (<http://en.wikipedia.org/wiki/Serendipity>). Firstly, sagacity is required to be able to link together apparently innocuous facts to come to a useful conclusion. But – equally importantly – one needs access to the facts in order to apply sagacity. Translated into environmental science and LTER, processes, cause effect relationships and mechanisms eventually driving our socioecological systems and significantly affecting ecosystem services can only be identified on the basis of well documented longterm data and information.

Creating such databases for a representative network of locations and securing the sustainable use of legacy information gathered at considerable cost belongs to the core of LTER-Europe's mission. Thus, while some scientists and inventors are reluctant to report accidental discoveries, others openly admit its role; in fact serendipity is a major component of scientific discoveries and inventions. According to Stoskopf (2005) it should be recognized that serendipitous discoveries are of significant value in the advancement of science and often present the foundation for important intellectual leaps of understanding. Bearing in mind the importance of LTER's precautionary principle, the 20 year review of US-LTER underpinned the importance of serendipitous science exploiting unexpected events as opposed to synthesis science looking forward and being hypothesis and theory-driven.

## 8.3 GLOSSAR

ALTER-Net - FP6 Network of Excellence, which facilitated the development of LTER-Europe. Now a self-financing network of 27 institutions in the field of biodiversity & ecosystems research

AnaEE - ESFRI preparatory project on a RI for ecosystem experimentation

Belmont Forum - High level group of the world's major and emerging funders of global environmental change research and international science councils

BiodivERSA - Network of national funding organisations promoting pan-European research for the conservation and sustainable management of biodiversity (ERA-NET)

BioFresh - The Global Freshwater Biodiversity Information Platform

BISE - Biodiversity Information System for Europe (single entry point for data on biodiversity)

CLRTAP - Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution in the UNECE

Copernicus - Global Monitoring for Environment and Security programme (remote sensing)

CRITEX - National network for the spatial and temporal study of the French Critical Watershed Zone

CSW - Catalogue Service Web (OGC Standard); service based publishing of metadata

CZ, CZO - Critical Zone concept; CZ research sites are Critical Zone Observatories

DataONE - Data Observation Network for Earth (US)

DEIMS - Drupal Ecological Information Management System operated by ILTER and LTER-Europe and providing a web client interface for documenting metadata and data from research sites

DMP - Data Management Plan

DOI - Digital Object Identifier (ISO 26324)

EcoPAR - Interactive web tool "Parameters and Methods for Ecosystem Research & Monitoring"

ECSCA - European Citizen Science Association

EEA - European Environment Agency

EEF - European Ecological Federation

EF - INSPIRE data theme Environmental Monitoring Facility

EFI - European Forest Institute

EGI - European Grid Infrastructure

eLTER Site - Site within the LTER infrastructure pool, which contributes to eLTER

eLTER DIP - eLTER Data Integration Platform, providing interoperable data from different data nodes

eLTER DN - eLTER Data Node, the IT infrastructure providing service-based access to metadata and data

eLTER-S2 - eLTER Software Suite, the set of tools and services needed to set up an eLTER Data Node

EMBRC - European Marine Biological Resource Centre

EMEP - European Monitoring and Evaluation Programme (belongs to CLRTAP)

EML - Ecological Metadata Language, a standard metadata schemata for observation data

EnvEurope - European Life+ Project "Environmental quality and pressures assessment across Europe: the LTER network as an integrated and shared system for ecosystem monitoring"

ENVRI, ENVRI+ - FP7 project "Common Operations of Environmental Research infrastructures", a collaboration in the ESFRI Environment Cluster. ENVRI+ might be a successor under H2020

EnvThes - Environmental Thesaurus. A multilingual thesaurus developed in the framework of the projects Life + EnvEurope and ExpeER

EPBRS - European Platform for Biodiversity Research Strategy

ERA - European Research Area

ERIS - Environmental Research Infrastructures Strategy (a product of ENVRI)

ESFRI, ESFRI ENV - European Strategy Forum on Research Infrastructures. ESFRI ENV concerns environmental research

EU NEC directive - Proposal for a directive on National Emission Ceilings

EUBON - European Biodiversity Observation Network (FP7)

EUDAT - European Collaborative Data Infrastructure (FP7)

ExpeER - A major European Infrastructure project (2010-2014) in ecosystem research

FOAF - Friend of a Friend (FOAF) metadata schemata

GEO BON - Group on Earth Observations Biodiversity Observation Network (part of GEOSS)



GIS - Geographic Information Systems  
 GLEON - Global Lake Ecological Observatory Network  
 GLORIA - Global observation network for climate change impact in high alpine areas  
 ICOS - Integrated Carbon Observation System. An ESFRI research infrastructure  
 ICP - International Co-operative Programs of the UNECE/CLRTAP. Specific monitoring programs are ICP Forests; ICP Integrated Monitoring of Ecosystems, ICP Vegetation  
 ILTER - International Long Term Ecosystem Research network  
 INCREASE - Integrated Network on Climate Research (FP7I3, experimentation)  
 INNGE - International Network of Next Generation Ecologists  
 INSPIRE - EU Directive, and aims to create an EU spatial data infrastructure  
 INTERACT - International Network for Terrestrial Research and Monitoring in the Arctic (FP7 RI)  
 IPBES - International Panel on Biodiversity and Ecosystem Services  
 IPCC - International Panel on Climate Change  
 IPR - Intellectual Property Rights  
 IS-ENES - RI of the European Network for Earth System Modeling  
 Jerico - Joint European Research Infrastructure Network For Coastal Observatories (FP 7)  
 JRA - Joint Research Activities  
 JRC - Joint Research Centre, the European Commission's in-house science service  
 LifeWatch - European e-Science infrastructure for biodiversity and ecosystem research  
 LTER Infrastructure - The integrated ecosystem research infrastructure to be established by eLTER  
 LTER infrastructure pool - The pool of long-term ecosystem research infrastructures on which eLTER builds (LTER-Europe network plus Critical Zone Observatory sites)  
 LTER Site - Natural scientific research sites of LTER-Europe  
 LTSER Platform - Regional infrastructure for socio-ecological research (of the LTER-Europe)  
 LTER-Europe - European Long-Term Ecosystem Research Network, consisting of 21 formal national LTER networks and representing Europe as ILTER regional group  
 MD - Metadata  
 M&T - Mobility and Training  
 NA - Networking Activity  
 NEON - National Ecological Observatory Network, USA  
 OGC - Open Geospatial Consortium. 481 companies collaborating on interface standards  
 RCM - Regional Climate Model  
 RDA - Research Data Alliance  
 RI - Research Infrastructure  
 SensorML - Sensor Model Language (OGC Standard)  
 SoilTrEC - Soil Transformations in European Catchments (FP7 project)  
 SOP - Standard Operating Procedure  
 SOS - Sensor Observation Service (OGC Standard)  
 SWE - Sensor Web Enablement (OGC Standard)  
 TA - Transnational Access (in-person)  
 TERENO – Integrated “Terrestrial Environmental Observatories”, Germany  
 TERN - Terrestrial Ecosystem Research Network, Australia  
 TSAP - Thematic Strategy on Air Pollution  
 UNECE - United Nations Economic Commission for Europe  
 VA - Virtual Access  
 VRI - Virtual Research Infrastructure  
 WP, WPs - Work Package, Work Packages  
 WFS - Web Feature Service (OGC Standard)  
 WMS - Web Map Service (OGC Standard)  
 W3C - World Wide Web Consortium; standardization organization

## 8.4 MEMORANDUM OF COOPERATION ZWISCHEN LIFEWATCH UND LTER-EUROPE



### MEMORANDUM OF COOPERATION

Between LTER-Europe and LifeWatch

#### 1. Introduction

This Memorandum of Cooperation (MoC) provides the basis for the Long-term Ecosystem Research network Europe (LTER-Europe) and LifeWatch (hereinafter 'the Parties') to collaborate together to develop and share infrastructure and information, in order to further their respective mandates.

As both Parties comprise membership from countries and organizations, and mandates from these memberships to develop relevant operational partnerships, it is envisaged that the conditions of this MoC will apply to the coordinating facilities of both Parties as well as their joint and respective memberships. As such, reference to the Parties (i.e. 'LTER-Europe' and 'LifeWatch') incorporates the full organisational memberships respectively.

#### 2. The Parties

**The Long-term Ecosystem Research Network** is a network of about 250 Long-term Ecosystem Research Sites and about 30 Long-term Socio-ecological Research Platforms. The mission of LTER-Europe is to investigate across Europe's environmental gradients the drivers of major ecosystem types and socio-ecological systems and how changes affect ecosystem services. The distributed infrastructure is currently organized in 21 formal national LTER networks and contributing to the global umbrella network (International Long-term Ecological Research Network, ILTER). The conceptual pillars of LTER-Europe are "in-situ", long-term, process orientation and system approaches at different scales from plots to entire catchments studies. Data legacies and all issues related to the management and analysis of distributed data sources form an integral part of the infrastructure.

**LifeWatch** is becoming a consortium of European States and supporting scientific networks operating a research infrastructure for biodiversity and ecosystem research. The mission of LifeWatch is to construct and operate a distributed information management and analytical infrastructure for biodiversity and ecosystem science based upon Europe-wide strategies implemented at the local level: individuals, research groups, institutions, countries. Its objective is to accelerate scientific progress and societal use of such science by operating facilities for the integration, analysis and modelling of data, allowing users to build virtual collaborative environments for their specific modelling and analysis purposes. The LifeWatch Architecture, as described by the LifeWatch Reference Model (LifeWatch-RM) is the technical basis of European strategies for local implementation.

### **3. Objective of this Memorandum of Cooperation (MoC)**

The services of LifeWatch to users are depending on a number of data generating facilities, including LTER-Europe. In turn, LTER-Europe organisations are potential users of the LifeWatch research infrastructure. Both benefit from cooperative developments, including data sharing and transfer, data standards and protocols, semantic capabilities, and supporting software.

The objective of this MoC is to formalise a framework for co-operative and collaborative work between LTER-Europe and LifeWatch initiatives while recognising their respective independent yet complementary missions as summarized under article 2 above.

Cooperative activities include:

- a. promotion of a common, free and open access data and software policy;
- b. fostering interoperability of facilities by cooperation towards a service oriented architecture for which the LifeWatch Reference Model may serve a guidance;
- c. fostering the use of common standards and protocols;
- d. development of joint demand-driven data discovery and mobilisation plans involving LTER-Europe partners and LifeWatch National Centres;
- e. ensuring the interoperability of the LTER-Europe architecture and the LifeWatch architecture.
- f. identifying and implementing collaborative projects of value to both organizations;
- g. establishing a mechanism to secure the continued maintenance and improvement of cooperation to meet common goals;
- h. developing joint thematic or training workshops and other meetings where appropriate, both at the European and national levels;
- i. promoting the participation of European countries in both Parties by encouraging a close interaction of national LTER network offices and LifeWatch national Centres;
- j. ensuring frequent two-way communication between the Parties on activities and joint publicity to audiences in support of these cooperative activities.

Specific agreed activities may be drafted as Addenda to this MoC with details, including personnel, funds and objectives captured on a case-by-case basis.

### **4. Conditions of Use**

Both Parties agree that they will clearly label the source of all content and require users to indicate those sources in any subsequent re-use. Each Party agrees to fully acknowledge the other (verbally and by including logos) when citing or promoting jointly developed products.

### **5. Amendments and Modifications**

Either Party may recommend amendments to this Memorandum of Cooperation by notifying the other Party in writing and, with the subsequent agreement of the other Party, then implementing those amendments.

Notwithstanding the foregoing, both Parties undertake to jointly review and revise (as necessary) this Memorandum of Cooperation two years after it comes into force.

6. Non-exclusive Agreement

This Memorandum of Cooperation is non-exclusive, and in no way restricts either LTER-Europe or LifeWatch from participating in similar activities or arrangements with other public or private initiatives, organizations, or individuals.

For LTER-Europe:



Date: 4.8.2014

Michael Mirtl  
(Chair of LTER-Europe)

For LifeWatch:



Date: 8-8-2014

Benjamin Sanchez Gimeno  
(Chair of the LifeWatch Board of Directors)

# 9 LITERATUR

- Adams W. M., D. Brockington, J. Dyson, and B. Vira, (2003): Managing Tragedies: Understanding Conflict over Common Pool Resources. *Science*, 302: 1915–1916.
- Arthofer, W.; Rauch, H.; Thaler-Knoflach, B.; Moder, K.; Muster, C.; Schlick-Steiner, B.C.; Steiner, F.M. (2013): How diverse is *Mitopus morio*? Integrative taxonomy detects cryptic species in a small-scale sample of a widespread harvestman. *Molecular Ecology* 22/14, S. 3850–3863.
- Balian, E.V.; Berhault, A.; Rode, J.; Schindler, S. & Sharman, M. (2011): Report of the Positive Visions for Biodiversity Summit: the 2010 European Platform for Biodiversity Research Strategy (EPBRS) meeting under the Belgian Presidency of the European Union. EPBRS, Brussels. 14.05.2011. Available from: <http://www.positivevisionsforbiodiversity.org/pg/file/read/2952/report-of-the-positive-visions-for-biodiversity-summit>
- BDFÄ (2008): Plattform Biodiversität Forschung Austria (BDFÄ): Tätigkeitsbericht Mai 2008 für das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung (BWF). Universität Wien, Austria, 74 pp.
- Becker E. and T. Jahn, (2006): Soziale Ökologie. Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen, Campus, Frankfurt. Blaikie P., T. Cannon, I. Davis, and B. Wiesner, (1994): At risk - Natural hazards, people's vulnerability, and disasters, Routledge, London.
- Benken, T. and R. Raab (2008): Odonata of the 'Seewinkel' at Lake Neusiedl, Austria: Frequency, population trends, and how endangered they are. *Libellula* 27(3-4): 191–220.
- Bohle H. G. and T. Glade, (2007): Vulnerabilitätskonzepte in Sozial- und Naturwissenschaften. In: C Felgentreff and T Glade (Editors), *Naturrisiken und Sozialkatastrophen*. Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 99–200.
- Boyd, J., Banzhaf, S. (2007): What Are Ecosystem Services? The Need for Standardized Environmental Accounting Units. *Ecological Economics* 63 (2–3): 616–626.
- Cichini, K., Schwienbacher, E., Marcante, S., Seeber, G., Erschbamer, B. (2011): Colonization of experimentally created gaps along an alpine successional gradient. *Plant Ecology*, 212: 1613–1627.
- Collins, S.L., Carpenter SR, Swinton SM, Orenstein DE, Childers DL, Gragson TL, Grimm NB, Grove JM, Harlan SL, Kaye JP, Knapp AK, Kofinas GP, Magnuson JJ, McDowell WH, Melack JM, Ogden LA, Robertson GP, Smith MD, Whitmer AC (2011): An integrated conceptual framework for long-term social-ecological research. *Front Ecol Envir*. Vol. 9, 351–357.
- COM (2011) Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020, Brussels. COM 244, 2011. [http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/pdf/2020/1\\_EN\\_ACT\\_part1\\_v7%5B1%5D.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/pdf/2020/1_EN_ACT_part1_v7%5B1%5D.pdf)
- Costanza, R.; d'Arge, R.; de Groot, R.S.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Naeem, S.; O'Neill, R.; Paruelo, J.; Raskins, R.; Sutton, B. & van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital, *Nature*, Vol.387, No.6630, (May 1997), pp. 253–260, ISSN 0028-0836
- Daily, G. (1997): *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington DC.
- De Groot, R.S.; Wilson, M.A. & Boumans, R.M.J. (2002): A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, Vol.41, No.3, (June 2002), pp. 393–408, ISSN 0921-8009
- Dietz T., E. Ostrom, and P. C. Stern, (2003): The Struggle to Govern the Commons. *Science*, 302: 1907–1912.
- Dirnböck, T.; Bezák, P.; Dullinger, S.; Haberl, H.; Lotze-Campen, H.; Mirtl, M.; Peterseil, J.; Redpath, S.; Singh, S.; Travis, J. & Wijdeven, S.M.J. (2013). Critical scales for integrated biodiversity research, In: Long term socio-ecological research: Studies in society-nature interactions across spatial and temporal scales. S.J. Singh, H. Haberl, M. Chertow, M. Mirtl & M. Schmid (Eds.) Springer, pp. 123–138, ISBN 978-94-007-1176-1
- Dirnböck, T.; Essl, F. & Rabitsch, W. (2011). Disproportional extinction risk of high-altitude endemic species under climate change. *Global Change Biology*, Vol.17, No.2 (February 2011), pp. 990-996, ISSN 1365-2486
- Dirnböck, T.; Grandin, Ulf; Bernhardt-Römermann, M.; Beudert, B.; Canullo, R.; Forsius, M.; Grabner, M-T; Holmberg, M.; Kleemola, S.; Lundin, L.; Mirtl, M.; Neumann, M.; Pompei, E.; Salemaa, M.; Starlinger, F.; Staszewski, T.; Uziębło, AK (2014). Forest floor vegetation response to nitrogen deposition in Europe. *Global Change Biology* 20: 429–440.
- Diwold K; Dullinger S; Dirnböck, T (2010). Effect of nitrogen availability on forest understorey cover and its consequences for tree regeneration in the Austrian limestone Alps. *Plant Ecology* 209: 11–22.
- Dressel Gert, Wilhelm Berger, Katharina Heimerl, Verena Winiwarter (Hg.), (2014): *Interdisziplinär und transdisziplinär forschen. Praktiken und Methoden*. Bielefeld: transcript Verlag ISBN: 978-3-8376-2484-7.
- Dullinger S.; Essl F.; Rabitsch W.; Erb, K.-H.; Gingrich, S.; Haberl, H.; Hülber, K.; Jarošík, V.; Krausmann, F.; Kühn, I.; Pergl, J.; Pyšek, P.; Hulme, P.E. (2013) Europe's other debt crisis caused by the long legacy of future extinctions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 110, pp. 7342-7347, ISSN 00278424
- EEA (2007). European Environment Agency Report No. 11. Halting the loss of biodiversity by 2010: proposal for a first set of indicators to monitor progress in Europe. Copenhagen, Denmark, 14.05.2011. Available from [http://www.eea.europa.eu/publications/technical\\_report\\_2007\\_11](http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2007_11)
- EEA 2007 – EEA, (2007): Europe's Environment. The Fourth Assessment. European Environment Agency, Copenhagen.
- Ehlers E., (2008): *Das Anthropozän*, Wissenschaftliche Buchgemeinschaft, Darmstadt.
- Ehrlich, P.R. & Pringle, R.M. (2008). Where does biodiversity go from here? A grim business-as-usual forecast and a hopeful portfolio of partial solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, Vol.105, Supplement 1 (August 2008), pp. 11579–11586, ISSN 1091-6490
- Elith, J.; Graham, C.H.; Anderson, R.P.; Dudík, M.; Ferrier, S.; Guisan, A.; Hijmans, R.J.; Huettmann, F.; Leathwick, J.R.; Lehmann, A.; Li, J.; Lohmann, L.G.; Loiselle, B.A.; Manion, G.; Moritz, C.; Nakamura, M.; Nakazawa, Y.; Overton, J.M.C.; Peterson, A.T.; Phillips, S.J.; Richardson, K.S.; Scachetti-Pereira, R.; Schapire, R.E.; Soberón, J.; Williams, S.; Wisz, M.S. & Zimmermann, N.E. (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, Vol.29, No.2 (April, 2006), pp. 129-151, ISSN 1600-0587
- Engler, R.; Randin, C.; Thuiller, W.; Dullinger, S.; Zimmermann, N.E.; Araújo, M.B.; Pearnan, P.B.; Le Lay, G.; Piédallu, C.; Albert, C.H.; Choler, P.; Coldea, G.; de Lamo, X.; Dirnböck, T.; Gégout, J.-C.; Gómez-García, D.; Grytnes, J.-A.; Heegaard, E.; Hoistad, F.; Nogués-Bravo, D.; Normand, S.; Puşcas, M.; Sebastiá, M.-T.; Stanisci, A.; Theurillat, J.-P.; Trivedi, M.; Vittoz, P. & Guisan, A. (2011). 21st century climate change threatens mountain flora unequally across Europe. *Global Change Biology*, Vol.17, No.7 (July, 2011), pp. 2330-2341, ISSN 1365-2486
- EPBRS (2006): EPBRS Recommendations on Europe's Mountain Biodiversity: Research, Monitoring, Management. Recommendations of the meeting of the European Platform for Biodiversity Research Strategy held under Austrian Presidency of the EU. EPBRS, Vienna, Austria. <http://www.epbbs.org/PDF/AT-2006-MountainBiodiversity-Final.pdf>
- EPBRS (2007a): Biodiversity in the wider countryside. Recommendations of the meeting of the European Platform for Biodiversity Research Strategy held under German Presidency of the EU. EPBRS, Leipzig, Germany. <http://www.epbbs.org/PDF/EPBRS-DE2007-Wider%20countryside%20final.pdf>
- EPBRS (2007b): Biodiversity and ecosystem services: the Millennium Ecosystem Assessment framework in a European perspective. Recommendations of the meeting of the European Platform for Biodiversity Research Strategy held under German Presidency of the EU. EPBRS, Leipzig, Germany. <http://www.epbbs.org/PDF/EPBRS-DE2007-Mill%20Ecosystem%20final.pdf>
- EPBRS (2008): Water for Life: Research priorities for sustaining freshwater biodiversity. Recommendations of the meeting of the European Platform for Biodiversity Research Strategy held under Slovenian Presidency of the EU. EPBRS, Brdo, Slovenia. [http://www.epbbs.org/PDF/EPBRS-SI2008-Freshwater\\_Final\\_.pdf](http://www.epbbs.org/PDF/EPBRS-SI2008-Freshwater_Final_.pdf)
- EPBRS (2010): European Biodiversity Research Strategy 2010-2020. Version 1. EPBRS, Palma de Mallorca, Spain, 14.05.2011, Available from [http://www.epbbs.org/PDF/EPBRS\\_StrategyBDRResearch\\_May2010.pdf](http://www.epbbs.org/PDF/EPBRS_StrategyBDRResearch_May2010.pdf)
- EPBRS (2011): Recommendations of the meeting of the European Platform for Biodiversity Research Strategy held under the Hungarian Presidency of the EU concerning ecosystem services. EPBRS, Budapest, Hungary, 14.05.2011, Available from [http://share.bebif.be/data/EPBRS/EPBRS-HU2011-EcosystemServices\\_Final.pdf](http://share.bebif.be/data/EPBRS/EPBRS-HU2011-EcosystemServices_Final.pdf)
- EPBRS (2013): Recommendations of the meeting of the European Platform for Biodiversity Research Strategy held under the Irish Presidency of the EU concerning research to support the implementation of the EU Biodiversity Strategy. EPBRS, Dublin, Ireland.
- Erschbamer, B. & Mayer, R. (2011): Can successional species groups be discriminated based on their life history traits? A study from a glacier foreland in the Central Alps. *Plant Ecology & Diversity* 4: 341–351.

- Essl, F.; Dullinger, S.; Rabitsch, W.; Hulme, P.E.; Hülber, K.; Jarošik, V.; Kleinbauer, I.; Krausmann, F.; Kühn, I.; Nentwig, W.; Vilà, M.; Genovesi, P.; Gherardi, F.; Desprez-Loustau, M.-L.; Roques, A. & Pyšek, P. (2011). Socio-economic legacy yields an invasion debt. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, Vol.108, No. 1 (January 2011), pp.203–207, ISSN 1091-6490
- Felgentreff C. and T. Glade, (2007): *Naturrisiken und Sozialkatastrophen*, Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Fischer-Kowalski M. & Weisz H. (1999): Society as Hybrid Between Material and Symbolic Realms. Toward a Theoretical Framework of Society-Nature Interaction. *Advances in Human Ecology*, 8, 215–251.
- Fischer-Kowalski M. and H. Haberl (2007): *Socioecological transitions and global change: Trajectories of Social Metabolism and Land Use*, Edward Elgar, Cheltenham, UK; Northampton, USA.
- Fischer-Kowalski M. and K.-H. Erb (2006): *Epistemologische und konzeptuelle Grundlagen der Sozialen Ökologie*. Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft, 148: 33–56.
- Fontana V, Radtke A, Walde J, Tasser E, Wilhalm T, Zerbe S, Tappeiner U (2014): What plant traits tell us: Consequences of land-use change of a traditional agro-forest system on biodiversity and ecosystem service provision. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 186, 44–53.
- Gallopin G. C., (2002): *Epistemological Issues in Sustainability Science*. Presentation at the Science and technology for a transition toward sustainability symposium, American Association for the Advancement of Science, Annual Meeting 17 February 2002, Boston, MA.
- GLP (2005): *Science Plan and Implementation Strategy*. IGBP Report No. 53/IHDP Report No. 19. IGBP Secretariat, Stockholm. 64pp.
- Gottfried, M.; Hantel, M.; Maurer, C.; Toechterle, R.; Pauli, H.; Grabherr, G. (2011). Coincidence of the alpine-nival ecotone with the summer snowline. *Environmental Research Letters*, 6, 014013.
- Gottfried, M.; Pauli, H.; Futschik, A.; Akhalkatsi, M.; Barancok, P.; Benito Alonso, J. L.; Coldea, G.; Dick, J.; Erschbamer, B.; Fernández Calzado, M. R.; Kazakis, G.; Krajci, J.; Larsson, P.; Mallau, M.; Michelsen, O.; Moiseev, D.; Moiseev, P.; Molau, U.; Merzouki, A.; Nagy, L.; Nakhutsrishvili, G.; Pedersen, B.; Pelino, G.; Púscas, M.; Rossi, G.; Stanisci, A.; Theurillat, J.-P.; Thomaselli, M.; Villar, L.; Vittoz, P.; Vogiatzakis, I.; Grabherr, G. (2012). Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. *Nature Climate Change*, Vol.2, pp. 111–115.
- Gregory, R.D.; Willis S.G.; Jiguet F.; Voříšek P.; Klvaňová A.; van Strien, A.; Huntley, B.; Collingham, Y.C.; Couvet, D. & Green, R.E. (2009): An indicator of the impact of climatic change on European bird populations. *PLoS-ONE*, Vol.4, No.3, (March 2009), e4678, ISSN 1932-6203
- Grigulis K, Lavorel S, Kraïner U, Legay N, Baxendale C, Dumont M, Kastl E, Arnoldi C, Bardgett RD, Poly F, Pommier T, Schloter M, Tappeiner U, Bahn M, Clément JC (2013): Relative contributions of plant traits and soil microbial properties to mountain grassland ecosystem services. *Journal of Ecology* 101, 45–57.
- Guisan, A. & Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters* Vol.8, No.9 (June, 2005), pp. 993-1009, ISSN 1461-0248
- Gunderson, L. and C.S. Holling, eds. (2002): *Panarchy. Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. Island Press: Washington, D.C. Haberl H., M. Fischer-Kowalski, F. Krausmann, H. Weisz, and V. Winiwarter, (2004): Progress Towards Sustainability? What the conceptual framework of material and energy flow accounting (MEFA) can offer. *Land Use Policy*, 21: 199–213.
- Haberl H., V. Winiwarter, K. Andersson, R. U. Ayres, C. G. Boone, A. Castillio, G. Cunfer, M. Fischer-Kowalski, W. R. Freudenburg, E. Furman, R. Kaufmann, F. Krausmann, E. Langthaler, H. Lotze-Campen, M. Mirtl, C. A. Redman, A. Reenberg, A. D. Wardell, B. Warr, and H. Zechmeister, (2006): From LTER to LTSEr: Conceptualizing the socio-economic dimension of long-term socio-ecological research. *Ecology and Society*, 11:13 [online], <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art13/>.
- Haberl, Helmut, Karl-Heinz Erb, Simone Gingrich, Thomas Kastner, Fridolin Krausmann, (2013a): Human Appropriation of Net Primary Production, Stocks and Flows of Carbon, and Biodiversity. In: Rattan Lal, Klaus Lorenz, Reinhard F. Hüttl, Bernd Uwe Schneider, Joachim von Braun (eds.), *Ecosystem Services and Carbon Sequestration in the Biosphere*. Springer, Berlin, 313–331
- Haberl, Helmut, Karl-Heinz Erb, Veronika Gaube, Simone Gingrich, Simron J. Singh, (2013b): Tracing changes in socio-ecological stocks and flows of materials and energy across space and time – an overview of sociometabolic LTSEr approaches. In: Singh, Simron J., Helmut Haberl, Marian Chertow, Michael Mirtl, Martin Schmid (eds.), *Long-Term Socio-Ecological Research. Studies in Society-Nature Interactions Across Spatial and Temporal Scales*. Springer, Dordrecht, Heidelberg, New York, London, 29–52
- Haines-Young R, Potschin M (2013) *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012*. EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003 (Download at [www.cices.eu](http://www.cices.eu) or [www.nottingham.ac.uk/cem](http://www.nottingham.ac.uk/cem))
- Hammond, A.; Adriaane, A.; Rodenburg, E.; Bryant, D. & Woodward, R. (1995): *Environmental Indicators: a Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development*. World Resources Institute, ISBN 1-56973-026-1, Washington, DC.
- Hirsch-Hadorn G., H. Hoffmann-Riem, S. Biber-Klemm et al., (2008): *Handbook of Transdisciplinary Research*, Springer, Stuttgart, Berlin, New York.
- Holling C. S., (1973): Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecological Systematics*, 4: 1–24.
- Hooper, D.U.; Chapin, F.S.III; Ewel, J.J.; Hector, A.; Inchausti, P.; Lavorel, S.; Lawton, J.H.; Lodge, D.M.; Loreau, M.; Naehm, S.; Schmid, B.; Setälä, H.; Symstad, A.J.; Vandermeer, J. & Wardle, D.A. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, Vol.75, No.1 (February 2005), pp. 3-35, ISSN 0012-9615
- Hörtnagl, P., M. T. Pérez, and R. Sommaruga (2011) Contrasting effects of ultraviolet radiation on the growth efficiency of freshwater bacteria. *Aquatic Ecology* 45: 125–136.
- Hülber, K.; Dirnböck, T.; Kleinbauer, I.; Willner, W.; Dullinger, S.; Karrer, G. & Mirtl, M. (2008). Long-term impacts of nitrogen and sulphur deposition on forest floor vegetation in the Northern limestone Alps, Austria. *Applied Vegetation Science* 11: 395–404.
- Kates R. W., W. C. Clark, R. Corell, J. M. Hall, C. C. Jaeger, I. Lowe, J. J. McCarthy, H. J. Schellnhuber, B. Bolin, N. M. Dickson, S. Faucheux, G. C. Gallopin, A. Grübler, B. Huntley, J. Jäger, N. S. Jodha, R. E. Kasperson, A. Mabogunje, P. A. Matson, H. A. Mooney, B. Moore III, T. O'Riordan, and U. Svedin, (2001): *Sustainability science*. *Science*, 292: 641–642.
- Koenig, T., Kaufmann, R., Scheu, S. (2011): The formation of terrestrial food webs in glacier foreland: evidence for the pivotal role of decomposer prey and intraguild predation. *Pedobiologia*, 54: 147–152.
- Kreiner D., Maringer A., Zechner L. (2012): *ECONNECT – Improving Connectivity in the Alps*, Implementation in the pilot region Northern Limestone Alps. *eco.mont* 4, 41–46.
- Kremen, C. (2005). Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? *Ecology Letters*, Vol.8, No.5 (May, 2005), pp. 468–479, ISSN 1461–0248
- Kulke E. and H. Popp, (2008): *Umgang mit Risiken. Katastrophen – Destabilisierung – Sicherheit*, Deutsche Gesellschaft für Geographie, Bayreuth, Berlin.
- Kuttner, M., Hainz-Renetzeder, C., Hermann, A., Wrba, T. 2013: Borders without barriers – Structural functionality and green infrastructure in the Austrian-Hungarian transboundary region of Lake Neusiedl. *Ecological Indicators* 31, 59–72.
- Kuussaari, M.; Bommarco, R.; Heikkinen, R.K.; Helm, I.; Krauss, J.; Lindborg, R.; Öckinger, E.; Pärtel, M.; Pino, J.; Rodà, F.; Stefanescu, C.; Teder, T.; Zobel, M. & Steffan-DeWenter, I. (2009). Extinction debt: a challenge for biodiversity conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, Vol. 24, No.10 (August, 2009), pp. 564–571, ISSN 0169-5347
- Luck, G.W.; Daily, G.C. & Ehrlich, P.R. (2003). Population diversity and ecosystem services. *Trends in Ecology and Evolution*, Vol.18, No.7 (July, 2003), pp. 331–336, ISSN 0169-5347
- Mace GM, Norris K, Fitter AH. (2012). Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *TREE* 27(1): 19–26.
- Maes J, Egoh B, Willemen L, Liqueste C, Vihaveera P, Schägner JP, Grizzetti B, Drakou EG, La Notte A, Zulian G, Bouraoui F, Paracchini ML, Braat L, Bidoglio G (2012) Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. *Ecosystem Services* 1: 31–39.
- Maihofer A. (2005): Inter-, Trans- und Postdisziplinarität. Ein Plädoyer wider die Ernüchterung. In: H Kahlert, B Thissens, and I Weller (Editors), *Quer denken – Strukturen verändern: Gender Studies zwischen Disziplinen*. Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, pp. 185–202.
- Marcante S, Schwenbacher E. & Erschbamer, B. (2009a): Genesis of a soil seed bank on a primary succession in the Central Alps (Ötztal, Austria). *Flora* 204: 434–444.
- Marcante S, Sierra-Almeida, A., Spindelböck, J.P., Erschbamer, B., Neuner, G. (2012): Frost as a limiting factor for recruitment and establishment of early development stages in an alpine glacier foreland? *Journal of Vegetation Science* Volume: 23 Issue: 5, pp. 858–868.
- Marcante S, Winkler, E. & Erschbamer, B. (2009b): Population dynamics along a primary succession gradient: do alpine species fit into demographic succession theory? *Annals of Botany* 103: 1129–1143.

- Mauerhofer, V. (2010): Missing links: how individuals can contribute to reserve policy enforcement on the example of the European Union. *Biodiversity and Conservation*, Vol.19, No.3, (March, 2010), pp. 601–618, ISSN 0960-3115
- Mauerhofer, V. (2011): A bottom-up 'Convention-Check' to improve top-down global protected area governance. *Land Use Policy*, Vol. 28, No.4 (October, 2011), pp. 877-886, ISSN 0264-8377, doi: 10.1016/j.landusepol.2011.03.004
- Mayer W, Pfefferkorn-Dellali V, Türk R, Dullinger S, Mirtl M, Dirnböck T (2013). Significant decrease in epiphytic lichen diversity in a remote area in the European Alps, Austria. *Basic and Applied Ecology* 14 (2013) 396–403.
- Mayer, R., Erschbamer, B. (2011): Seedling recruitment and seed-/microsite limitation in traditionally grazed plant communities of the alpine zone. *Basic and Applied Ecology*, 12: 10–20.
- Mayer, R., Erschbamer, B. (2013): Ongoing changes at the long-term monitoring sites of Gurgler Kamm Biosphere Reserve, Tyrol, Austria. *Eco-mont* 6 (1): 5–15.
- MEA (2003). *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*, Island Press, ISBN 1-55963-402-2, Washington, DC
- Metz, H., & Forro, L. (1991): The chemistry and crustacean zooplankton of the Seewinkel pans - a review of recent conditions. *Hydrobiologia*, 210, 25–38.
- Mirtl, M. et al. (2009): LTER-Europe Design and Implementation Report – Enabling “Next Generation Ecological Science”: Report on the design and implementation phase of LTER-Europe under ALTER-Net & management plan 2009/2010. Umweltbundesamt, Federal Environment Agency Austria, Vienna. 220 pages. ISBN 978-3-99004-031-7
- Mirtl, M. (2010): Introducing the next generation of ecosystem research in Europe: LTER-Europe's multi-functional and multi-scale approach. In: Müller F, Baessler C, Schubert H, Klotz S (eds) *Long-term ecological research: between theory and application*. Springer, Dordrecht. 456 pages. ISBN: 978-90-481-8781-2
- Mirtl, M.; Bahn, M.; Battin, T.; Borsdorf, A.; Englisch, M.; Gaube, V.; Grabherr, G.; Gratzner, G.; Kreiner, D.; Haberl, H.; Richter, A.; Schindler, S.; Tappeiner, U.; Winiwarter, V. & Zink, R. (2010): LTER-Austria White Paper. “Next Generation LTER” in Austria. LTER-Austria-Austrian Long-Term Ecosystem research Network, ISBN 978-3-901347-94-8, Vienna, Austria. 14.05.2011, Available from <http://www.lter-austria.at>
- Mirtl, M.; Götzl, M.; Malicky, M.; Rainer, H.; Schleidt, K.; Schindler, S. & Schentz, H. (2011): Österreichisches ESFRI Roadmap Projekt „LIFEWATCH“. Erstes Konzept als Basis zur Zeichnung des LifeWatch Mol. Vienna, Austria, 07.07.2011, Available from <http://www.lter-austria.at>
- Mirtl M., Orenstein D. E., Wildenberg M., Peterseil J., Frenzel M. (2013): Development of LTER Europe: Challenges and Experiences in Implementing Place-Based Long-Term Socio-ecological Research in Selected Regions. In: Singh, Simron J., Haberl H., Chertow M., Mirtl M., Schmid M. (eds.). *Long-Term Socio-Ecological Research. Studies in Society-Nature Interactions Across Spatial and Temporal Scales*. Springer, Dordrecht, Heidelberg, New York, London, 29–52.
- Newig J., V. Gaube, K. Berkhoff, K. Kaldrack, B. Kastens, J. Lutz, B. Schlußmeier, H. Adensam and H. Haberl (2008): The Role of Formalisation, Participation and Context in the Success of Public Involvement Mechanisms in Resource Management. *Systemic Practice and Action Research*, 21: 423–441.
- Newton, A.C. (2011). Implications of Goodhart's Law for monitoring global biodiversity loss. *Conservation Letters*, Volume 4, Issue 4, pages 264–268. ISSN 1755-263X, doi: 10.1111/j.1755-263X.2011.00167.x
- NRC – National Research Council (2001): *Basic Research Opportunities in Earth Science*. Committee on Basic Research Opportunities in the Earth Sciences, Board on Earth Sciences and Resources, National Research Council. Academies Press. ISBN: 0-309-56988-5, 168 pages. URL: <http://www.nap.edu/catalog/9981.html>
- Österreichische Bundesregierung (2011): Potenziale ausschöpfen, Dynamik steigern, Zukunft schaffen - Der Weg zum Innovation Leader. Strategie der Bundesregierung für Forschung, Technologie und Innovation. Republik Österreich, 2011. URL: [http://www.bmvit.gv.at/bmvit/service/publikationen/innovation/forschungspolitik/fti\\_strategie.html](http://www.bmvit.gv.at/bmvit/service/publikationen/innovation/forschungspolitik/fti_strategie.html)
- Pamminger-Lahnsteiner, B. (2011) Conservation of natural biological resources in Austria: ecological-, morphological- and genetic analysis of European Whitefish (*Coregonus lavaretus* L. complex). Paris Lodron University Salzburg, 155pp.
- Pamminger-Lahnsteiner, B., Winkler, K., Weiss, S., and Wanzenböck, J. (2012): Does segregated spawning time prevent the introgression of stocked whitefish species into native species? A morphometric and genetic study in Mondsee (Austria). *Fundamental and Applied Limnology, Advanc. Limnol.* 63: 197–208
- Parris T. M. and R. W. Kates (2003a): Characterizing a sustainability transition: Goals, targets, trends, and driving forces. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100: 8068–8073.
- Parris T. M. and R. W. Kates (2003b): Characterizing and Measuring Sustainable Development. *Annual Review of Environment and Resources*, 28: 559–586.
- Pascher, K. & Gollmann, G. (1999): Ecological risk assessment of transgenic plant releases: an Austrian perspective. *Biodiversity and Conservation*, Vol. 8, No. 8, (August 1999), pp. 1139–1158, ISSN 0960-3115
- Pascher, K.; Moser, D.; Dullinger, S.; Sachslehner, L.; Gros, P.; Sauberer, N.; Traxler, A.; Grabherr, G. & Frank, T. (2011). Setup, efforts and practical experiences of a monitoring program for genetically modified plants – An Austrian case study for oilseed rape and maize. *Environmental Sciences Europe*, Vol.13 (March, 2011), pp. 1–12, ISSN 2190-4715
- Pauli, H., Gottfried, M., Reiter, K., Klettner, Ch., Grabherr, G. (2007): Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations 1994-2004 at the GLORIA\* master site Schrankogel, Tyrol, Austria. *Global Change Biology* 13: 147–156.
- Pauli, H.; Gottfried, M.; Dullinger, S.; Abdaladze, O.; Akhalkatsi, M.; Alonso, J. L. B.; Coldea, G.; Dick, J.; Erschbamer, B.; Fernandez Calzado, R.; Goshn, D.; Holten, J. I.; Kanka, R.; Kazakis, G.; Kollár, J.; Larsson, P.; Moiseev, P.; Moiseev, D.; Molau, U.; Molero Mesa, J.; Nagy, L.; Pelino, G.; Púscas, M.; Rossi, G.; Stanisci, A.; Syverhuset, A. O.; Theurillat, J.-P.; Thomaselli, M.; Unterlugauer, P.; Villar, L.; Vittoz, P.; Grabherr, G. (2012): Recent Plant Diversity Changes on Europe's Mountain Summits. *Science*, Vol. 336, pp. 353–355.
- Pérez, M. T. and Sommaruga, R. (2011): Temporal changes in the dominance of major planktonic bacterial groups in an alpine lake: discrepancy with their contribution to bacterial production. 2011, *Aquatic Microbial Ecology* 63: 161–170.
- Platform for Biodiversity Research in Austria (2008). *Plattform Biodiversität Forschung Austria (BFA): Tätigkeitsbericht Mai 2008 für das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung (BWF)*. University of Vienna, Vienna, Austria, 14.05.2011, Available from [http://131.130.59.133/biodiv\\_forschung/Texte/Bericht\\_Bioplattform\\_200805\\_complete.pdf](http://131.130.59.133/biodiv_forschung/Texte/Bericht_Bioplattform_200805_complete.pdf)
- Prevosto, B., Kuiters, L., Bernhardt-Römermann, M., Dölle, M., Schmidt, W., Hoffmann, M., Uytvanck, J., Bohner, A., Kreiner, D., Stadler, J., Klotz, S., Brandl, R. (2011). Impacts of land abandonment on vegetation: successional pathways in European habitats. *Folia Geobot* 46, 303–325.
- Pröll G, Dullinger S; Dirnböck, T, Kaiser Ch, Richter A (2011). Effects of nitrogen on tree recruitment in a temperate montane forest as analysed by measured variables and Ellenberg indicator values. *Preslia* 83: 111–127.
- Pyšek, P.; Jarosik, V.; Hulme, P.; Kühn, I.; Wild, J.; Arianoutsou, M.; Bacher, S.; Chiron, F.; Didžiulis, V.; Essl, F.; Genovesi, P.; Gherardi, F.; Hejda, M.; Kark, S.; Lambdon, P.W.; Desprez-Loustau, A.-M.; Nentwig, W.; Pergl, J.; Poboljsaj, K.; Rabitsch, W.; Roques, A.; Roy, D.; Shirley, S.; Solarz, W.; Vilá, M. & Winter, M. (2010). Disentangling the role of environmental and human pressures on biological invasions across Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 107, No. 27, (June, 2010), pp. 12157–12162, ISSN 1091-6490
- Raso, L., Sint, D., Mayer, R., Plangg, S., Recheis, T., Brunner, S., Kaufmann, R. and Traugott, M. (2014), Intraguild predation in pioneer predator communities of alpine glacier forelands. *Molecular Ecology*, 23: 3744–3754.
- Redman C. L., J. M. Grove, and L. H. Kuby (2004): Integrating Social Science into the Long-Term Ecological Research (LTER) Network: Social Dimensions of Ecological Change and Ecological Dimensions of Social Change. *Ecosystems*, 7: 161–171.
- Reyers, B.; Roux, D.J.; Cowling, R.M.; Ginsburg, A.E.; Nel, J.L. & Farrel, P.O. (2010): Conservation Planning as a Transdisciplinary Process. *Conservation Biology*, Vol. 24, No. 4 (August, 2010), pp. 957–965, ISSN 1523-1739
- Rinnhofer, L.J.; Roúra-Pascual, N.; Arthofer, W.; Dejaco, T.; Wachter, G. A.; Thaler-Knoflach, B.; Christian, E.; Steiner, F.M.; Schlick-Steiner, B.C. (2012): Iterative species distribution modelling and ground validation in endemism research: an Alpine jumping bristletail example. *Biodivers Conserv* 21: 2845–2863.
- Sachs J.D., Baillie J.E., Sutherland W.J., Armsworth, P.R., Ash, N., Beddington, J., Blackburn, T.M., Collen, B., Gardiner, B., Gaston, K.J., Godfray, H.C.J., Green, R.E., Harvey, P.H., House, B., Knapp, S., Kumpel, N.F., Macdonald, D.W., Mace, G.M., Mallet, J., Matthews, A., May, R.M., Petchey, O., Purvis, A., Roe, D., Safi, K., Turner, K., Walpole, M., Watson, R., Jones, K.E. (2009): Biodiversity Conservation and the Millennium Development Goals. *Science* 325: 1502–1503.
- Schindler S, Sebesvari Z, Damm C, Euller K, Mauerhofer V, Herrmann A, Biró M, Essl F, Kanka R, Laawars SG, Schulz-Zunkel C, van der Sluis T, Kropik M, Gasso V, Krug A, Pusch M, Zulka KP, Lazowski W, Hainz-Rentzeder C, Henle K, Wrбка T (2014) Multifunctionality of floodplain landscapes: relating management options to ecosystem services. *Landscape Ecology*, in press. doi: 10.1007/s10980-014-9989-y

- Schindler S, von Wehrden H, Poirazidis K, Wrba T, Kati V (2013) Multiscale performance of landscape metrics as indicators of species richness of plants, insects and vertebrates. *Ecological Indicators* 31, 41–48.
- Schindler, S.; Curado, N.; Nikolov, S.; Kret, E.; Cárcamo, B.; Poirazidis, K.; Catsadorakis, G.; Wrba, T. & Kati, V. (2011). From research to implementation: nature conservation in the Eastern Rhodopes mountains (Greece and Bulgaria), European Green Belt. *Journal for Nature Conservation*, Vol.19, No.4 (September, 2011), pp. 193–201, ISSN 1617-1381, doi: 10.1016/j.jnc.2011.01.001
- Schirpke U, Leitinger G, Tasser E, Schermer M, Steinbacher M, Tappeiner U (2013) Multiple ecosystem services of a changing Alpine landscape: past, present and future. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 9(2), 123–135.
- Schwienbacher, E., Navarro-Cano, J.A., Neuner, G., Erschbamer, B. (2011a): Correspondence of seed traits with niche position in glacier foreland succession. *Plant Ecology*, 213: 371–382.
- Schwienbacher, E., Navarro-Cano, J.A., Neuner, G., Erschbamer, B. (2011b): Seed dormancy in alpine species. *FLORA*, 206: 845–856.
- Singh, S.J.; Haberl, H.; Chertow, M.; Mirtl, M. & Schmid, M. (Eds.) (2013): Long term socio-ecological research: Studies in society-nature interactions across spatial and temporal scales. Springer, ISBN 978-94-007-1176-1, Dordrecht, The Netherlands.
- Singh, S.J.; Haberl, H.; Gaube, V.; Grünbühel, C.M.; Lisievici, P.; Lutz, J.; Matthews, R.; Mirtl, M.; Vadineanu, A. & Wildenberg, M. (2010). Conceptualising Long-Term Socio-ecological Research (LTSEr): Integrating the Social Dimension. In: Long-term ecological research: between theory and application. F. Müller, C. Baessler, H. Schuberth & S. Klotz (Eds.) Springer, pp. 377–398, ISBN 978-90-481-8781-2, Dordrecht, The Netherlands.
- Sonntag, B., Summerer, M., and Sommaruga, R. (2011) Are freshwater mixotrophic ciliates less sensitive to solar UV radiation than heterotrophic ones? *Journal of Eukaryotic Microbiology* 58 (3): 196–202.
- Steffen W., J. Jäger, D. J. Carson, and C. Bradshaw (2002): *Challenges of a Changing Earth*, Springer, Berlin.
- Stötter J. and M. Coy (2008): Forschungsschwerpunkt „Globaler Wandel – regionale Nachhaltigkeit“. *Innsbrucker Jahresbericht* (2008): Innsbruck, pp. 203–221.
- Sutherland W.J., Clout, M., Côté, I.M., Daszak, P., Depledge, M.H., Fellman, L., Fleishman, E., Garthwaite, R., Gibbons, D.W., De Lurio, J., Impey, A.J., Lickorish, F., Lindenmayer, D., Madgwick, J., Margerison, C., Maynard, T., Peck, L.S., Pretty, J., Prior, S., Redford, K.H., Scharlemann, J.P.W., Spalding, M., Watkinson, A.R. (2010). A horizon scan of global conservation issues for 2010. *Trends in Ecology & Evolution* 25(1): 1–7.
- Sutherland, W.J.; Armstrong-Brown, S.; Armsworth, P.R.; Brereton, T.; Brickland, J.; Campell, C.D.; Chamerlain, D.E.; Cooke, A.I.; Dulvy, N.K.; Dusic, N.R.; Fitton, M.; Freckleton, R.P.; Godfray, H.C.J.; Grout, N.; Harvey, H.J.; Hedley, C.; Hopkins, J.J.; Kift, N.B.; Kirby, J.; Kunin, W.E.; MacDonald, D.W.; Marker, B.; Naura, M.; Neale, A.R.; Oliver, T.; Osborn, D.; Pullin, A.S.; Shardlow, E.A.; Showler, D.A.; Smith, P.L.; Smithers, R.J.; Solandt, J.-L.; Spencer, J.; Spray, C.J.; Thomas, C.D.; Thompson, J.; Webb, S.E.; Yalden, D.W. & Watkinson, A.R. (2006): The identification of 100 ecological questions of high policy relevance in the UK. *Journal of Applied Ecology*, Vol. 43, No. 4, (August 2006), pp. 617–627, ISSN 1365-2664
- Sutherland, W.J.; Aveling, R.; Brooks, T.M.; Clout, M.; Dicks, L.V.; Fellman, L.; Fleishman, E.; Gibbons, D.W.; Keim, B.; Lickorish, F.; Monk, K.A.; Mortimer, D.; Peck, L.S.; Pretty, J.; Rockström, J.; Rodríguez, J.P.; Smith, R.K.; Spalding, M.D.; Tonneijck, F.H.; Watkinson, A.R. (2014): A horizon scan of global conservation issues for 2014. *TREE* volume 29 issue 1, pp. 15–22.
- Tappeiner, U.; Borsdorf, A.; Bahn, M. (2013). Long-Term Socio-Ecological Research in Mountain Regions: Perspectives From the Tyrolean Alps. In: Singh SJ, Haberl H, Chertow M, Mirtl M, Schmid, M. (Eds.), *Long Term Socio-Ecological Research Studies in Society-Nature Interactions Across Spatial and Temporal Scales*, Series: Human-Environment Interactions, Vol. 2, Springer, 505–525.
- Tasser, E.; Sternbach, E., Tappeiner, U. (2008): Biodiversity indicators for sustainability monitoring at municipality level: an example of implementation in an alpine region. *Ecological Indicators*, Vol. 8, No. 3 (May 2008), pp. 204–223, ISSN 1470-160X
- TEEB (2009): *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers – Summary: Responding to the Value of Nature 2009*. <http://www.teebweb.org/LinkClick.aspx?fileticket=14Y2nqqlig%3d&tabid=1019&language=en-US>
- TEEB (2010): *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB*. <http://www.teebweb.org/publication/mainstreaming-the-economics-of-nature-a-synthesis-of-the-approach-conclusions-and-recommendations-of-teeb/>
- Thies H., Tolotti M., Nickus U., Lami A., Musazzi S., Guilizzoni P., Rose N.L., Yang H. (2012). Interactions of temperature and nutrient changes: effects on phytoplankton in the Piburger See (Tyrol, Austria). *Freshwater Biology* 57, 2057–2075.
- Tittensor, D.P.; Walpole, M.; Hill, S.L.L.; Boyce, D.G.; Britten, G.L.; Burgess, N.D.; Butchart, S.H.M.; Leadley, P.W.; Regan, E.C.; Alkemade, R.; Baumung, R.; Bellard, C.; Bouwman, L.; Bowles-Newark, N.J.; Chenery, A.M.; Cheung, W.W.L.; Christensen, V.; Cooper, H.D.; Crowther, A.R.; Dixon, M.J.R.; Galli, A.; Gaveau, V.; Gregory, R.D.; Gutierrez, N.L.; Hirsch, T.L.; Höft, R.; Januchowski-Hartley, S.R.; Karmann, M.; Krug, C.B.; Leverington, F.J.; Loh, J.; Kutsch Lojenga, R.; Malsch, K.; Marques, A.; Morgan, D.H.W.; Mumby, P.J.; Newbold, T.; Noonan-Mooney, K.; Pagad, S.N.; Parks, B.C.; Pereira, H.M.; Robertson, T.; Rondinini, C.; Santini, L.; Scharlemann, J.P.W.; Schindler, S.; Sumaila, U.R.; The, S.L.S.; van Kolck, J.; Visconti, P.; Ye, Y. (2014): A mid-term analysis of progress towards international biodiversity targets. *Science* 346 (6206): 241–244.
- Tolotti M., Thies H., Nickus U., Psenner R. (2012). Temperature modulated effects of nutrients on phytoplankton in a mountain lake. *Hydrobiologia* 698: 61–75.
- Turner B. L., R. E. Kasperson, P. A. Matson, J. J. McCarthy, R. W. Corell, L. Christensen, N. Eckley, J. X. Kasperson, A. Luers, M. L. Martello, C. Polsky, A. Pulsipher, and A. Schiller, (2003a): A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100: 8074–8079.
- Vadineanu, A. (2004): *Adaptive management of socio-ecological complexes: An ecosystem approach*. Bucharest University Press: Bucharest.
- Walpole, M.; Almond, R.E.A.; Besancon, C.; Butchart, S.H.M.; Campbell-Lendrum, D.; Carr, G.M.; Collen, B.; Collette, L.; Davidson, N.C.; Dulloo, E.; Fazel, A.M.; Galloway, J.N.; Gill, M.; Goverse, T.; Hockings, M.; Leaman, D.J.; Morgan, D.H.W.; Revenga, C.; Rickwood, C.J.; Schutyser, F.; Simons, S.; Stattersfield, A.J.; Tyrrell, T.D.; Vié, J.-C. & Zimsky, M. (2009): Tracking progress toward the 2010 Biodiversity Target and beyond. *Science*, Vol. 325, No. 5947 (September 2009), pp. 1503–1504, ISSN 0036-8075
- Wanzenböck, J., Pamminer-Lahnsteiner, B., Winkler, K., and Weiss, S. (2012) Experimental evaluation of the spawning periods in a native Alpine whitefish population versus an introduced population of whitefish (*Coregonus lavaretus* complex) in Mondsee, Austria. *Fundamental and Applied Limnology, Advanc. Limnol.* 63: 89–97
- WBGU (2007): *Welt im Wandel – Sicherheitsrisiko Klimawandel*, Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen (WBGU), Berlin.
- Winiwarter V. and M. Knoll, (2007): *Umweltgeschichte. Eine Einführung*, Böhlau, Köln.
- Winkler, K., Pamminer-Lahnsteiner, B., Wanzenböck, J., Weiss, S. (2011) Hybridization and restricted gene flow between native and introduced stocks of Alpine whitefish (*Coregonus* sp.) across multiple environments. *Molecular Ecology* 20 (3): 456–472. doi: 10.1111/j.1365-294X.2010.04961.x
- Wolfram, G., Donabauer, M., Schagerl, M., & Kowarc, V.A. (1999): The zoobenthic community of shallow salt pans in Austria - preliminary results on phenology and the impact of salinity on benthic invertebrates. *Hydrobiologia*, 408, 193-202.
- Wrba, T., Erb, K.-H., Schulz, N.B., Peterseil, J., Hahn, C., Haberl, H., (2004): Linking pattern and process in cultural landscapes. An empirical study based on spatially explicit indicators. *Land Use Policy* 21, 289–306.
- Wrba, T.; Schindler, S.; Pollheimer, M.; Schmitzberger, I. & Peterseil, J. (2008): Impact of the Austrian Agri-Environmental Scheme on diversity of landscape, plants and birds. *Community Ecology*, Vol. 9, No. 2 (December 2008), pp. 217–227, ISSN 1585-8553
- Zechmeister, H. G., Dirnböck T, Hülber K, Mirtl M (2007): Assessing airborne pollution effects on bryophytes – lessons learned through long-term integrated monitoring in Austria. *Environmental Pollution* 147: 696–705.
- Zechmeister, H. G. (2004): The bryophyte vegetation of the Natura 2000 Area Neusiedler See, with an emphasis on the saline meadows of the Seewinkel-area (Austria). *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich* 141: 43–62.
- Zechmeister, H. G. (2005): Bryophytes of continental salt meadows in Austria. *Journal of Bryology* 27: 297–302.
- Zimmermann-Timm, H., & Herzig, A. (2006): Ciliates and flagellates in shallow saline pans within the area of the Nationalpark Neusiedler See/Seewinkel, Austria. In: J. Jones (Ed.), *International Association of Theoretical and Applied Limnology*, Vol. 29, Pt. 4, Proceedings (pp. 1940–1946). Stuttgart: E Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- Zulka, K.P., Milasowsky, N., & Lethmayer, C. (1997): Spider biodiversity potential of an ungrazed and a grazed inland salt meadow in the National Park "Neusiedler See-Seewinkel" (Austria): Implications for management (Arachnida: Araneae). *Biodiversity and Conservation*, 6, 75–88.



## RAUM FÜR NOTIZEN

## DANKSAGUNG

Das LTER-Austria White Paper ist das Ergebnis der Zusammenarbeit von Expertinnen und Experten verschiedenster Disziplinen und Institutionen, die im komplexen Arbeitsfeld der ökologischen Langzeitforschung in den unterschiedlichsten Tätigkeitsbereichen aktiv sind.

**An dieser Stelle möchten wir den folgenden Kolleginnen und Kollegen, die zum LTER-Austria White Paper 2015 beigetragen haben, Danke sagen:**

Stefanie Belharte, Thomas Hein, Harald Pauli, Nikolaus Schallhart, Ruben Sommaruga und Steffen Zacharias.

**Unser Dank gilt auch der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, ohne deren finanzielle Unterstützung die Produktion des LTER-Austria White Paper 2015 nicht möglich gewesen wäre.**

## IMPRESSUM

LTER-Austria Schriftenreihe, Vol. 2  
Wien, Februar 2015

### **Empfohlene Zitierung:**

Mirtl M., Bahn M., Battin T., Borsdorf A., Dirnböck T., Englisch M., Erschbamer B., Fuchsberger J., Gaube V., Grabherr G., Gratzner G., Haberl H., Klug H., Kreiner D., Mayer R., Peterseil J., Richter A., Schindler S., Stocker-Kiss A., Tappeiner U., Weisse T., Winiwarter V., Wohlfahrt G., Zink R. (2015): Forschung für die Zukunft – LTER-Austria White Paper 2015 zur Lage und Ausrichtung von prozessorientierter Ökosystemforschung, Biodiversitäts- und Naturschutzforschung sowie sozio-ökologischer Forschung in Österreich.

LTER-Austria Schriftenreihe, Vol. 2 ISBN 978-3-9503986-0-1

<http://www.lter-austria.at>

**Im Text:** Mirtl et al. 2015

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des auszugsweisen Nachdrucks, der Herstellung von Mikrofilmen und der photomechanischen Wiedergabe vorbehalten.

### **Eigentümer, Herausgeber und Verleger:**

**LTER-Austria:** Österreichische Gesellschaft für Ökologische Langzeitforschung  
c/o Institut für Soziale Ökologie, Schottenfeldgasse 29, A-1070 Wien

**Grafik Design:** Ursula Nasswetter, Wien

**Bildnachweis:** Helmut Haberl, IFF; Fotolia, LTSEr Obergurgl

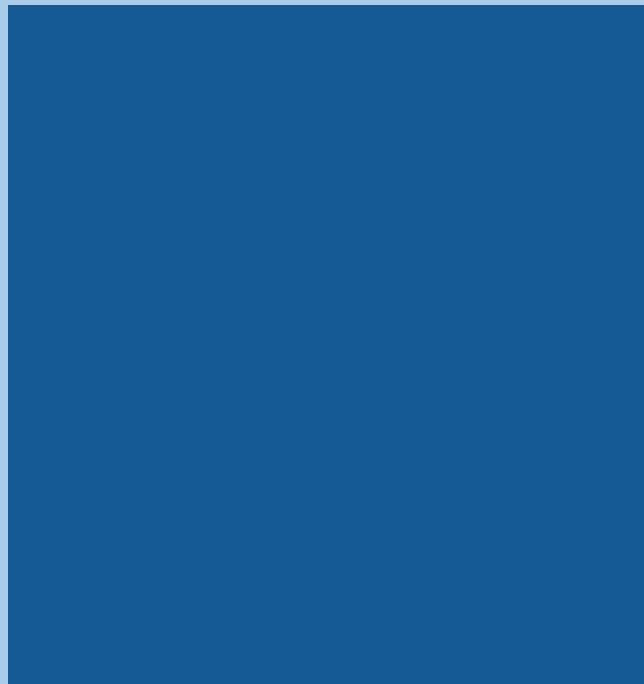
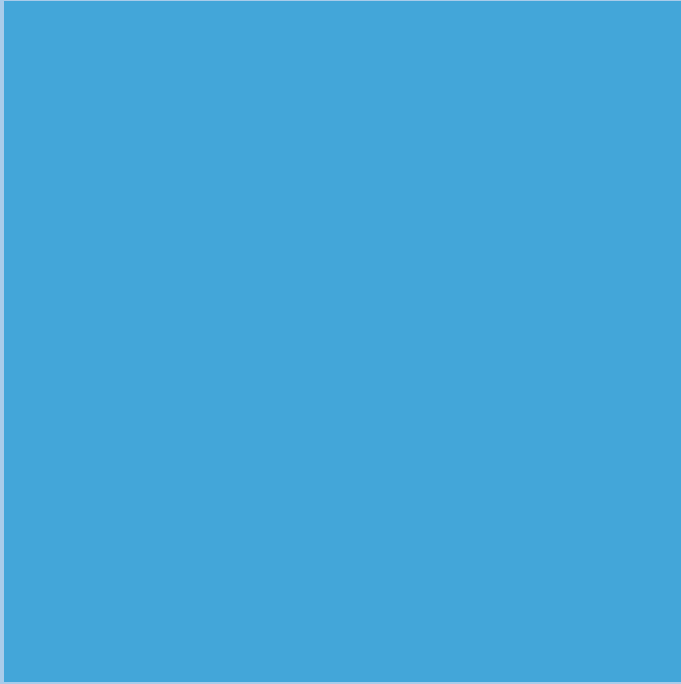
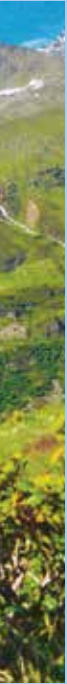
**Druck:** Bernsteiner Druckservice Ges.m.b.H., Wien

Gefördert durch die Österreichische Akademie der Wissenschaften.

Druck- und Satzfehler vorbehalten.

ISBN (dt.) 978-3-9503986-0-1

© 2015, LTER-Austria





**FORSCHUNG FÜR  
DIE ZUKUNFT**

**LTER-AUSTRIA  
WHITE PAPER  
2015**

Österreichische Gesellschaft für  
ökologische Langzeitforschung



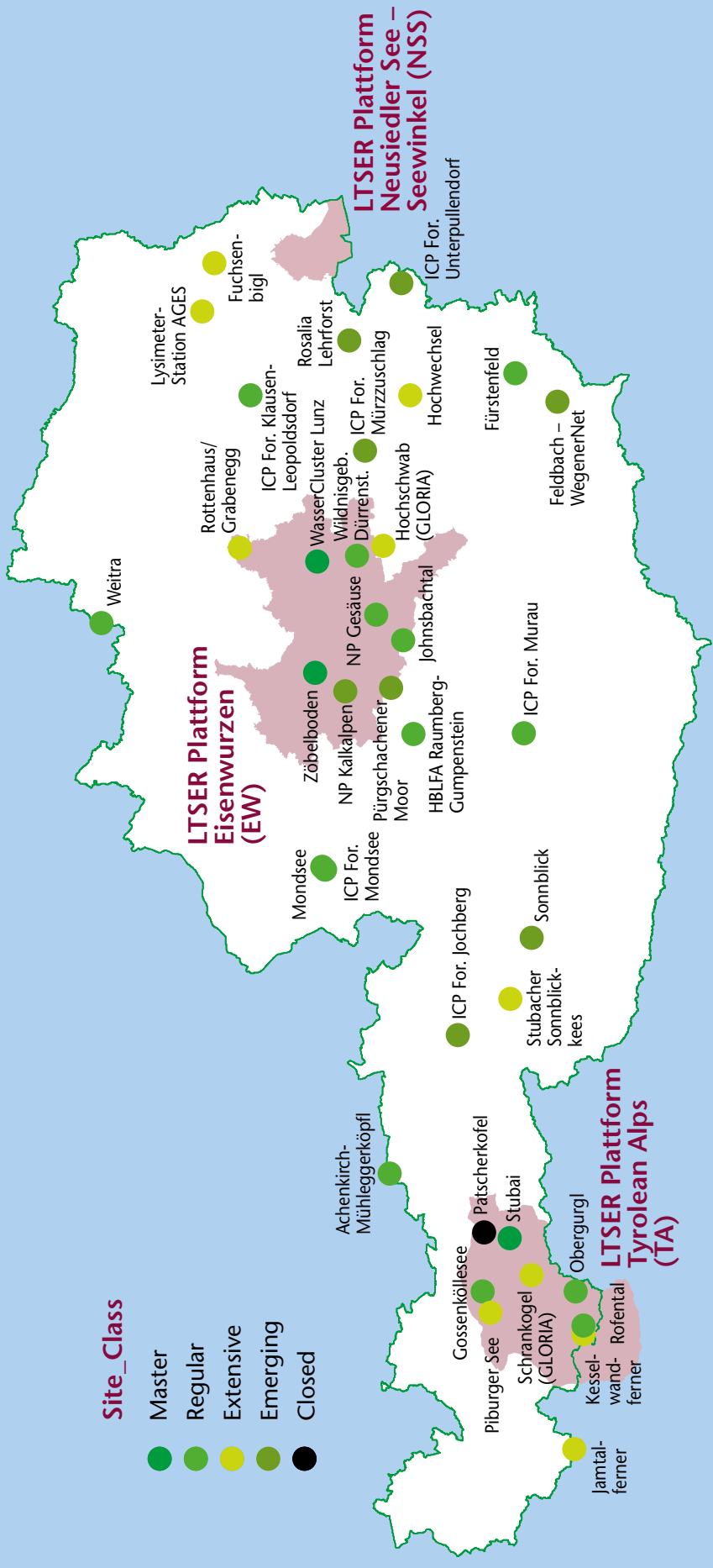
ISBN 978-3-9503986-0-1

ON THE STATUS AND ORIENTATION OF PROCESS ORIENTED ECOSYSTEM RESEARCH, BIODIVERSITY  
AND CONSERVATION RESEARCH AND SOCIO-ECOLOGICAL RESEARCH IN AUSTRIA

# LTER-AUSTRIA WHITE PAPER 2015

## ANNEX 8.1

SHORT DESCRIPTIONS OF  
AUSTRIAN LTER SITES AND  
LTSER PLATFORMS



**Site\_Class**

- Master
- Regular
- Extensive
- Emerging
- Closed

## 8.1. SHORT DESCRIPTIONS OF AUSTRIAN LTER SITES AND LTER PLATFORMS

This chapter provides an overview of Austrian LTER Sites and LTER Platforms. The chapter structure reflects the achieved organization of the national ecosystem research infrastructure pool represented by LTER:

- LTER Platform Eisenwurzen
  - Sites of the platform in alphabetical order
- LTER Platform Tyrolean Alps
  - Sites of the platform in alphabetical order
- Other LTER Sites in alphabetical order

Figure 6 in chapter 1.5.2 shows the location of the sites and platforms.

Figure 5 in chapter 1.5.1 shows the organizational structure of the sites and platforms (operating institutions etc.).

Table 1 in chapter 1.5.2 provides a comparative overview with key metadata of the sites and platforms.

### 8.1.1 LTER PLATFORM EISENWURZEN

#### 8.1.1.1 Entire LTER Platform

##### LTER Platform Eisenwurzen (Regular)

**Operator:** Environment Agency Austria (Umweltbundesamt GmbH)

**Funding body:** Austrian Academy of Sciences (ÖAW)

**Contact:** Andrea Stocker-Kiss (andrea.stocker-kiss@umweltbundesamt.at), Michael Mirtl (michael.mirtl@umweltbundesamt.at)

The LTER platform Eisenwurzen represents both a natural space and a historically developed social and economic area. It does not correspond exactly to federal county borders but extends over 100 municipalities and a total area of 5,776 km<sup>2</sup> in the counties of Upper Austria, Lower Austria and Styria. 80 % of the LTER platform are part of the Northern Alps, 11 % of the area belong to the Northern alpine Foothills and 9 % belong to the Central Alps. Altitudes range from 210 to 2,496 m a.s.l. The climate type is Continental. Depending on local conditions, annual precipitation values between 950 mm and 1,570 mm are measured. The annual mean temperatures range from 7.6 °C to 8.8 °C.

A network of already existing institutions (national parks, research centers in the region, etc.) and high-quality documentation (data material) provide the prerequisites for the first Austrian LTER platform. The LTER platform Eisenwurzen includes eleven LTER sites – Feldbach-WegenerNet, HBLEA Raumberg-Gumpenstein, Hochschwab GLORIA, Johnsbach Valley, Gesäuse National Park, Kalkalpen National Park, Pürgschachen Moor, Rottenhaus/Grabeneegg, WasserCluster Lunz, Wildnisgebiet Dürrenstein and Zöbelboden – covering a variety of habitat types (grasslands, woodlands, fresh water habitats, ...).

Research institutions and regional institutions, decision-making bodies and regional management all participate actively in the research platform. On one hand, scientists work on sociological and natural science themes in cross-disciplinary teams and in close cooperation with regional populations and their representatives. On the other hand, regional research questions are formulated and results in the form of sustainable management of people in situ are implemented.

**The research projects are located in the following areas:**

- Basic ecosystem research: e.g. at the site Zöbelboden, where long-term monitoring has been carried out into the forest ecosystem on calcareous bedrock;
- Applied biodiversity and conservation research: e.g. investigation into the impacts of increased forestation upon biodiversity brought about by the retreat of human activity;
- Socio-ecological research: e.g. the Reichraming project, in which a participatively-developed integrated model shows what impacts both internal and external factors have upon material flows, community structure and agriculture;

The Eisenwurzen LTER platform is part of the European long-term research network LTER-Europe. In the framework of LTER-Europe, a network is being established of 40 LTER platforms carrying out exemplary research into the natural and inhabited areas (socio-ecological regions) of Europe.

##### **Publications:**

Dearing J. A., Graumlich L.J., Grove R., Grübler A., Haberl H., Hole F., Pfister C., van der Leeuw S.E. (2007): Integrating socioenvironment interactions over centennial timescales: needs and issues. In: Costanza, R., Graumlich, L.J., Steffen, W. (eds.) Sustainability or Collapse? An Integrated History and Future of People on Earth. The MIT Press, Cambridge, MA, London, UK, 243274.

Dirnböck T., Bezák P., Dullinger S., Haberl H., Lotze-Campen H., Mirtl M., Peterseil J., Redpath S., J. Singh S. J., Travis J., Wijdeven S. (2008): Scaling issues in long-term socioecological biodiversity research: A review of European cases. Social Ecology Working Paper 100. IFF Social Ecology, Vienna

- Dirnböck T., Bezák P., Dullinger S., Haberl H., Lotze-Campen H., Mirtl M., Peterseil J., Redpath S., Singh S.J., Travis J., Wijdeven M.J. (2013): Critical Scales for Long-Term Socio-ecological Biodiversity Research. In: S.J. Singh et al. (eds.), Long Term Socio-Ecological Research, Human-Environment Interactions 2, DOI 10.1007/978-94-007-1177-8\_6, Springer, Dordrecht 2013.
- Erb K.H., Gingrich S., Krausmann F., Haberl H. (2008): Industrialization, Fossil Fuels and the Transformation of Land Use: An Integrated Analysis of Carbon Flows in Austria 18302000 *Journal of Industrial Ecology* 12(56), 686703. (doi: 10.1111/j.15309290.2008.00076.x)
- Erb K.H., Haberl H., Krausmann F. (2007): The fossil fuel-powered carbon sink. Carbon flows and Austria's energetic metabolism in a long-term perspective. In: Fischer-Kowalski, M., Haberl, H. (eds.) *Socioecological transitions and global change*. Edward Elgar, Cheltenham, 6082.
- Erb K.H., Haberl H., Krausmann F. (guest eds.) (2009): Analyzing the global human appropriation of net primary production – processes, trajectories, implications. Special section of "Ecological Economics" 69(2), 250334. (doi: 10.1016/j.ecolecon.2009.07.001)
- Erb K.H., Krausmann F., Gaube V., Gingrich S., Bondeau A., Fischer-Kowalski M., Haberl H. (2009): Analyzing the global human appropriation of net primary production – processes, trajectories, implications. An introduction *Ecological Economics* 69(2), 250259. (doi: 10.1016/j.ecolecon.2009.07.001)
- Fischer-Kowalski M., Haberl H. (2007): Conceptualizing, observing and comparing socioecological transitions. In: Fischer-Kowalski, M., Haberl, H. (eds.) *Socioecological transitions and global change*. Edward Elgar, Cheltenham, 130.
- Fischer-Kowalski M., Haberl H., Krausmann F. (2007): Conclusions: Likely and unlikely pasts, possible and impossible futures. In: Fischer-Kowalski, M., Haberl, H. (eds.) *Socioecological transitions and global change*. Edward Elgar, Cheltenham, 223255.
- Fischer-Kowalski M., Haberl H. (eds.) (2007): *Socioecological Transitions and Global Change. Trajectories of Social Metabolism and Land Use*. Edward Elgar, Cheltenham, UK and Northampton, USA.
- Gaube V., Haberl H. (2013): Using Integrated Models to Analyse Socio-ecological System Dynamics in Long-Term Socio-Ecological Research - Austrian Experiences. In: S.J. Singh et al. (eds.), Long Term Socio-Ecological Research, Human-Environment Interactions 2, DOI 10.1007/978-94-007-1177-8\_3, Springer, Dordrecht 2013.
- Gaube V., Kaiser C., Wildenberg M., Adensam H., Fleissner P., Kobler J., Lutz J., Schaumberger A., Schaumberger J., Smetschka B., Wolf A., Richter A., Haberl H. (2009): Combining agent-based and stockflow modelling approaches in a participative analysis of the integrated land system in Reichraming, Austria. *Landscape Ecology*, 24, 11491165. (doi: 10.1007/s1098000993566)
- Gingrich S., Erb K.H., Krausmann F., Gaube V., Haberl H. (2007): Long-term dynamics of terrestrial carbon stocks in Austria. A comprehensive assessment of the time period from 1830 to 2000. *Regional Environmental Change* 7(1), 3747. (doi:10.1007/s1011300700246)
- Gingrich S., Schmid M., Gradwohl M., Krausmann F. (2013): How Material and Energy Flows Change Socio-natural Arrangements: The Transformation of Agriculture in the Eisenwurzen Region, 1860-2000. In: S.J. Singh et al. (eds.), Long Term Socio-Ecological Research, Human-Environment Interactions 2, DOI 10.1007/978-94-007-1177-8\_13, Springer, Dordrecht 2013.
- Haberl H., Erb K.H., Gaube V., Gingrich S., Singh S.J. (2013): Socioeconomic Metabolism and the Human Appropriation of Net Primary Production: What Promise Do They Hold for LTSER? In: S.J. Singh et al. (eds.), Long Term Socio-Ecological Research, Human-Environment Interactions 2, DOI 10.1007/978-94-007-1177-8\_2, Springer, Dordrecht 2013.
- Haberl H., Fischer-Kowalski M., Krausmann F., Martinez-Alier J., Winiwarter V. (2010): A sociometabolic transition towards sustainability? Challenges for another Great Transformation. *Sustainable Development* (online first: doi: 10.1002/sd.410)
- Haberl H., Gaube V., Diaz-Delgado R., Krauze K., Neuner A., Peterseil J., Plutzer C., Singh S.J., Vadineanu, A. (2009): Towards an integrated model of socioeconomic biodiversity drivers, pressures and impacts. A feasibility study based on three European long-term socioecological research platforms. *Ecological Economics* 68(6), 17971812. (doi: 10.1016/j.ecolecon.2008.11.013)
- Haberl H., Krausmann F. (2007): The local base of the historical agrarian-industrial transition, and the interaction between scales. In: Fischer-Kowalski, M., Haberl, H. (eds.) *Socioecological transitions and global change*. Edward Elgar, Cheltenham, 116138.
- Krausmann F., Gingrich S., Eisenmenger N., Erb K.H., Haberl H., Fischer-Kowalski M. (2009): Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecological Economics* 68(10), 26962705. (doi: 10.1016/j.ecolecon.2009.05.007)
- Krausmann F., Haberl H. (2007): Land-use change and socioeconomic metabolism: a macro view of Austria 18302000. In: Fischer-Kowalski, M., Haberl, H. (eds.) *Socioecological transitions and global change*. Edward Elgar, Cheltenham, 3159.
- Mirtl M., Orenstein D.E., Wildenberg M., Peterseil J., Frenzel M. (2013): Development of LTSER Platforms in LTER-Europe: Challenges and Experiences in Implementing Place-Based Long-Term Socio-ecological Research in Selected Regions. In: S.J. Singh et al. (eds.), Long Term Socio-Ecological Research, Human-Environment Interactions 2, DOI 10.1007/978-94-007-1177-8\_17, Springer, Dordrecht 2013.
- Newig J., Gaube V., Berkhoff K., Kaldrack K., Kastens B., Lutz J., Schlußmeier B.K., Adensam H., Haberl H. (2008): The role of formalisation, participation and context in the success of public involvement mechanisms in resource management. *Systemic Practice and Action Research* 21(6), 423441. (doi: 10.1007/s1121300891139)
- Newig J., Haberl H., Pahl-Wostl C., Rothman D. (2008): Formalised and Non-Formalised Methods in Resource Management, Knowledge and Learning in Participatory Processes. *Systemic Practice and Action Research* 21(6), 381387. (doi: 10.1007/s112130089112x)
- Peterseil J., Neuner A., Stocker-Kiss A., Gaube V., Mirtl M. (2013): The Eisenwurzen LTSER Platform (Austria) - Implementation and Services. In: S.J. Singh et al. (eds.), Long Term Socio-Ecological Research, Human-Environment Interactions 2, DOI 10.1007/978-94-007-1177-8\_19, Springer, Dordrecht 2013.
- Singh S. J., Haberl H., Gaube V., Grünbühel C.M., Lisiecki P., Lutz J., Matthews R., Mirtl M., Vadineanu A., Wildenberg M. (2010): Conceptualising Long-Term Socioecological Research (LTSER): Integrating the Social Dimension. In: Felix Müller, Cornelia Baessler, Hendrik Schubert, Stefan Klotz (Eds.). *Long-Term Ecological Research, Between Theory and Application*. Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 377398.

### 8.1.1.2 LTER Sites associated with LTSER Platform Eisenwurzen

#### Feldbach – WegenerNet (Emerging)

**Operator:** University of Graz

**Contact:** Gottfried Kirchengast (gottfried.kirchengast@uni-graz.at)

The WegenerNet climate station network region Feldbach is a pioneering weather and climate observation experiment at very high resolution located in Eastern Styria near the city of Feldbach in Southeast Austria, a region characteristically experiencing a rich variety of weather and climate patterns. The network comprises 151 meteorological stations measuring temperature, precipitation, and other parameters, in a tightly spaced grid within an area of about 20 km x 15 km centred



near the city of Feldbach (46.93°N, 15.90°E). With its stations sited every about two square km (an area of about 300 km<sup>2</sup> in total), and each station using 5-minute time sampling, the network has provided regular measurements since January 2007. As of 2010, a complementary meteorological-hydrological network of several stations was added in the mountainous upper Styrian region of Gesaeuse National Park as a contribution to the Johnsbachtal LTER site (the “sister site” LTER\_EU\_AT\_029\_001 of this site LTER\_EU\_AT\_029\_002, both affiliated with the Eisenwurzen LTSEr Platform). As part of the Johnsbachtal site, the WegenerNet operates seven mountain-proof stations within a region-scale of about 10 km, ranging from valley altitudes below 1000 m to mountain tops higher than 2000 m. The WegenerNet at both sites together provides strong value for both alpine foreland and mountain region studies.

#### **Publications:**

Kabas T., Leuprecht A., Bichler C., and Kirchengast G. (2011): WegenerNet climate station network region Feldbach, Austria: network structure, processing system, and example results. *Adv. Sci. Res.*, 6, 49-54, doi:10.5194/asr-6-49-2011.

Kirchengast G., Kabas T., Leuprecht A., Bichler C. and Truhetz H. (2014): WegenerNet: A pioneering high-resolution network for monitoring weather and climate. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 95, 227–242, doi:10.1175/BAMS-D-11-00161.1

### **Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (Regular)**

**Operator:** HBLFA Raumberg-Gumpenstein (AREC)

**Contact:** Renate Mayer (renate.mayer@raumberg-gumpenstein.at);  
Andreas Bohner (andreas.bohner@raumberg-gumpenstein.at);  
Claudia Plank (claudia.plank@raumberg-gumpenstein.at)

The Agricultural Research and Education Centre Raumberg-Gumpenstein (AREC) is centrally situated in Austria, in the Styrian Enns Valley. It is the largest institution of the Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management and the driving force for sustainable economic development in the region. With more than 310 employees, AREC comprises four institutes: the Institute of Livestock Research, the Institute of Plant Production and Cultural Landscape, the Institute of Animal Husbandry and Animal Health, the Institute of Organic Farming and Farm Animal Biodiversity, and a Technical Agrarian College with about 430 students.

Several test sites are situated in the LTSEr Eisenwurzen region. AREC generates data from representative grassland sites in Austria (LTSEr Region Eisenwurzen) concerning biodiversity with a focus on landscape management, carbon stocks in grassland ecosystems, the impact of land use change in grassland ecosystems on plant species richness, above-ground biomass production, root-shoot ratios and nutrient retention in different grassland ecosystems. We collect new data from representative grassland sites in Austria concerning plant species richness at different intensities of management (abandoned grassland, extensively to intensively used grassland) and under different environmental conditions (soil-water regime, soil chemical properties) and altitudes (from the montane to the alpine belt). The Agricultural Research and Education Centre is specialized in research activities concerning multifunctional farm systems, complex landscape analysis in view of sustainable and efficient usage of natural potentials.

AREC offers high expertise in dissemination of know-how not only for scientists, but also for farmers, practitioners, decision makers, stakeholders and the local population. Workshops, special trainings and both national and international conferences are organized regularly by the Research and Education Centre, involving several hundred participants each year. The researchers are involved in many national and international projects and responsible for the dissemination of research activities (several scientific publications every year).

Andreas Bohner is Head of the Department of Environmental Ecology, and works primarily in the field of biodiversity and land management, grassland ecology, grassland soils, phytosociology, soil-plant relationships, indicator values of grassland species, plant species richness and nature conservation. He participates in various national and international research projects and networks dealing with biodiversity, e.g. the Austrian Soil Science Society, the International Union of Soil Sciences, the Austrian Society of Root Research, and the International Society of Root Research, and acts as a scientific consultant at regional, national and international level).

#### **Publications:**

Balas J., Gantar E.-M., Bohner A., Mayer R. (2012): *Vaccinium myrtillus* zur nachhaltigen Nutzung und Förderung der regionalen Wertschöpfung I: Evaluierung autochthoner Habitats und ihrer Begleitvegetation

Bohner A., Unterweger P., Rohrer V., Gantar E.-M., Sobotik M., Kappert R. (2013): Autochthonous *Vaccinium myrtillus* for Autochthonous Rural Value Creation? II: European Blueberry's Soil Ecology and Root Systems.

Bohner A., (2008): Relationship between vascular plant species richness and soil chemical properties of alpine meadows and pastures. *Grassland Science in Europe*, Vol. 13, Uppsala, Sweden, 8183.

Bohner A., Gantar E.-M., Kappert R., Sobotik M., Unterweger P. (2012): *Vaccinium myrtillus* zur nachhaltigen Nutzung und Förderung der regionalen Wertschöpfung II: Biochemische Analysen, Bodenökologie und Wurzelsystemanalysen von autochthonen Habitats. 67. ALVA-Jahrestagung vom 4.–5. Juni 2012 in Wien im LFZ für Gartenbau.

Bohner A., Habeler H., Starlinger F., Suanjak M., (2010): Avalanches keep habitats open and speciesrich in the montane and subalpine belt. *eco.mont – Volume 2*, Number 1, 5761.

- Bohner A., Winter S., Kraml B. and Holzner W. (2013): Destructive and constructive effects of mudflows – primary succession and success of pasture regeneration in the Nature Park Sölktaier (Styria, Austria). In: 5th Symposium for Research in Protected Areas. 10 to 12 June 2013, Mittersill. Conference Volume, 71–74.
- Bohner A., Staringer F. (2011): Effects of abandonment of montane grassland on plant species composition and species richness – a case study in Austria. In: Grassland Science in Europe, Vol. 16, pp 604-606
- Heinrich S., Krutzer B., Graiss W., Partl C., Van der Pijll-Hermans W., Moser R., Halland H., Naumann U., Uhlig C., Wagner J., Jungmeier M., Wetsels V., Van Laarhoven D., Peratoner G., Guitton M., Šimonovičová J., Sieghartsleitner K. (2011): European good practice report
- Hernld M. (2011): Einfluss von Schneeakkumulation und –schmelze auf die Grundwasserneubildung am Gebirgsstandort Stoderzinken
- Hernld M. (2011): Quantität, Qualität und Dynamik der Grundwasserneubildung am Almstandort Stoderzinken, aus: Projekt Nr. 100810 DAFNE, BMLFUW, Akronym DYnStoder;
- Hernld M. (2011): Umsetzung und Weiterentwicklung eines technischen Versuchskonzeptes zur Quantifizierung des Einflusses der Erderwärmung auf Grünland; Monitoring Lysimeterstation Gumpenstein
- Hernld M., Schink M., Kandolf M., Bohner A., Buchgraber K. (2013): Nährstoffauswaschung im Grünland in Abhängigkeit vom Wirtschaftsdüngungs- und Nutzungssystem. 15. Gumpensteiner Lysimetertagung 2013 – Lysimeterforschung als Bestandteil der Entscheidungsfindung, Irnding, 25-30, ISBN: 978-3-902559-90-6
- Hochegger K., Mayer R., Plank C., Bohner A., Schaumberger J. (2013): Utilization History of Alkaline Fens in the Natura 2000 Area Ödensee Salzkammergut New Strategies for Future Management. 5th Symposium for Research in Protected Areas, 10-12 June 2013, Mittersill, 299–306
- Krautzer B., Pötsch E.M. (2009): The use of seminatural grassland as donor sites for the restoration of high nature value areas. Proceedings of the 15th European Grassland Federation Symposium Brno, Czech Republik, 79 September 2009.
- Cagas B., Radek M., Nedelnik J. (editors): Alternative Functions of Grassland, Grassland Science in Europe Vol. 14, 478492.
- Mayer R., Plank C., Plank B (2012): BE-Natur Transnational Management of Natura 2000 sites, in: Open Access book project: “Protected Area Management” Protected Area Management, Book edited by: Dr.sc. Barbara Sladonja, Institute of Agriculture and Tourism Poreč, Croatia
- Prevosto B., Kuiters L., BernhardtRömermann M., Dölle M., Schmidt W., Hoffmann M., Uytvanck J., Bohner A., Kreiner D., Stadler J., Klotz S, Brandl R. (2011): Impacts of Land Abandonment on Vegetation: Successional Pathways in European Habitats. In: Folia Geobot 46, 303-325. DOI 10.1007/s12224-010-9096-z. published online. Springer Link.
- Weissensteiner C., Bohner A., Friedel J. (2013): Phosphor in österreichischen Grünlandböden. 68. ALVA-Tagung, LFZ für Wein- und Obstbau, 2013, 69–71

## Hochschwab GLORIA (Extensive)

**Operator:** Österr. Akademie der Wissenschaften/Institut für Interdisziplinäre Gebirgsforschung & BOKU/Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit

**Contact:** Harald Pauli (harald.pauli@oeaw.ac.at)

The methods employed by GLORIA in its “Multi-Summit Approach” (PAULI et al. 2004; [www.gloria.ac.at/?a=20](http://www.gloria.ac.at/?a=20)), have received their first thorough test on the Hochschwab massif (2,277 m, Styria, Austria). In this sense, Hochschwab is a core site of the International GLORIA network, which as of 2014 has grown to include more than 120 sites around the globe. The monitoring settings on Hochschwab, established in 2001, include 64 1x1m permanent plots, 16 soil temperature loggers measuring at hourly intervals and 32 larger summit area sections, mainly placed in alpine grassland, screes and snowbeds, installed on four summits; these were arranged from the Krummholz belt up to the highest peaks, between 1900 and 2255m. The first resurvey in 2008, as a parallel measure at 17 GLORIA sites in Europe, brought signals of climate warming-related changes in plant species composition and structure (Gottfried et al. 2012; Pauli et al. 2012). Diversity of soil nematodes were studied at the GLORIA summit areas (Hoschitz & Kaufmann 2004) and the region was part of an assessment of useful plants of the alpine life zone (Lamprecht 2012).

### Publications:

- Dullinger S., I. Kleinbauer, H. Pauli, M. Gottfried, R. Brooker, L. Nagy, J.P. Theurillat, J. I. Holten, O. Abdaladze, J.L. Benito, J.L. Borel, G. Coldea, D. Ghosh, R. Kanka, A. Merzouki, C. Klettner, P. Moiseev, U. Molau, K. Reiter, G. Rossi, A. Stanisci, M. Tomaselli, P. Unterlugauer, P. Vittoz, G. Grabherr (2007): Weak and variable relationships between environmental severity and small-scale co-occurrence in alpine plant communities. *Journal of Ecology* 2007 95, 1284–1295. DOI: 10.1111/j.1365-2745.2007.01288.x
- Gottfried M., Pauli H., Futschik A., Akhalkatsi M., Barancok P., Benito Alonso J. L., Coldea G., Dick J., Erschbamer B., Fernández Calzado M. R., Kazakis G., Krajci J., Larsson P., Mallaun M., Michelsen O., Moiseev D., Moiseev P., Molau U., Merzouki A., Nagy L., Nakhutsrishvili G., Pedersen B., Pelino G., Puscas M., Rossi G., Stanisci A., Theurillat J.-P., Thomaselli M., Villar L., Vittoz P., Vogiatzakis I., Grabherr G. (2012): Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. *Nature Climate Change*, Vol. 2, pp. 111–115.
- Hoschitz M. & Kaufmann R. (2004): Soil nematode communities of Alpine summits-site differentiation and microclimatic influences. *Pedobiologia*, 48, 313–320.
- Lamprecht A. (2012): Ethnobotanische Aspekte der Hochgebirgsflora der Ostalpen: Dokumentation der für Menschen nutzbaren Gefäßpflanzen in den GLORIA-Untersuchungsgebieten Hochschwab, Schrankogel und Latemar. Diplomarbeit, Univ. Wien.
- Pauli H., Gottfried M., Dullinger S., Abdaladze O., Akhalkatsi M., Alonso J. L. B., Coldea G., Dick J., Erschbamer B., Fernandez Calzado R., Goshn D., Holten J. I., Kanka R., Kazakis G., Kollár J., Larsson P., Moiseev P., Moiseev D., Molau U., Molero Mesa J., Nagy L., Pelino G., Puscas M., Rossi G., Stanisci A., Syverhuset A. O., Theurillat J.-P., Thomaselli M., Unterlugauer P., Villar L., Vittoz P., Grabherr G. (2012): Recent Plant Diversity Changes on Europe’s Mountain Summits. *Science*, Vol. 336, pp. 353–355.

## Johnsbach Valley (Regular)

**Operator:** University of Graz

**Contact:** Oliver Sass (oliver.sass@uni-graz.at)

The Johnsbach river basin is a comparatively small, high alpine river head-watershed situated in the Ennstal Alps (Styria) and covering an area of approximately 65 km<sup>2</sup>. The Johnsbach valley is an area of high diversity in a variety of aspects: geological framework, relief energy, morphological and hydrological dynamics, or gradients in meteorological variables. Similarly, the economic interests are also varied: forest management, alpine pasture farming, water resource economics, and tourism (mountaineering, recreation, winter skiing and dog sledding). The northern part belongs to the Gesäuse National Park. The landscape is dominated by high alpine rock formations, forests and meadows with highest elevations found at the summit of Hochtor (2369 m). The main concerns of current activities are hydroclimatological measurements, geomorphology and sediment budgets, long-term monitoring, education and training, sustainable tourism and management. A network of hydroclimatological stations has been installed at nine locations ranging from 600 to 2,191 m and instrumented with temperature, precipitation, wind speed and direction, humidity, radiation and snow water equivalent sensors. The meteorological stations are supplemented by three river discharge gauges; a runoff and bedload measurement station is currently (Feb. 2014) under construction at the catchment outlet.

### Publications:

Strasser U., Marke T., Sass O., Birk S., Winkler G. (2013): John's creek valley: a mountainous catchment for long-term interdisciplinary human-environment system research in Upper Styria (Austria) *Environmental Earth Sciences*, Volume 69, Issue 2, pp. 695–705

## Nationalpark Gesäuse (Regular)

**Operator:** Gesäuse National Park GmbH

**Contact:** Daniel Kreiner (daniel.kreiner@nationalpark.co.at)

The National Park was founded in 2002 and one year later internationally accredited as IUCN protected area, category II (National Park). Big parts are also part of the Natura 2000 network (FFH directive of the EU). NP Gesäuse is the third biggest Austrian National Park, located in the province of Styria (Northern Limestone Alps) at elevations ranging from 490 to 2370 m.a.s.l. A high natural dynamic is typical for its ecosystems. Since its founding, applied research within a broad range of disciplines has taken place at the Gesäuse National park. A focus of the work comprises the investigation of abiotic and biotic factors of life for example in the areas of geology, karst, soil studies, climate and hydrology. Investigations of individual species (population level) and groups of species of flora and fauna are also carried out together with those into the different habitats. The conservation of habitats and species is a core responsibility of the national park: comprehensive biotope mapping is carried out in order, for example, to obtain findings about spring habitats, the gravel fans along the Enns river and its tributaries, alluvial forest areas, ravine forests and alpine meadows. Habitat analyses serve to increase our knowledge of the way in which different species live and of their environmental requirements. The aim of research in the national park is, apart from multiplying knowledge, to obtain the necessary understanding to enable the best possible management of the conservation area and thus to ensure the preservation of biodiversity there. Further research activities take place at the interface to social sciences in the thematic areas of regional history, sustainable tourism (visitors management) and marketing. In cooperation with Austrian and international universities and other research institutions, scientific research projects are carried out, and the production of theses and dissertations supported and guided. The spectrum of applied methods is almost as broad as the range of disciplines involved: it comprises not only standardized investigative methods but also, for example, the use of modern techniques for processing geodata together with methods to obtain new insights that have been specially adapted to the needs of the national park.

### Publications:

Achtziger R., Holzinger W. E., Nickel H. & Niedringhaus R. (2011): Zikaden (Insecta: Auchenorrhyncha) als Indikatoren für die Biodiversität und zur naturschutzfachlichen Bewertung. *Insecta*

Bohner A., Habeler H., Starlinger J. & M. Suanjak (2010): Artenreiche montane Rasengesellschaften auf Lawenbahnen des Nationalparks Gesäuse (Österreich). In: *Tuexenia* 2 (S. 97–120). Göttingen 2009"

Frieß, T. & J. Brandner (2011): Wanzen (Heteroptera). – In: GEO-Tag der Artenvielfalt Nationalparks Austria 2010. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich.

Gerecke R., Haseke H., Maringer A. (Red. (2012): Quellen. Schriften des Nationalparks Gesäuse. Band 7. 978-3-901990-06-9 Weng, 391 S.

Getzner M., Jungmeier M., Pflieger B. (2012): Evaluating Management Effectiveness of National Parks as a Contribution to Good Governance and Social Learning. In: Sladonja, B. (ed.), *Protected Area Management*. InTech, Rijeka, 129-148 (ISBN 978-953-51-0697-5)

Haller R., Hauenstein P., Anderwald P., Bauch K., Jurgeit F., Aichhorn K., Kreiner D., Hübinger T., Lotz A. & H. Franz (2014): Beyond the inventory – Change detection at the landscape level using aerial photographs in four protected areas in the alps. – In: Bauch K. (Ed.) 2014: 5th Symposium for Research in Protected Areas, 10 to 12 June 2013, Mittersill, Hohe Tauern National Park Region; Austria. Conference Volume, Part I/2. pp. 257–264. Salzburger Nationalparkfonds, Mittersill. ISBN: 978-3-200-03107-4

Hasitschka J., Hübinger T., Kreiner D. (2014): Gesäuse - Landschaft im Wandel. ISBN: 978-3-901990-10-6 Weng, 220 S.

Jantscher E. & Ch. Komposch (2011): *Xysticus carinthiacus* sp. n., a new thomisid from the Eastern Alps (Carinthia, Austria) and the redefinition of the *nigromaculatus* group (Araneae, Thomisidae). – *Revue suisse Zool.*

- Komposch C., Frieß T., Kreiner D. (2014): Natural Hazards – Hazards for nature? Avalanches as a promotor of biodiversity. A case study on the invertebrate fauna in the Gesäuse National Park (Styria, Austria). – In: Bauch K. (Ed.) 2014: 5<sup>th</sup> Symposium for Research in Protected Areas, 10 to 12 June 2013, Mittersill, Hohe Tauern National Park Region; Austria. Conference Volume, Part 1/2. pp. 389–398. Salzburger Nationalparkfonds, Mittersill. ISBN: 978-3-200-03107-4
- Kreiner D. & Klauber J. (2011): Vielfalt Lawine. Das Kalktal bei Hieflau. – Schriften des Nationalparks Gesäuse, Bd. 6. ISBN: 978-3-901990-05-2, Weng i. Gesäuse, 208 S.
- Kreiner D., Maringer A. (2012): Alpine Räume - Zwischen Buchstein und Bruckstein. Nationalpark Gesäuse GmbH. Schriften des Nationalparks Gesäuse, Band 8. 978-3-901990-07-6 Weng im Gesäuse, 171 S.
- Kreiner D., Maringer A. (2012): Erste Dekade - 10 Jahre Forschung im Nationalpark Gesäuse. Schriften des Nationalparks Gesäuse. Band 9. 978-3-901990-08-3 Weng im Gesäuse, 192 S.
- Kreiner D., Maringer A. (2013): Enns und Moor. Schriften des Nationalparks Gesäuse. Band 10. Im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH. 978-3-901990-09-0 Weng im Gesäuse, 191 S.
- Kreiner D., Maringer A., Zechner L. (2012): ECONNECT – Improving Connectivity in the Alps, Implementation in the pilot region Northern Limestone Alps. In: eco.mont - Volume 4, Number 1, June 2012.
- Maringer A. (2014): SOKO HAINDLKAR. Steil ermittelt... Schriften des Nationalparks Gesäuse. Band 11. ISBN: 978-3-901990-11-3 Weng im Gesäuse, 160 S.
- Maringer A., Kreiner D. (2012): Forschungskonzept 2013-2023. In: Kreiner D., Maringer A. (Red.). Schriften des Nationalparks Gesäuse. Band 9. ISBN: 978-3-901990-08-3 Weng im Gesäuse, 184–188 S.
- Mauerhofer V. (2010): Zusammenfassung der tabellarischen Analyse „Rechtsinstrumente für ein alpenweites ökologisches Netzwerk“ (ECONNECT Projekt)
- Mayer et al. (2012): BE-NATUR: Transnational Management of Natura 2000 Sites. Use case 7. LIFE project: Conservation strategies for woodlands and rivers in the Gesäuse National Park.
- Sterl P., Eder R. & A. Arnberger (2010): Exploring factors influencing the attitude of ski tourists towards the ski touring management measures of the Gesäuse National Park. In: eco.mont – Volume 2, Number 1, June 2010.
- Sterl P., Kreiner D. (2010): Gesäuse National Park – a rugged wilderness. In: eco.mont – Volume 2, Number 1, June 2010. A case in point.
- Prevosto, B., Kuiters, L., BernhardtRömermann, M., Dölle, M., Schmidt, W., Hoffmann, M., Uytvanck, J., Bohner, A., Kreiner, D., Stadler, J., Klotz, S., Brandl, R. (2011): Impacts of Land Abandonment on Vegetation: Successional Pathways in European Habitats. In: Folia Geobot 46, 303-325. DOI 10.1007/s12224-010-9096-z. published online. Springer Link.

## Nationalpark Kalkalpen (Extensive)

**Operator:** Nationalpark Oberösterreichische Kalkalpen GmbH

**Contact:** Hartmann Pölz (hartmann.poelz@kalkalpen.at)

The Kalkalpen National Park is situated in the province of Upper Austria. It covers a representative variation of environmental conditions of the montane forest belt on limestone bedrock of the European Alps. Annual air temperature is approx. 7 – 10 °C and annual rainfall ranges between 1,500 and 2,000 mm. Snowfall occurs between October and May with an average duration of snow cover of about four months. The Kalkalpen National Park is one of Austria's largest distinct forest area, which has not yet been dissected by public transportation routes and human habitation. Mixed spruce-fir-beech forests, subalpine spruce forests, pastures and alpine habitats characterise this Karst area. The international importance of the Kalkalpen National Park is highly significant. A total of 22 habitat types, including eight that are priority, have been nominated for this Natura 2000 area. A total of 927 plant species (vascular plants), many endemics, have been documented which represent about one third of all plant species that exist in Austria.

The national park operates a dense monitoring network of permanent soil and vegetation plots. A meteorological network was established in the early 90ties. Inventories of fauna, flora and habitats as well as various thematic maps exist. The LTER site Zöbelboden is situated in the area of the national park. It is embedded in the park-wide monitoring scheme.

## Pürgschachen Moor (Emerging)

**Operator:** Geoecology, Department of Geography and Regional Research, University of Vienna

**Contact:** Stephan Glatzel (stephan.glatzel@univie.ac.at), Simon Drollinger (simon.drollinger@univie.ac.at)

The Pürgschachen Moor is located on the bottom of the Styrian Enns valley, about 1.5 km southwest of the village of Ardnig in the district of Liezen, at an altitude of 632 m a.s.l. It is a pine peat bog with a present extent of about 62 ha. and is thus the biggest (extensively) intact valley peat bog in Austria, with a closed peat moss cover and a good example of the formerly widely distributed peatlands of inner-alpine valleys. The peat bog site is the property of the Benedictine Admont monastery and is leased to the Moorschutzverein Pürgschachen for an indefinite period of time. An EU LIFE project was conducted there between 1995 and 1998. Since 1991, the peat bog has been part of the international and intergovernmental treaty of the Ramsar Convention, constituting a convention on wetlands for the conservation and appropriate use of wetlands and their resources. As a part of the Natura 2000 network of nature protection areas, the site is protected as a European nature reserve and is mentioned as an Important Bird Area.

The genesis of such valley floor bogs is linked to the incurrence of postglacial lakes on impermeable loamy clay. The open water surfaces silt up due to the sedimentation of dead plant material. Therefore, peat bogs with a peat depth of up to 6 metres could evolve from these terrestrialisation mires in the course of time. The mean average temperature of Admont is 6.6°C, and annual precipitation is 1400 mm (1971-2000). The typical vegetation of the peat bog consists of three

associations of plants, *Pino mugo-Sphagnetum magellanici* (pine peat bog association), *Sphagnetum magellanici* (coloured bog moss association), and *Caricetum limosae* (bog sedge association), depending on the prevailing hydrological (local) site conditions. The peat material of the peat bog can be separated into three different peat layers: Muddy-peaty deposits, *Carex*-rich *Sphagnum-Eriophorum* peat, and *Ericaceous-poor Sphagnum-Eriophorum* peat.

The focus of our research at the study area of Pürgschachen Moor is the investigation of carbon fluxes and a full carbon balance measured by eddy covariance technique. Based on the sampling of undisturbed peat cores, potential gas releases measured in the laboratory can be compared with the data measured in field. The examination of peat properties, water table measurements, vegetation surveys, and climate data are further important variables. The Pürgschachen Moor is the first peat bog in the alpine region to be investigated in detail regarding its carbon budget and is intended to provide extensive information for the assessment and differentiation of alpine peat bogs.

#### **Publications:**

Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2000): Managementplan Natura 2000: ESG 6 – Pürgschachen-Moos und ennsnahe Bereiche zwischen Selzthal und dem Gesäuseeingang. LUIS NATURA 2000-Steiermark.

Birker, R. (1979): Zur Ökologie und Torfstratigraphie des Pürgschachen-Mooses. – Diss., Karl-Franzens-Univ. Graz.

Bragg, O., Moldaschl, K., Reiter, K., Steiner, G.M. (1993): Expertise zum Schutz und Management des Pürgschachenmooses und seiner näheren Umgebung im steirischen Ennstal, Gemeinde Ardnig, Bezirk Liezen. Im Auftrag des BMUJF und des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung.

Franz, H. & Klimesch, J. (1946): Das Pürgschachenmoor im steirischen Ennstal. *Natur und Landschaft* 5/6: 128–137.

Ginzler, C. (1996): Die Anwendung der Grundwasserkuppel Theorie auf das Pürgschachenmoos. Eine hydrologische Grundlage für zukünftige Managementmaßnahmen. Diplomarbeit, Universität Wien.

Hochleitner, P. (1998): Geochemische Untersuchungen aus dem Hochmoor, Teilergebnisse. LIFE-Vertrag Nr. B4-3200/95/848. Im Auftrag der Steiermärkischen Landesregierung und Institut für Naturschutz.

Jungmeier, M. & Werner, K. (2004): Moore in Österreich unter dem Schutz der Ramsar-Konvention. Umweltbundesamt Wien.

Kreiner, D., Maringer, A. [Red.] (2013): Enns und Moor. Schriften des Nationalparks Gesäuse, Bd. 10, Wenig im Gesäuse.

Lederbogen, D. (2007): Auswertung und naturschutzfachliche Bewertung von Wasserständen im Pürgschachenmoor. Im Auftrag des Moorschutzvereins Pürgschachen. Unveröffentlichter Bericht.

Matz, H. (2011): Die Vegetationsentwicklung im Pürgschachenmoos bei Ardnig (Steiermark) nach Umsetzung des LIFE Natur Projektes 95. In: *Mitt. D. naturwiss. Vereines f. Steiermark* Bd. 141: 63–80.

Moorschutzverein Pürgschachen (2013): Baufertigstellungsbericht EU-LIFE-Projekt „Schutz von Lebensräumen und bedrohten Arten im mittleren Ennstal-Projektteil Pürgschachen Moor“. Im Auftrag des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung. Ardnig, Turk, R. (2006): Information Sheet on Ramsar Wetlands (RIS): Pürgschachen Moor. URL: [http://sites.wetlands.org/reports/ris/3AT006EN\\_RIS\\_2006.pdf](http://sites.wetlands.org/reports/ris/3AT006EN_RIS_2006.pdf) (12.11.2014)

Zailer, V. (1910): Die Entstehungsgeschichte der Moore im Flussgebiete der Enns. *Zeitschrift für Moorkultur und Torfverwertung* 8: 1–83.

### **Rottenhaus/Grabenegg (Extensive)**

**Operator:** Austrian Agency for Health and Food Safety – AGES, Spargelfeldstraße 191, 1220 Vienna, Austria;

**Contact:** Heide Spiegel ([adelheid.spiegel@ages.at](mailto:adelheid.spiegel@ages.at)), Johannes Hösch ([johannes.hoesch@ages.at](mailto:johannes.hoesch@ages.at))

The Grabenegg Field Station, Lower Austria, is an agricultural research site of the Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES). It is representative of productive soils managed as arable land. This site is located in the Alpenvorland and the soil described as Gleyic Cambisol (WRB). Cultivated crops and research topics are similar to the site Fuchsenbigl.

#### **The following long-term field experiments are still conducted:**

- Long term mineral K-fertilisation (since 1954)
- Removal/return of crop residues, P-fertilisation (since 1986)

Soil data, e.g. pH, Corg, Nt, plant available nutrients (P, K), texture, potential N mineralisation, are collected at irregular intervals, crop data each year.

### **WasserCluster Lunz (Master)**

**Operator:** WasserCluster Lunz – Biologische Station GmbH

**Contact:** Thomas Hein, Martin Kainz, Hannes Hager ([office@wcl.ac.at](mailto:office@wcl.ac.at))

The Lunzer See/Seebach (Lower Austria) LTER site is operated by the WasserCluster Lunz – Biologische Station GmbH and serves as a long-term research and monitoring area. The site aims to achieve a better understanding of ecosystem causal relationships and of the interactions between fundamental processes in aquatic ecosystems. The WasserCluster Lunz is an inter-university center for research into aquatic ecosystems and water-related research issues, founded by the University of Vienna, the Vienna University of Natural Resources and Life Sciences, and the Danube University in Krems. The WasserCluster Lunz is funded by the Federal counties of Lower Austria and Vienna and by the Federal Ministry of Science and Research. The long-term research program initiated by WasserCluster Lunz, ExtremAqua, investigates in detail

the consequences of extreme weather events and climatic changes, e.g. on the nutritional flows in waters, the carbon dioxide cycle and its release into the atmosphere as well as effects on biodiversity within the aquatic environments.

Long-term research is in this situation the only option to attain a comprehensive understanding of the likely changes underway in these relationships and processes. At national level, the ExtremAqua research program and the WasserCluster Lunz are spatially and institutionally embedded within the Eisenwurzen research platform. This is one of the two centers for long-term socio-ecological research in Austria, the other being the “High Alps” in the Tyrolean Alps. Numerous institutions that are engaged with basic research, ecosystem research and monitoring and socioeconomic research currently belong to the Eisenwurzen platform. In the international context, Lunzer See is the first lake in Austria to become a member site within the Global Lake Ecological Observatory Network (GLEON; <http://www.gleon.org>). This membership marks the beginning of joint measurement programs together with international partners and thus creates the basis for continual carbon measurement in lakes. An aim is to strengthen the role of the WasserCluster Lunz as initiator of carbon measurement in lakes through international cooperation. Existing research cooperation with universities and non-university research institutions provides an important basis for this. In terms of measurement technology, the Lunzer See/Seebach site is a highly equipped landscape ecology catchment area and represents a typical as well as very natural site within the Northern Limestone Alps. Online measurements of carbon dioxide, oxygen and methane in Seebach, in Lunzer See and in the atmosphere enable high temporal resolution analysis of the exchange processes. The weather records at the Biological Station climate monitoring station extend back to 1898 and complete records are available from 1926 onwards.

#### Publications:

- Boehm, M., Schultz, S., Koussoroplis, A.-M., Kainz, M. J. (2014): Fatty acid map in the world's most consumed freshwater fish – tissue-specific lipid response to different diets in common carp (*Cyprinus carpio* L.). PLoS ONE, early view.
- Heissenberger, M., Watzke, J., and Kainz, M. J. (2010): Effect of nutrition on fatty acid profiles of riverine, lacustrine and aquaculture-raised salmonids of pre-alpine habitats. *Hydrobiologia* 650: 243–254.
- Koussoroplis, A.-M., Nussbaumer, J., Arts, M. T., Guschina, I., Kainz, M. J. (2014): Famine and feast in copepods: effects of temperature and diet on fatty acid dynamics of a freshwater calanoid copepod. *Limnol. Oceanogr.*, 59, 947–958.
- Koussoroplis, A.-M., Kainz, M. J., Striebel, M. (2013): Fatty acid retention under temporally heterogeneous dietary supply in a cladoceran. *Oikos* 122: 1017-1026. DOI: 10.1111/j.1600-0706.2012.20759.x
- Murray D. S., Hager, H. H., Tocher, D. R., Kainz, M. J. (2014): Docosahexaenoic acid in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) - the importance of dietary supply and fish physiology. *Comp. Physiol. Biochem.*, in press.
- Murray, D. S., Hager, H. H., Tocher, D. R., Kainz, M. J. (2014): Effect of partial replacement of dietary fish meal and oil by pumpkin kernel cake and rapeseed oil on fatty acid composition and metabolism in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Aquaculture*, 431: 85–91.
- Schultz, S., Koussoroplis, A.-M., Changizi-Magrhoor, Z., Watzke, J., Kainz, M. J. (2014): Short-term feeding strongly increases polyunsaturated fatty acid concentrations in farm-raised common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquacult. Res.* Early view. doi:10.1111/are.12373
- Schultz, S., Vallant, B., Kainz, M. J. (2012): Preferential feeding on high quality diets decreases methyl mercury in farm-raised common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture* 338-341: 105-110. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.01.006>

## Wildnisgebiet Dürrenstein (Regular)

**Operator:** Conservation Area Administration, Dürrenstein Wilderness Area

**Contact:** Christoph Leditznig ([christoph.leditznig@wildnisgebiet.at](mailto:christoph.leditznig@wildnisgebiet.at))

The “Wilderness Dürrenstein” is an IUCN category 1a and 1b area of currently 3,500 ha in southwestern Lower Austria on the border to Styria, surrounding the summit of the Dürrenstein (1,878m). In geological terms, Dachstein limestone and dolomite predominate. Mean annual temperature is 3.9 °C, with annual precipitation of up to 2,300mm. Accordingly, the site is a relatively cool, rainy and sub-Atlantic climate. Forests within the area comprise typical vegetation for the Northern Limestone Alps. The greater part comprises beech, fir and spruce, with the ancient woodland of Rothwald within the Dürrenstein Wilderness Area being the most important ancient spruce, fir and beech woodland in the entire alpine range. Deciduous and ravine forests are found on very humid and steep slopes and consist of hardwoods such as sycamore, ash and wych elm. Natural spruce forests within the region are very small in scale e.g. on scree and in a narrow band along the upper forest limit on rocky sites. Mountain pines continue the woody vegetation in the so-called “Krummholz” zone across the included forest area. Within the forest belt, cliffs and scree are naturally unwooded. In terms of fauna, practically the entire spectrum of eastern alpine species are represented here, and together with individual brown bears and occasional lynx, typical species such as red deer, chamois and mountain hares should be mentioned. Other typical species are mountain newts, alpine salamander, adders, the white-backed woodpecker that is rarely found in Austria and above all, the very abundant dead-wood fauna.

#### Tasks and goals:

- Securing the first Category 1 Wilderness Area according to IUCN criteria in Austria. In concrete terms, this means that all human interventions in the Wilderness Area are to be reduced to a minimum. Interventions aimed at securing and improving the natural area must be implemented with clear spatial and temporal limits. This also affects the public right of access.

- Sustained protection of the natural biotic communities that are present and the undisturbed development of montane forests. Accordingly, not only is a specific status quo to be preserved but rather the development of natural processes should be guaranteed free from human intervention as far as possible.
- Preservation and greatest possible improvement to the maintained state of the area through the implementation of management plans (incl. visitor management).
- Development of an appropriate control system with scientific monitoring.
- Expert assistance and information for visitors (education and public relations).

#### Publications:

Schickmann, S., Kräutler, K., Urban, A., NoppMayr, U., Hackländer, K. (2009): Small mammals as vectors for mycorrhizal fungi in Central European mountain forests., *Mammalian Biology*, 74 (Spec. issue), 2122; ISSN 16165047 [83<sup>rd</sup> Annual Meeting of the German Society of Mammalogy, Dresden, GERMANY, SEP 1317, 2009]

Schindlbacher, A.; ZechmeisterBoltenstern, S. & Jandl, R. (2009): Carbon losses due to soil warming: Do autotrophic and heterotrophic soil respiration respond equally? *Global Change Biology*, 2009, 15, 901–913.

Schindlbacher, A.; ZechmeisterBoltenstern, S.; Glatzel, G. & Jandl, R. (2007): Winter soil respiration from an Austrian mountain forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2007, 146, 205215.

## Zöbelboden (Master)

**Operator:** Environment Agency Austria (EAA)

**Contact:** Thomas Dirnböck (thomas.dirnboeck@umweltbundesamt.at),  
Johannes Kobler (johannes.kobler@umweltbundesamt.at), Ika Djukic (ika.djukic@umweltbundesamt.at)

The long-term monitoring and research area of Zöbelboden in the Upper Austria Kalkalpen national park is a part of the Integrated Monitoring Program of the United Nations, in the framework of the “Convention on long-range transboundary air pollution”. In a Europe-wide network, ecosystems are investigated using state-of-the-art measurement instruments and standardized methods in order to document the current status, pollution situation and material flows and their alteration. In the course of this, material inputs (pollutants and nutrients) are measured in air and precipitation, the impacts and behaviour of these materials in the ecosystem comprehensively assessed and the outputs surveyed in surface water and groundwater. Integrated monitoring enables recognition of causal relationships in ecosystems in circumstances of changing pressures (pollutants, climate change). This provides the basis for predictions and the resulting need for action on environmental strategy. Monitoring is carried out in cooperation with the Upper Austria Kalkalpen national park and the Austrian Forestry Service Research cooperation with university and non-university institutions are an important aspect.

In total, more than 100 monitoring and research projects have been and are being carried out at Zöbelboden. LTER Zöbelboden is a European ecological research site in the EU infrastructure project EXPEER and cooperates in diverse projects in the research framework program of the EU. Achieving increased use of infrastructure and long-term data, both at national and international level, is a major goal.

Fields of activity to date have focused strongly on the impact of airborne pollutants on forest ecosystems.

The current on-going and future research fields comprise three themes that address contemporary environmental problems:

- (1) effects on ecosystems, including biodiversity, of too high levels of nitrogen in the atmosphere,
- (2) carbon sink function of forests affected by disturbance impact, and
- (3) Material flows in karstic catchment areas.

Zöbelboden is the best-equipped and investigated forested karst catchment area in Austria. The forest ecosystem represents important sites within the Northern Limestone Alps. Long-term research into karst systems are very rare and should comprise a significant contribution by Austria to international research, since these areas are both ecologically sensitive and extremely important for drinking water supply.

#### Publications:

Bringmark, L., Lundin, L., Augustaitis, A., Beudert, B., Dieffenbach-Fries, H., Dirnböck, T., Grabner, M.-T., Hutchins, M., Kram, P., Lyulko, I., Ruoho-Airola, T., & Vana, M. (2013): Trace Metal Budgets for Forested Catchments in Europe – Pb, Cd, Hg, Cu and Zn. *Water, Air, & Soil Pollution* 224: 1–14.

Dirnböck, T., Grandin, U., Bernhardt-Römermann, M., Beudert, B., Canullo, R., Forsius, M., Grabner, M.-T., Holmberg, M., Kleemola, S., Lundin, L., Mirtl, M., Neumann, M., Pompei, E., Salemaa, M., Starlinger, F., Staszewski, T., Uziębło, A.K. (2014): Forest floor vegetation response to nitrogen deposition in Europe. *Global Change Biology* 20: 429–440.

Dirnböck, T., Mirtl, M. (2009): Integrated monitoring of the effects of airborne nitrogen and sulfur in the Austrian Limestone Alps. Is species diversity a reliable indicator? *Mountain Research and Development* 29: 153160.

Diwold, K., Dullinger, S., Dirnböck, T. (2010): Effect of nitrogen availability on forest understorey cover and its consequences for tree regeneration in the Austrian limestone Alps. *Plant Ecology* 209: 1122.

Hartl-Meier, C., Zang, C., Büntgen, U., Esper, J., Rothe, A., Göttelein, A., Dirnböck, T., & Treyde, K. (2014): Uniform climate sensitivity in tree-ring stable isotopes across species and sites in a mid-latitude temperate forest. *Tree Physiology* (in press).

Hartl-Meier, C., Zang, C., Dittmar, C., Esper, J., Göttelein, A., & Rothe, A. (2014): Vulnerability of Norway spruce to climate change in mountain forests of the European Alps. *Climate Research*, 60, 119–132.

Hartl-Meier, C., Dittmar, C., Zang, C., & Rothe, A. (2014): Mountain forest growth response to climate change in the Northern Limestone Alps. *Trees*, 28, 819–829.

- Hartmann, A., Kralik, M., Humer, F., Lange, J., Weiler, M., (2012): Identification of a karst system's intrinsic hydrodynamic parameters: upscaling from single springs to the whole aquifer. *Environmental Earth Sciences* 65: 2377–2389
- Holmberg, M., Vuorenmaa, J., Posch, M., Forsius, M., Lundin, L., Kleemola, S., Augustaitis, A., Beudert, B., de Wit, H.A., Dirnböck, T., Evans, C.D., Frey, C.D., Grandin, U., Indrikson, I., Krám, P., Pompei, E., Schulte-Bisping, H., Srybny, A., Vána, M. (2013): Relationship between critical load exceedances and empirical impact indicators at Integrated Monitoring sites across Europe. *Ecological Indicators* 24: 256–265.
- Hülber, K., Dirnböck, T., Kleinbauer, I., Willner, W., Dullinger, S., Karrer, G., Mirtl, M. (2008): Longterm impacts of nitrogen and sulphur deposition on forest floor vegetation in the Northern limestone Alps, Austria. *Applied Vegetation Science* 11: 395–404.
- Jandl, R., Smidt, S., Mutsch, F., Fürst, A., Zechmeister, H., Bauer, H., Dirnböck, T. (2012): Acidification and Nitrogen Eutrophication of Austrian Forest Soils. *Applied and Environmental Soil Science*, 2012: 1-9. DOI:10.1155/2012/632602.
- Jost, G., Dirnböck, T., Grabner, M.-T. & Mirtl, M. (2011): Nitrogen leaching of two forest ecosystems in a Karst watershed. *Water Air and Soil Pollution* 218: 633–649.
- Kobler, J., Fitz, J.F., Dirnböck, T., Mirtl, M. (2010): Soil type affects migration pattern of airborne Pb and Cd under a sprucebeech forest of the UNECE Integrated Monitoring site Zöbelboden, Austria. *Environmental Pollution* 158: 849–854.
- Kralik, M., Humer, F., Papesch, W., Tesch, R., Gröning, M., Suckow, A. (in press). Mean residence time of karstwater in an alpine dolomite massif, Zöbelboden, Austria. Report, Umweltbundesamt GmbH, Wien.
- Mayer, M., Pfefferkorn-Dellali, V., Türk, R., Dullinger, S., Mirtl, M., Dirnböck, T. (2013): Significant decrease in epiphytic lichen diversity in a remote area in the European Alps, Austria. *Basic and Applied Ecology* 14: 396–403.
- Pröll G., Dullinger S., Dirnböck T., Kaiser C. & Richter A. (2011): Effects of nitrogen on tree recruitment in a temperate montane forest as analysed by measured variables and Ellenberg indicator values. *Preslia* 83(1): 111–127.
- Römermann, M.B., Gray, A., Vanbergen, A.J., Bergès, L., Bohner, A., Brooker, R.W., De Bruyn, L., De Cinti, B., Dirnböck, T., Grandin, U., Hester, A.J., Kanka, R., Klotz, S., Loucougaray, G., Lundin, L., Matteucci, G., Mézáros, I., Oláh, V. & Preda, E., Prévosto, B., Pykälä, J., Schmidt, W., Taylor, M.E., Vadineanu, A., Waldmann, T. & Stadler, J. (2011): Functional traits and local environment predict vegetation responses to disturbance: a pan-European multi-site experiment. *Journal of Ecology* 99: 777–787.
- Seebacher, D., Dirnböck, T., Dullinger, S., Karrer, G. (2012): Small-scale variation of plant traits in a temperate forest understorey in relation to environmental conditions and disturbance. *Stapfia* 97: 153–168.
- Yee, T.W., Dirnböck, T. (2009): Models for analysing species' presence/absence data at two time points. – *Journal of Theoretical Biology* 259: 684–694.
- Zechmeister, H.G., Dirnböck, T., Hülber, K., Mirtl, M. (2007): Assessing airborne pollution effects on bryophytes Lessons learned through longterm integrated monitoring in Austria. *Environmental Pollution* 147: 696–705.

## 8.1.2 LTSER PLATFORM TYROLEAN ALPS

### 8.1.2.1 Entire LTSER Platform

#### LTSER Platform Tyrolean Alps (Regular)

**Operator:** University of Innsbruck, Institute of Ecology

**Contact:** Ulrike Tappeiner (ulrike.tappeiner@uibk.ac.at)

The LTSER research platform “Tyrolean Alps” (TA) reaches south to the border of the federal provinces of Tyrol, extending in the east from Innsbruck to the Wipp valley, while its northern and western boundaries are formed by the valley of the river Inn and the municipal borders around Mount Patscherkofel. The total area is 3.7 million hectares covering more than 90 municipalities, with a 3,200 m altitudinal span from 550 m in the Inn valley at Innsbruck to 3,750 m at the Wildspitze summit. Due to the intricate structure and the feature of extreme living conditions of mountain habitats, the Tyrolean Alps exhibit highly diverse landscapes and biology, providing various ecosystem services to people, such as water, fresh air, timber, carbon storage, protection from natural hazards, energy, and recreation. However, the region also suffers from severe impacts of direct socioeconomic activities, such as winter and summer tourism, hydropower generation, agriculture and changes in land use, transport, settlement, etc. Within this area, dominated by high mountains and their sensitive ecosystems, 12 LTER sites (some of them comprising several habitat types) are embedded, including two lakes, six grasslands at different altitudes, a treeline site, a glacier foreland, and several glaciers. These sites span a vast range in altitude (1,000 – 3,450 m) and climate. Mean annual temperature and precipitation of the terrestrial sites covering a range of more than 5.5°C and 900 mm, respectively, and for the similarly structured grassland ecosystems of 3.6° and 570 mm, respectively. LTER has a long tradition within this region, whereas far fewer socio-ecological and socioeconomic studies have been undertaken.

An example of an LTSER approach has been taken in the Stubai valley with the intention of analysing the interactions between society and nature, their cumulative effects, and assessing ecosystem and landscape services for the whole valley. All three priority research themes identified by the White Paper “Next generation LTER” in Austria (Mirtl et al. 2010) should and will likely be key elements of future process-oriented ecosystem research activities in the Tyrolean Alps, including (1) regulation of primary production, removal and accumulation of dead organic material in terrestrial and aquatic ecosystems, taking particular account of the problem posed by greenhouse gases, (2) recycling and transformation of carbon and other nutrients in natural and disturbed ecosystems, (3) impact of spatial-temporal patterns and the intensity of disturbances (including weather extremes) upon the stability of ecosystems and (4) human impact on ecosystems as well as supply and demand of ecosystem services on a landscape scale.



### Publications:

- Abermann, J., Fischer, A., Lambrecht, A. und Geist, T. (2009a): Multitemporal LIDARDEMs for glacier and permafrost mapping and monitoring, *The Cryosphere Discussion*.
- Kuhn, M. (2007): OMEGA. Using glaciers as indicators of climate change, *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, Band 41, Seite 728.
- Kuhn M. & Lambrecht A. (2007): Änderung von Gletschern im 20. Jahrhundert. In BMLFUW (ed.) *Hydrologischer Atlas Österreichs*, 3. Lieferung, Kartentafel 4.3. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. ISBN 3-85437-250-7.
- Kuhn, M., Lambrecht, A., Abermann, J. & Patzelt, G. (2009a): Die österreichischen Gletscher 1998 und 1969. Flächen- und Volumenänderungen. Projektbericht 10, Vlg. der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Sharov, A. & Etzold, S. (2007): Stereophotogrammetric mapping and cartometric analysis of glacier changes using IKONOS imagery, *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, Band 41, Seite 107130.
- Tappeiner, U., Borsdorf, A., Bahn, M. (2013): Long-Term Socio-ecological Research in Mountain Regions: Perspectives from the Tyrolean Alps. In Singh, S.J., Haberl, H., Chertow, M., Mirtl, M., Schmid, M. (Eds.), *Long Term Socio-Ecological* (pp. 505–525) Dordrecht Heidelberg New York London: Springer
- Tasser E., Ruffini F.V., Tappeiner U. (2009): An integrative approach for analysing landscape dynamics in diverse cultivated and natural mountain areas. *Landscape Ecology* 24: 581713.
- Tasser E., Sternbach E., Tappeiner U. (2008): Biodiversity indicators for sustainability monitoring at municipality level: An example of implementation in an alpine region. *Ecological Indicators* 8 (3): 204223.

### 8.1.2.2 LTER Sites associated with LTSE Platform Tyrolean Alps

#### Achenkirch-Mühleggerköpfl (Regular)

**Operator:** Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape (BFW)

**Contact:** Robert Jandl (robert.jandl@bfw.gv.at)

The monitoring site “Mühleggerköpfl” in the Tyrol/Austria is a privately owned montane mature spruce-rich forest in the Northern Limestone Alps at 910 m a.s.l. on the north–northeast slope of a mountain (47°34'50"N; 11°38'21"E). The site was chosen because the isolated calcareous outcrop in the valley of the Achenbach represents a watershed. Moreover, the mountain range is on the northern edge of the Alps and therefore scavenges air pollutants that are transported over long distances with predominant westerly winds. The climate is cool and humid with maximum precipitation in summer and a snow-free period from April/May to November/December. The experimental forest is 120 years old and is dominated by Norway spruce (*Picea abies*), with interspersed silver fir (*Abies alba*) and European beech (*Fagus sylvatica*). The stand is approaching its terminal phase that often is evident from a quick disintegration of the stand structure (Mayer, 1984). In recent years the stand has repeatedly been affected by bark beetle. Several infected trees were taken out and in the gaps deciduous trees (beech and maple) regenerated spontaneously. The soils are a mosaic of shallow Chromic Cambisols and Rendzic Leptosols on dolomite. In close proximity the soil depth varies from 15 to 80 cm. Naturally, the soils have a high carbonate content and a near neutral pH. Routinely measured parameters are site climate (air temperature, precipitation, and air humidity), soil water content, soil solution chemistry, tree nutrition, air quality, deposition of nitrogen, and surface runoff. An assessment of the standing tree biomass was undertaken at irregular intervals. The emission of the greenhouse-gases CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O from soil was measured within specific experiments. Recent flagship experiments have been a nitrogen-balance assessment and a soil warming experiment.

### Publications:

- Díaz-Pinés López de los Mozos E., Schindlbacher A., Pfeffer M., Jandl R., Zechmeister-Boltenstern S. Rubio A. (2010): Root trenching: a useful tool to estimate autotrophic soil respiration? A case study in an Austrian mountain forest. *European Journal of Forest Research* Vol. 129, 101–109.
- Jandl R., Smidt S., Schindlbacher A., Englisch M., Schöftner P., Mikovits C., Zechmeister-Boltenstern S. (2010): Long-term ecological research in a mountain forest in Achenkirch, Northern Tyrol. *Plant Ecology & Diversity*.
- Schindlbacher A., de Gonzalo Aranoa C., Díaz Pinés de los Mozos E., Gorriá P., Matthews B., Inclán R., Zechmeister-Boltenstern S., Rubio A., Jandl R. (2010): Temperature sensitivity of forest soil organic matter decomposition along two elevation gradients. *Journal of Geophysical Research* Vol. 115, G03018.
- Schindlbacher A., Jandl R., Schindlbacher S. (2014): Natural variations in snow cover do not affect the annual soil CO<sub>2</sub> efflux from a mid-elevation temperate forest. *Global Change Biology* Vol. 20, 622–632.
- Schindlbacher A., Wunderlich S., Borken W., Kitzler B., Zechmeister-Boltenstern S., Jandl R. (2012): Soil respiration under climate change: Prolonged summer drought offsets soil warming effects. *Global Change Biology* Vol. 18, 2270–2279.
- Schindlbacher A., Zechmeister-Boltenstern S., Glatzel G., Jandl R. (2007): Winter soil respiration from an Austrian mountain forest. *Agricultural and Forest Meteorology* Vol. 146, 205–215
- Schindlbacher A., Zechmeister-Boltenstern S., Jandl R. (2009): Carbon losses due to soil warming: Do autotrophic and heterotrophic soil respiration respond equally? *Global Change Biology* Vol. 15, 901–913.
- Schindlbacher A., Zechmeister-Boltenstern S., Kitzler B., Jandl R. (2008): Experimental forest soil warming: response of autotrophic and heterotrophic soil respiration to a short-term 10 °C temperature rise. *Plant and Soil* Vol. 303, 323–330.

## Gossenköllesee (Regular)

**Operator:** University of Innsbruck, Institute of Ecology

**Contact:** Birgit Sattler (birgit.sattler@uibk.ac.at), Ruben Sommaruga (ruben.sommaruga@uibk.ac.at)

Gossenköllesee is the smallest UNESCO biosphere reserve in the world. It is located in the Stubai Alps at an elevation range of 2,417 m (lake level) to 2,828 m a.s.l. (Pirchkogel) at 47° 14' N and 11° 01' E, and has an area of 85 ha. During the ice age the whole area was glaciated. After the retreat of the ice at the beginning of the Holocene period, several lakes were formed, four of which still exist with the largest being Gossenköllesee. An already existing limnological research station, established in 1959 at the shore of a large alpine lake (Vorderer Finstertaler See), was flooded during the construction of a dam. Both lakes, Vorderer and Hinterer Finstertaler See, were converted into a reservoir for hydroelectric power generation in 1974. So a new station was built in 1975 on the opposite slope of the Kühtai Valley, called Limnological Station Gossenköllesee, which was completely redesigned and enlarged in 1995. In order to secure the future of long-term ecological research at the site, the UNESCO Biosphere Reserve Gossenköllesee was established in 1977. Gossenköllesee is characteristic for high alpine regions and a largely intact, natural environment. The focus of scientific interest in the BR Gossenköllesee is the long-term alteration of alpine lakes, streams and entire catchments. After 25 years, this is still an attractive and highly relevant subject for both ecological research and environmental protection. Gossenköllesee has been a core site in different EU projects since 1992 (ALPE, MOLAR, EMERGE) and it is included in the EUROLIMPACS Integrated Project and the ALTER-NET Network of Excellence (6th Framework Program). For three decades, atmospheric deposition, lakes, streams, soils and vegetation of the biosphere reserve have been the subjects of MA and PhD theses and international projects. From 2004 onwards, the BR Gossenköllesee, as a unique center for scientific education, became a core site for the research focus of the University of Innsbruck (Alpiner Raum – Alpine Space).

### The importance of the station for research and teaching is illustrated by a few facts:

- Since the renovation of the research station (1994) c. 3.5 million Euros have been invested in research, this amounts to a total investment of c. 5.7 million Euros since the erection of the station in 1975.
- Since 1975 more than 30 students have written either their MA or PhD thesis about research subjects regarding the BR Gossenköllesee.
- Up to now, more than 200 reports, theses and scientific papers have been published.
- Since 1997, ca. 150 talks or posters have been presented at scientific events.
- Results from the biosphere reserve have received great attention in the media (newspapers, journals, magazines, radio and television): more than 100 reports, more than 30 interviews and ~10 TV documentaries have been broadcast.

### Publications:

Alfreider A., Pernthaler J., Amann R., Sattler B., Glöckner F.-O., Wille A. and Psenner R. (1996): Community analysis of the bacterial assemblages in the winter cover and pelagic layers of a high mountain lake using *in situ* hybridization. *Appl. Environ. Microbiol.* 62 (6): 2138–2144.

Camarero L., M. Rogora, R. Mosello, J. Anderson, A. Barbieri, I. Botev, M. Kernan, J. Kopacek, A. Korhola, A. Lotter, G. Muri, C. Postolache, E. Stuchlik, H. Thies, R. F. Wright (2009): Regionalisation of chemical variability in European mountain lakes. *Freshwater Biology* 54/12, 2452–2469.

Čuperová, Z., Holzer, E., Salka, I. Sommaruga, R. and Koblížek, M. (2013): Temporal changes and altitudinal distribution of aerobic anoxygenic phototrophs in mountain lakes. *Applied and Environmental Microbiology* 79: 6439–6446 .

Felip M., Sattler B., Psenner R. and Catalan J. (1995): Highly active microbial communities in the ice and snow cover of high mountain lakes. *Appl. Environ. Microbiol.* 61 (6), 2394–2401.

Felip M., Wille A., Sattler B. and Psenner R. (2002): Microbial communities in the winter cover and the water column of an alpine lake: system connectivity and uncoupling. *Aquat. Microb. Ecol.* 29: 123–134.

Hörtnagl, P., M. T. Pérez, and R. Sommaruga (2010): Living at the border: a community and singlecell assessment of lake bacterioneuston activity. *Limnology and Oceanography* 55: 11341144.

Hörtnagl, P., M. T. Pérez, and R. Sommaruga (2011): Contrasting effects of ultraviolet radiation on the growth efficiency of freshwater bacteria. *Aquatic Ecology* 45: 125–136.

Hörtnagl, P., M. T. Pérez, M. Zeder, and R. Sommaruga (2010): The bacterial community composition of the surface microlayer in a high mountain lake. *FEMS Microbiology and Ecology* 73: 458467

Mladenov, N., Sommaruga, R., Morales-Baquero, R., Laurion, I., Camarero, L., Diéguez, M., Camacho, A., Delgado, A., Torres, O., Chen, Z., Felip, M. and Reche I. (2011): Dust inputs and bacteria influence dissolved organic matter in clear alpine lakes. *Nature Communications* 2: 4051 DOI: 10.1038/ncomms1411.

Orfeo, M.; Ventura, M.; Tartarotti, B.; Sommaruga, R. (2011): Body distribution and source of mycosporine-like amino acids in the cyclopoid copepod *Cyclops abyssorum taticus*. In: *JOURNAL OF PLANKTON RESEARCH* 33/9, S. 1430–1444.

Pérez, M. T. and Sommaruga, R. (2011): Temporal changes in the dominance of major planktonic bacterial groups in an alpine lake: discrepancy with their contribution to bacterial production. 2011, *Aquatic Microbial Ecology* 63: 161–170.

Pérez, M. T., Hörtnagl, P., and Sommaruga, R. (2010): Contrasting ability to take up leucine and thymidine among freshwater bacterial groups: implications for bacterial production measurements. *Environmental Microbiology* 12: 7482.

Psenner R. & Sattler B. (1998): Life at the freezing point. *Science* 280: 2073–2074.

Psenner R. & Sattler B. (2012): Life in a Changing Climate. In: *Life at Extremes, – Environments, Organisms and Strategies for Survival*, Bell E. (Ed.), CABI, USA: 474–478.

Psenner R., Wille A., Priscu J.C., Felip M., Wagenbach D. and Sattler B. (2003): Low Temperature Environments and Biodiversity. In: *Extremophiles: Ice Ecosystems and Biodiversity; in: Knowledge for Sustainable Development. An Insight into the Encyclopaedia of Life Support Systems Vol. III*, pp 573-598, UNESCO Publishing-Eolss Publishers, Oxford, UK. Updated 2007.

Sattler B, Post B. Remias D., Lütz C., Lettner H., Psenner R. (2012): Cold Alpine Regions. In: *Life at Extremes, - Environments, Organisms and Strategies for Survival*, Bell E. (Ed.), CABI, USA, pp. 138–154 .

Sattler B., Post B, Fritz A. (2013): Living Communities Thriving in Various Ice Ecosystems. In: Seckbach J., Oren A., Stan-Lotter H. (eds.) Polyextremophiles: Life Under Multiple Forms of Stress, Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology, 27:381-400. DOI 10.1007/978-94-007-6488-0-16, Springer Science + Business Media Dordrecht 2013.

Sattler B., Puxbaum H. and Psenner R. (2001): Bacterial growth in supercooled cloud droplets. *Geophys. Res. Letters* 28 (2): 239–242.

Schöner W., Prock S., Sattler B. (2011): Coole Forschung. Lernen und Forschen im Internationalen Polarjahr 2007/2008. Innsbruck: innsbruck university press (IUP) (= alpine space - man & environment 13). ISBN 978-3-902811-31-8.

Sommaruga R., Sattler B., Oberleiter A., Wille A., and Psenner R., Felip M., Camarero L., Pina S., Girones R. and Catalan J. (1999): An in-situ enclosure experiment to test the solar UVB impact on plankton in a high altitude mountain lake: II effect on the microbial food web. *J. Plankt. Res.* 21 (5): 859–876.

Sonntag, B.; Summerer, M.; Sommaruga, R. (2011): Factors involved in the distribution pattern of ciliates in the water column of a transparent alpine lake. *JOURNAL OF PLANKTON RESEARCH* 33/3, S. 541–546.

van Drooge, Barend L., Garriga, Guillem, Koinig, Karin A., Psenner, Roland, Pechan, Paul, Grimalt Joan O. (2014): Sensitivity of a Remote Alpine System to the Stockholm and LRTAP Regulations in POP Emissions. *Atmosphere* 2014, 5, doi:10.3390/atmos50x000x atmosphere

Wille A., Sonntag B., Sattler B., and Psenner R. (1999): Abundance, biomass and size structure of the microbial assemblage in the high mountain lake Gossenköllesee (Tyrol, Austria) during the ice-free period. *J. Limnol.* 58(2): 117–126.

Wille, A., Sattler, B. and Psenner, R. (1999): Lake Ice Microbial Communities (LIMCOs) – Biology of a Periodic Ecotone. *Verh. Int. Ver. Limnol.* SIL-Dublin: 532.

## Jamtalferner (Extensive)

**Operator:** Institute for Interdisciplinary Mountain Research, Austrian Academy of Sciences

**Contact:** Andrea Fischer (andrea.fischer@oeaw.ac.at)

Jamtalferner glacier in Silvretta has been the subject of mass balance monitoring since 1988. A stake network is maintained for the measurement of glacier mass balance. Complementary to mass balance data, glacier length changes and historical maps are available from about 1850. The basin precipitation is measured with rain gauges. A full energy balance station records air temperature and humidity, snow temperatures, snow height, short wave and long wave incoming and outgoing radiation, rain rate, wind speed and direction as well as snow cover by repeat oblique photographs. The data is supplied to the world glacier monitoring service in Zürich and made available to the scientific community. The nearby Jamtal hut with internet, phone connection and seminar rooms provides excellent possibilities for researchers.

### Publications:

Fischer, A. and G. Markl, (2009): Mass balance measurements on Hintereisferner, Kesselwandferner and Jamtalferner 2003 to 2006: database and results. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, 42/1, 4783.

Rutzinger M., Moran A., Fischer A., Groß G. (2013): Klimawandel und Klimageschichte – Die Gletscher der Silvretta unter wandelnden Klimabedingungen. Sonderband zur Montafoner Schriftenreihe.

## Kesselwandferner – ice velocity studies (Emerging)

**Operator:** Verein Gletscher und Klima, Adolf Pichler Platz 10, 6020 Innsbruck, Austria

**Contact:** Andrea Fischer (andrea.fischer@oeaw.ac.at)

At Kesselwandferner a stake network has been maintained by H. Schneider since 1962. The stakes are re-positioned every year to their original locations, which allows the measurements of the ice velocity and the surface altitude at identical locations. In contrast to other stake networks, which move with the annual ice displacement, this system enables the local investigation of velocity vectors in three dimensions. This time series of more than 40 years with three displacement vectors is unique in Austria. Velocity measurements are coordinated by the Gletscher und Klima association. Ablation and accumulation measured at the stakes were used for the calculation of the mass balance of Kesselwandferner.

### Publications:

Abermann J., Schneider H. & Lambrecht A. (2007): Analysis of surface elevation changes on Kesselwand glacier. Comparison of different methods, *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, Band 41, Seite 147167.

Fischer, A. and G. Markl, (2009): Mass balance measurements on Hintereisferner, Kesselwandferner and Jamtalferner 2003 to 2006: database and results. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, 42/1, 4783.

## Obergurgl (Regular)

**Operator:** University of Innsbruck, Alpine Research Centre Obergurgl

**Contact:** Nikolaus Schallhart (Klaus.schallhart@uibk.ac.at)

The Obergurgl LTER site (Ötztal, Tyrol, Latitude: 46,8671, Longitude: 11,0249 – wgs84 dec degrees) includes treeline ecotones, alpine ecosystems, glacier forelands, glaciers and rock glaciers from 1930 m to 3480 m a.s.l. The Alpine Research Centre Obergurgl (AFO, <http://www.uibk.ac.at/afo/>), an important field station of Innsbruck University since 1951, administrates and coordinates the LTER site (scientific director since 2009: Univ.-Prof. Dr. Brigitta Erschbamer, deputy: Ao.Univ.-Prof. Dr. Rüdiger Kaufmann, scientific coordinator since 2012: Mag. Dr. Nikolaus Schallhart).

The Alpine Research Centre is responsible for the monitoring programmes and research projects in Obergurgl (weather stations and data collection along elevation - and succession gradients), for research support, dissemination and data availability. Until 2011, the AFO was responsible for the weather station of the ZAMG (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik) in Obergurgl. Thus, weather data can be provided from 1953 up to the present. Obergurgl has a long research tradition, beginning with the continuous recordings of the rock glacier Hochebenkar's flow velocity from 1938, the first mapping of the glacier forelands in the 1960s and the interdisciplinary MaB project Obergurgl in the 1970s. Since 1995-1996, the glacier foreland of the Rotmoosferner is among the intensively studied ecosystems with continuous microclimate measurements and monitoring of permanent plots. A high number of case studies dealing with colonization processes were carried out from different disciplines during the last decades mainly by researchers of Innsbruck University. The LTER monitoring programme of the AFO, undertaken since 2000, comprises 11 sites from the subalpine zone in Obergurgl (pasture, dwarf shrub heaths, ski pistes – 1950 m - 2350 m a.s.l.) to the lower alpine zone (Schönwieskopf, Rotmoos bog, Rotmoos valley, Rotmoos glacier foreland – 2300 m a.s.l.) to the alpine - (Hohe Mut – 2600 m a.s.l.) and subnival zone (2790 m - 2830 m a.s.l.), including 5 grazing exclusion sites. Presently, comprehensive data on biodiversity and physical properties are collected and in the near future databases will be available. The Obergurgl LTER site aims to promote interdisciplinary research projects and to connect management concerns of the Ötztal Nature Park with actual research programs.

### Publications:

- Abermann, J.; Kuhn, M.; Lambrecht, A.; Hartl, L. (2013): Gletscher in Tirol, ihre Verteilung und jüngsten Veränderungen. In: KOCH, E.M.; ERSCHBAMER, B.: Klima, Wetter, Gletscher im Wandel. Innsbruck: innsbruck university press (IUP) (Series / Alpine Forschungsstelle Obergurgl, 3), ISBN 978-3-902811-89-9, S. 49–67.
- Baumeister, A. (2013): Das Potential historischer Karten zur Rekonstruktion des Gletscherrückgangs im Gurgler Tal. In: KOCH, E.M.; ERSCHBAMER, B.: Klima, Wetter, Gletscher im Wandel. Innsbruck: innsbruck university press (IUP) (Series / Alpine Forschungsstelle Obergurgl, 3), ISBN 978-3-902811-89-9, S. 95–118.
- Boehm, C., Landmann, A. (1995): Nistplatzwahl, Neststandort und Nestbau beim Wasserpieper (*Anthus spinoletta*). *Journal für Ornithologie*, 136: 1–16.
- Bokhorst, S., Huiskes, A.D., Aerts, R., Convey, P., Cooper, E.J., Dalen, L., Erschbamer, B., Gudmundsson, J., Hofgaard, A., Hollister, R.D., Johnstone, J., Jónsdóttir, I.S., Lebouvier, M., Van de Vijver, B., Wahren, C.-H. & Dorrepaal, E. (2012): Variable temperature effects of Open Top Chambers at polar and alpine sites explained by irradiance and snow depth. *Global Change Biology* doi: 10.1111/gcb.12028
- Bortenschlager, S., Bortenschlager, I. (2005): Altering airborne pollen concentrations due to the Global Warming. A comparative analysis of airborne pollen records from Innsbruck and Obergurgl (Austria) for the period 1980–2001. *Grana*, 44: 172–180
- Cichini, K., Schwienbacher, E., Marcante, S., Seeber, G., Erschbamer, B. (2011): Colonization of experimentally created gaps along an alpine successional gradient. *Plant Ecology*, 212: 1613–1627.
- Dabert, M.; Dastych, H.; Hohberg, K.; Dabert, J. (2014): Phylogenetic position of the enigmatic clawless eutardigrade genus *Apodibius* Dastych, 1983 (Tardigrada), based on 18S and 28S rRNA sequence data from its type species *A. confusus*. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 70 (2014) 70–75 71
- Dastych, H. (2009): *Thalerius konradi* gen. nov., sp. nov., a new tardigrade from the periglacial area of the Oetztal Alps, Austria (Tardigrada). *Contributions to Natural History (Bern)*, Vol. 12, Issue: 1, pp. 391–402
- Edwards, A.; Pachebat, J.A.; Swain, M.; Hegarty, M.; Hodson, A.J.; Irvine-Fynn, T.D.L.; Rassner, S.M.E.; Sattler, B. (2013): A metagenomic snapshot of taxonomic and functional diversity in an alpine glacier cryoconite ecosystem. *Environmental Research Letters* 8/3, No. 035003.
- Erhart, D. (2013): Die Lebewelt der Ötztaler Ache. In: KOCH, E.M.; ERSCHBAMER, B.: Klima, Wetter, Gletscher im Wandel. Innsbruck: innsbruck university press (IUP) (Series/Alpine Forschungsstelle Obergurgl, 3), ISBN 978-3-902811-89-9, S. 157–164.
- Erschbamer, B. & Mayer, R. (2011): Can successional species groups be discriminated based on their life history traits? A study from a glacier foreland in the Central Alps. *Plant Ecology & Diversity* 4: 341–351.
- Erschbamer, B. (1998): Climate warming and plant growth on glacial retreats. – Actes du deuxieme colloque ecologie et biogeographie alpines, Suppl. Rev. Valdotaïne d'Histoire Naturelle, 51: 219–224.
- Erschbamer, B. (2001): Climate change experiments on a glacier foreland in the Central Alps. In: Visconti, G., Beniston, M., Iannorelli, E.D. & Barba, D.: *Global Change and Protected Areas*. Kluwer Acad. Pub., Dordrecht: 37–44.
- Erschbamer, B. (2001): Responses of some Austrian glacier foreland plants to experimentally changed microclimate conditions. In: Walter, G.-R., Burga, C.A. & Edwards, P.J. (eds.): *Fingerprints of Climate Change*. Kluwer Acad. Pub., New York, London: 263–279.
- Erschbamer, B. (2007): Winners and losers of climate change in a central alpine glacier foreland. *Arctic Antarctic and Alpine Research*, 39: 237–244.
- Erschbamer, B. (2009): Faktoren und Prozesse der Besiedelung im alpinen Neuland. *Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges.*, 21: 253-265.
- Erschbamer, B. (2013): Mikroklima und Biotemperaturen auf der 1971er Moräne des Rotmoosferner-Gletschervorfeldes (Obergurgl, Ötztal). In: Koch E.M.; Erschbamer, B.: *Klima, Wetter, Gletscher im Wandel*. Innsbruck: innsbruck university press (IUP) (Series/Alpine Forschungsstelle Obergurgl, 3), ISBN 978-3-902811-89-9, S. 187–203.
- Erschbamer, B., Anich, C., Benirschke, M., Ganthaler, A., Grassmair, M., Hasibeder, R., Huter, V., Konzett, D., Lechleitner, M., Magauer, M., Miller, R., Newerkla, S., Schneider, J., Zeisler, B., Schwienbacher, E. (2010): Das Keimverhalten von 13 alpinen Arten der Familie Asteraceae im Licht und im Dunkeln. *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck* 96: 73–88.

- Erschbamer, B., Bösch, D., Fleisch, M., Peintner, U. & Schwienbacher, E. (2012): Keimung und Etablierung im Gletschervorfeld in Abhängigkeit von abiotischen und biotischen Faktoren. *Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges.* 24: 89–102.
- Erschbamer, B., Kaufmann, R. (2006): Perspectives for Gurgler Kamm Biosphere Reserve (Ötztal, Tyrol, Austria). In: PRICE, M.F. (ed.) *Global change in mountain regions*. Sapiens Publ. Duncow, Kirkmahoc, Dumfrieshire, UK: 305–306.
- Erschbamer, B., Kneringer, E., Niederfrininger-Schlag, R. (2001): Seed rain, soil seed bank, seedling recruitment, and survival of seedlings on a glacier foreland in the Central Alps. *FLORA*, 4: 304–312.
- Erschbamer, B., Moser, C., Vorhauser, K. (2004): Effects of grazing exclusion in alpine grasslands in the Central Alps. *Grassland Science in Europe*, 9: 284–286.
- Erschbamer, B., Niederfrininger Schlag, R. & Kneringer, E. (1998): Seed dispersal, seed bank and establishment of seedlings on glacial retreats. – *Actes du deuxième colloque ecologie et biogeographie alpines, Suppl. Rev. Valdotaïne d'Histoire Naturelle*, 51: 225–232.
- Erschbamer, B., Niederfrininger Schlag, R. & Winkler, E. (2008): Colonization processes on a central Alpine glacier foreland. *Journal of Vegetation Science* 19: 855862 [doi: 10.3170/2008818464]
- Erschbamer, B., Niederfrininger Schlag, R. & Winkler, E. (2008): Colonization processes on a central Alpine glacier foreland. *Journal of Vegetation Science* 19: 855-862 [doi: 10.3170/2008-8-18464]
- Erschbamer, B., Retter, V. (2004): How long can glacier foreland species live? *FLORA*, 199: 500–504.
- Erschbamer, B., Vorhauser, K., Kaufmann, R., Mayer, R. (2009): Auswirkungen der Beweidung in zentralalpinen Hochlagen. *Der Alm- und Bergbauer*, 10/09: 13–15.
- Fischer, A., Olefs, M., Abermann, J. (2011): Glaciers, snow and ski tourism in Austria's changing climate. *Annals of Glaciology*, 52: 89–96.
- Fischer, A.; Hartl, L. (2013): Langzeitmonitoring von Gletschermassenbilanzen und -längen-änderungen in Tirol. In: Koch, E. M.; Erschbamer, B.: *Klima, Wetter, Gletscher im Wandel*. Innsbruck: innsbruck university press (IUP) (Series / Alpine Forschungsstelle Obergurgl, 3), ISBN 978-3-902811-89-9, S. 31–48.
- Gattermayr, W. (2013): Das hydrographische Regime der Ötztaler Ache. In: Koch, E.M.; Erschbamer, B.: *Klima, Wetter, Gletscher im Wandel*. Innsbruck: innsbruck university press (IUP) (Series / Alpine Forschungsstelle Obergurgl, 3), ISBN 978-3-902811-89-9, S. 121–156.
- Haas, W., Singh, S.J., Erschbamer, B., Reiter, K. & Walz, A. (2013): Integrated monitoring and sustainability assessment in the Tyrolean Alps: experiences in trans-disciplinarity. In: SINGH, S.J. et al. (eds.) *Long Term Socio-Ecological Research. Human-Environment Interactions 2*, Springer Science + Business Media, Dordrecht: 527–554.
- Hartl, L.; Kaufmann, R.; Schallhart, N.; Erschbamer, B. (2013): Das Mikroklima waldfreier Standorte in der subalpinen, alpinen und subnivalen Stufe in Obergurgl. In: Koch, E. M.; Erschbamer, B.: *Klima, Wetter, Gletscher im Wandel*. Innsbruck: innsbruck university press (IUP) (Series / Alpine Forschungsstelle Obergurgl, 3), ISBN 978-3-902811-89-9, S. 165–186.
- Kaufmann R. (2001): Invertebrate succession on an alpine glacier foreland. *Ecology*, 82: 2261–2278.
- Kaufmann R. (2005): *Langzeit-Ökosystem Monitoring im Alpenen Raum*
- Kaufmann, R., Erschbamer, B. (2006): Climate change effects on colonization and primary succession on an Alpine glacier foreland. In: PRICE, M.F. (ed.) *Global change in mountain regions*. Sapiens Publ. Duncow, Kirkmahoc, Dumfrieshire, UK: 99–101.
- Koch, E. M. & ERSCHBAMER, B. (eds.) (2013): *Klima, Wetter, Gletscher im Wandel*. AFO 3, innsbruck university press, Innsbruck.
- Koch, E. M., Erschbamer B. (2010): Glaziale und periglaziale Lebensräume im Raum Obergurgl. innsbruck university press (IUP), ISBN 978-3-902719-50-8
- Koch, E. M.; Erschbamer, B. (2013): Einleitung. In: Koch, E. M.; Erschbamer, B.: *Klima, Wetter, Gletscher im Wandel*. Innsbruck: innsbruck university press (IUP) (Series/Alpine Forschungsstelle Obergurgl, 3), ISBN 978-3-902811-89-9, S. 7–9.
- Koch, E.-M., Erschbamer, B. (Ed.) (2012): *An den Grenzen des Waldes und der menschlichen Siedlung*. innsbruck university press • iup, ISBN 978-3-902811-40-0
- Koenig, T., Kaufmann, R., Scheu, S. (2011): The formation of terrestrial food webs in glacier foreland: evidence for the pivotal role of decomposer prey and intra-guild predation. *Pedobiologia*, 54: 147–152.
- Kolbeldeicke, H., Heuberger, H. (1987): Large-scale Snow Depletion Maps of the Gurgl Valley, Ötztal, Tyrol, Austria, Showing Habitat Variety in an Alpine Terrain (with map Obergurgl-Sud, Scale 1–5,000). *Mountain Research and Development*, 7: 387–404.
- Krainer, K., Mostler, W. und Spötl, C. (2007): Discharge from active rock glaciers, Austrian Alps: a stable isotope approach. *Austrian Journal of Earth Sciences* 100: 102–112.
- Kuen, V., Erschbamer, B. (2002): Comparative study between morphology and age of *Trifolium pallescens* in a glacier foreland of the Central Alps. *Flora*, 197: 379–384.
- Kuhn, M.; Dreiseitl, E.; Emprechtinger, M. (2013): Temperatur und Niederschlag an der Wetter-station Obergurgl, 1953–2011. In: Koch, E. M.; Erschbamer, B.: *Klima, Wetter, Gletscher im Wandel*. Innsbruck: innsbruck university press (IUP) (= Series/Alpine Forschungsstelle Obergurgl, 3), ISBN 978-3-902811-89-9, S. 11–30.
- Laminger, H., Schopper, M., Pipp, E., Hensler, I., Mantl, P., (1981): Investigations on the Testacean Nekrocoenoses and Taxocoenoses in the Zirbenwaldmoor (Obergurgl, Tyrol, Austria). *Hydrobiologia*, 77: 193–202.
- Marcante, S. Kiebacher, T. & Erschbamer, B. (2013): Reproductive responses of glacier foreland species to simulate climate change. *Coll. Phytosociol.* XXIX: 361–373.
- Marcante, S., Schwienbacher, E., Erschbamer, B. (2009): Genesis of a soil seed bank on a primary succession in the Central Alps (Ötztal, Austria). *FLORA*, 204: 434–444
- Marcante, S., Sierra-Almeida, A., Spindelböck, J.P., Erschbamer, B., Neuner, G. (2012): Frost as a limiting factor for recruitment and establishment of early development stages in an alpine glacier foreland? *Journal of Vegetation Science*, Vol. 23, Issue: 5, pp. 858–868
- Marcante, S., Winkler, E., Erschbamer, B. (2009): Population dynamics along a primary succession gradient: do alpine species fit into demographic succession theory? *Annals of Botany*, 103: 1129–1143
- Mayer, R. & Erschbamer, B. (2012): Lärchen-Zirbenwälder und Zwergstrauchheiden. In: Koch, E. M. & Erschbamer, B. (eds.): *An den Grenzen des Waldes und der menschlichen Siedlung*. innsbruck university press, Innsbruck: 99–123.
- Mayer, R. & Erschbamer, B. (2014): Ongoing changes at the long-term monitoring sites of Gurgler Kamm Biosphere Reserve, Tyrol, Austria. *eco.mont* 6: 5–13.
- Mayer, R., Erschbamer, B. (2011): Seedling recruitment and seed-/microsite limitation in traditionally grazed plant communities of the alpine zone. *Basic and Applied Ecology*, 12: 10–20.
- Mayer, R., Kaufmann, R., Vorhauser, K., Moser, C. & Erschbamer, B. (2009): Effects of grazing exclusion on species composition in high altitudinal grasslands of the Central Alps. *Basic and Applied Ecology* 10: 447455 [doi:10.1016/j.baae.2008.10.004]
- Mayer, R., Kaufmann, R., Vorhauser, K., Moser, C. & Erschbamer, B. (2009): Effects of grazing exclusion on species composition in high altitudinal grasslands of the Central Alps. *Basic and Applied Ecology* 10: 447-455 [doi:10.1016/j.baae.2008.10.004]
- Mayer, R., Nagl, F. & Erschbamer, B. (2012): Subalpine Wiesen und Weiden – die Kulturlandschaften der subalpinen Stufe. In: Koch, E. M. & Erschbamer, B. (eds.): *An den Grenzen des Waldes und der menschlichen Siedlung*. innsbruck university press, Innsbruck: 11–37.

- Mayer, R., Nagl, F., Unterluggauer, P., Erschbamer, B., (2010): Wirtschaftsgrünland zweier benachbarter Seitentäler im inneren Ötztal (Zentralalpen, Tirol/Österreich). *Tuexenia*, 30:129-148.
- Moser, P., Moser, W. (1986): Reflections on the MAB-6 Obergurgl Project and Tourism in an Alpine Environment. *Mountain Research and Development*, 6: 101–118.
- Muehlmann, O., Bacher, M., Peintner, U. (2008): *Polygonum viviparum* mycobionts on an alpine primary successional glacier forefront. *MYCORRHIZA*, 18: 87–95
- Muehlmann, O., Peintner, U. (2008): Ectomycorrhiza of *Kobresia myosuroides* at a primary successional glacier forefront. *Mycorrhiza*, 18: 355–362
- Muehlmann, O., Peintner, U. (2008): Mycobionts of *Salix herbacea* on a glacier forefront in the Austrian Alps. *Mycorrhiza*, 18: 171–180
- Nagl, F. & Erschbamer, B. (2010): Vegetation und Besiedlungsstrategien. In: Koch, E.-M. & Erschbamer, B. (Ed.): *Glaziale und periglaziale Lebensräume im Raum Obergurgl*. innsbruck university press, Innsbruck: 121-143.
- Nickus, U.; Abermann, J.; Fischer, A.; Krainer, K.; Schneider, H.; Span, N.; Thies, H. (in press): Rock Glacier Äußeres Hochebenkar (Austria) – Recent results of a monitoring network. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*.
- Nicolussi, K. (2013): Zur Geschichte des Vernagtferners – Gletschervorstöße und Seeausbrüche im vergangenen Jahrtausend. In: Koch, E. M.; Erschbamer, B.: *Klima, Wetter, Gletscher im Wandel*. Innsbruck: innsbruck university press (IUP) (Series/Alpine Forschungsstelle Obergurgl, 3), ISBN 978-3-902811-89-9, S. 69–94.
- Niederfrininger-Schlag, R., Erschbamer, B. (2000): Germination and establishment of seedlings on a glacier foreland in the central Alps, Austria. *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, 32: 270–277.
- Patzelt G. (Ed.) *MaB-Projekt Obergurgl*. Univ.-Verl.Wagner, Innsbruck, ISBN 3-7030-0179-8
- Raffl, C., Erschbamer, B. (2004): Comparative vegetation analyses of two transects crossing a characteristic glacier valley in the Central Alps. *Phytocoenologia*, 34: 225–240.
- Raffl, C., Holderegger, R., Parson, W., Erschbamer, B. (2008): Patterns in genetic diversity of *Trifolium pallescens* populations do not reflect chronosequence on alpine glacier forelands. *Heredity*, 100: 526–532.
- Raffl, C., Mallaun, M., Mayer, R., Erschbamer, B. (2006): Vegetation succession pattern and diversity changes in a glacier valley, Central Alps, Austria. *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, 38: 421–428.
- Raffl, C., Marcante, S., Erschbamer, B. (2007): The role of spontaneous selfing in the pioneer species *Saxifraga aizoides*. *Flora*, 202: 128–132.
- Raffl, C., Schönschwetter, P., Erschbamer, B. (2006): “Sax-sess” – genetics of primary succession in a pioneer species on two parallel glacier forelands. *Molecular Ecology*, 15: 2433–2440.
- Sattler B., Post B., Remias D., Lütz C., Lettner H., Psenner R. (2012): Cold Alpine Regions. In: *Life at Extremes, – Environments, Organisms and Strategies for Survival*, Bell E. (Ed.), CABI, USA, pp. 138–154 .
- Sattler B., Post B., Fritz A. (2013): Living Communities Thriving in Various Ice Ecosystems. In: Seckbach J., Oren A., Stan-Lotter H. (eds.) *Polyextremophiles: Life Under Multiple Forms of Stress, Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology*, 27: 381–400. DOI 10.1007/978-94-007-6488-0-16, Springer Science + Business Media Dordrecht 2013.
- Schatz, H. (1981): Abundance, Biomass and Respiration Rate of the Arthropod-Mesofauna in the High-Mountains (Obergurgl, Tyrolean Central Alps). *Pedobiologia*, 22: 52–70.
- Schneider B. und H. Schneider (2001): Zur 60jährigen Messreihe der kurzfristigen Geschwindigkeitsschwankungen am Blockgletscher im äußeren Hochebenkar, Ötztaler Alpen, Tirol. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, 37(1), 1–33.
- Schöner, Wolfgang; Prock, Silvia; Sattler, Birgit (2011): *Coole Forschung. Lernen und Forschen im Internationalen Polarjahr 2007/2008*. Innsbruck: innsbruck university press (IUP) (= alpine space – man & environment 13). ISBN 978-3-902811-31-8.
- Schwienbacher, E., Erschbamer, B. (2002): Longevity of seeds in a glacier foreland of the Central Alps – a burial experiment. *Bull. Geobot. Inst. ETH*, 68: 63–71.
- Schwienbacher, E., Marcante, S., Erschbamer, B., (2010): Alpine species seed longevity in the soil in relation to seed size and shape – A 5-year burial experiment in the Central Alps. *FLORA*, 205: 19–25.
- Schwienbacher, E., Navarro-Cano, J.A., Neuner, G., Erschbamer, B. (2011): Correspondance of seed traits with niche position in glacier foreland succession. *Plant Ecology*, 213: 371–382.
- Schwienbacher, E., Navarro-Cano, J.A., Neuner, G., Erschbamer, B. (2011): Seed dormancy in alpine species. *Flora*, 206: 845–856.
- Thies, H.; Nickus, U.; Tolotti, M.; Tessadri, R.; Krainer, K. (2013): Evidence of rock glacier melt impacts on water chemistry and diatoms in high mountain streams. *Cold Regions Science and Technology* 96, 77–85.
- Troger, H., Janetschek, H., Meyer, E., Schatz, W. (1994): Abundance of Emerging Insects (Diptera, Coleoptera, Hymenoptera) in the Central High Alps (Tyrol, Otztal). *Entomologia Generalis*, 18: 241–260.
- Tschaikner, A., Ingolic, E., Gaertner, G. (2007): Observations in a new isolate of *Coelastrella terrestris* (Reisigl) Hegewald & Hanagata (Chlorophyta, Scenedesmeaceae) from alpine soil (Tyrol, Austria). *Phyton – Annales rei Botanicae*, 46: 237–245
- Tscherko, D., Hammesfahr, U., Marx, M.C., Kandeler, E. (2004): Shifts in rhizosphere microbial communities and enzyme activity of *Poa alpina* across an alpine chronosequence. *Soil Biology & Biochemistry*, 36: 1685–1698.
- Tscherko, D., Rustemeier, J., Richter, A., Wanke, W., Kandeler, E. (2003): Functional diversity of the soil microflora in primary succession across two glacier forelands in the Central Alps. *European Journal of soil science*, 54: 685–696.
- TÜRK, R. & ERSCHBAMER, B. (2010): Die Flechten im Gletschervorfeld des Rotmoosferners. In: Koch, E.-M. & Erschbamer, B. (Ed.): *Glaziale und periglaziale Lebensräume im Raum Obergurgl*. innsbruck university press, Innsbruck: 155-163.
- van Gils, H.; Siegl, G.; Bennett, R.M. (2014): The living commons of West Tyrol, Austria: Lessons for land policy and land administration. *Land Use Policy* 38 (2014), 16–25
- Wildi, B., Lütz, C. (1996): Antioxidant composition of selected high alpine plant species from different altitudes. *Plant Cell and Environment*, 19: 138–146.
- Winkler, E., Marcante, S., Erschbamer, E. (2010): Demographic Consequences of the Two Reproductive Modes in *Poa alpina* L. along a Primary Succession Gradient in the Central Alps. *Arctic Antarctic and Alpine Research*, 42: 227–235.

## Piburger See (Extensive)

**Operator:** University of Innsbruck, Institute of Ecology

**Contact:** Ruben Sommaruga (ruben.sommaruga@uibk.ac.at), Ulrike Nickus (ulrike.nickus@uibk.ac.at)

Lake Piburger See is situated in the Oetz Valley in the Eastern Alps at 913 m asl. Its mainly forested catchment area is 1.7 km<sup>2</sup> in size and spans up to 2400 m asl. The lake is a protected site since 1929 and part of a Natural Reserve since 1983. During the 1960s, Piburger See suffered from eutrophication due to increasing recreational activities and fertilizer application on nearby fields. In 1970, lake restoration started with exporting anoxic and nutrient rich hypolimnetic waters by a deep-water siphoning tube (Olszewski tube) and a reduction of external nutrient loading (fertilizers on nearby fields, domestic sewage from a public bath). Consequently, the oxygen regime of the lake improved. However, hypolimnetic oxygen saturation became worse again during the 1980s, probably due to a progressively reduced discharge of the Olszewski tube. The response of phytoplankton to lake restoration was delayed by approximately two decades. The restoration of Piburger See has been accompanied by a monitoring program and by a series of master and PhD theses, addressing topics like hydrology, water chemistry, sediment, phytoplankton, zooplankton, zoobenthos, fish ecology, microbial food webs. Funding comes from the Austrian Science Foundation FWF, the European Commission and the Community of Oetz.

## Rofental (Regular)

**Operator:** (1) Institute of Meteorology and Geophysics, University of Innsbruck, Innrain 52, 6020 Innsbruck, Austria in cooperation with (2) Institute of Geography, University of Innsbruck, Innrain 52, 5020 Innsbruck and (3) Commission for Glaciology of the Bavarian Academy of Sciences, 80539 Munich, Germany

**Contact:** (1) Georg Kaser (meteorologie@uibk.ac.at, georg.kaser@uibk.ac.at), (2) Ulrich Strasser (ulrich.strasser@uibk.ac.at), (3) Ludwig Braun (ludwig.braun@lrz.badw-muenchen.de)

In the Rofental (Ötztal Alps), a consortium of the three institutions, open to research partners worldwide, concentrates on studying and monitoring cryospheric, atmospheric and hydrological processes and changes with particular attention to the complex topography and climate settings of the alpine terrain. First documents from glaciers in the Rofental date back as far as 1601 and regular observations and systematic studies began more than 150 years ago. First geodetic maps were generated in the late 19th century, the first rain gauges were installed in 1929 and the glacier mass balance time series of Hintereis-, Vernagt- and Kesselwandferner are among the longest uninterrupted series worldwide, comprising a basis for regional hydrological studies, for glacier-climate and ice dynamic research, and for estimating the worldwide contribution of glaciers to sea level rise. As of 2014, networks of stakes and pits for mass balance monitoring are maintained at Hochjoch-, Hintereis-, Kesselwand- and Vernagtferner by the consortium members. Runoff gauges at Vernagtferner and in Vent (operated by the Hydrological Office of Tirol) and a network of rain gauges in the Rofental basin are the basis for high mountain hydrological studies. A varying number of automatic weather stations on and in the surroundings of the glaciers are operated by the Rofental consortium. The glaciers in the Rofental are frequently used as a test site for process studies, model development and evaluations and for new remote sensing or ground based methods in glaciological research.

A series of airborne LIDAR derived high resolution DTMs of Hintereisferner and its surroundings have been available since 2001. They are the subject of ongoing evaluations and method comparison studies as well as for monitoring and studying periglacial morphodynamics. The generated data are available from the consortium partners, key glaciological results are annually reported to the World Glacier Monitoring Service (WGMS). A research station on Hinterseisferner (with observer status in the Horizon 2020 INTERACT network) and one at Vernagtbach serve as logistic bases for fieldwork.

In recent studies, socio-ecological research aspects – e.g. in relation to the use of water for energy production and tourism – comprise the natural scientific investigations.

### Publications:

Abermann, J., Lambrecht, A., Fischer, A. & Kuhn, M. (2009): Quantifying changes and trends in glacier area and volume in the Austrian Ötztal Alps (1969-1997-2006). *TC*, 3(2): 205–215.

Braun, L. und Escher-Vetter, H. (2013) (Ed.): Gletscherforschung am Vernagtferner. Themenband zum 50ig jährigen Gründungsjubiläum der Kommission für Glaziologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, München. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, Band 45/46.

Fischer A. and Markl G., (2009): Mass balance measurements on Hintereisferner, Kesselwandferner and Jamtalferner 2003 to 2006: database and results. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, 42/1, 4783.

Fischer A. (2010): Glaciers and climate change: Interpretation of 50 years of direct mass balance of Hintereisferner, *Global and Planetary Change*, Volume 71, Issues 12, Pages 1326, ISSN 09218181, DOI: 10.1016/j.gloplacha.2009.11.014.

Hendriks, J. & Pellikka, P. (2007): Semiautomatic glacier delineation from Landsat imagery over Hintereisferner in the Austrian Alps, *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, Band 41, Seite 5575.

Kuhn M., Dreiseitl E., Hofinger S., Kaser G., Markl G. & Span N. (1999): Measurements and Models of the Mass Balance of Hintereisferner. *Geografiska Annaler*, 81A, 659–670.

Marke, T., Mauser, W., Pfeiffer, A. and Zängl, G. (2011): A pragmatic approach for the downscaling and bias correction of regional climate simulations: evaluation in hydrological modeling. *Geosci. Model Dev.*, 4, 759–770.

Marke, T., Mauser, W., Pfeiffer, A., Zängl, G., Jacob, D. and Strasser, U. (2013): Application of a hydrometeorological model chain to investigate the effect of global boundaries and downscaling on simulated river discharge. *Env. Earth Sci.*, <http://dx.doi.org/10.1007/s12665-013-2876-z>.

- Marzeion, B., Cogley, J.G., Richter, K. & Parkes, D. (2014): Attribution of global glacier mass loss to anthropogenic and natural causes. *Science* (345): 919–921.
- Marzeion, B., Hofer, M., Jarosch, A. H., Kaser, G., & Mölg, T. (2012): A minimal model for reconstructing interannual mass balance variability of glaciers in the European Alps. *The Cryosphere*, 6(1), 71–84. doi:10.5194/tc-6-71-2012
- Marzeion, B., Jarosch, A.H., Gregory, J.M. (2014): Feedbacks and mechanisms affecting the global sensitivity of glaciers to climate change, *The Cryosphere* 8, 59-71, DOI: 10.5194/tc-8-59-2014.
- Painter, T. H., M. G. Flanner, G. Kaser, B. Marzeion, R. A. VanCuren & W. Abdalati (2013): End of the Little Ice Age in the Alps forced by industrial black carbon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 15216–15221.
- Prasch, M., Marke, T., Strasser, U. and Mauser, W. (2011): Large scale integrated hydrological modelling of the impact of climate change on the water balance with DANUBIA. *Adv. Sci. Res.*, 7, 61–70.
- Sailer R., Bollmann E., Hoinkes S., Rieg L., Sproß M., Stötter J. (2012): Quantification of Geomorphodynamics in glaciated and recently deglaciated terrain based on airborne laser scanning data. *Geografiska Annaler Series A-Physical Geography* 94/1, S. 17–32.
- Sailer, R.; Stötter, J.; Bollmann, E.; Fritzmann, P.; Georges, Ch.; Geist, Th. (2011): ALS-X - Kombination und Bewertung von flugzeuggestützten Laserscannerdaten und TerraSAR-X Daten für glaziologische und schneehydrologische Fragestellungen. *Innsbrucker Geographische Gesellschaft: Innsbrucker Jahresbericht 2008–2010*. Innsbruck: Innsbrucker Geographische Gesellschaft, ISBN 978-3-901182-83-9, S. 174–187.

## Schrankogel GLORIA (Extensive)

**Operator:** Österr. Akademie der Wissenschaften/Institut für Interdisziplinäre Gebirgsforschung & BOKU/Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit

**Contact:** Harald Pauli (harald.pauli@oeaw.ac.at)

The first GLORIA Master Site dates back to 1994, when an extensive setting of permanent plots, arranged in transects across the alpine-nival ecotone was established at Mount Schrankogel in the central high Alps of Tyrol. These permanent plots were set up in response to evidence on upward shifts of alpine plants on high peaks of the Alps, reinvestigated in 1992 and 1993 (GOTTFRIED et al. 1994; GRABHERR et al. 1994, 2001; PAULI et al. 2001). The 3497m-peak Mount Schrankogel belongs to the highest mountains of the Austrian Alps. Its northern and eastern sides are surrounded by glaciers and glacier forelands. Its southern to western faces, however, are not interrupted by glaciers but show an altitudinal vegetation sequence characteristic for the central siliceous high Alps: from the lower-alpine zone, dominated by dwarf shrubs, to upper alpine *Carex curvula*-grassland, and finally to open and scattered nival vegetation on screes and solid rock. Around 1000 permanent plots of 1x1m<sup>2</sup>, established in 1994, are distributed between 2900 m and 3450 m spanning across the alpine-nival ecotone from the upper margin of closed alpine grassland to the nival zone. Positions of the corner points of each quadrat were accurately surveyed using a tachymeter and photographs were made from each plot. Percentage cover of all vascular plant species and total percentage cover of bryophytes and lichens as well as the cover of abiotic surface components were recorded. Further, a Digital Elevation Model of 1x1m-resolution, covering the entire study area, was generated. Between 1994 and 2006, a number of additional studies were added to the extensive basic dataset of Schrankogel: Besides an area-wide vegetation mapping (ABRATE 1998; DULLINGER 1998) and a description of subnival to nival plant assemblages (PAULI et al. 1999), model studies on vegetation distribution and patterns in relation to the macro- and micro-relief and micro-climate were conducted (GOTTFRIED et al. 1998; GOTTFRIED et al. 1999, 2002). Based on these studies, scenarios of future distribution patterns of keystone species were developed. Further, the influence of domestic and wild-living ungulates (ERTL et al. 2002; Hülber et al. 2005), nitrogen gradients (HUBER et al. 2007), permafrost patterns (HAEBERLI et al., unpubl.), flowering phenology and photoperiodism of alpine and nival vascular plants (KELLER & KÖRNER 2003; Hülber et al. 2006, 2010), as well as patterns of bryophytes (HOHENWALLNER et al. 2011) were investigated.

Soil T at Schrankogel is measured at around 60 positions distributed over the mountain's southern slope system since 1997 on an hourly basis. A major resurvey in 2004 showed both increases of vascular plant species richness as well as declines in species cover of all subnival-nival species (Pauli et al. 2007). Coincidence in the position of the alpine-nival ecotone was found as well as an upward shift was indicated by comparing summer-snow data of the Eastern Alps and Schrankogel vegetation data (Gottfried et al. 2011). In 2009, two remote cameras were installed to monitor the snow pattern on the slope system and cushion plant surveys were conducted (Nießner 2011, Prohaska, 2011). In 2014 the third major permanent plot resurvey is planned.

### Publications:

- Abrate, S. (1998): Vegetationskarte des Schrankogel, Stubai Alpen. Diplomarbeit, Univ. Wien, 105 pp.
- Dullinger, S. (1998). Vegetation des Schrankogel, Stubai Alpen. Diplomarbeit Univ. Wien, 189 pp.
- Ertl, S.; Hülber, K.; Reiter, K. & Grabherr, G. (2002): Einfluss von Weidevieh und Wild auf die Ausbreitung alpiner Gefäßpflanzen. In: Bericht über das 10. Österreichische Botanikertreffen, pp. 7-10. BAL Gumpenstein, Irdning
- Gottfried, M.; Hantel, M.; Maurer, C.; Toechterle, R.; Pauli, H. & Grabherr, G. (2011): Coincidence of the alpine-nival ecotone with the summer snowline. *Environmental Research Letters*, 6, 014013 (12 pp.).
- Gottfried, M.; Pauli, H. & Grabherr, G. (1994): Die Alpen im „Treibhaus“: Nachweise für das erwärmungsbedingte Höhersteigen der alpinen und nivalen Vegetation. *Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt*, München, 59, 13–27.
- Gottfried, M.; Pauli, H. & Grabherr, G. (1998): Prediction of vegetation patterns at the limits of plant life: a new view of the alpine-nival ecotone. *Arctic and Alpine Research*, 30, 207–221.
- Gottfried, M.; Pauli, H.; Reiter, K. & Grabherr, G. (1999): A fine-scaled predictive model for changes in species distribution patterns of high mountain plants induced by climate warming. *Diversity and Distributions*, 5, 241–251.



- Gottfried, M.; Pauli, H.; Reiter, K. & Grabherr, G. (2002): Potential effects of climate change on alpine and nival plants in the Alps. Mountain biodiversity – a global assessment (ed. by C. Körner & E.M. Spehn), pp. 213–223. Parthenon Publishing, London, New York.
- Grabherr, G.; Gottfried, M. & Pauli, H. (1994). Climate effects on mountain plants. *Nature*, 369, 448.
- Grabherr, G.; Gottfried, M. & Pauli, H. (2001): Long-term monitoring of mountain peaks in the Alps. *Biomonitoring: General and applied aspects on regional and global scales* (ed. by C.A. Burga & A. Kratochwil), pp. 153–177. Tasks for Vegetation Science, Kluwer, Dordrecht.
- Hohenwallner, D.; Zechmeister, H.G.; Moser, D.; Pauli, H.; Gottfried, M.; Reiter, K. & Grabherr, G. (2011): Alpine bryophytes as indicators for climate change: a case study from the Austrian Alps. *Bryophyte ecology and climate change* (ed. by Z. Tuba; N.G. Slack & L.R. Stark), pp. 237–250. Cambridge University Press.
- Huber, E.; Wanek, W.; Gottfried, M.; Pauli, H.; Schweiger, P.; Arndt, S.K.; Reiter, K. & Richter, A. (2007): Shift in soil-plant nitrogen dynamics of an alpine-nival ecotone. *Plant and Soil*, 301, 65–76.
- Hülber, K.; Ertl, S.; Gottfried, M.; Reiter, K. & Grabherr, G. (2005): Gourmets or gourmands? Diet selection by large ungulates in high-alpine plant communities and possible impacts on plant propagation. *Basic and Applied Ecology*, 6, 1–10.
- Hülber, K.; Gottfried, M.; Pauli, H.; Reiter, K.; Winkler, M. & Grabherr, G. (2006): Phenological responses of snowbed species to snow removal dates in the Central Alps: Implications for climate warming. *Arctic Antarctic and Alpine Research*, 38, 99–103.
- Hülber, K.; Winkler, M. & Grabherr, G. (2010): Intraseasonal climate and habitat-specific variability controls the flowering phenology of high alpine plant species. *Functional Ecology*, 24, 245–252.
- Keller, F. & Körner, C. (2003): The role of photoperiodism in alpine plant development. *Arctic Antarctic and Alpine Research*, 35, 361–368.
- Nießner, S. (2011): Wachstumsdynamik bei *Silene acaulis* ssp. *excapa* und *Saxifraga bryoides* im alpin-nivalen Ökoton am Schrankogel in den Stubai Alpen. Diplomarbeit, Univ. Wien.
- Pauli, H., Gottfried, M., Reiter, K., Klettner, C., Grabherr, G. (2007): Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994-2004) at the GLORIA\* master site Schrankogel, Tyrol, Austria *Global Change Biology* (2007) 13, 147156, doi: 10.1111/j.13652486.2006.01282.x
- Pauli, H.; Gottfried, M. & Grabherr, G. (1999): Vascular plant distribution patterns at the low-temperature limits of plant life – the alpine-nival ecotone of Mount Schrankogel (Tyrol, Austria). *Phytocoenologia*, 29, 297–325.
- Pauli, H.; Gottfried, M. & Grabherr, G. (2001): High summits of the Alps in a changing climate. The oldest observation series on high mountain plant diversity in Europe. “Fingerprints” of climate change – adapted behaviour and shifting species ranges (ed. by G.-R. Walther; C.A. Burga & P.J. Edwards), pp. 139-149. Kluwer Academic Publisher, New York.
- Pauli, H.; Gottfried, M.; Reiter, K.; Klettner, C. & Grabherr, G. (2007): Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994-2004) at the GLORIA master site Schrankogel, Tyrol, Austria. *Global Change Biology*, 13, 147–156.
- Prohaska, R. (2011): Schädigungsmaß an ausgewählten Polsterpflanzenpopulationen auf klimatisch kontrastierenden Standorten am Schrankogel in Tirol. Diplomarbeit, Univ. Wien.

## Stubacher Sonnblickkees (Extensive)

**Operators:** (1) Hydrological Service Salzburg (HDS), (2) Interfaculty Department of Geoinformatics (Z\_GIS)

**Supporters:** Hydrological Service Salzburg; Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management

**Contact:** (1) Hans Wiesenegger (hans.wiesenegger@salzburg.gv.at), (2) Bernhard Zägel (bernhard.zaegel@sbg.ac.at)

Stubacher Sonnblickkees is a long- range research site with a main focus on the measurement of the annual mass balance, going along with water budget estimations within the catchment area of the lake Weißsee. Funding is provided by the HDS and Lebensministerium (in the past also by the University of Salzburg).

Stubacher Sonnblickkees (SSK) – not to be mixed up with the Rauriser Sonnblick area with the met observatory – is located in the Hohe Tauern Range (Eastern Alps) in the south of Salzburg Province. From 1964 to 1981, the yearly mass balance was calculated by direct measurements. Based on these records of 17 years, a semi-direct method is used since then. From the beginning in 1964 until 2013 Heinz Slupetzky, University of Salzburg, carried out the mass balance and related glaciological measurements as the principal investigator and as an adviser since then. - The usual and necessary link to the climate and climate change is given by the weather station at the Rudolfshütte (ZAMG and HDS). Great efforts are under way to continue the series and to guarantee a long-term monitoring of the mass balance and volume change of SSK. The mass balance record was the first one established in the Hohe Tauern region and is one of the two dozen longest series worldwide. <http://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.829950>

For more than 20 years the Interfaculty Department of Geoinformatics (Z\_GIS) <http://www.zgis.at> has supported the research activities and monitoring programmes at Sonnblick in many ways: Monitoring glaciers with various data capture and photogrammetric methods as well as geospatial analysis workflows are the key contributions.

In recent years, the glacier has fast disintegrated, forced by the formation of a periglacial lake – named Unterer Eisboden See – at the glacier terminus. The processes are monitored by HDS in cooperation with Salzburg University. Modern and classical methods e.g. multi-temporal (aerial) photography, repeated terrestrial laser-scanning as well as bathymetry are used in an interdisciplinary approach to document the development of the lake. – Additionally, parameters like precipitation, temperature, water level, discharge and conductivity are registered. Regular daily water level fluctuations are monitored. The recent lake also represents the development of a new ecosystem, monitoring is going on too.

### Publications:

Fischer, A., M. Stocker-Waldhuber, B. Seiser, B. Hynek and H. Slupetzky (2014): Glaciological Monitoring in the Hohe Tauern National Park, *ecomont*, 6/1,55–62.

Slupetzky, H., A. Fischer: Gletschertagebuch, ORF Wien <http://science.orf.at>

Slupetzky H., H. Wiesenegger, M. Geilhausen (2013): Formation of glacial lakes – a recent dynamik process in the Hohe Tauern National Park. 5th Symposium for Research in Protected Areas 10th to 12th June, 2013 in Mittersill (Austria): 821–828.

Slupetzky, H., N. Slupetzky, H. Wiesenegger (2012): Gletscher und ihre Spuren beim Stubacher Sonnblickkees. In: Naturkundliche Exkursionen Bd. 2, Hohe Tauern.

Slupetzky, H., Wiesenegger, H. (2005): Glazialhydrologische Aspekte des Jahres 2003 im „Hohe Tauern Einzugsgebiet“ der Salzach. In: Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes in Österreich Nr. 83, Wien: 61–81

Slupetzky, H. (2004): Die Rudolfshütte (2.304 m) in den Hohen Tauern – die zweithöchste ganzjährig besetzte Synopstation in Österreich. Jb: Festschrift 100. Jahresbericht des Sonnblickvereins f. d. Jahr 2002. 6 Fotos, Wien 2004: 48–51

Slupetzky, H. (1997): Die Gletscher auf den topographischen Karten 1:5000 im Gebiet der Nationalpark-forschungsstelle Rudolfshütte (Stubachtal, Hohe Tauern) von 1990 (mit 5 Farbkarten 1:5000 als Beilage). In: Wissenschaftliche Mitteilungen Nationalpark Hohe Tauern, Band 3; mit 4 Abbildungen, 7 Tabellen. Matriel in Osttirol: 137–162.

Slupetzky, H. (1989): Die Massenbilanzreihe vom Stubacher Sonnblickkees 1958/59 bis 1987/88. Die Berechnung der Massenbilanz 1980/81 bis 1987/88 (und 1958/59 bis 1962/63). In: Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Band 25, Heft 1; mit 1 Foto, 14 Tabellen und 6 Abbildungen. Innsbruck: 69–89.

Slupetzky, H. (1975): Untersuchungen zur Massenbilanz eines Hanggletschers. Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus der Messreihe 1963/64 bis 1971/72 vom Stubacher Sonnblickkees (Hohe Tauern). In: Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Band. X; mit 22 Abbildungen und 5 Tabellen. Innsbruck: 1-69.

Slupetzky, H. (1974): Informations on the IHD-Project “Upper Stubach Valley” and some results concerning mass balance studies on the Stubacher Sonnblick Glacier (Hohe Tauern, Austria). In: IHD-Activities in Austria 1965–1974. Report on the International Conference on the Results of the International Hydrological Decade, 2.–14. Sept. 1974 in Paris; with 2 figs. Vienna: 54–60.

Wiesenegger, H., H. Slupetzky (2009): Der Untere Eisboden-See. Entstehung eines Gletscherrsees beim Stubacher Sonnblickkees. Mitteilungsblatt des Hydrographischer Dienstes Österreich Nr. 86: 49–63

## Stubai (Master)

**Operator:** University of Innsbruck, Institute of Ecology

**Contact:** Ulrike Tappeiner ([ulrike.tappeiner@uibk.ac.at](mailto:ulrike.tappeiner@uibk.ac.at)), Georg Wohlfahrt ([georg.wohlfahrt@uibk.ac.at](mailto:georg.wohlfahrt@uibk.ac.at)), Michael Bahn ([michael.bahn@uibk.ac.at](mailto:michael.bahn@uibk.ac.at))

The LTER grassland sites in the Stubai Valley are situated near the village of Neustift (47° 7' N, 11° 18' O). They include a valley bottom meadow at 970 m a.s.l., cut 3-4 times per year, as well as three grasslands differing in land use, located on the mountain slope in the vicinity of the Kaserstattalm: a mountain meadow at 1820 m a.s.l. (one cut, lightly grazed in late summer), a pasture at 1850 m a.s.l. and a grassland at 1970 m a.s.l., which was abandoned 25 years ago.

Documentation of management history and vegetation dynamics of the whole area date back to 1865, and detailed information on the current socioeconomic situation and future land use scenarios is available. At the LTER grassland sites, the ecological effects of global change on mountain regions have been experimentally studied since 1993.

A range of EU research projects (Integralp, Ecomont, Carbomont, Vital, Carbo-Extreme, GHG-Europe), five FWF projects and numerous international and national projects have contributed studies on greenhouse gas fluxes (focusing on CO<sub>2</sub>, but also methane, N<sub>2</sub>O and VOC), productivity, C sequestration, nitrogen cycling, water balance and potential risks such as erosion and snow gliding. At all four sites, micro-climate stations are continuously recording solar radiation, precipitation, air and soil temperatures and moisture, as well as soil CO<sub>2</sub> concentrations. Since 2001, the net exchange of CO<sub>2</sub> and water vapour between the valley bottom meadow and the atmosphere have been monitored at high time resolution, and contribute to the international Fluxnet database. Furthermore on all LTER sites, experiments have been and are being performed assessing the impact of global changes (climate, land use) on ecological processes in mountain grassland.

### Publications:

Bahn M., Reichstein M., Davidson E. A., Grünzweig J., Jung M., Carbone M. S., Epron D., Misson L., Nouvellon Y., Rouspard O., Savage K., Trumbore S. E., Gimeno C., Curiel Yuste J., Tang J., Vargas R., Janssens I. A. (2010): Soil respiration at mean annual temperature predicts annual total across vegetation types and biomes. *Biogeosciences* 7: 2147–2157.

Bahn M., Lattanzi F.A., Hasibeder R., Wild B., Koranda M., Danese V., Brüggemann N., Schmitt M., Siegwolf R., Richter A. (2013): Responses of belowground carbon allocation dynamics to extended shading in mountain grassland. *New Phytologist* 198: 116–126.

Bahn M., Rodeghiero M., AndersonDunn M., Dore S., Gimeno S., Drösler M., Williams M., Ammann C., Berninger F., Flechard C., Jones S., Balzarolo M., Kumar S., Newsely C., Priwitzer T., Raschi A., Siegwolf R., Susiluoto S., Tenhunen J., Wohlfahrt G., Cernusca A. (2008): Soil respiration in European grasslands in relation to climate and assimilate supply. *Ecosystems* 11: 1352–1367.

Bahn M., Schmitt M., Siegwolf R., Richter A., Brüggemann N. (2009): Does photosynthesis affect grassland soil respired CO<sub>2</sub> and its carbon isotope composition on a diurnal timescale? *New Phytologist* 182: 452–460.

Bamberger I., Hörtnagl L., Ruuskanen T.M., Schnitzhofer R., Müller M., Graus M., Karl T., Wohlfahrt G., Hansel A. (2011): Deposition fluxes of terpenes over grassland. *Journal of Geophysical Research* 116, D14305, DOI:10.1029/2010JD015457.

Bamberger I., Hörtnagl L., Schnitzhofer R., Graus M., Ruuskanen T., Müller M., Dunkel J., Wohlfahrt G., Hansel A. (2010): BVOC fluxes above mountain grassland. *Biogeosciences* 7, 1413–1424.

Bayfield N., Barancok P., Furger M., Sebastia M.T., Domínguez G., Lapka M., Cudlinova E., Vescovo L., Gianelle D., Cernusca A., Tappeiner U., Drösler M. (2008): Stakeholder Perceptions of the Impacts of Rural Funding Scenarios on Mountain Landscapes across Europe. *Ecosystems* 11: 1368–1382.

Beer C., Ciais P., Reichstein M., Baldocchi D., Law B., Papale D., Soussana J.F., Ammann C., Buchmann N., Frank D., Gianelle D., Janssens I.A., Knohl A., Köstner B., Moors E., Rouspard O., Verbeek H., Vesala T., Williams C., Wohlfahrt G. (2009): Temporal and amongst-site variability of inherent water-use efficiency at the ecosystem scale. *Global Biogeochemical Cycles*, 23, GB2018, doi:10.1029/2008GB003233.

- Bertoldi G., Notarnicola C., Leitinger G., Endrizzi S., Zebisch M., Della Chiesa S., Tappeiner U. (2010): Topographical and ecohydrological controls on land surface temperature in an Alpine catchment. *Ecohydrology* 3:189–204.
- Brilli F., Hörtnagl L., Hammerle A., Haslwanter A., Hansel A., Loreto F., Wohlfahrt G. (2011): Leaf and ecosystem response to soil water availability in mountain grasslands. *Agricultural and Forest Meteorology* 151, 1731–1740.
- Cernusca A., Bahn M., Berninger F., Tappeiner U., Wohlfahrt G. (2008) Effects of landuse changes on sources, sinks and fluxes of carbon in European mountain grasslands. *Ecosystems* 11: 1335–1337.
- Fritsche J., Wohlfahrt G., Ammann Ch., Zeeman M.J., Hammerle A., Obrist D., Alewell Ch. (2008): Summertime elemental mercury exchange of temperate grasslands on an ecosystem scale. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 8, 7709–7722.
- Fuchslueger L., Bahn M., Fritz K., Hasibeder R., Richter, A. (2014): Experimental drought reduces the transfer of recently fixed plant carbon to soil microbes and alters the bacterial community composition in a mountain meadow. *New Phytologist* 201: 916–927.
- Fuchslueger L., Kastl E.-M., Bauer F., Kienzl S., Hasibeder R., Ladreiter-Knauss T., Schmitt M., Bahn M., Schloter M., Richter A., Szukics U. (2014): Effects of drought on nitrogen turnover and abundances of ammonia-oxidizers in mountain grassland. *Biogeosciences*, in press.
- Gilmanov et al. (2007): Partitioning European grassland net ecosystem CO<sub>2</sub> exchange into gross primary productivity and ecosystem respiration using light response function analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 121, 93120, 2007
- Grigulis K., Lavorel S., Krainer U., Legay N., Baxendale C., Dumont M, Kastl E., Arnoldi C., Bardgett R.D., Poly F., Pommier T., Schloter M., Tappeiner U., Bahn M., Clément J.C. (2013): Relative contributions of plant traits and soil microbial properties to mountain grassland ecosystem services. *Journal of Ecology* 101: 47–57.
- Groenendijk M., Dolman H., Ammann C., Arneith A., Cescatti A., Dragoni D., Gash J., Gianelle D., Gioli B., Kiely G., Knohl A., Law B., Lund M., Marcolla B., van der Molen M., Montagnani L., Moors E., Richardson A., Rouspard O., Verbeeck H., Wohlfahrt G. (2011) Seasonal variation of photosynthetic model parameters and leaf area index from global Fluxnet eddy covariance data. *Journal of Geophysical Research* 116, G04027, DOI:10.1029/2011JG001742.
- Hammerle A., Haslwanter A., Schmitt M., Bahn M., Cernusca A., Tappeiner U., Wohlfahrt G. (2007): Eddy covariance measurements of carbon dioxide, latent and sensible energy fluxes above a meadow on a mountain slope. *Boundary Layer Meteorology* 122: 397–416.
- Hammerle A., Haslwanter A., Tappeiner U., Cernusca A. and Wohlfahrt G. (2008): Leaf area controls on energy partitioning of a temperate mountain grassland. *Biogeosciences* 5, 421–431.
- Hörtnagl L., Bamberger I., Graus M., Ruuskanen T. M., Schnitzhofer R., Müller M., Hansel A., and Wohlfahrt G. (2011): Biotic, abiotic, and management controls on methanol exchange above a temperate mountain grassland. *Journal of Geophysical Research* 116, G03021, DOI: 10.1029/2011JG001641.
- Kattge J., Díaz S., Lavorel S., Prentice I. C., Leadley P., Bönsch G., Garnier E., Westoby M., Reich P. B., Wright I. J., Cornelissen J. H. C., Violle C., Harrison S. P., v. Bodegom P. M., Reichstein M., Enquist B. J., Soudzilovskaia N. A., Ackerly D. D., Anand M., Atkin O., Bahn M., et al. (2011): TRY – a global database of plant traits. *Global Change Biology* 17: 2905–2935.
- Legay N., Baxendale C., Grigulis K., Szukics U., Kastl E.M., Schloter M., Bardgett R., Arnoldi C., Bahn M., Dumont M., Poly F., Pommier T., Clement J.C., Lavorel S. (2014): Contribution of above- and below-ground plant traits to the structure and function of grassland soil microbial communities. *Annals of Botany*, in press.
- Leitinger G., Höller P., Tasser E., Walde J., Tappeiner U. (2008): Development and Validation of a Spatial SnowGlide Model. *Ecological Modelling* 211: 363–374
- Leitinger G., Tasser E., Newesely C., Obojes N., Tappeiner U. (2010): Seasonal dynamics of surface runoff in mountain grassland ecosystems differing in land use. *Journal of Hydrology* 385: 95–104.
- Li Y., Tenhunen J., Owen K., Schmitt M., Bahn M., Dröslner M., Otieno D., Schmidt M., Grünwald Th., Hussain M.Z., Mirzae H., Bernhofer Ch. (2008): Patterns of CO<sub>2</sub> exchange capacity of grassland ecosystems in the Alps. *Agricultural and Forest Meteorology* 148: 51–68.
- Meyer S., Leifeld J., Bahn M., Fuhrer J. (2012a): Free and protected soil organic carbon dynamics respond differently to abandonment of mountain grassland. *Biogeosciences* 9: 853–865.
- Meyer S., Leifeld J., Bahn M., Fuhrer J. (2012b): Land-use change in subalpine grassland soils: Effect on particulate organic carbon fractions and aggregation. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 175: 401–409.
- Migliavacca M., Reichstein M., Richardson A.D., Colombo R., Sutton M., Lasslop G., Wohlfahrt G., Tomelleri E., Carvalhais N., Cescatti A., Mahecha M., Montagnani L., Papale D., Zaehle S., Arain A., Arneith A., Black A.T., Dore S., Gianelle D., Helfter C., Hollinger D., Kutsch W., Law B.E., Lafleur P.M., Nouvellon Y., Rebmann C., da Rocha H., Rodeghiero M., Rouspard O., Sebastia M.T., Seufert G., Soussana J.F., van der Molen M.K. (2010): Semi-empirical modeling of abiotic and biotic factors controlling ecosystem respiration across eddy covariance sites. *Global Change Biology*
- Moles A.T., Perkins S.E., Laffan S.W., Flores-Moreno H., Awasthy M., Tindall M.L., Sack L., Pitman A., Kattge J., Aarssen L.W., Anand M., Bahn M., Blonder B., Cavender-Bares, Cornelissen J.H.C., Cornwell W.K., Diaz S., Dickie J.B., Freschet G.T., Griffiths J.G., Gutierrez A.G., Hemmings F.A., Hickler T., Hitchcock T.D., Keighery M., Kleyer M., Kurokawa H., Leishman M.R., Liu ., Niinemets Ü., Onipchenko V., Onoda Y., Peñuelas J., Pillar .D., Reich P.B., Shiodera S., Siefert A., Sosinski E.E.Jr., Soudzilovskaia N.A., Swaine E.K., Swenson N.G., van Bodegom P.M., Warman L., Weiher E., Wright I.J., Zhang H., Zobel H., Bonser .P. (2014): Which is a better predictor of plant traits: temperature or precipitation? *Journal of Vegetation Science*, doi: 10.1111/jvs.12190.
- Müller M., Graus M., Ruuskanen T.M., Schnitzhofer R., Bamberger I., Kaser L., Titzmann T., Hörtnagl L., Wohlfahrt G., Karl T., Hansel A. (2010): First eddy covariance measurements by PTR TOF Atmospheric Measurement Techniques 3, 387–395.
- Obojes N., Bahn M., Tasser E., Walde J., Inauen N., Hiltbrunner E., Saccone P., Lochet J., Clément J.C., Lavorel S., Tappeiner U., Körner Ch. (2014): Vegetation effects on the water balance of mountain grasslands depend on climatic conditions. *Ecohydrology*, DOI: 10.1002/eco.1524.
- Peichl M., Sonntag O., Wohlfahrt G., Flanagan L.B., Baldocchi D.D., Kiely G., Galvagno M., Gianelle D., Marcolla B., Pio C., Migliavacca M., Jones M.B., Saunders M. (2013): Convergence of potential net ecosystem production across contrasting C3 grasslands. *Ecology Letters* 16, 502–512.
- Ruuskanen T.M., Müller M., Schnitzhofer R., Karl T., Graus M., Bamberger I., Hörtnagl L., Brilli F., Wohlfahrt G., Hansel A. (2011): Eddy covariance VOC emission and deposition fluxes above grassland using PTR-TOF Atmospheric Chemistry and Physics 11, 611–625.
- Schirpke, U., Leitinger, G., Tasser, E., Schermer, M., Steinbacher, M., Tappeiner, U. (2013): Multiple ecosystem services of a changing Alpine landscape: past, present and future. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 9(2), 123–135.
- Schmitt M., Bahn M., Wohlfahrt G., Tappeiner U., Cernusca A. (2010): Land use affects the net ecosystem CO<sub>2</sub> exchange and its components in mountain grasslands. *Biogeosciences* 7: 2297–2309.
- Seeber J., Rief A., Richter A., Traugott M, Bahn M. (2012): Drought-induced reduction in uptake of recently photosynthesized carbon by springtails and mites in alpine grassland. *Soil Biology & Biochemistry* 55: 37–39.
- Stoy P.C., Richardson A.D., Baldocchi D.D., Katul G.G., Stanovick J., Mahecha M.D., Reichstein M., Detto M., Law B.E., Wohlfahrt G., Arriga N., Campos J., McCaughey J.H., Montagnani L., Paw U K.T., Sevanto S., Williams M. (2009): Biosphere-atmosphere exchange of CO<sub>2</sub> in relation to climate: a crossbiome analysis across multiple timescales. *Biogeosciences* 6, 2297–2312.
- Tappeiner U., Tasser E., Leitinger L., Cernusca A., Tappeiner G. (2008): Effects of Historical and Likely Future Scenarios of Land Use on Above and Below Ground Vegetation Carbon Stocks of an Alpine Valley. *Ecosystems* 11: 138–140.

- Tenhunen J., Geyer R., Adiku S., Reichstein M., Tappeiner U., Bahn M., Cernusca A., Dinh N.Q., Kolcun O., Lohila A., Otieno D., Schmidt M., Schmitt M., Wang Q., Wartinger M., Wohlfahrt G., (2009): Influences of Landuse Change on Ecosystem and Landscape Level Carbon and Water Balances in Mountainous Terrain of the Stubai Valley, Austria. *Global and Planetary Change* 67: 29–43
- Teuling A.J., Hirschi M., Ohmura A., Wild M., Reichstein M., Ciais P., Buchmann N., Ammann C., Montagnani L., Richardson A.D., Wohlfahrt G., Seneviratne S. (2009): A regional perspective on trends in continental evaporation. *Geophys. Res. Lett.*, 36, L02404, doi:10.1029/2008GL036584
- Teuling A.J., Seneviratne S.I., Stöckli R., Reichstein M., Moors E., Ciais P., Luysaert S., van den Hurk B., Ammann C., Bernhofer C., Dellwik E., Gianelle D., Gielen B., Grünwald T., Klumpp K., Montagnani L., Moureaux C., Sottocornola M., Wohlfahrt G. (2010): Contrasting response of European forest and grassland energy exchange to heat waves. *Nature Geoscience*, doi:10.1038/ngeo950.
- Vargas R., Baldocchi D.D., Allen M.F., Bahn M., Black T.A., Collins S.L., Curiel Yuste J., Hirano T., Jassal R.S., Pumpanen J., Tang J. (2010): Looking deeper into the soil: biophysical controls and seasonal lags of soil CO<sub>2</sub> production and efflux across multiple vegetation types. *Ecological Applications*, 20: 1569–1582.
- Vargas R., D.D. Baldocchi, M. Bahn, P.J. Hanson, K.P. Hosman, L. Kulmala, J. Pumpanen, B. Yang (2011): On the multi-temporal correlation between photosynthesis and soil CO<sub>2</sub> efflux: reconciling lags and observations. *New Phytologist* 191: 1006–1017
- Vicca S., Bahn M., Estiarte M., van Loon E. E., Vargas R., Alberti G., Ambus P., Arain M. A., Beier C., Bentley L. P., Borken W., Buchmann N., Collins S. L., de Dato G., Dukes J.S., Escobar C., Fay P., Guidolotti G., Hanson P. J., Kahmen A., Kröel-Dulay G., Ladreiter-Knauss T., Larsen K., Lellei-Kovacs E., Lebrija-Trejos E., Maestre F. T., Marhan S., Marshall M., Meir P., Miao Y., Muhr J., Niklaus P., Ogaya R., Peñuelas J., Poll C., Rustad L. E., Savage K., Schindlbacher A., Schmidt I. K., Smith A., Sotta E. D., Suseela V., Tietema A., van Gestel N., van Straaten O., Wan S., Weber U., Janssens I.A. (2014): Can current moisture responses predict soil respiration under altered precipitation regimes? A synthesis of manipulation experiments. *Biogeosciences* 11: 2991–3013.
- Wieser G., Hammerle A., Wohlfahrt G. (2008): The water balance of grassland ecosystems in the Austrian Alps. *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, 40: 439445, 2008.
- Williams C.A., Reichstein M., Buchmann N., Baldocchi D., Beer C., Schwalm C., Wohlfahrt G., Hasler N., Bernhofer C., Foken T., Papale D., Schymanski S., Schaefer K. (2012): Climate and vegetation controls on the surface water balance: synthesis of evapotranspiration measured across a global network of flux towers. *Water Resources Research* 48, W0652. DOI:10.1029/2011WR011586.
- Wohlfahrt G., AndersonDunn M., Bahn M., Balzarolo M., Berninger F., Campbell C., Carrara A., Cescatti A., Christensen T., Dore S., Eugster W., Friborg T., Furger M., Gianelle D., Gimeno C., Hargreaves K., Hari P., Haslwanter A., Johansson T., Marcolla B., Milford C., Nagy Z., Nemitz E., Rogiers N., Sanz M.J., Siegwolf R.T.W., Susiluoto S., Sutton M., Tuba Z., Ugolini F., Valentini R., Zorer R., Cernusca A. (2008): Biotic, abiotic and management controls on the net ecosystem CO<sub>2</sub> exchange of European mountain grasslands. *Ecosystems* 11:1338–1351.
- Wohlfahrt G., Cremonese E., Hammerle A., Hörtnagl L., Galvagno M., Gianelle D., Marcolla B., Morra di Cella U. (2013): Tradeoffs between global warming and day length on the start of the carbon uptake period in seasonally cold ecosystems. *Geophysical Research Letters* 40 (23), 6136–6142.
- Wohlfahrt G., Hammerle A., Haslwanter A., Bahn M., Tappeiner U., Cernusca A. (2008): Disentangling leaf area and environmental effects on the response of the net ecosystem CO<sub>2</sub> exchange to diffuse radiation. *Geophysical Research Letters*, 35, L16805, doi:10.1029/2008GL035090.
- Wohlfahrt G., Hammerle A., Haslwanter A., Bahn M., Tappeiner U., Cernusca A. (2008): Seasonal and interannual variability of the net ecosystem CO<sub>2</sub> exchange of a temperate mountain grassland: Effects of weather and management, *Journal of Geophysical Research*, 113, D08110, doi:10.1029/2007JD009286.
- Wohlfahrt G., Haslwanter A., Hörtnagl L., Jasoni R L., Fenstermaker L. F., Arnone J. A. III, Hammerle A. (2009): On the consequences of the energy imbalance for calculating surface conductance to water vapour. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149, 1556–1559.
- Wohlfahrt G., Irshick C., Thalinger B., Hörtnagl L., Obojes N., Hammerle A. (2010): Insights from independent evapotranspiration estimates for closing the energy balance: a grassland case study. *Vadose Zone Journal*, in press
- Wohlfahrt G., Pilloni S., Hörtnagl L., Hammerle A. (2010): Estimating carbon dioxide fluxes from temperate mountain grasslands using broadband vegetation indices. *Biogeosciences* 7, 683–694.
- Zimmermann P., Tasser E., Leitinger G., Tappeiner U. (2010): Effects of landuse and landcover pattern on landscape-scale biodiversity in the European Alps. *Agriculture, Ecosystems and Environment* doi:10.1016/j.agee.2010.06.010

### 8.1.3 LTER SITES OUTSIDE PLATFORM CONTEXT

#### Fuchsenbigl (Extensive)

**Operator:** Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES), Spargelfeldstraße 191, 1220 Vienna, Austria

**Contact:** Heide Spiegel (adelheid.spiegel@ages.at), Johannes Hösch (johannes.hoesch@ages.at)

The Fuchsenbigl Field Station, Lower Austria, is an agricultural research site of the Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES). It is representative of productive soils managed as arable land. This site is located in the Marchfeld, the soil is described as a fine sandy-loamy Calcaric Chernozem (WRB). Cultivated crops include cereals (e.g. winter wheat, barley, rye), sugar beet, maize and potatoes. Current research objectives are the investigation of soil organic matter and nutrient dynamics affected by different soil management (e.g. tillage, cropping systems, mineral and organic fertilization, crop residues management):

- Long-term field experiment with <sup>14</sup>C-labeled wheat straw and farmyard manure (since 1967)
- Long-term field experiment with different tillage treatments (since 1988)
- Long term mineral K-fertilization (since 1956)
- Removal/return of crop residues, P-fertilization (in Rutzendorf, Marchfeld, since 1982)

#### Data collected at the site:

- Chemical soil data:
- pH, Corg, Nt, CEC, carbonate content, plant available nutrients (P, K): once a year from the tillage experiment, selected parameters at irregular intervals from the other field experiments
- molecular characteristics of SOM (bulk samples, humic acids) with different spectroscopic methods: once (<sup>14</sup>C and tillage experiment)

- Physical soil data: texture, bulk density, aggregate stability, water capacity, pore volume, water permeability: once/twice (tillage experiment)
- Microbial soil data: once a year (substrate induced respiration; N-mineralization; xylanase activity; pot. nitrification; phosphatase activity; protease activity) till 2002 at the tillage experiment
- Crop data (yields, nutrient contents): each year

#### Contributions to international projects:

- EXPEER: “Experimentation in Ecosystem Research”
- CATCH-C: “Compatibility of Agricultural Management Practices and Types of Farming in the EU to enhance Climate Change Mitigation and Soil Health”

#### Publications:

Körschens M., Albert E., Armbruster M., Barkusky D., Baumecker M., Behle-Schalk L., Bischoff R., Čergan Z., Ellmer F., Herbst F., Hoffmann S., Hofmann B., Kismanyoky T., Kubat J., Kunzova E., Lopez-Fando C., Merbach I., Merbach W., Pardor M.T., Rogasik J., Rühlmann J., Spiegel H., Schulz E., Tajnsek A., Toth Z., Wegener H., Zorn W. (2013): Effects of mineral and organic fertilization on crop yield, nitrogen uptake, carbon and nitrogen balances, as well as soil organic carbon content and dynamics: results from 20 European long-term field experiments of the twenty-first century, *Archives of Agronomy and Soil Science*, 59, 8, 1017–1040. DOI:10.1080/03650340.2012.704548

Spiegel H. (2012): Impacts of arable management on soil organic carbon and nutritionally relevant elements in the soil-plant system. Habilitation thesis. University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Vienna.

Spiegel H., Dersch G., Baumgarten A., Hösch J. (2010): The International Organic Nitrogen Longterm Fertilisation Experiment (IOSDV) at Vienna after 21 years. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 56, 4, 405–420. DOI:10.1080/03650341003645624.

Spiegel H., Dersch G., Hösch J. and Baumgarten A. (2007): Tillage effects on soil organic carbon and nutrient availability in a longterm field experiment in Austria. *Die Bodenkultur* 58, 1, 4758. Sterba, H., Eckmüller, O. 2008: Invasion of Beech (*Fagus sylvatica* L.) in conifer forests Five case studies in Austria. *Austrian Journal of Forest Science, Centralblatt für das gesamte Forstwesen*, 125 (1), 89–102

Tatzber M., Stemmer M., Spiegel H., Katzlberger C., Zehetner F., Haberhauer G., Garcíagarcía E., Gerzabek M. H. (2009): Spectroscopic behaviour of 14 C labeled humic acids in a longterm field experiment with three cropping systems. *Australian Journal of Soil Research*, 2009, 47, 459–469. 10.1071/SR08231 0004 9573/09/050459.

Tatzber M., Stemmer M., Spiegel H., Katzlberger C., Zehetner F., Haberhauer G., Roth K., Garcia E., Gerzabek M. H. (2009): Decomposition of Carbon14 Labeled Organic Amendments and Humic Acids in a LongTerm Field Experiment. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 73: 744–750. doi:10.2136/sssaj2008.0235

Tatzber M., Stemmer M., Spiegel H., Katzlberger C., Haberhauer G., Gerzabek M. H. (2008): Impact of different tillage practices on molecular characteristics of humic acids in a longterm field experiment – An application of three different spectroscopic methods. *Sci Total Environ, Sci Total Environ.* 15; 406 (12):256–268. doi:10.1016.

### Fürstenfeld (Regular)

**Operator:** Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape (BFW)

**Contact:** Michael Englisch (michael.englisch@bfw.gv.at)

The site is situated in the East Styrian lowlands and hills, the woodland community being an Oak-Hornbeam forest and was established in 1997. The main research questions center around (site) water balance and different patterns of water consumption of different tree species. In order to address the research questions, the site is instrumented with on-line registering climate stations as well as on-line soil water content measurements, soil temperature measurements as well as sap flow measurements. These data are complemented with data on soil physics, rooting densities, stand growth and LAI. Main results demonstrate very clear seasonal patterns, which may lead to drought stress of conifers (Norway spruce) resulting in unstable stands prone to secondary (f.e. insect) damage. So far the site has been used by three national and 2 international projects.

### Hochwechsel (Extensive)

**Operator:** Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape (BFW)

**Contact:** Michael Englisch (michael.englisch@bfw.gv.at)

The alpine site is located in East Styria, the current stand is a Norway spruce monoculture. Measurements were begun in 1990. Primary research questions center around the lack of natural regeneration of all tree species and slow stand growth. The site is instrumented with climate stations, on-line measurements of plant-available light and soil temperature measurements. Data from two detailed inventories on tree rejuvenation, humus form distribution and ground vegetation are available as well as soil chemical analyses, LAI measurements and detailed humus form descriptions, litter analyses and litter input measurements. At the site two national and one international project have taken place.

## LTSER Platform Neusiedler See-Seewinkel (Emerging)

**Operator:** Biologische Station Neusiedler See, Illmitz

**Contact:** Thomas Zechmeister (thomas.zechmeister@bgld.gv.at)

The proposed Neusiedler See-Seewinkel LTSER site consists of the Neusiedler See lake itself, the Seewinkel located in the eastern part of the lake and the adjacent Austrian part of the Hanság. Due to its central location within the site, it will be managed by the Biologische Station Neusiedler See, Illmitz, with its current head Thomas Zechmeister. Already since the early 70th of the 20th century local and regional research has been coordinated and performed by this institution. The region is characterised by a hot, dry Pannonian climate with an annual precipitation of 700-800 mm and annual mean temperature of >9°C. In a relatively small area, plants and animals with alpine, Asiatic and Mediterranean affinities, as well as northern species, are present, resulting in high species diversity. Although its origin can be traced to tectonic movements in the mid-Tertiary, the final shape of the landscape relates to the late Quaternary, when Tertiary sediments were partly covered by glacial clay, sand and loess deposits during glacial periods. Today two main economy sectors dominate the area: on the one hand intensive agriculture particularly crop-growing, wine growing and greenhouse-vegetable gardening and on the other hand, especially around the lake and focused on rather small places, tourism.

The lake is one of the most popular tourist destinations in the eastern part of Austria. In the last decades the typical regional tourism changed to a more diversified tourism based on the nature, national park, cycling and other sports activities, cultural traditions and events. Due to its transitional character many protection and management systems can be found. For instance National Park, Biosphere Reserve, Natural Heritage Site, Nature Conservation area, Protected Landscape are some of the attributes of the proposed area. Scientific research is therefore wide but can be summarised on (1) monitoring of freshwater ecosystems, (2) distribution of birds, (3) mapping and assessment of vegetation, (4) climate and climate change detection mainly situated on the eastern shore of the lake or concentrating on the small shallow lakes. Whereas research on (5) landscape character analysis, (6) regional identity and (7) regional development happens on a more regional scale. All scientific efforts together try to display abiotic and biotic as well as human impact on different ecosystems or go along already ongoing restoration measurements.

### Publications:

Bitenc M. (2007): Analysis of airborne laser scanning data and products in the Neusiedler See Project. *Ekscentar*, 10, 60–64.

Boros E., Zs. Horváth, G. Wolfram and L. Vörös (2014): Salinity and ionic composition of the shallow astatic soda pans in the Carpathian Basin *Journal of Limnology Ann. Limnol. – Int. J. Lim.* 50 (2014), 59–69

Hermann A., Kuttner M., Hainz-Renetzedler C., Konkoly-Gyuró E., Tirázi A., Brandenburg C., Alex B., Ziener K., Wrбка T. (2014): Assessment framework for landscape services in European cultural landscapes – an Austrian Hungarian case study, *Ecological Indicators*, Vol. 37, Part A, 229–240

Horváth Z., Csaba F. Vad, Lajos Vörös and Emil Boros (2013): The keystone role of anostracans and copepods in European soda pans during the spring migration of waterbirds. *Freshwater Biology*, vol. 58, Issue 2, pp. 430–440, 2013

Kirschner A.K.T., Schlesinger J., Farnleitner A.H., Hornek R., Süß B., Golda B., Herzig A., Reitner B. (2008): Rapid Growth of Planktonic *Vibrio cholerae* Non-O1/Non-O139 Strains in a Large Alkaline Lake in Austria : Dependence on Temperature and Dissolved Organic Carbon Quality; *Applied and Environmental Microbiology*, 74 (2008), 7, 2004–2015.

Krammer M., Velimirov V., Fischer U., Farnleitner A.H., Herzig A., Kirschner A.K.T. (2008): Growth response of soda lake bacterial communities to simulated rainfall. *Microb. Ecology*, 55, 194–211

Kuttner M., Hainz-Renetzedler C., Hermann A., Wrбка T. (2013): Borders without barriers – Structural functionality and green infrastructure in the Austrian-Hungarian transboundary region of Lake Neusiedl. *Ecological Indicators*, Vol. 31, 59–72

Prinz M. A., Wrбка T., Reiter K. (2009): Long term changes in the Neusiedlersee-Seewinkel region – the development of shallow lakes. In: Breuste J., Kozová M. & Finka M. [eds] 2009. *European Landscapes in Transformation: Challenges for Landscape Ecology and Management – European IALE Conference 2009*

Schaible R., Bergmann I., et al. (2009): A survey of sexually reproducing female and male populations of *Chara canescens* (Charophyta) in the National Park Neusiedler Seewinkel (Austria). *Cryptogamie Algologie* 30 (4): 279–294.

Schindler S., Dirnböck T., Essl F., Zink R., Dullinger S., Wrбка T., Mirtl M. (2011): An agenda for Austrian Biodiversity Research at the Long-term Ecosystem Research Network (LTER). In: Pavlinov IY (ed), *Researches in Biodiversity: models and applications*, InTech, Vienna. ISBN 979-953-307-253-0

Stojanovic A., Kogelnig D., Mitteregger B., Mader D., Jirsa F., Krachler Ru., Krachler Re. (2009): Major and trace element geochemistry of superficial sediments and suspended particulate matter of shallow saline lakes in Eastern Austria ; *Chemie Der Erde-geochemistry - CHEM ERDE-GEOCHEMISTRY* , vol. 69, no. 3, pp. 223–234, 2009

Wieltchnig C., Fischer U.R., Velimirov B., Kirschner A.K.T. (2008): Effects of deposit-feeding macrofauna on benthic bacteria, viruses, and protozoa in a silty freshwater sediment. *Microb. Ecol.* 56, 1–12

Wrбка T., Prinz M. A., Renetzedler C., Stocker-Kiss A., Brandenburg C., Ziener K. (2009): Man & Biosphere – Redesigning the Biosphere Reserve Neusiedler See – *Endbericht. Akademie der Wissenschaft. Wien.* <http://dx.doi.org/10.1553/rbrns>

Wrбка T., Renetzedler C., Alex B., Balázs P., Brandenburg C., Hermann A., Konkoly-Gyuró É., Kuttner M., Prinz M., Schindler S., Ziener K., Zmelik K. (2010): Ecosystem Services as Means for Redesigning the Biosphere Reserve Neusiedler See. In: Machar I. & Kovar P. [eds.] *International Conference in Landscape Ecology*, 3.–6.9.2010, Brno. Book of Abstracts. p. 162

Zechmeister T.C., Farnleitner A.H., Rocke T.C., Pittner F., Rosengarten R., Mach R.L., Herzig A., Kirschner A.K.T. (2002): PCR and ELISA – in vitro alternatives to the mouse – bioassay for assessing the Botulinum-Neurotoxin-C1 production in environmental samples?; *Altex – Alternativen zu Tierexperimenten*, 19 (2002), 49–54.

Zechmeister T.C., Kirschner A.K.T., Fuchsberger M., Gruber S., Süß B., Rosengarten R., Pittner F., Mach R.L., Herzig A., Farnleitner A.H. (2005): Prevalence of Botulinum Neurotoxin C1 and its Corresponding Gene in Environmental Samples from Low and High Risk Avian Botulism Areas; *Altex – Alternativen zu Tierexperimenten*, 22 (2005), 3; 185–195.

Gruell A., Gross J. et al. (2007): Singing activity, territoriality and polygyny in the Hoopoe *Upupa epops* in the Lake Neusiedl area, Austria. *Vogelwelt* 128(2): 67–78.

## Lysimeter Station AGES VIENNA (Extensive)

**Operator:** AGES GmbH – Austrian Agency for Health and Food Safety, Department for Soil Health and Plant Nutrition

**Contact:** Helene Berthold (helene.berthold@ages.at), Andreas Baumgarten (andreas.baumgarten@ages.at)

The AGES lysimeter station was built in autumn 1995 to study the long-term effects of agricultural practices on soil, water budget and water quality. Alongside monitoring soil water quality, its design enables the continuous monitoring of water-budget parameters to evaluate the reliability of simulation models based on data derived from different soil types.

The lysimeter station consists of 18 lysimeters with three different soil types in six replicates each, representing the main soil types of the Marchfeld production area (Figure 2).

**According to WRB, the soils can be classified as:**

- Calcic Chernozem (loamy silt, 1.57% Corg)
- Calcaric Phaeozem (loamy sand, 0.75% Corg)
- Gleyic Phaeozem (loam, 1.68% Corg)

The area of the lysimeter station is located in a transition zone between the western European temperate oceanic climate (mild winters; wet and cool summers) and the eastern European temperate continental climate (cold winters; hot and dry summers). From the phyto-sociological point of view, the whole area exhibits a typical continental character. The annual amount of precipitation is about 550-600 mm and the mean annual temperature averages 9.5°C. The lysimeter station is located 160 m above sea level.

### Publications:

Zaller J. G., Formayer H., Berthold H., Baumgarten A. (2013): Gemüsebau unter zukünftigen Klimabedingungen: Bodentyp könnte wichtiger werden, *Gemüsebaupraxis* S. 14–15, 2013 20. Jahrgang.

Tabi Tataw J., Hall R., Ziss E., Schwarz T., von Hohberg und Buchwald C., Formayer H., Hösch J., Baumgarten A., Berthold H., Michel K. & Zaller J.G. (2013): Soil types will alter the response of arable agroecosystems to future rainfall patterns. *Annals of Applied Biology*, ISSN 0003-4746.

## Mondsee (Regular)

**Operator:** (1) Research Institut for Limnology, University of Innsbruck, (2) Interfaculty Department of Geoinformatics, Paris Lodron University of Salzburg

**Contact:** (1) Thomas Weisse (thomas.weisse@uibk.ac.at), Rainer Kurmayer (rainer.kurmayer@uibk.ac.at),  
(2) Hermann Klug (hermann.klug@sbg.ac.at)

Since the end of the 1960s, the Research Institute for Limnology (formerly part of the Austrian Academy of Sciences, but since September 2012 affiliated to the University of Innsbruck) has collected physicochemical and biological data on Mondsee lake. These data were gathered in the course of numerous national research projects (FWF, National Bank, Federal County of Upper Austria) and international networks (EU, ESE, IPGL – International Training Programs in Limnology).

The current research focus of the Institute comprises the investigation of intraspecific evolution under changing environmental conditions and the possible consequences at ecosystem level. This theme is the logical progression of the previous research focus of the Institute, “Dimensions, creation and ecological significance of the intraspecific diversity of aquatic micro- and macroorganisms”. The role of the Institute is to deepen knowledge of the ecology and protection of inland waters and to communicate this knowledge through publication (in international peer-reviewed journals) and teaching activities. The Institute aims to link the thematic areas of limnology and theoretical evolutionary ecology through the establishment of various in situ observatories to monitor the microevolution of individual abundant organism groups, e.g. (cyano)bacteria, protists (chrysoomonads, ciliates) and coregonid fishes in Mondsee and various (sub)alpine bodies of water. The most up-to-date methods of microbiology such as high throughput sequencing methods are used to analyze genetic modifications at the level of individuals, populations and ecosystems. Genetic differentiations observed are tested experimentally in the laboratory and in the open air. Currently, hourly temperature data and weekly (May to September) or bi-weekly (October to April) phytoplankton data are recorded in Mondsee.

Since 2004 the Interfaculty Department of Geoinformatics at the Paris Lodron University of Salzburg focuses on the terrestrial part of the Mondsee catchment. The mission of the landscape lab is to understand processes at the interface of climatology, hydrology and pedology but places an integrated holistic view while incorporating socio-cultural and economic influences on the landscape. In particular, Geographical Information Systems (GIS) and remote sensing techniques have been developed and deployed to model hydrological processes and investigate these with a real-time monitoring system.

### Publications:

Anneville, O., Kaiblinger, C., Tadonl  k  , R.D., Druart, J.C. & Dokulil, M.T. (2008): Contribution of longterm monitoring to the European Water Framework Directive Implementation. In: M. Sengupta & R. Dalwani (eds.), *Proceedings of Taal 2007: The 12th Large Lake Conference*, 11221131, CDROM, Ministry of Environment & Forests, New Delhi

Dokulil, M.T. (2014). Predicting summer surface water temperatures for large Austrian lakes in 2050 under climate change scenarios. *Hydrobiologia* 731: 19–29, DOI 10.1007/s10750-013-1550-5

Dokulil, M.T and Kaiblinger C. (2009): Phytoplankton Productivity. In: Gene E. Likens, (Editor) *Encyclopedia of Inland Waters*. Vol. 1, pp. 210218, Elsevier, Oxford

- Dokulil, M.T. & Teubner, K. (2012). Deep living Planktothrix rubescens modulated by environmental constraints and climate forcing, *Hydrobiologia* DOI: 10.1007/s10750-012-1020-5
- Dokulil, M.T. & Teubner, K. (2005a). Do phytoplankton assemblages correctly track trophic changes? Assessment from contemporary and palaeolimnological data. *Freshwater Biology* 50, 1594–1604
- Dokulil, M.T. (2009). Comparative Primary Production. In: Gene E. Likens, (Editor) *Encyclopedia of Inland Waters*. Vol. 1, pp. 130137, Elsevier, Oxford
- Ficker H., Mazzucco R., Gassner H., Wanzenböck J., Dieckmann, U. (2014). Fish length exclusively determines sexual maturation in European white-fish *Coregonus lavaretus* (L.) species complex. *Journal of Fish Biology* 84: 1164–1170, doi:10.1111/jfb.12301
- Findenig, B.M.; Chatzinotas, A.; Boenigk, J. (2010). Taxonomic and ecological characterization of Stomatocysts of Spumella-like Flagellates (Chrysophyceae) 1. *Journal of Phycology* 46(5): 868–881.
- Hahn, M.W.; Kasalicky, V.; Jezbera, J.; Brandt, U.; Jezberova, J.; Simek, K. (2011). *Limnohabitans curvus* gen. nov., sp. nov., a planktonic bacterium isolated from a freshwater lake. *IJSEM* 60(6): 1358–1365. doi: 10.1099/ijms.0.013292-0
- Jeppesen, E., Dokulil, M.T. et al. (2005b): Lake responses to reduced nutrient loading an analysis of contemporary longterm data from 35 case studies. *Freshwater Biology* (2005) 50, 1747–1771.
- Kaiblinger, C., Greisberger, J., Teubner, K. & Dokulil, M.T. (2007): Photosynthetic efficiency as a function of thermal stratification and phytoplankton size structure in an oligotrophic alpine lake. *Hydrobiologia* 578, 29–36
- Klug, H. (2010): Application of a vision in the Lake District of Salzburg. In: *Futures* 42, 668–681.
- Klug, H. (2012): An integrated holistic transdisciplinary landscape planning concept after the Leitbild approach. In: *Journal Ecological Indicators* 23, 616–626.
- Klug, H., Haslauer, E. (2010): Raum-zeitliche Abschätzung der Verdunstungskapazität von Landoberflächen. In *Angewandte Geoinformatik 2010* (Strobl, J., Blaschke, T., Griesebner, G., eds.), pp. 641-650. Wichmann Verlag, Heidelberg.
- Klug, H., Jenewein, P. (2010): Spatial modelling of agrarian subsidy payments as an input for evaluating changes of ecosystem services. In: *Ecological Complexity* 7, 368–377.
- Klug, H., Juhasz, C., Kmoch, A. (2014): Ein drahtloses Sensornetzwerk für landschaftsbezogene Echtzeitanalysen und –vorhersagen mit verteilten Daten. In *Angewandte Geoinformatik 2014, Beiträge zum 26. AGIT-Symposium in Salzburg* (Strobl, J., Blaschke, T., Griesebner, G., Zagal, B., eds.), pp. xx-xx. Wichmann, Salzburg.
- Klug, H., Lang, S., Pernkopf, M.L., Zeil, P. (2007): Vorstellung einer Methode zur Ermittlung der Nutzungsintensität auf Grünlandflächen unter Einbezug von Fernerkundungsdaten und objekt-basierter Klassifikation. In: *Schriftenreihe BAW* 26, 51–65.
- Klug, H., Prüller, S. (2005): Verfahren zur Abschätzung potenziell drainierter landwirtschaftlicher Nutzflächen am Beispiel des Einzugsgebietes von Mondsee und Irrsee. Poster AGIT 2005
- Klug, H., Wasner, Y., Schieder, G., Maislinger, G. (2010): Flächendifferenzierte Modellierung der Grundwasserneubildungsrate im Mondsee Einzugsgebiet. In *Angewandte Geoinformatik 2010* (Strobl, J., Blaschke, T., Griesebner, G., eds.), pp. 300–309. Wichmann Verlag, Heidelberg.
- Klug, H., Zeil, P. (2008): Spatially Explicit Modelling of Phosphorus Emissions. In: *Geoinformatics* 8, 32-35.
- Kosol, S., Schmidt, J., and Kurmayer, R. (2009): Variation in peptide net production and growth among strains of the toxic cyanobacterium *Planktothrix* spp. *Eur. J. Phycol.* 44: 49–62.
- Kurmayer, R., Schober E., Tonk L., Visser P., and Christiansen G. (2011) Spatial divergence in the proportions of genes encoding toxic peptide synthesis among populations of the cyanobacterium *Planktothrix* in European lakes. *FEMS Microbiol Letters* 317: 127–137.
- Lauterbach, S. (2011). Lateglacial to Holocene climatic and environmental changes in Europe: multi-proxy studies on lake sediments along a transect from northern Italy to northeastern Poland. Dissertation.
- Lauterbach S., Brauer A., Andersen N., Danielopol D. L., Dulski P., Hüls M., Milecka K., Namiotko T., Obremska M., von Grafenstein U. & Declakes participants (2011) Environmental responses to Lateglacial climatic fluctuations recorded in the sediments of pre-Alpine Lake Mondsee (northeastern Alps). *Journal of Quaternary Science* 26(3): 253–267.
- Mayr, S. (2007) The pearlfish (*Rutilus meidingeri* (Heckel 1851)) Its habitat use, food, growth and within population variation in morphology in Lake Mondsee, Austria. Diplomarbeit, Paris Lodron Universität Salzburg.
- Mayr, S., & Wanzenböck, J. (2007). Wachstum, Langen-Gewichts-Beziehung und Konditionsfaktor des Perlfisches (*Rutilus meidingeri* [Heckel, 1851]) im Mondsee. *Österreichs Fischerei*, 60(10), 228.
- Moser, M., Callieri, C., and Weisse, T. (2009): Photosynthetic and growth response of freshwater picocyanobacteria are strainspecific and sensitive to photoacclimation. *J. Plankton Res.* 31: 349–357
- Namiotko, T., Danielopol, D.L., Pichler, M. & Von Grafenstein, U., (2009): Occurrence of an Arctic ostracod species *Fabaeformiscandona harmsworthi* (Scott, 1899) (Ostracoda, Candonidae) in Late Glacial sediments of lake Mondsee (Austria). *Crustaceana* 82: 1209–1212
- Namiotko, T., Pichler, M., Danielopol, D., Roidmayr, G., & Declakes, T. (2007): An arctic ostracod species (Crustacea: Ostracoda) in Late Glacial and Early Holocene sediments of lake Mondsee (Austria). In *Geophysical Research Abstracts* (Vol. 9, p. 13–72).
- Okello, W.; Ostermaier, V.; Portmann, C.; Gademann, K. and Kurmayer, R. (2010): Spatial isolation favours the divergence in microcystin net production by *Microcystis* in Ugandan freshwater lakes. *Water Research*, (44): 2803–2814).
- Ostermaier, V. and Kurmayer, R. (2009): Distribution and abundance of nontoxic mutants of cyanobacteria in lakes of the Alps. *Microbial Ecology* 58: 323–333.
- Pamminger-Lahnsteiner, B. (2011): Conservation of natural biological resources in Austria: ecological-, morphological- and genetic analysis of European Whitefish (*Coregonus lavaretus* L. complex). Paris Lodron University Salzburg, 155 pp.
- Pearson, E.J., Juggins, S., Talbot, H.M., Weckström, J., Rosén, P., Ryves, D.B., Roberts, S.J., Schmidt, R. (2011): A lacustrine GDGT-temperature calibration from the Scandinavian Arctic to Antarctic: renewed potential for the application of DGT-paleothermometry in lakes. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. DOI: 10.1016/j.gca.2011.07.042.
- Potschin, M., Klug, H., Haines-Young, R. (2010): From vision to action: Framing the Leitbild concept in the context of landscape planning. In: *Journal Futures* 42, 656–667.
- Savichtcheva, O., Debroas, D., Kurmayer, R., Villar, C., Jenny J.P., Fabien A., Perga M.E., Domaizon I. (2011): Quantitative PCR enumeration of total and toxic *Planktothrix rubescens/agardhii* and other cyanobacteria in preserved DNA isolated from lake sediments. *Applied and Environmental Microbiology* 77:8744-8753. doi: 10.1128/AEM.06106-11
- Schmidt, R. and Boenigk, J. (2009): Clim-Land. In: Köck, G., Lammerhuber, L. and Piller, W.E. (Ed.): *Planet Austria*, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften: 240-247



- Schmidt, R., Matulla, C., Psenner, R. (2009): Klimawandel in Österreich. Die letzten 20.000 Jahre... und ein Blick voraus. *alpine – man & environment* vol. 6, pp. 183, innsbruck university press.
- Schober, E. (2012). Diversity in abundance of toxic genotypes in natural populations of cyanobacteria (*Planktothrix* spp.), University of Vienna, 129 pp.
- Stracke, A., Danielopol, D. L., & Neubauer, W. (2008). Comparative study of *Candona neglecta* valves from the shallow and deep sites of Lake Mondsee. *Contribution To Geometric Morphometrics*, 83.
- Stracke, A., Danielopol, D. L., & Picot, L. (2008). Comparison of *Fabaeformiscandona caudata* (Kaufmann) and *Fabaeformiscandona lozeki* (Absolon) from the sublittoral of Lake Mondsee. *Contribution To Geometric Morphometrics*, 75.
- Swierczynski, T., Lauterbach, S., Dulski, P., & Brauer, A. (2009). Die Sedimentablagerungen des Mondsees (Oberösterreich) als ein Archiv extremer Abflussereignisse der letzten 100 Jahre. Klimawandel in Österreich–Die letzten 20.000 Jahre... und ein Blick voraus, SchmidtR, MatullaC, PsennerR (eds). Innsbruck University Press: Innsbruck; 115, 126.
- Wanzenböck, J., Pamminer-Lahnsteiner, B., Winkler, K., and Weiss, S. (2012) Experimental evaluation of the spawning periods in a native Alpine whitefish population versus an introduced population of whitefish (*Coregonus lavaretus* complex) in Mondsee, Austria. *Fundamental and Applied Limnology, Advanc. Limnol.* 63: 89–97
- Weithoff, G., Moser, M., Kamjunke, N., Gaedke, U., and Weisse, T. (2010): Lake morphometry and wind exposure may shape the plankton community structure in acidic mining lakes. *Limnologica*. 40: 161–166.
- Winkler, K., Pamminer-Lahnsteiner, B., Wanzenböck, J., Weiss, S. (2011) Hybridization and restricted gene flow between native and introduced stocks of Alpine whitefish (*Coregonus* sp.) across multiple environments. *Molecular Ecology* 20 (3): 456–472. doi: 10.1111/j.1365-294X.2010.04961.x

## Rosalia Lehrforst (Emerging)

**Operator:** University of Natural Resources and Life Sciences Vienna, Forest Demonstration Centre

**Contact:** Josef Gasch (josef.gasch@boku.ac.at), Michael Zimmermann (michael.zimmermann@boku.ac.at)

The Demonstration Forest (950 ha) was set up in 1972 by agreement between the Federal Forest of Austria and the University of Natural Resources and Life Sciences Vienna. However, the University conducts research in this area since 1875, at which time considerable documentation and a forest description and planning strategy was elaborated. The forest is located on the western slopes of the Rosalien Mountains in the southeastern part of Lower Austria (LAT 47°42'N, LON 16°17' E). The elevation ranges between 300 and 720 m a.s.l, with a mean annual temperature of 6.5 °C and 800 mm of annual precipitation. The forest is mainly composed of beech communities (Fagetums) and spruce-fir-beech forest communities (Abieti-Fagetum). The key task of the Forest Demonstration Centre is to support the educational and research work of the University of Natural Resources and Life Sciences. Accordingly, accommodation, work and teaching facilities are provided at the site.

### The research focus lies within the following areas:

- Collection and provision of area-based data by means of a geographical information system (GIS) and development of user-supporting applications
- Collection and provision of environmental data
- Establishing and monitoring of sample plots, especially for beech growth and treatment-related questions
- Characterization of local (micro)climates
- Environmental impacts upon forest ecosystems
- Monitoring and modeling of small forested watersheds

### Essential research and educational infrastructure comprise:

- 3 climate stations
- 2 scaffolding measurement towers (35m) with instrument cabins
- 1 measuring weir for runoff monitoring (watershed 230 ha)
- Surveying and mapping equipment (terrestrial and GPS)
- IT room with various software packages (GIS, planning tools, etc.)
- Laboratories and study rooms
- Lecture hall
- Accommodation

### Publications:

Schwen, A., Zimmermann, M., Bodner, G. (2014): Vertical variations of soil hydraulic properties within two soil profiles and its relevance for soil water simulations. *Journal of Hydrology*, 516, 169–181

### **Sonnblick (Emerging)**

- Operators:** Central Institute of Meteorology and Geodynamics (Freisaalweg 16, 5020 Salzburg);  
Sonnblick Verein (Hohe Warte 38, 1190 Vienna)
- Supporters:** Federal Ministry of Science, Research and Economy; Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management; Austrian Academy of Sciences; Provinces of Salzburg and Carinthia; Environment Agency Austria; in-kind contributions of several universities
- Contact:** Bernhard Niedermoser, Central Institute of Meteorology and Geodynamics, Freisaalweg 16, 5020 Salzburg (bernhard.niedermoser@zamg.ac.at)

Sonnblick Observatory was founded in 1886, providing uninterrupted high mountain monitoring of the atmosphere and the cryosphere since 1886. Originally focused on meteorology and glaciology, the observatory broadened its research program to include monitoring of the environment in the 1980s. Today the Sonnblick research program (ENVISON) participates in several international environmental monitoring programs (e.g. Global Atmosphere Watch, World Glacier Monitoring Service), mostly related to the atmosphere and cryosphere, but with an emerging ecological focus, covering not only the summit of Sonnblick but also the mountain from its base at approx. 1500m to the top, with a dense network of environmental measurements.

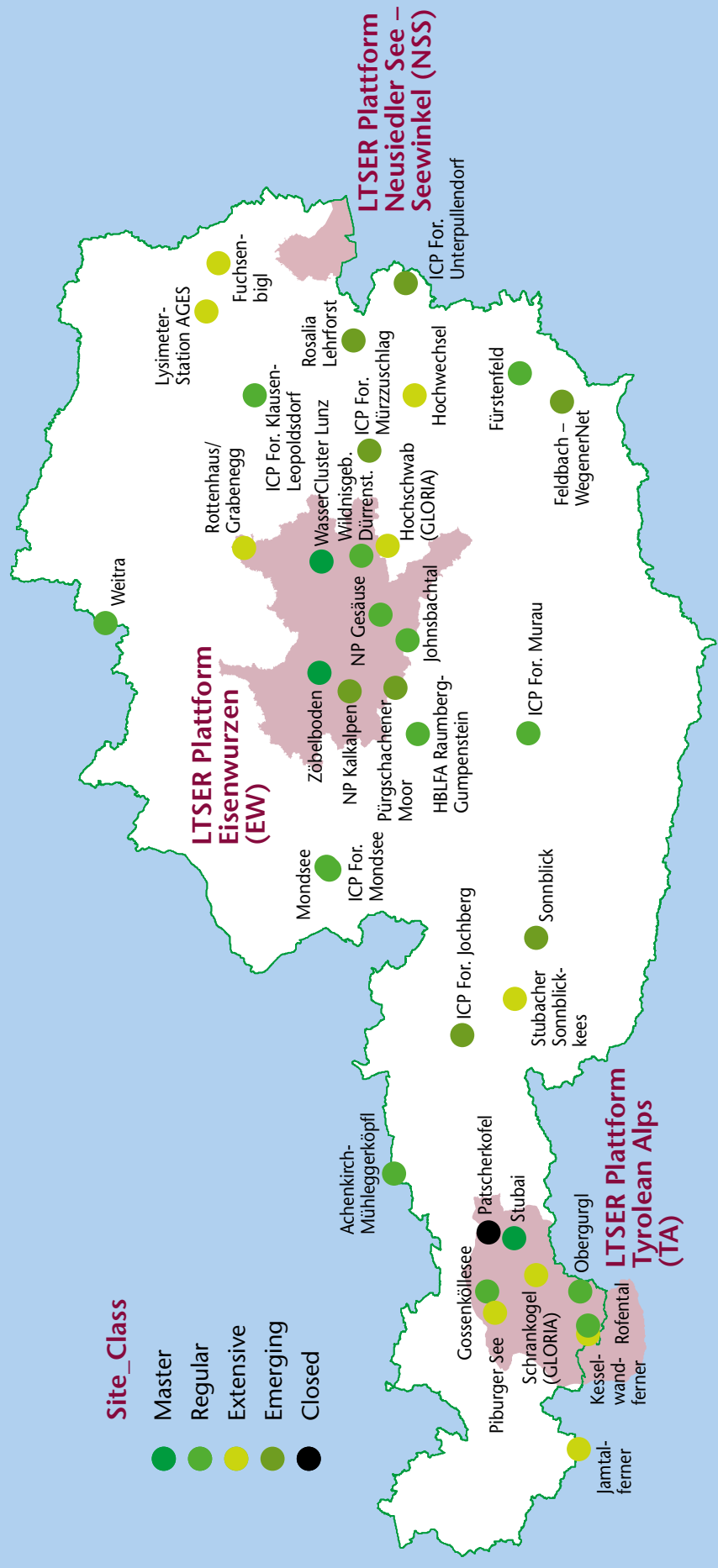
The Observatory can be reached by cable car, has room to accommodate small groups of scientists, and offers several platforms for scientific sensors and instruments. The surrounding region is easily accessible (taking mountain risks into account) and offers additional possibilities for accommodation at several mountain huts. Current LTER-specific research foci are: Climate change, cryosphere change, stream flow ecology, CO<sub>2</sub> gas metabolism of lichens. Data policy (free access for ENVISON partners and on request): Meteo data at WMO standards (observatory and field stations), radiation data at BSRN standard, UV ozone at NDACC standard, CO<sub>2</sub> NO<sub>x</sub> aerosols at GAW standard, glacier data at WGMS standard, permafrost, snowcover physics and chemistry, river discharge, stream flow water temperature, lake temperature.

### **Weitra (Regular)**

- Operator:** Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape (BFW)
- Contact:** Michael Englisch (michael.englisch@bfw.gv.at)

The site was established in 2000 and is situated in Waldviertel (northern Lower Austria), the current stand being a Norway spruce monoculture. The bedrock is poor in nutrients and further nutrient loss from litter raking as well as anthropogenic furtherance of conifers has led to unstable monocultures and the disappearance of deciduous species. The main research questions center around reintroduction of deciduous species, soil amelioration and nutrient cycling.

The site is instrumented with climate stations as well as on-line soil water content measurements and soil temperature measurements. Further data include detailed chemical soil analyses, tracer experiment data, growth data and LAI measurements. In 2007 a large part of the stand was broken by wind (Cyrill). Currently measurements aim to quantify and qualify the effects of the windthrow to soils and rejuvenation. To date, the site has hosted 2 international and 3 national projects.



**Site\_Class**

- Master
- Regular
- Extensive
- Emerging
- Closed

**LTSEER Plattform Eisenwurzen (EW)**

**LTSEER Plattform Neusiedler See - Seewinkel (NSS)**

**LTSEER Plattform Tyrolean Alps (TA)**

Lysimeter-Station AGES

Fuchsenbigl

Rottenhaus/Grabenegg

ICP For. Klausen-Leopoldsdorf

WasserCluster Lunz

Wildnisgeb. Dürrenst. ICP For. Mürzzuschlag

Hochschwab (GLORIA)

Fürstenfeld

Feldbach - WegenerNet

Weitra

Zöbelboden

NP Kalkalpen

NP Gesäuse

Pürgschachener Moor

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Johnsbachtal

ICP For. Murau

Mondsee

ICP For. Mondsee

ICP For. Jochberg

Sonnblick

Stubacher Sonnblinks

Achenkirch-Mühleggerköpfl

Gossenköllesee

Patscherkofel

Stubai

Obergurgl

Piburger See

Schrankogel (GLORIA)

Kesselwand-Rofental

Jamtal-ferner

ICP For. Unterpullendorf

Hochwechsell

Feldbach - WegenerNet

Mondsee

ICP For. Mondsee

ICP For. Jochberg

Sonnblick

Stubacher Sonnblinks

Achenkirch-Mühleggerköpfl

Gossenköllesee

Patscherkofel

Stubai

Obergurgl

Piburger See

Schrankogel (GLORIA)

Kesselwand-Rofental

Jamtal-ferner

ICP For. Unterpullendorf

Hochwechsell

Feldbach - WegenerNet



**LTER-AUSTRIA  
WHITE PAPER  
2015**

**ANNEX 8.1**

SHORT DESCRIPTIONS OF  
AUSTRIAN LTER SITES AND  
LTSER PLATFORMS

