

Klimawandel und dessen Auswirkungen auf die Ökosystemdynamik und -funktionen

25.–27. August 2008

Leitung: Maik Veste (Cottbus)

Andreas Bolte (Eberswalde)
Siegmar-W. Breckle (Bielefeld)
Joachim Budde (Bonn)
Jutta Buschbom (Großhansdorf)
Matthias Dobbertin (Birmensdorf)
Ellen Dorrepaal (Amsterdam)
Nico Frischbier (Gotha)
Friedrich-Wilhelm Gerstengarbe
(Potsdam)
Thomas Giesecke (Liverpool)
Thomas Hickler (Lund)
Pierre Ibisch (Eberswalde)
Martin Köchy (Potsdam)
Koen Kramer (Wageningen)
Werner Kratz (Potsdam)
Holger Lange (Ås)
Magnus Löf (Alnarp)
Rainer Lösch (Düsseldorf)
Volker Mrasek (Erfstadt)
Takayoshi Nishio (Utsunomiya)
Ingolf Profft (Gotha)
Anja Rammig (Potsdam)
Christian Reick (Hamburg)
Jelte Rozema (Amsterdam)

Climate Change and its Implication for Ecosystem Dynamics and Functioning *The current climate warming may, before long, result in major changes of living and environmental conditions within the ecosystems of the Northern zones. Milder winter temperatures of the last decades have resulted in a shift of the distribution area of many plant species towards northern latitudes or higher altitudes. The expected increase in dry and extremely hot periods is—at least on a regional level—putting considerable pressure on the ecosystems in Europe. For a better understanding of the responses of plant species to environmental and climate changes the adaptedness and adaptability have to be investigated and to be linked to genetic differences. At this workshop the implications of historical and future climate changes on the dynamics and functionality of ecosystems and their adaptability in Northern regions from the Alps to Svalbard was presented. Furthermore, possible adaptive measures, in particular in terms of taking advantage of forests and in the field of nature conservation was discussed. In this context further research is needed to understand the impact of climate change on ecosystem dynamics and adaptation processes to climate change(s) on larger scales.*

Im Rahmen dieser ZiF: Arbeitsgemeinschaft diskutierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Schweden, Norwegen, Großbritannien, Japan, den Niederlanden, der Schweiz und Deutschland über die Auswirkungen des Klimawandels auf die Ökosysteme zwischen den Alpen und Spitzbergen. Ein besonderer Fokus lag dabei auf den Wald-Ökosystemen und deren Anpassungsfähigkeit. Die gegenwärtig ablaufenden Änderungen des Klimas werden in naher Zukunft zu starken Veränderungen der Lebens- und Umweltbedingungen in der Landschaft und deren Nutzung führen.

Aktuelle Modellberechnungen des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung und des Max-Planck-Instituts für Meteorologie in Hamburg gehen von einem mittleren Temperaturanstieg von 1,5–4 Kelvin bis zum Jahr 2050 aus. Mittlerweile hat die Temperatur das Niveau des Wärmeoptimums in der post-glazialen Phase während des Atlantikums vom 6. bis Anfang des 3. Jahrtausends v. Chr. erreicht und leicht überschritten. Bereits heute führt die sich abzeichnende Erwärmung der Erdatmosphäre der vergangenen Jahrzehnte zu einer Verschiebung der Klimazonen und als deren Folge zu signifikanten Änderungen der Verbreitungsareale von Pflanzen- und Tierarten. So kommt es als Folge milderer Temperaturen in den Wintermonaten zur Arealausbreitung von immergrünen Gehölzen, wie der Stechpalme *Ilex aquifolium*, im nördlichen Europa. Dieses Phänomen ist auch in Japan zu beobachten. Diese Verschiebung der Vegetationsgürtel in Richtung der höheren Breitengrade bzw. der höheren Berglagen kann als vereinfachtes Modell für die Auswirkungen der Klimaerwärmung auf die Vegetation angesehen werden. Verstärkt breiten sich Neophyten von anderen Kontinenten in Mitteleuropa aus und besetzen ökologische Nischen, eine Folge der Änderungen der Landnutzung und Zunahme von Offenen-Landschaften in Mitteleuropa. Der Klimawandel begünstigt die weitere Ausbreitung dieser Arten. Als Konsequenz dieser Vegetationsänderungen werden die komplexen abiotischen und biotischen

Interaktionen in den Ökosystemen beeinflusst, und es kommt auch zu neuen Vergesellschaftungen und damit zu anderen Ökosystemen. Von besonderem Interesse sind dabei die ökologischen Veränderungen in den Kontaktzonen zwischen Vegetationszonen, wie zum Beispiel zwischen dem mitteleuropäischen Laub- und borealen Nadelwald im südlichen Skandinavien oder an der polaren Baumgrenze, um ökologische Änderungen zu verfolgen. Auch die Rückkopplungen zwischen Vegetation, Landoberfläche und Klima sind bisher noch unverstanden und nur annähernd in den Klimamodellen abgebildet. Hier besteht ein dringender Forschungsbedarf zwischen Klimaforschern und Ökologen, wie auf dem Workshop betont wurde.

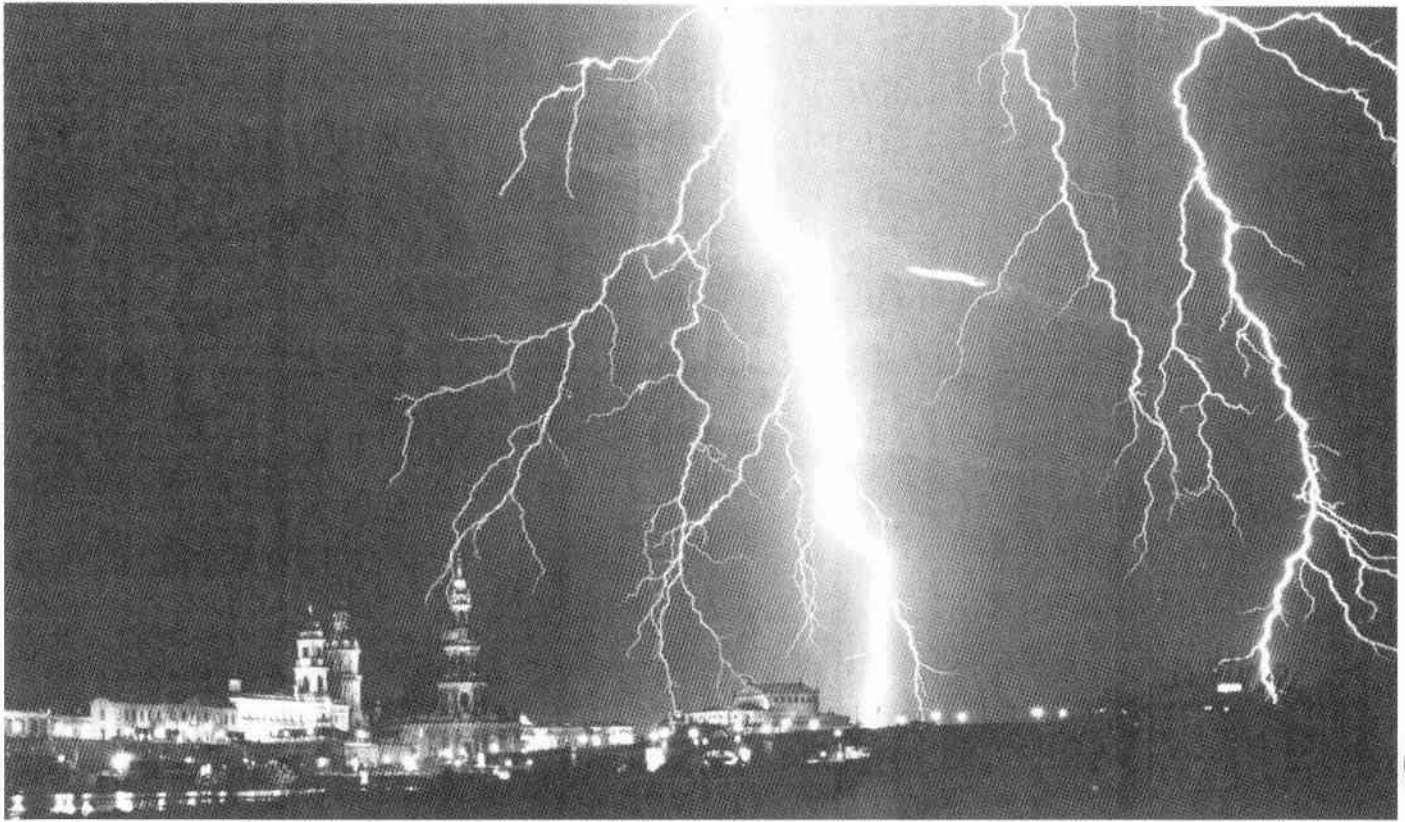
Auf der anderen Seite gab es in den letzten 11 000 Jahren und auch in historischen Zeiträumen zum Teil drastische Klimaänderungen, die entsprechende Auswirkungen auf die Ökosysteme gehabt haben. Man spricht von der frühmittelalterlichen Wärmezeit, als sogar in Norddeutschland Wein angebaut wurde, andererseits von der Kleinen Eiszeit zwischen 1650 und 1800. Retrospektive Betrachtungen der Vegetationsentwicklung auf der Basis von pollenanalytischen Untersuchungen, wie sie auf dem Workshop vorgestellt wurden, geben hier interessante Aufschlüsse. Diese Ergebnisse sollten für die Weiterentwicklung von unterschiedlichen Klima-Vegetations-Modellen verwendet werden.

Die physiologische Anpassungsfähigkeit von Arten ist ein entscheidender Faktor für die zukünftige Entwicklung der Artenzusammensetzung und Verbreitung von Arten. Die Anpassung von Ökosystemen, besonders von Waldökosystemen, an die zukünftigen Klimaänderungen wird dabei eine zentrale Rolle spielen. Über die Auswirkungen des Klimawandels und insbesondere der Trockenheit auf die Entwicklung der mitteleuropäischen Ökosysteme liegen bisher einige Einzelstudien u. a. aus der Schweiz und Deutschland vor, die mögliche Konsequenzen auf den Wasserhaushalt aufzeigen. Die in den letzten Jahren verstärkt auftretenden extremen Klimaereignisse, wie die Sommertrockenheit 2003, zeigten aber auch die Notwendigkeit einer prozessorientierten Betrachtung auf.

Intensiv diskutiert wurden auf dem Workshop mögliche Konsequenzen des Klimawandels für die Forstwirtschaft und ein möglicher Waldumbau, um die Anpassungsfähigkeit des Waldes zu verbessern. So werden in Südschweden umfangreiche Programme



Holger Lange, Jelte Rozema, Anja Rammig, Thomas Hickler, Jutta Buschboom, Andreas Bolte, Pierre Ibisch, Thomas Giesecke, Friedrich-Wilhelm Gerstengarbe, Koen Kramer, Matthias Dobbertin, Werner Kratz, Siegmund-W. Breckle, Ellen Dorrepaal, Joachim Budde, Rainer Lösch, Christian Reick, Takayoshi Nishio (v. l. n. r.).



Heftig: Bei einem schweren Unwetter entladen sich Blitze über der Altstadt von Dresden und scheinen fast den Hausmannsturm zu erreichen.

FOTO: DPA

„Lernen, mit dem Klima umzugehen“

INTERVIEW: Biologe Maik Veste über Extremwetter und die unbekannte Natur vor der eigenen Haustür

Welche Auswirkungen hat das Klima auf die Natur? In Zeiten wöchentlich wiederkehrender Meldungen über extremes Wetter gehen Wissenschaftler in Bielefeld bei einer internationalen Tagung ab heute der Frage nach, wie Klimaveränderungen in der Vergangenheit abgelaufen sind. Trotz umfangreicher Forschungen sind Zusammenhänge noch ungeklärt. Mit dem promovierten Biologen Maik Veste (44), früher an der Uni Bielefeld, sprach Redakteur Elmar Kramer.

Es vergeht kaum eine Woche, ohne dass über Klimawandel gesprochen wird. Das müsste Sie als Ökologe doch freuen, oder?

MAIK VESTE: Richtig freuen ist zu viel gesagt, wenn man an die Auswirkungen für den Menschen denkt. Es ist ein wichtiges, interessantes Forschungsgebiet, nicht nur bezogen auf Veränderungen, die kommen werden, sondern auch auf die, die es in vergangenen Jahrhunderten gab. Klimawandel an sich ist ja eigentlich nichts Außergewöhnliches.

Das hört sich in manchen Politikerreden und Schlagzeilen der Boulevardmedien anders an...

VESTE: Das ist leider in der Tat so. Manchmal reichen ein paar heiße Tage oder ein extremes Wetterereignis, und die Meldungen gehen ins Uferlose.

In Australien wird darüber debattiert, mehr Kängurus zu züchten, um den Methangasausstoß von Schafen und Kühen zu reduzieren.

VESTE: Solche skurrilen Meldungen wird es immer wieder geben. Aber in der Tat ist es wichtig, auch hier über Vermeidung von schädlichen Gasen nachzudenken. Inwieweit diese Interaktionen den kommenden Klimawandel aufhalten können, ist eine andere Frage. Wichtig ist, dass wir uns klarmachen, dass es neben dem von Menschen verursachten Temperaturanstieg einen natürlichen Klimawandel gibt, weil wir in einem Übergang von einer Kalt- in eine Warmzeit leben. Im Mittelalter konnte man selbst in Bielefeld Wein anbauen, dann kam die kleine Eiszeit, in der es deutlich kälter war als heute. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts steigen die Temperaturen wieder an.

Sind die Anstrengungen, gegen die von Menschen verursachte Erderwärmung anzugehen, ausreichend?

VESTE: Es ist wichtig, dass sie weitergehen. Erhöhtes Umweltbewusstsein ist entscheidend. Wir in Deutschland tun zum Beispiel gut daran, unseren Naturhaushalt weiter in Einklang zu bringen.

Was bereitet Ökosystemen Stress?

VESTE: Stress ist ja eine Abweichung vom Durchschnitt. Systeme erholen sich schwer, wie nach dem heißen Sommer 2003. Das heißt aber nicht, dass dieser Stress für jahrelange Schäden sorgt.



Bei der Arbeit: Biologe Maik Veste überprüft die Messgeräte.

Tagung

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Ökosysteme Europas sind Gegenstand einer Konferenz im Zentrum für interdisziplinäre Forschung (ZiF) der Universität Bielefeld. Leiter der Tagung vom 25. bis 27. August ist Biologe Maik Veste von der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus, der früher an der Uni Bielefeld arbeitete.

Wie verändert sich im Zuge der Klimaerwärmung die Interaktion in Ökosystemen?

VESTE: Die Temperaturerhöhung in Mitteleuropa führt zur

Ausbreitung von Arten aus dem Süden, so zum Beispiel die immergrüne Stechpalme. Wie diese und die alten Arten zusammenleben und welche Auswirkungen das hat, davon wissen wir heute ganz wenig.

Muss diese Verbreitung negativ sein?

VESTE: Nein. Mitteleuropa ist im Vergleich zu nordamerikanischen Wäldern relativ arm an Arten, und viele Nischen sind nicht besetzt.

Kennt die Forschung die heimische Naturgut genug?

VESTE: Wir müssen eingestehen, dass wir trotz umfangreicher Forschungen das System vor der eigenen Haustür doch nicht so kennen, wie wir denken.

Zum Beispiel wo?

VESTE: Wir waren bei einem Forschungsprojekt sehr überrascht, dass Rotbuchen aus dem Harz, die eher an hohe Niederschläge gewöhnt sind, die lange Trockenperiode im Sommer 2003 besser wegstecken als Bäume und Pflanzen von trockenen Standorten. Während die ersten keine Probleme hatten, waren die anderen noch in den Folgejahren im Wachstum gehemmt. Unser aktueller Workshop in Bielefeld dient dazu, weitverbreitete Überlegungen zu hinterfragen.

Was hinterfragen Sie noch?

VESTE: Wie wirkt die Verschiebung von Arten auf Ökosysteme ein? Ist es wirklich so tragisch, wenn Arten andere Regionen er-

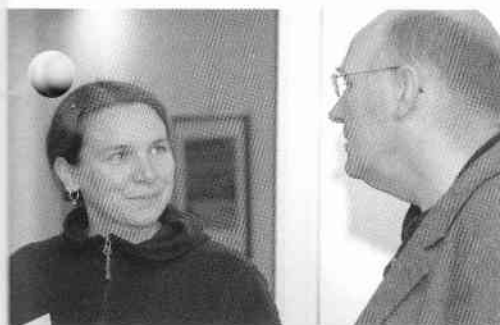
obern? Die Ökosysteme wandern ja mit. Wir wollen der Frage nachgehen, was das für den Naturschutz bedeuten kann.

Ist es richtig, wenn der Mensch ganze Systeme von heute auf morgen ersetzt?

VESTE: Nein, genau das ist das Problem in den Klimadebatten. Viele Politiker erwarten von Biologen und anderen Fachleuten nur Aktionismus. In Nordrhein-Westfalen zum Beispiel wird verbreitet, die Buche und die Fichte seien sehr gefährdet. Und ganz schnell ist man bei der Hand und will sie am besten lieber heute als morgen durch die Douglasie aus Nordamerika ersetzen. So etwas ist übertrieben.

Sehen Sie die Entwicklung in den nächsten Jahrzehnten mit Optimismus?

VESTE: Ja, durchaus. Es gibt für mich keinen Grund zur Resignation, auch wenn der Temperaturanstieg weitergeht. Wir sollten so gut wie möglich Treibhausgasemissionen minimieren und unsere Ressourcen schonen. Das bleibt wichtig. Voraussagen darüber, wie es in fünfzig oder hundert Jahren aussieht, kann niemand treffen, der seriös ist. Es gibt höchstens Szenarien, die eine entsprechende Unsicherheit beinhalten, aber die Zunahme von Extremereignissen prognostizieren. Wir sollten versuchen, uns auf die größere Flexibilität des Klimas in unserem Lebensraum einzustellen, und damit umzugehen lernen – so wie es Menschen in südlichen Ländern auch tun.



Intensive Diskussionen auch in den Pausen (v. o. n. u. jeweils v. l. n. r.):
Siegmar-W. Breckle im Gespräch
mit Friedrich-Wilhelm Gerstengarbe,
im Hintergrund Maik Veste;
Anja Rammig und Jelte Rozema;
Matthias Dobbertin, Jelte Rozema
und Holger Lange;
Pierre Ibisch und Christian Reick

zur Wiederherstellung der Laubwälder, insbesondere von Buchenwäldern durchgeführt, da diese besser an den Klimawandel angepasst sind, als die bisher dominierenden Nadelholzplantagen. Dabei stellen allerdings ökonomische Gründe oftmals ein Hindernis für einen umfassenden Waldumbau von Nadel- auf Laubbaumarten da, sodass Finanzmittel und Unterstützung zur Verfügung gestellt werden, um diesen Prozess zu beschleunigen. Bei solchen Waldumbaumaßnahmen stellt sich auch die Frage nach der richtigen angepassten Baumart bzw. Herkunft. Die zu erwartende Zunahme der Häufigkeit von Jahren mit sommerlichen Trocken- und Hitzeperioden mit Intensitäten wie 2003 oder schlimmer bedeuten zumindest regional erheblichen Stress für diese Ökosysteme. So sind Wälder nicht in der Lage, sich mit der erforderlichen Geschwindigkeit physiologisch oder auf generativem Wege an die künftigen Klimabedingungen anzupassen, zumal häufig die natürlichen, gut an die Standortbedingungen angepassten Waldgesellschaften durch schlechter angepasste und dadurch instabile Waldtypen oder gar durch Monokulturen im Zuge der Forstwirtschaft abgelöst worden sind. Dieser vom laufenden Klimawandel erzwungene Waldumbau muss Baumarten, Herkünfte und Waldstrukturen einbeziehen, die eine hohe Klimaplastizität und Diversifizierung der Risiken garantieren. Die Problematik ist hierbei, dass möglichst rasch mit der Umwandlung der Wälder begonnen werden müsste, obwohl der Klimawandel noch lange nicht abgeschlossen ist und auch nicht seine vollständigen Auswirkungen bekannt sind. Bäume reagieren auf Änderungen in ihrer Umwelt über genetische Änderungen über viele Generationen, aber bei Umweltschwankungen, die kürzer sind als eine Generation, kommt der flexiblen phänotypischen und ökophysiologischen Anpassungsfähigkeit eine besondere Bedeutung zu. Inwiefern Bäume in der Lage sind, sich mit der erforderlichen Geschwindigkeit physiologisch oder auf generativem Wege an die künftigen Klimabedingungen anzupassen, ist noch eine offene Frage. Auch deren Angepasstheit insbesondere in Mitteleuropa ist nicht vollständig erforscht. Dabei bestehen in der Angepasstheit zum Teil große Unterschiede zwischen den Populationen und dies vor allem am *leading edge* und *rear edge* ihres Verbreitungsgebietes. So haben Untersuchungen an Buchen gezeigt, dass Herkünfte im Randbereich ihres Verbreitungsgebietes in Polen besser an extreme Trockenheit angepasst sind und sparsamer mit dem Wasser umgehen als Ökotypen aus Nordostdeutschland. Weitere Versuche zeigten, dass Herkünfte mit einer hohen Sensitivität gegenüber Trockenheit und einer langen Erholungsphase besonders von einer erhöhten Frequenz von Trockenjahren betroffen sein könnten, was drastische Auswirkungen auf die Stabilität dieser Bestände hätte. Welche Auswirkungen eine verstärkte Frequenz von Trockenheitsphasen und hohen Niederschlägen tatsächlich auf die Erholung der Bäume haben wird, ist allerdings ungeklärt. So lassen sich aus solchen Einzeluntersuchungen keine generellen Prognosen für die Zukunft der Buchenwälder in Europa und auch keine Handlungsempfehlungen für die Forstwirtschaft ableiten. Das Verständnis dieser Adaptationsprozesse und deren Einbindung in die verschiedenen Skalenebenen wäre ein dringend notwendiger Schritt, um die Auswirkungen des Klimawandels auf die Vegetation und Ökosysteme besser zu verstehen und Prognosen über deren Entwicklung zu geben. So basieren die derzeit vielfach verwendeten Modelle zur Pflanzenverbreitung auf so genannten Klimahüllen und sind für eine Prognose von zukünftigen Verbreitungsarealen mit vielen Fehlern behaftet. Insbesondere die Anpassungsfähigkeit von Populationen ist nicht berücksichtigt. So wurde deren Anwendung für die Praxis kontrovers

diskutiert. Entsprechend wurden erste Modellvorstellungen im Rahmen einer Arbeitsgruppe diskutiert. Aber auch experimentelle Untersuchungen dieser Prozesse und die Erforschung der vielfältigen Reaktionsmuster sind dringend notwendig. So sollten gezielt Forschungswälder angelegt werden, in denen unterschiedliche Herkünfte, d. h. unterschiedliches genetisches Material, gemischt wird. Im Rahmen eines Netzwerkes von Versuchsflächen kann die Plastizität und Anpassungsfähigkeit der Baumarten in den nächsten Jahrzehnten untersucht werden. Entsprechend sollten größere Waldökosysteme sich ohne den Menschen entwickeln, sodass entsprechende Referenzräume für wissenschaftliche Untersuchungen und auch als Refugien für die Natur zur Verfügung stehen. Entsprechende zukünftige Forschungskonzepte wurden im Rahmen des Workshops diskutiert und sollen in der nächsten Zeit für konkrete Forschungsansätze weiterentwickelt werden. Ein Schwerpunkt zukünftigen Arbeitens sollten verstärkt experimentelle Untersuchungen und deren Verknüpfung mit ökologischen Modellen sein, deren methodische Ansätze zwischen den Arbeitsgruppen abgestimmt werden sollten.

Tagungsbeiträge *Contributions*

Friedrich-Wilhelm Gerstengarbe	Climate change and its impact in Germany / Europe (keynote lecture)
Thomas Giesecke	Disentangling the drivers of past vegetation change
Matthias Dobbertin	Dry inner-alpine Scots pine forests—first signs of a climate change induced biome shift?
Takayoshi Nishio	Vegetation changes in deciduous and evergreen vegetation in East Asia
Silje Berger	Evergreen broad-leaved species expand northward in Europe
Andreas Bolte	Climate change impacts of the north-eastern distribution range of European beech (<i>Fagus sylvatica</i>)
Rainer Lösch	Plant habitat colonization, niche shifts, and speciation processes in Central Europe during postglacial and contemporary climate warming
Ellen Dorrepaal et al.	Climate warming and snow cover change effects on species interactions in a sub-arctic <i>Sphagnum fuscum</i> bog
Jelte Rozema	Global warning: Field and Open Top Chamber studies on growth-temperature relationships of high-arctic ecosystems
Anja Rammig	More frost damage in a warmer world? Incorporating frost hardiness in the dynamic vegetation model LPJ-GUESS
Holger Lange	The impact of changes in climate and atmospheric deposition on forest growth in Europe
Jutta Buschbom	Evolutionary genetics of shifting distribution ranges
Thomas Hinkler	Modelled European changes in potential natural vegetation and implications for Natura 2000
Maik Veste	How to cope with environmental changes? – Adaptation and resilience on the eco-physiological scale
Siegmar-W. Breckle	Vegetation changes in Europe under Climate Change – Natural processes or an ecological catastrophe?
Martin Köchy et al.	Bottom-up modelling of climate change impacts on ecological systems
Magnus Löff	Restoring Broadleaved forests in southern Sweden under climate change
Koen Kramer	A modelling approach to relate life history trait diversity to ecosystem functioning and dynamics
Pierre Ibisch	Climate change, ecosystems and functional biodiversity conservation
Christian Reick	From climate to vegetation and back