

Dr. Anke Höltermann und Jonas David Hiermer (Red.)

# Wald, Naturschutz und Klimawandel

Ein Workshop zur Zukunft des Naturschutzes im Wald  
vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels





Workshopdokumentation

# Wald, Naturschutz und Klimawandel

Ein Workshop zur Zukunft des Naturschutzes im Wald  
vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels

Internationale Naturschutzakademie Insel Vilm

05. bis 07. April 2006

Redaktion:

Dr. Anke Höltermann  
Jonas David Hiermer





Titelbild: Solaranlage der Internationalen Naturschutzakademie Insel Vilm vor alten Eichen mit der Ostseeküste im Hintergrund. (Aufnahme: Jonas Hiermer, April 2006)

Bearbeitung und Redaktion:

Dr. Anke Höltermann    Bundesamt für Naturschutz  
Konstantinstr. 110  
53179 Bonn  
E-Mail: anke.hoeltermann@bfn.de

Jonas David Hiermer    FORESTRY ON DEMAND  
Forstassessor Jonas Hiermer  
Burbacher Straße 271  
53129 Bonn  
  
Winterbergerstr. 16  
94078 Freyung  
  
E-Mail: forstconcepte@gmx.de

Die Beiträge der Skripten werden aufgenommen in die Literaturlatenbank „DNL-online“ ([www.dnl-online.de](http://www.dnl-online.de)).

Die BfN-Skripten sind nicht im Buchhandel erhältlich. Eine elektronische Version dieser Ausgabe ist im Internet unter <http://www.bfn.de/> verfügbar.

Herausgeber:            Bundesamt für Naturschutz  
Konstantinstr. 110  
53179 Bonn  
Telefon: 0228/8491-0  
Fax: 0228/8491-9999  
URL: [www.bfn.de](http://www.bfn.de)

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter.

Nachdruck, auch in Auszügen, nur mit Genehmigung des BfN.

Druck: BMU-Druckerei

Gedruckt auf 100% Altpapier

Bonn-Bad Godesberg 2006



# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	03
<b>1 - Wald, Naturschutz und Klimawandel: Handeln angesichts ungewisser Zukunft - Einführung in das Workshopthema DR. ANKE HÖLTERMANN</b> .....	05
<b>2 Kurzfassungen der Vorträge und Präsentationen</b> .....	11
<b>I. Hauptvorträge</b>	
- Globaler Klimawandel PROF. DR. WOLFGANG CRAMER.....	11
- Internationale Regelungen zur Einbeziehung des Waldes in den Kyoto-Prozess ROSEMARIE BENNDORF .....	34
- Optionen für die Ausgestaltung der internationalen Klimaschutzvereinbarungen: Auswirkungen auf die Forstwirtschaft und den Naturschutz im Wald REINHARD WOLF, BERND WINKLER.....	43
- Klimawandel und Senkenproblematik: Anknüpfungspunkte aus Sicht der CBD DR. HORST KORN .....	56
- EU Forests and Climate Change JOOST VAN DE VELDEN .....	62
- Klimaschutz versus Waldnaturschutz? Chancen, Gefahren und Handlungsoptionen für den Naturschutz im Wald PROF. DR. PIERRE L. IBISCH .....	71
- Die erwarteten Folgen des Klimawandels auf den Wald in Bayern: Auswirkungen auf die Forstwirtschaft und den Naturschutz im Wald DR. CHRISTIAN KÖLLING .....	82
<b>II. Kurzvorträge</b>	
- Urwaldzerstörung als zusätzlicher Motor des globalen Klimawandels - eine Herausforderung mit Fallstricken CHRISTOP THIES, GABRIELA VON GOERNE, MARTIN KAISER .....	96
- Klimaschutz durch Aufforstung HORST EMSE .....	98
- Optimierung der privaten Waldbewirtschaftung für den Klimaschutz: Vom Sponsoring zum Handel - Der CO <sub>2</sub> -Handel und die Forstwirtschaft WOLFRAM ZIMMECK, MARTIN HILLMANN .....	105
- Wald und Klimawandel - Aktivitäten in Thüringen - Thüringer Landesanstalt als Partner im Carbo Europe-Projekt INGOLF PROFFT , MICHAEL SEILER.....	109

- Klimawandel in Nordrhein-Westfalen: Auswirkungen auf den Waldstandort und die Baumartenwahl DR. NORBERT ASCHE, RAINER SCHULZ .....	120
- Die Buche - eine Baumart mit Zukunft im östlichen Mitteleuropa? PROF. DR. ANDREAS BOLTE, TOMASZ CZAJKOWSKI .....	130
- Zur Überlebensstrategie der Bäume bei sich verändernden Umweltbedingungen DR. VOLKER GRUNDMANN .....	138
- Zur Rolle von <i>Energie</i> für Klimawandel und Klimaschutz im Wald RAIMUND BECHER .....	151
Abkürzungsverzeichnis .....	154
Teilnehmer- und Autorenliste .....	155
Workshop-Programm .....	159
Weiterführende Literatur und Links zu Informationen im Internet .....	161

## Vorwort

Der Workshop „Wald, Naturschutz und Klimawandel“ fand vom 05. bis 07. April 2006 in der Internationalen Naturschutzakademie (INA) auf Vilm statt. Er wurde vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) im Rahmen der Veranstaltungsreihe „Naturschutz und Forstwirtschaft im Dialog“ organisiert und führte ca. 40 Experten aus Wissenschaft, Umwelt- und Forstverbänden und Verwaltungen zusammen.

Im Mittelpunkt des Workshops standen zwei Fragenkomplexe:

1. Wie kann Wald naturschutzgerecht im Kyoto-Prozess und bei den europäischen und internationalen Klimaschutzbemühungen berücksichtigt werden?
2. Wie muss und kann der Klimaänderung und ihren Folgen für Waldökosysteme vor Ort in Deutschland durch Naturschutz und Forstwirtschaft begegnet werden?

Wälder sind auf vielschichtige Weise in das globale Klimageschehen eingebunden: Einerseits gehen 20 bis 25 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen weltweit auf die Zerstörung von Wäldern zurück. Andererseits stellt die langfristige Bindung von CO<sub>2</sub> in Holz und Holzprodukten über die Photosynthese eine Möglichkeit dar, bereits emittiertes CO<sub>2</sub> der Atmosphäre wieder zu entziehen. Gleichzeitig sind Wälder selbst in besonderem Maße vom Klimawandel betroffen und es besteht das Risiko, dass gerade der Klimawandel zu einem Verlust von in Wäldern gespeichertem Kohlenstoff führt. Deutschland als eines der walddreichsten Länder der Europäischen Union ist zu knapp einem Drittel der Landesfläche mit Wald bedeckt. Naturschutz und Forstwirtschaft in Deutschland werden daher in Zukunft in besonderer Weise vor der Herausforderung stehen, Anpassungsstrategien zu entwickeln, um die Existenz von Wäldern mit ihrer biologischen Vielfalt für zukünftige Generationen zu sichern.

2005 war ein entscheidendes Jahr für den internationalen Klimaschutz: Das Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls und die Klimakonferenz in Montreal haben den Weg für zukunftsweisenden globalen Klimaschutz grundsätzlich freigemacht. In den kommenden Jahren stehen zahlreiche weichenstellende nationale und internationale Entscheidungen für Deutschland, Europa und die internationale Staatengemeinschaft im Rahmen der CBD, der Klimakonvention und des Kyoto-Protokolls an.

Ziel des Workshops war es, diese Themen aufzugreifen, den derzeitigen Wissensstand aufzuarbeiten und gleichzeitig eine Informationsplattform für die Teilnehmer zu bilden.

Angeregt wurde der Dialog durch Einführungs- bzw. Übersichtsreferate zu den verschiedenen Themenschwerpunkten, vgl. Folie. Hinzu kamen zahlreiche Kurzbeiträge der Teilnehmer, die die Hauptthemen um wesentliche Sichtweisen ergänzten.

Im vorliegenden Bericht sind alle Präsentationen und Vorträge des Workshops in verkürzter Form, entweder als Text- oder als Folien-Version, zusammengefasst. Hinzu kommen zwei Vorträge, die entweder wegen Zeitmangel oder aufgrund der persönlicher Verhinderung des Teilnehmers nicht gehalten werden konnten, die aber aus Sicht der Herausgeber das Gesamtspektrum der Sichtweisen um wesentliche Aspekte ergänzen.

Wir danken allen Teilnehmern für die konstruktive Diskussion und die Bereitschaft ihre Präsentationen für diese Veröffentlichung zur Verfügung zu stellen.

Bonn – Bad Godesberg im August 2006



*„Aus der Vergangenheit kann jeder lernen.  
Heute kommt es aber darauf an,  
aus der Zukunft zu lernen.“*  
(Hermann Kahn, Zukunftsforscher)

## **Wald, Naturschutz und Klimawandel: Handeln angesichts ungewisser Zukunft**

### **Einführung in das Workshopthema**

**Dr. Anke Höltermann**

#### **Die Bedeutung von Wäldern im globalen Klimageschehen**

Die Tatsache, dass sich eine Klimaänderung nicht mehr vollständig abwenden lässt, ist allgemeiner wissenschaftlicher Konsens. Die mit zunehmender Tendenz auftretenden Witterungsextreme der letzten Jahre, mit Dürren, Stürmen, Starkregen und Hochwasser, haben die Folgen der Klimaveränderung weltweit sichtbar gemacht. Beispielhaft seien die Extremwetterereignisse des Jahres 2005 genannt, deren Schlagzeilen wie „Portugal brennt“, „Dürre im Amazonasgebiet“, „Bombay versinkt im Monsun“ oder „Hurrikan Katrina verwüstet New Orleans“ internationales Aufsehen erregt haben. Allein in Deutschland wird der Klimawandel bis 2050, falls es nicht gelingen sollte, die Erderwärmung zu begrenzen, geschätzte volkswirtschaftliche Schäden in Höhe von über 100 Mrd. Euro jährlich verursachen (DIW: Umwelt 10/2005, S. 553).

Als Hauptursache des anthropogenen Klimawandels gilt die Anreicherung von Treibhausgasen in der Atmosphäre durch die Verbrennung fossiler Energieträger. Seit Beginn der Industrialisierung ist die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre von vormals 280 ppm auf heute 360 ppm angestiegen. Damit einher ging in den letzten 100 Jahren eine Erhöhung der globalen Durchschnittstemperaturen um 0,7 °C. Bis 2100 wird mit einem weiteren Temperaturanstieg zwischen 1,4 °C und 5,8 °C gerechnet. Dies wäre die schnellste jemals verzeichnete Klimaänderung. Die Folgen werden weitreichende Änderungen der Lebensbedingungen für Pflanzen und Tiere in nahezu allen Lebensräumen der Erde sein. Auch für Deutschland werden durch die Zunahme von Extremwetterereignissen erhebliche Auswirkungen auf die Gesundheit, Stabilität und Vitalität von Ökosystemen mit gravierenden Folgen für Küstengebiete, die Wasserversorgung sowie die Land- und Forstwirtschaft befürchtet.

Seit Beginn der 90er Jahre versucht die Völkergemeinschaft dieser bedrohlichen Entwicklung mit international verbindlichen Abkommen zum Klimaschutz zu begegnen. So wurde in der 1992 in Rio de Janeiro verabschiedeten Klimarahmenkonvention (UNFCCC) das Ziel formuliert, „die Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu erreichen, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird.“ Welcher Temperaturanstieg dabei als noch tolerierbar gewertet werden kann, präzisierter der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) in einem Gutachten aus dem Jahr 1995. Demnach sei maximal eine Zunahme von 2°C gegenüber vorindustriellen Werten hinnehmbar. Dieses sog. „2°-Ziel“ ist seit 1996 offizielles Klimaschutzziel der Europäischen Union (EU). Seine Verwirklichung setzt eine Verringerung der globalen energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2050 um 45 bis 60 % gegenüber 1990 voraus.

Welcher besondere Stellenwert vor diesem Hintergrund Waldökosystemen zukommt, steht im Zentrum des Workshops und soll im folgenden näher beleuchtet werden:

Die Wälder der Erde stellen in ihrer Gesamtheit die größten Kohlenstoffspeicher der lebenden, terrestrischen Biosphäre dar und sind zugleich auf vielfältige Weise in das globale Klimageschehen

eingebunden: Zum einen können Wälder als Quellen und Senken für CO<sub>2</sub> zur Klimaänderung oder Klimastabilisierung beitragen. Zum anderen werden Wälder selbst durch die Klimaveränderung in ihrer Qualität und Vitalität beeinflusst.

Ca. 20 - 25 Prozent der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen gehen auf die Zerstörung von Waldökosystemen zurück. Jährlich werden weltweit ca. 13 Millionen Hektar Wald insbesondere in den tropischen und borealen Regionen durch Rodung und flächenhafte Nutzung vernichtet (FAO 2005) und entlassen ca. 6 Gigatonnen CO<sub>2</sub> /Jahr in die Erdatmosphäre. Der Erhalt und Schutz bereits bestehender Wälder als Kohlenstoffspeicher ist daher das mit Abstand wichtigste und effizienteste Handlungsgebot zum Schutz des globalen Klimas.

Wälder sind jedoch nicht nur Quelle von CO<sub>2</sub>, die Bindung von CO<sub>2</sub> in Holz und Holzprodukten durch die Photosyntheseleistung der Waldbäume stellt vielmehr eine natürliche und effiziente Möglichkeit dar, bereits emittiertes CO<sub>2</sub> der Atmosphäre wieder zu entziehen. In Deutschland werden so jährlich ca. 30 Megatonnen CO<sub>2</sub> der Atmosphäre wieder entzogen; dies entspricht etwa 1/7 der deutschen Reduktionsverpflichtungen. Gleichwohl ist unstrittig, dass die Förderung der biologischen Senkenfunktion von Wäldern das Klimaproblem nicht lösen kann, sondern allenfalls hilft, Zeit zu gewinnen für die Entwicklung energie- und CO<sub>2</sub>-effizienterer Technologien, Produktionsmethoden und Transportmittel.

Nicht zuletzt ist fraglich, ob die Anpassungsfähigkeit von Waldökosystemen aufgrund der langen Lebenszyklen der sie prägenden Bäume mit der durch den Klimawandel bedingten Verschiebung der Vegetationszonen mithalten kann. Kommt es zu einem klimabedingten Verlust an Waldflächen würde auch der in ihnen gespeicherte Kohlenstoff wieder freigesetzt.

### **Die Wald-Holz-Option**

Eine der zentralen Fragen des Workshops lautet, welches Potential forstlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen im Rahmen aktiver CO<sub>2</sub>-Minderungsstrategien zukommt. Aus Sicht der deutschen Forst- und Holzwirtschaft existieren verschiedene Möglichkeiten der biologischen und technischen CO<sub>2</sub>-Minderung, die allgemein als „Wald-Holz-Option“ bezeichnet werden.

Unter den waldbaulichen Maßnahmen zur aktiven Mehrung von Kohlenstoffspeichern („Waldoption“) stellt die Aufforstung bzw. das Zulassen natürlicher Wiederbewaldungsprozesse bisher unbewaldeter Flächen die einzige auch mengenmäßig relevante Möglichkeit zur biologischen CO<sub>2</sub>-Absenkung in der Erdatmosphäre dar. Weltweit wird das CO<sub>2</sub>-Bindungspotential durch Aufforstung/Wiederaufforstung bis zum Jahr 2010 auf jährlich 197 bis 584 Megatonnen Kohlenstoff geschätzt (IPCC 2001). Inwieweit die Einrichtung von Plantagen die Vernichtung von Primärwäldern beschleunigt oder aber den Druck auf Primärwälder verringert, wird kontrovers diskutiert; zu vielschichtig sind die der Zerstörung zugrunde liegenden Ursachen. Ökologische Bewirtschaftungsstandards forstwirtschaftlicher Zertifizierungssysteme könnten langfristig dazu beitragen, Aufforstungs- und Wiederaufforstungsaktivitäten in Form von Plantagen im Hinblick auf Biodiversitätsaspekte zu verbessern und Umweltschäden so weit wie möglich zu minimieren.

Waldbauliche Maßnahmen zur kohlenstoffökologischen Optimierung der Bewirtschaftung tragen für sich genommen nur in unerheblichem Umfang zur Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz bei. Zu den Maßnahmen, die auf eine Erhöhung des langfristigen Kohlenstoffvorrates abzielen, zählen u.a:

- die Erhöhung der mittleren Bestandesvorräte,
- Verzicht auf CO<sub>2</sub>-freisetzende Produktionsmethoden,
- die Erhöhung des Anteils an Totholz im Bestand,
- die Regeneration/ Wiederbewaldung von degradierten Flächen.

Viele der genannten Maßnahmen entsprechen den Prinzipien naturnaher Waldwirtschaft und sind aus Naturschutzsicht bzw. aus Sicht des Biodiversitätsschutzes positiv zu beurteilen. Im Normalfall kann jedoch über anthropogene Bewirtschaftungsmaßnahmen nicht mehr Kohlenstoff gebunden werden als auch durch anthropogen unbeeinflusste Wachstumsprozesse akkumuliert werden würde. Im Gegenteil kann die Nicht-Bewirtschaftung von Wäldern deren Senkenfunktion für Kohlenstoff signifikant verstärken. Flächenstilllegungen und Nutzungsverzichte können sich daher in manchen Fällen zunächst als kohlenstoffökologisch und naturschutzfachlich bessere Alternative anbieten – allerdings nur solange Substitutionseffekte durch die Holznutzung ausgeblendet werden.

Aus Klimaschutzsicht ändert sich das Bild, wenn auch Holz und Holzprodukte sowie deren Substitutionseffekte im Energiesektor in die Betrachtung der Kohlenstoffbilanz einbezogen werden. Denn nach der Ernte setzt Holz seine klimaökologische Wirkung fort solange die Freisetzung des durch die Photosynthese gebundenen Kohlenstoffs verhindert wird (sog. „Holzoption“). Im Rahmen der normalen forstlichen Bewirtschaftung geerntetes Holz, aber auch Holz aus Kalamitätsnutzungen und Kahlschlägen wird zu kurz- und langlebigen Holzprodukten weiterverarbeitet, die den Gesamtvorrat an gespeichertem Kohlenstoff insgesamt vergrößern (Produktspeicher). Erhebliche CO<sub>2</sub>-Minderungspotentiale ergeben sich darüber hinaus durch die Substitution fossiler Brennstoffe sowie den gleichwertigen Ersatz energieaufwendig herzustellender Materialien durch nachhaltig produziertes Holz (Energie- und Materialsubstitution). So ersetzt ein Kubikmeter Holz bei der Verbrennung rund 220 Liter Heizöl und 270 Kubikmeter Erdgas. Der Energieverbrauch bei der Verwendung von Holz liegt im Vergleich zu Zement, Stahl oder Aluminium im Verhältnis von 1 : 4 : 24 : 126. Entsprechende Größenordnungen gelten für die jeweils freigesetzte CO<sub>2</sub>-Menge.

Während sich bei nachhaltiger forstlicher Bewirtschaftung die Akkumulation von Kohlenstoff im Waldökosystem und nach der Ernte in den Holzprodukten langfristig einem Maximalwert annähert, kommt es aufgrund der Substitutionswirkung von Holz zu einer kontinuierlichen und unbegrenzten Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen (Burschel, P., Weber, M. 2001) und daraus resultierenden interessanten Potentialen für die Energiegewinnung.

### **Anerkennung biologischer Senken im internationalen Klimaschutzregime**

Trotz der unbestrittenen Wirkungen des Waldes und Leistungen der Forst- und Holzwirtschaft für den globalen Klimaschutz wird die Anerkennung biologischer Senken im Rahmen des internationalen Klimaschutzregimes kontrovers diskutiert.

Gegner einer Anerkennung der Senkenleistungen von Wäldern befürchten, dass die Integrität des Kyoto-Protokolls gefährdet werden könnte, wenn hierdurch die Verpflichtungen der Industrieländer zur Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen aus fossiler Verbrennung reduziert würden. Sie führen die spezifischen Besonderheiten biologischer Senken wie Permanenz/ Reversibilität, Speichersättigung und Variabilität an und weisen auf die nach wie vor großen wissenschaftlichen Unsicherheiten bei der Quantifizierung der CO<sub>2</sub>-Speicher sowie deren Dynamik hin. Ebenfalls nicht zu vergessen seien die Leakage-Problematik bei kleineren Projekten, die lediglich zu einer Verlagerung von Emissionen führe, sowie die Gefahr einer Begünstigung von forstlichen Bewirtschaftungsformen, die Biodiversitätsaspekte vernachlässigten.

Im Juni 2006 hat die neue Bundesregierung Wälder als Senke grundsätzlich anerkannt. Die Einbindung von Kohlenstoff in die Biomasse des Waldes wird nun bis zu einer Obergrenze von 4,55 Megatonnen CO<sub>2</sub>/ Jahr in der 1. Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls auf das deutsche Klimaschutzziel angerechnet.

Diesem forstlicherseits als „Teilerfolg“ gewerteten Ergebnis auf dem Weg hin zu einer weiteren Integration der Wald-Holz-Option in die Klimapolitik steht die für Forstwirtschaft und Naturschutz gleichermaßen existentielle Frage gegenüber, inwieweit die Anpassung von Waldökosystemen mit der Geschwindigkeit des Klimawandels überhaupt mithalten kann, und welche unterstützenden Maßnahmen ggf. ergriffen werden können. Ein Bereich, der insbesondere die Zielsetzungen des Naturschutzes im Wald sowie die naturverträgliche Waldbewirtschaftung künftig beeinflussen wird. Auch diesem Themenblock widmet sich ein wichtiger Schwerpunkt des Workshops.

### **Minderung, Anpassung oder Schutz der biologischen Vielfalt ? Neue Herausforderungen für den Naturschutz im Wald**

Noch häufig außerhalb der wissenschaftlichen Diskussionen scheint dabei die Tatsache, dass zwischen den beschriebenen forstlichen CO<sub>2</sub>-Minderungsstrategien und den waldbaulichen Anpassungsstrategien neben harmonischen und indifferenten auch durchaus konfligierende Zielbeziehungen bestehen. So weisen beispielsweise naturnahe und natürliche Wälder nicht

zwingendermaßen die höchsten CO<sub>2</sub>-Bindungsraten auf; umgekehrt erweisen sich hochproduktive Plantagenwälder nicht selten als besonders sensibel gegenüber Klimaänderungen. Eine Gewichtung der unterschiedlichen Teilziele auf einer angemessenen Skalenebene ist nicht zuletzt aufgrund der hohen Unsicherheit lokaler und regionaler Klimamodelle bisher nicht erfolgt.

Dass darüber hinaus Minderungs- und Anpassungsstrategien nicht unabhängig von Zielen des Schutzes und der nachhaltigen Nutzung der biologischen Vielfalt betrachtet werden können und dürfen, ergibt sich einerseits aus der Gleichrangigkeit der beiden Zielsystemen zugrunde liegenden völkerrechtlich verbindlichen Konventionen, CBD und UNFCCC, andererseits aus dem übergeordneten Ziel einer nachhaltigen Entwicklung. Auch auf EU-Ebene steht das 2°-Ziel des Klimaschutzes gleichrangig neben dem Ziel „2010-stop the loss“ zum Schutz der Biodiversität. Wie die Gemengelage der daraus abgeleiteten teilweise konkurrierenden Ziele und Maßnahmen analytisch und praktisch aufzulösen ist, ist eine noch weitgehend unbeantwortete und kontrovers diskutierte Frage. Ob und inwieweit das von der CBD propagierte Instrument des „Ökosystemaren Ansatzes“ als Strategie für das einheitliche Management von Land-, Wasser- und lebenden Ressourcen, die gleichermaßen den Schutz und die nachhaltige Nutzung derselben fördern soll, hierbei Lösungsmöglichkeiten aufzeigen kann, bleibt abzuwarten.

Unbestritten ist, dass sich vor dem aufgezeigten Hintergrund insbesondere für den amtlichen Naturschutz völlig neue Probleme und Herausforderungen ergeben, denen sich dieser proaktiv stellen muss.

Als wesentliche Herausforderungen, auf die neue Antworten gefunden werden müssen, wurden folgende Themenfelder identifiziert:

- Ist eine grundsätzliche Neuorientierung der Leitbilder/ Strategien des Naturschutzes im Wald erforderlich? Zu denken ist hier beispielsweise an die künftige Bedeutung der potentiell natürlichen Vegetation als Leitbild der forstlichen Bewirtschaftung und des Waldnaturschutzes, den Stellenwert prozessorientierter Naturschutzstrategien vor dem Hintergrund einer zunehmenden Dynamisierung der Standorteigenschaften durch wechselnde Klimaparameter oder die zukünftige Bedeutung adaptiver Managementstrategien.
- Welche Maßnahmen sollten und können zur Unterstützung von Anpassungsprozessen aus Naturschutzsicht ergriffen werden? In diesem Zusammenhang sollte z.B. die Bedeutung von Schutzgebieten, integrativen Managementkonzepten, Wanderkorridoren und Renaturierungsmaßnahmen näher analysiert werden.
- Wie können CO<sub>2</sub>-Minderungsstrategien im Wald naturschutzgerecht gestaltet werden?
- Letztendlich ist auch eine kritische Hinterfragung bestehender „Negativ-Paradigmen“ des Naturschutzes wie die Ablehnung des Anbaus forstlicher „Fremdländer“ oder die Skepsis gegenüber nicht-autochthonen Provenienzen als eventueller Beitrag zur Unterstützung von Migrationsprozessen angezeigt sowie
- vor dem Hintergrund begrenzter Mittel und Möglichkeiten eine Festlegung von Handlungsprioritäten.

### **Ziele des Workshops**

Ziel des Workshops war es, das aufgezeigte Themenspektrum in seiner Gesamtheit aus verschiedenen Perspektiven zu beleuchten, den derzeitigen Wissensstand umfassend darzustellen und den Teilnehmern die Möglichkeit zum Erfahrungs- und Informationsaustausch zu geben. Er führte ca. 40 Experten aus Wissenschaft, Umwelt- und Forstverbänden sowie Verwaltungen zusammen.

Mit Blick auf die konkreten Entscheidungsnotwendigkeiten, die sich für Deutschland, Europa und die internationale Staatengemeinschaft im Rahmen der CBD, der Klimakonvention und des Kyoto-Protokolls in den kommenden Jahren ergeben, standen vor allem zwei Leitfragen im Mittelpunkt des Workshops:

1. Wie kann Wald naturschutzgerecht im Kyoto-Prozess und bei den europäischen und internationalen Klimaschutzbemühungen berücksichtigt werden?
2. Wie muss und kann der Klimaänderung und ihren Folgen für Waldökosysteme vor Ort in Deutschland durch Naturschutz und Forstwirtschaft begegnet werden?

Indem der derzeitige Wissensstand und die Positionen wichtiger Stakeholder, insbesondere von forstlicher Seite, dargestellt wurden, liefert der Workshop eine wichtige Informations- und Entscheidungsgrundlage für die Positionierung des amtlichen und ehrenamtlichen Naturschutzes und unterstützt die Ableitung naturschutzfachlicher Handlungsempfehlungen.

Der Workshop versteht sich als Auftaktveranstaltung zu weiteren Workshops und Seminaren, die in den kommenden Jahren in lockerer Folge zum Thema durchgeführt werden sollen.

### **Literatur**

Burschel, P., Weber, M. (2001): Wald- Forstwirtschaft – Holzindustrie: Zentrale Größen der Klimapolitik, In: Forstarchiv, 72. Jahrgang (2001), 75-85

FAO (2005): Global Forest Resources Assessment 2005: Progress towards sustainable forest management, FAO Forestry Paper 147, Rome

IPCC (2001): Climate Change 2001 Synthesis Report



## Kurzfassungen der Vorträge und Präsentationen

### I. Hauptvorträge

#### Globaler Klimawandel und Wälder Eine Powerpointpräsentation

PROF. DR. WOLFGANG CRAMER, PIK

##### Folie 1

### Globaler Klimawandel und Wälder

Wolfgang Cramer  
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)  
& Institut für Geoökologie, Universität Potsdam



unter Mitwirkung von Petra Lasch, Rik Leemans, Joachim Rock, Jörg Schaber u.a.

Vilm, 6.4.2006

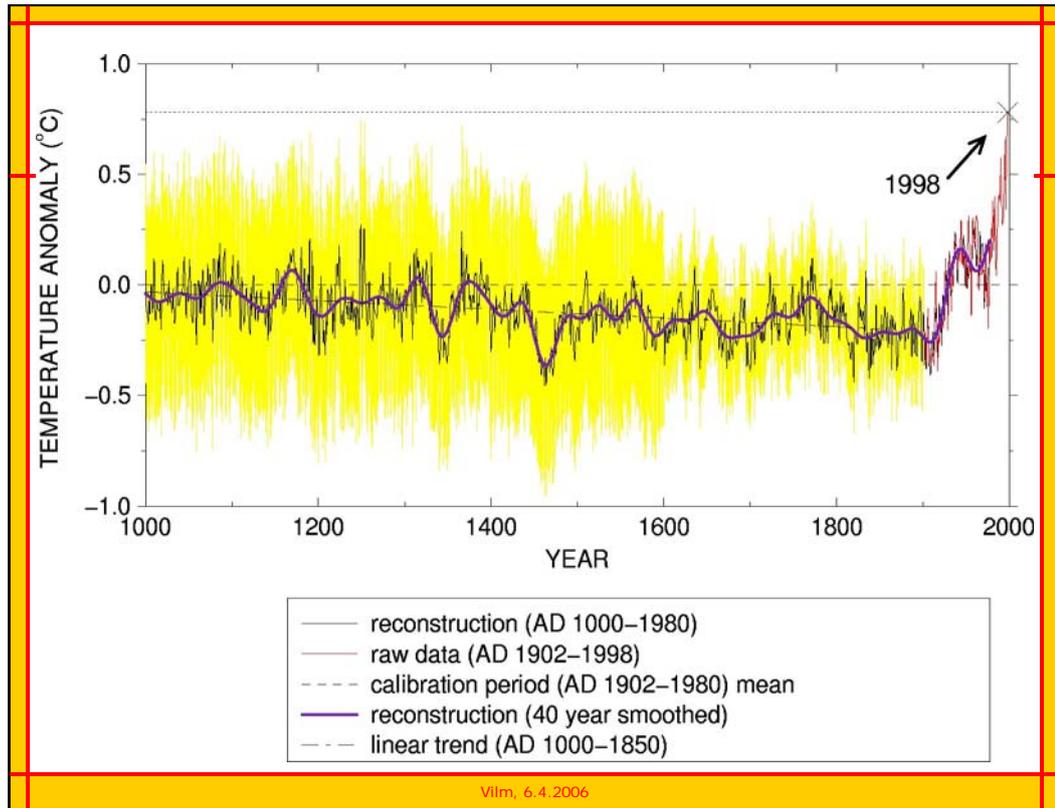
##### Folie 2

### Globaler Klimawandel und Wälder

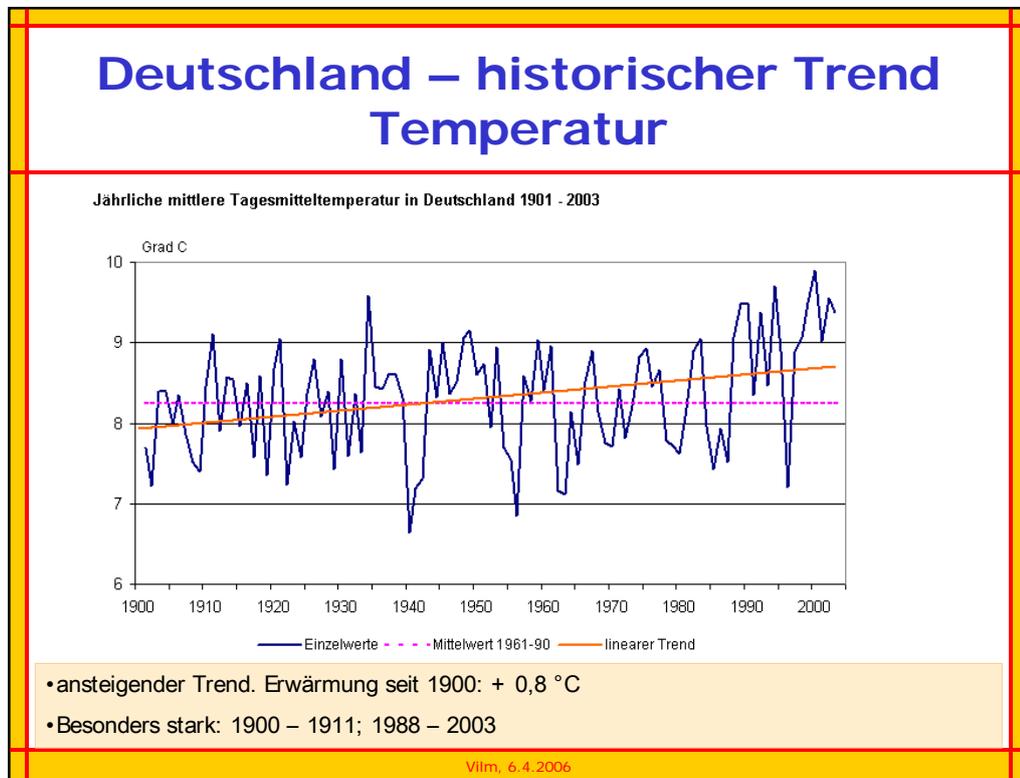
- I. Aktuelles zum Klimawandel
- II. Historische Dynamik von Wäldern
- III. Klima und Waldfunktionen
- IV. Szenarien – Möglichkeiten und Grenzen
- V. Voraussetzungen für Anpassung

Vilm, 6.4.2006

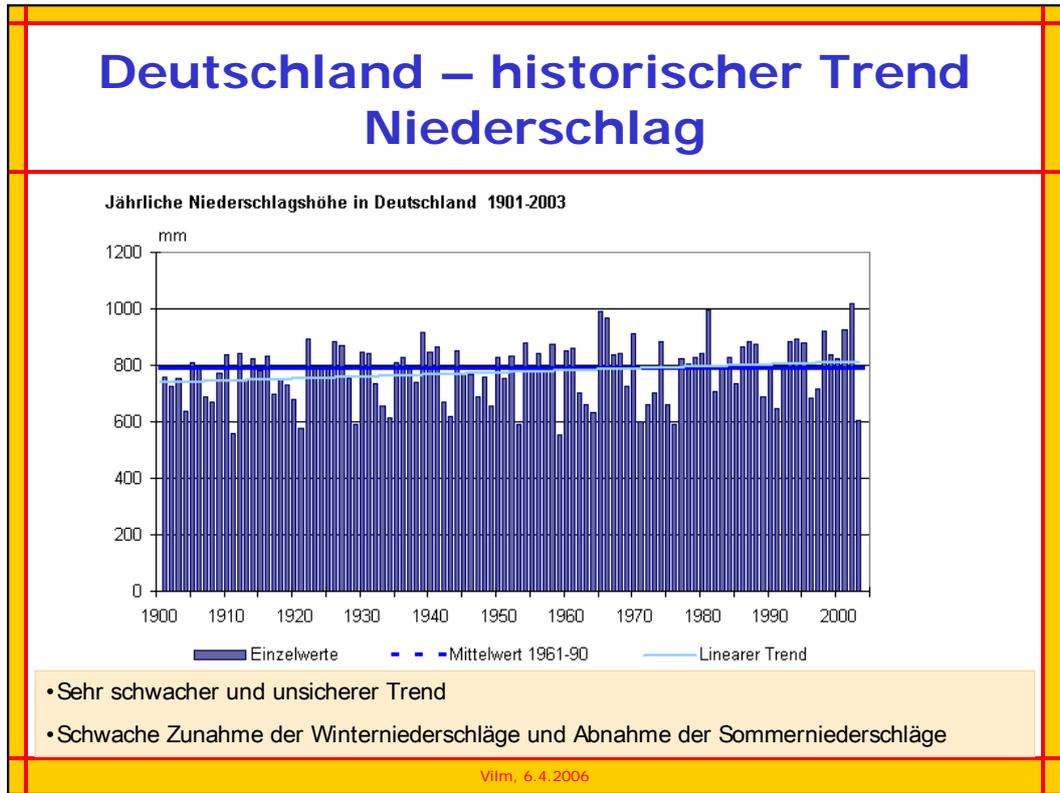
Folie 3



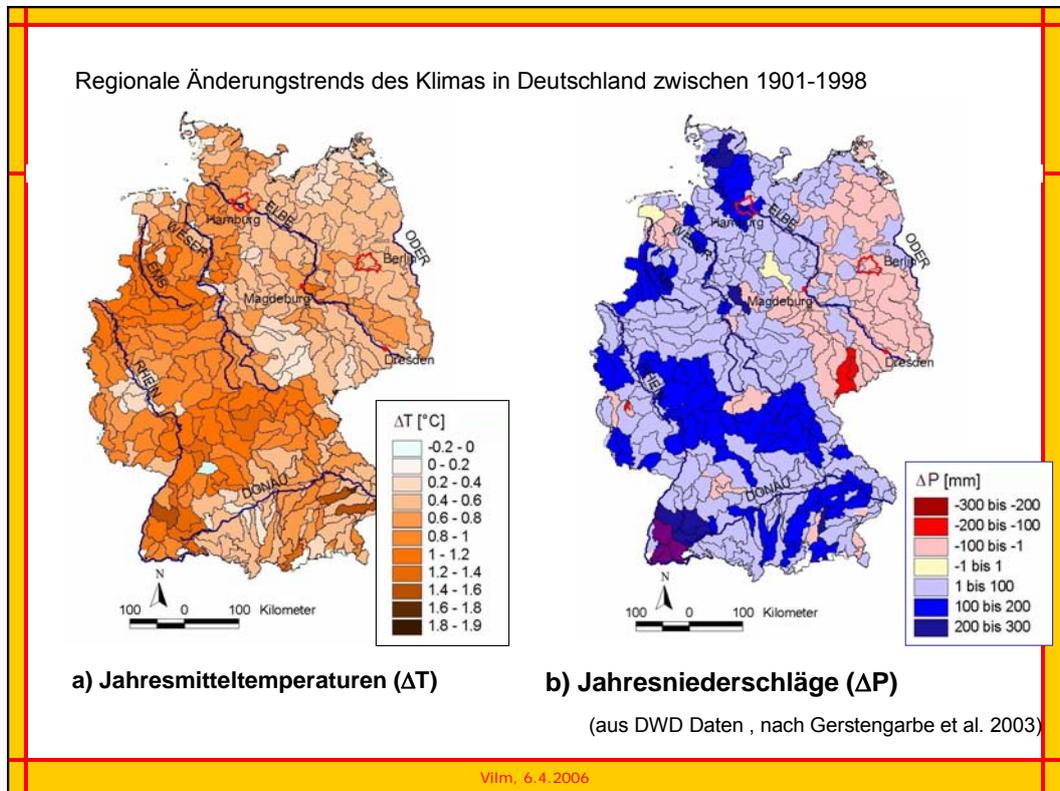
Folie 4



Folie 5



Folie 6



Folie 7

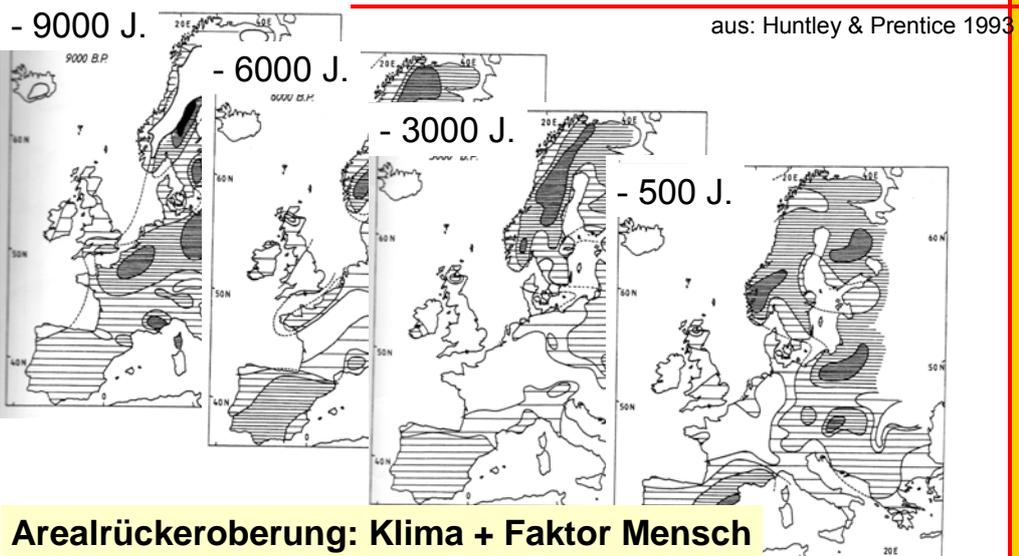
## Globaler Klimawandel und Wälder

- I. Aktuelles zum Klimawandel
- II. Historische Dynamik von Wäldern
- III. Klima und Waldfunktionen
- IV. Szenarien – Möglichkeiten und Grenzen
- V. Voraussetzungen für Anpassung

Vilm, 6.4.2006

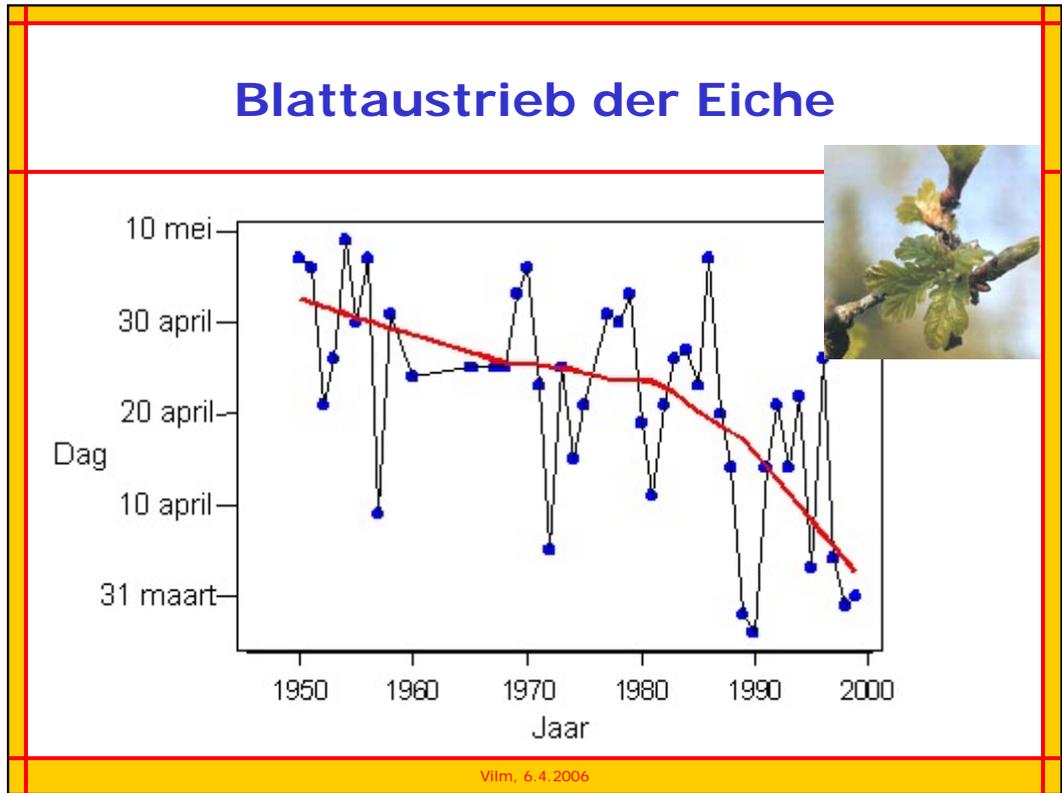
Folie 8

## Rückwanderung von Baumarten / Bsp.: Kiefer

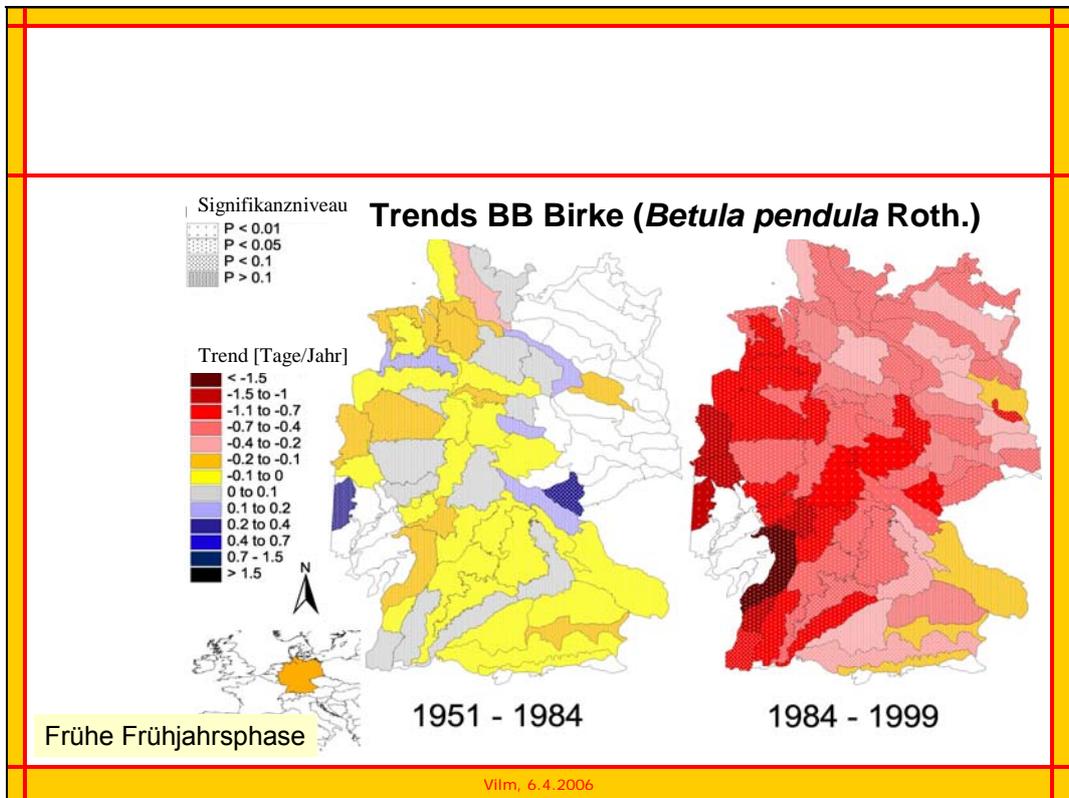


Vilm, 6.4.2006

Folie 9



Folie 10

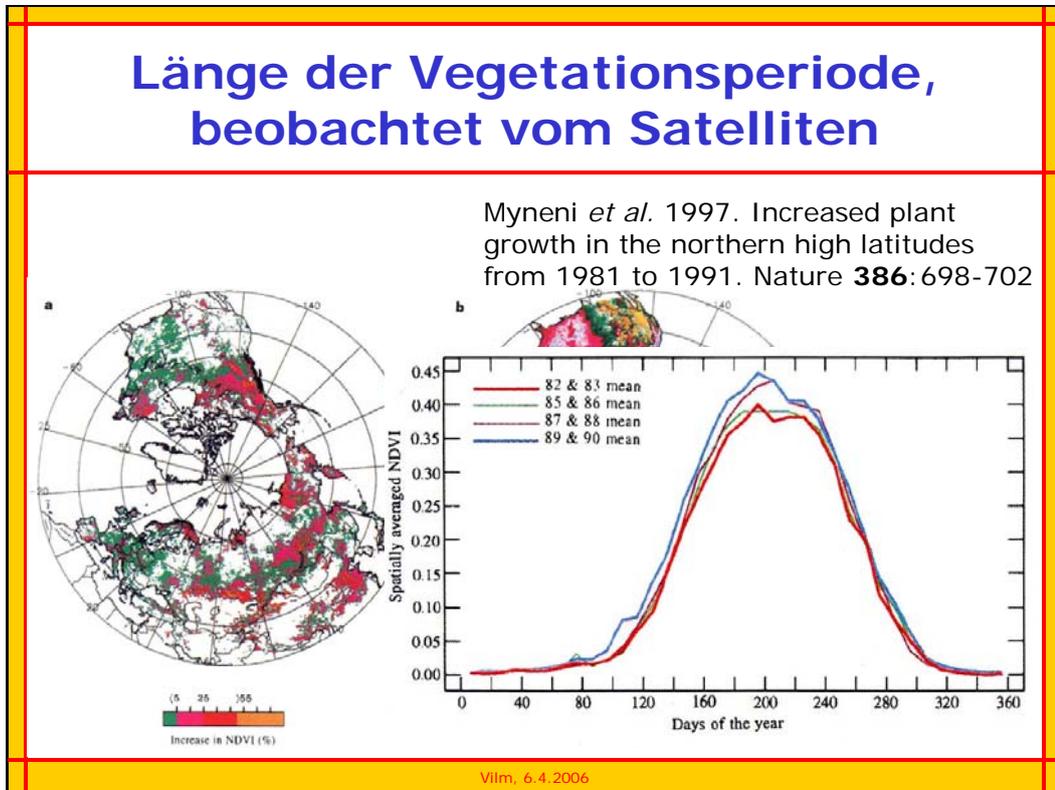


Folie 11

### Trends in Deutschland

Phase	Mittel ± $\sigma$	N	Trends '51-'84	Trends '84-'99	Trends '51-'99
			Total [Tage]	Total [Tage]	Total [Tage]
B Hasel	59 ± 25.7	49342	-7	-31	-20
B Schneeglöckchen	60 ± 17.9	69527	-5	-21	-12
BO Birke	112 ± 11.6	64222	-1	-11	-9
BO Kastanie	113 ± 12.4	75672	-1	-12	-9
BO Buche	120 ± 9.9	60901	2	-9	-5
BO Eiche	127 ± 11.1	62609	3	-10	-6
B Kastanie	131 ± 11.0	63843	6	-9	-2
M Kiefer	133 ± 12.0	44764	5	-13	-4
B Flieder	133 ± 11.1	66529	7	-12	-4
B Holunder	157 ± 12.1	62975	1	-14	-9
LV Kastanie	277 ± 12.5	71354	1	-4	-1
LV Birke	278 ± 14.0	60626	3	0	2
LV Buche	282 ± 13.5	59663	4	-1	3
LV Eiche	287 ± 12.9	62956	6	-1	5
VP Eiche	161 ± 16.1	55157	3	9	11
VP Buche	162 ± 15.8	54674	1	7	8
VP Kastanie	164 ± 16.5	67612	3	8	9
VP Birke	166 ± 17.7	56912	4	11	11

Folie 12

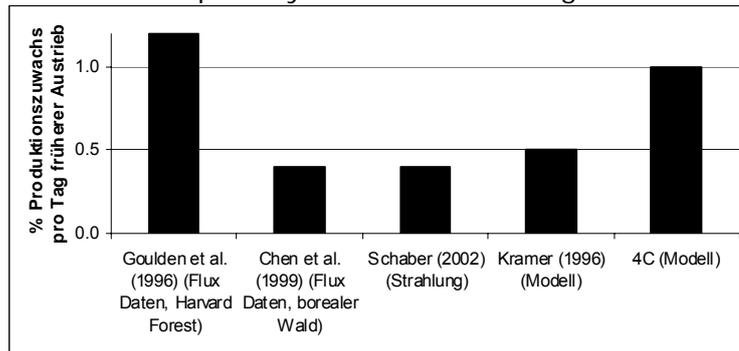


Folie 13

## Klimawandel und Wald: Phänologie

Einfluss der Länge der Vegetationsperiode auf die Produktion im Waldbestand:

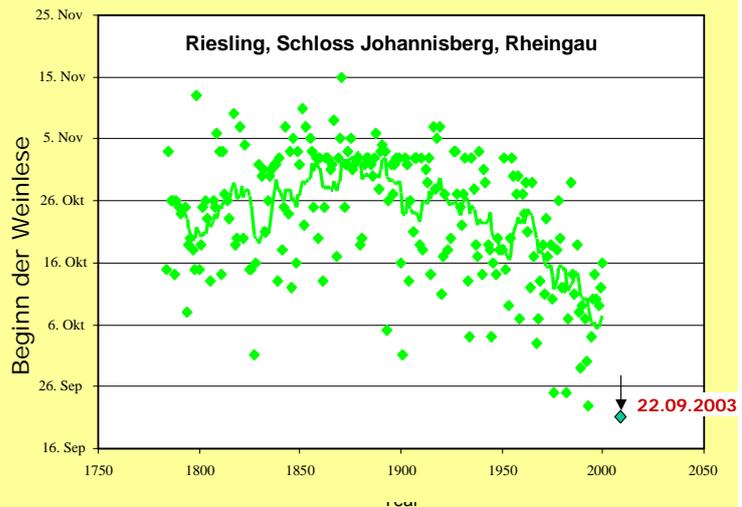
- ✓ Verlängerung der Vegetationsperiode um ~ 11 Tage (Trend in Europa von den 60-iger zu den 90-iger Jahren durch früheren Blattaustrieb und spätere Blattfärbung im Herbst)
- ✓ Anwachsen der photosynthetischen Leistung um 5 – 10 %



Vilm, 6.4.2006

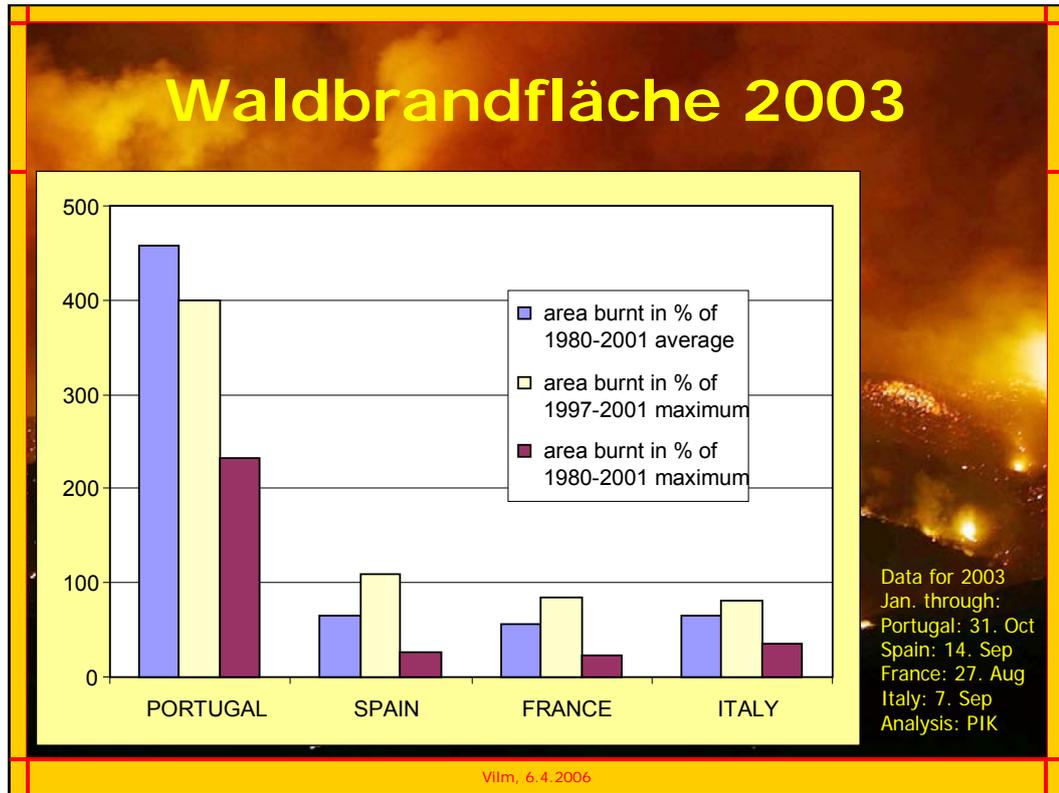
Folie 14

## Weinlesebeginn im Rheingau

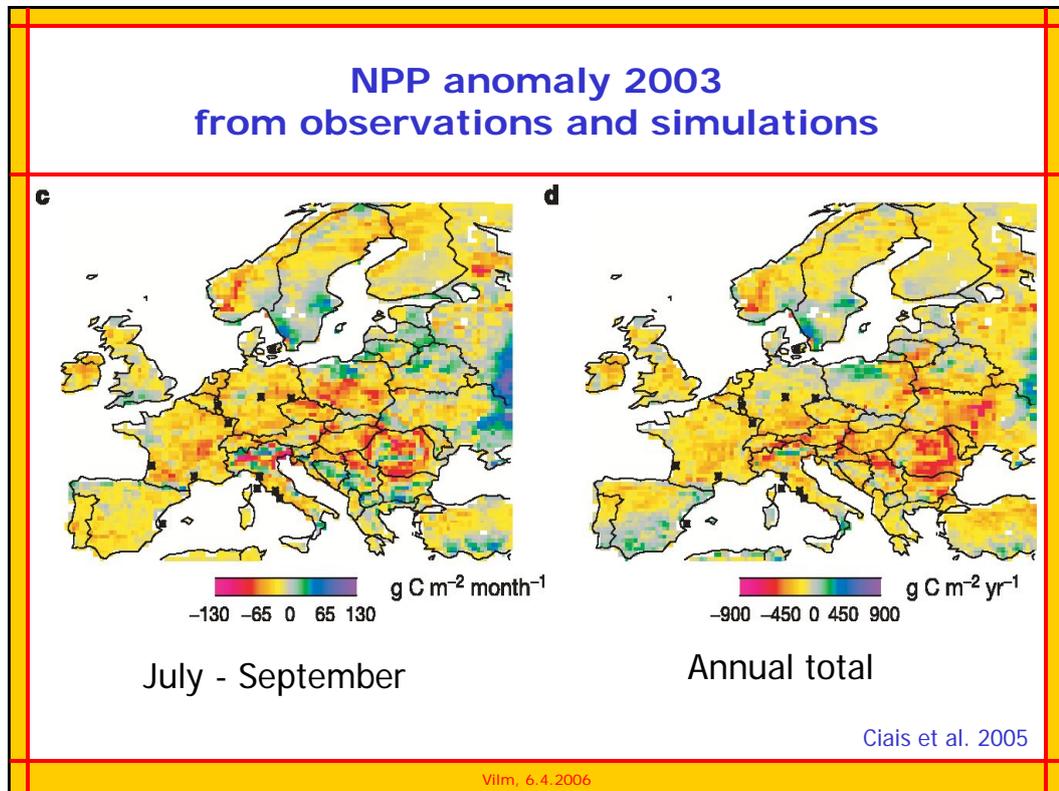


Vilm, 6.4.2006

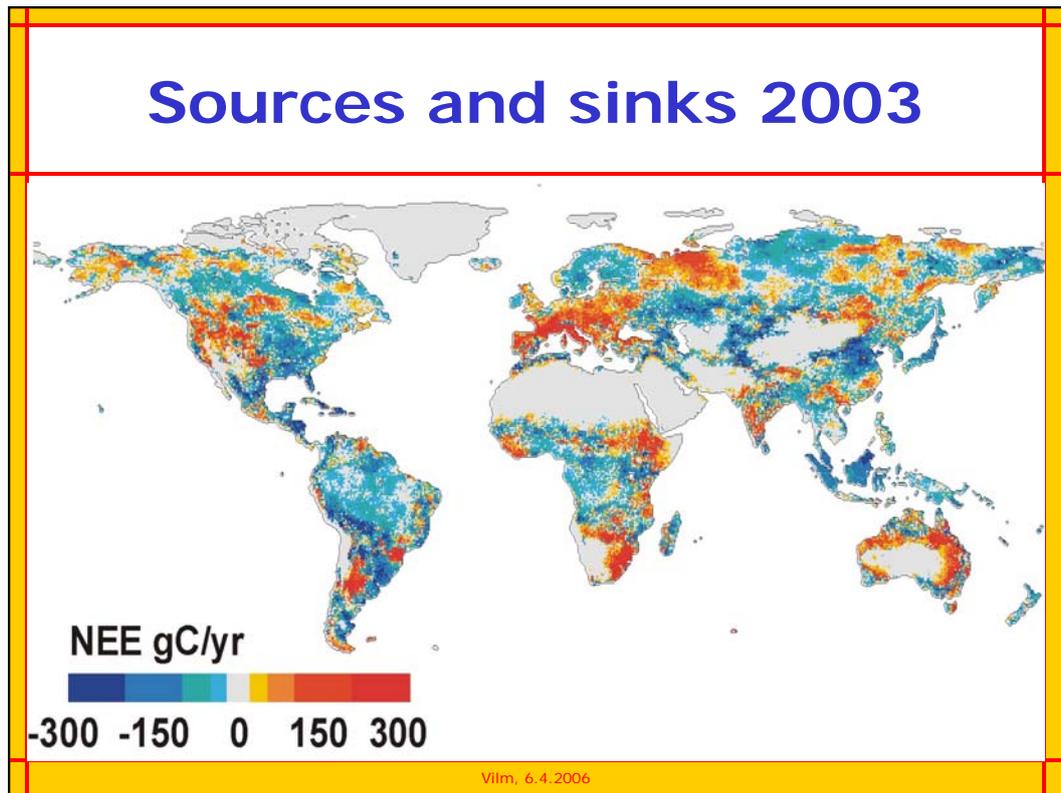
Folie 15



Folie 16



Folie 17



Folie 18

- ## Globaler Klimawandel und Wälder
- I. Aktuelles zum Klimawandel
  - II. Historische Dynamik von Wäldern
  - III. Klima und Waldfunktionen
  - IV. Szenarien – Möglichkeiten und Grenzen
  - V. Voraussetzungen für Anpassung
- Vilm, 6.4.2006

Folie 19

## Klimatische Einflüsse

- Temperatur (Wärmesumme)
- Feuchtigkeit
- Nährstoffe, CO<sub>2</sub>
- Extreme (Frost, Wind, Dürre etc.)
- Bewirtschaftung, Landnutzung

Vilm, 6.4.2006

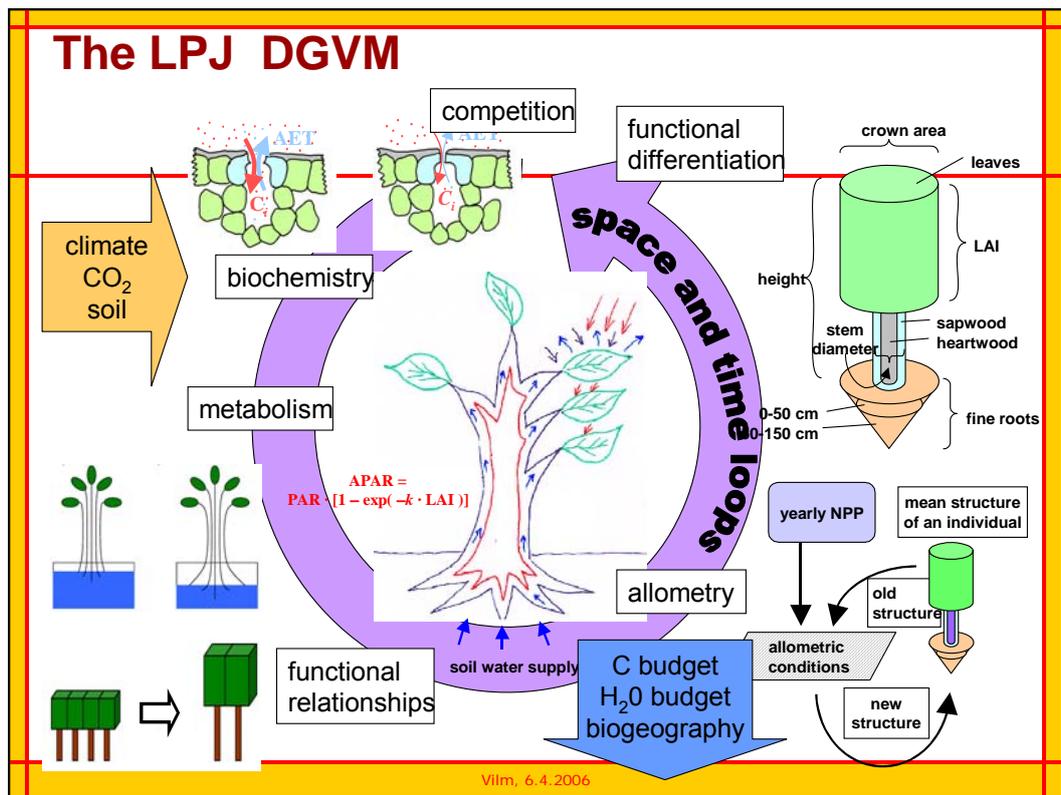
Folie 20

## Waldfunktionen

- Rohstoff für Holz- und Zelluloseprodukte
- Wasserhaushalt, Klimaregulation
- Artenvielfalt
- Bioenergie
- Erholungsfunktion

Vilm, 6.4.2006

Folie 21

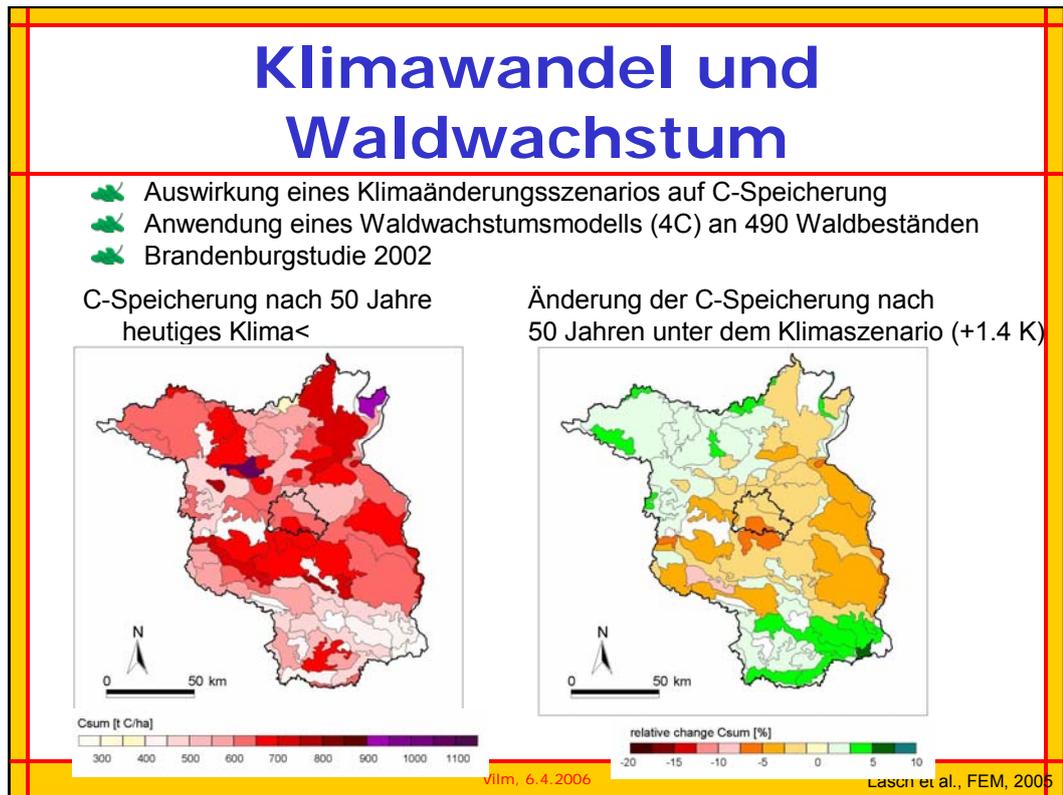


Folie 22

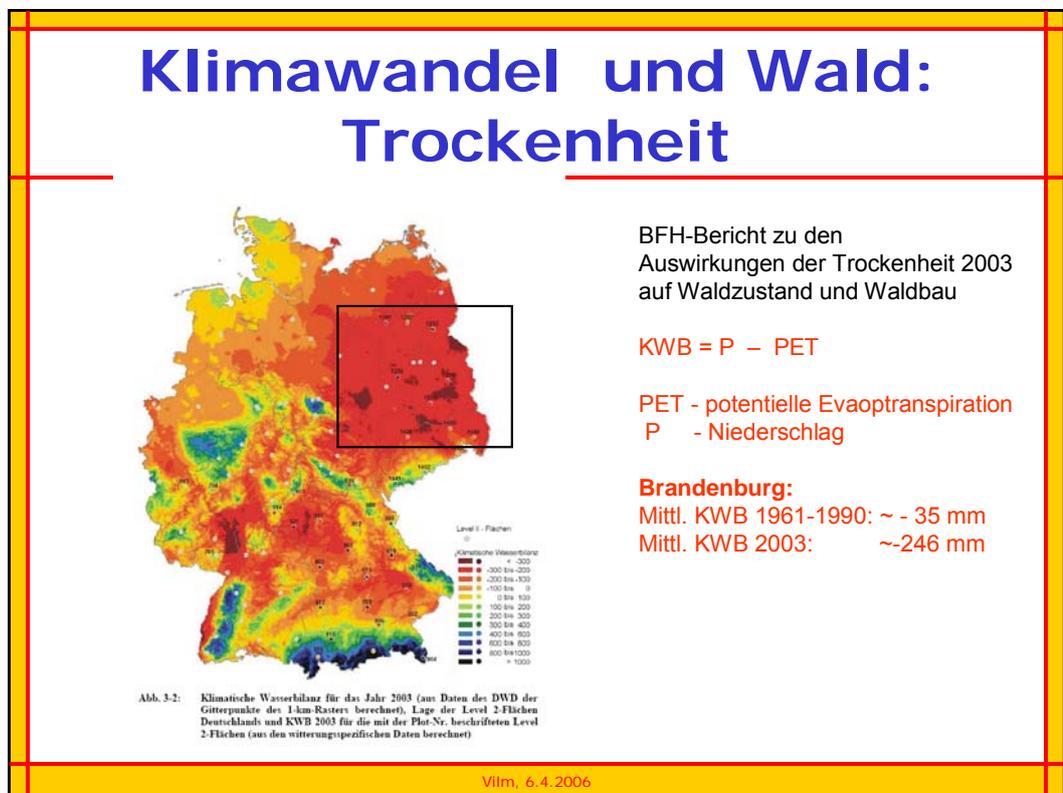
## Globaler Klimawandel und Wälder

- I. Aktuelles zum Klimawandel
- II. Historische Dynamik von Wäldern
- III. Klima und Waldfunktionen
- IV. Szenarien – Möglichkeiten und Grenzen
- V. Voraussetzungen für Anpassung

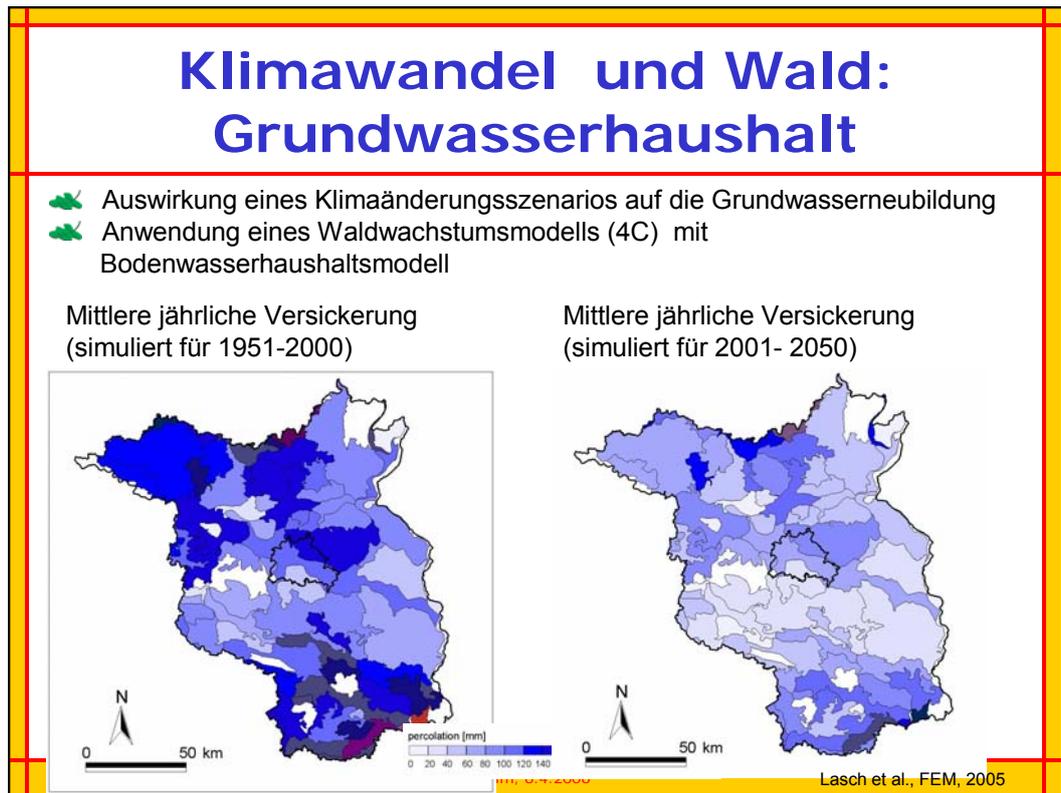
Folie 23



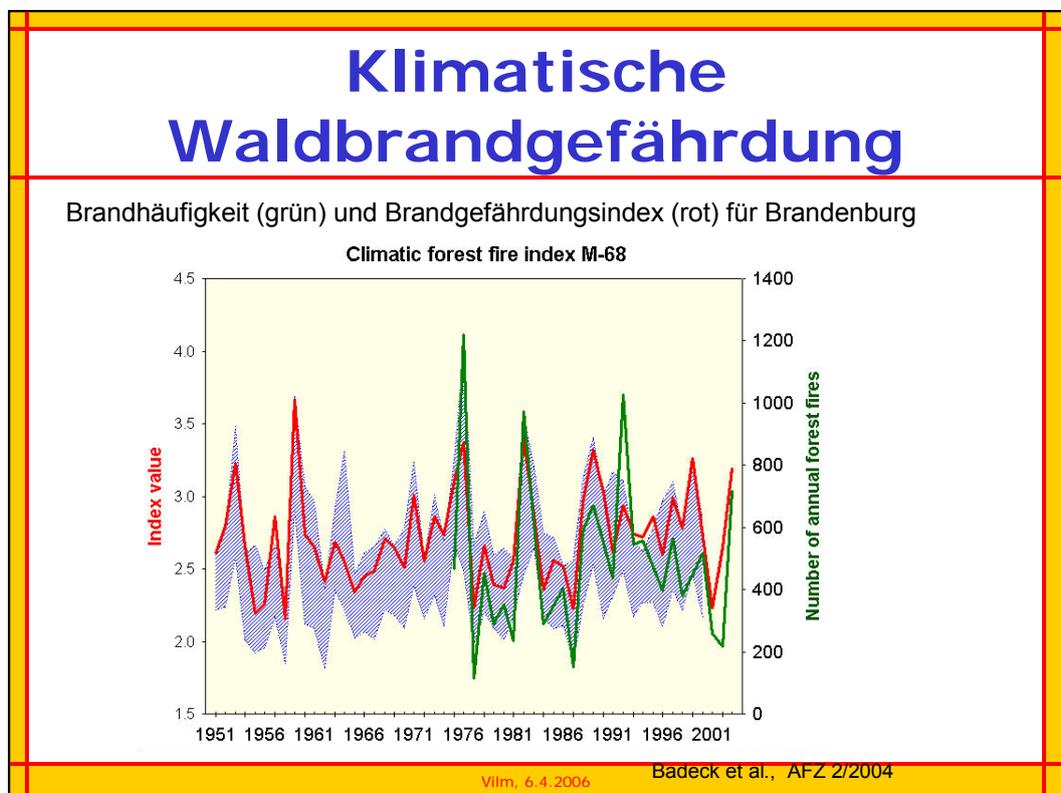
Folie 24



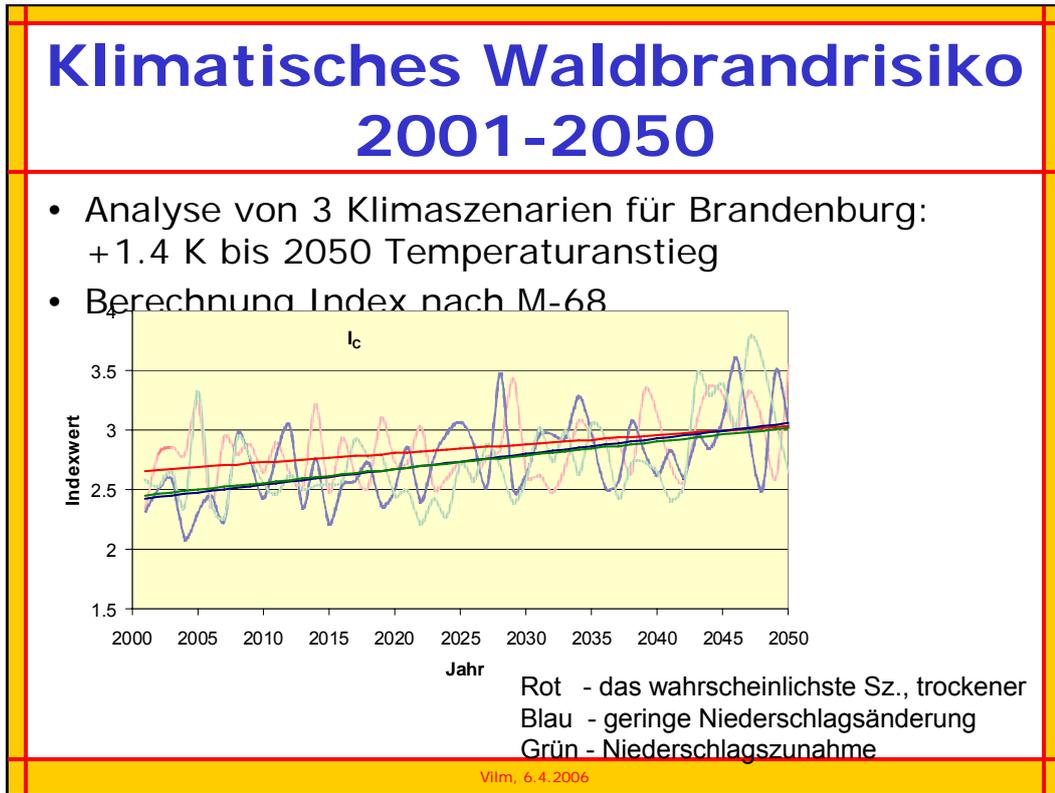
Folie 25



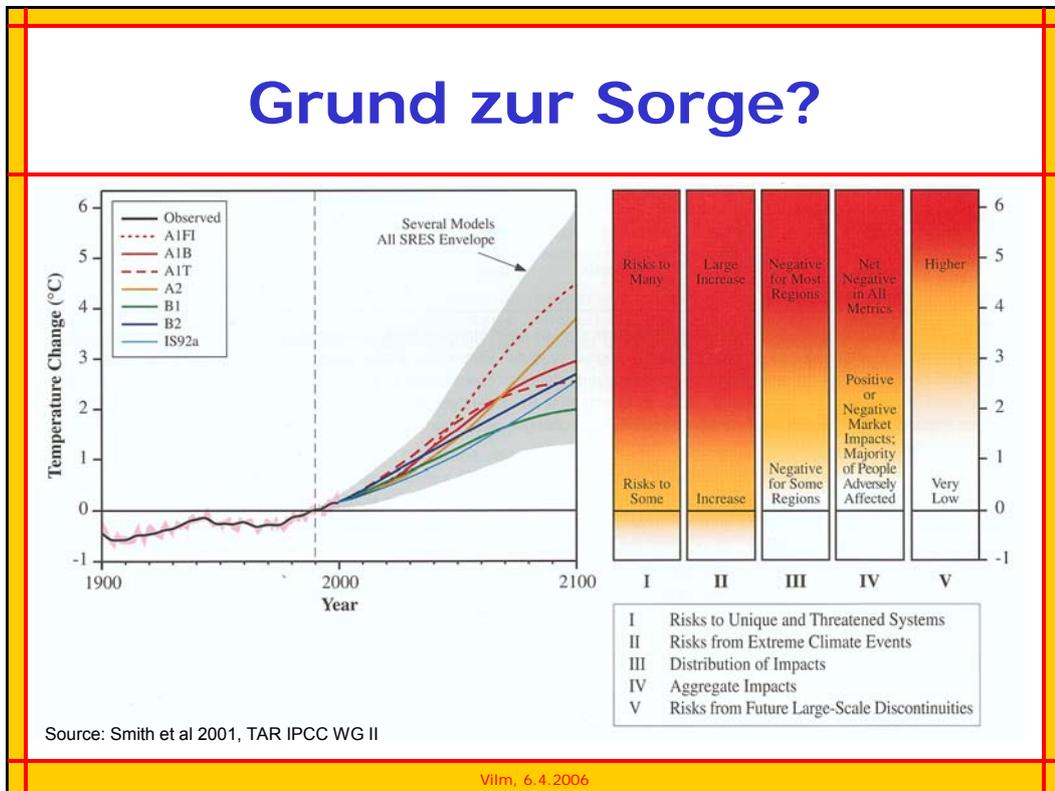
Folie 26



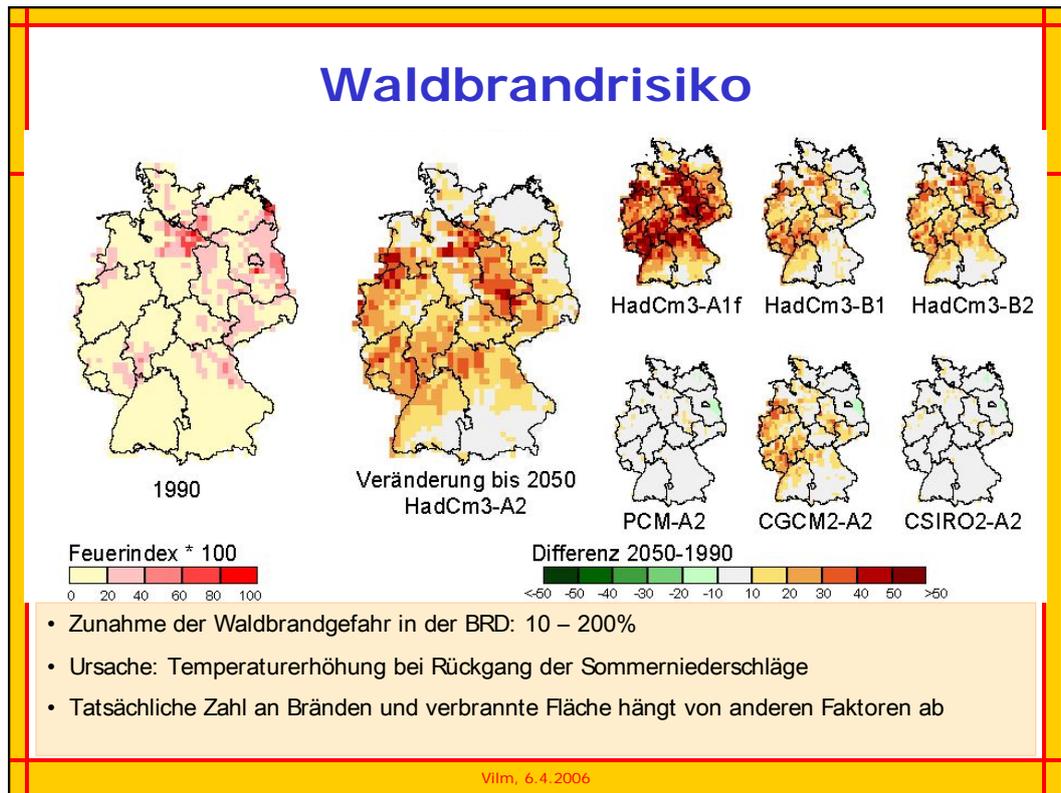
Folie 27



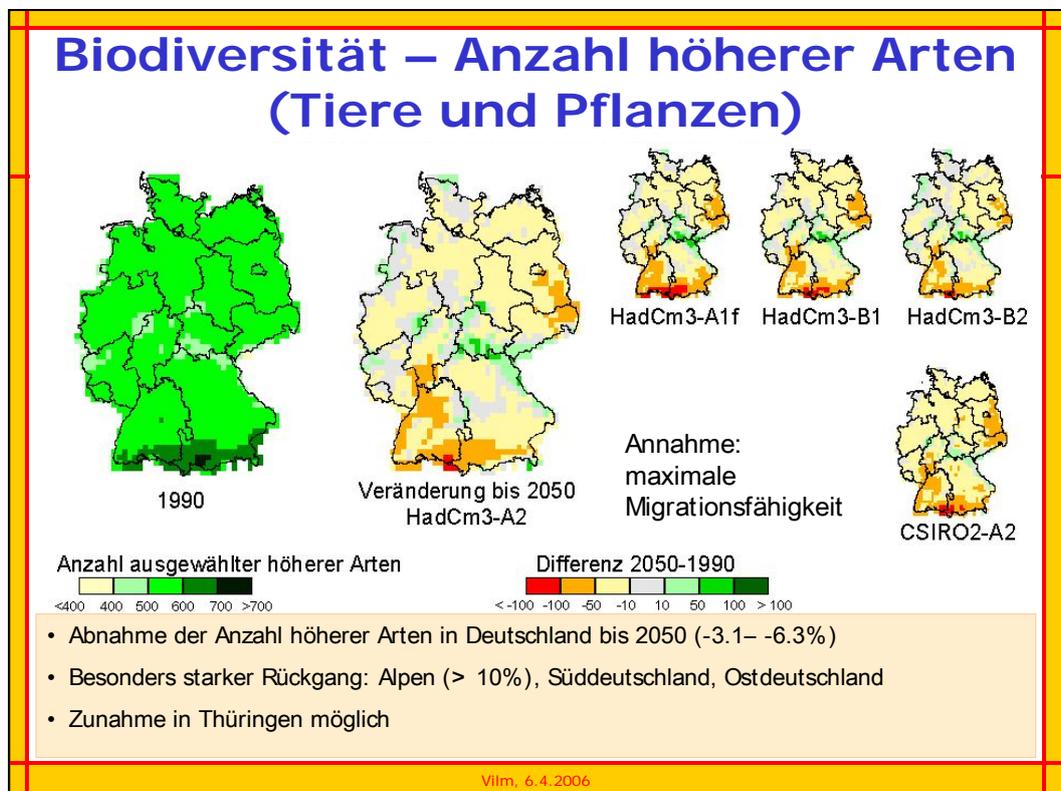
Folie 28



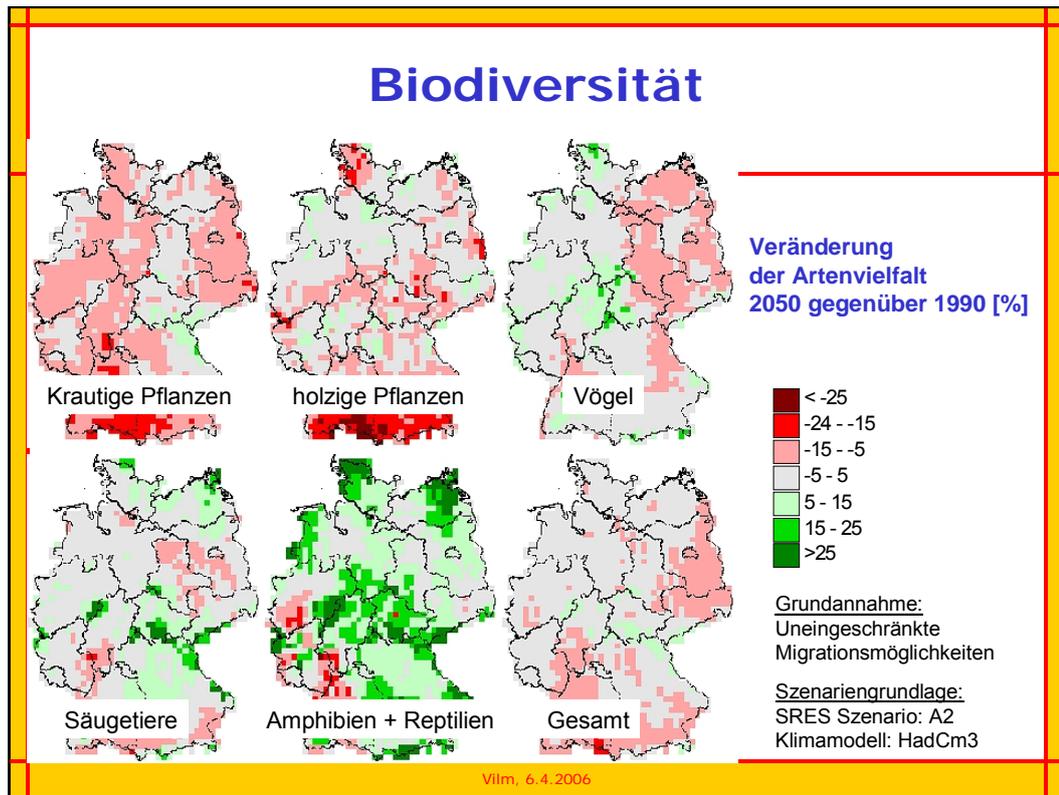
Folie 29



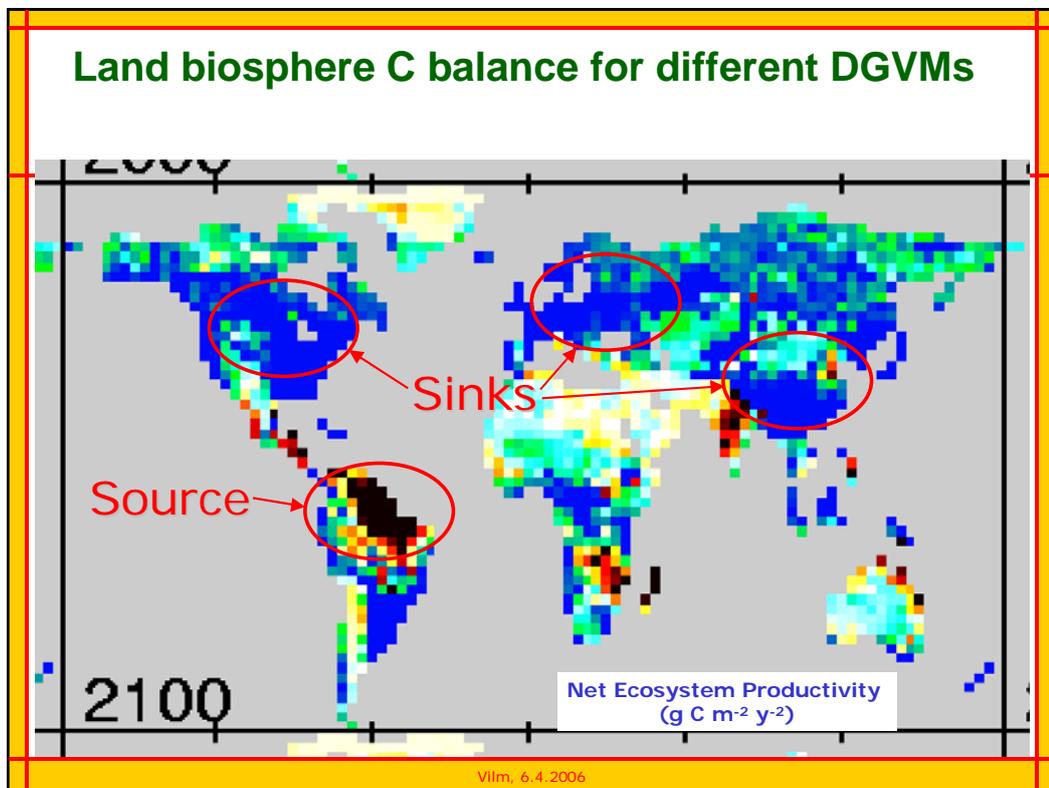
Folie 30



Folie 31



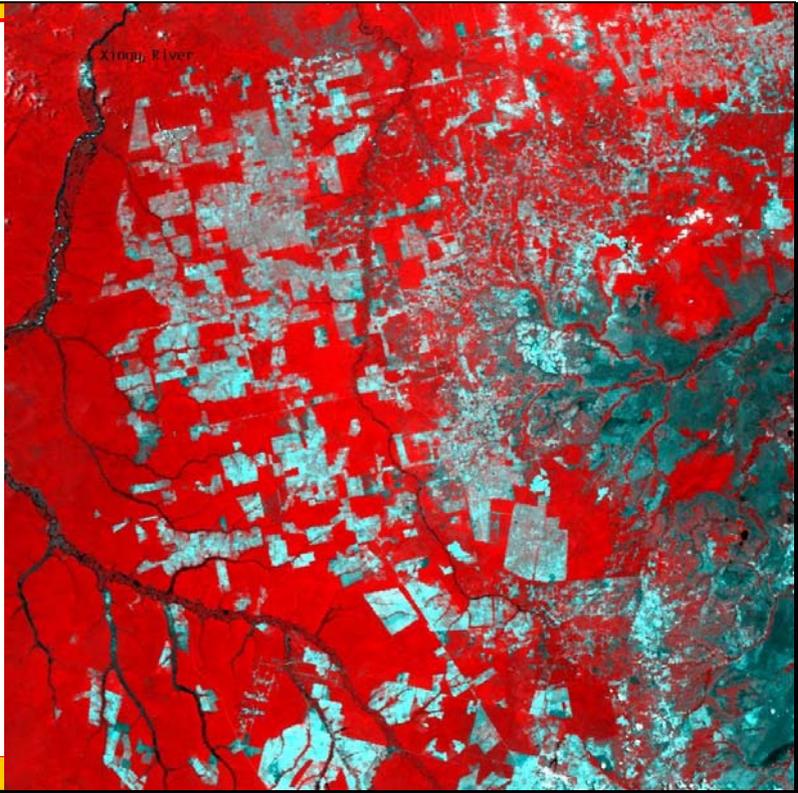
Folie 32



Folie 33

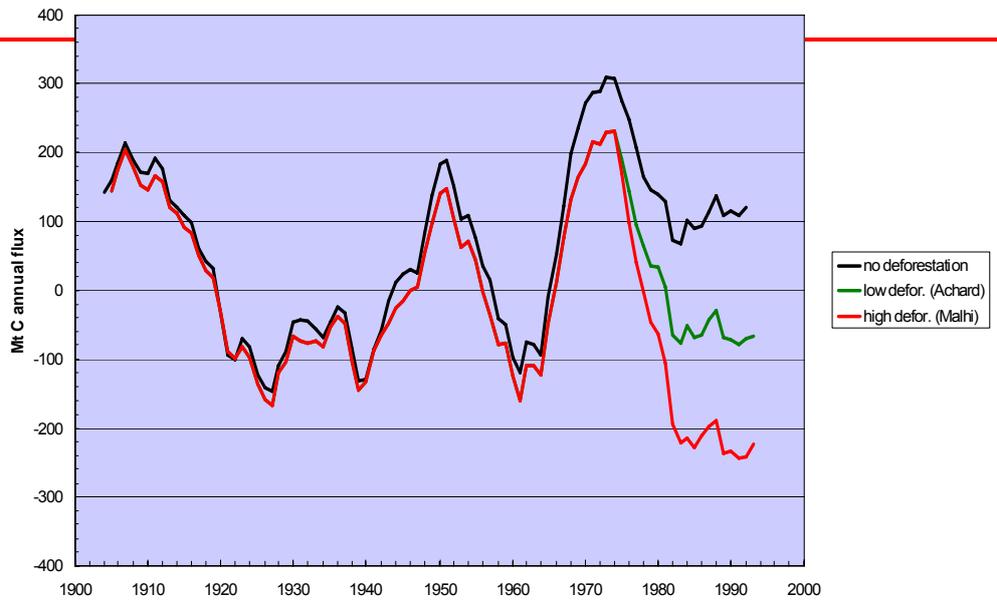
Deforestation  
Xingu River,  
Amazonia

(MODIS  
Image,  
19.10.2000)



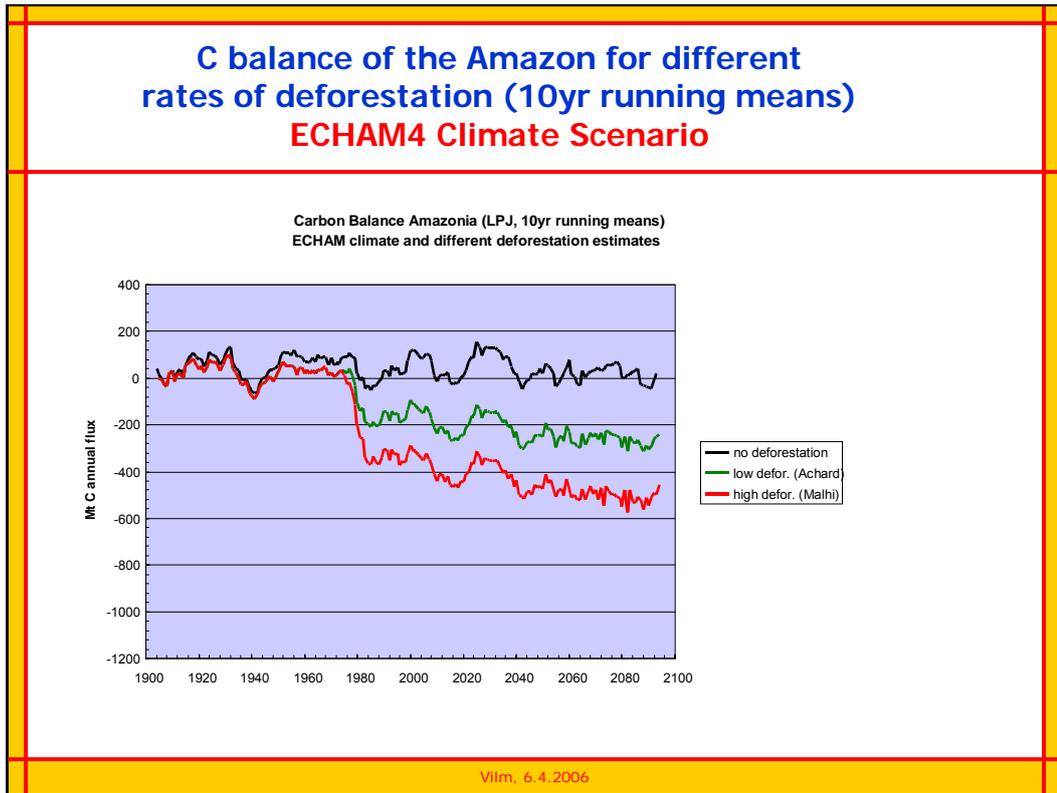
Folie 34

C balance of the Amazon for different  
rates of deforestation (10yr running means)

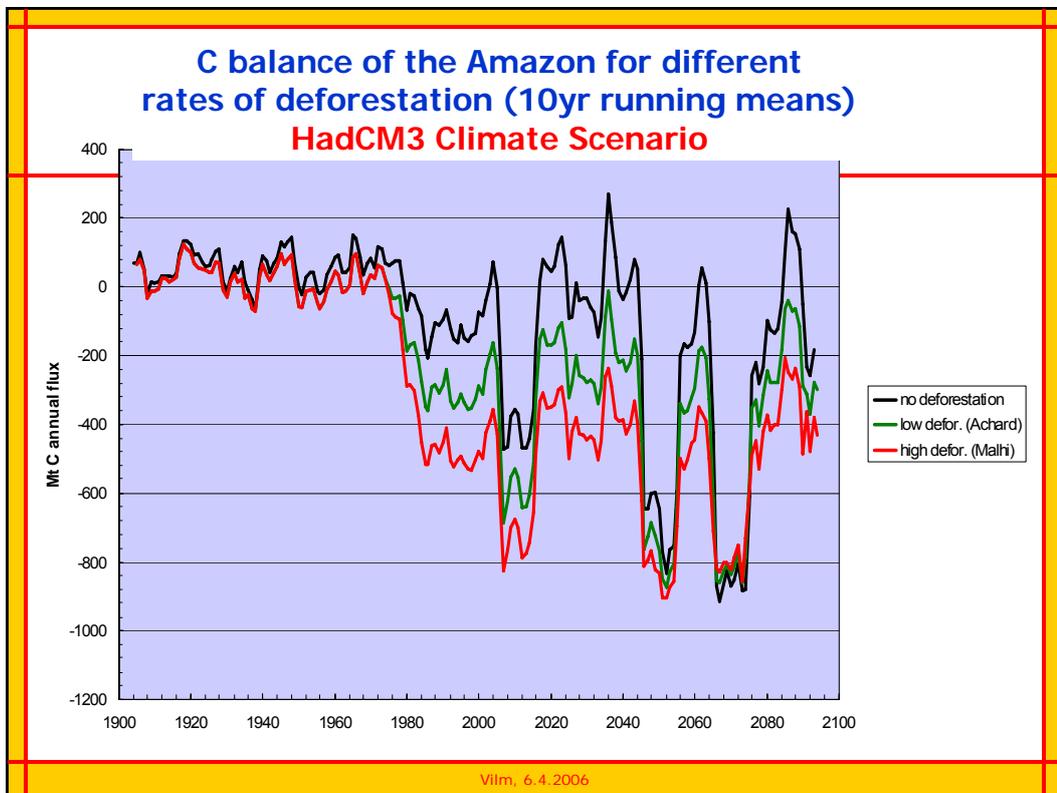


Vilm, 6.4.2006

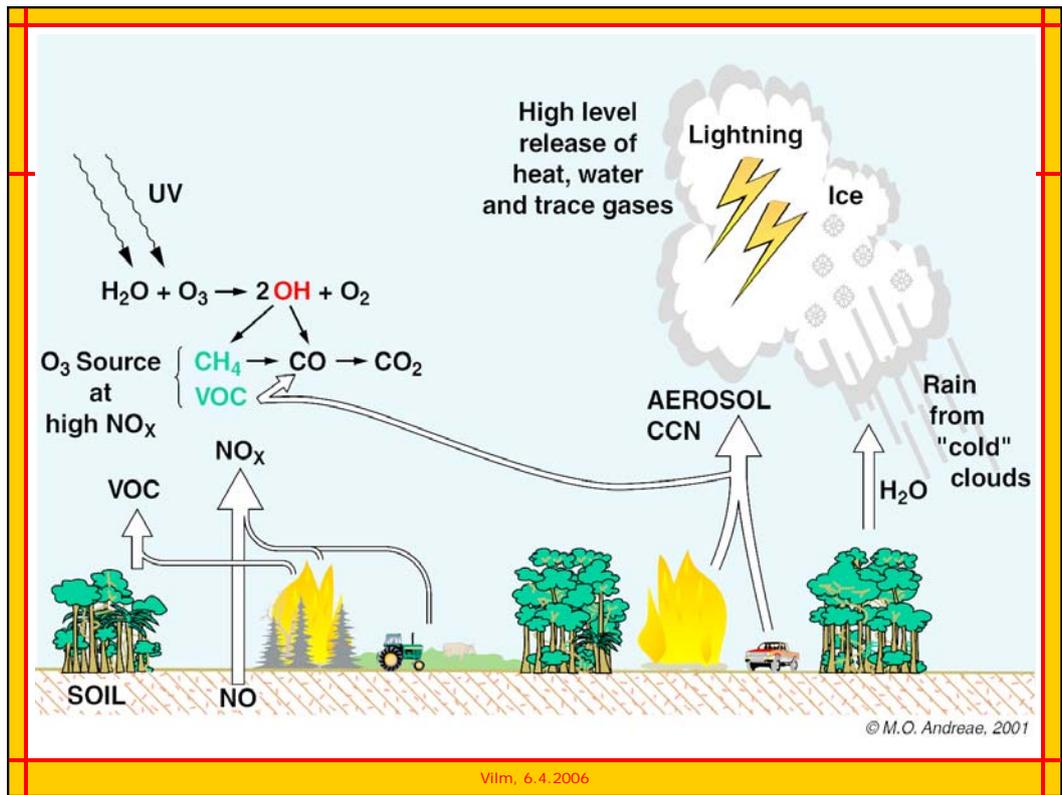
Folie 35



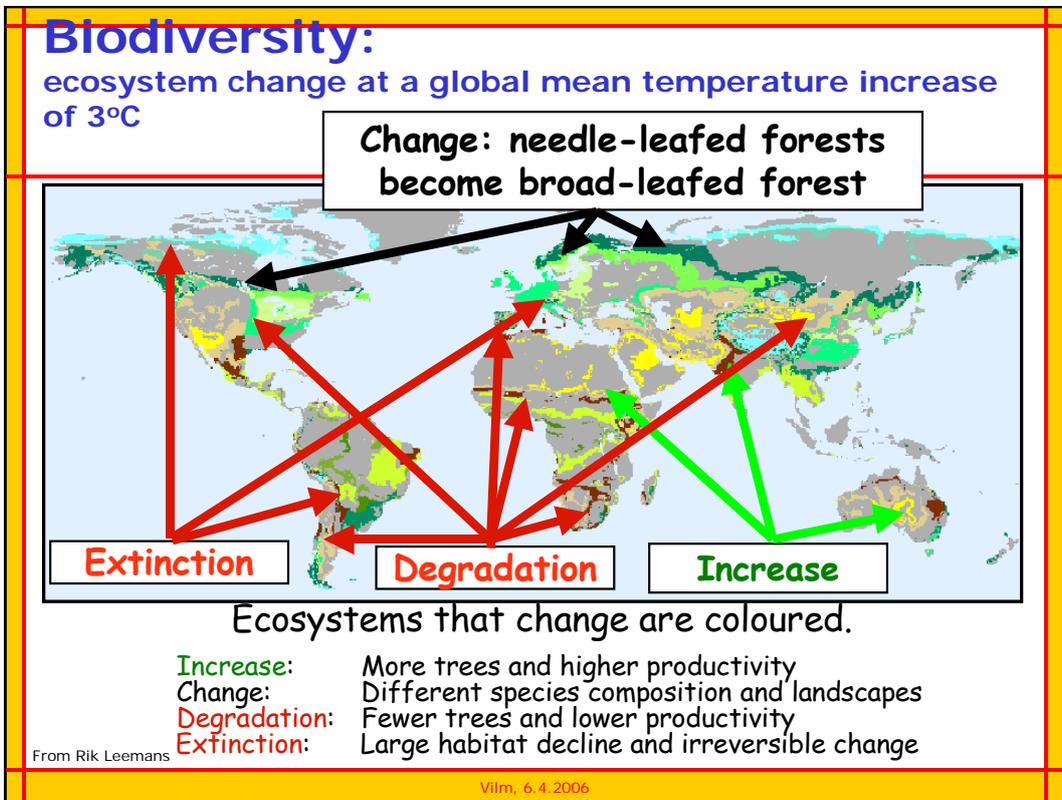
Folie 36



Folie 37



Folie 38



Folie 39

## Globaler Klimawandel und Wälder

- I. Aktuelles zum Klimawandel
- II. Historische Dynamik von Wäldern
- III. Klima und Waldfunktionen
- IV. Szenarien – Möglichkeiten und Grenzen
- V. Voraussetzungen für Anpassung

Vilm, 6.4.2006

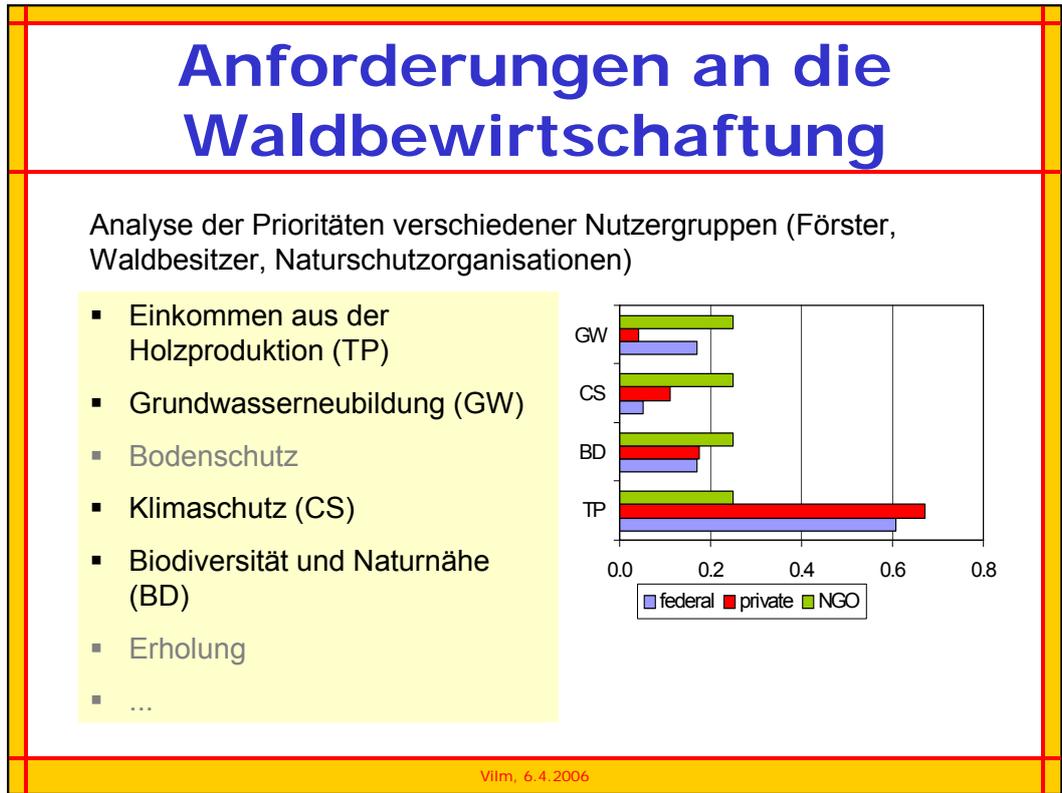
Folie 40

## Anpassungsfähigkeit?

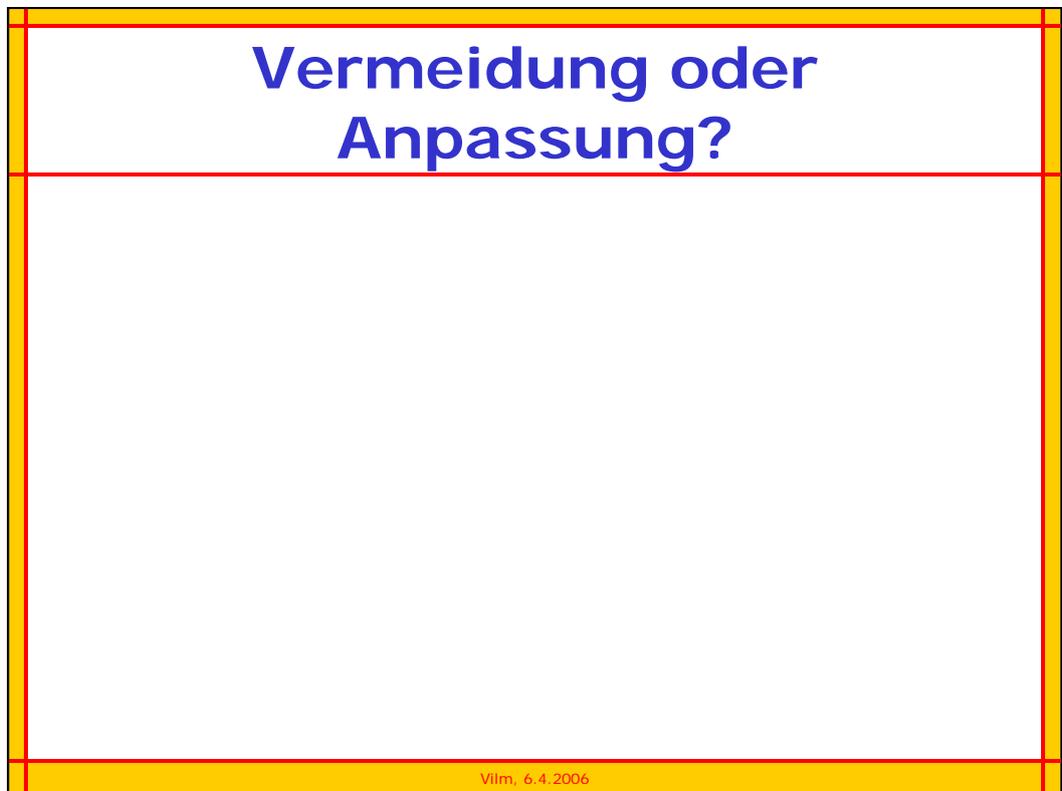
- Stark von Wirtschaftskraft abhängig
- Auch innerhalb der Industrieländer differenzierbar nach Sektoren

Vilm, 6.4.2006

Folie 41



Folie 42



Folie 43

## Klimaschutz post-Kyoto

- Kyoto-Protokoll: 'proof of concept'
- Weiterreichende Reduktionsziele für post-2012 zwingend notwendig
- Interessen des privaten Sektors an klaren Regelsystemen

Vilm, 6.4.2006

Folie 44

## Gibt es "gefährliche Grenzen" im Sinne der UNFCCC?

- Allumfassender Grenzwert der Erwärmung oder CO<sub>2</sub>-Konzentration nicht wissenschaftlich begründbar
- Für manche Systeme existieren Schwellenwerte, für andere nicht
- Trotzdem ein "Zwei-Grad-Ziel"?

Vilm, 6.4.2006

Folie 45

## Zusammenfassung / Ausblick

- Der anthropogene Klimawandel ist ein Faktum und hat bereits heute Auswirkungen
- Zukünftige, schwerwiegende Auswirkungen sind zu erwarten
- Der Weg zur Nachhaltigkeit führt über ein Ausbalancieren von Klimaschutz und Anpassung
- Weder Klimaschutz noch Anpassung sind zwingend von Nachteil für den Lebensstandard

Vilm, 6.4.2006

Quellenangaben und Literaturhinweise beim Autor.

## Internationale Regelungen zur Einbeziehung des Waldes in den Kyoto-Prozess

ROSEMARIE BENNDORF - UMWELTBUNDESAMT

Das *Klimarahmenabkommen* hat sich 1992 zum Ziel gesetzt, die Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu stabilisieren, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird.

Im *Kyoto Protokoll* von 1997 wurde beschlossen, die Emissionen der Industriestaaten um mindestens 5% gegenüber den Emissionen von 1990 zu senken (Artikel 3.1). Außer durch Maßnahmen zur *Senkung* der Emissionen im eigenen Land können der Emissionshandel und Projekte zur Senkung der Emissionen mit anderen Industriestaaten (gemeinsame Umsetzung, *Joint Implementation*) oder mit Entwicklungsländern (Mechanismus der umweltverträglichen Entwicklung, *Clean Development Mechanism*) genutzt werden. Eine erhöhte Festlegung von CO<sub>2</sub> (Artikel 3.3 und 3.4) durch Maßnahmen in der Forst- und Landwirtschaft (LULUCF) kann angerechnet werden.

Die Möglichkeit LULUCF Maßnahmen auf die Verpflichtung anzurechnen, drohte das Kyoto Ziel zu untergraben, das ausdrücklich die Senkung der Emissionen forderte und nicht die Erhöhung der Kohlenstoffspeicher.

Die Verhandlungen waren daher sehr kontrovers und führten zu einem komplizierten Regelsystem, niedergelegt in der Entscheidung 11 in Marrakesch.

Es gelten grob folgende Regelungen:

Es muss über alle Kohlenstoffspeicher (Biomasse über und unter Grund, Streuauflage, Todholz und organischer Bodenkohlenstoff) und alle Treibhausgase berichtet werden.

Über die Emissionen/Festlegungen von Treibhausgasen jeden Stück Landes, über das einmal berichtet wurde, muss auch in allen folgenden Verpflichtungsperioden berichtet werden.

### Geltende Definitionen:

**Wald:** Bei der Definition von Wald muss sich jeder Vertragsstaat vor Beginn der 1. Verpflichtungsperiode festlegen auf einen Wert für

- die Minimalfläche des Waldes im Bereich von 0,05 bis 1 ha,
- die Kronenbedeckung der Waldfläche im Bereich von 10 bis 30 % und
- die potenzielle Baumhöhe im Bereich von 2 bis 5 m.

**Aufforstung** (afforestation) ist die direkt durch den Menschen verursachte Umwandlung von Flächen in Wald, die in der Vergangenheit mindestens 50 Jahre anderweitig genutzt wurden.

**Wiederaufforstung** (reforestation) für die 1. Verpflichtungsperiode ist dagegen die direkt durch den Menschen verursachte Umwandlung von Flächen in Wald, die einmal bewaldet, aber am 31.12.1989 anderweitig genutzt waren.

**Entwaldung** (deforestation) ist jede dauerhafte, direkt durch den Menschen verursachte Umwandlung von Wald in anders genutzte Flächen.

**Ödlandbegrünung** (revegetation) ist der direkt durch den Menschen angelegte Bewuchs (mindestens 0,05 ha große Flächen), der nicht unter die Wald-Definition fällt.

Alle Praktiken zur Pflege und Nutzung der Forsten mit dem Ziel, seine ökologischen, ökonomischen und sozialen Funktionen auf nachhaltige Art zu erfüllen sind als

**Waldbewirtschaftung** definiert.

Im Einzelnen schreibt Artikel 3.3 fest, dass anthropogene Nettoänderungen der Treibhausgasemissionen aus Aufforstungen, Wiederbewaldungen und Entwaldungen, auf die Verpflichtungen anzurechnen sind. Bedingung ist, dass die Aufforstungen bzw. Entwaldungen auf Flächen erfolgen, die am 31.12.1989 nicht bewaldet waren bzw. in andere Nutzung überführt wurden.

Art. 3.4 erlaubt auch die Effekte zusätzlicher Maßnahmen in der Forstwirtschaft, der Acker- und Grünlandbewirtschaftung wie Verlängerung der Rotationszeiten, Feuerschutz, weniger häufiges Pflügen u. a. zur Erfüllung der Verpflichtungen heranzuziehen.

**Jeder Industriestaat muss vor Beginn der Verpflichtungsperiode festlegen, ob und welche der oben genannten Aktivitäten in Anrechnung kommen sollen und zeigen, dass nur anthropogene Aktivitäten ab 1990 angerechnet werden.**

**Für die Anrechnung von Gutschriften aus Maßnahmen im Forst gelten länderspezifische Obergrenzen (z.B. in Deutschland: 1,24 MtC).**

**Es wurde versucht, der Möglichkeit, Wälder durch die oben genannten Regelungen in reine Kohlenstoffplantagen zu verwandeln, durch den Regeln beigegebene Prinzipien, Definitionen und der Forderung nach Umweltverträglichkeitsprüfungen einen Riegel vorzuschieben.**

Der in Holzprodukten gespeicherte Kohlenstoff ist in der ersten Verpflichtungsperiode nicht anrechenbar.

Ein entschiedener Mangel der Regelungen von Kyoto ist ihre Kompliziertheit. Außerdem sind die Länder, die durch Entwaldung wesentlich zu Emissionen aus dem Bereich LULUCF beitragen, nicht einbezogen.

Die Diskussion über Verpflichtungen nach Kyoto hat schon begonnen, international und national. Insbesondere der Vorschlag unter der Führung von Papua Neuguinea, die Reduktion der Emissionen aus der Entwaldungen auf nationaler Ebene einzubeziehen, hat den Diskussionen neuen Antrieb gegeben.

#### **Literatur:**

Kyoto-Protokoll <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>,

Klimarahmenkonvention, englisch <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>

Klimarahmenkonvention, deutsch <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convger.pdf>

Marrakesch-Bestimmungen <http://unfccc.int/resource/docs/cop7/13.pdf>

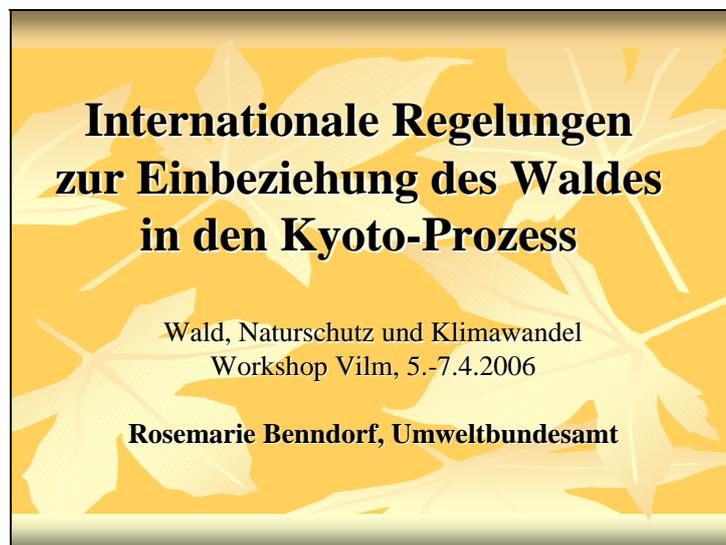
Special Report on LULUCF 2000, ISBN 0 51 80495 7

Good Practice Guidance on Land Use, Land-use Change and Forestry, 2003, ISBN 4-88788-003-0

## **Powerpointpräsentation**

**ROSEMARIE BENDORF**

**Folie 1**



Folie 2

**Klimarahmenabkommen Rio 1992**  
**Framework Convention on Climate Change**

**Artikel 2**

- **Das Ziel der Konvention ist es ...eine Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu erreichen, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird.**

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06 Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt 2

Folie 3

**Artikel 3.1 Kyoto Protokoll (KP)**

- **....Reduktion der Industriestaaten-Emissionen der in der Anlage A aufgeführten Treibhausgase(CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, H-FKW, FKW, SF<sub>6</sub>) um mindestens 5% im Vergleich zu 1990 in der Verpflichtungsperiode von 2008 bis 2012.**

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06 Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt 3

Folie 4

**Mechanismen im KP**

- **Emissionshandel zwischen Annex I Staaten, Art.17**
- **Joint Implementation(JI), Art. 6, gemeinsame Umsetzung mit Annex I Staaten (Industriestaaten)**
- **Clean Development Mechanism(CDM)Art.12, Gemeinsame Umsetzung zwischen Annex I und Non-Annex I Staaten**

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06 Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt 4

Folie 5

**Pro und Contra LULUCF  
(Land use, Land-use change and  
Forestry)**

- **Größenordnung**
- **Risiko**
- **Unsicherheit**
- **Zusätzlichkeit**
- **Umwelt**

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06 Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt 5

Folie 6

**Artikel 3.3 KP**

- **Die Nettoänderungen der Treibhausgasemissionen und –festlegungen, die aus direkt durch den Menschen verursachten Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaftsmaßnahmen resultieren, begrenzt auf Aufforstung, Wiederbewaldung und Entwaldung seit 1990, sind zur Erfüllung der Verpflichtungen zu nutzen...**

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06 Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt 6

Folie 7

**Artikel 3.3 Marrakesch**

- **Anrechnung von Aufforstung, Wiederaufforstung und Entwaldung (ARD) für alle Annex-I-Staaten**
- **Alle Treibhausgasflüsse zwischen 1.1.2008 und 31.12.2012 aus ARD seit 1.1.1990 anrechnen**
- **Kleinste Berichtseinheit 1ha**
- **Bericht wie Ernte von Entwaldung unterschieden wird**

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06 Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt 7

Folie 8

## Artikel 3.4 KP

- **...die Vertragsstaatenkonferenz soll entscheiden ... ob und welche zusätzlichen Aktivitäten des Menschen zur Erhöhung der Senken...in landwirtschaftlichen Böden, bei Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft... zu den zugeteilten Mengen addiert oder subtrahiert werden sollen ...**

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt8

Folie 9

## Artikel 3.4 Marrakesch

- **Anrechnung von C-Speicherung in Folge von Ödlandbegrünung und der Bewirtschaftung von Forsten, Äckern und Grünland**
- **Wahl ja/nein und welche Aktivitäten, vor 1. Verpflichtungsperiode, dann verbindlich**
- **Maßnahmen nach 1990**
- **Anrechnung von Maßnahmen im Forst, einschließlich JI, begrenzt (§ 11), Gross/Net Anrechnung**
- **Abzüge aus ARD durch Maßnahmen im Forst bis zu 9MtC/a ausgleichbar**

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt9

Folie 10

## Projektbasierte Aktivitäten

- **JI-Projekte,**
  - **keine Sonderbestimmungen außer Obergrenze**
- **CDM-Projekte**
  - **nur Aufforstung erlaubt**
  - **Obergrenze 1% der Emissionen des Basisjahres**

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt10

Folie 11

## Definitionen Forst

- **Mindestfläche 0,05-1.0ha**
- **Mindestkronenbedeckung 10-30%**
- **Mindesthöhe des erwachsenen Bestandes 2-5m**

**eingeschlossen Jungbestände und zeitweise unbestockte Waldflächen**

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt11

Folie 12

## Zu erfassende Kompartimente

- **Oberirdische Biomasse**
- **Unterirdische Biomasse**
- **Streu**
- **Totholz**
- **Bodenkohlenstoff**
- **Sind diese Kompartimente keine Netto-Quelle von Treibhausgasen (Nachweis erforderlich), muss über sie nicht berichtet werden.**

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt12

Folie 13

## Ansprüche an die Datenerhebung

- **Gleich große Anspracheinheit für Erfassung von Entwaldung und Aufforstung, nicht kleiner als 1ha**
- **Einmal erfasste Flächen müssen auch in folgenden Verpflichtungsperioden angerechnet werden**
- **Inventursysteme müssen die Erfassung der relevanten Flächen, d.h. für Kioto auch deren geografische Lage, gewährleisten**
- **Emissionen und Festlegung von aller Treibhausgase für alle gewählten Aktivitäten entsprechend der guten fachlichen Anleitung zu Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft 2003 des IPCC berichten**

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt13

Folie 14

## Gutschriften

- **Wahlweise jährlich oder einmal für die gesamte Verpflichtungsperiode**
- **Handelbar**
- **Nicht übertragbar in nächste Verpflichtungsperiode**
- **Über Senken könnten maximal ca.2/3 der Verpflichtungen aller Annex I Länder abgeglichen werden; für EU-Staaten nur rund 1/5.**

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt14

Folie 15

## Holz/Holzprodukte:

**In der ersten Verpflichtungsperiode ausgeschlossen**

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt15

Folie 16

## Forstsenkenpotentiale für deutsche Verpflichtungserfüllung

- **Emissionen aus Artikel 3.3**
  - **0,77Mio.tCO<sub>2</sub> (grobe Schätzung)**
- **Festlegungen durch Forstbewirtschaftungsmaßnahmen**
  - **Maximal 4,5 Mio.tCO<sub>2</sub>**
- **Herausforderung Berichterstattung, nicht Einleitung neuer Maßnahmen**

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt16

Folie 17

## Quantitative Bewertung der Beschlüsse von Marrakesch in Mt C

	Art. 3.4 Waldbewirtschaftung	Sonstige Maßnahmen	CDM	Summe
Annex I (ohne USA)	57	7 – 8	19 – 33	83 – 98
USA	28	10 – 16	17	55 – 61
Annex I (mit USA)	85	18 – 23	36 – 50	139 – 158

**Über Senken könnten maximal ca.2/3 der Verpflichtungen aller Annex I Länder abgeglichen werden; für EU-Staaten nur rund 1/5.**

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06
Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt
17

Folie 18

## Emissionen und Festlegungen von Kohlendioxid in der terrestrischen Biosphäre

- **Emissionen aus Landnutzungsänderungen:**
  - ca. 1,6 Gt C/Jahr
- **Festlegungen von Kohlendioxid**
  - ca. 0,7 Gt C/Jahr
- **Vergleich Kyoto und reale Welt:**
  - 0 Gt C/Jahr Emissionen
  - 0, 15 C/Jahr Festlegungen

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06
Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt
18

Folie 19

## Fazit

**Kyoto und reale Welt sind sehr verschieden.  
LULUCF in Kyoto trägt nicht zum Ziel der Klimarahmenkonvention(KRK) bei.**

**Mögliches Ziel für Verhandlungen:  
Annäherung beider Welten und Beitrag aus LULUCF zum KRK Ziel**

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06
Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt
19

Folie 20

## Ausblick

- **National:**
  - Entscheidung zu Definitionen und Wahl von 3.4 Aktivitäten
  - Voraussetzung für Berichterstattung schaffen
  - Ideen für nach 2012 sammeln
- **International:**
  - Diskussion zu LULUCF nach 2012
  - Diskussion zur Reduktion der Emissionen aus Entwaldung

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06 Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt 20

Folie 21

## Einladung zum 8.5. 2006 Berlin Vorstellung der Ergebnisse des Forschungsvorhabens LULUCF nach 2012

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06 Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt 21

Folie 22

## Klärungsbedarf vor Entscheidung über Wahl von 3.4 Aktivitäten

- **Umwelt:**
  - Kioto Ziel (Emissionsreduktion, Flüchtigkeit)
  - Biodiversität
- **Rechtliche Aspekte**
  - Wie Kreditvergabe? 15%, Wer zuerst kommt?, gemeinsamer Fond
- **Monitoring**
  - Wer zuständig? Wie teuer? Monitoring muss immer erfolgen
  - Forschungsbedarf
- **Ökonomie**
  - Kosten/Nutzen Abwägung

Wald, Naturschutz und Klimawandel, Vilm 06 Rosemarie Benndorf, Umweltbundesamt 23

## **Optionen für die Ausgestaltung der internationalen Klimaschutzvereinbarungen: Auswirkungen auf die Waldwirtschaft und den Naturschutz in Entwicklungsländern**

**REINHARD WOLF - GTZ GMBH  
MIT BEITRÄGEN VON BERND WINKLER - BMELV**

### **Zusammenfassung**

Wälder sind bedeutende Speicher von Kohlenstoff. In den meisten Entwicklungsländern werden durch die anhaltende Zerstörung der Wälder große Mengen CO<sub>2</sub> (ca. 20 % der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen) freigesetzt. Durch Walderhalt könnte also ein signifikanter Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen geleistet werden. Da Wälder, und hier insbesondere Tropenwälder, einen beträchtlichen Anteil der Pflanzen- und Tierarten beherbergen, würde mit Walderhalt auch ein bedeutender Beitrag zum Naturschutz geleistet.

Innerhalb des Kyoto Protokolls kann Emissionsminderung aus Zerstörung von Wälder in Entwicklungsländern derzeit nicht honoriert werden. Das Potential, das der Wald für den Klimaschutz hat, kann deshalb in diesem Rahmen nicht ausgeschöpft werden.

Zur 11. Klimakonferenz (COP 11) in Montreal haben Papua-Neuguinea und Costa Rica einen vielbeachteten Vorschlag zur Verminderung der Emissionen aus der Tropenwaldzerstörung eingebracht. Brasilien, das sich bisher zurückhaltend bei der Walddiskussion gegeben hat, unterstützt den Vorschlag nun nachdrücklich.

Um das in Entwicklungsländern vorhandene Potential im Rahmen der deutschen Entwicklungszusammenarbeit (EZ) möglichst schnell und wirksam zu nutzen wird folgendes empfohlen:

Kurz- und mittelfristig (bis 2012) sollte „Walderhalt für Klimaschutz“ bei relevanten EZ-Vorhaben (z.B. PPG7-Brasilien, Kongobecken-Initiative) und bei Regierungsverhandlungen mit ausgewählten Ländern (z.B. Brasilien, zentralafrikanische Länder, Indonesien, Vietnam) stärker in den Vordergrund gestellt und soweit wie möglich verbindliche Ziele (zum Walderhalt) vereinbart werden. Erfahrungen aus erfolgreichen Projekten und Pilotmaßnahmen können bei internationalen Verhandlungen genutzt werden.

„Walderhalt für Klimaschutz“ sollte als Ziel im zukünftigen Klimaschutzregime (ab 2013) verankert werden. Entwicklungsländern könnte so die Möglichkeit geben werden, Verantwortung zu übernehmen und einen substanziellen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

### **Hintergrund**

Wälder sind bedeutende Speicher von Kohlenstoff und können durch Walderhalt, verbesserte Waldbewirtschaftung und Neuaufforstung einen signifikanten Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen leisten. Da Wälder, und hier insbesondere Tropenwälder, einen beträchtlichen Anteil der Pflanzen- und Tierarten beherbergen, würde mit Walderhalt auch ein bedeutender Beitrag zum Naturschutz geleistet.

Die Gestaltung der Klimarahmenkonvention (KRK) und des Kyoto Protokolls wurden stark von den Industrieländern geprägt. CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen hier hauptsächlich durch die Nutzung fossiler Brennstoffe.

In den meisten EL sieht die Situation aber genau umgekehrt aus: in vielen Ländern sind die Emissionen, die durch die Waldzerstörung entstehen, weitaus größer als die Emissionen die durch die

Nutzung fossiler Brennstoffe entstehen. Dies trifft insbesondere auf Länder mit großen Tropenwaldflächen zu: In Brasilien entstehen ca. 69 % der Gesamt-Emissionen durch die Zerstörung der Wälder, in Indonesien sind es sogar 86 %.

Global gesehen entstehen ca. 20 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Zerstörung der Tropenwälder. Da Entwicklungsländer jedoch keine Emissionsreduktionsverpflichtungen haben, und Walderhalt in Entwicklungsländern im Rahmen der Kyoto Protokolls zumindest in der 1. Verpflichtungsperiode (d.h. bis 2012) nicht honoriert werden kann, hat dieser bedeutende Emissionsbereich noch nicht Eingang in die Minderungsstrategien im Rahmen des Kyoto-Protokolls gefunden.

### **Das Ausmaß der Entwaldung und die Ursachen der Waldzerstörung**

Laut FAO beträgt der jährliche Waldverlust weltweit ca. 13 Millionen Hektar. Da teilweise wieder Aufforstungen bzw. natürliche Waldentwicklung (Regeneration) stattfinden, wird der jährliche Nettowaldverlust auf 7,3 Millionen Hektar geschätzt. Allerdings finden diese gegenläufigen Entwicklungen oft nicht in den gleichen Regionen statt: Entwaldung vollzieht sich hauptsächlich in den waldreichen Ländern der Tropen und Subtropen (insbesondere Brasilien, Indonesien und Anrainerstaaten des afrikanischen Kongobeckens), großflächige Aufforstungen werden in waldarmen Ländern der Tropen und Subtropen (insbesondere China und Indien) oder in den gemäßigten Breiten durchgeführt.

Die Ursachen für Waldzerstörung in den Tropen sind vielfältig und komplex. Es spielen sowohl nationale als auch internationale Faktoren und Einflüsse eine Rolle. Dann gibt es regionale Unterschiede: während in Lateinamerika sogenannte landwirtschaftliche *cash crops* (kommerziell und in der Regel im großen Stil angebaute landwirtschaftliche Produkte wie Soja) eine wichtige Rolle spielen, ist in Afrika der Einfluss von shifting cultivation (zum Teil traditioneller Wanderfeld / Brandhackbau) nicht unbedeutend. Vereinfacht kann jedoch gesagt werden, dass konkurrierende Landnutzungen (wie zum Beispiel der Soja-Anbau, aber auch die Anlage von Ölpalmpflanzungen in Südostasien, oder Rinderzucht in der Amazonasregion) der wichtigste „Treiber“ für Umwandlung (Zerstörung) von Wald ist. Typisch ist dabei eine Kette von Aktionen, die aufeinander folgen: Oft beginnt es mit Straßenbau, also der Erschließung bisher unzugänglicher Waldgebiete. Dieser Straßenbau kann erfolgen, um urbane Zentren miteinander zu verbinden oder um Holzeinschlag zu betreiben. Dieser Holzeinschlag wird oft illegal betrieben. Als nächstes kommen landlose Bauern, die im Wanderfeldbau Wald roden und kurzfristig landwirtschaftlich nutzen. Diese werden dann abgelöst von kommerziellen Firmen, die kommerziell im großen Stil *cash crops* anbauen und oft international vermarkten. Der Sojaanbau in Brasilien ist in den letzten Jahren stark gestiegen und Schätzungen gehen davon aus, dass bis zum Jahr 2020 weitere 22 Millionen Hektar ursprünglicher Savannen und Wälder neuen Soja-Plantagen zum Opfer fallen werden. Dabei fließt die Wertschöpfung der Soja-Produktion mehrheitlich in die Taschen von Großgrundbesitzern, Banken, Handelshäusern und Transportunternehmen. Für die lokale Bevölkerung bleibt nur wenig übrig.

Dieser ganze Prozess wird von den verantwortlichen Regierungen teilweise aktiv gefördert oder zumindest, auch wenn illegale Aktivitäten damit verbunden sind, nicht unterbunden: mit Blick auf die Erhaltung von Tropenwäldern und Biodiversität kann man also von „schlechter“ Regierungsführung (*bad governance* statt *good governance*) sprechen.

### **Ökonomische und ökologische Bewertung der Waldzerstörung**

Welchen Wert stellen Tropenwälder dar? Vordergründig sind es lediglich die kommerziellen Produkte aus dem Wald, die auch in offiziellen Statistiken erfasst werden. Doch das repräsentiert nur einen sehr geringen Bruchteil des wahren Wertes der Wälder. Hinzukommen nicht-kommerzielle Güter, die vor allem für den Lebensunterhalt der in und am Wald lebenden Bevölkerung von großer Bedeutung sind. Nahezu unschätzbar ist der potentielle, zukünftige Wert der in den Wäldern beheimateten und oft noch nicht erforschten Pflanzen- und Tierarten. Diese können in Zukunft Stoffe liefern, die für medizinische und andere Zwecke eine enorm wichtige Bedeutung haben können.

Einen großen Wert stellen die vielfältigen Schutzfunktionen der Wälder dar, darunter auch der globale Klimaschutz.

### **Deutsche Entwicklungszusammenarbeit (EZ) im Waldsektor**

Die deutsche Entwicklungszusammenarbeit (EZ) im Waldsektor ist ausführlich im dem Fortschrittsbericht des BMZ zur deutschen bilateralen Entwicklungszusammenarbeit im Waldsektor dargestellt (BMZ Materialien Nr. 142; Oktober 2004). Demnach gab es im Berichtszeitraum etwa 200 Projekte die forstlich relevant sind, d.h. die auf unterschiedliche Weise zum Schutz und zur nachhaltiger Bewirtschaftung der Wälder beitragen. Das BMZ unterstützt solche Projekte mit einem jährlichen Budget von 125 Mio. EUR. Das Ziel der deutschen Entwicklungszusammenarbeit (EZ) im Waldsektor ist die Unterstützung bei Schutz und nachhaltiger Bewirtschaftung der Wälder. Damit soll ein Beitrag zur dauerhaften Erhaltung globaler ökologischer Ausgleichsfunktionen und ein konkreter Beitrag zur Armutsbekämpfung und nachhaltiger Entwicklung geleistet werden. Im BMZ Sektorkonzept Wald sind messbare soziale und ökologische Mindeststandards sowie thematische Schwerpunktsetzungen festgelegt. Klima-Aspekte (im Sinne von Emissionsminderung bzw. CO<sub>2</sub>-Bindung) stehen bisher nicht im Vordergrund.

### **Auswirkungen der derzeit gültigen Regelungen der Klimarahmenkonvention (KRK) und des Kyoto Protokolls (KP)**

Für Annex I Länder haben die Regelungen der KRK und des KP kaum Auswirkungen auf Forstwirtschaft u. Naturschutz. Für einzelne Länder haben die Regelungen Vergünstigungen bei der Aufstellung ihrer Kohlenstoffbilanz gebracht, was diesen Ländern erleichtert, ihre Emissionsziele zu erreichen. Das wurde während der Verhandlungen bewusst in Kauf genommen, um diese Länder zur Unterzeichnung der KRK bzw. des KP zu bewegen.

Nicht Annex I Länder (das sind im Wesentlichen Entwicklungsländer) haben die Möglichkeiten, im Rahmen des CDM<sup>1</sup> Aufforstungen durchzuführen und daraus handelbare Zertifikate zu erhalten. Die bisherige Erfahrung zeigt jedoch, dass diese Möglichkeit wegen einer Reihe verschiedener Auflagen, bisher kaum genutzt wird. An dieser für Entwicklungsländer unbefriedigenden Situation wird sich auch mittelfristig wohl wenig ändern. Im Vergleich zu regulären staatlichen Aufforstungsprogrammen nehmen die im Rahmen von CDM durchgeführten und in Zukunft zu erwartenden Aufforstungsprojekte einen verschwindend kleinen Raum ein.

Die Honorierung von Walderhalt und nachhaltiger Waldbewirtschaftung im Rahmen von KRK und KP ist für Entwicklungsländer wie oben erwähnt bisher ausgeschlossen.

### **Optionen für zukünftige internationale Klimaschutzvereinbarungen**

Die derzeitigen Regelungen von KRK und KP gelten allgemein als verbesserungswürdig. Derzeit werden eine Reihe von Optionen diskutiert, mit welchen internationalen Instrumenten das Thema "Wald in Entwicklungsländern für Klimaschutzzwecke" behandelt werden kann:

1. Separate Waldkonvention, eventuell aufbauend auf dem derzeitigen UN-Waldforum (UNFF)
2. Stärkere Berücksichtigung von Wald in der Biodiversitätskonvention (CBD)
3. Separates Waldprotokoll unter der KRK neben dem KP
4. Stärkere Berücksichtigung von Wald in Nicht Annex I Ländern in der KRK und / oder im KP
  - Einbeziehung von Zertifikaten aus CDM Aufforstungsprojekten in den EU Emissionshandel (EU hat in ihren bisherigen Regelungen solche Zertifikate vom Handel ausgeschlossen)
  - Beseitigung / Veränderung der Mengenbegrenzungen (bisher können nur begrenzte Mengen aus CDM Aufforstungsprojekten zertifiziert und gehandelt werden)

---

<sup>1</sup> CDM (Clean Development Mechanism) ist ein im Kyoto Protokoll definierter „flexibler Mechanismus“, der Entwicklungsländern ermöglicht, über Klimaprojekte handelbare Zertifikate zu generieren.

- Anerkennung und Einbeziehung von Emissionsminderungen durch verminderte Entwaldung in Entwicklungsländern

Die Chancen, eine separate Waldkonvention ins Leben zu rufen, sind nach dem Ergebnis der letzten Sitzung des UN-Waldforum (UNFF) sehr gering. Wald spielt bereits eine wichtige Rolle in der Biodiversitätskonvention (CBD). Es fehlt jedoch ein wirksames Instrument, um wirksame Anreize für Walderhalt zu bieten. Die Bereitschaft, in der KRK neben dem KP ein separates Waldprotokoll einzurichten, scheint derzeit ebenfalls gering.

Als wirksamste mögliche Option erscheint deshalb die letztgenannte Option der stärkeren Berücksichtigung von Wald in Nicht Annex I Ländern in der KRK und / oder im KP und hier wiederum die Anerkennung von Emissionsminderungen durch verminderte Entwaldung in Entwicklungsländern.

Zur 11. Klimakonferenz (COP 11) in Montreal haben Papua-Neuguinea und Costa Rica einen vielbeachteten Vorschlag zur Verminderung der Emissionen aus der Tropenwaldzerstörung eingebracht. Brasilien, das sich bisher zurückhaltend bei der Walddiskussion gezeigt hat, betonte seine Bereitschaft zur Mitarbeit<sup>2</sup>. Gegen Ende der Klimakonferenz betonte die brasilianische Umweltministerin in einer sehr engagierten Rede anlässlich der Veröffentlichung eines Buches zur Verhinderung der Entwaldung, dass Brasilien eine Reihe von Maßnahmen bereits aktiv ergriffen hat, um die Entwaldung des Amazonas zu reduzieren. Im Jahre 2004 – 2005 ging die Entwaldungsrate um ca. 25 % zurück (von ca. 2,5 Mio ha pro Jahr auf jetzt ca. 1,8 Mio ha). Sie forderte die Industriestaaten auf, Unterstützung zu leisten und dieses Thema in die Klimarahmenkonvention (KRK) zu integrieren.

Der Vorschlag beinhaltet, dass Emissionsminderungen aus Entwaldung nicht auf Projektbasis, sondern auf nationaler Basis gemessen und angerechnet werden. Damit werden negative Verlagerungseffekte (leakage) innerhalb eines Landes automatisch berücksichtigt. Je mehr Entwicklungsländer sich beteiligen, desto mehr werden auch internationale Verlagerungseffekte verhindert.

### **Anforderungen an ein neues Instrument**

An ein neues Instrument werden jedoch eine Reihe von Anforderungen gestellt:

- Die Umweltintegrität des neuen Instruments muss gewährleistet sein, d.h. es muss so ausgestaltet sein, dass es z.B. keine negativen Aufwirkungen auf andere Umweltziele (z.B. Schutz der biologischen Vielfalt) hat.
- Das Instrument muss politisch sowohl von Annex I als auch von Nicht Annex I Ländern akzeptiert sein.
- Der Ansatz sollte möglichst einfach und flexibel sein, ohne dabei Mindestanforderungen an die Qualität (z.B. Genauigkeit von Monitoring) zu unterschreiten.
- Mit dem Instrument sollten gleichzeitig Impulse für nachhaltige Waldbewirtschaftung gegeben werden.

Sollte die oben genannte Option, Emissionsminderungen durch verminderte Entwaldung in Entwicklungsländern anzuerkennen und in die in der KRK und / oder in das KP zu integrieren, weiter verfolgt werden, bestehen eine Reihe von Herausforderungen und offenen Fragen, die es zu lösen gilt:

- Sollen, wie von Papua New Guinea und anderen Ländern auf der elften Klimakonferenz Ende 2005 in Montreal vorgeschlagen, nationale Ziele gesetzt werden, also der gesamte Wald eines Landes in die Bilanz mit einbezogen werden, oder sind auch Lösungen auf

---

<sup>2</sup> Spätere Äußerungen von Vertretern Brasiliens bestätigen diese Bereitschaft nicht und lassen eher vermuten, dass Brasilien nur unter großem internationalen Druck bereit ist, einen „flexiblen internationalen Mechanismus“ zur Verminderung der Entwaldung zu akzeptieren, obwohl ein solcher Mechanismus vermutlich bedeutende finanzielle Erträge für Brasilien bringen könnte.

Projektebene erlaubt? Letzteres würde die Diskussion um negative Verlagerungseffekte (*leakage*)<sup>3</sup> erneut entfachen.

- Wie berücksichtigt man den Umstand, dass Wälder auch ohne Einfluss des Menschen keine stabilen Kohlenstoffspeicher darstellen, sondern zum Beispiel durch Naturkatastrophen oder Auswirkungen des Klimawandels in ihrem Bestand bedroht sind?
- Welche Art von Monitoring wird durchgeführt, sind Methoden der Fernerkundung (*remote sensing*) genau genug, in welchem Ausmaß sind teure und aufwändige Felderhebungen notwendig?
- Wie können „schleichende“ Landnutzungsänderungen oder die Degradierung von Wäldern, die oft größere Ausmaße annimmt als die absolute Entwaldung, zuverlässig und kostengünstig erfasst werden?
- Werden Primärwälder und Aufforstungen / Plantagen in die Bilanz mit aufgenommen?
- Wie kann gesichert werden, dass mit dem Instrument Umweltintegrität gewahrt wird?
- In welchem Rechtsrahmen (zum Beispiel in der Klimarahmenkonvention oder im Kyoto Protokoll) soll das Instrument verankert werden?
- Welche Anreize können für den Walderhalt gewährt werden und welche Anreizsysteme werden eingesetzt, um zum Beispiel wirksam gegen konkurrierende Landnutzungen bestehen zu können?
- Wie kann das neue Instrument in den Emissionshandel integriert werden und wie wird die Stabilität des Marktes / Emissionshandels gesichert?
- Kann das neue Instrument angesichts der oft schwierigen politischen Lage in manchen Entwicklungsländern (zum Beispiel Anrainerstaaten des Kongobeckens) wirksam umgesetzt werden, dass es auch langfristig Bestand hat?

### **Ausblick**

Trotz dieser offenen Fragen: die Zeit drängt, es ist sozusagen „fünf vor zwölf“, um gefährlichen Klimawandel noch zu verhindern, und die Dringlichkeit für frühzeitiges Handeln ist offenkundig. Dies sollte hoffentlich dazu beitragen, dass möglichst bald in pragmatischer Weise Lösungen gefunden werden.

Wirksamer Klimaschutz kann in Zukunft ohne Beteiligung der Entwicklungsländer (insbesondere China und Indien, sowie Tropenwaldländer) nicht erreicht werden. Die (bisher bescheidenen) Emissionsminderungsleistungen der Industrieländer reichen dafür bei gleichzeitig steigenden Emissionen der Entwicklungsländer nicht aus.

Waldreiche Entwicklungsländer haben erstmals (COP 11, Montreal) ihre Bereitschaft signalisiert, im Rahmen ihrer Möglichkeiten einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Tropenwaldschutz bietet hier einen Ansatzpunkt der stärkeren Einbindung von Entwicklungsländern in ein zukünftiges Klimaregime und die hervorragende Chancen, mit Walderhalt nicht nur einen Beitrag zum Klimaschutz, sondern auch zum Erhalt der Biodiversität zu leisten.

---

<sup>3</sup> negative Verlagerungseffekte bedeuten, dass zum Beispiel durch das Schützen eines Waldgebietes die Bevölkerung in ein anderes Gebiet ausweicht, und dort die Entwaldung durchführt

## Powerpointpräsentation

REINHARD WOLF - GTZ GMBH  
MIT BEITRÄGEN VON BERND WINKLER - BMELV

Folie 1  
Foto: WWF



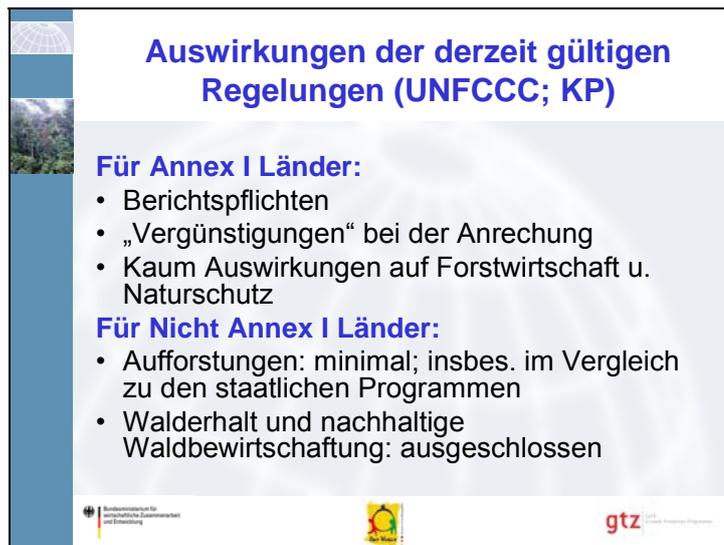
**Optionen für die Ausgestaltung der internationalen Klimaschutzvereinbarungen:**

**Auswirkungen auf Waldwirtschaft und Naturschutz in Entwicklungsländern**

Wald, Naturschutz und Klimawandel  
BfN Workshop Vilm, 5.-7.4.2006  
Reinhard Wolf, GTZ  
mit Beiträgen von Bernd Winkler, BMELV

Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Ernährung  **gtz** Global Technology Transfer Programme

Folie 2



**Auswirkungen der derzeit gültigen Regelungen (UNFCCC; KP)**

**Für Annex I Länder:**

- Berichtspflichten
- „Vergünstigungen“ bei der Anrechnung
- Kaum Auswirkungen auf Forstwirtschaft u. Naturschutz

**Für Nicht Annex I Länder:**

- Aufforstungen: minimal; insbes. im Vergleich zu den staatlichen Programmen
- Walderhalt und nachhaltige Waldbewirtschaftung: ausgeschlossen

Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Ernährung  **gtz** Global Technology Transfer Programme

Folie 3



**Optionen für zukünftige internationale Klimaschutzvereinbarungen**

- Separate Waldkonvention (UNFF)
- Stärkere Berücksichtigung von Wald in der Biodiversitätskonvention
- Separates Waldprotokoll im Rahmen von UNFCCC

Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Ernährung  **gtz** Global Technology Transfer Programme

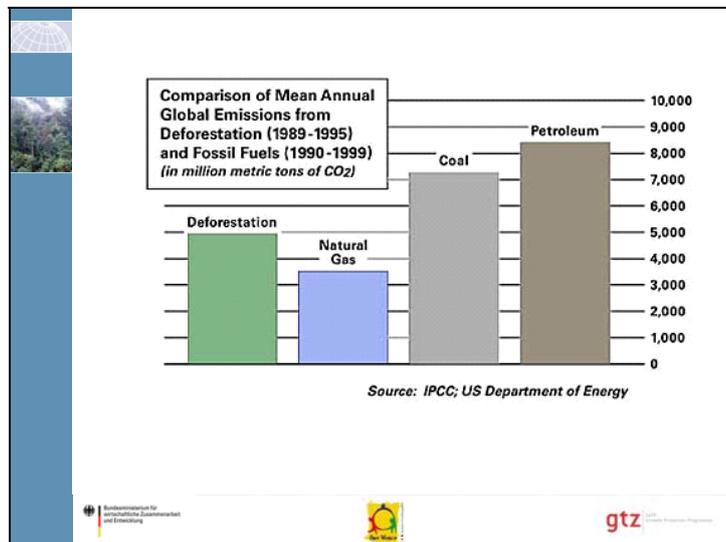
Folie 4

### Optionen für zukünftige internationale Klimaschutzvereinbarungen (2)

- Stärkere Berücksichtigung von Wald in **Nicht Annex I Ländern** im Rahmen von UNFCCC und / oder KP
  - Einbeziehung von „Senkenzertifikaten“ in den EU Emissionshandel
  - Beseitigung / Veränderung der Mengenbegrenzungen
  - Einbeziehung von „Emissionsminderungen durch reduzierte Entwaldung“ in Entwicklungsländern

Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Verbraucherschutz  

Folie 5



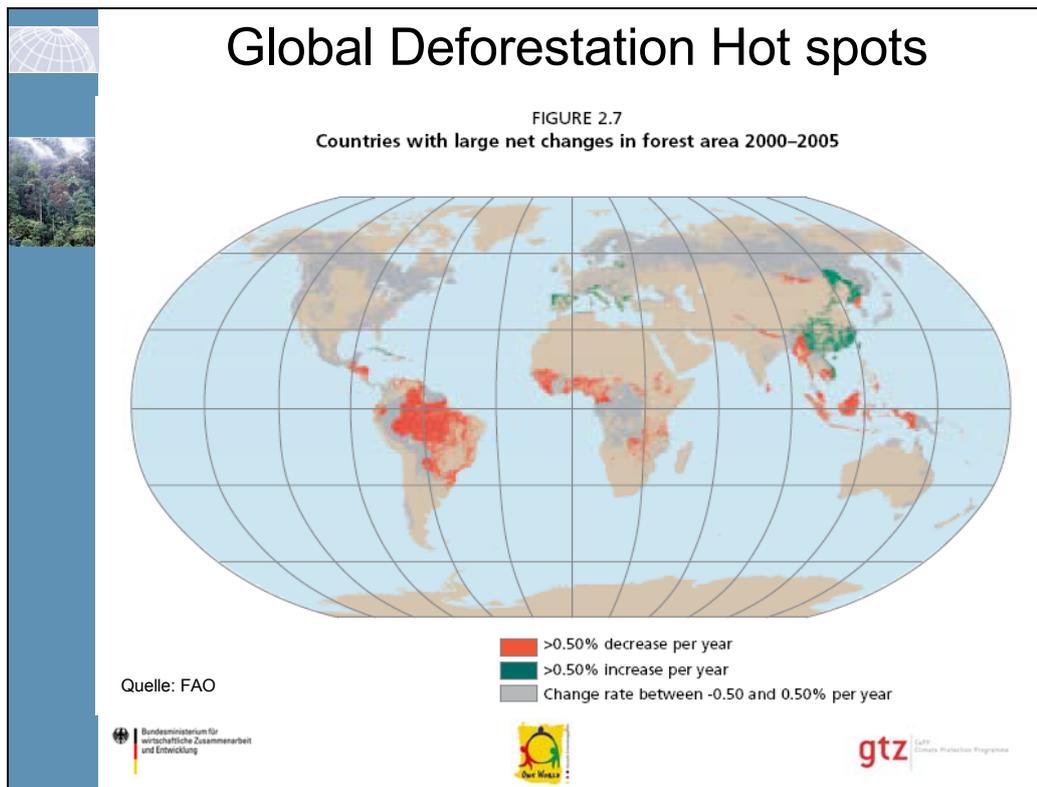
Folie 6

### Ausmaß der Entwaldung

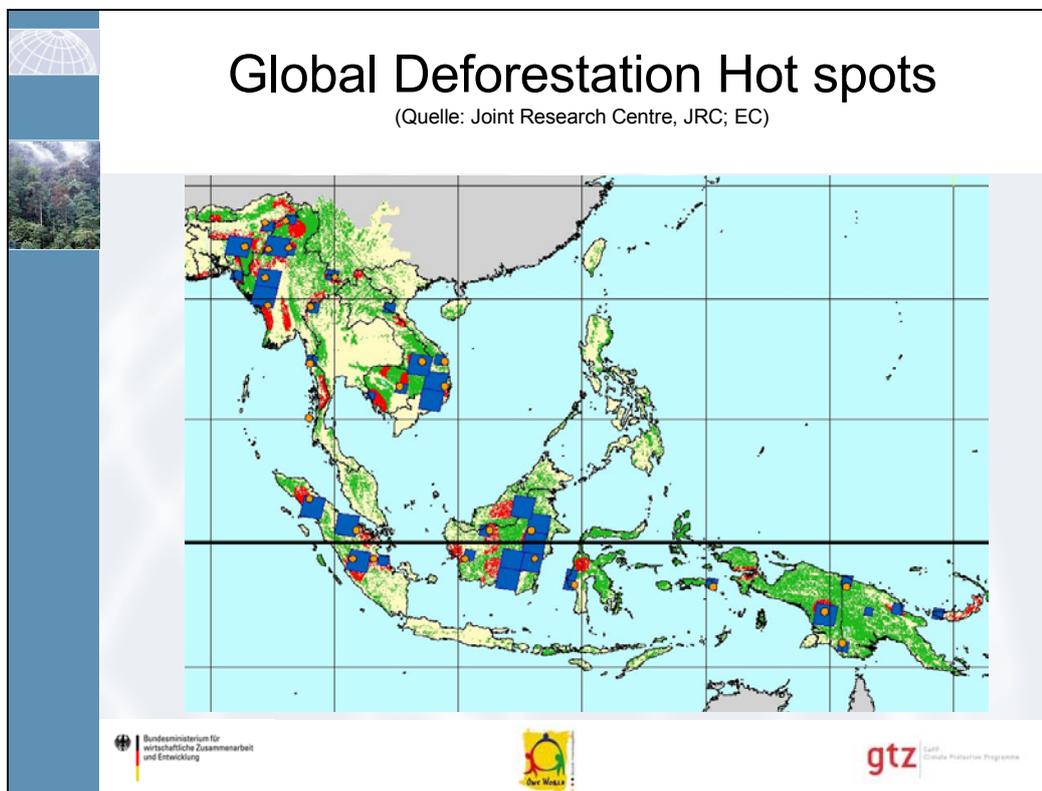
- 13 Millionen Hektar Waldverlust jährlich
- Nettoverlust 7,3 Millionen Hektar
- CO<sub>2</sub> in Wäldern:
  - 1000 Gt Waldvegetation weltweit
  - 500 Gt Boden, Totholz, etc.
  - 4 Gt Emission/Jahr

Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Verbraucherschutz  

Folie 7



Folie 8



Folie 9

### Länderbezogene Emissionen aus Entwaldung

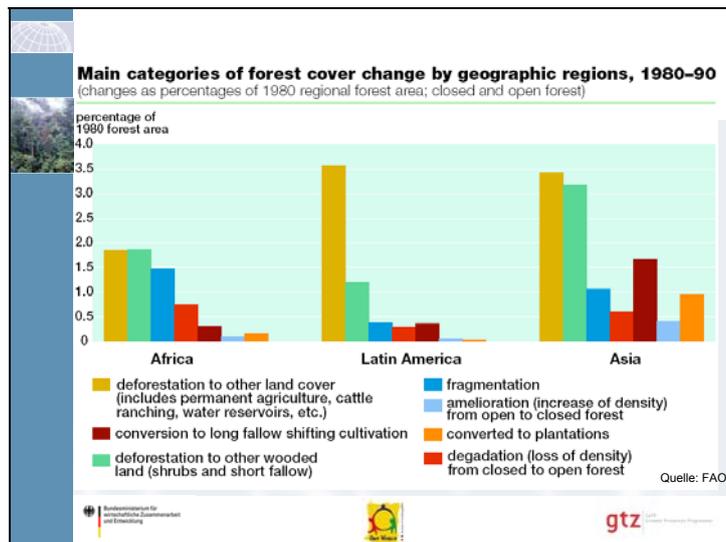
	jährliche Entwaldung	CO2-Emissionen aus Biomasse
	1000 ha	Mio. t CO2
Brasilien	3.103	-1.486,21
Indonesien	1.871	-583,13
Nigeria	410	-172,88
Dem. Republik Kongo	319	-164,48
Venezuela	288	-153,78
Sambia	445	-106,06
Myanmar	466	-60,87
Tansania	412	-47,21
Zimbabwe	313	-40,17
Sudan	589	-16,20

gtz

Folie 10

- ### Ursachen von Waldzerstörung
- Nationale und internationale Faktoren / Einflüsse
  - Regionale Unterschiede
  - Konkurrierende Landnutzung
  - „schlechte“ Regierungsführung, illegaler Holzeinschlag
- gtz

Folie 11  
Quelle:  
FAO



Folie 12

### Ökonomische und ökologische Bewertung der Waldzerstörung

- Kommerzielle Produkte aus dem Wald
- Nicht-kommerzielle Güter
- **Biodiversität**
- Schutzfunktionen (u.a.: **globaler Klimaschutz**)
- Erholungsfunktion; Ästhetik, Kultur
- Fazit: nur ein ganz geringer Teil des Wertes des Waldes wird in der marktwirtschaftlichen Bewertung berücksichtigt

Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Verbraucherschutz  **gtz** Global Technical Assistance

Folie 13

### Konkurrierende Landnutzung: Beispiel Sojaproduktion

Sojaproduktion in Mio. Tonnen

Jahr	Brasilien (Mio. Tonnen)	Argentinien (Mio. Tonnen)
1978	10	0
1980	12	0
1982	10	0
1984	15	2
1986	12	3
1988	18	5
1990	15	8
1992	20	10
1994	25	10
1996	22	10
1998	30	15
2000	40	25
2002	55	35

Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Verbraucherschutz  **gtz** Global Technical Assistance

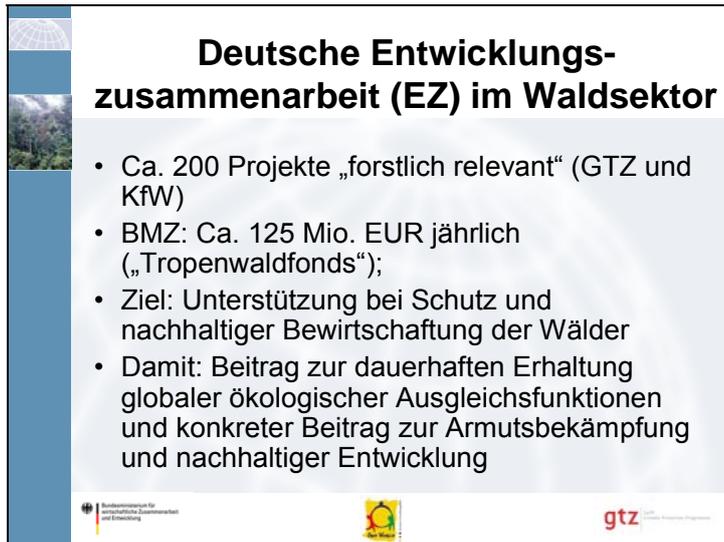
Folie 14

### Beispiel Sojaproduktion Brasilien: soziale und ökologische Folgen

- 2004/05 etwa 60 Mio. ha Sojabohnen
- Vernichtung der Regenwälder mittels Brandrodung
- Schätzung: bis zum Jahr 2020 werden weitere 22 Millionen Hektar ursprünglicher Savannen und Wälder neuen Soja-Plantagen zum Opfer fallen. Dies entspricht der Größe Großbritanniens
- Wertschöpfung der Soja-Produktion fließt mehrheitlich in die Taschen von Großgrundbesitzern, Banken, Handelshäusern und Transportunternehmen. Für die lokale Bevölkerung bleibt nur wenig übrig

Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Verbraucherschutz  **gtz** Global Technical Assistance

Folie 15



### Deutsche Entwicklungszusammenarbeit (EZ) im Waldsektor

- Ca. 200 Projekte „forstlich relevant“ (GTZ und KfW)
- BMZ: Ca. 125 Mio. EUR jährlich („Tropenwaldfonds“);
- Ziel: Unterstützung bei Schutz und nachhaltiger Bewirtschaftung der Wälder
- Damit: Beitrag zur dauerhaften Erhaltung globaler ökologischer Ausgleichsfunktionen und konkreter Beitrag zur Armutsbekämpfung und nachhaltiger Entwicklung





Folie 16



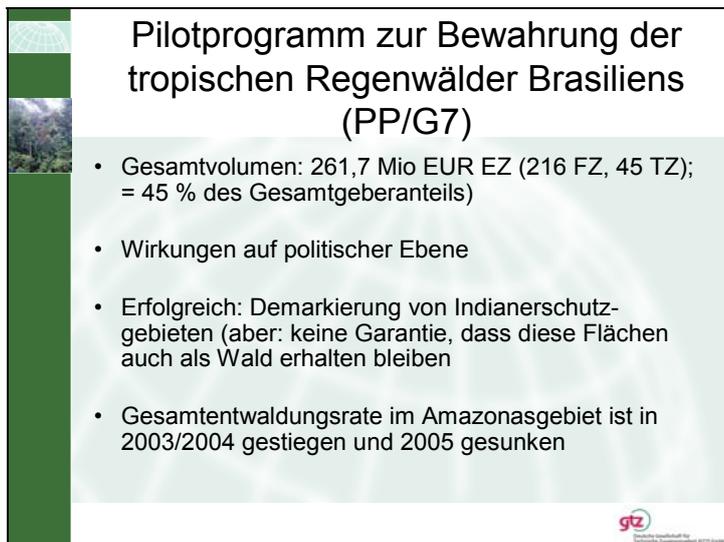
### Deutsche Entwicklungszusammenarbeit (EZ) im Waldsektor

- BMZ Sektorkonzept Wald: Messbare soziale und ökologische Mindeststandards; Thematische Schwerpunktsetzung
- Klima-Aspekte (im Sinne von Emissionsminderung bzw. CO<sub>2</sub>-Bindung) stehen bisher **nicht** im Vordergrund





Folie 17



### Pilotprogramm zur Bewahrung der tropischen Regenwälder Brasiliens (PP/G7)

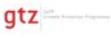
- Gesamtvolumen: 261,7 Mio EUR EZ (216 FZ, 45 TZ); = 45 % des Gesamtgeberanteils)
- Wirkungen auf politischer Ebene
- Erfolgreich: Demarkierung von Indianerschutzgebieten (aber: keine Garantie, dass diese Flächen auch als Wald erhalten bleiben)
- Gesamtentwaldungsrate im Amazonasgebiet ist in 2003/2004 gestiegen und 2005 gesunken



Folie 18

### Anforderungen an ein neues Instrument

- Die **Umweltintegrität** des neuen Instruments muss gewährleistet sein
- Politisch und methodisch **umsetzbar**.
- **Einfacher und flexibler** Ansatz
- Impulse für **nachhaltige Waldbewirtschaftung**
- ...

Bundesministerium für Internationale Zusammenarbeit und Entwicklung  

Folie 19

### Herausforderungen

- Nationale Ziele – Projektziele
- Verlagerungseffekte (Leakage)
- Permanenz (Naturkatastrophen, Auswirkungen des Klimawandels)
- Landnutzungsänderung – Degradierung
- Primärwald – Plantagen
- Wahrung der Umweltintegrität, Erhalt der Biodiversität
- Monitoring (Methoden, Genauigkeitsanspruch)
- Rechtsrahmen
- Anreize – konkurrierende Landnutzungen
- Integration in den Emissionshandel; Stabilität des Marktes
- Die Rolle von D + EU bei int. Verhandlungen
- Umsetzbarkeit – politische Lage in Entwicklungsländern

Bundesministerium für Internationale Zusammenarbeit und Entwicklung  

Folie 20

### Auswirkungen auf Forstwirtschaft und Naturschutz im Wald .... durch Honorierung von Walderhalt

- Wälder beherbergen 70 % der terrestrischen Pflanzen- und Tierarten
- Walderhalt / Nachhaltige Waldwirtschaft in Entwicklungsländern kann sich gegenüber konkurrierenden Landnutzungen nicht behaupten:
  - Diese Situation könnte durch Anreize aus einem Klimaschutzregime verbessert werden
  - Dadurch könnte ein bedeutender Beitrag zu nachhaltiger Waldwirtschaft und zum Schutz der Biodiversität geleistet werden
- Und Entwicklungsländer könnten stärker in ein Klimaschutzregime eingebunden werden

Bundesministerium für Internationale Zusammenarbeit und Entwicklung  

Folie 21

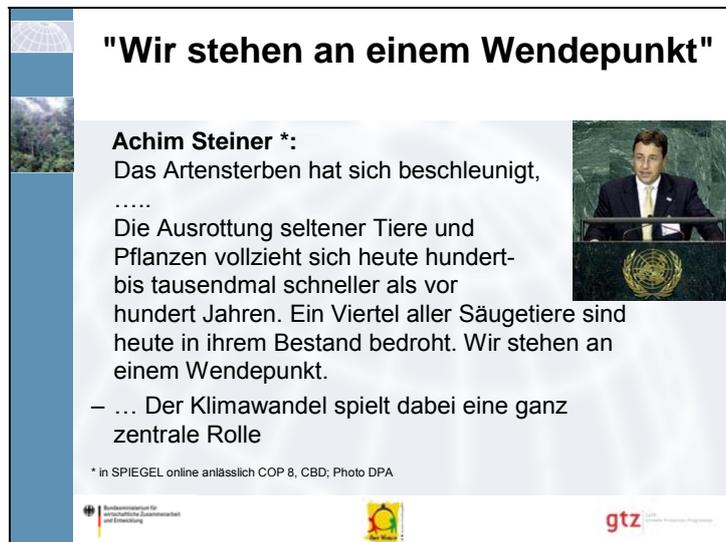


### Die Zeit drängt: mögliche Optionen für frühzeitiges Handeln

- So früh wie möglich ein verbindlicher Beschluss, Emissionsreduktionen aus Entwaldung in Rahmen eines zukünftigen Klimaregimes anzuerkennen
- Handlungsoptionen BMZ:
  - Klimaaspekte bei EZ Maßnahmen im Waldsektor stärker in den Vordergrund
  - Pilotvorhaben zur „Simulation“ aller Arbeitsschritte, die zur Anerkennung von Emissionsreduktionen aus Entwaldung in nötig sind

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Energie  **gtz** German Forest Research Institute

Folie 22



### "Wir stehen an einem Wendepunkt"

**Achim Steiner \*:**  
Das Artensterben hat sich beschleunigt,  
.....  
Die Ausrottung seltener Tiere und Pflanzen vollzieht sich heute hundert- bis tausendmal schneller als vor hundert Jahren. Ein Viertel aller Säugetiere sind heute in ihrem Bestand bedroht. Wir stehen an einem Wendepunkt.

– ... Der Klimawandel spielt dabei eine ganz zentrale Rolle

\* in SPIEGEL online anlässlich COP 8, CBD; Photo DPA

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Energie  **gtz** German Forest Research Institute

Quellenangaben und Literaturhinweise beim Autor.

## Klimawandel und Senkenproblematik: Anknüpfungspunkte aus der Sicht der CBD

DR. HORST KORN - BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, INSEL VILM

### Folie 1

**Klimawandel und Senkenproblematik:  
Anknüpfungspunkte aus Sicht der CBD**

Dr. Horst Korn  
Cordula Epple

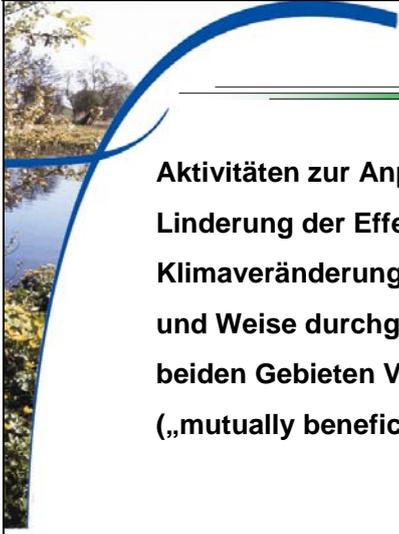
Insel Vilm, 06.04.2006



Das BfN berät  
Das BfN fördert  
Das BfN setzt um  
Das BfN informiert

**BfN** | 100 Jahre  
Bundesamt  
für Naturschutz | **Naturschutz  
als Staatsaufgabe**  
Zukunft mit Natur

### Folie 2



**Aktivitäten zur Anpassung und zur  
Linderung der Effekte der  
Klimaveränderung können auf eine Art  
und Weise durchgeführt werden, die  
beiden Gebieten Vorteile bringt  
(„mutually beneficial“).**



Folie 3



**Projizierte Aussterberate**

10 – 15 % aller Arten werden innerhalb der nächsten 30 Jahre in Deutschland aussterben.

Diese Angabe ist unabhängig von Klimaveränderungen.

**Klimaveränderungen werden die Aussterberate erhöhen!**



Folie 4



Die Aussterbewahrscheinlichkeit wird für diejenigen Arten steigen, die:

1. Schon geringe Populationsdichten und kleine Populationsgrößen haben
2. Ein kleines Verbreitungsgebiet aufweisen
3. Aus isolierten Kleinpopulationen bestehen
4. Eine eingeschränkte Klimatoleranz aufweisen
5. Nicht ausweichen können, da sie z.B als terrestrische Arten an Küsten oder auf Bergspitzen vorkommen



Folie 5

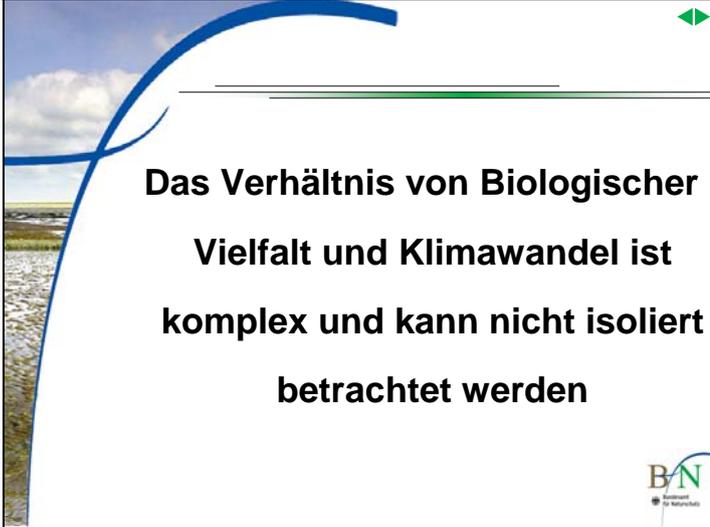


Klimaveränderungen verursachen zusätzlichen Stress für viele Arten und haben die Biodiversität schon beeinflusst

- Früherer Beginn der Reproduktionszeiten
- Veränderung von Zugzeiten
- Länge der Vegetationsperiode
- Arealveränderungen von Arten
- Populationsgrößenveränderungen
- Ausbreitung invasiver exotischer Arten
- Frequenz der Ausbrüche von „Plagen“
- „Korallenbleiche“



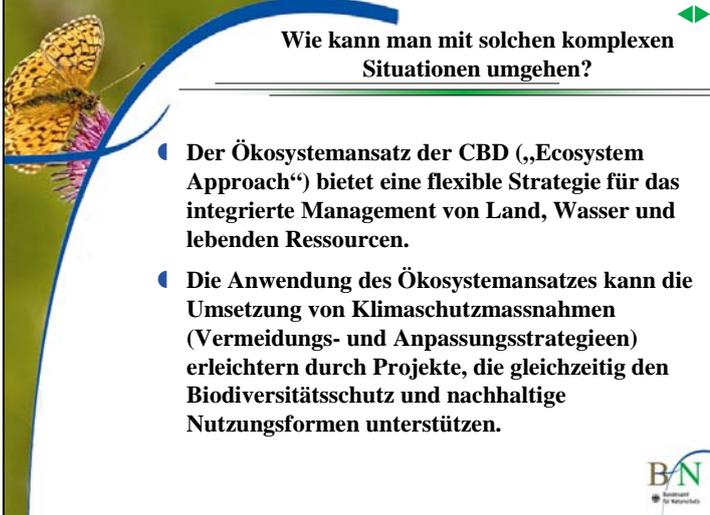
Folie 6



**Das Verhältnis von Biologischer Vielfalt und Klimawandel ist komplex und kann nicht isoliert betrachtet werden**



Folie 7



**Wie kann man mit solchen komplexen Situationen umgehen?**

- Der Ökosystemansatz der CBD („Ecosystem Approach“) bietet eine flexible Strategie für das integrierte Management von Land, Wasser und lebenden Ressourcen.
- Die Anwendung des Ökosystemansatzes kann die Umsetzung von Klimaschutzmassnahmen (Vermeidungs- und Anpassungsstrategien) erleichtern durch Projekte, die gleichzeitig den Biodiversitätsschutz und nachhaltige Nutzungsformen unterstützen.



Folie 8



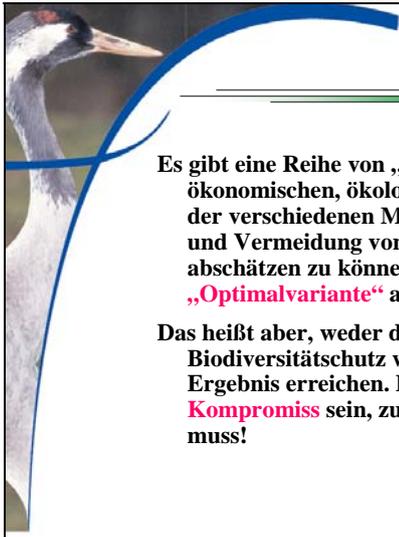
**Es gibt Anpassungsmöglichkeiten an den Klimawandel**

Durch die Einrichtung eines Mosaiks von miteinander verbundenen **Mehrnutzungs-Reservaten** („Multiple Use Reserves“) und **Schutzgebieten**, die so designed sind, dass sie Klimaveränderungen berücksichtigen.

Durch **integriertes Management** von Aktivitäten, die den nicht klimatisch bedingten Stress auf die Ökosysteme (und Arten) reduzieren und damit die Systeme weniger anfällig gegen Klimaveränderungen machen



Folie 9



Es gibt eine Reihe von „Methoden“, um die ökonomischen, ökologischen und sozialen Folgen der verschiedenen Maßnahmen zur Anpassung und Vermeidung von Klimaschutzmassnahmen abschätzen zu können, mit dem Ziel eine „**Optimalvariante**“ auszuwählen.

Das heißt aber, weder der Klimaschutz noch der Biodiversitätsschutz werden ein maximales Ergebnis erreichen. Das Ergebnis wird ein **Kompromiss** sein, zu dem man aber bereit sein muss!



Folie 10

**Aufforstung und Wiederaufforstung**

**Aktivitäten zur Aufforstung und Wiederaufforstung können positive, negative oder neutrale Effekte auf die Biodiversität haben, je nachdem was vorher auf der Fläche war und welches „Design“ gewählt wird.**



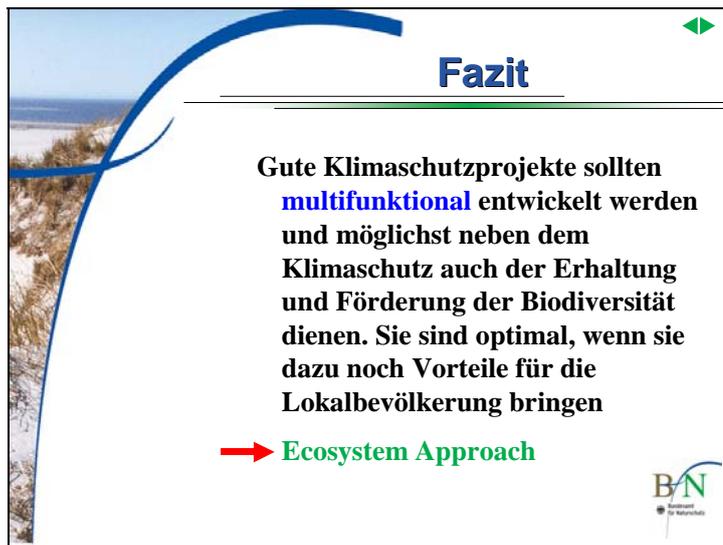
Folie 11

Die positivsten Biodiversitäts-Effekte werden erreicht durch:

- Nutzung von degradiertem Land
- Natürliche Regeneration mit nativen Arten
- Etablierung gemischter Altersklassen
- Aufflichtung bestehender Vegetation vermeiden
- Keine Verwendung von Chemikalien
- Rotationszyklus verlängern
- An natürliche Verhältnisse angepasste Baumdichte
- Korridore schaffen



Folie 12



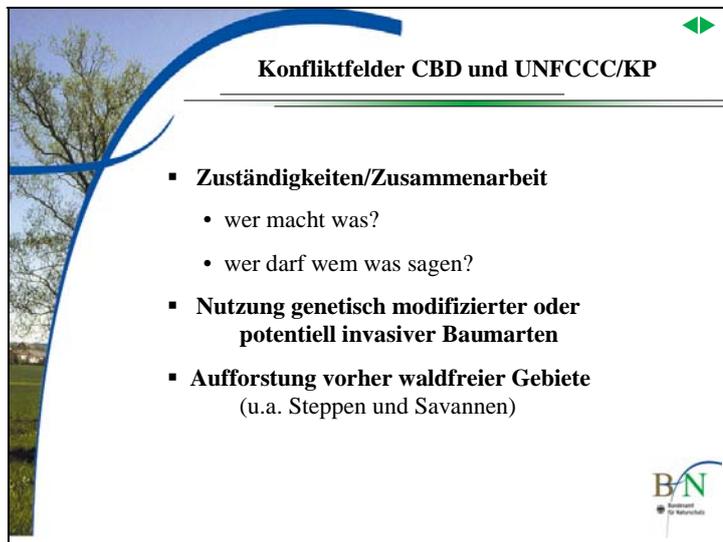
**Fazit**

Gute Klimaschutzprojekte sollten **multifunktional** entwickelt werden und möglichst neben dem Klimaschutz auch der Erhaltung und Förderung der Biodiversität dienen. Sie sind optimal, wenn sie dazu noch Vorteile für die Lokalbevölkerung bringen

→ **Ecosystem Approach**



Folie 13

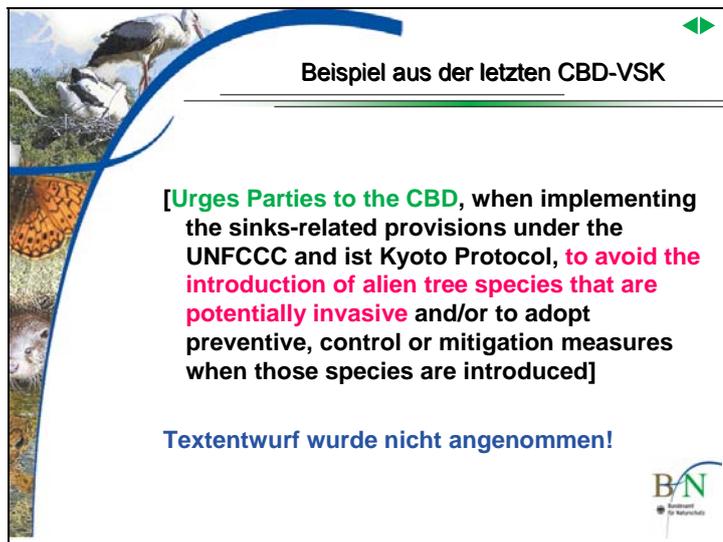


**Konfliktfelder CBD und UNFCCC/KP**

- **Zuständigkeiten/Zusammenarbeit**
  - wer macht was?
  - wer darf wem was sagen?
- **Nutzung genetisch modifizierter oder potentiell invasiver Baumarten**
- **Aufforstung vorher waldfreier Gebiete** (u.a. Steppen und Savannen)



Folie 14



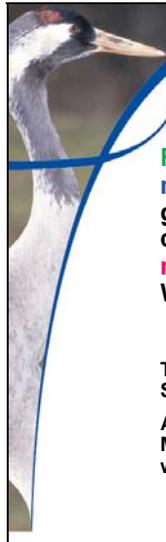
**Beispiel aus der letzten CBD-VSK**

[**Urges Parties to the CBD**, when implementing the sinks-related provisions under the UNFCCC and ist Kyoto Protocol, **to avoid the introduction of alien tree species that are potentially invasive** and/or to adopt preventive, control or mitigation measures when those species are introduced]

**Textentwurf wurde nicht angenommen!**



Folie 15



Beispiel aus der letzten CBD-VSK

Requests the SBSTTA, while respecting the mandate of UNFCCC, to develop draft guidance on how to integrate relevant climate change impact and response [adaptation and mitigation] activities into the Programmes of Work of the CBD.

Text mit Modifikationen und unter großen Schwierigkeiten angenommen.

Argument der „Gegenseite“: CBD hat kein Mandat Klimafragen zu behandeln, selbst nicht wenn Biodiversität betroffen ist!



Folie 16



Beispiel aus der letzten CBD-VSK

Benennen möglicher Probleme bei der Nutzung genetisch modifizierter Bäume als Senken.

Keine Chance, da einzelne Staaten große wirtschaftliche Interessen daran haben diese einzusetzen!



Folie 17



Beispiel aus der letzten CBD-VSK

Requests the Executive Secretary to communicate this recommendation [and the Report of the AHTEG to the UNFCCC] to facilitate its being taken into account, as appropriate, by Parties to the UNFCCC in framing and implementing the decisions under the Convention, [including with respect to the implementation of decision 19/CP.9\*]

Beschluß wurde in „entschärfter“ Form angenommen. Da er inhaltlich nicht mehr relevant ist (nur noch über Invasive Arten in der Aquakultur, Ballastwasser, Militäraktivitäten, Forschung etc.) unproblematisch bzw. eigentlich völlig unsinnig!

\* Dec. 19/CP.9: Modalities and procedures for afforestation and reforestation projects under the CDM



**Folie 18**



Quellenangaben und Literaturempfehlungen beim Autor.

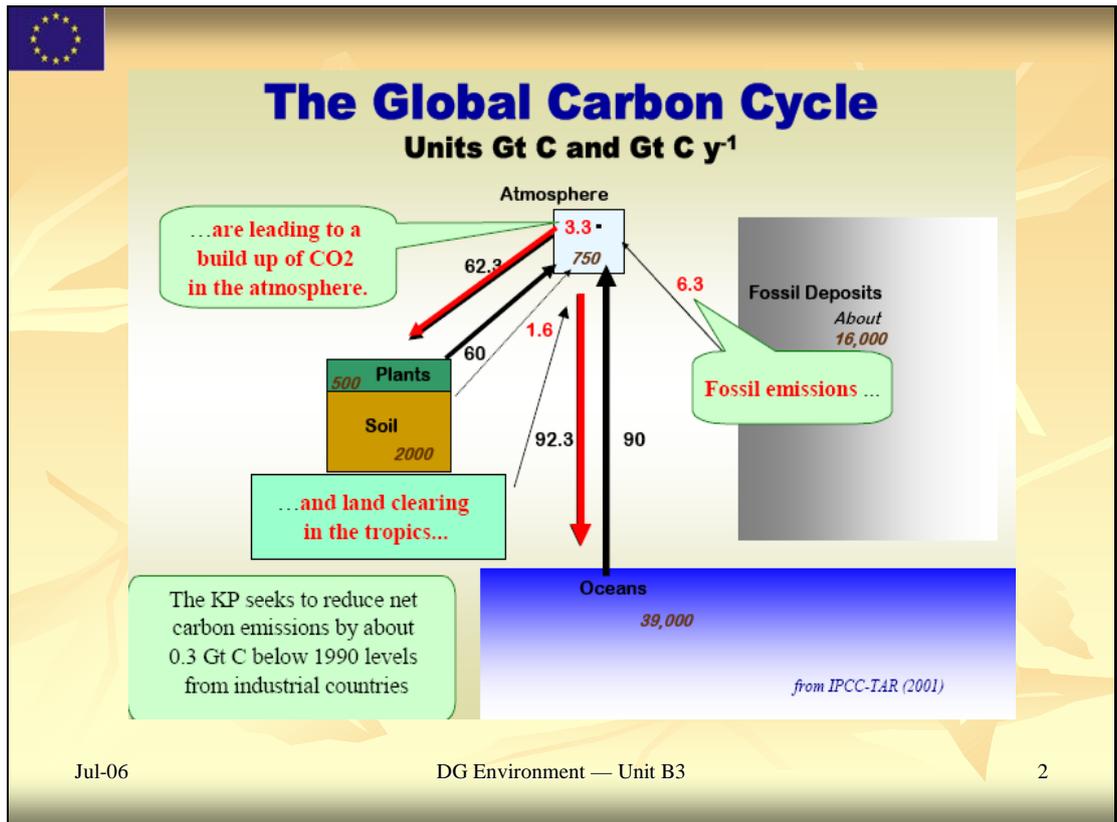
**EU Forests and Climate Change  
Powerpointpräsentation**

**JOOST VAN DE VELDEN - EUROPÄISCHE KOMMISSION**

**Folie 1**



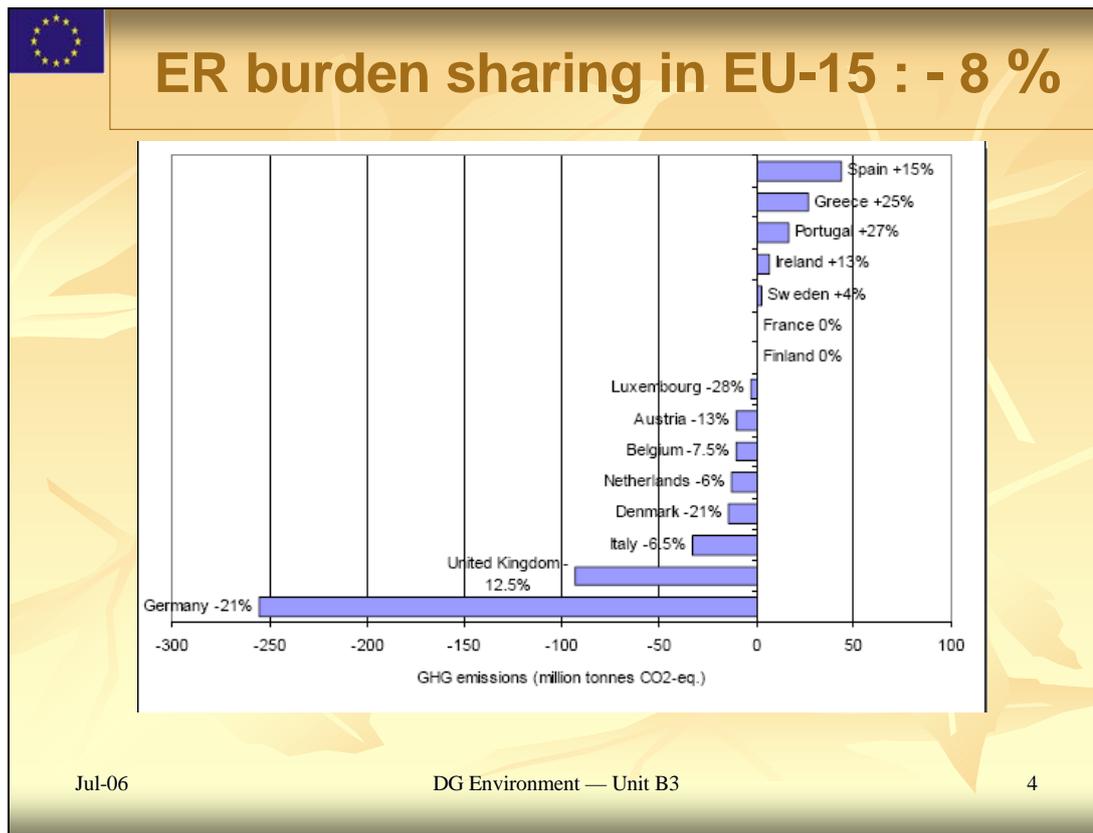
Folie 2



Folie 3

- ## The basic elements
- **CO<sub>2</sub> in atmosphere** : 280 to 370 ppm from 1750 until now due to fossil fuel emissions ( coal / oil / gas / lignite / oil shale ...) and land use changes ( deforestation / drainage / enteric fermentation)
  - **UN Framework Convention on Climate Change (1992)**
    - Article 2 ("prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system")
    - function of terrestrial carbon "sinks" recognised
    - EC is a full Party, so not only MS business
  - **Kyoto Protocol (1997)**
    - quantified emission reduction commitments for annex I parties
    - EU15 : **92% of 1990 emissions** / EU10(-2) : separate objectives
    - Function of forest sinks recognised in article 3
  - "A sink is a process that removes a GHG from the atmosphere"(IPCC)
- Jul-06 DG Environment — Unit B3 3

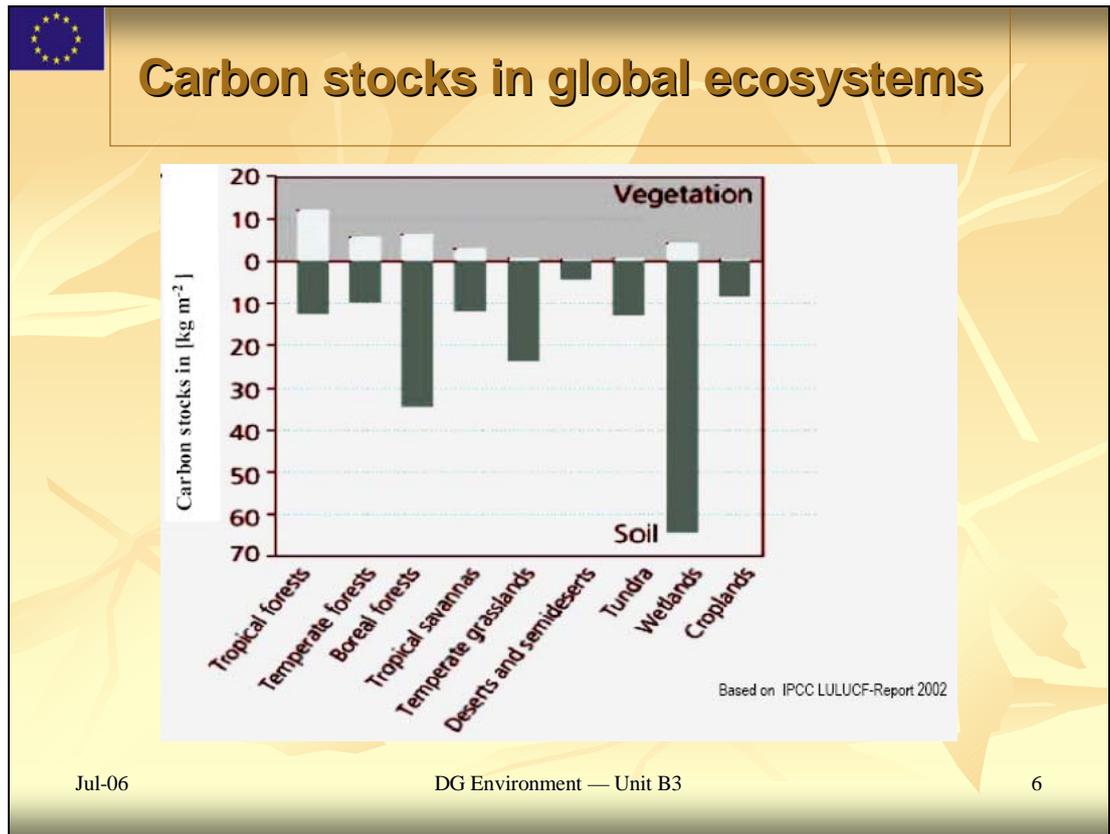
Folie 4



Folie 5

- 
- The role of forests**
- Huge carbon stock, constantly changing
    - can be a **source** (harvest, deforestation, heat waves)
    - or a **sink** (in some yrs almost compensates for fossil emissions, depending on weather )
  - Large production potential for energy/material
    - but actual EU harvest only 60 % of increment
    - and wood is losing importance as a material
  - Globally an important factor
    - 25 % of emissions from tropical deforestation
    - continuous loss of terrestrial bio-diversity
- Jul-06 DG Environment — Unit B3 5

## Folie 6



Jul-06

DG Environment — Unit B3

6

## Folie 7

**The basic questions . . .**

- Climate change mitigation by sinks : a temporary fix
  - permanence of C-sequestration by ecosystems is doubtful , no LT perspective, no substitute for ER
- Reducing emissions : the only real solution . . .
  - EU objective :limit t° rise to 2 ° C (“550 ppm scenario”)
  - different GHG scenarios proposed (more reduction)
  - ambitious RES policies to meet targets > bio-mass E
- Adaptation to climate change : inevitable
  - rising temp. > instability of soil C (tundra / taiga / peat)
  - rising sea levels > human settlements in peril (NL)
  - migration of species > changes habitats, e.g. insects
  - more storm damage > planted forest very vulnerable

Jul-06

DG Environment — Unit B3

7

Folie 8

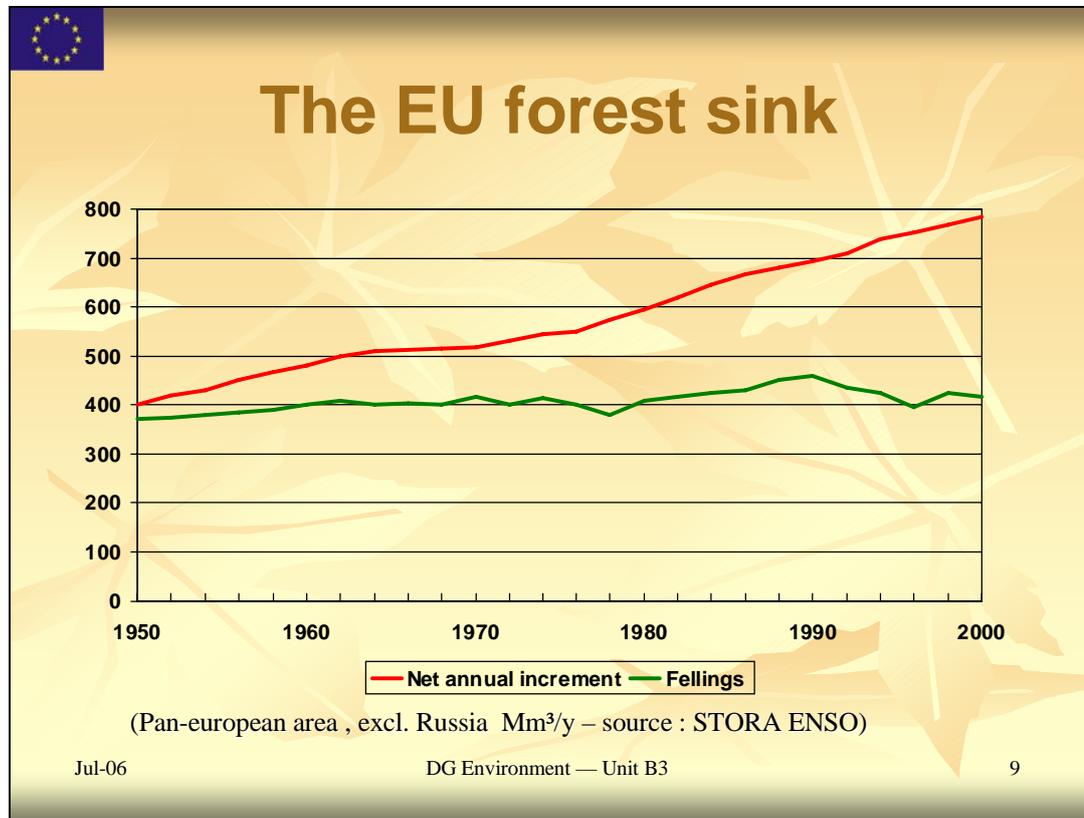


## Mitigation by sinks

- Mitigation in the Kyoto Protocol , 1997
  - 3.3 : mandatory reporting on ARD for A1 parties
  - 3.4 : optional credits for forest management
  - 3.9 : “joint implementation” projects (A1 / A1)
  - 3.12 : CDM projects A 1 / non-A1
- Working Arrangements in Marrakesh, 2001
  - forest management eligibility conditions
  - forest definitions / identification of land areas
  - rules for inventory, reporting, review
- CDM rules for projects and crediting, Milan 2003
- EU sink is estimated to cover 10 % of ER

Jul-06
DG Environment — Unit B3
8

Folie 9



## Folie 10



## Difficulties with sinks

- Insufficient science (and data) at the right scale ( both in time and spatially )
- Natural & human-induced changes hard to separate
- Reversibility, saturation, etc.
- Strong interlinkages development and conservation issues
- Sensitivity to climate change (forests are themselves vulnerable > non permanence)

Jul-06 DG Environment — Unit B3 10

## Folie 11



## Future of the sinks regime

- First commitment period ends in 2012
- Forest-related rules are for CP 1 only
- Discussion for CP2 started at COP 12 (2008)
- Informal discussions on sinks already started, many proposals (e.g. HWP / avoided deforestation)
- **Where do we want to go after 2012 ?**
  - **A global LULUCF regime under the KP**
  - **A separate LULUCF protocol with its own rules accounting and credits**

Jul-06 DG Environment — Unit B3 11

Folie 12



## Emission reduction options

- Effective reduction of emissions :
  - Industry / transport / households using less fossil fuel
- Substitution of fossil fuel by renewable energy
  - Hydro, wind , PV , Biofuels from crops ...
  - 1 t forest biomass = - 0.53 t CO<sup>2</sup> from heating oil  
= - 0.36 t CO<sup>2</sup> from nat. gas

**EU ENERGY POLICY : RES targets for 2010**

- '97 White paper target : 12 % RES
- Directives on RES-E (22 %) and RES-T (5.75 %)
- Biomass-E x 3 (RES-H) , while BaU only allows x 2
- EU Biomass Action Plan adopted in Dec. 2005

Jul-06 DG Environment — Unit B3 12

Folie 13



## Potential for forest based energy (1)

- Classic afforestation spontaneous recolonisation ( appr. 500 000 ha/yr., but no results by 2010 )
- Fast growing plantations on agricultural land ( + 20 Mm<sup>3</sup>/y by 2010 , much more in medium term)
- Dedicated E-crops as a farm activity (very effective in the short term but few examples > 15-20 m<sup>3</sup>/ha/y)
- Adapting management in existing forests to raise output :
  - 75 % util. rate >100 Mm<sup>3</sup>/y extra output)
  - removing more logging residues
  - facilitating pre-commercial thinnings

Jul-06 DG Environment — Unit B3 13

## Folie 14



## Options for forest based energy (2)

- Changes in use of small roundwood (possible competition for resource > higher prices / effects on global market positions )
- Land use changes : (LT option for > 20 M ha in EU 15)
  - restoring degraded forest (+ 100 Mm<sup>3</sup>/y)
  - making OWL productive ( + 8 Mm<sup>3</sup>/y)
- Implement Production Forestry Policy : + 90 Mm<sup>3</sup>/y LT
  - 25 % nature conservation
  - 50 % multifunctional
  - 25 % production only

Jul-06 DG Environment — Unit B3 14

## Folie 15

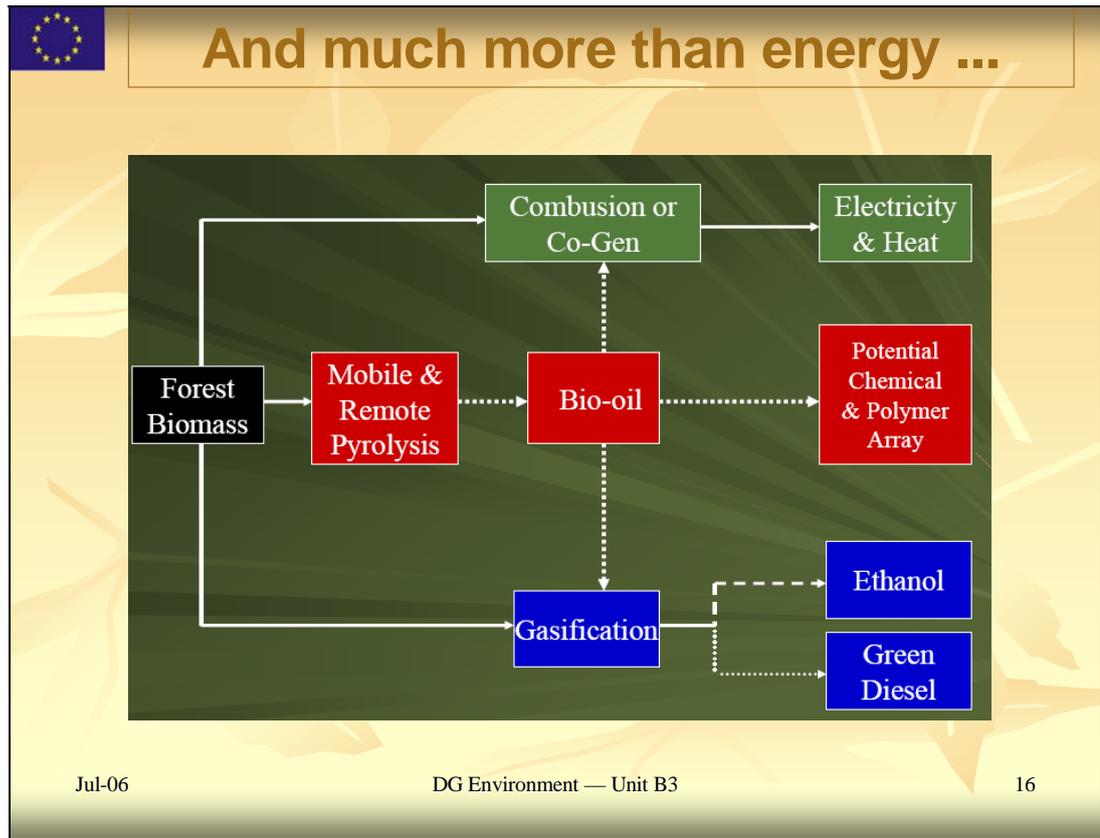


## Conclusions on wood energy

- There is a physical potential for producing appr. 200 Mm<sup>3</sup>/y of additional biomass from EU forests in the LT (but 2010 obj. will not be reached)
- Realizing this will require a firm policy shift towards productive forest use , only possible with targeted incentives to raise output
- Major opinion campaign will be needed to gain acceptance of u-turn in policy by public at large
- Forest sector energy can bring new dynamics to the forest sector, with a correct environmental and social framework assured

Jul-06 DG Environment — Unit B3 15

Folie 16



Folie 17

**EU Forest Action Plan 2006**

“Ensure the role of forests in CC strategies and reaching KP objectives”

- Promotion of wood based energy directly from forests
- Ad hoc working group in SFC to link forest sector with upcoming Kyoto discussions
- Expanded monitoring of climate relevant parameters under EU Forest Monitoring System
- Studies/research on adaptation of forests and forestry to CC

Jul-06 DG Environment — Unit B3 17

Thank you for your attention

Quellenangaben und Literaturhinweise beim Autor.

## Klimawandel und Klimaschutz: Chancen, Gefahren und Handlungsoptionen für den Naturschutz im Wald

PROF. DR. PIERRE L. IBISCH - FH EBERSWALDE

**Zusammenfassung:** Der anthropogene globale Umweltwandel verändert in kürzester Zeit die meisten biologischen Systeme der Erde. Allein der für die nächste Zukunft projizierte Klimawandel und seine Folgen bedeuten für langfristig arbeitende Disziplinen wie Naturschutz und Forstwirtschaft, dass ihre Leitbilder nicht mehr von statischen Zuständen abgeleitet werden können. Wälder sind nicht nur Opfer des schnellen anthropogenen Klimawandels, ebenso ist ihre Vernichtung wichtige Ursache des Klimawandelproblems. Verschiedene Rückkopplungseffekte drohen, die Schwächung und Vernichtung von Wäldern und damit auch den Klimawandel zu beschleunigen. Paradigmen des Waldnaturschutzes wie etwa die Orientierung an einer potentiellen natürlichen Vegetation verlieren ihre Berechtigung. Der globale Umweltwandel bedeutet die gemeinsame Herausforderung für Naturschutz und Forstwirtschaft, die langfristige Erreichung einer Kontinuität von funktionalen Wäldern zu priorisieren. Im Rahmen eines empfehlenswerten adaptiven Managements ist dabei nicht nur bezüglich der Erhaltung von spezifischen Biozönosen, der Baumartenwahl und der Verwendung unterschiedlichster Provenienzen eine neue konzeptionelle Offenheit anzuraten. Dies bedeutet in Deutschland gerade auch für die derzeitig auszugestaltende „Gute fachliche Praxis“ erhebliche Herausforderungen. Im Falle des europäischen Naturschutzes müssen die wissenschaftliche Grundlage und die Umsetzung des Schutzgebietssystems *Natura 2000* kritisch überdacht werden. Im Kontext der Intensivierung der Biomassenutzung für energetische Zwecke ergeben sich neue Risiken für den Wald(naturschutz). Bei der Kalkulation der entsprechenden Ökobilanzen sollte außerdem nicht nur auf die lokale CO<sub>2</sub>-Emissionsneutralität geachtet werden, sondern vor allem auf die globale.

### Die Globalisierung von Naturschutzproblemen

Die stete Veränderung der Geo- sowie der Biosphäre ist ein Charakteristikum unseres Planeten. Neben extraterrestrischen Einflüssen sind es auch abiotische und biotische Prozesse und Ereignisse auf der Erde, die den permanenten globalen Umweltwandel verursachen. In der geologisch allerjüngsten Epoche ist es erstmals eine einzelne Art, nämlich unsere, *Homo sapiens*, die innerhalb kürzester Zeit bedeutende und sehr rasche Veränderungen der globalen Ökosysteme herbeiführt. Der *Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen* (WBGU) „versteht unter *globalen Veränderungen* der Umwelt solche, die den Charakter des Systems Erde zum Teil irreversibel modifizieren und deshalb direkt oder indirekt die natürlichen Lebensgrundlagen für einen Großteil der Menschheit spürbar beeinflussen. Globale Veränderungen der Umwelt können sowohl natürliche als auch anthropogene Ursachen haben. Um diesen Gesamtzusammenhang zu kennzeichnen, wird der Begriff des *globalen Wandels* verwendet“ (WBGU 1993). Der jüngst vorgelegte Bericht des *Millenium Ecosystem Assessments* quantifiziert, in welcher beschleunigter, mannigfaltiger und umfassender Weise die globalen Ökosysteme der Erde vor allem ab der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts vom Menschen beeinflusst und verändert werden (MA 2005).

Der Naturschutz ist diejenige angewandte und/oder wissenschaftliche Disziplin, welche sich bemüht, die negativen Folgewirkungen menschlicher Aktivitäten auf die biologische Vielfalt zu mindern bzw. im Idealfall gänzlich abzuwenden. Traditionell ist dabei das Ziel, die Erhaltung oder auch Wiederherstellung eines bestimmten Zustandes von biologischen Systemen wie etwa Populationen, Arten oder Ökosystemen zu erreichen. Klassische Naturschutzstrategien versuchen Bedrohungs-faktoren zu beeinflussen, welche meist lokale Agentien und Prozesse darstellen, wie etwa die Übernutzung bestimmter Ressourcen oder die Schadeinflüsse z.B. einer Straße. In den vergangenen Jahrzehnten ist eine Globalisierung nicht nur des menschlichen Wirtschaftens und Handelns allgemein, sondern auch der Naturschutzprobleme erfolgt. Zum Teil beruht diese Globalisierung auf einer veränderten Wahrnehmung von Problemen auf anderen Kontinenten; zusätzlich gibt es jedoch bedeutende neuartige interkontinentale Wirkungsketten. Wichtigster Grund ist das schiere

Ausmaß der menschlichen Einflussnahme auf lokale Ökosysteme, welche z.B. relevante Eingriffe in globale Stoffkreisläufe oder die Atmosphärenchemie und damit in globale Klimaprozesse bedeuten.

So ist die drohende Austrocknung eines naturschutzfachlich bedeutsamen Moores plötzlich nicht mehr allein durch lokale Entwässerung oder Torfnutzung bedingt, sondern zumindest potenziell auch durch die anthropogene globale Klimaveränderung und ihre lokalen Folgen wie z.B. Erwärmung und Niederschlagsveränderungen. Die globale Klimaveränderung wiederum wird durch Abholzung von Wäldern in Indonesien genauso befördert, wie durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern in den USA.

Angesichts dieser neuartigen globalisierten Bedrohungsfaktoren stellt sich die Frage, ob die Disziplinen Naturschutz und Forstwirtschaft mit ihren überkommenen Zielfindungskonzepten und Planungsinstrumenten ausreichend gewappnet sind, ihnen entgegenzutreten. Der globale Wandel macht einen Paradigmenwechsel im globalen und nationalen Waldnaturschutz erforderlich und bedeutet in vielerlei Hinsicht unermessliche Herausforderungen.

### **Klimawandel und Wälderwandel**

Der anthropogene Klimawandel dürfte einen der für das Leben auf der Erde relevantesten Prozesse des globalen Umweltwandels darstellen. Der *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC 2001) präsentierte verschiedene Szenarien für die Entwicklung der anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen und dadurch ausgelöste Klimaveränderungen. Je nach Szenario und verwendeten Modellen ergibt sich die Möglichkeit des Anstiegs der globalen Mitteltemperatur um 2-6°C bis 2100. Es gibt allerdings Modellierungen, die einen noch höheren Anstieg ergeben (STAINFORTH *et al.* 2005). Bereits im vergangenen Jahrhundert erfolgte eine Erwärmung um 0,6 ± 0,2°C, die überwiegend auf menschliche Einflüsse zurückgeführt wird (ZWIERS 2002). Schon in naher Zukunft besteht die Möglichkeit, dass sich die Erwärmung beschleunigt; STOTT & KETTLEBOROUGH (2002) schätzen, dass die mittlere Jahrestemperatur der Jahre 2020 bis 2030 um 0,3 bis 1,3°C über dem Wert von 1990-2000 liegen könnte (vgl. auch KNUTTI *et al.* 2002). Eine signifikante weitere Erwärmung um mindestens 0,5°C bis 2100 wäre selbst dann eingetreten, wenn die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf dem Niveau von 2000 stabilisiert worden wären (MEEHL *et al.* 2005) (- ... was allerdings nicht erfolgt ist).

Die genannten Projektionen berücksichtigen in ihren Modellen keine Kohlenstoffzyklus-Rückkopplungseffekte oder nicht-linearen Klimaveränderungen (ZWIERS 2002). Verschiedene Folgewirkungen der globalen Erwärmung wie etwa das Auftauen von Permafrostböden oder die Austrocknung von Mooren mit vermehrter Freisetzung von treibhauswirksamen Gasen (Methan, CO<sub>2</sub>) oder die Verringerung von reflektierenden Eisflächen führen zu bedeutsamen Rückkopplungseffekten. SCHEFFER *et al.* (2006) erwarten im Jahrhundertszeitraum eine rückkopplungsbedingte zusätzliche Erwärmung, die mindestens 15–78% über den konventionell projizierten Werten liegt.

Im Rahmen dieser Rückkopplungen wird auch den Wäldern eine zentrale Rolle zukommen. Allein wegen ihrer Größe kritische Waldkomplexe, in denen große Mengen von Kohlenstoff gebunden werden, sind z.B. die borealen Nadelwälder sowie die amazonischen Regenwälder. Jüngste Forschung hat gezeigt, dass beispielsweise die amazonischen Wälder unerwartete Reaktionen auf Umweltveränderungen zeigen. So haben sich in den 1980ern und 1990ern die Biomasse vergrößert und die Mortalität und Verjüngung von Bäumen, die Stammdichte sowie die Lianenabundanz verstärkt; die Gründe dafür mögen u.a. mit dem höheren CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre und der Temperaturerhöhung in Verbindung stehen (BAKER *et al.* 2004, LAURANCE *et al.* 2004, LEWIS *et al.* 2004, PHILLIPS *et al.* 2002, 2004). Diese Veränderungen zeugen von einer ökosystemaren Anpassungsleistung – die Frage ist allerdings, in welchem Bereich der Schwellenwert angesiedelt ist, bis zu dem solchen Anpassungen erfolgen können. COWLING *et al.* (2005) gehen davon aus, dass sich die tropischen Wälder bereits nahe am kritischen Resistenz-Schwellenwert befinden, über dem Rückkopplungen zu fatalen Konsequenzen für die Existenz der Wälder führen würden. Zwar haben sich Waldökosysteme in der Erdgeschichte immer wieder Klimawandelprozessen stellen müssen, allerdings in vielen Fällen auch mit der Konsequenz ihrer Auslöschung. Zu

beachten ist ferner, dass die derzeit beobachtete und projizierte Klimaveränderung in einer in der jüngeren Erdgeschichte beispiellosen Geschwindigkeit erfolgt.

Wälder sind nicht nur Opfer des schnellen anthropogenen Klimawandels, ebenso ist ihre Vernichtung wichtige Ursache des Klimawandelproblems. SANTILLI *et al.* (2005) haben berechnet, dass allein die Emissionen der jährlichen Entwaldung in Brasilien und Indonesien 4/5 der Kyoto-Emissionsreduktionen der ersten Verpflichtungsperiode entsprechen. Auch im Zusammenhang mit der Waldvernichtung gilt es, potenziell gefährliche Rückkopplungseffekte zu beachten. Gerade für große, kontinentale Feuchtwaldblöcke wie Amazonien könnte gelten, dass Schwellenwerte existieren, oberhalb derer der Wald sich durch hydroklimatische Prozesse selbst erhält. ALCOCK (2003) fürchtet, dass in einigen Regionen das Unterschreiten von 25-30% der Waldfläche zur hydroklimatisch bedingten Instabilität führt.

Allemaal ist in Laufe verschiedener Studien deutlich geworden, dass die Störung, Nutzung und Fragmentierung von tropischen Wäldern die Degradationsanfälligkeit – zum Beispiel durch Feuer – erhöht (UHL & BUSCHBACHER 1985, COCHRANE *et al.* 1999, HOLDSWORTH & UHL 1997, SIEGERT *et al.* 2001). Feuer ist ein wichtiger ökologischer Faktor, der in vielen Biomen über die Existenz bzw. Nichtexistenz von Wald entscheidet. Der derzeit beobachtete Klimawandel mit einer Tendenz zu größeren Klimaextremen wie Hitze- und Dürreperioden wirkt allgemein feuer- und damit offenlandbegünstigend. Ohnehin kann die projizierte Zunahme der Klimavariabilität (z.B. SCHÄR *et al.* 2004) für die Schädigung von biologischen Systeme noch bedeutsamer werden als allein die Veränderung von mittleren Jahreswerten.

Die zunehmende Häufigkeit von klimatischen Extremen (z.B. Wegfall von Frösten, absolute Höchsttemperaturen, Zahl der Tage mit Wasserstress) kann für die Existenz von einzelnen Arten in bestimmten Räumen zum limitierenden Faktor werden, bevor die durchschnittlichen Klimabedingungen den Bereich ihrer ökologischen Varianz verlassen.

Entsprechend bedrohlich sind in diesem Kontext aktuelle Projektionen des Max-Planck-Instituts für Meteorologie (gemäß den üblichen IPCC-Szenarien) für die Klimaentwicklung in Deutschland: Es „wächst die maximale Dauer der Trockenperioden während eines Jahres, und das besonders ausgeprägt in Mittel- und Südeuropa. (...) Wie zu erwarten, nimmt im wärmeren Klima auch die Dauer der Hitzewellen zu. Im 20. Jahrhundert dauert eine Hitzeperiode in Europa - mit Temperaturen von mindestens 5 Grad über dem monatlichen Klimamittel - durchschnittlich etwa 10 Tage. Am Ende des 21. Jahrhunderts beträgt die mittlere Dauer im A1B-Szenario über 60 Tage. Temperaturen, wie sie während der Hitzewelle im Sommer 2003 in Europa auftraten, werden dann zur Normalität werden“ (ROECKNER *et al.* 2006).

Noch vor einem Jahrzehnt erfolgte die Betrachtung des globalen Klimawandels und seine Auswirkungen auf die Biodiversität eher hypothetisch; z.B.: „Allgemein wird ein Ansteigen der Höhengrenzen und eine Verschiebung der Areale in nördliche Richtung erwartet“ (RUTHSATZ 1995). Inzwischen sind wichtige Daten und Übersichtsartikel publiziert worden, welche die aus theoretischen Überlegungen erwarteten Trends zusehends bestätigen und quantifizieren (HUGHES 2000, PARMESAN & YOHE 2003; ROOT *et al.* 2003, PARMESAN & GALBRAITH 2004, THOMAS *et al.* 2004, NRMCC 2004). Unter Betrachtung allein der klimatischen Standortfaktoren kamen z.B. BAKKENES *et al.* (2002) zum Ergebnis, dass in Mitteleuropa bis zum Jahr 2050 durchschnittlich ein Drittel der höheren Pflanzenarten an ihren Standorten nicht stabil bleiben wird. Bei Berücksichtigung von komplexen Störungen durch systemische Veränderungen der Biozöosen/Ökosysteme sind deutlich größere Probleme wahrscheinlich, z.B. durch Veränderung von Interaktionen in Lebensgemeinschaften insbesondere in Folge der Ausbreitung von invasiven Arten bzw. Neuankömmlingen (mit besseren Wanderungs-/ Ausbreitungsfähigkeiten; neue Konkurrenten, Räuber, Beute, Krankheitserreger), Veränderung der Phänologie von Arten und damit Veränderung des zeitlichen Ressourcenangebots für abhängige Arten bzw. Veränderung von zeitlicher Konkurrenz um Ressourcen. Gerade diese Veränderungen der Interaktionen von Arten in sich neu komponierenden Biozöosen machen die Reaktionen einzelner Arten praktisch unberechenbar.

Es ist zudem bedeutsam, sich zu vergegenwärtigen, dass es im Vergleich zur heutigen Situation der biologischen Systeme wie Arten und Ökosystemen in der Erdgeschichte wohl kaum vergleichbare Herausforderungen gegeben haben dürfte. Der mutmaßlich sehr schnelle Klimawandel trifft eine in Funktion und Struktur erheblich beeinträchtigte Biosphäre. Zum raschen anthropogenen Klimawandel treten vielerorts Prozesse wie z.B. Entwaldung, Verschmutzung von Gewässern und Luft, Bodenerosion, Verschleppung von Arten und Übernutzung einzelner biologischer Ressourcen – diese werden vielfach verursacht oder befördert durch Wirkungen von globalen bzw. sich globalisierenden sozioökonomischen und politischen Prozessen. Die anthropogen eingeschränkte Funktionalität der biologischen Systeme bedeutet eine verringerte Anpassungsfähigkeit an den Umweltwandel. Nie zuvor mussten sich so viele Arten so rasch an neue Standortbedingungen anpassen oder gar ihre Areale verlagern, während ihre Populationen durch andere Bedrohungsfaktoren stark geschwächt, kritisch reduziert und/oder geographisch stark isoliert und fragmentiert waren. Damit verringert sich die Vorhersagbarkeit von spezifischen Folgewirkungen der Erwärmung noch stärker.

Die Schlussfolgerungen, die sich aus dem Gesagten ergeben, sind zum einen, dass die Erhaltung von Wäldern, vor allem im Bereich der großen Waldblöcke in den Tropen und im borealen Bereich, deutlich aggressiver vorangetrieben werden müssen als bisher erfolgt. Die fortschreitende Waldvernichtung ist eine wichtige Quelle des derzeitigen Klimawandels. Zum anderen wird deutlich, dass weltweit der Klimawandel einer der bedeutendsten Bedrohungsfaktoren für die Existenz der Wälder ist.

### **Waldnaturschutz in Deutschland ,vor' dem Klimawandel**

Der Naturschutz setzt in vielen Teilen der Erde vorrangig auf einen segregativen Ansatz: Die aktuelle autochthone Biodiversität soll (möglichst ohne Neobiota) in Schutzgebieten mit mehr oder weniger geringem menschlichen Einfluss repräsentiert und erhalten werden. In Europa entfallen in jüngster Zeit die bedeutsamsten Anstrengungen des Naturschutz vor allem auf den Aufbau eines repräsentativen Schutzgebietssystems, welches sicherstellen soll, dass wichtige und bedrohte Arten bzw. Lebensraumtypen in ihrem geographischen Schwerpunktbereich in Schutzgebieten erhalten werden sollen: *Natura 2000*.

Traditionell richtet sich das Augenmerk vieler Naturschützer auf Biotope und Lebensgemeinschaften an Sonderstandorten (z.B. Moore, Gewässer) und der Kulturlandschaft (z.B. artenreiche Wiesen, Trockenrasen). Der Waldnaturschutz gehört in Deutschland nicht zu den stärksten Naturschutzdisziplinen. Er entstand im Wesentlichen aus der Einsicht, dass die intensive Bewirtschaftung zu großen Veränderungen der Waldökosysteme geführt hat, welche mit der akuten Bedrohung vieler nativer Arten einhergeht. Wichtige naturschutzfachliche Probleme betreffen neben der eklatanten, forstwirtschaftlich bedingten Strukturarmut und Naturferne auch Stoffeinträge sowie Zerschneidung und zivilisationsbedingte Störungen (vgl. u.a. SCHERZINGER 1996, JEDICKE 1999).

Das bedeutendste Paradigma der Forstwirtschaft, welches sie direkt mit dem Naturschutz verbindet, ist die Nachhaltigkeit. Derzeit beanspruchen wohl alle Waldnutzungskonzepte für sich, das Prinzip der erweiterten umfassenden Nachhaltigkeit umzusetzen, welche v.a. auch eine ökologische Dimension integriert (HÄUSLER & SCHERER-LORENZEN 2002). Daraus ergibt sich ein bedeutendes Potenzial für den integrativen Naturschutz im Wald.

Wichtige Prinzipien der naturnahen bzw. naturgemäßen Waldbewirtschaftung haben inzwischen selbst in öffentlichen Leitlinien Eingang gefunden. Wichtige Impulse ergaben sich in jüngster Zeit durch die Diskussion der „Guten fachlichen Praxis“ (WINKEL & VOLZ 2003, WINKEL *et al.* 2005).

Von großer Bedeutung ist die Vergrößerung des Struktureichtums auf jeder nur erdenklichen Ebene: u.a. Baumartenmischung, horizontale und vertikale Struktur des Waldes, an lebende und tote Bäume gebundene Sonderstrukturen (z.B. Höhlen, Wurzelteller), Anteil des stehenden und liegenden Totholzes. Außerdem wird im Waldnaturschutz ein sorgsamer Umgang mit dem Standortpotential angestrebt; neben der Vermeidung von Kahlschlägen und dem Schutz des Waldinnenklimas durch einen mehrstufigen Waldaufbau gilt unter anderem, dass standortgerechte

Baumarten Voraussetzung für hohe ökologische Qualität, Stabilität und geringes Produktionsrisiko sind. Besonders gefördert werden die Baumarten der sogenannten potentiellen natürlichen Vegetation (PNV), bzw. es wird angestrebt, dieselbe durch waldbauliche Maßnahmen zu imitieren. Nach TÜXEN (1956) ist die PNV Ergebnis und Ausdruck dessen, was aufgrund des jeweils heimischen Pflanzenartenbestandes und der Standortverhältnisse in einer bestimmten Region von selbst wachsen und sich zu charakteristischen Pflanzen- und Lebensgemeinschaften zusammenfinden würde, wenn der Einfluss des Menschen plötzlich aufhörte.

Durch das standortgerechte Bewirtschaften von im Sinne der PNV naturnahen Wäldern soll auch zur Erhaltung der nativen biologischen Vielfalt beigetragen werden. Diese ist das Hauptziel des aktuellen Waldnaturschutzes.

### **Waldnaturschutz in Zeiten des Klimawandels: weg von statischen Zielen und Leitbildern!**

Der sehr schnelle Umweltwandel, der in den nächsten Jahrzehnten mit größter Wahrscheinlichkeit eintreten wird, trifft die oben dargestellten Paradigmen ins Mark. Wenn es eine statische "Potentielle natürliche Vegetation", die sich beim Aufhören des menschlichen Einflusses einstellen soll, in der Realität prinzipiell nie geben konnte (KÜSTER 1999), macht es angesichts der kurzfristig projizierten Klimaveränderungen noch weniger Sinn, dieses Konstrukt zur Identifizierung der Leitbilder von Waldbewirtschaftung und Naturschutz zu Rate zu ziehen. Auch wenn die bekannten Waldgesellschaften eine weite ökologische Amplitude besitzen (BORCHERT & KÖLLING 2003), sind im Falle einer raschen Erwärmung von mehreren Grad innerhalb von Dekaden die Zeiträume, in denen sich vorübergehend scheinbar stabile Gesellschaften einstellen, deutlich kürzer als die Lebenszeiten von Waldbäumen. Eine wichtige Erkenntnis ist zudem, dass die zukünftigen Biozönosen nicht vorhersagbar sind, da sie von weitaus mehr Faktoren bestimmt werden als von den abiotischen Standortansprüchen der Einzelarten. Zwar könnte z.B. in Nordostdeutschland ein Buchenwald bei einer gewissen Erwärmung und einem bestimmten Niederschlagsrückgang theoretisch in einen Eichen-Hainbuchenwald übergehen (vgl. HOFMANN 1995). Doch es ist genauso wahrscheinlich, dass die Eiche krankheitsbedingt und extremwetterlagengeschwächt in Vitalität und Abundanz kurzfristig so stark eingeschränkt wird, dass sie in Zukunft keine dominante Waldbaumart sein wird (vgl. z.B. aktuell zu beobachtende Probleme von Erlen und Eichen in Deutschland).

Insofern ist es nicht zulässig, eine zukünftige PNV zu konstruieren, um aus ihr forstwirtschaftliche oder naturschutzfachliche Leitbilder abzuleiten, wie es etwa HOFMANN (1995) vorgeschlagen hat. Natürlich entfällt mit der PNV ein wichtiges Element, die standortgerechte und naturgemäße Waldbewirtschaftung auf eine wissenschaftliche Grundlage zu stellen. Dennoch bedeutet dies sicherlich auch nicht, dass diese modernen Wirtschaftweisen vollkommen in Frage gestellt werden müssen.

Immerhin ist seit einer geraumen Weile zu verzeichnen, dass sich die Forstwirtschaft (in Deutschland) mit den potentiellen Konsequenzen des Klimawandels auseinandersetzt. „Aufgrund der langen Generationsdauer der Waldbäume können Anpassungen in der Forstwirtschaft, sofern sie einen Baumartenwechsel erfordern, nur sehr langsam durchgeführt werden. Der Forstwirtschaft ist daher ganz besonders zu empfehlen, bereits heute in ihren waldbaulichen Entscheidungen die Klimaänderung zu berücksichtigen“ (BORCHERT & KÖLLING 2004). Damit wird der vermutlich wichtigste Paradigmenwechsel eingeleitet: Sich überhaupt vorstellen zu wollen, dass sich das Klima in relevantem Ausmaß ändern könnte, und deshalb Standortbedingungen nicht mehr statisch beschrieben werden dürfen. Das in Deutschland wohlbekannte und beachtete „eiserne Gesetz des Standörtlichen“ Wilhelm Pfeils muss damit fortgeschrieben werden, wobei sich das Problem ergibt, dass die in mittelfristiger Zukunft geltenden Bedingungen nur projiziert, aber nicht vorhergesagt werden können, da zuviele die Zukunft bestimmende Variablen unvorhersagbar bzw. gar noch beeinflussbar sind.

Es mag sein, dass z.B. „bei der Baumartenwahl nichts zu überstürztem Vorgehen“ zwingt (BORCHERT & KÖLLING 2003). Tatsächlich lassen sich in bewirtschafteten Wäldern z.B. veränderte Konkurrenzbeziehungen zwischen den Baumarten oder veränderte Beziehungen zwischen Wirt und Schadorganismen forstlich begleiten und steuern (BORCHERT & KÖLLING 2003). Der Umbau

von offeneren und von Nadelbäumen geprägten Forsten hin zu dunkleren, kühleren und feuchteren Mischwäldern führt nicht nur zur bedeutsamen Erhöhung der wasserwirtschaftlichen Leistung der Wälder und der „Rückgewinnung von Freiheitsgraden“ für die Walderhaltung (ANDERS 2004), sondern bedeutet auch im naturschutzfachlichen Sinne eine sehr sinnvolle Kompensation bzw. ein Bremsen schädlicher Folgen der zu verzeichnenden Erwärmung. Tatsächlich zeigt z.B. das Monitoring von Vögeln, dass vermutlich im Zuge der Veränderung der Waldbewirtschaftung wärme liebende Waldarten gegenüber denjenigen zurückgedrängt wurden, die es eben feuchter, kühler und dunkler bevorzugen (GATTER 2004). Damit wurde vor dem Hintergrund ganz andersartiger Ziele eine effektive Anpassungsstrategie an den Klimawandel implementiert. Allerdings sollte der derzeitige positive Effekt nicht dazu verleiten, z.B. im nördlichen Mitteleuropa, unkritisch auf die Buche zu setzen (vgl. Diskussion RENNENBERG *et al.* 2004, AMMER *et al.* 2005). Sollte es tatsächlich in 100 Jahren zu einer starken Erwärmung gekommen sein (vgl. Projektionen von bis zu 6°C!), wird es unabhängig von der Veränderung der Niederschlagsmengen die meisten Buchenwälder nicht mehr geben können. Da ist es angemessen, schon jetzt Alternativpläne zu entwickeln, die weit über die derzeitigen Waldumbaustrategien hinausgehen. Unter anderem ist deshalb sogar eine nüchterne Diskussion von Paradigmen erforderlich, welche die ausschließliche Verwendung autochthoner Saatgutherkünfte von ausschließlich nativen Arten fordern.

Wie steht es nun mit dem Naturschutz, der ja u.a. das forstwirtschaftliche Paradigma der PNVOrientierung befördert hat? Auf internationaler Ebene raten verschiedene Autoren, dass sich auch der Naturschutz stärker auf den Klimawandel einstellen sollte (z.B. NOSS 2001, HANNAH *et al.* 2002; SOTO 2002, ARAUJO *et al.* 2004, WELCH 2005). Trotz früher Warnungen und Empfehlungen (RUTHSATZ 1995) ist aber z.B. in der deutschen Naturschutzpraxis nur langsam eine ernsthafte Beschäftigung mit dem Problem zu verzeichnen. So kamen etwa LEUSCHNER & SCHIPKA (2004) auf Grundlage einer Literaturstudie zum Thema Klimawandel und Naturschutz u.a. zum Ergebnis: „Das vorliegende Wissen reicht für naturschutzpolitische Handlungsempfehlungen nicht aus“. Empfehlungen betrafen lediglich einen identifizierten Forschungs- und Monitoringbedarf v.a. zur Gefährdungsanalyse von Arten und Lebensräumen in Deutschland. In anderen Ländern gibt es allerdings bereits nationale Strategien, die im Bewusstsein formuliert wurden, dass trotz aller Unsicherheit bzgl. der zu erwartenden Klimawandelwirkungen schon jetzt Maßnahmen ergriffen werden können und müssen (z.B. Australien; NRMCC 2004). Besonders wichtig sind u.a. die Erhaltung von natürlichen bzw. naturnahen Ökosystemen über ökologische Gradienten hinweg, die Vermeidung von Fragmentierung und die Förderung einer bestmöglichen Konnektivität (vgl. Noss 2001). Auch ist es empfehlenswert, die Dimension des Klimawandels überhaupt in Naturschutzpläne zu integrieren, sowie adaptives Management anzuwenden (HANSEN *et al.* 2003). Aber letztlich gilt bislang v.a. das Paradigma der Repräsentation von derzeit beobachtbaren Mustern und Manifestationen der Biodiversität in Schutzgebieten. Dieser Ansatz ist hochgradig statisch und angesichts des projizierten dramatischen Wandels mittelfristig ungeeignet.

Man nehme das Beispiel des europäischen Schutzgebietssystems *Natura 2000*. Ursprünglich auch gedacht als Instrument zur Förderung der Konnektivität beruht es letztlich ausschließlich auf dem Prinzip der Repräsentation ausgewählter Arten und Lebensraumtypen in Schutzgebieten, wobei selbstverständlich nur die aktuelle Verbreitung berücksichtigt wurde und nicht eine hypothetische zukünftige. In der Praxis ist ein Flickenteppich geschaffen worden von Abertausenden von z.T. unfassbar kleinen Schutzgebieten, die oft nicht vernetzt sind (z.B. einzelne Trockenrasen oder Kirchtürme). Das Ergebnis des *Natura 2000*-Prozesses ist beachtlich, doch es muss jetzt rasch die konzeptionelle Weiterentwicklung diskutiert werden. Die Umsetzung wird weiterhin erhebliche Finanzmittel und personelle Ressourcen binden. Daher bedarf es nun schleunigst einer Überprüfung, ob das Management von klein(st)en Schutzgebieten zur Erhaltung statischer Zustände von spezifischen Arten und Biozönosen in Zeiten eines beschleunigten Klimawandels die effektivste Ressourcenallokation darstellt, oder ob es nicht v.a. um die Förderung einer Landschaftskonnektivität geht, welche möglichst vielen Arten das etwaige Arealverlagern erleichtert. Auch muss eine kritische und objektive Priorisierung von schutzbedürftigen Schutzobjekten erfolgen. Die Behandlung von Fragen, ob z.B. ein zonaler Wald mit seinen Ökosystemfunktionen in Zeiten einer globalen Erwärmung nicht mehr Aufmerksamkeit verdient als ein anthropogener Trockenrasen

voller Archäophyten, der eigentlich nicht mehr ist als ein Dokument vergangener Landnutzungsweisen, ist hierbei unabdingbar.

Naturschutz und Forstwirtschaft tragen die gemeinsame Verantwortung, mittel- und langfristig eine Kontinuität funktionaler Wälder zu sichern. Wichtiger noch als die Charakteristika der zukünftigen Waldökosysteme ist ihre Erhaltung, die mancherorts klimawandelbedingt und ohne angemessenes Management durchaus auf dem Spiel stehen könnte. Es geht hierbei auch um einen wichtigen Beitrag zur Minderung der negativen Folgewirkungen verschiedener Prozesse des globalen Umweltwandels (z.B. im Kontext des Landschaftswasserhaushaltes oder der Beeinflussung des Lokal- bzw. Regionalklimas). Eine Facette der damit vielfältigen Herausforderungen betrifft die Trägheit politischer Prozesse in Relation zur explosiven Entwicklung des wissenschaftlichen Wissens sowie auch zur Geschwindigkeit der Effekte des globalen Wandels. Aber es sind auch die Akteure und Wissenschaftler der beiden Disziplinen aufgefordert, sich den potentiellen dramatischen Wandel der uns vertrauten biologischen Systeme vorzustellen und ein vorbeugendes Risikomanagement einsetzen zu lassen. Schon 1995 schrieb die damalige Bundesumwelt-Ministerin MERKEL: „Trotz aller Bemühungen auf nationalem und internationalem Felde ist nicht auszuschließen, dass es dennoch weltweit zu anthropogenen Veränderungen des gegenwärtigen Temperatur- und Niederschlagsregimes kommt. Wir dürfen den Blick vor dieser Möglichkeit nicht verschließen, sondern müssen auch solch einen Fall in Betracht ziehen, der die heutigen Lebensbedingungen merklich verändert“.

Heute sind die Projektionen des evtl. bevorstehenden Wandels fundierter und dramatischer als 1995. Gleichzeitig ist die Verhinderung eines weiteren Klimawandels nicht angemessen fortgeschritten. Insofern ist die Anpassung an den Wandel ein umso dringlicherer Auftrag. Angesichts der großen Unsicherheiten bezüglich des Umweltwandels und seiner Folgen könnte hierfür eher ein adaptives Management geeignet sein denn das traditionelle antizipierende Planen – also Ersatz des Antizipations- und Gestaltungsparadigmas durch ein fehlerfreundliches, inkrementales Anpassungsparadigma (VON DETTEN 2003). Dies bedeutet gerade auch für zu entwickelnde Zielgerüste des Waldnaturschutzes, wie z.B. im Kontext der „Guten fachlichen Praxis“ erhebliche Herausforderungen. Die vorgeschlagenen Bausteine für eine Naturschutzstrategie im Wald (WINKEL *et al.* 2005) müssen überdacht, verändert und ergänzt werden.

### **Waldnaturschutz und Klimaschutz: Synergie oder Antagonie, Chancen oder Gefahren?**

Die Wälder rücken endlich stärker ins Bewusstsein der Klimaschützer. Die Relevanz der Vermeidung weiterer Emissionen aus der Entwaldung ist überdeutlich (siehe oben). In diesem Sinne ist zu fordern, dass die Entwaldungsvermeidung formal als Mechanismus des Klimaschutzes anerkannt wird – sei es in Form eines weiterentwickelten Kyotoprotokolls oder neuer Regelungen der Klimarahmenkonvention. Klar ist auch, dass Aufforstung bzw. Wiederaufforstung Beiträge zur Stabilisierung des Klimas leisten können. In den Fällen Entwaldungsvermeidung und Wiederaufforstung bedeutet Klimaschutz synergetisch mehr Naturschutz bzw. Biodiversitätserhaltung.

Eine weitere Säule des Klimaschutzes, die zusehends stärkere Aufmerksamkeit erfährt und waldrelevant ist, ist die verstärkte Nutzung von Biomasse. Dabei geht es z.B. um die Bereitstellung von Brennholz genauso wie um die Produktion von flüssigen Brennstoffen wie etwa Bioethanol oder Biodiesel. In diesem Kontext ergeben sich durchaus neue Risiken für den Wald(naturschutz).

Denkbar sind eine Stärkung von segregativen Waldnaturschutzansätzen in Kombination mit einer erneuten Intensivierung der Nutzung der deutschen Wälder - mit den entsprechenden negativen Konsequenzen für den Strukturreichtum (Ausweitung von primär der Holzproduktion dienenden Flächen, kürzere Umtriebszeiten, Nutzung des Totholzes) sowie die Waldökosystemgesundheit und Anpassungsfähigkeit. Allerdings könnte ein adaptives Waldmanagement zur Anpassung an den Klimawandel im Sinne der Waldkontinuität durchaus auch für kürzere Umtriebszeiten sprechen, obwohl der naturschutzfachliche Wert eines Waldes vor allem mit dem Alter seiner Bestände steigt. Ebenso ist möglich, dass, sobald maßgebliche Anteile des Energieversorgungssystems auf Holzenergie umgestellt worden sind, festgestellt wird, dass der entsprechende Holzbedarf besser in

Ländern mit kostengünstigeren Produktionsbedingungen gedeckt werden kann. So könnte beispielsweise eine stärkere Nutzung von borealen Wäldern eingeleitet werden.

Außerdem besteht das Risiko der internationalen und intersektoriellen Verlagerung von Umweltproblemen. Die Sorge, dass z.B. in Ländern die landwirtschaftliche Fläche ausgeweitet wird, um auf dem Weltmarkt größere Mengen an Biotreibstoffen wie Ethanol bereitzustellen, erscheint nicht unbegründet; vgl. DA SILVA (2006): "The ethanol Brazil produces from sugar cane is attracting worldwide interest, for it is one of the cheapest and most dependable types of fuel derived from renewable sources. (...) We are determined to 'plant the oil of the future'".

Ebenso kann eine verstärkte Umstellung der europäischen landwirtschaftlichen Produktion auf Energiepflanzen bedeuten, dass eine weitere räumliche Verlagerung von Futter- und Nahrungsmittelproduktion ins (tropische) Ausland erfolgt, wo Produktionssteigerungen traditionell auch durch die Ausweitung von Anbauflächen erzielt werden.

### **Handlungsbedarf**

Der globale Umweltwandel untergräbt die Gültigkeit des alten Mottos „Global denken, lokal handeln“. Angesichts der Größe und Vielschichtigkeit der Probleme und ihrer Interaktion auf den unterschiedlichsten räumlichen Ebenen sind wir gezwungen, sowohl global als auch lokal bzw. national zu handeln. Auf globaler Ebene sollten das Stoppen der Entwaldung und die Stärkung der Anpassungsfähigkeit der Waldökosysteme die allergrößte Naturschutzpriorität darstellen. Im Gegensatz zu technologischen Lösungen der Emissionsreduktion ist die Einbeziehung der Wälder in den Klimaschutz eine Option mit potenziell sofortiger Wirkung. Diese Option verliert allerdings ihre Wirksamkeit mit dem fortschreitenden Klimawandel, der die Gesundheit der Wälder beeinträchtigt und schließlich droht, durch deren Kollaps gewaltige Rückkopplungskohlenstoffbomben zu zünden.

Global müssen die Prioritäten des (Wald-)Naturschutzes anders definiert werden als bislang. Es kann immer weniger um die Repräsentation der verschiedenen einzigartigen Manifestationen der Biodiversität in Endemismuszentren oder sogenannten Hotspots gehen, als vielmehr um die Erhaltung der Funktionalität der Biosphäre – mit dem Oberziel negativ rückkoppelnden, gefährlichen Klimawandel zu vermeiden.

Vorsichtig muss abgewogen werden, wie groß das Potenzial der Biomassennutzung wirklich ist. Bei der Kalkulation der entsprechenden Ökobilanzen sollte nicht eindimensional auf die lokale CO<sub>2</sub>-Emissionsneutralität geachtet werden, sondern auf die globale.

National und lokal ergibt sich das Gebot der bestmöglichen Anpassung der Wälder an den Klimawandel. Effektive Risikominderung muss dabei vor naturschutzfachlichem Purismus und kurzfristigem Gewinnstreben Priorität haben. Nichts wird im Waldnaturschutz sein, wie es gerade noch zu sein schien.

### **Danksagung**

Für eine kritische Durchsicht von Teilen des Manuskripts und wertvolle Anregungen danke ich Dipl.-Biol. M. Bertzky, Dipl.-Biol. S. Kreft, Dipl.-Biol. C. Nowicki und Prof. Dr. H. Schill.

**Literatur**

- Alcock J. 2003. Positive feedback and system resilience from graphical and finite-difference models: The Amazon ecosystem, an example. *Earth Interactions* 7(5).
- Ammer, Ch., Albrecht, L. Borchert, H., Brosinger, F., Dittmar, Ch., Elling, W., Ewald, J., Felbermeier, B., von Gilsa, H., Huss, J., Kenk, G., Kölling, Ch., Kohnle, U., Meyer, P., Mosandl, R., Moosmayer, H.-U., Palmer, S., Reif A., Rehfuess, K.-E. & Stimm, B., 2005. Zur Zukunft der Buche (*Fagus sylvatica* L.) in Mitteleuropa – kritische Anmerkungen zu einem Beitrag von Rennenberg *et al.* (2004). *Allg. Forst- und Jagdz.* 176: 60-67.
- Anders, S. 2004. Angespannter Wasserhaushalt und zweischichtige Kiefern-Buchen-Mischbestände – ist dies das Aus für ein bewährtes Modell? In: Brandenburgischer Forstverein e.V. (Hrsg.): *Klimawandel – wie soll der Wald der Zukunft aussehen?* 67-86.
- Araujo, M.B., Cabeza, M., Thuiller, W., Hannah, L., Williams, P., 2004. Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods. *Glob. Change Biol.* 10: 1618–1626.
- Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A., Erwin, T., Higuchi, N., Killeen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Monteagudo, A., Neill, D.A., Nuñez Vargas, P., Pitman, N.C.A., Silva, J.N.M. & R. Vásquez Martínez, 2004. Increasing biomass in Amazonian forest plots. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* 359, 353–365.
- Bakkenes, M., Alkemade, J. R. M., Ihle, F., Leemansand, Latour, R.J. B., 2002. Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. *Glob. Change Biol.* 8: 390-407.
- Borchert, H. & Kölling, C., 2003. Welche waldbaulichen Konsequenzen werden derzeit diskutiert? *LWFaktuell* 37: 23-29.
- Borchert, H. & Kölling, C., 2004. Waldbauliche Anpassung der Wälder an den Klimawandel jetzt beginnen. *LWFaktuell* 43: 28-30.
- Cochrane M.A., Alencar, A., Schulze, M.D., Souza Jr., C.M., Nepstad, D.C., Lefebvre, P. & E.A. Davidson. 1999. Positive feedbacks in the fire dynamic of closed-canopy tropical forests. *Science* 284:1832-1835.
- Cowling, S., A. Betts, R.A., Cox, P.M., Ettwein, V.J., Jones, C.D., Maslin, M.A. & S.A. Spall, 2005. Modelling the past and the future fate of the Amazonian forest. In: Y. Malhi & O. Phillips (Hrsg.) *Tropical forests and global atmospheric change*. Oxford University Press. 191-198.
- Detten, R. von, 2003. Abschied vom Nachhaltigkeitsprinzip? Forstliches Handeln im Angesicht von Unsicherheit und Sinnkrise. Ein Essay. *Arbeitsbericht* 37 – 2003. Institut für Forstökonomie, Universität Freiburg.
- Gatter, W. 2004: Deutschlands Wälder und ihre Vogelgesellschaften im Rahmen von Gesellschaftswandel und Umwelteinflüssen. *Vogelwelt* 125: 151-176.
- Hannah, L., Midgley, G.F., Lovejoy, T., Bond, W.J., Bush, M., Lovett, J.C., Scott, D. & Woodward, F.I., 2002. Conservation of biodiversity in a changing climate. *Conserv. Biol.* 16: 264–268.
- Hansen, L.J., Biringier, J.L. & Hoffman, J.R., 2003. Buying time: a user's manual for building resistance and resilience to climate change in natural systems. *World Wildlife Fund: Gland, Switzerland*.
- Häusler, A. & Scherer-Lorenzen, M., 2002. Nachhaltige Forstwirtschaft in Deutschland im Spiegel des ganzheitlichen Ansatzes der Biodiversitätskonvention. *BfN-Skript.* 62. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- Hofmann, G. 1995. Wald, Klima, Fremdstoffeintrag – ökologischer Wandel mit Konsequenzen für Waldbau und Naturschutz, dargestellt am Gebiet der neuen Bundesländer Deutschlands. In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), *Klimaänderungen und Naturschutz. Angewand. Landschaftsökol.* 4: 165-189.
- Holdsworth, A.R. & Uhl, C.. 1997. Fire in Amazonian selectively logged rain forest and the potential for fire reduction. *Ecological Applications* 7: 713-725.
- Hughes, L. 2000. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trends in Ecol. & Evol.* 15: 56-61
- IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change] 2001. *Climate Change 2001: The scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the*

- Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge, U.K., New York.
- Jedicke, E. 1999. Avizönosen und Waldstruktur unter konventionellem und ökologischem Waldbau im Vergleich - Aspekte der Biodiversität, Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Band 29.
- Knutti, R., Stocker, T.F., Joos, F., Plattner, G.-K., 2002. Constraints on radiative forcing and future climate change from observations and climate model ensembles. *Nature* 416: 719-723.
- Küster, H. 1999. Naturschutz und Ökologie - Bewahren des Wandels. *Biologen heute*. – Mitt. des Verb. Dt. Biol. e.V. und biowiss. Fachges. 445, 5/99: 1-5.
- Laurance W.F., Oliveira, A.A., Laurance, S.G., Condit, R., Nascimento, H.E.M., Sanchez-Thorin, A.C., Lovejoy, T.E., Andrade, A., D'Angelo, S., Ribeiro, J.E. & C.W. Dick, 2004. Pervasive alteration of tree communities in undisturbed Amazonian forests. *Nature* 428: 171-175.
- Lewis, S. L., Phillips, O.L., Baker, T.R., Lloyd, J., Malhi, Y., Almeida, S., Higuchi, N., Laurance, W.F., Neill, D.A., Silva, J.N.M., Terborgh, J., Torres Lezama, A., Vásquez Martínez, R., Brown, S., Chave, J., Kuebler, C., Nuñez Vargas, P. & B. Vinceti, 2004. Concerted changes in tropical forest structure and dynamics: evidence from 50 South American long-term plots. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* 359, 421–436.
- Leuschner, C. & Schipka, F. 2004. Klimawandel und Naturschutz in Deutschland. BfN-Skript. 115. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- MA (Millennium Ecosystem Assessment) 2005. *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Meehl, G.A., Washington, W.M., Collins, W.D., Arblaster, J.M., Hu, A., Buja, L.E., Strand, W.G., Teng, H., 2005. How Much More Global Warming and Sea Level Rise? *Science* 307: 1769-1772.
- Merkel, A. 1995. Geleitwort. In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), *Klimaänderungen und Naturschutz*. *Angew. Landschaftsökol.* 4.
- Noss, R.F. 2001. Beyond Kyoto: forest management in a time of rapid climate change. *Conserv. Biol.* 15: 578-590.
- NRMMC (Natural Resource Management Ministerial Council, Department of the Environment and Heritage) 2004. *National Biodiversity and Climate Change Action Plan 2004 – 2007*. Commonwealth of Australia.
- Parmesan, C. & Galbraith, H., 2004. Observed impacts of global climate change in the U.S. *Pew Center on Global Climate Change*, Arlington, VA.
- Parmesan, C., & Yohe, G., 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421: 37–42.
- Phillips, O.L., Vásquez Martínez, R., Arroyo, L., Baker, T.R., Killeen, T., Lewis, S.L., Malhi, Y., Monteagudo Mendoza, A., Neill, D., Nuñez Vargas, P., Alexiades, M., Cerón, C., Di Fiore, A., Erwin, T., Jardim, A., Palacios, W., Saldias, M. & B. Vinceti, 2004. Increasing dominance of large lianas in Amazonian forests. *Nature* 418, 770-774.
- Rennenberg, H., Seiler, W., Matyssek, R., Gessler, A. & Kreuzwieser, J., 2004. Die Buche (*Fagus sylvatica* L.) – ein Waldbaum ohne Zukunft im südlichen Mitteleuropa? *Allg. Forst- und Jagdz.* 175: 210-224
- Roeckner E., Brasseur, G.P., Giorgetta, M., Jacob, D., Jungclaus, J., Reick, C., Sillmann, J., 2006. *Klimaprojektionen für das 21. Jahrhundert*. Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg.
- Root, T.L., Price, J.T., Hall, K.R., Schneider, S.H., Rosenzweig, C. & Pounds, J.A., 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421: 57-60.
- Ruthsatz, B. 1995. Welche Naturschutzmaßnahmen lassen sich schon heute aufgrund vermutlich anthropogener Klimaänderungen empfehlen? Ein Beitrag aus vegetationskundlicher Sicht. In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), *Klimaänderungen und Naturschutz*. *Angewand. Landschaftsökol.* 4: 213-223.
- Santilli, M., Moutinho, P., Schwartzman, S., Nepstad, D., Curran, L. & C. Nobre, 2005. Deforestation and the Kyoto protocol: an editorial essay. *Climatic Change* 71: 267–276.
- Schär C., Vidale, P.L., Lüth, D., Frei, C., Häberli, C., Liniger, M.A., Appenzeller C., 2004. The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. *Nature* 427: 332-336.

- Scheffer, M., Brovkin, V. & P.M. Cox, 2006. Positive feedback between global warming and atmospheric CO<sub>2</sub> concentration inferred from past climate change. *Geophysical Research Letters* 33, L10702, doi:10.1029/2005GL025044.
- Scherzinger, W. 1996. *Naturschutz im Wald*. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Siegert, F., Ruecker, G., Hinrichs, A., & A. Hoffmann.: 2001, Increased damage from fires in logged forests during droughts caused by El Niño. *Nature* 414, 437–440.
- da Silva, L.I. Lula 2006. Join Brazil in planting oil. Only radical solutions will overcome the energy and environmental crises while promoting equality *The Guardian* March 7, ([http://www.guardian.co.uk/comment/story/0,,1725203,00.html#article\\_continue](http://www.guardian.co.uk/comment/story/0,,1725203,00.html#article_continue)).
- Soto, C. 2002. The potential impacts of global climate change on marine protected areas. *Rev. in Fish Biol. and Fish.* 11: 181-195.
- Stainforth, D. A., Aina, T., Christensen, C., Collins, M., Faull, N., Frame, D.J., Kettleborough, J. A., Knight, S., Martin, A., Murphy, J.M., Piani, C., Sexton, D., Smith, L.A., Spicer, R.A., Thorpe, A.J. & Allen, M.R., 2005. Uncertainty in predictions of the climate response to rising levels of greenhouse gases. *Nature* 433: 403-406.
- Stott, P.A. & Kettleborough, J.A., 2002. Origins and estimates of uncertainty in predictions of twenty first century temperature rise. *Nature*, 416,:723-726.
- Thomas, C.D., Cameron, A., Green, R.E., Bakkenes, M., Beaumont, L.J., Collingham, Y.C., Erasmus, B.F.N., De Siquiera, M.F., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., Van Jaarsveld, A.S., Midgley, G.F., Miles, L., Ortega- Huerta, M.A., Peterson, A.T., Phillips, O. & Williams, S.E., 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427: 145-148.
- Tüxen, R. 1956. Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. - *Angew. Pflanzensoz.* 13: 5-42
- Uhl, C., & Buschbacher, R., 1985. A disturbing synergism between cattle ranch burning practices and selective tree harvesting in the Eastern Amazon. *Biotropica* 17:265-268.
- WBGU [Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen] 1993. *Welt im Wandel: Grundstruktur globaler Mensch-Umwelt-Beziehungen Hauptgutachten 1993*. Economica-Verlag, Bonn.
- Welch, D. 2005. What should protected areas managers do in the face of climate change? *The George Wright Forum* 22: 75-93.
- Winkel, G., Schaich, H., Konold, W. & Volz, K.-H., 2005. *Naturschutz und Forstwirtschaft: Bausteine einer Naturschutzstrategie im Wald*. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 11, Bundesamt für Naturschutz, Bonn, Landwirtschaftsverlag, Münster.
- Winkel, G. & Volz, K.-H. 2003. *Naturschutz und Forstwirtschaft: Kriterienkatalog zur "Guten fachlichen Praxis"*. *Angewandte Landschaftsökologie Heft* 52, Bundesamt für Naturschutz, Bonn, Landwirtschaftsverlag, Münster.
- Zwiers, F.W. 2002: Climate change. The 20-year forecast. *Nature* 416: 690-691.

## Die erwarteten Folgen des Klimawandels auf den Wald in Bayern: Auswirkungen auf die Forstwirtschaft und den Naturschutz im Wald

DR. CHRISTIAN KÖLLING - LWF BAYERN

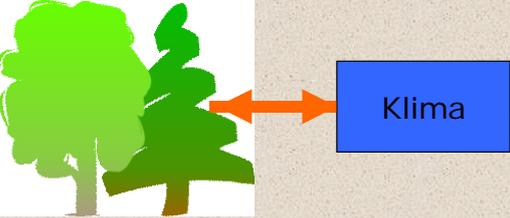
Im Kontext des Klimawandels spielen Wälder zwei grundsätzlich voneinander verschiedene Rollen: In der ersten Rolle verhindern Wälder als Kohlenstoffspeicher einen weiteren Anstieg des CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre. Waldbewirtschaftung und Walderhaltung leisten so einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz. In der zweiten Rolle leiden die Wälder passiv an den Folgen des Klimawandels. Rückkopplungen beider Prozesse sind von untergeordneter Bedeutung, weil die Wälder auf das globale Klimageschehen in einem völlig anderen zeitlichen Maßstab wirken als das Klima auf das Gedeihen der Wälder. Wälder wirken auf das Klima langsam, aber das Klima wirkt relativ rasch auf den Wald. Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf die zweite Rolle des Waldes als Opfer der Klimaveränderung.

Folie 1

### Wald als Täter und Opfer

(1) Wälder als Kohlenstoffspeicher verlangsamen den Klimawandel.

(2) Wälder als umweltabhängige Objekte erleiden den Klimawandel.



```
graph LR; Wald[Wald] <--> Klima[Klima];
```

**LWF** Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

In der Literatur zur Klimafolgenabschätzung werden die drei Begriffe **Einwirkung (Impact)**, **Anfälligkeit (Vulnerability)** und **Anpassung (Adaption)** unterschieden.

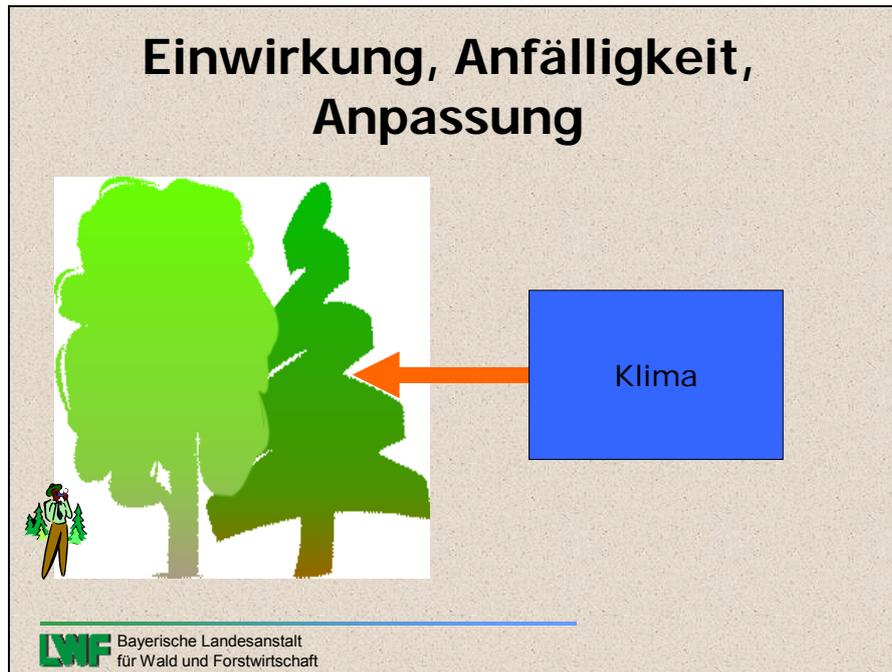
**Einwirkung** meint die Stärke des Klimawandels, wie er von den verschiedenen Forschungsinstitutionen prognostiziert wird. Sie wird in meteorologischen und klimatologischen Größen ausgedrückt und beschreibt das Ausmaß der klimatischen Umweltveränderung.

Die **Anfälligkeit** für Klimaveränderung ergibt sich im Wechselspiel zwischen der Stärke der Einwirkung und der Empfindlichkeit (Sensitivität) der betrachteten Objekte, in diesem Fall der Wälder. Bei geringer Einwirkung oder robuster, wenig klimasensitiver Ausstattung der Wälder ist die Anfälligkeit gering, bei anderen Konstellationen, stärkerer Einwirkung oder höherer Sensitivität, kann sie erheblich sein.

Unter **Anpassung** werden aktive Managementmaßnahmen zusammengefasst, mit denen die Anfälligkeit der Wälder gegenüber Klimaveränderungen herabgesetzt wird. Bei der äußerst trägen Reaktion des Klimas auf Immissionsminderung sind Anpassungsmaßnahmen die einzige Möglichkeit, die Folgen des Klimawandels für Wälder in der näheren Zukunft erträglich zu halten. Der Klimawandel ist kurz- und mittelfristig nicht aufzuhalten, alle Maßnahmen des aktiven Klimaschutzes werden nur langfristig und zunächst nur mildernd wirken. Zur Entwicklung von An-

passungsstrategien gibt es daher weder in der Forstwirtschaft noch in anderen Bereichen eine Alternative.

Folie 2



**Einwirkung**

Die Klimaveränderung ist keine Angelegenheit kommender Generationen, sie hat schon im letzten Jahrhundert begonnen und wir befinden uns bereits mitten im Wandel. Die vom IPCC zusammengestellten Daten belegen den Trend des letzten Jahrhunderts.

Folie 3

**Einwirkung 1901-2000 (Impact):**

- Weltweit stieg die Temperatur um 0.7 °C.
- In Europa nahm die Temperatur um etwa 1 °C zu.
- Das wärmste Jahr in Europa war 2000.
- Die sieben wärmsten Jahre waren alle in den letzten 14 Jahren d. Jh. (1987-2000).
- Der Niederschlag in Nordeuropa nahm um 10–40 % im Jahrhundert zu. In Südeuropa nahm er bis zu 20 % ab.

*Quelle: IPCC, 2001*

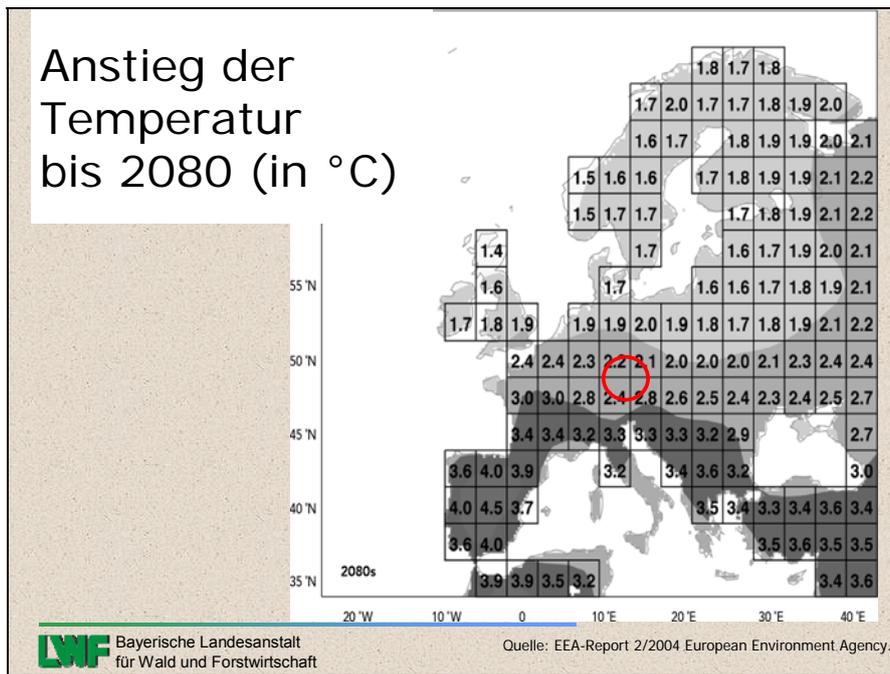
**LWF** Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Die Gewissheit des Klimawandels in der jüngsten Vergangenheit verbindet sich mit der Unsicherheit in der Prognose der weiteren Entwicklung. Bei den extrem langen, 100 und mehr Jahre umfassenden Produktionszeiträumen in der Forstwirtschaft wäre es ausgesprochen unvorsichtig, den Klimawandel zu ignorieren oder zunächst eine abwartende Haltung einzunehmen. Es ist un-

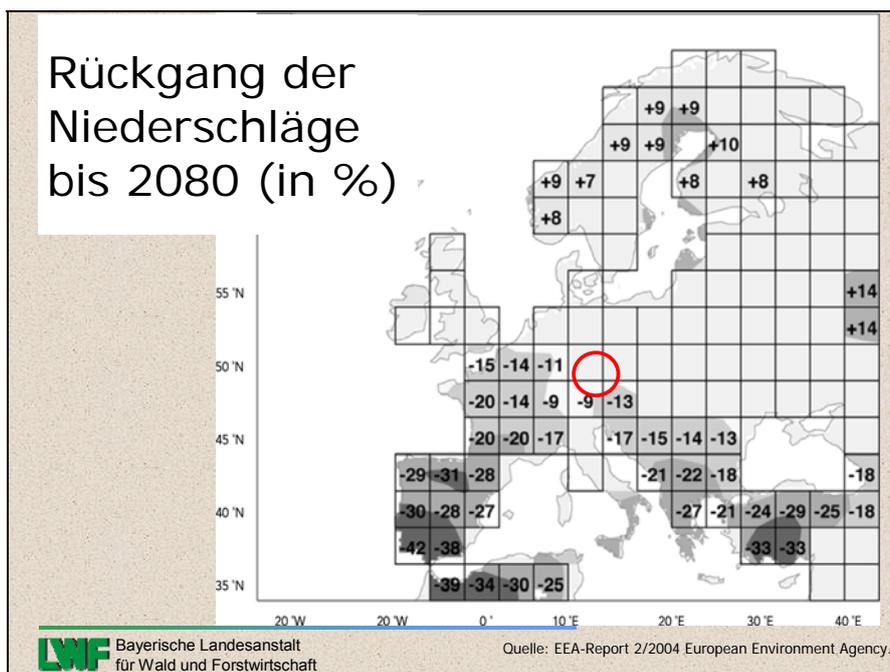
erlässlich, die Breite der Prognosen und die Vielfalt der Szenarien mit in die Beurteilung der Anfälligkeit der Wälder und die Strategien zur Anpassung einfließen zu lassen.

Von der europäischen Umweltagentur EEA wird für den Bereich des südlichen Mitteleuropa (Bayern) ein Anstieg der Jahrestemperatur bis zum Jahr 2080 von über 2 °C prognostiziert. Die jährliche Niederschlagssumme wird sich um etwa 10 % vermindern. Bereits bei dieser oberflächlichen Betrachtung wird die Größenordnung der zu erwartenden Veränderungen deutlich. Modifikationen ergeben sich durch die Betrachtung der jahreszeitlichen Verteilung und Veränderungen in der Häufigkeit von extremen Ereignissen wie Dürreperioden, Stürmen oder Starkregen. Diese beeinflussen nicht zwangsläufig die Durchschnittswerte der Jahrestemperatur oder der Niederschlagssumme, können aber als Umweltfaktoren das Gedeihen der Wälder maßgeblich beeinflussen. Man geht davon aus, dass in der betrachteten Region Bayern sowohl Dürreperioden als auch Stürme gehäuft auftreten.

Folie 4



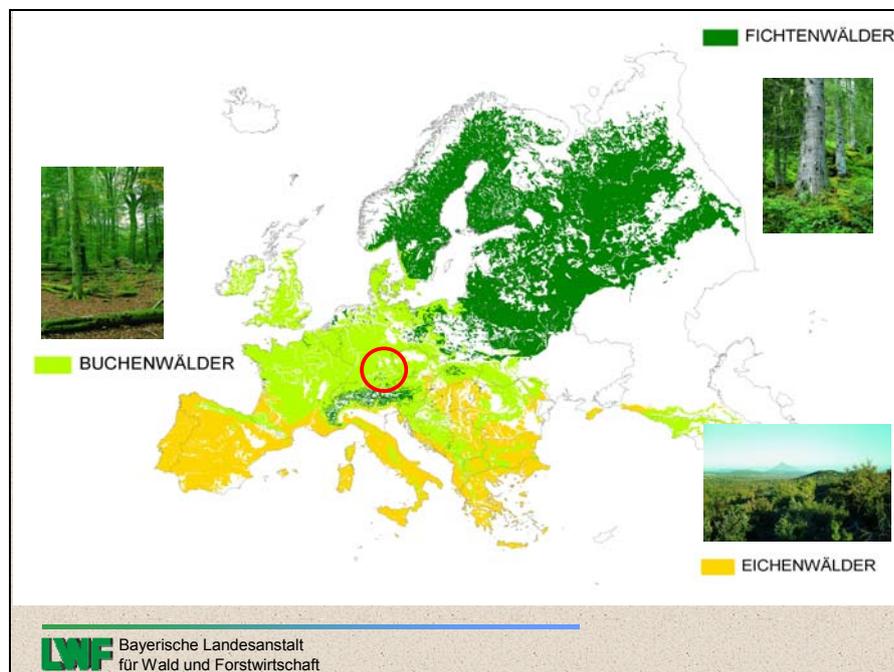
Folie 5



## Anfälligkeit

Die Einwirkung des Klimawandels trifft in Europa auf Wälder, deren Baumartenzusammensetzung stark von klimatischen Größen geprägt ist, wenn man natürliche Verhältnisse betrachtet und das Wirken des Menschen ausblendet. Die Vegetationsgürtel der von Natur aus dominierenden Fichtenwälder in Nordeuropa, der Rotbuchenwälder in Mitteleuropa und der wärmeliebenden Eichenwälder in Südeuropa geht weitgehend mit der Verteilung der Jahrestemperatur parallel. Eine Erhöhung der Jahrestemperatur führt zwangsläufig zu einer Verschiebung der Vegetationsgürtel nach Norden, die stärksten Veränderungen werden an den Übergängen der Vegetationszonen erwartet, während die Anfälligkeit im Zentrum der Areale wesentlich geringer ausfällt. Man darf bei einer derartigen Betrachtung auch nicht übersehen, dass Baumarten auch außerhalb ihrer angestammten Areale existieren können, vor allem, wenn die Wälder bewirtschaftet werden. Das beste Beispiel ist der Anbau der Fichte weit außerhalb ihres klimatisch definierten Areals. Mit menschlicher Hilfe hat die Baumart Fichte immerhin bis zu drei Generationen im warmen Hügelland und Mittelgebirgsland überdauert, wenn auch mit zahlreichen Beeinträchtigungen.

### Folie 6

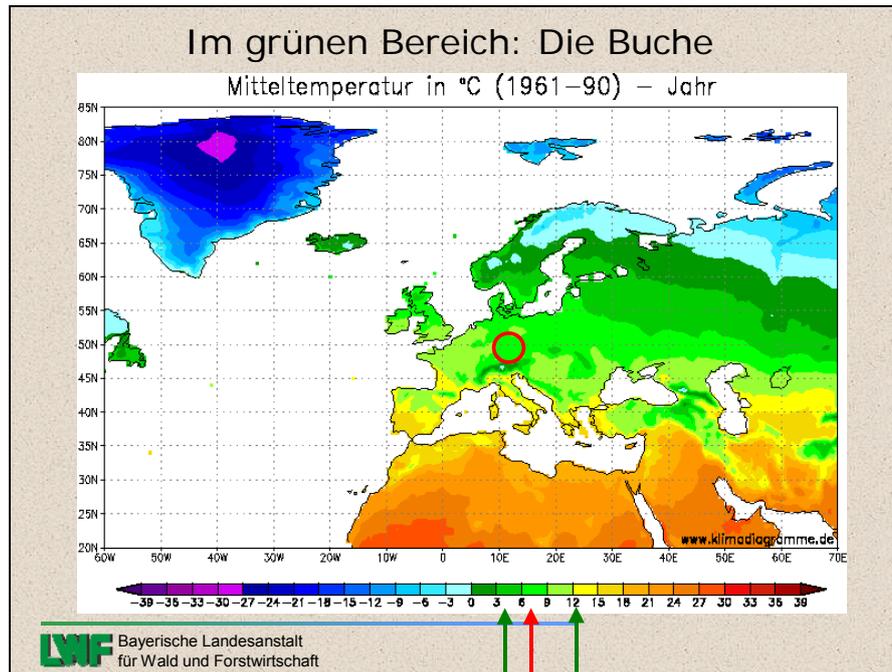


Ein Vergleich der natürlichen Verbreitung der Rotbuchenwälder mit der Karte der Jahrestemperaturen offenbart das Potenzial der Buchenwälder, im Temperaturbereich von 4 - 12 °C Jahrestemperatur zu gedeihen. Es leuchtet unmittelbar ein, dass die Auswirkungen einer Temperaturerhöhung an den Rändern dieser Temperaturspanne um ein vielfaches höher sind als im zentralen Bereich. In Bayern beispielsweise liegt der Durchschnitt der Jahrestemperatur derzeit bei 7 °C, das Maximum liegt bei 9 °C. Auch eine Temperaturerhöhung von über 2 °C (wie prognostiziert) wird das Land nicht für die Buche unbesiedelbar machen. Diese vereinfachende Annahme gilt bei isolierter Betrachtung der Jahrestemperatur und unter der Voraussetzung, dass alle übrigen Umweltfaktoren gleich bleiben.

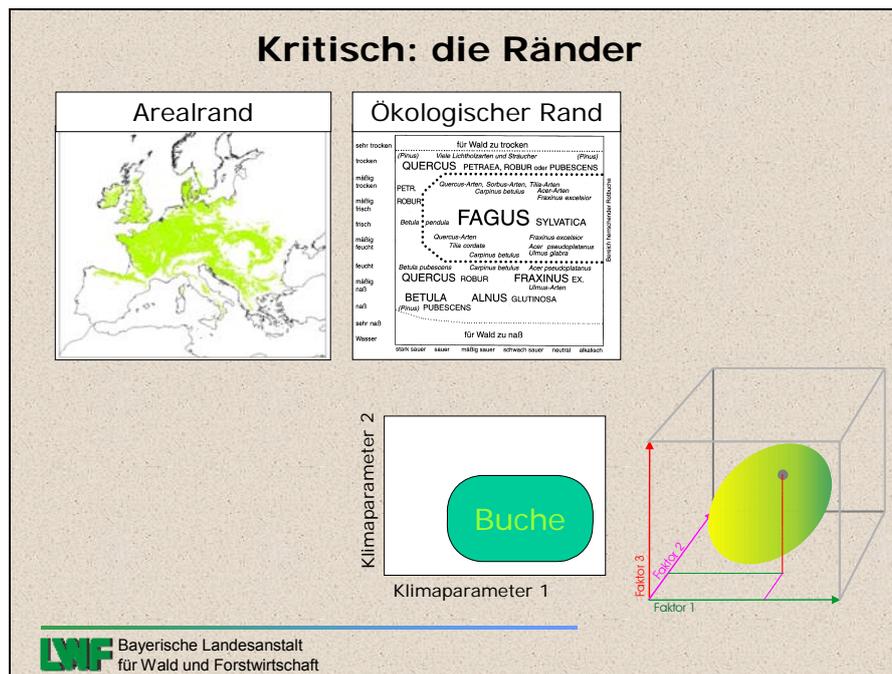
Bei allen durch den Klimawandel beeinflussten ökologischen Faktoren kann man regelmäßig die höchsten Anfälligkeiten an den jeweiligen Rändern des Vorkommens erwarten. Dies betrifft die geografisch definierten Arealränder ebenso wie die ökologischen Ränder, die durch das Zusammenspiel mehrerer verschiedener Umweltgrößen definiert sind. Ein Beispiel für einen von ökologischen Rändern umgrenzten Zustandsraum ist das „Ellenberg-Diagramm“, das durch die Achsen Bodenreaktion und Bodenwasser aufgespannt wird. Für klimatische und klimaverursachte Größen existieren erst wenige exakte Bestimmungen der Ränder des Vorkommens. Außerdem reichen meistens zwei Faktoren nicht aus, um die Lebensbedingungen von Baumarten adäquat zu

beschreiben. Man muss daher Zuflucht zu mehrdimensionale Zustandsräumen nehmen, um die Standortpotenziale der Waldbaumarten vollständig und zutreffend zu beschreiben.

Folie 7



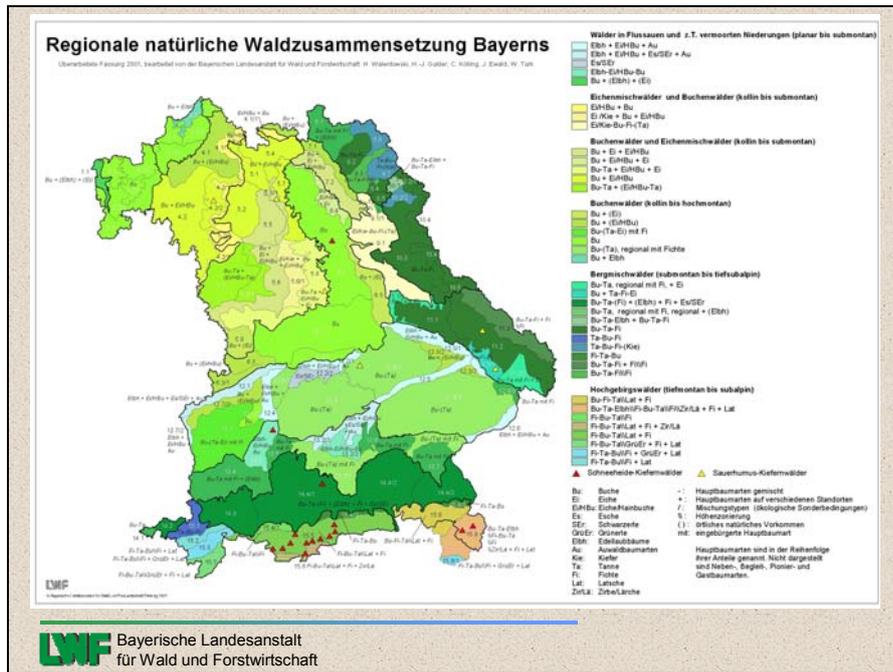
Folie 8



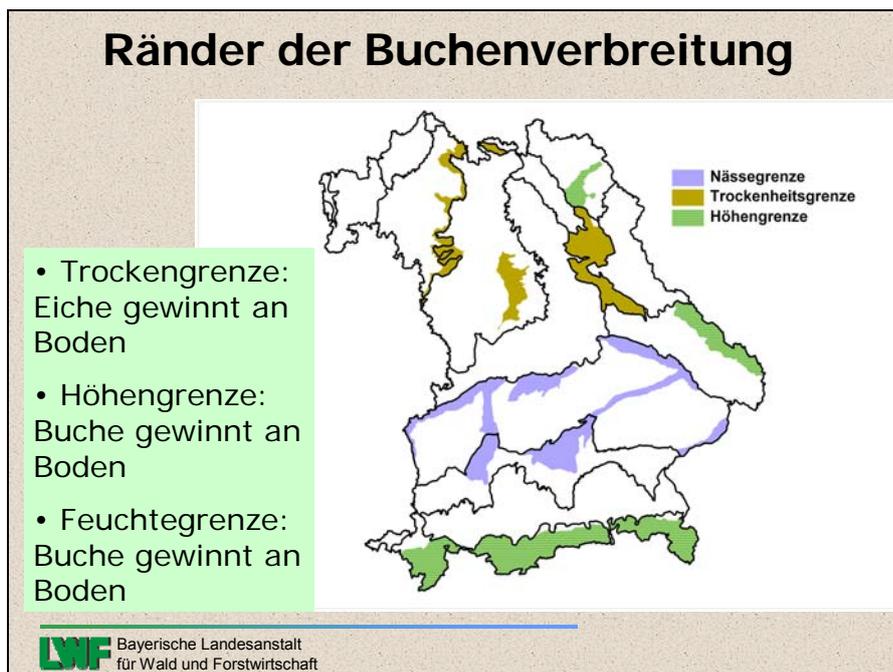
Trotz dieser Einschränkungen bei der Bestimmung der ökologischen Ränder haben die Forstliche Standorts- und Vegetationskunde plausible Vorstellungen von der regionalen und ökologischen Verbreitung der Waldbaumarten und Waldgesellschaften entwickelt. Diese bilden in den Bundesländern die Grundlage der forstlichen Planung. Die Karte der natürlichen Waldzusammensetzung für Bayern weist auf der überwiegenden Mehrheit der Fläche rotbuchendominierte Wälder aus. An nur wenigen Rändern werden die Buchenwälder von anderen Waldgesellschaften abgelöst. An der Nässegrenze lösen Auwaldgesellschaften, an der Trockenheitsgrenze Eichenmischwälder und an der Höhengrenze natürliche Fichtenwälder die ansonsten weitverbreiteten Buchenwälder ab. Eine mit Wärme und Trockenheit einhergehende Klimaveränderung trifft vor allem die Buchenwälder an diesen Rändern: An der Trockengrenze werden die Buchenwälder Terrain an die Eichenmisch-

wälder verlieren, am Höhenrand steigt die Buche bei wärmerem Klima in die Zone der Fichtenwälder auf und am Nässerand könnten sich Buchenwälder zu Lasten der Auenwälder ausbreiten.

Folie 9



Folie 10



An den Rändern des Buchenvorkommens konzentrieren sich besonders viele nach § 30 des Bundesnaturschutzgesetzes besonders geschützte Biotope (Wälder auf Sonderstandorten). Die Wälder trocken-warmer Standorte werden bei einer Erhöhung der Jahrestemperatur vermutlich an Fläche gewinnen, Wälder der Nassstandorte (Auen-, Bruch-, Moor- und Sumpfwälder) könnten möglicherweise seltener werden, wenn durch größere Trockenheit die Spiegel von Grund- und Oberflächengewässern sinken. Die ebenfalls geschützten Wälder auf Block- und Felsstandorten dürften bei einer Klimaveränderung nur wenig Veränderung erfahren, weil ihr Vorkommen weitgehend klimaunabhängig ist.

Folie 11

## Waldbiotope (§30 BNatSchG)

- Feuchtstandorte: Möglicherweise Abnahme
- Trockenstandorte: Zunahme
- Block- und Felsstandorte: Unverändert



**LMF** Bayerische Landesanstalt  
für Wald und Forstwirtschaft

Alle vorangegangenen Betrachtungen zur Anfälligkeit von Wäldern beziehen sich auf die natürlichen Verhältnisse, wie sie in der Modellvorstellung der heutigen potenziell natürlichen Vegetation (hpnV) beschrieben sind. Bei dieser Betrachtung erweist sich der größte Teil Bayerns mit den hier vorherrschenden Buchenwaldgesellschaften als wenig anfällig, weil heutige und zukünftige potenzielle Vegetation nur wenig differieren. Erhöhte Wachsamkeit ist dagegen auch bei naturnahen Verhältnissen an den (in Bayern seltenen) Rändern des Buchenvorkommens geboten.

Folie 12

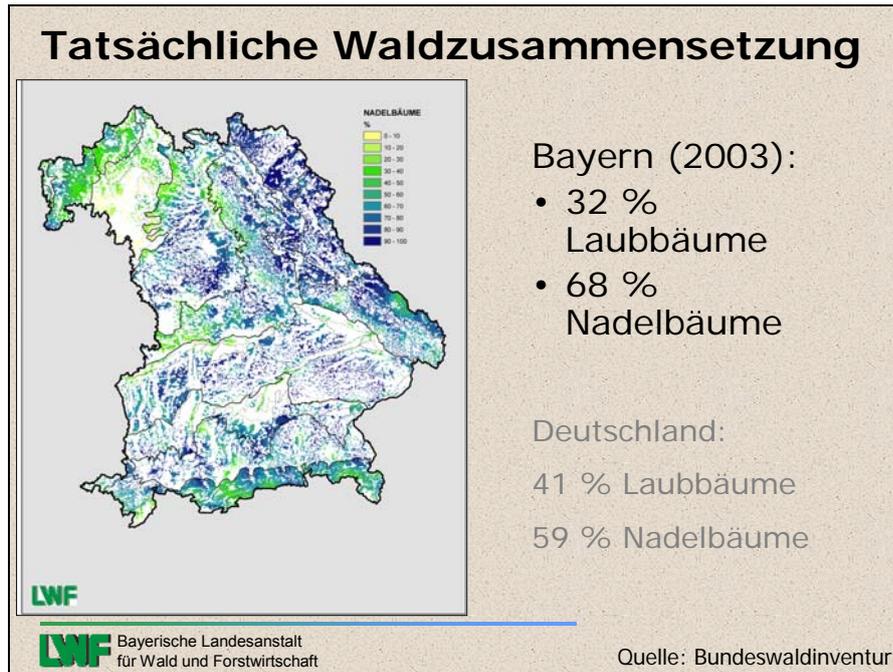
## Wie anfällig sind naturnahe (=Buchen-) Wälder?

- Deutschland ist ein größtenteils ein Buchenland
- Natürliche und naturnahe Buchenwälder sind für den Klimawandel zumeist gut gerüstet
- An den Rändern der Buchenverbreitung ist die Anfälligkeit am größten.



Unglücklicherweise ist das natürliche Waldkleid Bayerns (und Deutschlands) an vielen Orten weit von der natürlichen Waldzusammensetzung entfernt. Kunstforsten aus Fichte und Kiefer, daneben auch aus Lärche und Douglasie sind an die Stelle der natürlichen Buchenwälder getreten. Unter natürlichen Verhältnissen wäre das derzeitige Laubbaum-Nadelbaum-Verhältnis von 1:2 in Bayern mehr als umgekehrt. Innerhalb der Fraktion der Laubbaumarten würde, wie bereits erwähnt, die Buche unter natürlichen Verhältnissen eine erdrückende Mehrheit besitzen.

Folie 13



Folie 14



Naturferne Bestockungen sind in einem ganz anderen Ausmaß anfällig gegenüber Klimaveränderungen. Besonders deutlich wird dies bei der Fichte, die als Baumart des hohen Nordens oder des Hochgebirges kaum an hohe Temperaturen und Trockenheit angepasst ist. Die Risiken beim Anbau dieser Baumart ergeben sich bereits unter gegenwärtigen Klimabedingungen vor allem durch Borkenkäferbefall in Dürre Jahren, aber auch durch eine hohe Anfälligkeit gegenüber Sturm. Bereits Klimaveränderungen geringen Ausmaßes können das Risiko des Fichtenanbaus so stark anwachsen lassen, dass die Rentabilitätsschwelle unterschritten wird.

Folie 15



### Anpassung

In der Forstwirtschaft gibt es weitaus weniger Möglichkeiten für klimawandel motivierte Anpassungsmaßnahmen als in anderen Wirtschaftszweigen. Dies hängt mit der starken Bindung der Forstwirtschaft an das Naturpotenzial, den forstlichen Standort, zusammen. Bereits in der Frühzeit der Forstwirtschaft wurde der Begriff vom „eisernen Gesetz des Örtlichen“ geprägt. Anders als z.B. in Landwirtschaft und Gartenbau sind die Möglichkeiten zur künstlichen Beeinflussung der Umweltbedingungen gering. Es kann nicht bewässert werden, es gibt kein Ausweichen unter Folientunnel oder in Gewächshäuser. Ebenso begrenzt sind wegen der langen Generationszeiträume die Möglichkeiten der Züchtung. Eine der wenigen Erfolg versprechenden Anpassungsmaßnahmen ist die Wahl der richtigen Baumart bei der Bestandesbegründung. Aber auch hier sind die langen Generationszeiträume hinderlich.

Bei einer durchschnittlichen Umtriebszeit von 100 Jahren und damit einem Durchschnittsalter von 50 Jahren ist bei der Hälfte aller Waldflächen die Baumartenzusammensetzung bis zum Jahr 2056 bereits festgelegt, die Würfel sind gefallen. Diese Waldbestände gehen mit einer ohne Kenntnis des Klimawandels geplanten Baumartenzusammensetzung einer ungewissen Zukunft entgegen.

Im Waldnaturschutz sind die Anpassungsmöglichkeiten noch geringer, da viele Schutzobjekte (Nationalparke, Naturwaldreservate und Naturschutzgebiete) wenig oder gar nicht bewirtschaftet sind. Hier gibt es in den meisten Fällen keine andere Alternative, als den Übergang von einer Vegetationsform in die andere beobachtend zu begleiten. Wenig sinnvoll dürfte es sein, die Einstellung des neuen Gleichgewichts zwischen Umweltbedingungen und Lebensgemeinschaft aktiv durch Managementmaßnahmen zu verzögern.

Der faktisch nicht aufzuhaltende Wandel der Schutzobjekte bedeutet jedoch nicht zwangsläufig einen Verlust an ökologischer Wertigkeit. Vielmehr sind in der Zeit des Wandels eine Fülle naturschutzfachlich bedeutsamer Übergangsphasen und in der Zeit danach viele neue Gleichgewichtssituationen von eigenem ökologischen Wert zu erwarten.

Folie 16

## Anpassung (Adaption):

(1) In der **Forstwirtschaft** ist die Anpassung (z.B. der Baumarten) an die standörtlichen Bedingungen essentieller Bestandteil des Managements („eisernes“ Gesetz des Örtlichen).

(2) Auch im **Waldnaturschutz** bildet die Anpassung an die natürlichen Standortpotenziale die Grundlage für ein erfolgreiches Management.



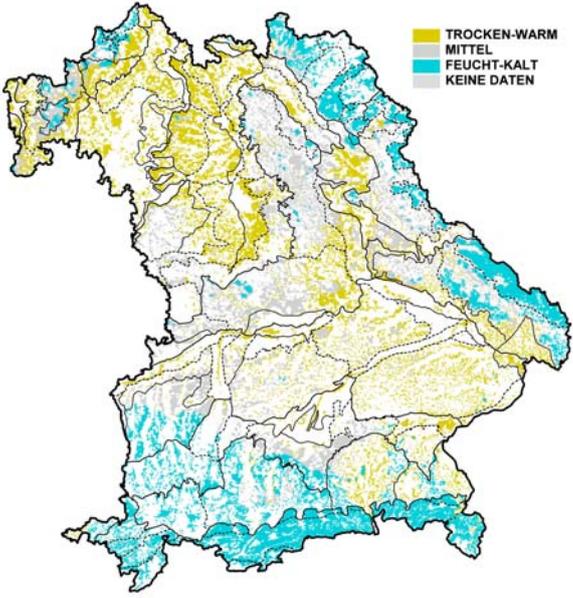

**LWF** Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Bei dem begrenzten Handlungsspielraum in der Forstwirtschaft ist es unerlässlich, Anpassungsmaßnahmen frühzeitig zu beginnen und auf Schwerpunkte der Anfälligkeit zu konzentrieren. In Bayern sind dies vor allem Fichtenbestände in der zweiten Hälfte ihrer Umtriebszeit, wenn sie im warm-trockenen Klimabereich stocken. Diese Bestände weisen, wie erwähnt, schon jetzt ein hohes Betriebsrisiko auf, das sich bei eintretendem Klimawandel stetig erhöhen wird. In einem ersten Schritt wurden daher auf der Basis aktueller (1961-1990) Klimadaten alle Waldflächen Bayerns den drei gleich großen Klimabereichen warm-trocken, feucht-kalt und mittel zugeordnet. Aus einer Verschneidung der Fläche des warm-trockenen Klimabereichs mit der Fläche der älteren Fichtenbestände ergeben sich als Schnittmenge die „adaption hot spots“. Die selektierten Fichtenbestände werden in einem eigens geschaffenen Umbauprogramm in laubholzreiche Bestände umgewandelt.

Folie 17

## Waldumbau- programm Klimawandel Bayern

- Hohes Risiko für Fichtenbestände besonders in trocken-warmen Klimaregionen
- Dort Umbau von Fichtenbeständen zu naturnäheren, laubbaumreichen Bestockungen



**TROCKEN-WARM**  
MITTEL

**FEUCHT-KALT**

**KEINE DATEN**

**LWF** Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Folie 18

**Waldumbau: Bayern spurtet in Richtung Mischwald**

**"Waldumbauprogramm Klimawandel im Staatswald" (WUKS) vorgestellt - Sonderprogramm startet an sieben Forstämtern.**

*(3. Mai 2004) München* – Um schneller zu dem gesteckten **Ziel von 50 Prozent Laubholz im Staatsforst** zu kommen, legt Bayern nun einen "Zwischenspurt" ein. Forstminister Josef Miller stellte am Montag im Perlacher Forst bei München das neue "Waldumbauprogramm Klimawandel im Staatswald" (WUKS) vor. Mit dem Sonderprogramm, in das rund 40 Millionen Euro investiert werden, **sollen in den nächsten zehn Jahren neben dem ohnehin laufenden Waldumbau zusätzlich 10.000 Hektar reiner Nadelholzwälder in Mischwälder umgewandelt werden.**

 Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

In der Forstwirtschaft orientiert sich die Baumartenwahl stark an den Umweltbedingungen. Durch den Klimawandel ist man nun gezwungen, nicht nur die gegenwärtig herrschenden, sondern auch die zukünftigen Umweltbedingungen bei der Planung zu berücksichtigen. In Bayern ist der Rahmen für die Baumartenwahl gesetzlich festgelegt. Der entsprechende Artikel im Waldgesetz verlangt in Analogie zu der Begrifflichkeit des Bundesnaturschutzgesetzes einen angemessenen Anteil standortheimischer Baumarten. Damit sind die Baumarten der natürlichen Waldgesellschaft (hpnV) gemeint. Wie oben dargelegt, sind naturnahe, der natürlichen Waldgesellschaft ähnliche Bestände in vielen Fällen die am wenigsten anfällige Bestockungsform, insbesondere wenn die natürliche Waldgesellschaft der Zukunft nicht oder nur wenig von der natürlichen Waldgesellschaft der Gegenwart abweicht.

Das Waldgesetz für Bayern lässt aber auch die Beteiligung weiterer, nicht der natürlichen Waldgesellschaft zugehöriger Baumarten zu. Für diese Baumarten gilt, dass sie standortgerecht sein sollen. Dabei ist der Anbauerfolg das bestimmende Kriterium, daneben dürfen standortgerechte Baumarten keinen negativen Einfluss auf die Böden haben. Aus der vom Waldgesetz vorgegebenen Zweiteilung der Baumarten in standortheimische und standortgerechte ergibt sich auch die Richtschnur für die Baumartenwahl in den Zeiten des Klimawandels. Die neu zu begründenden oder umzuwandelnden Wälder sollen naturnah sein, d.h. in wesentlichen Punkten mit der gegenwärtigen und vor allem der zukünftigen natürlichen Waldgesellschaft übereinstimmen. Sollen aus wirtschaftlichen Motiven weitere Baumarten angebaut werden, so ist besonders scharf darauf zu achten, dass die gegenwärtigen und zukünftigen Standortsbedingungen den Bedürfnissen dieser Baumarten voll und ganz entsprechen. So wird man in vielen Bereichen auf die früher verbreitete Beimischung der Fichte verzichten und auf andere Alternativen, z. B. auf die aus Nordamerika stammende und trockenheitsverträglichere Douglasie ausweichen müssen.

Eines ist sicher: die Baumartenwahl besetzt eine Schlüsselposition in der Anpassung der Forstwirtschaft an den Klimawandel. Als Waldbesitzer sollte man die wichtigste Entscheidung über die Zukunft des Waldes mit der allergrößten Sorgfalt vorbereiten und sich dabei der Beratung durch Spezialisten bedienen. Die forstliche Standortkunde besitzt bereits viele für eine krisenfeste Baumartenwahl notwendigen Werkzeuge, weitere müssen unter Zeitdruck erst noch entwickelt werden.

Folie 19

## Baumartenwahl

- **Naturnah**  
(„Standortheimisch“)

Baumarten der natürlichen Waldgesellschaft

- **Erfolgversprechend**  
(„Standortgemäß“, „Standortangepasst“, „Standortgerecht“)

Aus wirtschaftlichen Motiven angebaute Baumarten



**LWF** Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Folie 20

## Zusammenfassung

**Einwirkung:** Klimaveränderungen sind ein weitgehend akzeptiertes Faktum. Ausmaß und Tempo der Veränderung sind jedoch noch nicht hinreichend bekannt.

**Anfälligkeit:** Die Anfälligkeit der Wälder richtet sich nach der Naturnähe und der Entfernung von ökologischen Rändern.

**Anpassung:** Anfällige Wälder müssen an die Veränderungen angepasst werden. Hierbei orientiert man sich an der (zukünftigen) natürlichen Waldgesellschaft, ein ausreichender Abstand von den ökologischen Rändern der Baumarten ist einzuhalten.

**LWF** Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die **Einwirkung** des globalen Klimawandels auf die Wälder Mitteleuropas ein nicht mehr zu leugnendes Faktum ist. Unsicherheiten bestehen zwar noch hinsichtlich des Ausmaßes und der Geschwindigkeit der Veränderungen, sind jedoch kein Freibrief für Sorglosigkeit und Untätigkeit.

So verschieden die Wälder Mitteleuropas, so unterschiedlich auch ihre **Anfälligkeit** für die Folgen des Klimawandels. Naturnahe Buchenwälder im Optimalbereich ihrer Standortansprüche sind weit aus weniger anfällig als Buchenwälder an den Rändern ihrer Verbreitung. Als hoch anfällig gelten viele der an die Stelle der natürlichen Wälder getretenen Forsten aus Nadelbäumen, vor allem aus Fichte.

Die Differenzierung der Wälder nach ihrer Anfälligkeit eröffnet die Chance, Maßnahmen an Brennpunkte der Anfälligkeit zu bündeln. Hierbei ist eine naturnahe, d.h. an der Baumartenzusammensetzung sowohl der gegenwärtigen als auch vor allem der zukünftigen natürlichen Waldgesellschaft

orientierte Baumartenzusammensetzung anzustreben. Bei aller Unsicherheit der Prognose und den Unschärfen bei der Herleitung der zukünftigen natürlichen Waldgesellschaft sind ausreichende Sicherheitsabstände zu den ökologischen Rändern der Baumarten einzuhalten. Das Waldkleid von morgen muss so weit geschneidert sein, dass es für alle Eventualitäten passt.

Aus dem Gesagten dürfte klar geworden sein, dass die Klimaveränderung die Forstwirtschaft von einer Aufgabe noch nie da gewesenen Ausmaßes stellt. Es bestehen realistische Chancen für erfolgreiche Anpassungsmaßnahmen, allerdings sind dazu einige Punkte abzarbeiten:

Die Stärke der vorherzusehenden **Einwirkung** ist auf globaler und vor allem regionaler Ebene unbedingt zu präzisieren. Forstwirtschaft wird von den Umweltbedingungen auf lokaler Ebene gesteuert, die meisten Vorhersagemodelle gelten hingegen für wesentlich höhere Maßstabsebenen. Darüber hinaus gilt, dass Trockenheit in ihrer Auswirkung auf Waldbäume kein rein meteorologisch-klimatologisches Problem ist. Der Boden als Wasserspeicher hat hier eine wichtige vermittelnde und ausgleichende Funktion. Klimamodelle müssen daher mit Bodenwasserhaushaltsmodellen ergänzt werden., um den Katalog der Einwirkungen zu komplettieren.

In der Frage der **Anfälligkeit** sind alle Wissenslücken zu schließen, die die Kenntnis der Standortsansprüche und der ökologischen Ränder der Baumarten betreffen. Die hierzu vorliegenden Beobachtungen und Erfahrungen sind durch Experimente in Freiland und Labor zu verifizieren und ergänzen.

Maßnahmen der **Anpassung** haben nur dann eine realistische Erfolgchance, wenn sie sich auf die besonders anfälligen Regionen und Standorte beschränken. Dazu müssen diese zunächst identifiziert und abgegrenzt werden. Für die Anpassungsbereiche sind Managementmodelle zu entwickeln, die einerseits die Vielfalt der Szenarien berücksichtigen und auch bei einer von der Prognose abweichenden Entwicklung noch zu tragbaren Ergebnissen führen („no regret“). Weiterhin sind solche Modelle zu bevorzugen, die neben dem beabsichtigten Haupteffekt der Anpassung an den Klimawandel noch weitere günstige Nebenwirkungen zeigen („win-win“). So hat beispielsweise die Bevorzugung naturnaher Waldaufbauformen nicht nur angesichts des Klimawandels, sondern auch aus Sicht des Naturschutzes viele Vorteile. Je mehr solcher „Mitnahmeeffekte“ ein Maßnahmenkonzept aufweist, desto größer sind die Chancen seiner Realisierung.

Folie 21



## Eigene Publikationen zum Thema:

Ammer,C., Albrecht,L., Borchert,H., Brosinger,F., Dittmar,C., Elling,W., Ewald, J., Felbermeier, B., von Gilsa,H. , Huss, J., Kenk,G., Kölling,C., Kohnle,U., Meyer,P., Mosandl,R., Moosmayer,H.-U., Palmer, S., Reif,A., Rehfuess,K.-E., Stimm, B. (2005) Zur Zukunft der Buche (*Fagus sylvatica* L.) in Mitteleuropa – kritische Anmerkungen zu einem Beitrag von Rennenberg et al. (2004). Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 176, 60 - 67

Borchert, H., Kölling, C (2004) Waldbauliche Anpassung an den Klimawandel jetzt beginnen. LWF aktuell 43, 28 - 30

Borchert,H. und Kölling,C. (2003) Wachsen Palmen bald am Chiemsee? Welche waldbaulichen Konsequenzen werden derzeit diskutiert?. LWF aktuell 37, 23 - 29

Horn, O., Kölling, C. (2002) Waldbau mit der Natur - Eigentümer bestimmt über Beteiligung der Baumarten. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 13, 54 - 55

Kölling, C. (2005) Waldbau im Klimawandel. Mit Mischwald nachhaltig die Zukunft gestalten. Festschrift 20 Jahre VfS. Hrsg.: Verein für Standortserkundung e.V., München , 20 - 23

Kölling, C. (2006) Waldbau im Klimawandel - eine Herausforderung für die Forstliche Standortserkundung. FORSTINFO 3, 1 - 4

Kölling, C. (2006) Standortgerechte Wälder in Zeiten des Klimawandels: Welche Baumarten braucht der Wald von morgen?. Mitt. Bayer. Forstverein, im Druck ,

Kölling, C., Borchert, H. (2004) Gibt es eine Trockentanne im fränkischen Keuper?. LWF aktuell 46, 22 - 23

Kölling, C., Müller-Kroehling, S. Walentowski, H. (2005) Gesetzlich geschützte Waldbiotope. Sonderheft von Die Pirsch und Afz/Der Wald. dlv-Verlag München , 1 - 40

Kölling, C., Walentowski, H. (2001) Bayern: Ein Buchenmeer mit Inseln. LWF aktuell 31, 6 - 8

Kölling, C., Walentowski, H., Borchert, H.: (2005) Die Buche: Eine Waldbaumart mit grandioser Vergangenheit und sicherer Zukunft in Mitteleuropa.. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald 60, 696 - 701

Kölling, C., Walentowski, H., Gulder, H.-J. (2001) Für Waldbau und Naturschutz: Es wächst zusammen, was zusammen gehört. LWF aktuell 31, 2 - 3

Schultze, B., Kölling, C., Dittmar, C., Rötzer, T., und Elling, W. (2005) Konzept für ein neues quantitatives Verfahren zur Kennzeichnung des Wasserhaushalts von Waldböden in Bayern: Modellierung – Regression – Regionalisierung. Forstarchiv 76, 155 - 163

Walentowski, H., Ewald, J., Fischer, A., Kölling, C., Türk, W. (2004) Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns. Ein auf geobotanischer Grundlage entwickelter Leitfaden für die Praxis in Naturschutz und Waldbau. Freising: Geobotanica-Verlag , 1 - 441

Walentowski, H., Gulder, H.-J., Kölling, C., Ewald, J., Türk, W. (2001) Die regionale natürliche Waldzusammensetzung Bayerns. Berichte aus der LWF 32, 1 - 97

Quellenangaben und Literaturhinweise zum Vortrag beim Autor.

## II. Kurzvorträge

### **Urwaldzerstörung als zusätzlicher Motor des globalen Klimawandels – eine Herausforderung mit Fallstricken**

**CHRISTOP THIES, GABRIELA VON GOERNE, MARTIN KAISER - GREENPEACE E.V.**  
(Vortrag nachträglich eingereicht)

Die globalen Waldzerstörungen und insbesondere Urwaldrodungen in den Tropen sind ein wichtiger Faktor beim Klimawandel und der globalen Erwärmung. Schätzungen zufolge tragen sie mit bis zu einem Viertel zu den globalen Emissionen des wichtigsten Treibhausgases Kohlendioxid in die Atmosphäre bei. Folglich kommt der Wald- und insbesondere der Urwalderhaltung neben seiner überragenden Rolle für den globalen Biodiversitätsschutz auch eine wichtige Funktion bei der Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen zu.

Die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) und sein Kyoto Protokoll müssen diesen Problembereich dringend angehen. Bei den anstehenden Verhandlungen der Zweiten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls nach 2012 ist es klar, dass auch Schwellen- und Entwicklungsländer zukünftig in das Verpflichtungsregime aufgenommen werden. Denn Länder wie Brasilien und Indonesien liegen, bei Einberechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Entwaldung, auf den Rängen 4 und 5 der globalen CO<sub>2</sub>-Emittenten. Umso begrüßenswerter ist es, dass gerade eine Gruppe von Entwicklungsländern, angeführt von Papua Neu Guinea und Costa Rica, nun Vorschläge, reduzierte Emissionen aus Waldrodungen in das Klimaregime aufzunehmen, in die Verhandlungen seit der Klimakonferenz 2005 in Montreal eingebracht haben.

Nachdem der multilaterale, waldpolitische Prozess seit Rio mit dem seit 2000 geschaffenen, teuren und unverbindlichen UN Waldforum in die Sackgasse geraten ist, beschäftigt sich derzeit auch die Konvention über Biologische Vielfalt (CBD) mit neuen Finanzierungsmechanismen zur Einrichtung und effektiven Management von Schutzgebieten. Den Urwaldschutzgebieten kommt eine herausragende Rolle für die Erreichung des von den Staatschefs vereinbarten 2010 Biodiversitätsziels zu. Im Rahmen des CBD Verhandlungsprozesses wurde aber auch erkannt, dass die Umsetzung von international vereinbarten Zielen in z.T. abgelegenen, fern von staatlicher Kontrolle liegenden Urwaldgebieten eine echte Herausforderung sind. Nicht zuletzt hat der 2005 erschienene wissenschaftliche Bericht *Millennium Ecosystem Assessment* sehr eindrücklich gezeigt, dass zum einen der globale Klimawandel in den nächsten zwei Jahrzehnten zu einer der Hauptbedrohungen von Biodiversität wird, zum anderen, dass nur große Schutzgebiete der eingesetzten, klimabedingten Artenwanderung überhaupt noch entgegenwirken können.

**Vor diesem Hintergrund bergen die Vorschläge zur vermiedenen Entwaldung in Rahmen des Klimaregimes somit einige Chancen, aber auch Fallstricke.**

In den Emissionshandel des Kyoto Protokolls integriert, würde dieser Ansatz erstmals einen Anreiz schaffen, Waldrodungen zu vermindern. Ein solcher Mechanismus wäre dringend notwendig, um gegen die Abholzung oder Umwandlung in landwirtschaftliche Flächen auch finanzielle Anreize zu haben.

Er birgt aber auch die Gefahr, dass Industrieländer für die Eindämmung der Rodungen in Tropenwaldländern „zahlen“, sich damit aber von den eigenen Reduktionsverpflichtungen in ihrem Land frei kaufen. Weniger Emissionen aus Waldrodungen, aber die entsprechende Menge mehr (bzw. weniger reduzierter) Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe wären die Folge.

## **Eckpunkte für die Verhandlungen der Entwaldung im Rahmen des Klimaregimes**

Die Kohlendioxid-Emissionen aus Waldrodungen sollten sich nicht auf Einzelprojekte beschränken, sondern auf nationaler Basis behandelt und entsprechende nationale Reduktionsziele und -anreize vereinbart werden.

Emissionsgutschriften aus verhinderten Waldrodungen *eins zu eins* handelbar zu machen mit Emissionen aus fossilem Kohlenstoff wäre ein problematischer Anreiz, es sei denn, die Reduktionsziele für Industrieländer würden entsprechend verschärft. Die zeitliche Befristung einer Verpflichtungsperiode unter dem Kyoto-Protokoll darf nicht der Notwendigkeit der langfristigen Erhaltung der letzten Urwälder entgegen stehen.

Neben der Wahl eines zielführenden Anreizes muss die internationale Gemeinschaft helfen Kapazitäten zu schaffen, um nationale Emissionen aus Waldrodungen verlässlich messen und überwachen zu können. Die Inventarisierung, Überwachungs- und Verifizierungsprogramme müssen für die verschiedenen Waldbiome nach einem international festgelegten Standard als Basis für berechenbare Reduktionen dieser Emissionen erfolgen. Insbesondere wäre wichtig die Berechnung des Ausgangsniveaus (baseline) einheitlich festzulegen. Bis heute fehlen solche Programme in den meisten Tropenwaldländern.

Wichtige begleitende Maßnahmen, die die Klimarahmenkonvention und die internationale Gemeinschaft unterstützen muss, um Emissionen aus Waldrodungen dauerhaft zu vermindern und schließlich zu stoppen sowie den Urwaldschutz insgesamt zu stärken, sind:

- Einhaltung und Vollzug von Gesetzen zum Schutz der Wälder
- Effektive Landbesitz und Landverteilungs-Systeme incl. partizipatorischer Landschaftsplanungsprozesse
- Einrichtung neuer und effektives Management aller Waldschutzgebiete
- Demarkierung indigener Territorien
- Förderung von Gemeinde-Waldwirtschaftsprojekten
- Förderung glaubwürdiger nationaler Standards für die Zertifizierung von Waldwirtschaft

Dies sind einige der zum Teil komplexen und schwierigen Herausforderungen, die ein effektives System zur Verminderung von Waldrodungen und deren Kohlenstoffemissionen im Spannungsfeld zwischen Natur- und Klimaschutz adressieren muss. Beide Ziele sind überlebenswichtig für das Leben auf der Erde und keins kann zugunsten des anderen aufgegeben werden.

Quellenangaben und Literaturhinweise bei den Autoren.

## Klimaschutz durch Aufforstung - Ohne die Nutzung der Wald-Holz-Option wird effektiver Klimaschutz nicht mehr gelingen

HORST EMSE - PRIMAKLIMA-WELTWEIT E.V.

Sehr geehrte Damen und Herren, es ist absolut nötig, über die Auswirkungen des sich verstärkenden Klimawandels auf den Wald und den Naturschutz zu sprechen.

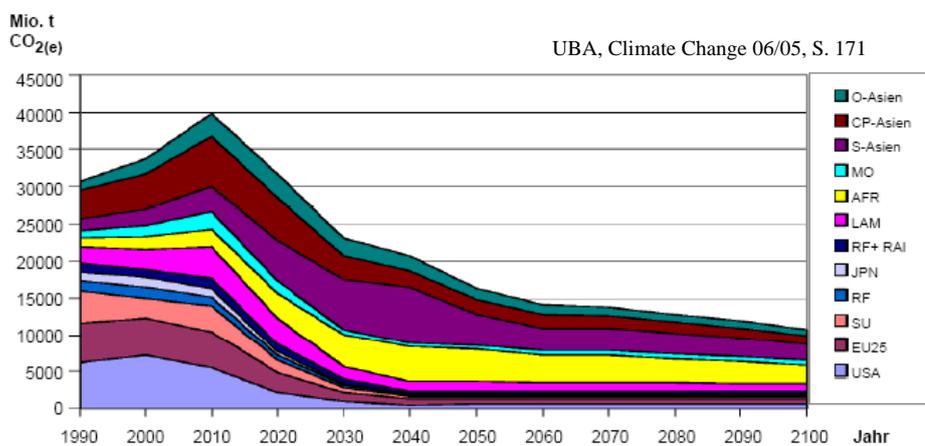
Aber es ist ebenso nötig, sich immer wieder die *Ursache* des Klimawandels vor Augen zu halten und darüber zu reden, was getan werden *kann* und deshalb getan werden *muss*, um das Schlimmste noch zu verhindern. Weil zur Eindämmung der Treibhausgase (THG-Problematik) der Wald über das bisherige Maß hinaus eine höchst bedeutsame und unverzichtbare Rolle spielen kann, muss *auch auf dieser Tagung* dazu gesprochen werden.

Frau Höltermann schloss gestern Abend mit den zitierten Worten: „es kommt heutzutage darauf an, aus der zukunft zu lernen“. Ich bitte sie, in diesem sinn meinen Ausführungen zu folgen.

**IM OKTOBER 2005 VERÖFFENTLICHTE DAS UMWELTBUNDESAMT (UBA) „21 THESEN ZUR KLIMASCHUTZPOLITIK DES 21. JAHRHUNDERTS ...“ (UBA, CLIMATE CHANGE 06/05). DIE KERNTHESE DER AUSFÜHRUNGEN LAUTET:**

UM DAS ZIEL ZU ERREICHEN, DASS DIE ERWÄRMUNG DER BODENNAHEN LUFTSCHICHTEN NICHT ÜBER 2 °C HINAUSGEHT, IST ES NOTWENDIG, BIS ETWA 2100 DIE KONZENTRATION DER TREIBHAUSGASE (THG) IN DER ATMOSPÄRE BEI 400 PPM CO<sub>2</sub>-ÄQUIVALENTE ZU STABILISIEREN. DIES BEDEUTET: DER ANSTIEG DER GLOBALEN EMISSIONEN MUSS IN DEN NÄCHSTEN 10 BIS 20 JAHREN GESTOPPT WERDEN. ANSCHLIEßEND MÜSSEN DIE EMISSIONEN BIS 2050 AUF UNTER DIE HÄLFTE DES HEUTIGEN NIVEAUS UND AUF EIN VIERTEL DES „BUSINESSS AS USUAL“-TRENDS SINKEN.

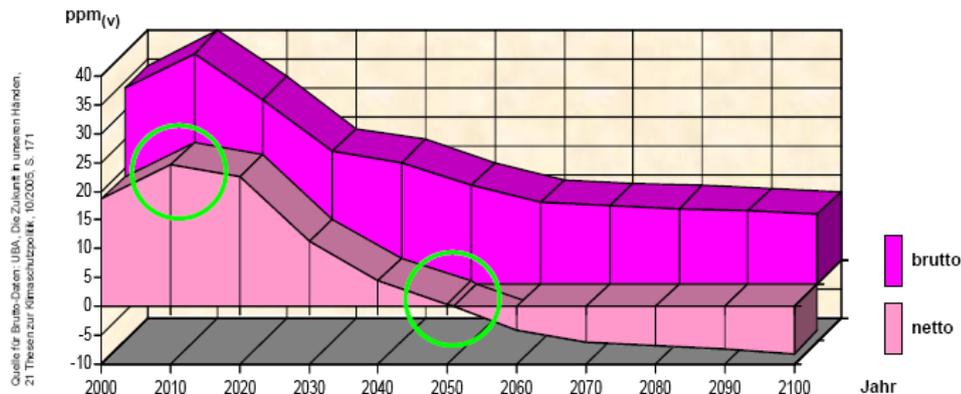
Alle Länder der Welt sollen, entsprechend ihrer jeweils aktuellen THG-Emission, den Anstieg ihrer Emissionen drosseln, wobei den technisch noch nicht so entwickelten Ländern zunächst noch differenzierte Entwicklungsspielräume zugestanden werden. Das Ziel ist, bis zum Ende des Jahrhunderts in den meisten Ländern auf ein Niveau unterhalb von 2 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Kopf der Bevölkerung zu kommen. Ein *Vier-Stufen-Konvergenz-Ansatz* soll zur in der nachfolgenden Grafik dargestellten Entwicklung der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen führen:



Grafik 1

Die Grafik 1 zeigt mit den verschiedenen Farben die definierten Emissionsmengen einzelner Ländergruppen, angegeben in *Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente*. Die Gesamthöhe der Kurvenpunkte über dem jeweiligen Jahrzehnt stellt den für dieses Jahrzehnt geplanten max. CO<sub>2</sub>-Zufluss dar. Dieser Zufluss ist in Grafik 2 statt in Tonnen als die jährliche *Veränderung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in ppm* dargestellt – zunächst als Bruttowert, entsprechend der Emission (dunkelviolet), dann als Nettowert nach Abzug dessen, was Ozeane und Vegetation Jahr für Jahr entsorgen (hellviolet).

Ab 2010 würde bei Realisierung des Konvergenzplans der globale jährliche Konzentrationszuwachs abnehmen, um etwa 2050 gäbe es keine Erhöhung mehr; ab dann wäre die natürliche Ent-sorgung größer als der Neueintrag.

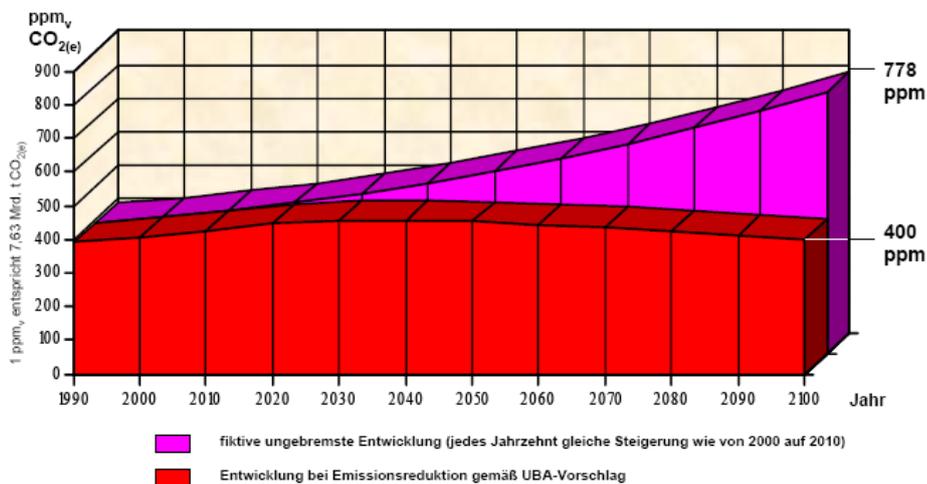


Grafik 2

Die UBA-Angabe der jährlichen Emissionsmenge in Mio. t CO<sub>2(e)</sub> wurde hier umgerechnet in ppm<sub>v</sub> CO<sub>2(e)</sub>.  
Rechnungsbasis: 1 ppm<sub>v</sub> entspricht ca. 7,6 Mrd. t

Die **Nettowerte** ergeben sich bei Annahme einer als konstant unterstellten jährlichen Minderung der Brutto-Emissionswerte um 17 Mrd. t wegen der Entsorgungsleistung von Ozeanen und Wäldern + 1,5 Mrd. t p.a. wegen des natürlichen Abbaus von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten

Die Auswirkung dieser jährlichen Zuflüsse auf den CO<sub>2</sub>-Bestand, also die Konzentrationsentwicklung, ist in Grafik 3 dargestellt. Als Hintergrund zunächst eine fiktive ungebremste Entwicklung (violett), davor die zu erwartende Konzentrationsentwicklung gemäß UBA-Modell. - Das Ziel des Konvergenzansatzes wäre erreicht: ab 2010 gäbe es keinen weiteren Anstieg der jährlichen Emissionsmenge; gegen 2100 wäre das Konzentrationsniveau auf ca. 400 ppm gesunken; gegen 2100 wären die meisten Länder bei einer Pro-Kopf-Emissionsrate unter 2 Tonnen pro Jahr ange-langt, was zur Stabilisierung des Konzentrationsniveaus führt.

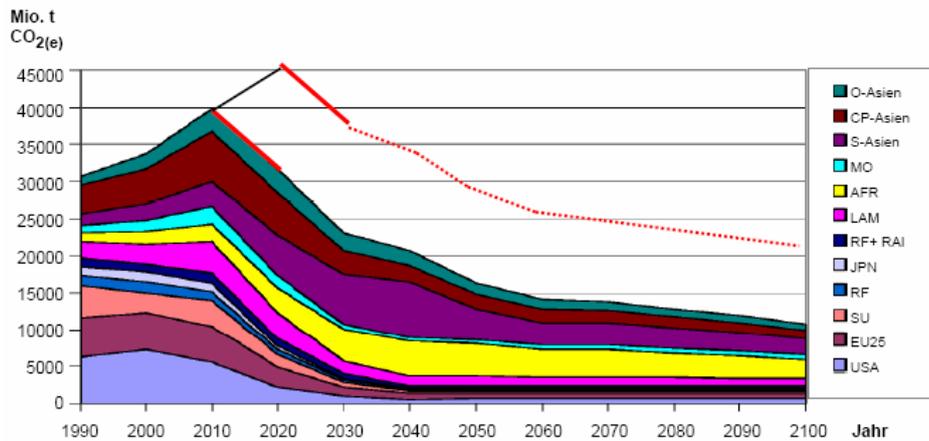


Grafik 3

■ fiktive ungebremste Entwicklung (jedes Jahrzehnt gleiche Steigerung wie von 2000 auf 2010)  
■ Entwicklung bei Emissionsreduktion gemäß UBA-Vorschlag

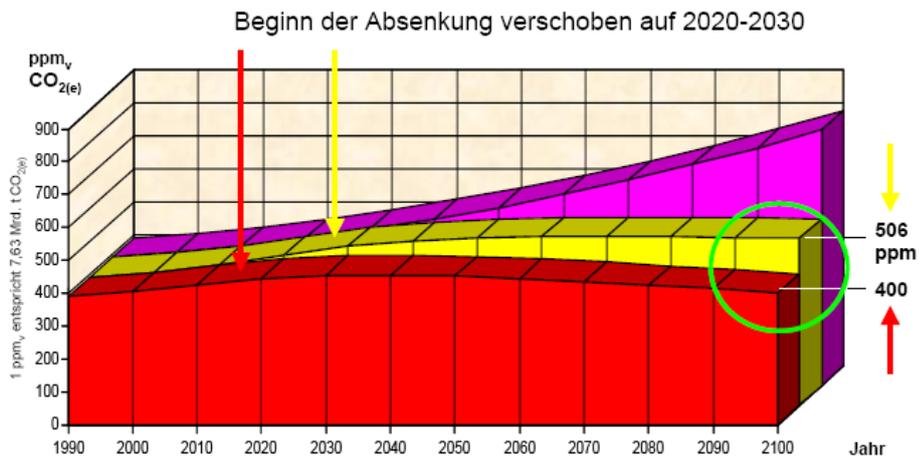
Der **4-Stufen-Konvergenz-Ansatz** klingt durchaus überzeugend. **Aber:** Es sind große Zweifel angebracht, dass der Plan als solcher und in dem vorgesehenen Zeitrahmen umsetzbar ist.

1. Muss nicht die bisherige mangelhafte Umsetzung der Beschlüsse von Rio und Kyoto als Hinweis darauf verstanden werden, dass die Menschheit als Ganze bisher nicht sonderlich gewillt ist, so etwas wie den Konvergenzplan ernst zu nehmen? Mit größter Wahrscheinlichkeit ist mit erheblichen Abstrichen zu rechnen.
2. Angenommen, die Abstriche bei der Umsetzung entsprächen in ihrer Summe einer Ver-zögerung der von 2010 auf 2020 geplanten Reduktion um 10 Jahre – das Jahr 2006 ist ja bereits erreicht – ansonsten möge alles gemäß dem **4-Stufen-Konvergenz-Ansatz** verlaufen:



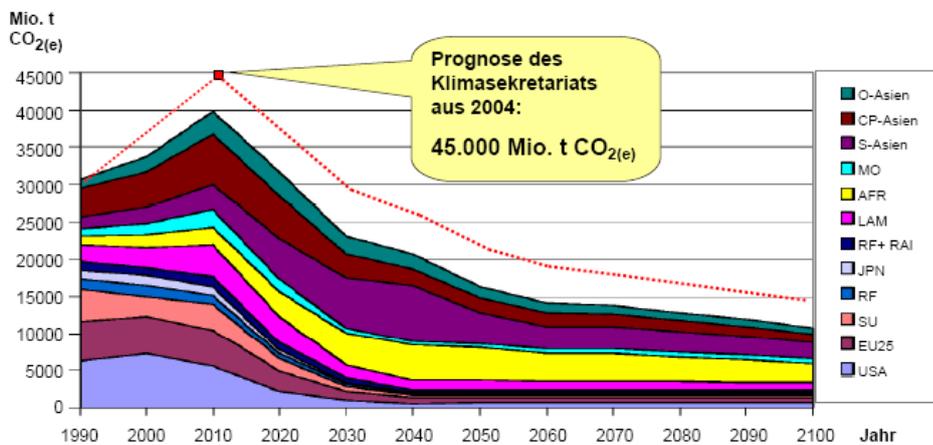
Grafik 4

Als Folge davon wird die Absenkung der jährlichen Emissionsrate statt auf dem Niveau von 40 Mrd. Jahrestonnen auf dem Level von ca. 45 Mrd. Jahrestonnen beginnen – mit erheblichen Auswirkungen auf die Folgejahre. Das Ergebnis wäre, dass die Konzentration 2100 um gut 100 ppm höher sein würde als geplant, s. Grafik 5, gelb.



Grafik 5a

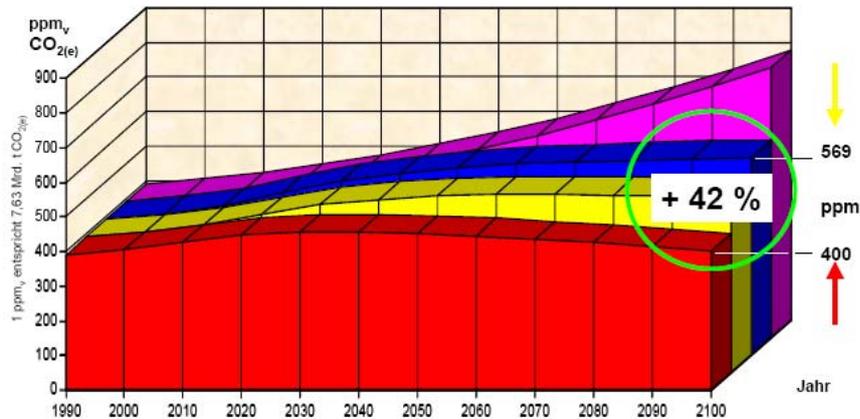
- Das Bonner Klimasekretariat hat 2004 prognostiziert, dass 2010 die globalen THG-Emissionen 45 Mrd. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente p.a. erreichen werden:



Grafik 5b

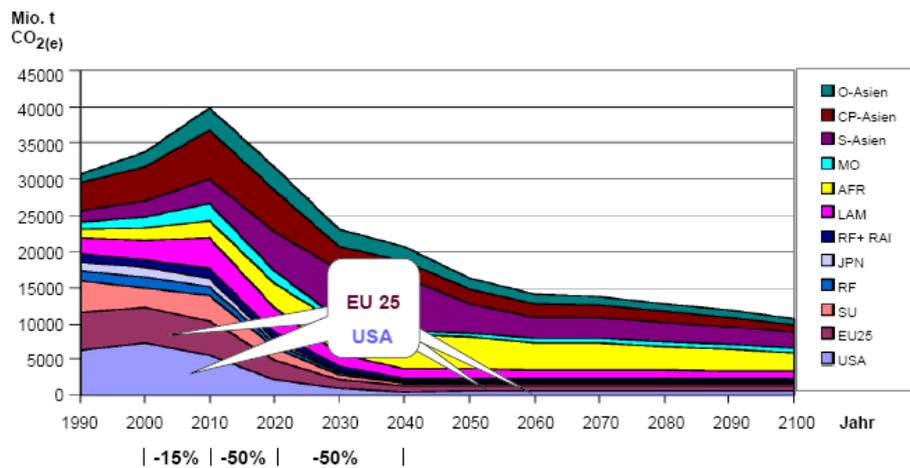
Wenn das so eintrifft, dann erhöht sich wegen der entsprechend auch in der Folgezeit jährlich höheren Zuwachsraten das Bestandsniveau in 2100 um weitere ca. 70 ppm. Zusammen mit der vorgenannten möglichen Ursache würde das zu einer schon um rd. 170

ppm höheren THG-Konzentration im Jahr 2100 führen (Grafik 6, dunkelblau), also 42 % mehr, als das vom UBA geforderte Maximum.



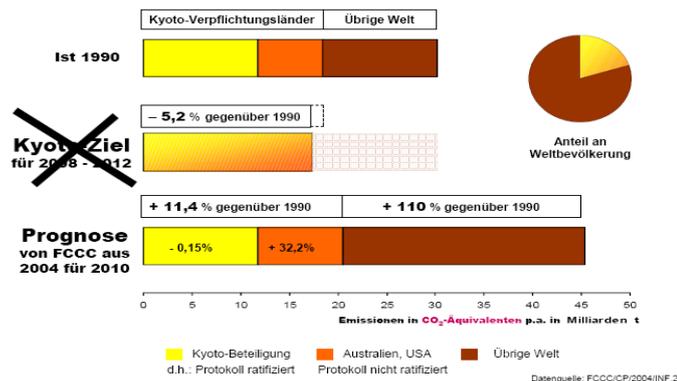
Grafik 6

- Die EU25 und die USA sollen gemäß UBA-Vorschlag ihre Emissionen bis 2050 auf 1,5 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Person und Jahr reduzieren:



Grafik 7

Das erfordert von 2000 bis 2010 eine Reduktion um ca. 15 % gegenüber 2000, von 2010 bis 2020 eine Reduktion um ca. 50 % gegenüber 2010 und von 2020 bis 2040 um ca. 50 % gegenüber 2020. - In starkem Kontrast zu dieser enormen Reduktionserwartung rechnet die schon erwähnte UN-Prognose damit, dass die THG-Emissionen der Kyoto-Verpflichtungsstaaten, die bis 2008/2012 um 5,2 % gegenüber 1990 sinken sollen, statt dessen bis 2010 um 11 % höher sein werden als 1990:



Grafik 8

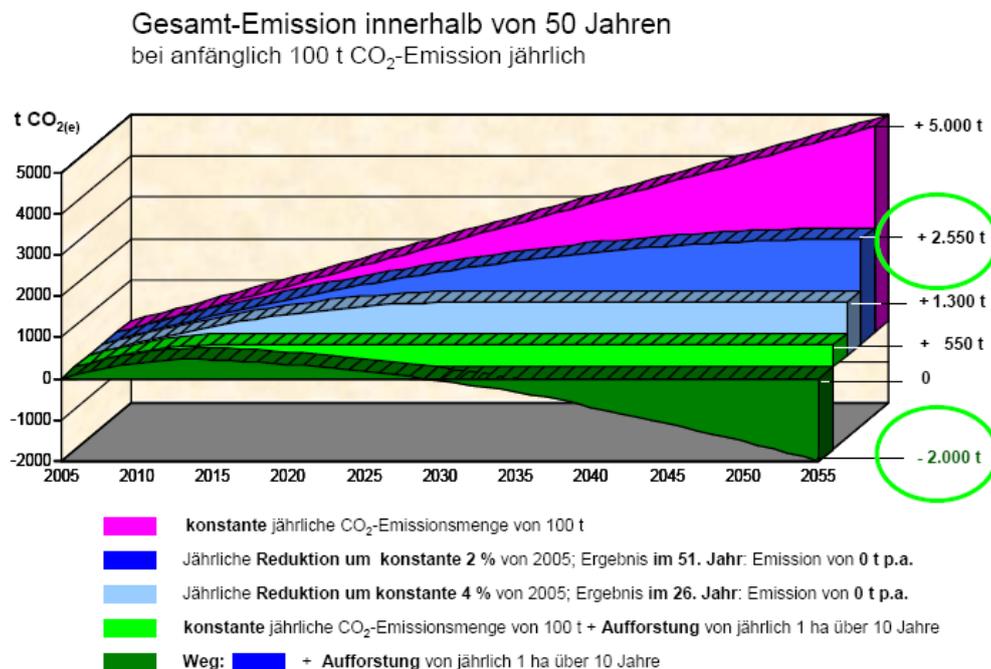
Damit sind nur einige der sich ins Bild drängenden Unsicherheitsfaktoren benannt. Bei PRIMAKLIMA-weltweit- e.V. werden aus dieser Analyse folgende Schlüsse gezogen:

Einerseits: An den Zielvorgaben des UBA-Vorschlags dürfen keine Abstriche gemacht werden. Ihre Realisierung ist aber allein mit den Maßnahmen, die bisher weltweit und in Deutschland eingeleitet wurden, eher unwahrscheinlich.

Auch die noch in der Entwicklung befindliche Option der geologischen Kohlenstoffspeicherung (technische Sequestrierung) berechtigt einstweilen noch nicht dazu, die Erreichung des 2-Grad-Ziels als hinreichend gesichert zu betrachten.

Andererseits: Das Ziel lautet, die globale *Emissionsmenge* so schnell wie möglich unter die bisher von Ozeanen und Biosphäre gebundene Kohlenstoffmenge zu *senken*. Wenn es nicht gelingt, dies Ziel allein auf dem Weg über *Emissionsreduktion* zu erreichen, dann gibt es doch die Möglichkeit, ergänzend die Größe auf der anderen Seite, also die natürliche Entsorgungskapazität, zu erhöhen. Die Chance, das unbedingt notwendige UBA-Ziel zu erreichen, wird sehr vergrößert, wenn *parallel* zu den Reduktionsbemühungen die vorhandene Entsorgungskapazität der Biosphäre durch massive Aufforstungen und sonstige biotische Maßnahmen vergrößert wird.

Die folgende Grafik 9 verdeutlicht an einem Beispiel, welche Auswirkung die Nutzung der Waldoption auf die Konzentrationsentwicklung hat:

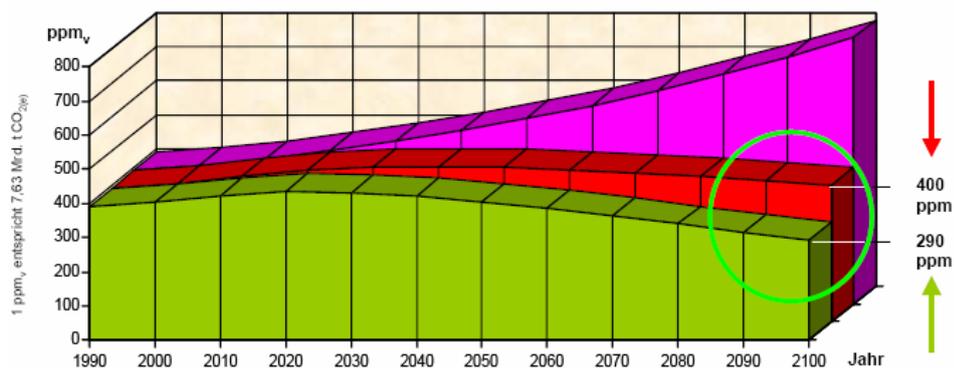


Grafik 9

- 50 Jahre lang werden Jahr für Jahr 100 t CO<sub>2</sub> emittiert; am Ende dieses Zeitraums sind dann brutto 5.000 t in der Atmosphäre deponiert worden (violett).
- Wird jeweils im neuen Jahr die Emissionsmenge des Vorjahres um 2 % der Anfangs-Emissionsmenge 2005 reduziert, ist die Emission nach dem 50. Jahr auf Null gebracht und die Luft mit brutto 2.550 t CO<sub>2</sub> angereichert (dunkelblau).

- Wird jeweils im neuen Jahr die Emissionsmenge des Vorjahres um 4 % der Anfangs-Emissionsmenge 2005 reduziert – ein Weg, der noch erheblich anspruchsvoller wäre als der UBA-Vorschlag –, ist die Emission nach dem 25. Jahr auf Null gebracht und die Luft mit brutto 1.300 t CO<sub>2</sub> angereichert (hellblau).
- Wenn 50 Jahre lang zwar konstant 100 t CO<sub>2</sub> emittiert werden, aber statt der Emissions-Reduktion zur biotischen Entsorgung 10 Jahre lang je ein Hektar Wald aufgeforstet wird (hellgrün), dann ist ab dem 11. Jahr – bei linearisierter Betrachtung – CO<sub>2</sub>-Neutralität hergestellt. Nach 50 Jahren wird die Atmosphäre mit brutto 550 t CO<sub>2</sub> belastet sein. Der Reduktionsweg „2%“ (dunkelblau) kostet ein Mehrfaches des Aufforstungsweges. Berücksichtigt man eine gleiche Höhe der verwendbaren finanziellen Mittel, ist das Ergebnis des Aufforstungsweges entsprechend noch um ein Mehrfaches besser. Zudem führt Waldmehrung über die CO<sub>2</sub>-Bindung hinaus zu erheblichen zusätzlichen positiven Effekte.
- Kombiniert man den 2%-Reduktionsweg (dunkelblau) mit dem Aufforstungsweg (hellgrün), dann beginnt ab dem 11. Jahr die Einbindung der noch nicht entsorgten Emissionen aus den ersten 10 Jahren und ab dem 25. Jahr die Entsorgung anderweitiger Emissionen. Nach 50 Jahren würde die Atmosphäre um die nicht vermiedenen 2.550 t und um zusätzliche 2.000 t CO<sub>2</sub> netto entlastet sein.

Verbindet man den Konvergenzansatz für die globale Emissionsentwicklung mit dem Aufforstungsweg, wird das Ergebnis entsprechend ausfallen – natürlich in Abhängigkeit von der Größe der Aufforstungsfläche:



- fiktive ungebremste Entwicklung (jedes Jahrzehnt gleiche Steigerung wie
- Entwicklung bei Emissionsreduktion gemäß UBA-Vorschlag
- Weg:  + Nutzung der Wald-Option: 50 Jahre lang Aufforstung von 100 bis 200.000 km<sup>2</sup> pro Jahr; die Absorption steigt in der Zeit jährlich konstant um 0,0262 ppm; im 50. Jahr (und für die Folgejahre) ist dann eine Absorptionsleistung von 200 Mio. t CO<sub>2</sub> p.a. \* erreicht. Benötigte Gesamtfläche: 5 bis 10 Mio. km<sup>2</sup>

Grafik 10

\*Linearisierte Betrachtung

In diesem rechnerischen Beispiel ist das Ergebnis bei jährlicher Aufforstung von 10 bis 20 Mio. ha aufgezeigt: Bei entsprechender Erhaltung des Waldes würde er nach 110 Jahren rechnerisch die Atmosphäre gegenüber dem UBA-Modell um 110 ppm CO<sub>2</sub>-Äquivalente entlastet haben. Der Flächenbedarf für diese Entsorgungsleistung könnte sehr stark vermindert werden, wenn man die CO<sub>2</sub>-Bindungskapazität in den vorhandenen Wäldern durch forstwirtschaftliche Maßnahmen erhöhte.

Über die Frage, wie groß bei realistischer Betrachtung das Potential der Waldoption ist, wie viele Flächen für Aufforstungen und biotische Kohlenstoffbindungsmaßnahmen zur Verfügung stehen, lohnt es sich nach Einschätzung von PRIMAKLIMA nicht zu diskutieren. Da es *nicht* um ein „Entweder-Oder“ geht, entweder Emissionen reduzieren oder biotisch entsorgen – es muss beides mit

größtem Nachdruck betrieben werden –, muss *auch die Waldoption* so lange und intensiv genutzt werden wie möglich. Ein Zuviel-des-Guten wird es nicht geben! Bei ambitionierter Anwendung der Wald-Holz-Option, also einer erheblichen Vergrößerung des biotischen Kohlenstoffspeichers durch Aufforstungen und sonstige forstwirtschaftliche Maßnahmen und einer vermehrten, andere CO<sub>2</sub>-emissionsträchtige Materialien ersetzenden Holzprodukt-Nutzung, wird die Wahrscheinlich sehr erweitert, dass es – etwa nach Maßgabe des vom UBA vorgetragenen 4-Stufen-Konvergenz-Ansatzes – noch rechtzeitig gelingen kann, die CO<sub>2</sub>-Konzentration der Atmosphäre auf 400 ppm zu begrenzen.

Sollte es nicht gelingen, die 400 ppm-Grenze einzuhalten – wobei zur Erhaltung unserer klimatischen Lebensverhältnisse die in 2005 schon erreichten 380 ppm eindeutig zu viel sind –, so wird man umso mehr auf eine Vergrößerung der Waldflächen setzen müssen, damit die Natur die erforderliche Entsorgung des überschüssigen CO<sub>2</sub> so schnell wie möglich leisten kann.

Mit Sicherheit kann man sagen, dass die Flächen in jedem Fall dafür ausreichen, dass jeder, der die Dringlichkeit der Lage verstanden hat, durch die Kombination von Emissionsreduktion und biotischer Entsorgung (noch) nicht vermiedener Emissionen seinen Verantwortungsbereich schnellstmöglich CO<sub>2</sub>-Neutral stellt – jede Privatperson und jede Organisationseinheit. In starkem Kontrast zur Analyse der bedrohlichen Treibhausgasentwicklung, die wahrhaftig Mutlosigkeit heraufbeschwören kann, ist es mit *Leichtigkeit* jedermann möglich, sein Leben über den Weg der Waldoption klimaneutral bzw. CO<sub>2</sub>-neutral zu stellen. Die, die für den Klimaschutz kämpfen, sollten beispielhaft vorangehen.

Bei PRIMAKLIMA ist man sich selbstverständlich dessen bewusst, dass Maßnahmen zur biotischen Kohlenstoffbindung mit Risiken behaftet sind. Sicherlich ist die Vermeidung von Emissionen aus der Verbrennung fossiler Stoffe sicherer als die Wiedereinbindung der Emissionen in biotischen Speichern. Und es gibt noch andere Einwände gegen Aufforstungsmaßnahmen für den Klimaschutz. PRIMAKLIMA meint allerdings, dass diese Argumente zwar geeignet sind, die *Anforderungen an die Umsetzung* von biotischen Maßnahmen zu präzisieren, dass sie aber *nicht gegen* die intensive Nutzung der *Waldoption* sprechen können. In jedem Fall steht für PRIMAKLIMA fest: Alle mit der Wald-Holz-Option verbundenen Risiken zusammen sind erheblich geringer als das Risiko, auf die Chancen dieser höchst effektiven und kostengünstigen Handlungsmöglichkeit zu verzichten. Die Forderung nach einem Stopp der Waldzerstörungen wird von Aufforstungen nicht geschmälert; allerdings: je weniger Wald zerstört würde, desto weniger müsste aufgeforstet werden.

**War seinerzeit das Ziel der US-Amerikaner, auf dem Mond zu landen, nicht völlig utopisch? Sie haben es geschafft, weil sie es wollten! – Die Forderung nach einer großen Aufforstungsanstrengung der Menschheit mag utopisch klingen. Aber wir *müssen* sie beginnen. Der Blick in die Zukunft zeigt: angesichts der weltweiten THG-Emissionen hat die Menschheit keine Alternative!**

(Quellenangaben und Literaturhinweise beim Autor.)

## Optimierung der Privaten Waldbewirtschaftung für den Klimaschutz: Vom Sponsoring zum Handel - Der CO<sub>2</sub>-Handel und die Forstwirtschaft

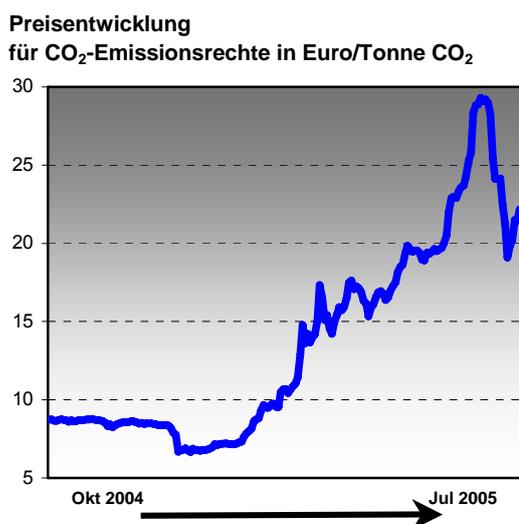
**WOLFRAM ZIMMECK - DEUTSCHER FORSTVEREIN UND  
MARTIN HILLMANN - LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER**  
(Vortrag nachträglich eingereicht)

*„Kyoto wirkt“, schrieb eine große deutsche Tageszeitung kürzlich in einem Artikel über den CO<sub>2</sub>-Emissionshandel und den damit verbundenen steigenden Strompreis. Was hat der Waldbesitzer davon? Derzeit nichts. Sollte ihn das Thema dennoch interessieren? Wir meinen ja. Ergibt sich doch die Chance Klimaschutz und Einkommenserzielung über Mechanismen des freien Marktes zu verknüpfen.*

Zunächst einige Hintergrundinformationen: Das von den Industrieländern 1997 in der japanischen Stadt Kyoto anvisierte Ziel, den Ausstoß des Treibhausgases Kohlendioxid weltweit zu verringern, zeigt Wirkung. Produkte, die bei ihrer Herstellung einen hohen CO<sub>2</sub> Ausstoß bewirken, verteuern sich. Die Industriebetriebe der EU müssen seit dem 01.01.2005 ihren CO<sub>2</sub>-Ausstoß kontrollieren. Dabei sind den Unternehmen auf der Basis bisheriger Werte (2000 -2002) Verschmutzungsrechte (Emissionsrechte) zugeteilt worden. Überschreiten sie diese Werte, müssen sie Emissionsrechte zukaufen. Im anderen Fall können sie Emissionsrechte verkaufen. Das Umweltverhalten der Firmen schlägt sich also direkt in deren Bilanzen nieder und folgt insofern marktwirtschaftlichen Mechanismen.

Das Treibhaus-Emissionshandelsgesetz (TEHG) bildet die rechtliche Basis für die Umsetzung des Emissionshandelssystems in Deutschland. Das TEHG bezieht rund 2.350 Anlagen zwingend in den Emissionshandel ein. Hierbei handelt es sich um große Feuerungsanlagen (> 20 MW Feuerungswärmeleistung) sowie die großen Anlagen der energieintensiveren Wirtschaftsbereiche (Eisen und Stahl, Papier und Pappe, Zement, Ziegel, Kalk, Glas etc.).

Insgesamt wurden den Industriebetrieben Verschmutzungsrechte in Höhe von 503 Mio. t CO<sub>2</sub> zugeteilt. Die Betriebe finden ihre Verschmutzungsrechte auf elektronischen Konten wieder. Der Handel wird von Banken, Brokern und Börsen wie der European Energy Exchange (EEX) in Leipzig durchgeführt.



(Quelle: CO<sub>2</sub>-Index)

Die Preise der CO<sub>2</sub>-Zertifikate stiegen von 8 Euro/t CO<sub>2</sub> im Oktober 2004 auf fast 30 Euro/t CO<sub>2</sub> im Juli 2005. Derzeit wird ein Emissionsrecht mit 22 Euro/t CO<sub>2</sub> gehandelt (siehe Grafik). Der starke Anstieg kommt unerwartet, haben Experten doch lediglich eine Preisspanne von 5 bis 15 Euro pro-

gnostiziert. Das gehandelte Volumen ist im Markt derzeit noch recht gering und lässt starke Kurschwankungen zu. Die große Trockenheit in den südlichen EU-Ländern führte dazu, dass die Stauseen nicht genügend Wasser für die Wasserkraftwerke liefern können und fehlender Wind die Windräder still stehen lässt. In Frankreich können die Atomkraftwerke bei lang anhaltender Hitze mit nicht genügend Kühlwasser aus Flüssen versorgt werden. Im Ergebnis führen diese Entwicklungen dazu, dass Gas- und Kohlekraftwerke hochgefahren werden müssen, die dann allerdings CO<sub>2</sub> emittieren. Verschmutzungsrechte müssen zugekauft werden, der Preis dieser Rechte steigt. In den letzten Wochen haben manche Inhaber von Verschmutzungsrechten diese aber auch wieder verkauft, um Kasse zu machen. Ein Preisrückgang war die Folge.

Die Deutsche Forstwirtschaft kann derzeit leider an diesen marktwirtschaftlichen Prozessen nicht teilnehmen, da der Wald als CO<sub>2</sub>-Senke im Europäischen Zertifikatehandel ausgeschlossen ist.

### Der Produktweg

Die Forstwirtschaft profitiert trotzdem indirekt durch die Verteuerung der CO<sub>2</sub>-Zertifikate. Das Substitutionsprodukt Holz ist nicht mit teuren Verschmutzungsrechten belastet. Stahl, Aluminium, Ziegel usw. steigen im Preis und verbessern dadurch die Absatzchancen von Holz und Holzprodukten (sog. Produktweg). Als Folge der Verteuerung der fossilen Energie scheint gerade die Zeit der Bioenergie also auch der Energie aus Holz zu kommen. Aber solche indirekt wirkenden Mechanismen können den deutschen Waldbesitzer nicht zufrieden stellen. Die großen Parteien stehen einer Anerkennung des Waldes als CO<sub>2</sub>-Senke jedenfalls positiv gegenüber (siehe Kasten). Bleibt abzuwarten, ob diese Forderungen auch tatsächlich umgesetzt werden.

#### Die Meinung der Parteien:

SPD/Grüne vom 16.12.2004:

*„Der Bundestag fordert die Bundesregierung auf, ... im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz (GAK) zusammen mit den Ländern ... zu prüfen, ob weitere Maßnahmen im Wald vorgesehen werden können, die geeignet sind, Wälder in ihrer Funktion als natürliche CO<sub>2</sub>-Senke zu stärken...“*

CDU/CSU vom 16.12.2004:

*„Der Bundestag fordert die Bundesregierung auf, ... den Klimaschutz und damit einer CO<sub>2</sub>-Reduzierung durch die Schaffung und Anerkennung von Senken durch Waldvermehrung Rechnung zu tragen.“*

FDP-Forderungen vom 19.01.2005:

- Die Nettosenke im erlaubten Rahmen anrechnen lassen
- Innerhalb des europäischen Emissionshandels Waldsenkenprojekte nutzen
- Nachhaltig genutztes Holz bei der Erfassung der Bestandsdaten über Treibhausgase berücksichtigen
- Pilotregionen zur Entwicklung von Monitoringsystemen für Kohlenstoffsenkenprojekte etablieren
- Technologieentwicklung zur Nutzung von Biomasse aus Wäldern fördern

### Der Wald in der Klimafalle

Die Forstwirtschaft in Deutschland befindet sich in der Zwickmühle. Die Bundeswaldinventur II belegt höchste Holzvorräte der Geschichte (317 m<sup>3</sup>/ha), verbunden mit weiter steigendem Holzzuwachs und enormen Nutzungspotentialen. Gleichzeitig ist der Wald seit Jahrzehnten krank. Ur-

sache wird in der globalen Luftverunreinigung und in dem durch klimaschädliche Gase ausgelösten Klimawandel vermutet. Den exponentiell gestiegenen Nutzungsmöglichkeiten stehen in gleichem Maße gestiegene Risiken gegenüber, die die Forstwirtschaft hinzunehmen hat.

Die Bundesrepublik ist nach Artikel 3.3 des Kyotoprotokolls verpflichtet, die Bindung und Abgabe von CO<sub>2</sub> durch Aufforstung und Entwaldung national zu erfassen (siehe Tabelle).

**Tabelle: Kennzahlen zur Kohlenstoffbindung in Wald und Holz**

<b>Vorräte und Veränderungen</b>	<b>Deutschland</b>
Kohlenstoff in lebender Biomasse	1.080 Mio. t C
Vorrat Mineralboden, Auflage, Totholz	1193 Mio. t C
Vorrat Holzprodukte	340 Mio. t C
Jährlicher Vorratsaufbau	15 Mio. t C
Jährliche Nutzung	12 Mio. t C
Jährliche Änderung Holzprodukte	4 Mio. t C
<b>Zum Vergleich: Kyoto-Regelungen</b>	
Erlaubte jährliche Emissionen in Deutschland 2008-2012 („Assigned Amount“)	262 Mio. t C
Nach Art. 3.4 anrechenbare nationale Senke	1,24 Mio. t C

(Quelle: verändert nach Christoph Schulz, LWF aktuell)

Während das Saldo aus Entwaldung und Wiederaufforstung in die Gesamtbilanz mit einzubeziehen ist, besteht bei der Anrechnung von CO<sub>2</sub>-Senken und Quellen durch die forstliche Bewirtschaftung (forest management) ein nationales Wahlrecht (Art. 3.4 Kyoto). Um indirekte Effekte aufgrund der Altersstruktur oder durch atmosphärische Stickstoff- und Kohlenstoffdüngung auszuschließen, wurden die tatsächlichen nationalen Senkenleistungen um 85 Prozent gekürzt. Deutschland dürfte sich demnach lediglich 1,24 Mio. t C/Jahr als Senke gutschreiben lassen. Die Bundesregierung muss bis spätestens 01.01.2007 ihre Entscheidung dem Klimasekretariat (UNFCCC) mitgeteilt haben.

Im Gegensatz zu Deutschland, wo dieses Wahlrecht zur Anrechnung nationaler Senken lediglich in ministeriellen Zirkeln diskutiert wird, geht die Schweiz einen anderen Weg. Ein Expertengremium aus Waldeigentümern, der Wissenschaft, Naturschutzorganisationen und interessierter Wirtschaftskreise wird eine breit abgestützte Lösung des Themas erarbeiten und Leitlinien entwerfen. Über eine finanzielle Abgeltung der nationalen Senkenleistung an Waldbesitzer wird diskutiert.

Wie eingangs bereits dargestellt, erhalten Vermögenstitel nur die Verschmutzer, um dann am Europäischen Zertifikatehandel teilnehmen zu können. Die Forstwirtschaft geht leer aus. Den Forstbetrieben entstehen so auch keine Anreize zur Aufrechterhaltung bzw. Vergrößerung der Speicherleistung ihrer Wälder. Umgekehrt besteht allerdings eine Art Haftungsrisiko. Eine verstärkte Holznutzung führt zu niedrigen Holzvorräten. Die CO<sub>2</sub>-Bilanz in Wäldern kann dann, verglichen mit der heutigen Situation, negativ werden.

Im Ergebnis sollte die Option zur Anrechnung forstlicher Senkenleistungen genutzt werden, da sie Einkommensmöglichkeiten für Forstbetriebe eröffnet und gleichzeitig dem Klimaschutz nützt.

### **Vom Sponsoring zum Handel**

Will die deutsche Forstwirtschaft auf dem Markt Senkenleistungen anbieten, müssen zunächst einige Rahmenbedingungen geklärt werden.

Derzeit bestehen hohe Hürden für den Nachweis der Senkenleistungen sowie die Prüfung der Zusätzlichkeit (Additionalität) dieser Leistungen. Diese so genannten Transaktionskosten müssen durch ein vereinfachtes Anerkennungsverfahren deutlich verringert werden. Ist erst einmal ein standardisiertes Verfahren der Anerkennung und Zertifizierung kreiert, sollte in einer Art Poolbildung die Möglichkeit eröffnet werden, Senkenprojekte auch im Kleinprivatwald überbetrieblich

durchführen zu können. Hier eröffnen sich neue Aufgabenfelder für forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse und deren Betreuer. Natürlich muss die Leistung eines Senkenzertifikats mindestens über seine ganze Laufzeit sicher erbracht werden. Die Elementarrisiken Sturm und Feuer müssen über Versicherungspolicen oder staatliche Garantien abgesichert werden.

Welche praktikablen Möglichkeiten ergeben sich derzeit, Klimaschutz und Einkommenserzielung über Mechanismen des Marktes umzusetzen?

Realistisch betrachtet zeigt sich das Kyotoprotokoll als größtes Hindernis zur Anerkennung von Senkenleistungen der Forstwirtschaft. Die Teilnahmebedingungen müssen allerdings nicht an dieser internationalen Vorgabe orientiert sein. Wie Beispiele zeigen, gibt es auch jenseits von Kyoto bereits einen Markt der Kompensation von Emissionen.

Als private Initiative hat sich z. B. der Verein „PrimaKlima – weltweit e.V.“ etabliert. Durch freiwillige finanzielle Unterstützung von Wirtschaftsunternehmen, Privathaushalten, Kommunen u. a. werden Erstaufforstungs- und Waldschutzmaßnahmen auch in Deutschland durchgeführt. Ziel ist es, die CO<sub>2</sub>-Konzentration in unserer Atmosphäre zu vermindern. In diesem Jahr konnte das erste Projekt in Niedersachsen mit finanzieller Unterstützung des Vereins und eines Sponsors im Kleinprivatwald durchgeführt werden.

Um aber tatsächlich einen freiwilligen Zertifikatehandel anzuschließen, kann der Weg über sog. Verified Emission Reductions (VER) mit und ohne Additionalität beschritten werden.

Zunächst müssen forstliche Maßnahmen (Erstaufforstung, Vor-/Unterbau, Totholzanreicherung etc.) zusammengestellt und zertifiziert werden. In einem weiteren Schritt muss ein sog. Validierer die Senkenleistung bestätigen. Der Validierer prüft, ob die Maßnahme zusätzlich (Additionalität) oder im Rahmen des normalen Betriebsvollzugs durchgeführt wird. Ist ein Zertifikat anerkannt und bestätigt, kann es auf einem Markt über Banken, Broker oder eine Börse angeboten werden. Der Preis dieser Zertifikate wird sich an den handelbaren Emissionsrechten der Emissionshandelsrichtlinie orientieren. Dieses Angebot wendet sich an der Emissionshandelsrichtlinie nicht unterworfenen Unternehmen. Beispiele hierfür sind:

- CO<sub>2</sub>-neutrale Versendung eines Warenhauskatalogs an Konsumenten
- CO<sub>2</sub>-neutraler Betrieb eines Busunternehmens
- CO<sub>2</sub>-neutrale Durchführung eines Autorennens
- CO<sub>2</sub>-neutraler Betrieb eines Bürogebäudes
- CO<sub>2</sub>-neutrale Durchführung von Flugreisen

Die Beispiele zeigen, dass der Verbrauch z. B. fossiler Energie (Benzin, Diesel) durch forstliche Maßnahmen ausgeglichen werden kann. Dieser Markt existiert bereits und muss lediglich auf eine für Anbieter und Nachfrager verlässliche Plattform gebracht werden.

Das Interesse der Politik an der CO<sub>2</sub>-Senkenleistung des Waldes wird dann zunehmen, wenn selbst gesteckte und vertraglich fixierte internationale CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele Gefahr laufen, nicht eingehalten zu werden. Dieser Zeitpunkt wird kommen. Der Waldbesitzer sollte darauf vorbereitet werden.

### Links zum Thema:

[http://www.bfafh.de/bibl/pdf/iii\\_04\\_11.pdf](http://www.bfafh.de/bibl/pdf/iii_04_11.pdf)

<http://www.lwf.bayern.de/veroeffentlichungen/lwf-aktuell/49-13.php> ;

<http://www.nserve.net>

<http://www.waldbesitzerverbaende.de/w-a-207.htm>

<http://www.waldundklima.net/>; <http://www.eex.de/>

<http://www.lwk-hannover.de>

## **Wald und Klimawandel - Aktivitäten in Thüringen Thüringer Landesanstalt als Partner im Carbo Europe-Projekt**

**INGOLF PROFFT, MICHAEL SEILER - TLWJF**

### **Einleitung**

Seit 2001 beschäftigt sich die Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei (TLWJF) in Kooperation mit dem Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Jena, intensiv mit dem Themenkomplex Klimawandel und Rolle der Wälder im Kohlenstoffhaushalt. Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojektes stand in der ersten Projektphase die Quantifizierung der Kohlenstoffvorräte in den Wäldern Thüringens sowie deren Dynamik im Mittelpunkt der Betrachtung. In der zweiten Projektphase lag der Schwerpunkt der Arbeit in der Vorbereitung für eine laufende Fortschreibung der Kohlenstoffvorräte in den Wäldern Thüringens. Neben methodischen, konzeptionellen und datentechnischen Fragestellungen zur Fortführung der C-Bilanzierung aus der ersten Projektphase widmete man sich erstmals dem Aspekt Kohlenstoffbindung in Holzprodukten.

Seit 2004 ist die Landesanstalt Partner im europäischen Forschungsprojekt CarboEurope-IP, einem im Rahmen des Sechsten Europäischen Rahmenprogramms von der Europäischen Union geförderten und vom Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Jena, koordinierten Projektes. Hauptziel des Projektes, an dem insgesamt 96 Institutionen aus 17 Ländern beteiligt sind, ist die Erarbeitung von Kenntnissen zur Kohlenstoffbilanz verschiedener terrestrischer Ökosysteme Europas einschließlich der regionalen Verteilung und zeitlichen Dynamik sowie zu Quellen- und Senkenprozessen für Kohlenstoff in diesen Ökosystemen. Die Landesanstalt ist innerhalb des Gesamtprojektes einziges Demonstrationsprojekt. Es sollen zum einen die im Rahmen von CarboEurope auf wissenschaftlicher Basis erarbeiteten Ansätze auf ihre Umsetzbarkeit in die Praxis untersucht und zum anderen Kernpunkte für eine kohlenstoffoptimierte Waldbewirtschaftung erarbeitet und in die bisherige nachhaltige Bewirtschaftungsstrategie integriert werden.

Zusätzlich zu diesen inhaltlichen Schwerpunkten bilden der Aufbau von Kooperationen zu möglichen Handlungspartnern auf der wirtschaftlichen (Forst- und Holzwirtschaft) und politischen Ebene (Klimaschutzpolitik) sowie im Bereich der Bildung und die Informationsvermittlung eine zentrale Aufgabe für die Landesanstalt innerhalb des Projektes. Dabei ist es Anliegen der Landesanstalt, den gesamten Themenkomplex Wald/Forstwirtschaft unter dem Gesichtspunkt Klimawandel umfassend zu beleuchten. Auf der einen Seite bedeutet dies die Darstellung der sich aus dem Klimawandel ergebenden Risiken für unsere einheimischen Waldökosysteme und deren Leistungsfähigkeit für Natur und Gesellschaft. Auf der anderen Seite soll aber auch verdeutlicht werden, welche Chancen sich aus Waldbewirtschaftung, Waldmehrung und nachhaltiger Holznutzung für den Klimaschutz durch eine möglichst langfristige Bindung von Kohlenstoff in Wäldern und langlebigen Holzprodukten ergeben.

Auch wenn bei der Bearbeitung der Themen oftmals der Fokus auf die Thüringer Wälder und die natürlichen Voraussetzungen und Klimamodellierungen in bzw. für Thüringen gesetzt wird, erfolgt die Wissensvermittlung übergreifend unter Ausnutzung nationaler und internationaler Daten und Quellen der verschiedensten Institutionen.

## **Darstellung der Risiken des Klimawandels für die Wälder – Vorsorge und Anpassung**

Der erste große Themenkomplex beschäftigt sich mit der Frage der Auswirkungen des Klimawandels auf unsere Wälder und der Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Minderung der Risiken für die heimischen Wälder.

In naturnahen Waldökosystemen hat sich entsprechend den lokalen Voraussetzungen ein dynamisches und dabei in sich stabiles Artengefüge ausgebildet. Dieses stabile Artengefüge eines Waldes ist die Grundlage für die vielen Funktionen, die der Wald für Umwelt und Mensch erfüllt. Aus der Veränderung des Klimas kann sich für die Wälder eine Gefährdung von Vitalität und Stabilität und deren Artengefüge ergeben. Insbesondere drei Aspekte stehen dabei im Mittelpunkt:

- ⇒ Temperaturveränderungen (Minima, Maxima, Dynamik, Jahres- und Vegetationszeitsumme),
- ⇒ Niederschlagsveränderungen (Verteilung, Intensität, Jahres- und Vegetationszeitsumme) sowie
- ⇒ Extremereignisse (Sturm, Dürre, Starkregen, Hagel, Nassschnee).

Damit verbunden ist eine Gefährdung der Leistungsfähigkeit unserer Wälder, alle an sie durch Mensch, Gesellschaft und Wirtschaft gestellten Erwartungen auch zukünftig noch in vollem Umfang erfüllen zu können. Dazu zählen neben den ökologischen Funktionen (z. B. Boden- und Erosionsschutz, Biodiversität, Sauerstoffproduktion sowie Rolle im Wasserhaushalt) auch wirtschaftliche und sozio-ökonomische Aspekte (Rohstoffherzeugung, Anteil am Bruttosozialprodukt, Arbeitsplätze und Einkommen, vor allem im ländlichen Raum). Darüber hinaus ist insbesondere im Zusammenhang mit dem Treibhausgasanstieg in der Atmosphäre und der daraus resultierenden Klimaerwärmung die Funktion der Wälder hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Bindung gefährdet. Anstelle einer Senke, d. h. die Aufnahme von Kohlendioxid durch die Photosynthese und langfristige Festlegung als Kohlenstoff im Holz über das Baumwachstum, können sie durch die Beschleunigung von Abbauprozessen zu einer CO<sub>2</sub>-Quelle werden und somit die Klimaerwärmung zusätzlich beschleunigen.

Die Vulnerabilitätsstudie<sup>4</sup> für Deutschland des Potsdam Institutes für Klimafolgenforschung im Auftrag des Umweltbundesamtes zeigt für den Bereich Wald und Forstwirtschaft in vielen Gebieten eine mäßig bis hohe Verwundbarkeit in Bezug auf den Klimawandel, d. h. die Wälder und die damit verbundenen Funktionen für den Menschen sind überdurchschnittlich gefährdet. Als deutliches Warnzeichen kann aus unserer Sicht beispielsweise die Trockenheit im Sommer 2003 angesehen werden. Auch wenn ein solches Einzelereignis nicht als Nachweis für einen Klimawandel gewertet werden darf, so zeigt sich doch, welche Folgen sich ergeben können. Das Waldwachstum war in diesem Jahr drastisch reduziert und die Biosphäre hat deutlich weniger Kohlendioxid aufgenommen. Im Folgejahr 2004 lag der Netto-Ökosystem-Austausch für Kohlenstoff, quasi die Fähigkeit des Waldes, CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre aufzunehmen, teilweise sogar noch unterhalb des Wertes für das Dürrejahr.

---

<sup>4</sup> Der Begriff Vulnerabilität bezeichnet die Schadensrisiken von Mensch-Umwelt-Systemen gegenüber von einem oder mehreren Faktoren, hier gegenüber dem Klimawandel. Er verdeutlicht, wie hoch die Verwundbarkeit eines solchen Systems gegenüber diesem/diesen Faktor /-en ist (CRAMER et al., 2005).

Insbesondere bei der Diskussion mit Handlungspartnern aus anderen Bereichen wird offensichtlich, dass die Anpassung an ein sich änderndes Klima für den Bereich der Forstwirtschaft mit besonderen Schwierigkeiten verbunden ist:

- ⇒ starke Abhängigkeit von Umweltbedingungen und natürlichen Ressourcen,
- ⇒ vielfache gesellschaftliche, ökologische und ökonomische Erwartungen,
- ⇒ aktueller Waldzustand (Altersklassen-, Bestandesstruktur, Gesundheitszustand),
- ⇒ Langfristigkeit forstlicher Entscheidungen,
- ⇒ Mangel an regionalen Prognosen für Klimaentwicklung,
- ⇒ Mangel an fundierten Handlungsempfehlungen sowie
- ⇒ aktuelle waldbauliche und ökologische Grundlagen für Entscheidungen basieren auf retrospektiven Daten (z. B. pnV, Biotop- und Standortkartierung).

Daher ist insbesondere für die Forstwirtschaft eine zweiteilige Strategie aus Vorsorge auf technischer und administrativer Ebene, d. h. wie kann ich die Risiken kurz- und mittelfristig für die gegenwärtige Baum- und Bestandesstruktur minimieren, und langfristiger Anpassung unserer Wälder durch geeignete waldbauliche Maßnahmen erforderlich (siehe Anhang).

Aus unserer Sicht ist es gerade bei der Vermittlung des Themas gegenüber Waldbesitzern eine stärkere Sensibilisierung erforderlich. Dabei muss einerseits Aktionismus vermieden und andererseits jedoch die Notwendigkeit für ein versiertes und begründetes Agieren herausgestellt werden. Es kann keine allgemein gültigen Patentrezepte für sichere Anpassungsmaßnahmen geben, aber der forstliche Sachverstand und die Kenntnisse zum Klimawandel sind die Grundlage für die Bewältigung der Herausforderung.

### **Wald, Forstwirtschaft und Holz – Kernpunkte einer umfassenden Strategie zum Minderung des Treibhauseffektes und damit der Klimaerwärmung**

Das zweite große Thema, das bearbeitet wird, konzentriert sich auf die Möglichkeiten, mit Wald und Holznutzung aktiven Klimaschutz zu betreiben. Der Klimawandel wird mittlerweile als eines der gravierendsten Probleme für Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft angesehen, wenn nicht sogar als das globale Problem für heutige und zukünftige Generationen. Um die sich daraus ergebenden Gefahren auf ein händelbares Maß zu begrenzen, ist es erforderlich, alle zur Verfügung stehenden Maßnahmen zur Minderung und Vermeidung von Treibhausgasemissionen zu nutzen. An erster Stelle stehen hierbei natürlich der technische Ansatz (nachhaltige Energieerzeugung, effizienterer Energieeinsatz) und eine drastische Energieeinsparung in den Industrieländern.

Neben diesen Maßnahmen bietet sich mit Wald und Holz eine weitere wichtige Handlungsoption. Wälder binden über ihr Wachstum langfristig in ihrer Biomasse und im Waldboden Kohlenstoff. Im Rahmen eines Gemeinschaftsprojektes zwischen der Thüringer Landesanstalt und dem Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Jena, wurde für die Thüringer Wälder ein durchschnittlicher Kohlenstoffvorrat von 216 t Kohlenstoff je Hektar ermittelt. Für die Gesamtwaldfläche Thüringens ergibt das eine Kohlenstofffestlegung von rund 106 Mio. t C.

**Tabelle 1:** Kohlenstoffvorräte in den Wäldern Thüringens (berücksichtigte Waldfläche: 490.276 ha [begehbare, bestockte Holzbodenfläche; nicht berücksichtigt: nicht begehbare bestockte Holzbodenfläche von 3.804 ha]) (WIRTH et al., 2004 und TLWJF, 2004)

Ökosystemkomponente	C-Vorrat je Hektar [t C/ha]*	Gesamtvorrat [Mio. t C]*
<b>Mineralboden bis max. 60 cm</b>	69,9	34,27
<b>Organische Auflage</b>	27,2	13,34
<b>Totholz (ober- und unterirdisch)</b>	8,9	4,36
<b>Bodenvegetation</b>	0,7	0,34
<b>Dendromasse</b>	109,6	53,74
<b>Gesamt</b>	<b>216,3</b>	<b>106,05</b>

Die Berechnung des C-Vorrates für die Dendromasse erfolgte auf Basis der Daten aus der BWI II (Altersklassen- und Baumartenverteilung, Hektarvorräte). Berücksichtigt man den nicht begehbaren Wald und berechnet dessen Gesamt-C-Vorrat auf der Grundlage des durchschnittlichen Hektarvorrates, so erhöht sich der Gesamtvorrat der Thüringer Wälder um zusätzliche 823.000 t C auf 106,87 Mio. t Kohlenstoff.

Basierend auf den Zuwachsprognosen der BWI II liegt der jährliche Zuwachs für den Gesamtwald Thüringens umgerechnet in Kohlenstoff gegenwärtig bei rund 1,2 Mio. t. Dieser Holzzuwachs entspricht rund 4,5 Mio. t CO<sub>2</sub>, die der Atmosphäre jährlich entzogen werden (zum Vergleich: die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Thüringen liegen bei rund 20 Mio. t [2002]). Davon abgeleitet nehmen die Wälder Thüringens jährlich zwischen 20 und 25% der verbrauchsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen des Bundeslandes wieder auf (LAK ENERGIEBILANZEN). Dies zeigt, dass unsere Wälder gegenwärtig einen wesentlichen Beitrag zur Entlastung der Atmosphäre leisten. Dieser Beitrag kann durch eine Vergrößerung der Waldfläche noch erhöht werden. Insbesondere im globalen Maßstab ergibt sich hier ein großes Potential zur Aufforstung. Nicht unerwähnt bleiben soll an dieser Stelle, dass rund 20% der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die kaum gebremste Urwaldzerstörung - v. a. in Form von Brandrodung - zur Gewinnung von Flächen für Ackerbau, Plantagenwirtschaft und Siedlungen verursacht werden. Ein stärkeres Engagement zur Erhaltung der weltweiten Urwälder würde einen entscheidenden Schritt im Klimaschutz bedeuten, insbesondere vor dem Hintergrund, dass gerade die Urwälder sehr große Kohlenstoffmengen speichern.

Der zweite wesentliche Punkt, der über das Ökosystem Wald grundlegend zu einer Minderung der Treibhausgasemissionen führt, ist die Holznutzung in möglichst langlebigen Produkten. Jedes Holzprodukt besteht zu rund 50% aus Kohlenstoff und jedes Kilogramm Holz speichert ca. 1,8 kg Kohlendioxid-Äquivalente. Eine nachhaltige Bewirtschaftung des Waldes erhält mit einer geregelten Holzentnahme ein hohes Zuwachsniveau im Wald. Das entnommene Holz bindet weiterhin den Kohlenstoff, während im Wald bereits wieder junge Bäume nachwachsen; nach Untersuchungen in Thüringen liegt die Lebensdauer von Holzprodukten bei durchschnittlich 21 Jahren. Noch weitaus bedeutender neben dieser Fortsetzung der Kohlenstoffspeicherung in den Holzprodukten ist jedoch die Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen, wenn energieintensiv hergestellte Materialien (z. B. Aluminium, Kunststoff) oder fossile Energieträger (z. B. Kohle, Erdöl, Erdgas) durch Holzprodukte ersetzt werden. Für Gewinnung und Weiterverarbeitung von Holz wird im Vergleich zu anderen Materialien weitaus weniger Energie benötigt (bezogen auf den Energieeinsatz für die Erstellung von 1kg Material: 1/4 im Vergleich zu Zement, 1/6 zu Kunststoff, 1/24 zu Stahl und 1/126 zu

Aluminium [DFWR 2002]). Die Wälder Deutschlands und deren professionelle Bewirtschaftung bieten das Potential für eine verstärkte Nutzung einheimischen Holzes, wie der aktuelle Waldzustand in Deutschland und die BWI II zeigen – und das ohne Gefährdung der Schutz- und Erholungsfunktionen. Da bundesweit die Holznutzung unterhalb des Zuwachses im Wald liegt und das Prinzip der Nachhaltigkeit in der Forstwirtschaft seit langer Zeit fest, stellt die Nutzung des nachwachsenden Rohstoffes Holz aktiven Klimaschutz dar.

Mit Wald und nachhaltiger Holznutzung allein kann der Anstieg der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre kaum aufgehalten werden. Die Notwendigkeit eines ganzheitlichen Lösungsansatzes zur Bewältigung des Klimawandels gebietet jedoch, alle Handlungsoptionen auszunutzen. Waldmehrung und Walderhalt, gekoppelt mit einer nachhaltigen Verwendung regional gewachsenes Holzes und der daraus resultierenden Material- und anschließenden Energiesubstitution bieten ein großes Potential zur Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen neben der fortgesetzten Kohlenstoffspeicherung in den Holzprodukten selbst. Zusätzlich zu dieser (klima-)ökologischen Funktion bietet diese Wald-Holz-Option insgesamt noch eine Vielzahl weiterer Vorteile, von denen hier abschließend nur die wichtigsten genannt werden sollen:

- ⇒ kostengünstig im Vergleich zu technischen Anlagen zur CO<sub>2</sub>-Vermeidung und CO<sub>2</sub>-Abscheidung in industriellen Prozessen,
- ⇒ sofort verfügbar, während viele technische Ansätze sich gegenwärtig erst in der Erprobungsphase befinden,
- ⇒ risiko- und abfallfrei, geringer Energieaufwand erforderlich, hohe Recyclingquote,
- ⇒ positive sozio-ökonomische Effekte (Arbeitsplätze in der ländlichen Region),
- ⇒ Schaffung neuer Wälder kann Synergieeffekte für Biodiversität und Lebensraum bringen.

### **Wissensvermittlung und Öffentlichkeitsarbeit**

Neben der wissenschaftlichen Arbeit zum Thema Wald und Klima an der Landesanstalt liegt ein wesentlicher Schwerpunkt in der Wissensvermittlung zum Themenkomplex Wald und Klima. Sowohl über die aktive Unterstützung und Teilnahme an Workshops und Tagungen als auch über eine zielgruppen- und altersklassenorientierte Bildungsarbeit mit Schwerpunkt in Thüringen wird das Thema an interessierte Bürger, Fachleute, Bildungsträger und Schüler herangetragen. Verschiedene Fachveröffentlichungen der Landesanstalt in Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Jena, sowie eine Posterserien zur Darstellung der Rolle von Wald und Holz im Klimaschutz bilden neben eigenen Ergebnissen hierfür die Grundlage.

Über die Mitarbeit in verschiedenen Arbeitsgruppen, wie z. B. im Thüringer Klimaforum, wird der Kontakt zu anderen Bereichen der Wirtschaft und Politik ausgebaut.

Zusätzlich wird das Thema im Rahmen von Schulprojekten und Seminaarfacharbeiten an Gymnasien in Gotha den Schülern anschaulich vermittelt, um somit auch über diesen Weg das Wissen bei den Schülern über Energie- und Ressourceneinsatz sowie Klimawandel zu erweitern und sie für einen bewussten Umgang mit endlichen Ressourcen zu interessieren.

Einer der wesentlichen Punkte der Wissensvermittlung ist das vom Projektteam an der Landesanstalt initiierte und gewartete Internetportal „Wald und Klima“ unter der Internetadresse <http://www.waldundwissen.net>. Dieses Portal bietet Institutionen, Verbänden und Vereinen die Möglichkeit, über ihre Arbeit und ihre Ergebnisse zum Thema Klimawandel, Wald und Holznutzung zu berichten. Durch die Unterstützung von bisher 18 Institutionen entwickelte sich das Portal zu

einer umfangreichen, unabhängigen und fundierten Informationsquelle für den gesamten Themenbereich Wald, Holz, Klima. Speziell für jüngere Schüler zugeschnittene Inhalte, ein Veranstaltungskalender sowie ein Glossar runden das Portal ab.

Wir würden uns auch freuen, wenn Sie interessante Beiträge zum Themenkomplex haben und uns diese für eine Veröffentlichung im Internetportal „Wald und Klima“ zur Verfügung stellen.

Quellenangaben und Literaturhinweise bei den Auroren.

## Powerpointpräsentation

INGOLF PROFFT, MICHAEL SEILER - TLWJF

### Folie 1



**Wald und Klimawandel**  
**Aktivitäten in Thüringen**

Das DEMO project (CarboEurope-IP)  
an der Thür. Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei

Ingolf Profft/Michael Seiler

CARBO EUROPE THÜRINGENFORST

### Folie 2



CarboEurope-IP

- weltweit größtes Projekt zur Erforschung des europäischen Kohlenstoffhaushaltes
- koordiniert vom Max-Planck-Institut für Biogeochemie in Jena
- Ziel ist die Kohlenstoffbilanz ganz Europas zu berechnen und die Kohlenstoffquellen und -senken in ihrer regionalen Verteilung und zeitlichen Dynamik zu bestimmen
- CarboEurope-IP ist die weltweit erste derartige Initiative – Europa nimmt damit eine Spitzenposition in der Klimaforschung ein

THÜRINGENFORST [www.waldundklima.net](http://www.waldundklima.net)

Folie 3

DEMO project an der TLWJF

Aufzeigen von Risiken

Aufzeigen von Chancen

THÜRINGENFORST

www.waldundklima.net

Folie 4

Risiken aufzeigen

Verwundbarkeit von Forstwirtschaft & Wald durch den Klimawandel

Regionen in Thüringen	NW-deutsches Tiefland	gering
	NO-deutsches Tiefland	hoch
	W-deutsches Tieflandsbucht	mäßig
	Zentrale Mittelgebirge und Harz	mäßig
	SO-deutsche Becken und Hügel	hoch
	Erzgebirge, Thür. und Bayer. Wald	mäßig
	Links- und rechtsrheinische Mittelgebirge	mäßig
	Oberheingraben	hoch
	Alp und N-bayer. Hügelland	mäßig
	Alpenvorland	hoch
	Alpen	mäßig

Cramer et al. 2005

THÜRINGENFORST

www.waldundklima.net

Folie 5

Risiken aufzeigen

Auswirkungen:

- ➡ Schwächung des Gesundheitszustandes der Bäume
- ➡ Verringertes Baumwachstum
- ➡ Höhere Anfälligkeit gegenüber Krankheiten & Schadinsekten
- ➡ Neue Schädlinge und Krankheiten
- ➡ Holzverluste und Holzschäden
- ➡ Arten- und möglicherweise Waldverlust
- ➡ ...

THÜRINGENFORST

www.waldundklima.net

Folie 6

**Forstwirtschaft im Klimawandel**



**P R O B L E M**

- ➔ Langfristigkeit
- ➔ Aktuelle Waldstruktur
- ➔ regionalen Prognosen
- ➔ fehlende Handlungsempfehlungen
- ➔ Entscheidungsgrundlagen

➔

**Z I E L E**

➔

**M A S S N A H M E N**

**Vorsorge & Anpassung**

Wald- bau	Forst- technik	Ver- waltung	Beratung/ Betreuung
--------------	-------------------	-----------------	------------------------

www.waldundklima.net

Folie 7

**Kurz- bis mittelfristige Maßnahmen**



- ➔ Ausweisung von potentiell **am stärksten gefährdeten Gebieten** (Bestandesstabilität und –vitalität, Standort, Wind, Klimaprognosen)
- ➔ Erarbeitung von **Einsatzplänen** für großflächige Extremereignisse (Sturm, Insektenkalamitäten; „Sturminspektoren“, Handbuch Sturm)
- ➔ Einrichtung eines **Sonderfonds** zur schnellen Maßnahmenabsicherung
- ➔ Aufbau eines **Informations- und Kommunikationssystems** unter Beteiligung von Rücke- und Abfuhrunternehmen, Holzabnehmern, Feuerwehr und weiteren Unternehmen
- ➔ Erstellung eines **Schadholzkonzeptes** einschließlich Lagerungs- und Abfuhrmöglichkeiten
- ➔ Sicherstellung einer angepassten **Pflanzenversorgung** mit möglichst weitem Artenspektrum und genetischer Vielfalt
- ➔ Überarbeitung **waldbaulicher Entscheidungshilfen** (z. B. Bestandeszieltypen und Verjüngungsziele) unter Berücksichtigung der Klimaentwicklung (zusätzliche Parameter integrieren)

www.waldundklima.net

Folie 8

**Langfristige Ziele der Forstwirtschaft**





- ➔ Gesunde und stabile Wälder entwickeln & nutzen
- ➔ Baumartenvielfalt und strukturreiche Wälder
- ➔ „Kräfte der Natur“ nutzen
- ➔ weltweit die Urwälder erhalten und schützen
- ➔ Bodenschutz
- ➔ angepasste Wildbestände
- ➔ Aufforstungen, um mehr Wälder zu schaffen

www.waldundklima.net

Folie 9



Folie 10

**Chancen: CO<sub>2</sub>-Speicher Holzprodukte**

**Holz = 50 % gespeicherter Kohlenstoff  
... und 1 kg Holz entlastet die Atmosphäre  
direkt um 1,8 kg CO<sub>2</sub>  
+ CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch Substitutionseffekte**

THÜRINGENFORST [www.waldundklima.net](http://www.waldundklima.net)

Folie 11

**Chancen: CO<sub>2</sub>-Speicher Holzprodukte**

Prod.-Gr. 1	Prod.-Gr. 2	Prod.-Gr. 3	Prod.-Gr. 4	Prod.-Gr. 5	Prod.-Gr. 6
<b>Mittlere Produktlebensdauer (t63)</b>					
1 Jahr	3 Jahr	11 Jahr	25 Jahr	43 Jahr	51 Jahr
<b>Anteile bezogen auf die Menge gebundenen Kohlenstoffs</b>					
9,8 %	35,8 %	0,5 %	30,8 %	0,8 %	22,3 %
<b>kurzlebige Produkte = 46 %</b>			<b>langlebige Produkte = 54 %</b>		

(Quelle: Profft et al., in prep.)

THÜRINGENFORST [www.waldundklima.net](http://www.waldundklima.net)

Folie 12



Folie 13

**Zielgruppenorientierte Wissensvermittlung**

KLIMAWANDEL UND WALD

THÜRINGENFORST

www.waldundklima.net

Folie 14

**Internetportal www.waldundklima.net**

wald und klima .net

THÜRINGENFORST

www.waldundklima.net

Folie 15

**Umfassendes Handeln ist notwendig:**

- ⇒ **Emissionen** von Treibhausgasen reduzieren, insbesondere CO<sub>2</sub>
- ⇒ Verstärkter Einsatz von **Holz** anstelle fossiler Energieträger und energieintensiv hergestellter Materialien
- ⇒ Bestehende **Urwälder** erhalten und schützen
- ⇒ **Nachhaltig bewirtschaftete Wälder** pflegen, nutzen und deren Vorräte erhalten – Minimierung der C-Verluste
- ⇒ Degradierete Bereiche regenerieren und Waldfläche **vermehrten**
- ⇒ Forstwirtschaft unter Berücksichtigung des Aspektes Klimawandel, dabei jedoch versiertes, zielgerichtetes **Agieren** statt Aktionismus oder tatenlosem Hoffen & Warten
- ⇒ Information, Weiterbildung & Unterstützung der **Waldbesitzer**
- ⇒ **Anerkennung** der Rolle der Wälder für das Klima und der Leistungen des Waldbesitzers hinsichtlich Erhaltung und nachhaltige Nutzung auf politischer und wirtschaftlicher Ebene



www.waldundklima.net

Folie 16

**Wie Sie und erreichen ...**

Für weitere Informationen: 

**CO<sub>2</sub>-Projekt**  
Kooperationspartner im EU-Projekt CarboEurope-IP

**Thüringer Landesanstalt  
für Wald, Jagd und Fischerei, Gotha**

**e-mail:** co2projekt@forst.thueringen.de  
**Tel.:** 036 21/225 152 oder 151  
**Internet:** www.waldundklima.net  
www.thueringenforst.de



www.waldundklima.net

(Powerpointpräsentation aus Gründen der Druckauflösung um eine Folie gekürzt)

## Klimawandel in Nordrhein-Westfalen: Auswirkungen auf den Waldstandort und die Baumartenwahl

DR. NORBERT ASCHE, RAINER SCHULZ

### Vorbemerkungen

Unter dem Begriff Klima wird die statistische Betrachtung von Wetter und Witterung über längere Zeiträume, i.d.R. 30-jährige Perioden, verstanden. Parameter dieser Betrachtung sind u.a. Temperatur, Niederschlag, Luftdruck, Luftfeuchte, Windstärke und Windrichtung, Einstrahlung, Bewölkung. Das Klima auf der Erde ist Resultante eines hochkomplexen Zusammenwirkens zahlreicher Elemente. Hierzu gehören die Lufthülle, Landflächen, Ozeane, Eisflächen u.a., die durch verschiedene Prozesse miteinander in Verbindung stehen (Abb.1).

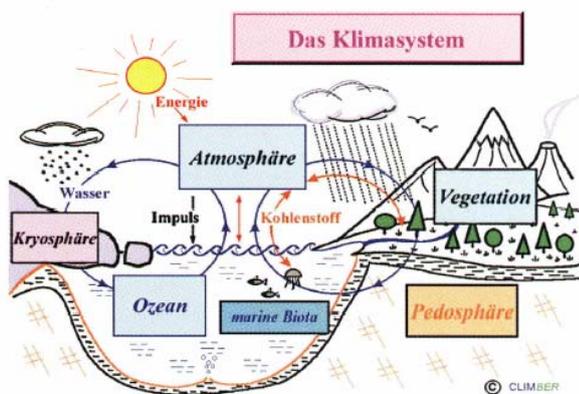
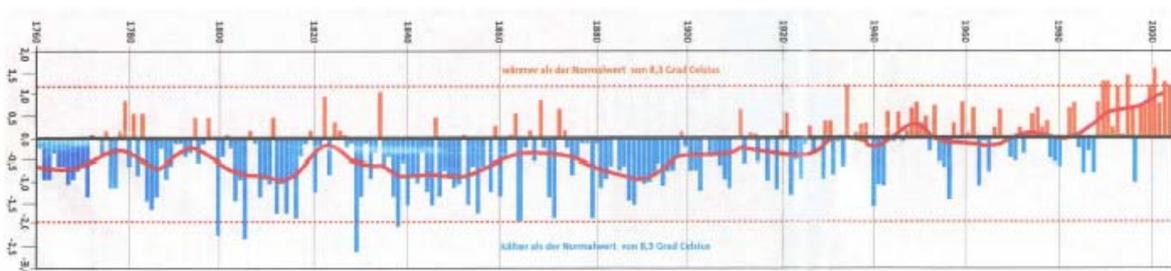


Abb. 1: Schematische Darstellung des Klimasystems und seiner Untersysteme sowie der die Untersysteme verbindenden Flüsse

Quelle: Claussen 2003, UWSF - Umweltchem Ökotox 15 (1) 21-30

### Abb. 1 Schematische Darstellung des Klimasystems

Änderungen von Klimamerkmale fanden in der Vergangenheit immer wieder statt und werden auch in der Zukunft immer wieder auftreten. Dieser Wandel des Klimas wurde in verschiedenen Arbeiten ausführlich betrachtet [4]. Hierbei ist wichtig darauf hinzuweisen, dass Klimaelemente, wie z.B. die Lufttemperatur erst seit ca. 250 Jahren systematisch gemessen und ausgewertet werden. (Abb. 2).



### Abb. 2: Abweichung von der Normaltemperatur von 8,3°C in Deutschland (1761 – 2003)

Die Grafik zeigt Jahresdurchschnittswerte für die bodennahe Lufttemperatur in Deutschland. Der bisher höchste Wert wurde für das Jahr 2000 gemessen: 1,6°C über dem Normalwert von 8,3°C – zusammen also 9,9°C. Die geschwängelte rote Linie verdeutlicht den bedrohlichen Trend (20-Jahres-Glättung). Quelle: Die Zeit Nr. 51, 09.12.2004, S. 26; Inst. f. Meteorologie der Univ. Frankfurt/M.

Untersuchungen in den letzten Jahren belegen einen stark beschleunigten Wandel von Klimamerkmale [4, 5]. Dieser Wandel scheint durch menschliche Aktivitäten mit verursacht zu sein. Pro-

gnosen für die Klimaentwicklung in den nächsten Jahrzehnten gehen von einer weiteren Erhöhung der Jahresmitteltemperatur um 1 bis 4°C und einer Verlängerung der Vegetationszeit in den nördlichen Breiten aus [6].

### **Klimawandel in Nordrhein-Westfalen**

Für Nordrhein-Westfalen liegen Klimadaten für die Periode 1931 bis 1960 in einem Raster von 100x100 m [12] und für die Periode 1961-1990 in einem Raster von 10x10 m vor. Aus diesen Daten können u.a. Mittelwerte und Häufigkeitsverteilungen berechnet und durch den Vergleich der Perioden Klimaänderungen erkannt werden.

Vergleicht man die mittleren Niederschläge bzw. Lufttemperaturen der Periode 1931 bis 1960 mit der Periode 1961 bis 1990, so ergibt sich für Nordrhein-Westfalen im Mittel ein Anstieg der Niederschläge von 36 mm und ein Anstieg der Lufttemperatur von 0,3°C. Vergleicht man jedoch die einzelnen Daten, so gibt es von diesem Mittelwert deutliche Abweichungen. So ist die Lufttemperatur im nördlichen Bergischen Land und im Eggegebirge deutlich stärker angestiegen als im Landesmittel, während im östlichen Sauerland bei diesem Vergleich eine Abkühlung der mittleren Lufttemperaturen auftrat. Auch die Niederschläge nahmen nicht gleichmäßig im Land zu. Deutlich höhere Niederschläge wurden im Bereich des Ebbegebirges in der Periode 1961 bis 1990 im Vergleich zur Periode 1931 bis 1960 erhoben, während die mittleren Niederschläge im Eggegebirge in der zweiten Periode deutlich geringer ausfielen als in der Periode 1931 bis 1960. Wichtig an diesen Befunden ist, dass der Wandel klimatischer Elemente sehr unterschiedlich in konkreten Landschaftsräumen auftritt. Diese Variabilität in der Fläche wird auch durch Auswertung phänologischer Daten [5] gestützt.

### **Waldstandort und Klimawandel**

Der forstliche Standort umfasst die Summe der für das Wachstum der Waldbäume wichtigen Umweltbedingungen. Sie sind im Gelände durch Lage, Klima, Geologie, Boden und Waldnutzungsgeschichte charakterisiert. Je nachdem wie die Standortmerkmale ausgeprägt sind und je nachdem wie diese mit den Ansprüchen der Waldbäume übereinstimmen, zeigen die Bäume unterschiedliche Wuchsleistungen und bilden charakteristische Waldtypen aus [1]. Bis vor wenigen Jahren ging man davon aus, dass das Standortmerkmal Klima keinen oder nur geringen Änderungen unterliegt und als relativ konstant angesehen werden kann, obwohl seit der letzten Eiszeit vor ca. 10.000 Jahren Klimaänderungen die Zusammensetzung der Wälder und deren Wachstum deutlich geprägt haben [2, 3].

Wie sich diese Klimaänderungen in konkreten Landschaftsräumen bzw. Wuchsbezirken auf den Wald (u.a. Baumartenzusammensetzung, Wuchsleistung, Risiken) auswirken ist bisher nur vereinzelt untersucht [7, 8]. Jedoch weisen einige Autoren darauf hin, dass der Gesamtwasserhaushalt (Klima und Boden) des jeweiligen Standortes die Wirkungen eines Klimawandels auf den Waldzustand prägen wird [9, 10, 11]. Da der Gesamtwasserhaushalt eine wichtige Zielgröße der forstlichen Standorterkundung ist, kann unter Nutzung der dort angewandten Methoden abgeschätzt werden, welche Auswirkungen Klimaänderungen auf den Gesamtwasserhaushalt der Standorte und damit auf Wuchsleistung und Vitalität der Waldbäume erwarten lassen. Am Beispiel der Eifel in Nordrhein-Westfalen wurde für drei mögliche Klimaentwicklungen ihre Wirkung auf die Waldstandorte mit Hilfe der digital arbeitenden Standortklassifikation berechnet und in Karten dargestellt.

### **Methode**

#### **Standortklassifikation und Klimavarianten**

Wenn Merkmale der Klimaänderung bekannt oder geschätzt sind kann mit den Werkzeugen der digitalen forstlichen Standortklassifikation ihre Wirkung auf den Gesamtwasserhaushalt für die lokale und somit auch regionale Ebene berechnet werden. Bei der Standortklassifikation werden digital verfügbare Daten u.a. zu den Merkmalen Lage, Klima, Boden, Vegetation in z.T. hoher räumlicher Auflösung (10x10 m Rasterzellen) genutzt, um die waldökologischen Zielgrößen

Trophie- und Gesamtwasserhaushaltsstufe zu berechnen [13, 14]. Abbildung 3 zeigt den Ablauf der digitalen Standortklassifikation.

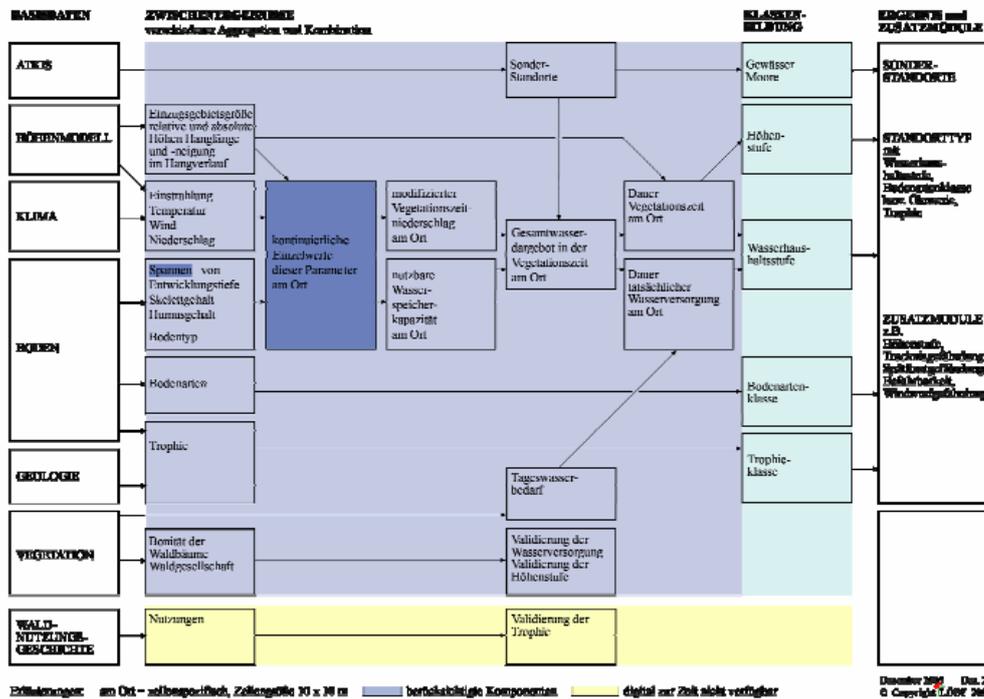


Abb. 3: Ablauf der Standortklassifikation mit digitalen Werkzeugen

Für die Standortklassifikation werden Klimamerkmale der Periode 1961-1990 benutzt. Die hiermit erarbeitete Verteilung der Gesamtwasserhaushaltsstufen stellt den aktuellen Ausgangszustand dar (Klima 0). Als gesetzte Varianten möglicher Klimaänderungen bzw. Abweichungen von dieser Periode wurden folgende Szenarien berechnet:

- Klima 1: Verlängerung der Vegetationszeit um ca. 14 Tage bei einer Erhöhung aller monatlicher Mitteltemperaturen um 1°C und Erhöhung des monatlichen Niederschlages um 10 %.
- Klima 2: Verlängerung der Vegetationszeit um ca. 14 Tage bei einer Erhöhung aller monatlicher Mitteltemperaturen um 1°C, der Niederschlag entspricht dem der Periode 1961-1990.
- Klima 3: Verlängerung der Vegetationszeit um ca. 14 Tage bei einer Erhöhung aller monatlicher Mitteltemp. um 1°C und Verminderung des monatlichen Niederschlages um 10 %.

Für die Berechnung der Gesamtwasserhaushaltsstufen wurde die Standortklassifikation insgesamt vier mal durchgeführt. In den vier Durchgängen wurden lediglich klimatische Eingangsgrößen entsprechend den oben angegebenen Szenarien verändert. Alle anderen Parameter wurden unverändert für die Varianten übernommen. Berücksichtigt wurde bei diesen Berechnungen, dass sich bei veränderten Klimamerkmale auch die einzelnen Klassen der stau- und grundwasser geprägten Standorte in ihrer Flächenausdehnung verändern. Der mögliche Wechsel zwischen nicht hydro-morphen Flächen und Stau- und Grundwasser geprägten Standorten wurde noch nicht umgesetzt. Um dies realitätsnah abbilden zu können sind noch weitere Arbeiten erforderlich. Ergebnisse

### Standortmerkmale und Klima

Die Standortklassifikation mit Klimavarianten wurde für die gesamte in Nordrhein-Westfalen liegende Waldfläche der Eifel berechnet (ca. 80.000 ha). Die Verteilung der Gesamtwasserhaushaltsstufen zeigt Tabelle 1. Von den ca. 80.000 ha Wald weisen ca. 20.000 ha einen durch Stau- oder Grundwasser geprägten Wasserhaushalt auf, ca. 60.000 ha Waldfläche verteilen sich auf die terrestrischen Wasserhaushaltsstufen sehr trocken bis sehr frisch. Trockene und sehr

trockene Standorte nehmen hier einen Anteil von ca. 2.600 ha bzw. ca. 5 % der Waldfläche ein (**Klima 0**).

Eine Temperaturerhöhung mit gleichzeitig erhöhtem Niederschlag (**Klima 1**) hat eine Verschiebung der Gesamtwasserhaushaltsstufen zur Folge. Die trockenen und sehr trockenen Standorte nehmen um ca. 900 ha ab während die frischen und sehr frischen Bereiche um ca. 1.800 ha zunehmen.

Steigt die Jahresmitteltemperatur und die Niederschläge bleiben gleich (**Klima 2**) so ist eine deutliche Verschiebung der Gesamtwasserhaushaltsstufen in Richtung trocken zu erwarten.

Diese Verschiebung wird dann noch ausgeprägter sein, wenn zusätzlich die Niederschläge abnehmen (**Klima 3**). Bei dieser Variante nimmt der Flächenanteil der frischen und sehr frischen Standorte um ca. 2.400 ha ab, gleichzeitig nehmen die trockenen und sehr trockenen Bereiche um ca. 9.000 ha gegenüber dem Ausgangszustand zu. Aus dieser Betrachtung wird deutlich, dass eine Änderung von Klimamerkmale erhebliche Auswirkungen auf den forstlichen Standort bzw. die Gesamtwasserhaushaltsstufe haben wird.

Gesamtwasser- haushaltsstufe	Flächenausstattung der Klimavarianten							
	Ausgangszustand Klima 0		Klima 1		Klima 2		Klima 3	
	ha	%*	ha	%*	ha	%*	ha	%*
sehr frisch	5.500	9	6.365	11	4.590	7	2.866	5
frisch	7.326	12	8.252	14	7.741	13	7.544	12
mäßig frisch	25.248	43	28.393	47	20.282	34	12.424	21
mäßig trocken	18.473	31	15.049	25	22.082	37	26.040	43
trocken	1.500	3	1.028	2	2.949	5	6.412	11
sehr trocken	1.146	2	765	1	2.210	4	4.567	8
Stauwasser	15.152		15.152		15.152		15.152	
Grundwasser	5.353		5.353		5.353		5.353	

\* Anteil in Prozent an den nicht hydromorphen Gesamtwasserhaushaltsstufen

**Tab. 1: Absolute und relative Flächen der Gesamtwasserhaushaltsstufen bei 4 Klimavarianten**

Für den Waldbesitzer bzw. den Förster reicht diese Auswertung nicht aus. Er benötigt für seine Arbeit Daten darüber, wie sich ein Klimawandel konkret in seinen Waldparzellen auswirken wird. Diese benötigten Informationen kann die Standortkunde in Form von Karten in hoher räumlicher Auflösung bereitstellen. Am Beispiel eines Gebietes in der Hocheifel bei Monschau und eines im Kermeter bei Gemünd wird die lokale Wirkung möglicher Klimaentwicklungen vorgestellt. Die Waldflächen bei Monschau liegen in einer Höhe von 560 bis 620 m ü. NN, die Jahresmitteltemperatur beträgt 7 bis 7,5°C, die Niederschläge erreichen im Jahresmittel 1200 mm und die Vegetationszeit ist 130 bis 140 Tage lang. Aus den anstehenden devonischen Schiefen haben sich basenarme Braunerden verschiedener Entwicklungstiefe entwickelt. Kleinflächig kommen Pseudogleye und in den Talbereichen Gleye vor. Das Ergebnis der durchgeführten Standortklassifikation ist in Abb. 4 dargestellt. Dabei gibt die Grundfarbe die Trophie an, die in den Talbereichen als mittel und auf der übrigen Waldfläche als schwach eingestuft wurde. Flächen mit einer blauen Schraffur sind frische Standorte mit einer ausreichenden Wasserversorgung. Waldflächen ohne weitere Schraffur wurden als mäßig frisch eingestuft. Hier kann es im Jahresverlauf kurzfristig für die Waldbäume zu Wasserstress kommen. Flächen mit einem mäßig trockenen Gesamtwasserhaushalt kommen nur kleinflächig vor. Hier ist die Wuchsleistung der Bäume durch Wasserstress häufiger vermindert. Wechselfeuchte Standorte nehmen nur kleine Flächen ein.

Ändert sich das Klima entsprechend **Klima 1** (wärmer und feuchter), so ändert sich der Gesamtwasserhaushalt der Standorte kaum (Abb. 4). Die Flächen mit einem mäßig trocken und mäßig frischen Wasserhaushalt werden geringfügig abnehmen, während Flächen mit einem frischen Gesamtwasserhaushalt geringfügig zunehmen. Wird es jedoch wärmer mit verlängerter Vegetationszeit bei gleich bleibenden Niederschlägen (**Klima 2**), so hat dies mehr Auswirkungen auf den Gesamtwasserhaushalt der Standorte (Abb. 4). Teile der bisher als frisch eingeschätzte Standorte werden als mäßig frisch eingestuft. Derartige Bereiche sind durch eine geringe bis mäßige nutzbare Wasserspeicherkapazität der Böden charakterisiert. Auffällig ist, dass der Anteil der mäßig trockenen Standorte sich kaum verändert. Steigt die Temperatur bei verlängerter Vegetationszeit und nehmen 5 gleichzeitig die Niederschläge ab (**Klima 3**), wird die Gesamtwasserhaushaltsstufe der Standorte deutlich in Richtung trocken verändert. Die Mehrzahl der ursprünglich als frisch eingeschätzten Flächen werden bei Klima 3 als mäßig frisch klassifiziert und der Anteil der mäßig trockenen Flächen nimmt größere Flächen auf flach- und mittelgründigen Böden ein (Abb. 4). Diese veränderten Klimamerkmale bzw. Gesamtwasserhaushaltsstufen werden auch Auswirkungen auf die Baumartenwahl und Vitalität der Waldbäume haben.

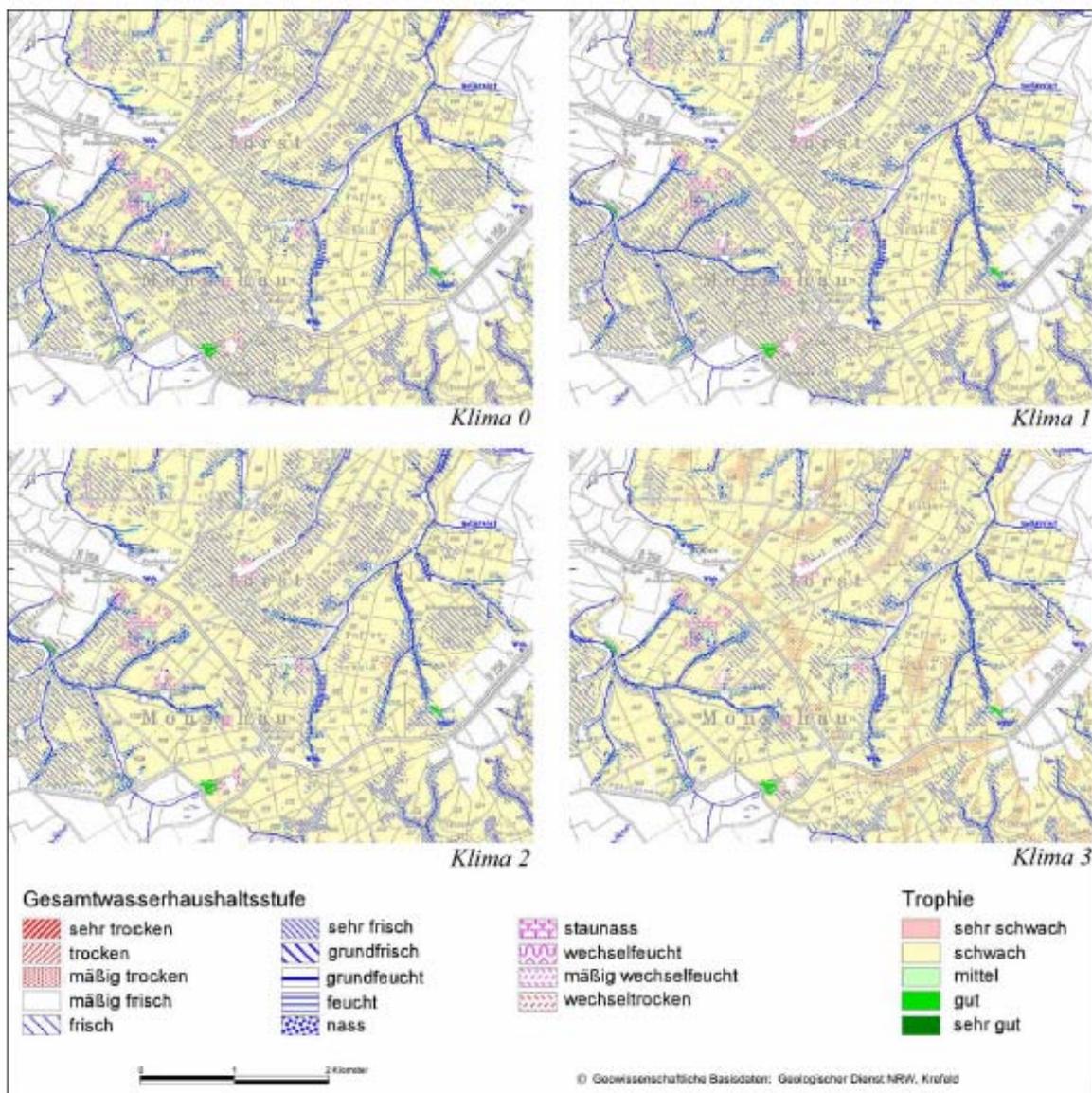
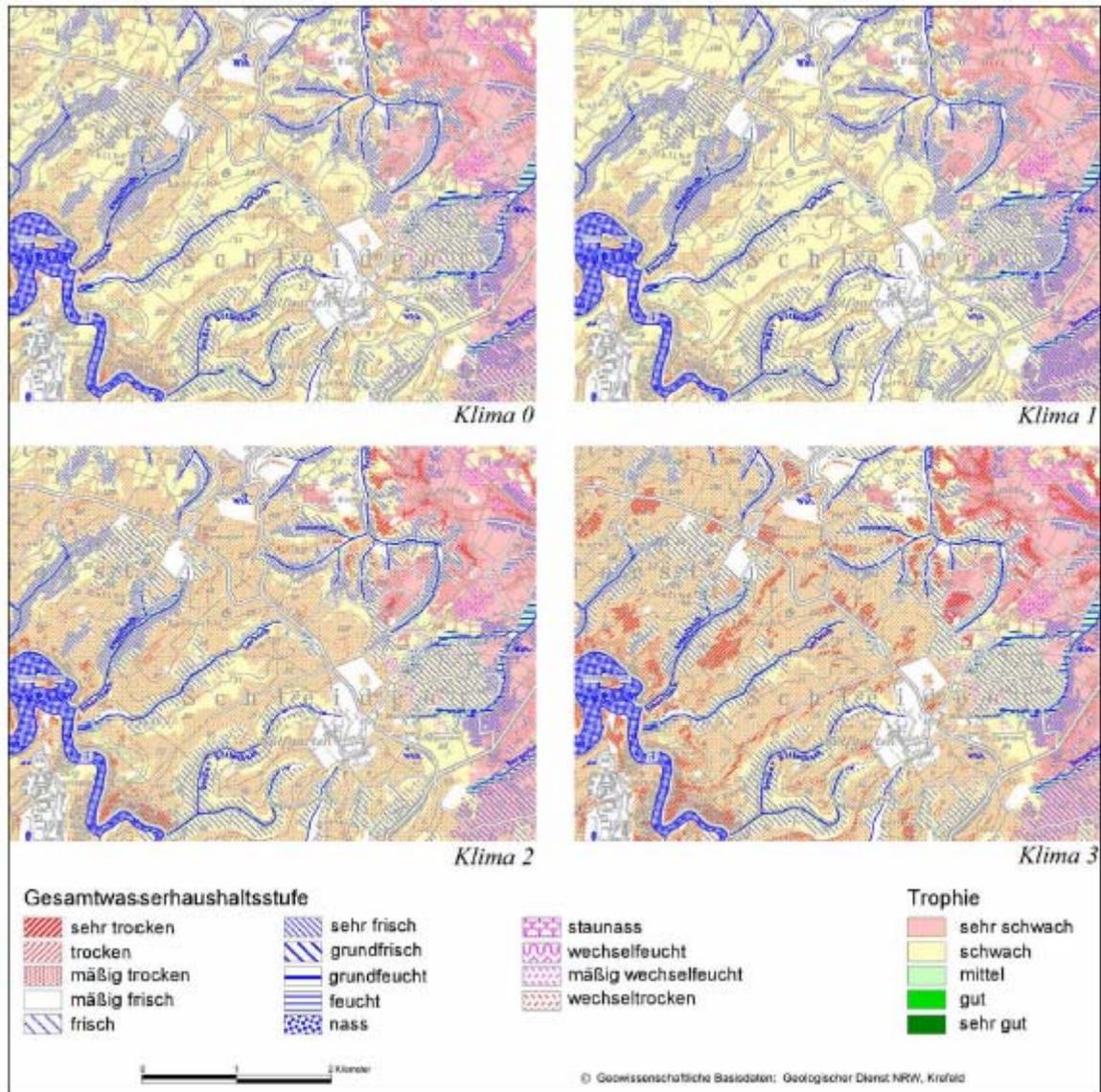


Abb. 4: Waldstandorte bei 4 Klimavarianten im Bereich Monschau

Das zweite Beispielgebiet liegt im Kermeter in einer Höhe von 400 bis 500 m ü. NN, die Jahresmitteltemperatur beträgt 8 bis 8,5°C, die Niederschläge erreichen im Jahresmittel 900 mm

und die Vegetationszeit ist 145 bis 155 Tage lang. Im Westen besteht der geologische Untergrund aus devonischen Schiefen aus denen sich Braunerden verschiedener Gründigkeit entwickelt haben, im Osten bildet Buntsandstein das Ausgangsmaterial der Bodenbildung. Aus dem sandigen Substrat 6 haben sich basenarme Braunerden und Podsole entwickelt. Kleinflächig kommen Pseudogleye und in den Talbereichen Gleye vor.



**Abb. 5: Waldstandorte bei 4 Klimavarianten im Bereich Kermeter**

Das Ergebnis der mit diesen Basisdaten durchgeführten Standortklassifikation ist in Abbildung 5 dargestellt. Entsprechend der geringen Nährstoffausstattung bzw. -nachlieferung der Böden auf Sandstein wurde deren Trophie als sehr schwach eingeschätzt, während den westlich anschließenden Flächen auf devonischen Schiefen die Trophiestufe schwach zugewiesen wurde. In Talungen mit ziehendem (Grund)-Wasser ist eine mittlere Trophie zu erwarten. Die Spanne der Gesamtwasserhaushaltsstufen reicht von sehr frisch bzw. frisch in ausgeprägten Talungen auf Böden mit einer hohen nutzbaren Wasserspeicherkapazität bis zu trocken auf flachgründigen, exponierten Lagen. Flächen mit wechselfeuchtem Gesamtwasserhaushalt kommen nur kleinflächig in dem ausgewählten Bereich vor.

Eine Klimaänderung entsprechend **Klima 1** lässt kleinflächige Veränderungen der Gesamtwasserhaushaltsstufe erwarten (Abb. 5). Die sehr frischen und frischen Bereiche verzeichnen eine leichte

Flächenzunahme ebenso wie die als mäßig frisch eingeschätzten Standorte. Demgegenüber nehmen die als mäßig trocken bewerteten Flächen klar ab. Wird es jedoch wärmer mit verlängerter Vegetationszeit und gleich bleibenden Niederschlägen (**Klima 2**), so sind die Auswirkungen auf den Gesamtwasserhaushalt der Standorte überraschend deutlich. Auf exponierten Standorten treten vermehrt Flächen mit der Wasserhaushaltsstufe trocken auf und zahlreiche der ursprünglich als mäßig frisch klassifizierten Bereiche werden bei diesem Szenario als mäßig trocken ausgewiesen (Abb. 5). Auch frische und sehr frische Standorte vermindern sich in ihrer Flächenausstattung. Kommt es neben einer Erwärmung noch zu einer Verminderung der Niederschläge (**Klima 3**) weisen mehr als 50% der Wälder einen mäßig trockenen bzw. trockenen Gesamtwasserhaushalt auf (Abb. 5). Dies dürfte auch Auswirkungen auf die Vitalität der Bäume und deren Biomasseproduktion haben. Frische Standorte konzentrieren sich bei diesem **Klimaszenario 3** nur noch auf Talungen und Böden mit einer hohen nutzbaren Wasserspeicherkapazität.

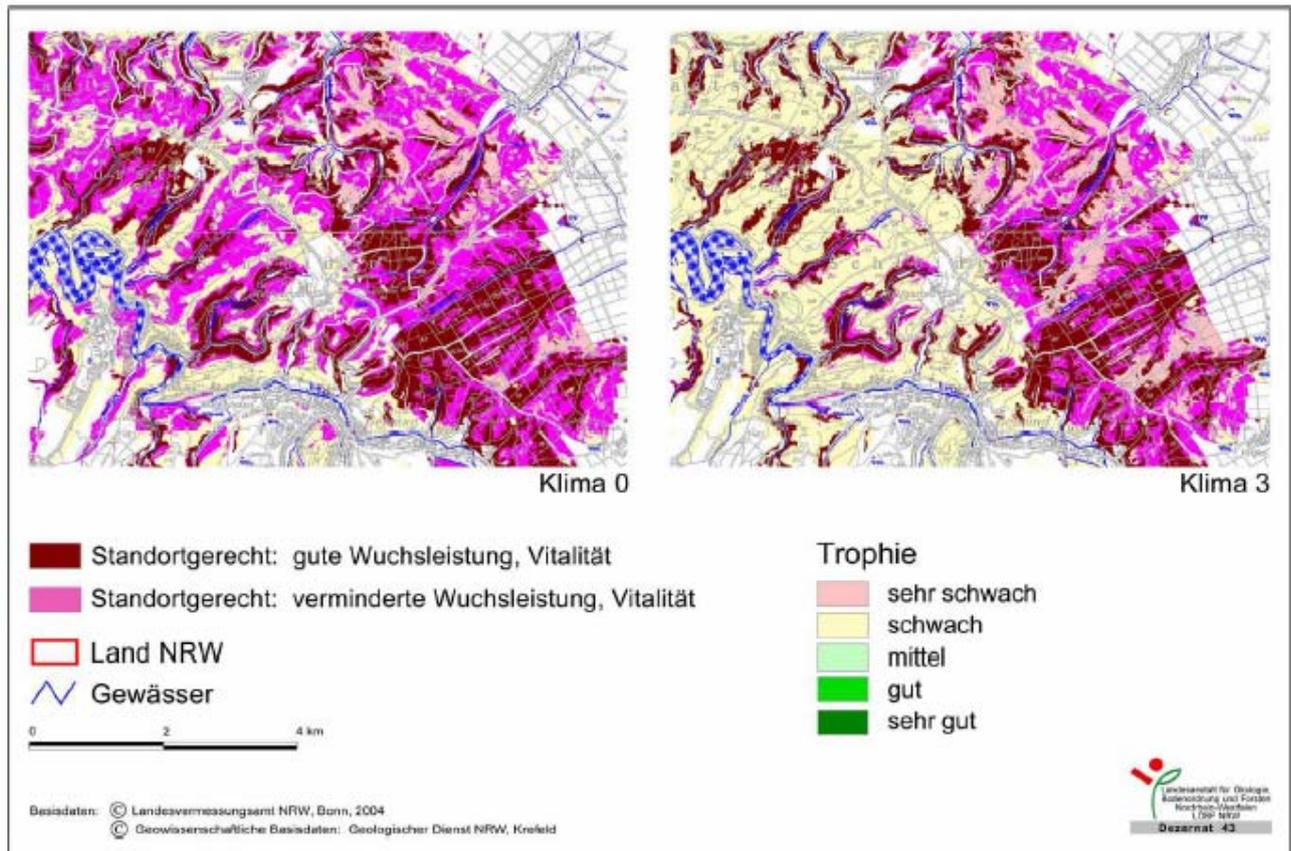
## Diskussion

Die Studie zeigt auf, wie mit Hilfe der digitalen Standortklassifikation nicht nur die Zielgrößen der Standorterkundung realitätsnah eingeschätzt werden können, sondern dass es mit dieser Methode auch möglich ist Änderungen von Standortmerkmalen, wie z.B. Klimaänderungen, und ihre mögliche Wirkung auf die Qualität der Waldstandorte zu berechnen. Die mittlerweile veröffentlichte Studie: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Nordrhein-Westfalen [15] konnte für die Variantenbetrachtung nicht berücksichtigt werden. Im Ergebnis weist diese Arbeit auf ähnliche Klimaentwicklungen hin, wie sie dieser Studie zugrunde liegen.

Der Vergleich der beiden Klimaperioden 1931 bis 1960 und 1961 bis 1990 für Nordrhein-Westfalen zeigt, dass es in der Vergangenheit im Jahresmittel wärmer und gleichzeitig feuchter geworden ist. Dieser Befund steht im Einklang mit Ergebnissen von RAPP und SCHÖNWIESE [16], die für die Periode 1891 bis 1990 einen deutlichen Temperaturanstieg und eine Zunahme der Niederschläge für Nordwest- und Süddeutschland fanden. Zudem belegen Auswertung von Satellitenmessungen, dass auf der Nordhalbkugel zwischen 45°N und 70°N von 19 81 bis 1991 die photosynthetische Aktivität der Bodenvegetation aufgrund einer Verlängerung der Vegetationszeit zugenommen hat [17]. FABIAN und MENZEL [18] zeigten mit phänologischen Untersuchungen, dass sich im Mittel die Vegetationsperiode in Deutschland verlängert hat und stützen damit die Ergebnisse der Satellitendaten. Eine verlängerte Vegetationszeit mit erhöhter Mitteltemperatur und erhöhten Niederschlägen kann von den Bäumen für eine erhöhte Biomasseproduktion genutzt werden. Insofern deuten diese Befunde darauf hin, dass der in den Wäldern und insbesondere auf Versuchsflächen beobachtete Zuwachsanstieg [7, 19, 20] auf überregionaler Ebene, neben weiteren Faktoren (Stickstoffeinträge, Nutzungsintensität, u.a.), eng mit Änderungen der Klimamerkmale einher geht. Jedoch muß auch darauf hingewiesen werden, dass dieser Trend auf der regionalen oder lokalen Ebene von Merkmalen des Standortes (u.a. Wasserhaushaltsstufe, Stickstoffeinträge, Witterungsextreme, Pathogene) bzw. des Bestandes (u.a. Herkunft) überlagert werden kann. Im Extremfall kann es lokal, entgegen dem überregionalen Wachstumstrend, zu unerwarteten negativen Abweichungen bis hin zu Bestandesauflösungen kommen, insbesondere dann, wenn die Bestockung nicht standortgerecht ist.

Wie sich das Klima in Zukunft entwickeln wird ist unbekannt. Setzt sich der Trend der Klimaänderung der vergangenen Periode jedoch fort, so würden die Szenarien Klima 1 bzw. 2 die zu erwartende Entwicklung am besten abbilden. Für die Waldwirtschaft ergeben sich dadurch sowohl Chancen als auch Risiken.

**Chancen** bestehen auf gut wasserversorgten Standorten durch weiterhin hohe Biomassezuwächse und die Erweiterung des standortgerechten Baumartenspektrums um Baumarten mit einem erhöhten Wärmeanspruch. Hierdurch besteht die Möglichkeit heutige Waldtypen entsprechend geänderten Umweltbedingungen gezielt weiterzuentwickeln.



**Abb. 6: Flächen eines standortgerechten Fichtenanbaus bei zwei Klimaszenarien, Bereich Wolfgarten**

**Erhöhte Risiken** für die Waldwirtschaft dürften insbesondere dort zu erwarten sein, wo der Wasserbedarf der Vegetation kaum durch das Angebot gedeckt ist bzw. wo derzeit schon Gesamtwasserhaushaltsstufen als mäßig frisch bis sehr trocken eingeschätzt werden. Durch eine 9 weiter verlängerte Vegetationszeit steigt insbesondere auf flachgründigen Böden das Risiko für Wasserstress und eine hierdurch verminderte Vitalität von Waldbäumen. Ein Beispiel hierfür wäre ein Fichtenbestand auf einem westexponiertem Hang, der aufgrund der verlängerten Vegetationszeit einen erhöhten Wasserbedarf hat (Abb. 6).

Kann dieser durch Niederschläge oder Bodenwasservorräte nicht gedeckt werden, leiden die Bäume unter Wasserstress der eine Vitalitätsminderung bewirken kann. Gleichzeitig würden in trockenwarmen Perioden Borkenkäfer in ihrer Entwicklung gefördert, die dann gravierende Schäden in solchen Beständen verursachen können. Hierdurch würde die Fläche für den standortgerechten Fichtenanbau deutlich kleiner werden.

Um derartigen Entwicklungen vorzubeugen, kann die Waldwirtschaft an derartige Bedingungen angepasste Baumarten (u.a. Douglasie, Traubeneiche) verstärkt am Bestandaufbau beteiligt [11]. Wo entsprechende Standorte in einem Forstbetrieb vorkommen, kann aus den Standortkarten ersehen werden. Zudem kann die Wahl standortgerechter Baumarten für die Waldflächen mit Hilfe eines Moduls der Standortklassifikation unterstützt werden, in dem Standortansprüche der Baumarten und Standortmerkmale der Waldfläche miteinander abgeglichen werden [21]. Ergebnis einer solchen Auswertung können Karten mit Baumartenvorschlägen sein. Für das waldbauliche Handeln muß darüber hinaus berücksichtigt werden, dass sich durch Änderungen von Klima- bzw. Standortmerkmalen auch die Konkurrenzsituation der Waldbaumarten verschieben kann.

Eine Änderung der Klimamerkmale entsprechend Szenario Klima 3 (wärmer und trockener) dürfte überwiegend negative Auswirkungen auf den Wald haben. Auf weiten Waldflächen ist bei dieser Prognose mit verminderten Zuwachsraten, erhöhtem Risiko durch Trockenstreß, Insektenkala-

mitäten und Verschiebung der Konkurrenzverhältnisse zwischen den Baumarten zu rechnen. Jedoch erscheint nach heutigem Kenntnisstand eine solche Entwicklung wenig wahrscheinlich.

### Schlußbetrachtung

Merkmale des forstlichen Standortes haben sich in der Vergangenheit geändert und werden es auch in Zukunft tun. Um auf diesen Wandel reagieren zu können, ist ein umfangreiches Wissen über Eigenschaften des Standortes als Lebensraum für Waldbäume nötig. Dieses Wissen kann die forstliche Standortkunde bereitstellen, um künftige waldbauliche und naturschutzfachliche Entscheidungen auf einer fundierten Grundlage zu treffen.

### Dank

Bei der Realisierung der Studie haben zahlreiche Persönlichkeiten durch Rat und Tat mitgeholfen. Dafür bedanke wir uns recht herzlich. Unser besonderer Dank gilt Herrn T. Husemann für das Datenmanagement und Herrn U. Norra für die Erstellung der Grafiken.

### 10 Literatur

- [1] ELLENBERG, H., 1986: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. Ulmer Verlag Stuttgart, 4. Aufl., S. 989.
- [2] STAKA, 2003: Forstliche Standortsaufnahme: Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen. Herausgeber: Arbeitskreis Standortkartierung in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung, 6. Aufl., IHW-Verlag Eching, S. 352.
- [3] FIRBAS, F., 1949: Waldgeschichte Mitteleuropas, Bd. I Allgemeine Waldgeschichte. Fischer Verlag Jena, S. 256
- [4] SCHÖNWIESE, C.-D., 2005: Globaler und regionaler Klimawandel. Indizien der Vergangenheit, Modelle der Zukunft. UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox., 17, S. 171-175
- [5] MENZEL, A., 1997: Phänologie von Waldbäumen unter sich ändernden Klimabedingungen. Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 164.
- [6] IPCC, 2005: International Panel on Climate Change. Zahlreiche Berichte unter: <http://www.ipcc.ch/>
- [7] PRETZSCH, H., 1999: Waldwachstum im Wandel. Forstw. Cbl. 118. Jg., S. 228-250.
- [8] IRRGANG, S., 2002: Klimaänderung und Waldentwicklung in Sachsen – Auswirkungen auf die Forstwirtschaft. Forstarchiv, 73. Jg. S. 137-148
- [9] AMMER, Ch., ALBRECHT, L., BORCHERT, H., BROSINGER, F., DITTMAR, Ch., ELLING, W., EWALD, J., FELBERMEIER, B., GILSA von H., HUSS, J., KENK, G., KÖLLING, Ch., KOHNLE, U., MEYER, P., MOSANDL, R., MOOSMAYER, H.U., PALMER, S., REIF, A., REHFUESS, K.E., STIMM, B., 2005: Zur Zukunft der Buche (*Fagus sylvatica* L.) in Mitteleuropa.  
– Kritische Anmerkungen zu einem Beitrag von RENNENBERG et al. (2004). AFJZ, 176. Jg., 4, S. 60-67.
- [10] RENNENBERG, H., SEILER, W., MATYSSEK, R., GESSLER, A., KREUZWIESER, J., 2004: Die Buche (*Fagus sylvatica* L.) – ein Waldbaum ohne Zukunft im südlichen Mitteleuropa? AFJZ, 175. Jg., 10/11, S. 210-224
- [11] WAGNER, S., 2004: Klimawandel – einige Überlegungen zu waldbaulichen Strategien. Forst und Holz, 59. Jg., S.394-398.
- [12] MURL, 1989: Klima-Atlas von Nordrhein-Westfalen. Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes
- [13] SCHULZ, R., ASCHE, N., 2000: Forstliche Standortkartierung in NRW. Ansätze zur Nutzung digitaler Werkzeuge für die
- [14] ASCHE, N., SCHULZ, R., 2004: Standortklassifikation mit digitalen Werkzeugen und die digitale Waldtypenkarte in
- [15] GERSTENGARBE, F.-W., WERNER, P.C., HAUF, Y., 2004: Erstellung regionaler

Klimaszenarien für Nordrhein-Westfalen.

- [16] RAPP, J., SCHÖNWIESE, C.-D., 1996: Atlas der Niederschlags- und Temperaturtrends in Deutschland 1891-1990.
- [17] MYNENI, R.B., KEELING, C.D., TUCKER, C.J., ASRAR, G., NEMANI, R.R., 1997: Increased plant growth in the northern
- [18] FABIAN, P., MENZEL, A., 1998: Wie sehen die Wälder von morgen aus – aus Sicht eines Klimatologen. Forstw. Cbl., 117.
- [19] SPIEKER, H., MIELIKÄINEN, K., KÖHL, M., SKOVSGAARD, J.P., (eds.), 1996: Growth Trends in European Forests.
- [20] SPELSBERG, G., TESKE, H., GRANER, M., SUNTRUP, U., 1995: Hohes Zuwachsniveau der Fichte in Nordrhein-
- [21] ASCHE, N., 2001: Standortgerechte Baumartenwahl in Nordrhein-Westfalen. Eine Entscheidungshilfe. AFZ/Der Wald 16, S. 826-829.

## **Die Buche - eine Baumart mit Zukunft im östlichen Mitteleuropa?**

**PROF. DR. ANDREAS BOLTE, TOMASZ CZAJKOWSKI**

### **Einleitung und Zielstellung**

Es gibt deutliche Anzeichen für eine Klimaerwärmung in Europa. Die Jahresmitteltemperatur hat sich im europäischen Durchschnitt während der letzten 100 Jahre um ca. 1°C erhöht, wobei der höchste Anstieg während des Zeitraumes der letzten 14 Jahre erfolgte. Diese Periode beinhaltete die acht wärmsten Jahre des letzten Jahrhunderts (EEA, 2004). In Mitteleuropa war der Sommer 2003 mit seinen Mitteltemperaturen von Juni bis August im Schnitt 3°C bis 5°C wärmer als die langjährigen Mittelwerte 1961-1990. In der Schweiz waren der Juni und der August 2003 die mit Abstand wärmsten Monate, die je aufgezeichnet wurden (Schär et al., 2004). Die Häufung sowie die Verschärfung von extremen Witterungs- und Wetterereignissen wie Hitze- und Trockenperioden sind ein wichtiger Bestandteil der prognostizierten Klimaänderung (IPPC, 2001; Frich et al., 2002). Klimaprognosen nach Schär et al. (2004) sagen für den Zeitraum zwischen 2071-2100 die höchsten Variabilitäten der Sommertemperaturen für das zentrale und östliche Mitteleuropa voraus. Diese Region deckt den zentralen Bereich und den östlichen Rand des Verbreitungsgebiets buchendominierter Wälder in Europa ab (Bohn & Neuhäusl 2000-2003).

Die Buche (*Fagus sylvatica*) besitzt unter den atlantischen, sommerfeuchten klimatischen Bedingungen Mitteleuropas auf der überwiegenden Anzahl der Standorte die größte Konkurrenzfähigkeit. Sie würde daher die natürliche Vegetation weitgehend dominieren und auf vielen norddeutschen und nordpolnischen Tiefland-Standorten nahezu Reinbestände ausbilden (Matuszkiewicz 1984, 1989, Ellenberg 1996, Leuschner 1998, Bohn & Neuhäusl 2000-2003).

Als Baumart der atlantischen Klimate gilt die Buche allgemein als trockenheitsempfindliche Baumart. Die Fragen nach ihrer Empfindlichkeit gegenüber verstärkter Trockenheit und ihrer Anpassungsfähigkeit an Wassermangelsituationen steht damit im Brennpunkt der Diskussionen um die zukünftige standörtliche Eignung der Buche auf trockengefährdeten Standorten in Mitteleuropa (Rennenberg et al.; 2004, Ammer et al., 2005; Kölling et al., 2005, Bolte 2005).

Die Buche reagiert besonders in der Verjüngungsphase sensibel auf Trockenheit, da neben dem Klimaeinfluss auch die Konkurrenz mit dem Altbestand und der Begleitvegetation Wachstum und Vitalität der Jungpflanzen negativ beeinflussen kann (Bolte und Roloff, 1993; Ammer, 2002; Löf et al., 2005). In Freilandhebungen und experimentellen Studien an Buchenjungenpflanzen auf 9 Standorten bzw. von 11 verschiedenen autochthonen Herkünften wurde deren Reaktion auf Trockenheit entlang eines klimatischen Gradienten zunehmender Kontinentalität, Sommerwärme und Tendenz zur Sommertrockenheit von Nordostdeutschland nach Zentralpolen untersucht. Ziel war, mögliche Unterschiede der Empfindlichkeit der Buchen gegenüber Trockenheit aufzuzeigen und diese mit der geographischen Lage und den klimatischen Gegebenheiten zu korrelieren. Anhand der Ergebnisse soll diskutiert werden, ob mit einer Anpassung der Buche an zukünftig verstärkte Trockenheit in Mitteleuropa zu rechnen ist und welche Maßnahmen der Risikominderung von klimatisch ausgelöster Destabilisierung von Wäldern in Frage kommen.

### **Material und Methoden**

#### **Freilanduntersuchungen zur Reaktion auf den extremen Trockensommer 2003**

Die Auswahl von Buchenwäldern für Freilanduntersuchungen auf neun ähnlichen Standorten entlang eines Gradienten zunehmender klimatischer Trockenheit zielte darauf ab, verschiedene Buchen-Herkünfte mit vergleichbaren Bodenbedingungen zu erfassen ( Abb. 1).

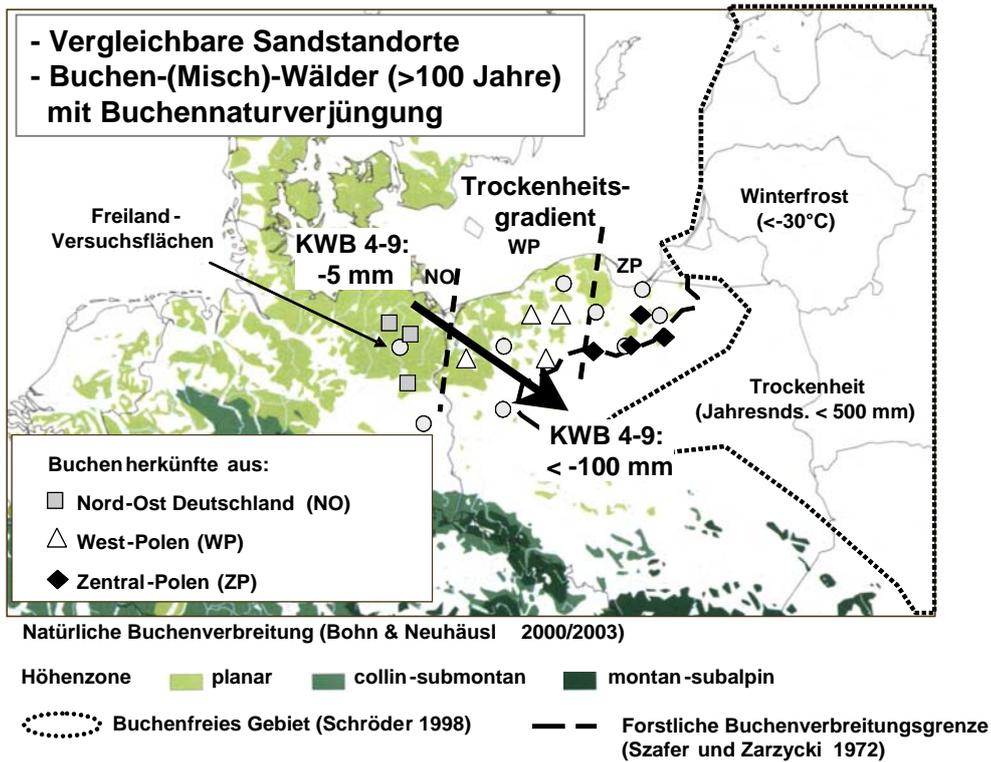


Abb. 1: Lage der Versuchsflächen und ausgewählten Provenienzbestände in Deutschland und Polen entlang eines klimatischen Gradienten zunehmender Trockenheit; KWB 4-9: Klimatische Wasserbilanz zwischen Anfang April und Ende September (Differenz aus Niederschlag und potenzieller Evapotranspiration)

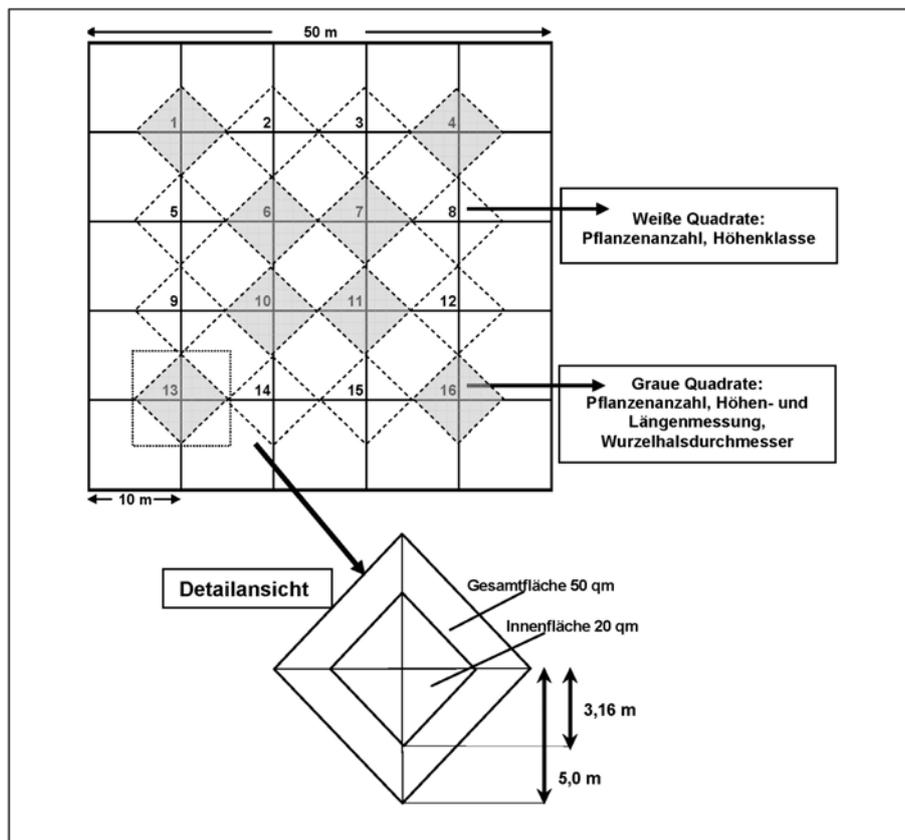


Abb. 2: Versuchsflächendesign zur Verjüngungsaufnahme nach Meyer et al. (2001), verändert

Während der lang anhaltenden und extrem trockenen Trockenperiode im August 2003 und in Wiederholung im September 2004 nach durchschnittlicher Sommerwitterung wurde auf je einer permanent markierten Untersuchungsfläche pro Bestand (0,12 ha bis 0,25 ha Größe) die Buchenverjüngung (BHD < 7 cm) aufgenommen. Dies geschah auf in der Regel 16 systematisch verteilten Parzellen innerhalb jeder Fläche (Abb. 2). In zwei Beständen mit geringer Ausdehnung konnten nur Aufnahmeflächen mit sechs Parzellen und in einem Bestand lediglich 12 Parzellen angelegt werden, um einen genügenden Abstand zum Bestandesrand (40 Meter) zur Vermeidung von Randeffekten zu gewährleisten. Bis zu einer Höhe von 1,5 Metern erfolgte die Inventur nur auf der Innenfläche, bei größeren Pflanzen auf der Gesamtfläche der Parzellen (vgl. Meyer et al., 2001). Auf sechs bis acht Parzellen pro Untersuchungsfläche wurden auf den Innenflächen (20m<sup>2</sup>) alle Buchenpflanzen bis zu einer Gesamtzahl von 20 Individuen etikettiert. Bei mehr als 20 Individuen erfolgte eine Zufallsauswahl. Auf einer Fläche wurden zusätzlich die Jungpflanzen einer neunten Parzelle etikettiert, um eine ausreichende Gesamtzahl von Buchenpflanzen zu erhalten. An den etikettierten Pflanzen wurden Pflanzenschäden (Terminaltriebverbiss, unspezifische Fraßschäden), oberirdische Sprosshöhe (H) und Sprosslänge (L), Sprossbasisdurchmesser am Bodenaustrittspunkt (D0) sowie die Terminaltrieblänge (TL) aufgenommen.

Die Wiederholungsaufnahme der Aufnahme im Jahr 2004 ermöglichte im Vergleich der Jahre 2003 und 2004 die Inventur der Verluste an Baumartenverjüngung und der Zuwächse an Höhe, Länge und Wurzelhalsdurchmesser. Für die Zuwachsberechnung wurden nur etikettierte Pflanzen ohne Terminalverbiss in beiden Inventurjahren verwendet.

Da eine unterschiedliche Ausgangsdimension der Jungpflanzen den Pflanzenzuwachs an Länge und Durchmesser stark beeinflusst, wurden die relativen Zuwächse (*RI*) wie folgt berechnet (Ammer et al., 2004):

$$RI = \frac{Z_t}{W_{t-1}} \quad (1)$$

mit

**Z = Zuwachs (Länge, Durchmesser) am Ende der Wachstumsperiode**

**W = Dimension (Länge, Durchmesser) zu Beginn der Wachstumsperiode**

Mit dieser Berechnung wird der im Bezugszeitraum geleistete Zuwachs als Index auf die Ausgangsdimension der Verjüngungspflanze zu Beginn der Zuwachsperiode bezogen. Beim relativen Zuwachs des Jahres 2004 ( $RI_{L04}$ ,  $RI_{D004}$ ) wurde die Differenz der Sprosslängen in 2003 und 2004 ( $L_{03}$ ,  $L_{04}$ ) und der Wurzelhalsdurchmesser ( $D0_{03}$ ,  $D0_{04}$ ) mit der entsprechenden Ausgangsdimension in 2003 verrechnet. Der relative Längenzuwachs 2003 ( $RI_{L03}$ ) wurde aus der Terminaltrieblänge 2003 und Sprosslänge 2002 ( $L_{02}$ ) kalkuliert, die aus der Differenz der gesamten Sprosslänge 2003 und der Terminaltrieblänge im selben Jahr rekonstruiert wurde.

Während der sommerlichen Trockenperiode vom 23.07 bis 12.08.2003 erfolgten auf den acht Untersuchungsflächen Messungen des Predawn-Blattwasserpotenzials (Dunkel-Potenzial,  $\Psi_{PD}$ ) von 2 Uhr bis etwa 4.30 Uhr an je 17 bis 22 zufällig ausgewählten Buchenjungpflanzen mit einem geschätzten Alter zwischen zwei und fünf Jahren. Für die destruktiven Untersuchungen wurden nur Buchenpflanzen außerhalb der Parzellen verwendet, um die Zuwachsinventuren nicht zu beeinträchtigen. Die Messungen erfolgten mit Hilfe einer mobilen Scholander-Druckapparatur (Eigenbau der Univ. Göttingen, vgl. Horn 2002) an intakten Blättern z. T. mit Sprossabschnitten unverzüglich nach dem Abtrennen von der Buchenpflanze. Die maximalen Blattwasserpotenziale (Predawn-Potenziale) wurden kurz vor Tagesbeginn (3 – 5 Uhr) bestimmt. Das vor Sonnenaufgang gemessene Predawn-Wasserpotenzial liefert einen maximalen Pflanzenpotenzialwert, der bei einem Potenzialausgleich zwischen Boden und Pflanze die pflanzenverfügbare Restfeuchte im Wurzelraum charakterisiert (Ehlers, 1996).

## **Trockenheitssimulation und Untersuchung der Pflanzenreaktion im Labor**

Für Laboruntersuchungen wurden Samen von 11 anerkannten Buchenherkünften aus Saatgutbeständen polnischer und deutscher Forstbehörden ab dem Spätwinter 2003 kultiviert (Abb. 1). Weitere Angaben zu den Methoden der Anzucht können Czajkowski und Bolte (2006) entnommen werden.

Im Zeitraum vom 08.07.2004 bis zum 18.09.2004 wurde an den zweijährigen Buchen eine Trockenperiode im Gewächshaus der Universität Göttingen simuliert. Es erfolgte eine Trennung des Pflanzenkollektivs jeder der 11 Herkünfte in Behandlung und Kontrolle mit je 15 Jungbuchen. Vor Beginn der Simulation wurden alle Pflanzen bis zum Erreichen der Bodenwassersättigung bewässert. Nachdem nach etwa 12 Stunden das bewegliche Bodenwasser aus Sickerungsöffnungen am Boden des Topfes abgeflossen und die Grenze der nutzbaren Feldkapazität erreicht war, wurden zwei zufällig ausgewählte Pflanzen pro Herkunft als Indikatorpflanzen inkl. Substrat und Topf gewogen. Die Simulation einer sommerlichen Trockenheit erfolgte durch ein unterschiedliches Bewässerungsregime. Während die Pflanzen der Behandlungsvariante keinerlei Wasserzufuhr während des ganzen Untersuchungszeitraums erhielten, wurden die Buchen der Kontrollevariante weiterhin regelmäßig jeden zweiten Tag bewässert. Zweimal pro Woche wurden die Indikatorpflanzen zu Kontrollzwecken gewogen. Nach den Ergebnissen wurde die Bewässerung der Kontrolle so angepasst, dass nur geringe Abweichungen vom Ausgangsgewicht zu verzeichnen waren.

Die Bestimmung der Evapotranspiration der Behandlungspflanzen erfolgte gravimetrisch aus der Differenz von gemessenem Gewicht und dem Anfangsgewicht zu Beginn der Simulation. Die aufsummierte, kumulative Evapotranspiration während der simulierten Trockenperiode korrespondiert mit der Abnahme des volumetrischen Bodenwassergehaltes, da keine Bewässerung stattfand. Die Ermittlung des Predawn-Blattwasserpotenzials erfolgte am Ende der Trockenheitssimulation mit der gleichen Scholander-Druckapparatur und derselben Methodik wie bei den Freilanduntersuchungen an acht zufällig ausgewählten Pflanzen pro Herkunft. Zusätzlich wurden minimale Blattwasserpotenziale (Mittagspotenziale) am Tag zwischen 12-15 Uhr gemessen. Eine Messung der Pflanzendimensionen wie Sprosshöhe (H) und Sprosslänge (L), Sprossbasisdurchmesser am Bodenaustrittspunkt (D0) sowie die Terminaltrieblänge (TL) erfolgte zu Beginn und am Ende der Vegetationsperiode im Jahr 2004.

## **Ergebnisse**

### **Freilanduntersuchungen**

Die Ergebnisse der Freilanduntersuchungen zum Pflanzenwasserstatus der Buchennaturverjüngung während der ausgeprägten Trockenphase von Ende Juli bis Ende August 2003 zeigten eine klare regionale Differenzierung zwischen den Buchenbeständen an der östlichen Grenze der forstlichen Buchenverbreitungsgrenze nach Szafer und Zarzycki (1972) und den Beständen westlich dieser Grenze (Abb. 3).

Die untersuchten Buchenjungpflanzen auf den südöstlichen Flächen mit stärkerer langjähriger Tendenz zur klimatischen Trockenheit wiesen einen überdurchschnittlichen Pflanzenwasserstatus (höhere Predawn-Potenziale als der Gesamtmittelwert, gefüllte Kreise) auf. Bei den Buchen auf den nordwestlichen Flächen mit geringerer langjähriger Trockenheitstendenz wurde dagegen ein unterdurchschnittlicher Pflanzenwasserstatus (geringere Predawn-Potenziale als der Gesamtmittelwert, ungefüllte Kreise) registriert. Diese Unterschiede im Pflanzenwasserstatus wirkten sich stark auf den Zuwachs während des Trockenjahres 2003 und des Folgejahres 2004 aus (Abb. 4). In beiden Jahren lag der relative Längen- und Durchmesserzuwachs der Buchen mit höherem Wasserstatus (südöstliche Flächen) über den Werten der Buchen mit geringerem Wasserstatus (nordwestliche Flächen).

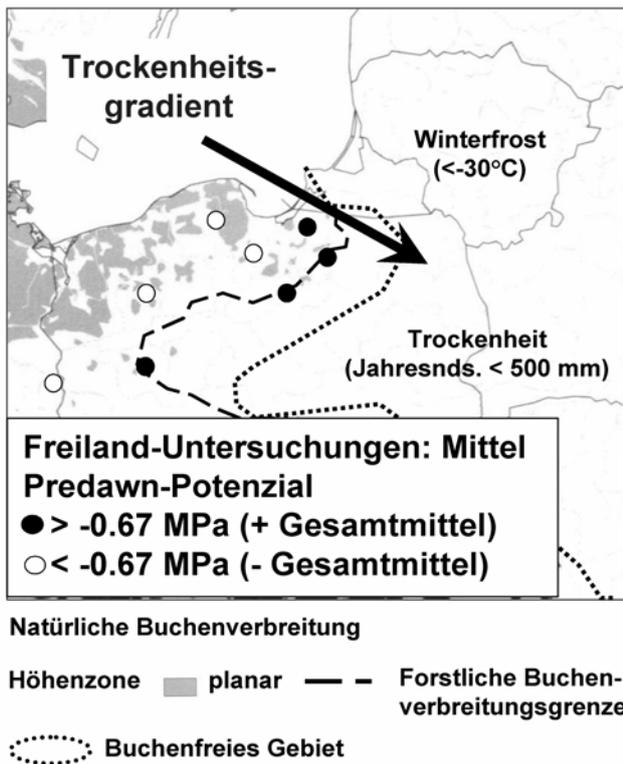


Abb. 3 Mittlere Predawn-Potenziale der Buchennaturverjüngung auf acht Flächen in Brandenburg und Polen im Vergleich zum Mittel aller Flächen.

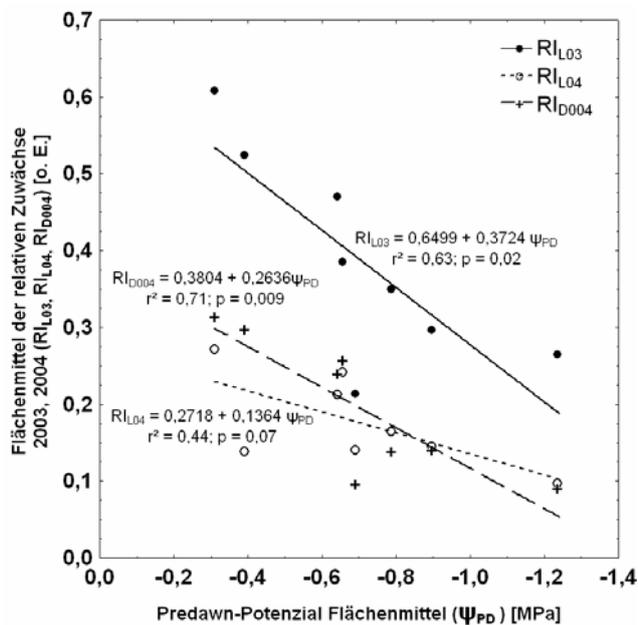


Abb. 4 Zusammenhang zwischen Flächenmitteln der Predawn-Potenziale sowie Flächenmitteln der relativen Zuwächse der Buchennaturverjüngung (Czajkowski et al. 2005)

### Laborexperimente

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen bestätigen den Trend der Freilanduntersuchungen. So zeigten sich bei der kumulativen Evapotranspiration der unbewässerten Buchenpflanzen (Trockenheitsbehandlung) Unterschiede zwischen den Herkünften aus dem weniger kontinentalen Nordost-Deutschland (NO) sowie West-Polen (WP) gegenüber denen des kontinentaleren Zentral-Polens (ZP). Die NO- und WP-Herkünfte hatten nach der 10-wöchigen Trockenperiode im Mittel etwa 45 mm verbraucht, die Buchen aus Zentralpolen (ZP) nur etwa 36 mm (Abb. 5a). Vom Anfangs-

wassergehalt der Töpfe (nWSK: 21 Vol.%) bis 40 cm Bodentiefe war am Ende der Austrocknung bei den Indikatorpflanzen der NO- und WP-Herkünfte im Mittel noch knapp 10% vorhanden. Das Bodensubstrat der Indikatorpflanzen der ZP-Herkünfte wies dagegen im Mittel noch fast 12% Wasservorrat auf.

Diese Unterschiede in der Ausschöpfung knapper Bodenwasserressourcen zogen klare Unterschiede im Pflanzenwasserstatus zwischen den Herkünften nach sich (Abb. 5b). Nur die Buchen aus Zentralpolen (ZP) konnten ihr mittägliches Wasserdefizit durch nächtliche Bodenwasseraufnahme ausgleichen und vergleichsweise hohe Predawn-Potenziale von über  $-0,6$  MPa erreichen. Bei den übrigen Herkünften (NO, WP) dagegen gelang es neun Pflanzen nicht, ihr Predawn-Potenzial über  $-1$  MPa zu steigern. Fünf Buchen zeigen nur geringe oder keine Regeneration ihres Wasserstatus, wie vergleichbare Mittags- und Predawn-Potenziale zwischen  $-1,5$  MPa und  $-3$  MPa anzeigen. Eine höhere Anzahl von Pflanzen mit nächtlicher Erholung und damit ohne Anzeichen von akutem Wassermangel kam allerdings bei allen Herkünften vor.

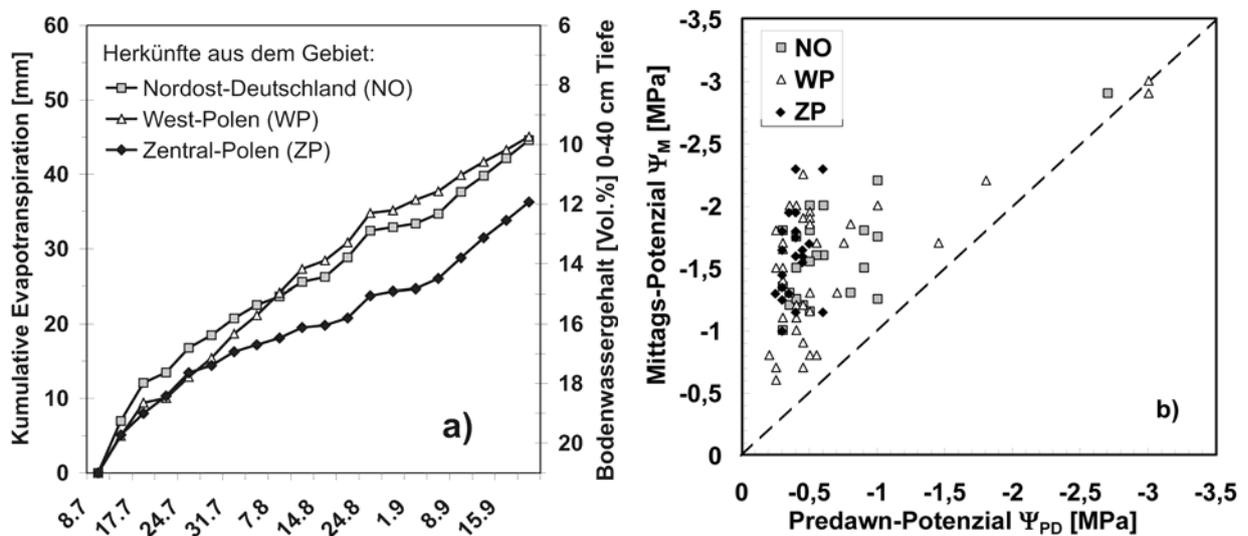


Abb. 4 a) Kumulative Evapotranspiration (Gesamtverdunstung) der Buchen verschiedener Herkunft während der Trockenheitssimulation (08.07.2004 bis 18.09.2004); b) Gegenüberstellung von Predawn-Potenzialen (Maxima) und Mittags-Potenzialen (Minima) am Ende der Trockenheitssimulation (18./19.07.2004) nach Czajkowski und Bolte (2006)

### Schlussfolgerungen

Aus den Ergebnissen lässt sich erkennen, dass Buche nicht gleich Buche ist. Vielmehr muss bei der Reaktion von Jungbuchen auf Trockenheit zwischen unterschiedlich angepassten Herkünften differenziert werden. Die Empfindlichkeit von Jungbuchen unterscheidet sich allerdings nicht nur zwischen einzelnen Herkünften, sondern variiert auch innerhalb einzelner Bestände von Individuum zu Individuum. Dabei scheint die Variationsbreite durch den Ausfall trockenheitsempfindlicher Individuen zum östlichen Rand der Buchenverbreitung hin abzunehmen.

Dies ist vermutlich auf eine stärkere historische Trockenheitsexposition der Buchen in Zentralpolen zurückzuführen. Damit deutet sich ein bestehendes Potenzial der Buche zur Trockenheitsanpassung durch Selektion an. Eine entscheidende Frage ist dabei, ob die laufende Klimaerwärmung die Zeit für eine solche evolutionäre Anpassung lässt (vgl. Bolte 2005).

**Als Handlungsempfehlungen für die Forst- und Naturschutzpraxis sollten folgende Maßnahmen diskutiert werden:**

Bei bestehenden Buchenaltbestände im östlichen Mitteleuropa:

- Naturverjüngung und ggf. Beimischung trockenheitsresistenter und an die lokalen Standortbedingungen anpassungsfähiger Buchen-Herkünfte und Baumarten (Eichenarten, Linde, Hainbuche).

Beim Umbau von Nadelwaldbeständen bzw. Laubwald-Neubegründung auf buchenfähigen Standorten:

- (Vor-)Anbau von trockenheitsresistenten und lokal anpassungsfähigen Buchen-Herkünften (nicht autochthon!) sowie ggf. Beimischung anderer Baumarten (Eichenarten, Linde, Hainbuche).

Zusätzliche Aktivitäten:

- Starke Ausweitung von Buchenherkunftsversuchen (europaweit) und Versuchsanbauten.

**Danksagung**

Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) förderte die Untersuchungen im Rahmen des Promotionsstipendiums für Dipl.-Forsting. (Univ.) Tomasz Czajkowski. Deutsche und polnische Forstbehörden unterstützten die Forschungen durch Bereitstellung von Buchensamen autochthoner Buchenbestände und lieferten weit reichende Informationen zur Bestandeslage. Herr Heiko Rubbert, Institut für Waldbau der Universität Göttingen, half bei der Kultivierung der Buchenjungepflanzen. Allen genannten Personen und Institutionen sei für Ihre Hilfe herzlich gedankt.

**Literatur**

- Ammer, C. 2002: Response of *Fagus sylvatica* seedlings to root trenching of overstorey *Picea abies*. Scand. J. For. Res. 17: 408-416
- Ammer, Ch., Brang, P., Knoke, T. und Wagner, S. 2004: Methoden zur waldbaulichen Untersuchung von Jungwüchsen. Forstarchiv 75: 83-110
- Ammer, C., Albrecht, L., Borchert, H., Brosinger, F., Dittmar, C., Elling, W., Ewald, J., Felbermeier, B., von Gilsa, H., Huss, J., Kenk, G., Kölling, C., Kohnle, U., Meyer, P., Mosandl, R., Moosmayer, H.-U., Palmer, S., Reif, A., Rehfuess, K.-E., Stimm, B. 2005: Zur Zukunft der Buche (*Fagus sylvatica* L.) in Mitteleuropa. Kritische Anmerkungen zu einem Beitrag von Rennenberg et al. (2004). Allg. Forst- u. J.-Ztg. 176, 60-67
- Bohn, U.; Neuhäusl, R. 2000-2003: Karte der natürlichen Vegetation Europas/Map of the Natural Vegetation of Europe. Teil 1-3. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup, 656 S.
- Bolte, A. 2005. Zur Zukunft der Buche in Mitteleuropa. Allg. Forstzeitschr. 60, 1077-1078
- Bolte, A., Roloff, A. 1993: Einfluß von Buchenüberhältern auf Bodenvegetation und Naturverjüngung. Allg. Forst- u. J.-Ztg. 164: 97-102
- Czajkowski, T., Kühling, M., Bolte, A. 2005: Einfluss der Sommertrockenheit im Jahre 2003 auf das Wachstum von Naturverjüngungen der Buche (*Fagus sylvatica* L.) im nordöstlichen Mitteleuropa. Allg. Forst-u. J.-Ztg. 176: 133-143
- Czajkowski, T., Bolte, A. 2006: Unterschiedliche Reaktion deutscher und polnischer Herkünfte der Buche (*Fagus sylvatica* L.) auf Trockenheit. Allg. Forst- u. J.-Ztg. 177: 30-40
- Ehlers, W. 1996: Wasser in Pflanze und Boden. Dynamik des Wasserhaushalts als Grundlage von Pflanzenwachstum und Ertrag. Stuttgart-Hohenheim

- European Environmental Agency (EEA) 2004: Impacts of Europe's changing climate - An indicator-based assessment. EEA-Report 2/2004, Luxembourg
- Ellenberg, H. 1996: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Aufl. Ulmer, Stuttgart
- Frich, P.; Alexander, L. V.; Della-Marta, P.; Gleason, B.; Haylock, M.; Klein Tank, A. M. G.; Peterson, T. 2002: Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Clim. Res.* 19: 193-212
- Horn, A. 2002: Konkurrenz zwischen natürlich verjüngten Eschen und Buchen in Bestandeslücken: Wachstum, Feinwurzelverteilung und ökophysiologische Reaktion auf Austrocknung. *Ber. Forschungsz. Waldökosysteme Göttingen A* 177
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2001: Climate change 2001: Synthesis Report, Geneva, Switzerland
- Kölling, Ch., Walentowski, H., Borchert, H. 2005: Die Buche in Mitteleuropa. *AFZ/Der Wald* 60, 696-701
- Leuschner, C. 1998: Mechanismen der Konkurrenzüberlegenheit der Rotbuche. *Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges.* 10, 5-18
- Löf, M.; Bolte, A.; Welander, N.T. 2005: Interacting effects of irradiance and water stress on dry weight and biomass partitioning in *Fagus sylvatica* seedlings. *Scand. J. For. Res.* 20, 322-328
- Matuszkiewicz, W. 1984: Die Karte der potentiellen natürlichen Vegetation von Polen. *Braun-Blanquetia - Recueil de Travaux de Geobotanique* 1
- Matuszkiewicz, W. 1989: Über die standörtliche und regionale Gliederung der Buchenwälder in ihrem osteuropäischen Rand-Areal. *Ber. D. Reinh. Tüxen-Ges.* 1: 83-92.
- Meyer, P.; Ackermann, J.; Balcar, P.; Boddenberg, J.; Detsch, R.; Förster, B.; Fuchs, H.; Hoffmann, B.; Keitel, W.; Kölbl, M.; Köthke, C.; Koss, H.; Unkrig, W.; Weber, J.; Willig, J. 2001: Untersuchung der Waldstruktur und ihrer Dynamik in Naturwaldreservaten. IHW, Eching
- Rennenberg, H., Seiler, W., Matyssek, R., Gessler, A., Kreuzwieser, J. 2004: Die Buche (*Fagus sylvatica* L.) - ein Waldbaum ohne Zukunft im südlichen Mitteleuropa? *Allg. Forst- u. J.-Ztg.* 175, 210-224
- Schär, Ch.; Vidale, P. L.; Lüthi, D.; Frei, Ch.; Häberli, Ch.; Liniger, M. A. und Appenzeller, Ch. 2004: The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. *Nature* 427, 332-336
- Schröder, F.G. 1998: Lehrbuch der Pflanzengeographie. Quelle und Meyer, Wiesbaden
- Szafer, W., Zarzycki, K. 1972: Szata roślinna Polski. Tom II, PWN, Warszawa

## Zur Überlebensstrategie der Bäume bei sich verändernden Umweltbedingungen (Ausgearbeiteter Diskussionsbeitrag)

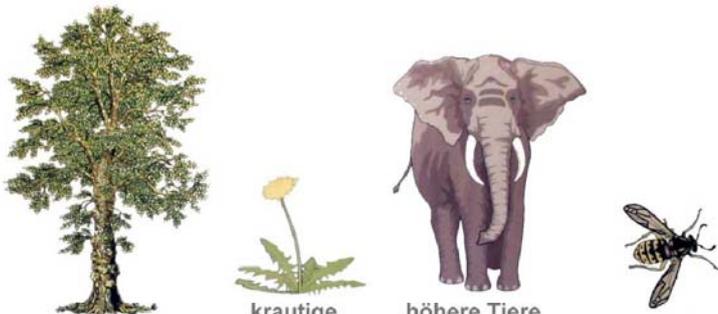
**DR. VOLKER GRUNDMANN**

(Vortrag nachträglich eingereicht)

Bäume sind langlebige, ortsfeste Organismen, die als Individuen der Summe aller Standortbedingungen „ausgeliefert“ sind. Ändern sich diese im Verlauf einer Generation oder schneller, kann eine Anpassung der Art oder ein Ausweichen auf geeignete Standorte nur über die Folgegenerationen erfolgen. Das bedeutet, es kommt wesentlich auf die genetische Diversität der Art innerhalb der betroffenen Population(en) an.

Bäume sind deshalb mit einem vergleichsweise hohen Grad an Mischerbigkeit (Heterozygotie) ausgestattet. Damit besteht die Hoffnung, dass aus dem Arsenal der genetisch breit gefächerten Nachkommenschaft bei nicht zu krassen Umweltveränderungen wenigstens einige überleben können. Die nachfolgende Abbildung gibt einen generalisierten Eindruck von diesem „Anpassungstrick“ der Bäume.

### Heterozygotie - Überlebensstrategie von Arten



	Gehölze	krautige Pflanzen	höhere Tiere (Mensch)	niedere Tiere
Mobilität	ortsgebunden	ortsgebunden	mobil	mobil
Lebensdauer	langlebig	kurzlebig	langlebig	kurzlebig
Überlebensstrategie bei sich ändernden Umweltbedingungen	Anpassungsfähigkeit durch hohe genetische Vielfalt	schnelle Generationsfolge	Mobilität	schnelle Generationsfolge und Mobilität
Heterozygotiegrad	25 %	15 %	7,5 %	5 %

Die Anpassung über die Nachkommenschaft kann dann natürlich zu einer Einengung der genetischen Diversität der betreffenden Population führen. Dieser Effekt muss aber nicht sehr groß sein, da die Mischung aus dominanten, rezessiven und polygenen Merkmalen trotz Selektionsdruck nur über viele Generationen eine genetische Verarmung zulässt. Ändert sich der Standort allerdings deutlich über die ökologische Amplitude der Art hinaus, wird es zum Zusammenbruch der Population kommen.

Der zweite „Trick“ der Bäume ist die Nutzung von unterschiedlichen Vektoren zum Auffinden geeigneter Ersatzlebensräume für die Nachkommenschaft wie Wind, Tiere, Wasser. Seit der Jungsteinzeit gehört der Mensch wohl auch zu den hierfür geeigneten Tieren.

## Die Mischerbigkeit der Buche

Die Mischerbigkeit der Buche wurde überwiegend anhand von Isoenzym-Analysen untersucht. Diese spiegeln zwar nur einen indirekten und begrenzten Ausschnitt des Buchen-Genoms wieder, dennoch sind die Ergebnisse bedeutende Indizien für die genetische Diversität. Enzyme regeln die „Lebensvorgänge“ im Baum und sind daher von zentraler physiologischer, also vitaler Bedeutung.

KONNERT et al. (2000) haben die wichtigsten Ergebnisse für Deutschland zusammengefasst. Danach ist die mittlere genetische Differenzierung an Enzym-Genloci über alle Bestände mit rund 4 % ausgesprochen gering. In Hessen, dem zentralen Bereich der Buchenverbreitung mit dem bundesweit höchsten Buchenanteil an der Waldfläche, ist dieser Satz noch geringer. Gemeinverständlich und nicht ganz korrekt ausgedrückt könnte man sagen, die genetische (Isoenzym-) Diversität innerhalb eines Buchenbestandes liegt weit über 90 % der Gesamtdiversität (vorausgesetzt, der Bestand ist 20 ha groß oder größer) und mit nur deutlich unter 10 % der genetischen Diversität unterscheiden sich verschiedene Bestände voneinander. Für Hessen liegen die Werte wohl nahe 99 % und 1 %.

Im Ergebnis bedeutet das, solange die Klima-/Standortveränderungen sich nicht aus der ökologischen Amplitude der Buchenansprüche hinausbewegen, ist die Baumart Buche gegen den Klimawandel recht gut gewappnet. Der „Pferdefuß“ in der Betrachtung liegt im künftigen Ausmaß des sogenannten Klimaflatterns, das heißt im Ausmaß und der Häufigkeit der Witterungsextreme, von deren Zunahme die meisten Klimaprognosen ausgehen. Denn die Buche ist als Baumart des atlantisch geprägten Klimabereichs auf ein ausgeglichenes Klima angewiesen.

## Auszüge aus „Integriertes Klimaschutzprogramm Hessen 2012“ und dem Bericht zum Vorhaben: „Kartenbezogene Grundlagen der Waldentwicklung unter dem Einfluss von Klimaänderungen“

### ZUSAMMENSTELLUNG VON DR. VOLKER GRUNDMANN

[...]

#### 1.2 Integriertes Klimaschutzprogramm des HMULV – InKlim 2012

Das HMULV führt derzeit das *Integrierte Klimaschutzprogramm Hessen 2012* (InKlim 2012) durch. Das Klimaschutzprogramm Hessen soll die fachliche Grundlagenplanung für die Zeit bis 2012 sicherstellen. Es soll pragmatische Ziele für einen hessischen Beitrag zur Erfüllung der Treibhausgas-minderungen nach Ratifizierung des Kyoto-Protokolls durch den Bundestag benennen.

[...]

*InKlim 2012* besteht aus 3 Bausteinen:

- Baustein I: Grundlagen und technisch-wirtschaftliche Szenarien 2005/2012
- Baustein II: Klimawandel und Klimafolgen in Hessen
- Baustein III: Instrumente, Kosten und Maßnahmen für ein Umsetzungsprogramm

[...]

Für die Bereiche Wasserwirtschaft sowie Land- und Forstwirtschaft sollten aufgrund des dokumentierten Klimawandels im 20. Jahrhundert klimabedingte Folgen aufgezeigt und anhand der Prognose bis 2050 (bzw. 2100) zu erwartende klimabedingte Folgen und erforderliche Anpassungsmaßnahmen abgeleitet werden. Ebenfalls untersucht werden sollten mögliche Auswirkungen auf den Naturschutz und die Artenvielfalt sowie mögliche gesundheitliche Auswirkungen auf den Menschen.



Abb. 1: InKlim 2012 – Baustein II  
[...]

Im Einzelnen ergaben sich folgende Fragestellungen:

- Wie verändern sich die Standortselemente „Wuchszone“ und „Klimafeuchte“ (HAFEA)?
- Wie verändert sich die Bewertung für die Hauptbaumarten hinsichtlich des Standorts- und Betriebszieltyps (HAFEA)?
- Welche Folgerungen müssen aus den Ergebnissen abgeleitet werden?

### 1.3 Hauptergebnisse der regionalen Klimaprognose für Hessen

In einem ersten Schritt wurden von der Firma Meteo-Research (Dr. W. Enke) Klimaszenarien bis zum Jahr 2050 berechnet (ENKE 2003). Diese Szenarien liegen allen Auswertungen innerhalb des Programmes InKlim2012 zugrunde. Hauptergebnisse sind:

- Maximum-Temperaturen: Erwärmung, am deutlichsten im Winter, gefolgt vom Sommer, danach Frühling, am geringsten im Herbst. Der Erwärmungsprozess schreitet von Dekade zu Dekade nicht gleichförmig voran, dies bedeutet Variabilität des Klimas, überlagert durch allgemeinen Temperaturanstieg
- Minimum-Temperaturen: Änderungen im Vergleich zu denen der Maximum-Temperaturen deutlich geringer. Ausnahme: deutliche Erwärmung im Winter
- Niederschlag: Die Entwicklung der Niederschläge erfolgt von Dekade zu Dekade nicht gleichförmig. Dies gilt besonders für die Sommermonate. Im Winter deutliche Zunahme der monatlichen Niederschlagssummen. In den anderen Jahreszeiten moderate Abnahme der mittleren Monatsniederschläge.
- Sonnenscheindauer: Deutliche Zunahme im Sommer, weniger deutlich im Frühling und Herbst. Im Winter Abnahme der Sonnenscheindauer.
- relative Feuchte: geringe Änderungen
- Windgeschwindigkeit: leichte Zunahme nur im Winter
- Extremereignisse: Deutliche Verringerung der Anzahl von Frost- und Eistagen. Deutliche Zunahme von Sommertagen und Heißen Tagen. Zunahme von Tagen mit Niederschlägen >40 mm vornehmlich im Sommer und im Winter.

Klimaszenarien bis 2100 wurden in einem zweiten Schritt errechnet. Der Zeitraum 2050-2100 liegt jedoch bisher nicht rasterbezogen vor (s. u.). Grundlage für alle nachfolgend dargestellten Berechnungen sind daher die Klimaszenarien bis 2050. [...]

## 2. Methodik

Grundlage der Auswertungen zu den Auswirkungen von Klimaveränderungen auf hessische Wälder ist das 4 km x 4 km-Raster. Dieses Stichprobennetz umfasst insgesamt 540 Punkte und ist für die Standorts- und Baumartenverteilung in Hessen repräsentativ; **es kann jedoch nur eingeschränkt für regionalisierte Aussagen herangezogen werden.** So können beispielsweise die Standortsbedingungen eines einzelnen Punktes der Waldzustandserfassung („WZE“) im Wuchsgebiet „Vogelsberg und östlich angrenzende Sandsteingebiete“ nicht für die Charakterisierung des gesamten Wuchsgebietes herangezogen werden. Insgesamt 534 der 540 einbezogenen Punkte sind mit jeweils mindestens 5 Bäumen der Hauptbaumarten bestockt. Nur 6 Punkte konnten nicht berücksichtigt werden. Jede Hauptbaumart wird gesondert betrachtet.

[...]

### 2.1 Aufbereitung von Klimadaten

Für die von HESSEN-FORST FIV übermittelten 540 WZE-Punkte wurden für verschiedene Zeiträume/Szenarien die folgenden Parameter vom HLUG (Dezernat W3, Herr Dr. Georg Berthold, Herr Mario Hergesell) aufbereitet und zur Verfügung gestellt:

- Mittlere Niederschlagssumme Jahr
- Mittlere Lufttemperatur Jahr
- Mittlere Niederschlagssumme Vegetationszeit (Mai-Sept.)
- Mittlere Lufttemperatur Vegetationszeit (Mai-Sept.)

Die Konvertierung der Klimadaten und -szenarien (ENKE 2003) auf das 4 km x 4 km-Rasternetz erfolgte im Rahmen eines aufwändigen Rechenverfahrens und wurde vom HLUG vorgenommen (Kap. 2.1.1).

Für die 10 Dezennien von 1901 bis 2000 waren nur Jahresmittel für Temperatur und Niederschlag verfügbar. [...] Für die von HESSEN-FORST FIV vorgenommenen weiteren Auswertungen wurde jedoch jeweils nur das mittlere Szenario zugrundegelegt. Die Ergebnisse für die einzelnen Perioden bzw. Dekaden verdeutlichen die Veränderungen gegenüber dem Ist-Zustand. Als Ist-Zustand wird hier der Zeitraum 1891-1955 aufgrund seiner Bedeutung in der Forsteinrichtung definiert.

[...]

#### 2.2.1 Wuchszone

Die Abgrenzung von Wuchszonen in Hessen geht auf KNAPP (1954) zurück und erfolgt über Temperaturgrenzwerte (s. Tab. 5). Dabei ergeben sich nach der HAFEA (HMULF 2002) Möglichkeiten der Abgrenzung über die Jahresmitteltemperaturen oder über die Mitteltemperaturen der Vegetationszeit (Mai-September). Bei den nachfolgenden Auswertungen wurden die Temperaturen der Vegetationszeit für die Abgrenzung der Wuchszonen zugrundegelegt, da die prognostizierten Temperaturveränderungen innerhalb der Vegetationszeit geringer ausfallen als im gesamten Jahr. Dies ist in der deutlichen Erhöhung der Wintertemperaturen begründet (Kap. 1.3).

Wuchszone	Temperaturgrenzwerte Vegetationszeit in °C	Höhenstufe Höhengrenze m. über NN	ungefähre ADV Jahr	Schlüssel
Obere Buchen-Zone	6 bis 12,5	obermontan	650 - 750	6
Untere Buchen-Zone	7 bis 13,5	montan	400 - 560	5
Obere Buchen-Mischwald-Zone	8 bis 14,5	submontan	250 - 350	4
Untere Buchen-Mischwald-Zone	9 bis 15	kollin	150 - 250	3
Randliche Eichen-Mischwald-Zone	9,5 bis 16	kollin - planar	120	2
Zentrale Eichen-Mischwald-Zone		planar		1

Tab. 5: Einstufungshilfe Wuchszone nach der HAFEA

### 2.2.2 Klimafeuchte

Die Klimakomponente des Wasserhaushalts wird in Hessen mithilfe der Klimafeuchte gekennzeichnet. Indikator ist der Feuchtigkeitsindex für die Vegetationszeit:

$$i = (\text{mmVz}) : (\text{tVz} + 10)$$

- mmVz = mittlere Niederschlagssumme Mai-September
- tVz = mittlere Temperatur Mai-September
- 10 = rechnerische Konstante.

[...]

Feuchtigkeitsindex $i = \frac{\text{mmVz}}{\text{tVz}+10}$	Klimafeuchte- stufe	Schlüssel ADV	
>20	sehr stark	subatlantisch	7
18,0 - 19,9	stark		6
16,0 - 17,9	mäßig		5
14,0 - 15,9	schwach		4
12,0 - 13,9	schwach	subkontinental	3
10,0 - 11,9	mäßig		2
<9,9	stark		1

Tab. 6: Einstufungshilfe Klimafeuchte nach der HAFEFA

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Analyse des Standortselements Wuchszone

Die Veränderung der Häufigkeitsverteilungen der Wuchszonen und die Übergangshäufigkeiten der Wuchszonenverschiebungen sind in Abb. 4 dargestellt. Nach der in der Forsteinrichtung vorgenommenen Zuordnung (Zeitraum 1891-1955; aufgrund der Bedeutung in der Forsteinrichtung als „Ist-Zustand“ definiert, s. S. 5) der 540 WZE-Flächen zeigt sich eine leicht rechtsschiefe Häufigkeitsverteilung der Wuchszonen. Dabei liegen 12 % in den Buchenzonen, 50,8 % der Punkte in der Oberen Buchen-Mischwaldzone und 27,4 % in der Unteren Buchen-Mischwaldzone. Die Randliche Eichen-Mischwaldzone ist mit 6,5 %, die Zentrale Eichen-Mischwaldzone mit nur 3,3 % vertreten.

Betrachtet man die Veränderungen der Häufigkeitsverteilungen für die 5 errechneten Szenarien bis 2050, so zeigt sich eine zunehmend deutliche Linksverschiebung. Dabei ist die stärkste Veränderung vom Zeitraum 1971-2000 zur Dekade 2011-2020 festzustellen. Auf der Grundlage des Szenarios für die Dekade 2041-2050 ergibt sich schließlich folgende Häufigkeitsverteilung: Zentrale Eichen-Mischwaldzone 65,1 %, Randliche Eichen-Mischwaldzone 29,8 %, Untere Buchen-Mischwaldzone 3,0 %, Obere Buchen-Mischwaldzone 1,7 % und Untere Buchenzone 0,4 %. Die Obere Buchenzone ist nicht mehr vertreten. Nach den Szenarienberechnungen sind somit Mitte des 21. Jahrhunderts ca. 95 % der hessischen Waldfläche dem Klimahaupttyp der Eichen-Mischwaldzonen zuzuordnen.

Betrachtet man die Übergangshäufigkeiten der Wuchszonenverschiebungen, so zeigt sich, dass sich bis 2050 für ca. 50 % der WZE-Flächen eine Veränderung um 2 Stufen (Wuchszonen) und für mehr als 35 % der Flächen eine Verschiebung um 3 Stufen in Richtung Eichen-Mischwaldzone ergeben würde (Abb. 4, rechts). Die räumliche Veränderung der Wuchszonen ist in Abbildung 5 dargestellt.

Der Dekadenvergleich für die Wuchszonen in der Abb. 4 a-f zeigt die stärkste Veränderung im Modell zur 2. Dekade (2011-2020) sowie ein leichtes Oszillieren in den folgenden Dekaden.

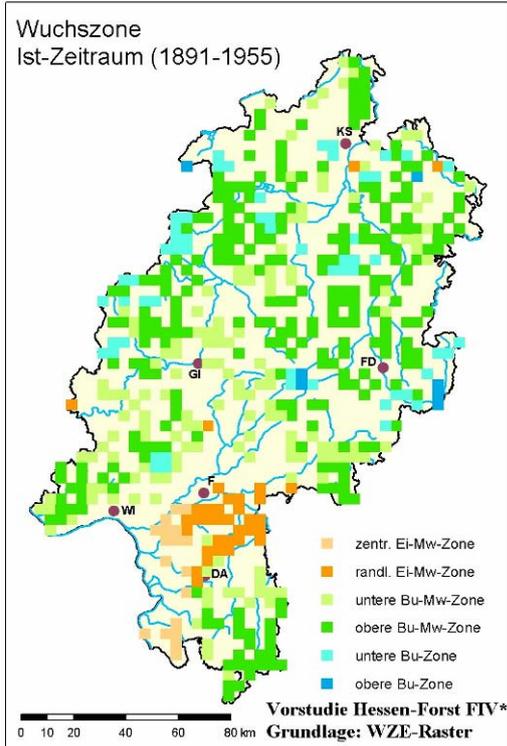


Abb. 4a

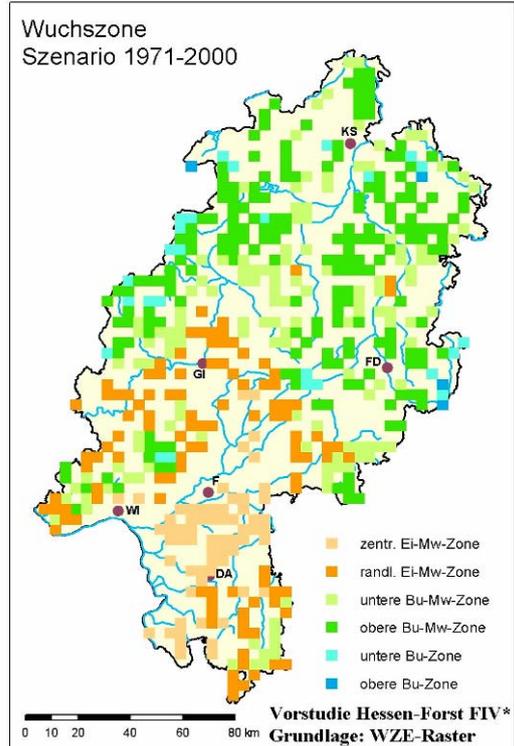


Abb. 4b

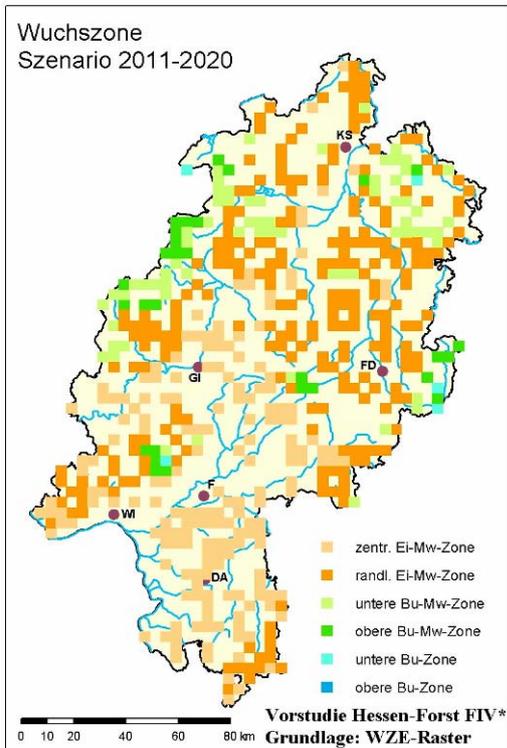


Abb. 4c

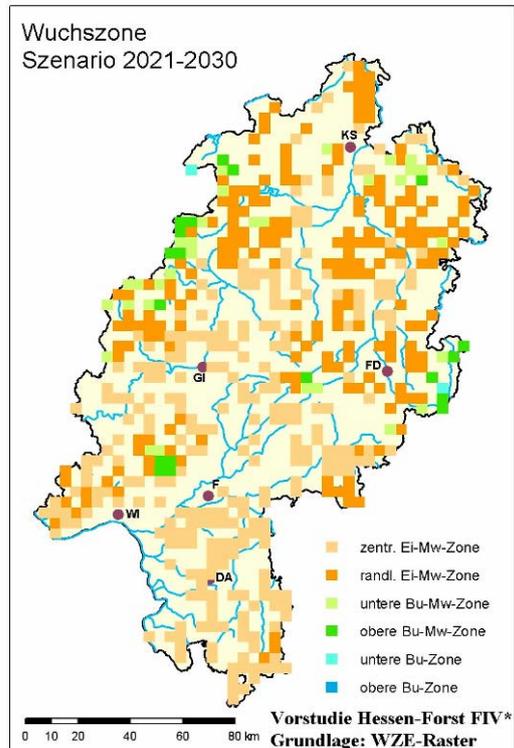


Abb. 4d

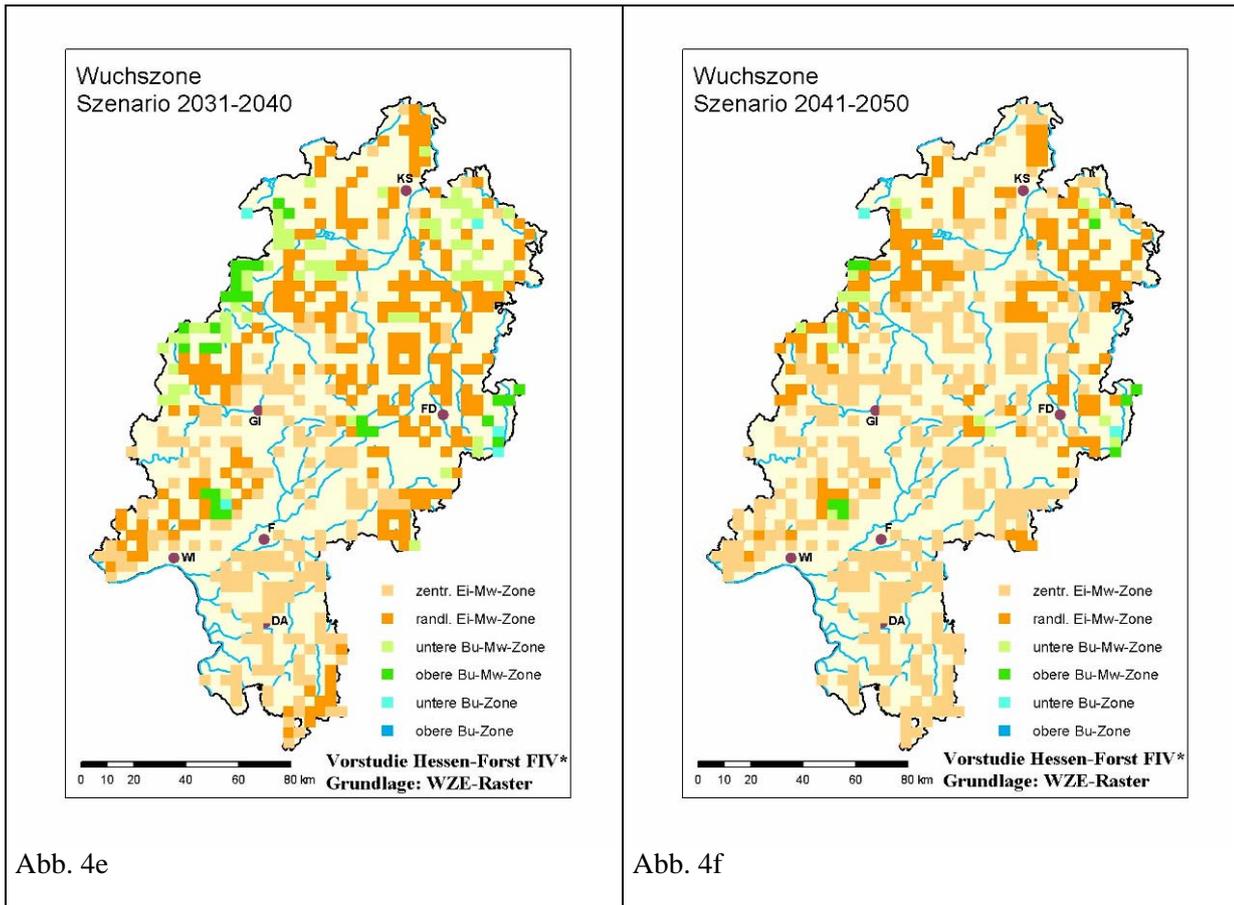


Abb. 4: Räumliche Veränderung der Wuchszonen bis 2050.\*Hinweis:  
Darstellung repräsentativ für Hessen insgesamt, nicht aber für Teilräume

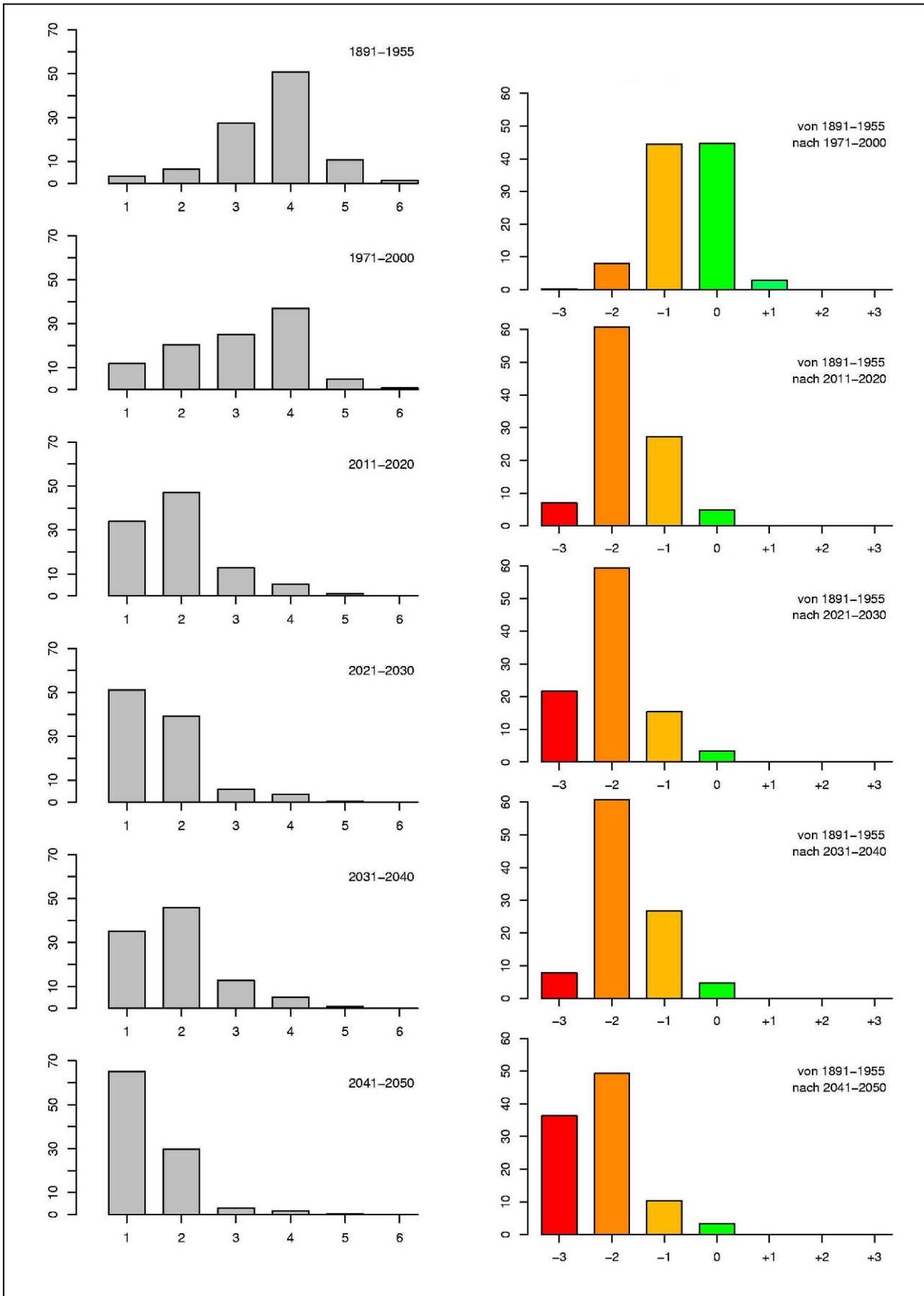


Abb. 5: Veränderungen der Wuchszonen bis 2050 (links) und Übergangshäufigkeiten der Wuchszonenverschiebungen (rechts) nach Klimahaupttypen. Angaben in Prozent, Nummern der Wuchszonen siehe Tab. 5, weitere Erläuterung im Text

### 3.2 Analyse des Standortselements Klimafeuchte

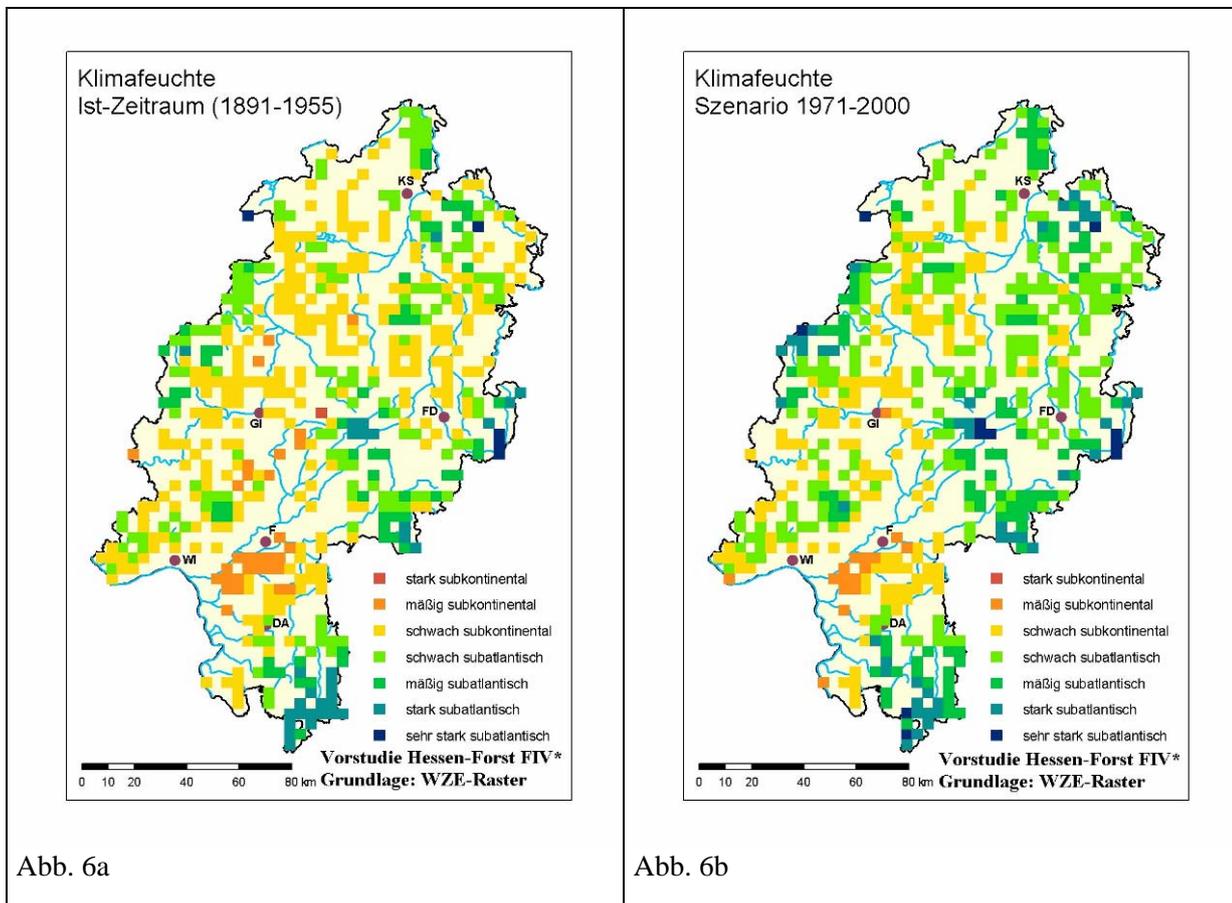
Die Veränderung der Häufigkeitsverteilungen der Klimafeuchte und die Übergangshäufigkeiten der Klimafeuchteverschiebungen sind in Abb. 6 dargestellt. Nach der in der Forsteinrichtung vorgenommenen Zuordnung (Zeitraum 1891-1955) der 540 WZE-Flächen zeigt sich eine Häufigkeitsverteilung bei der ca. 50 % der hessischen Waldfläche dem schwach subkontinentalen und ca. 25 % dem schwach subatlantischen Klimafeuchte-Bereich zuzuordnen sind.

Die Veränderungen der Klimafeuchte bis zur Dekade 2041-2050 zeigen weniger deutliche Tendenzen als die der Wuchszonen. Für den Zeitraum 1971-2000 zeigt sich gegenüber der Periode 1891-1955 eine leichte Verschiebung hin zum subatlantischen Klimafeuchtebereich. In den folgenden vier Dekaden findet im Vergleich zur Periode 1891-1955 eine leichte Verschiebung der Klimafeuchte in Richtung subkontinental statt. Dabei belegen die Ergebnisse für ca. 35 % der WZE-Punkte in der Dekade 2041-2050 gegenüber 1891-1955 eine Verschiebung um eine Klimafeuchtestufe zum subkontinentalen Bereich hin.

Die räumliche Veränderung der Klimafeuchtestufen ist in Abbildung 6 dargestellt.

Die Dekadenveränderungen des Modells verlaufen bei der Klimafeuchte von einem atlantischen Schwerpunkt 1971-2000 zu einem kontinental beeinflussten Schwerpunkt 2021-2030 zu Zwischenformen 2031-2050.

Abb. 6: Räumliche Veränderungen der Klimafeuchte bis 2050. \*Hinweis: Darstellung repräsentativ für Hessen insgesamt, nicht aber für Teilräume.



Klimafeuchte  
Szenario 2011-2020

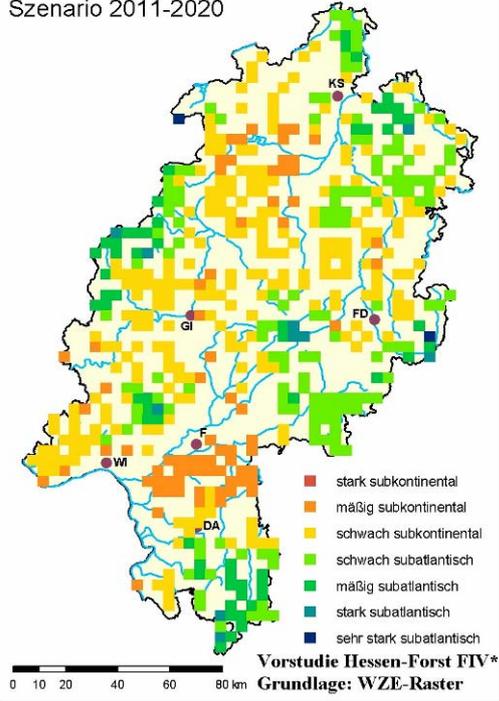


Abb. 6c

Klimafeuchte  
Szenario 2021-2030

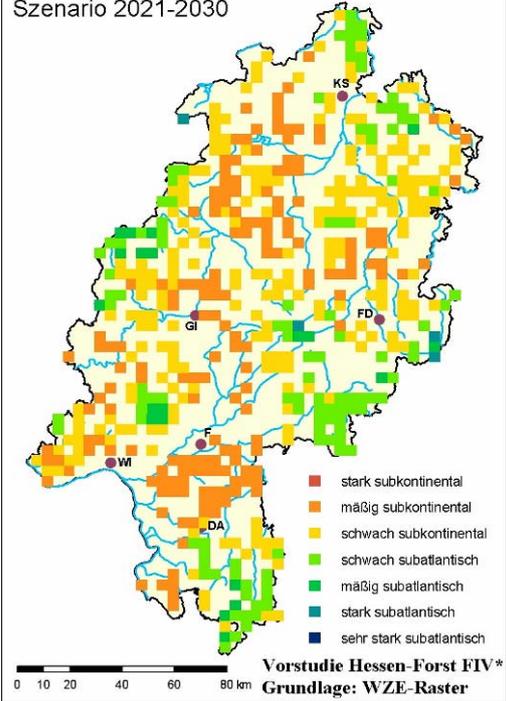


Abb. 6d

Klimafeuchte  
Szenario 2031-2040

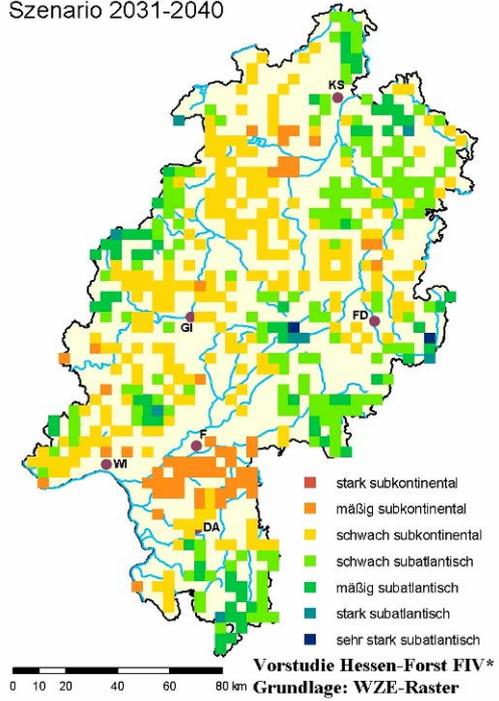


Abb. 6e

Klimafeuchte  
Szenario 2041-2050

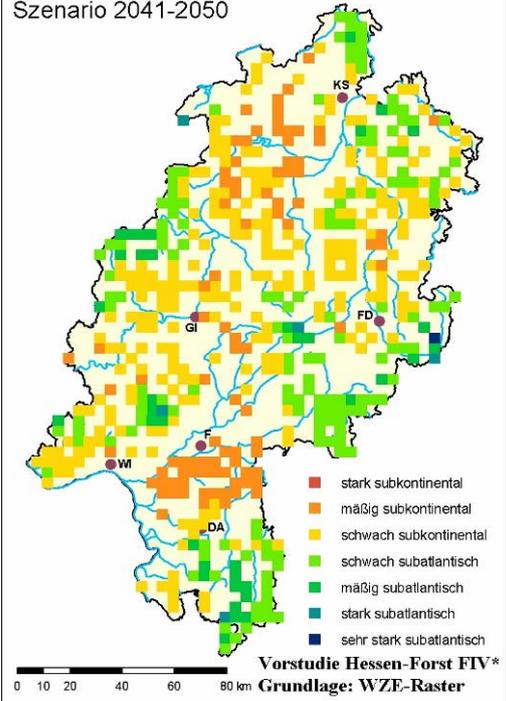


Abb. 6f

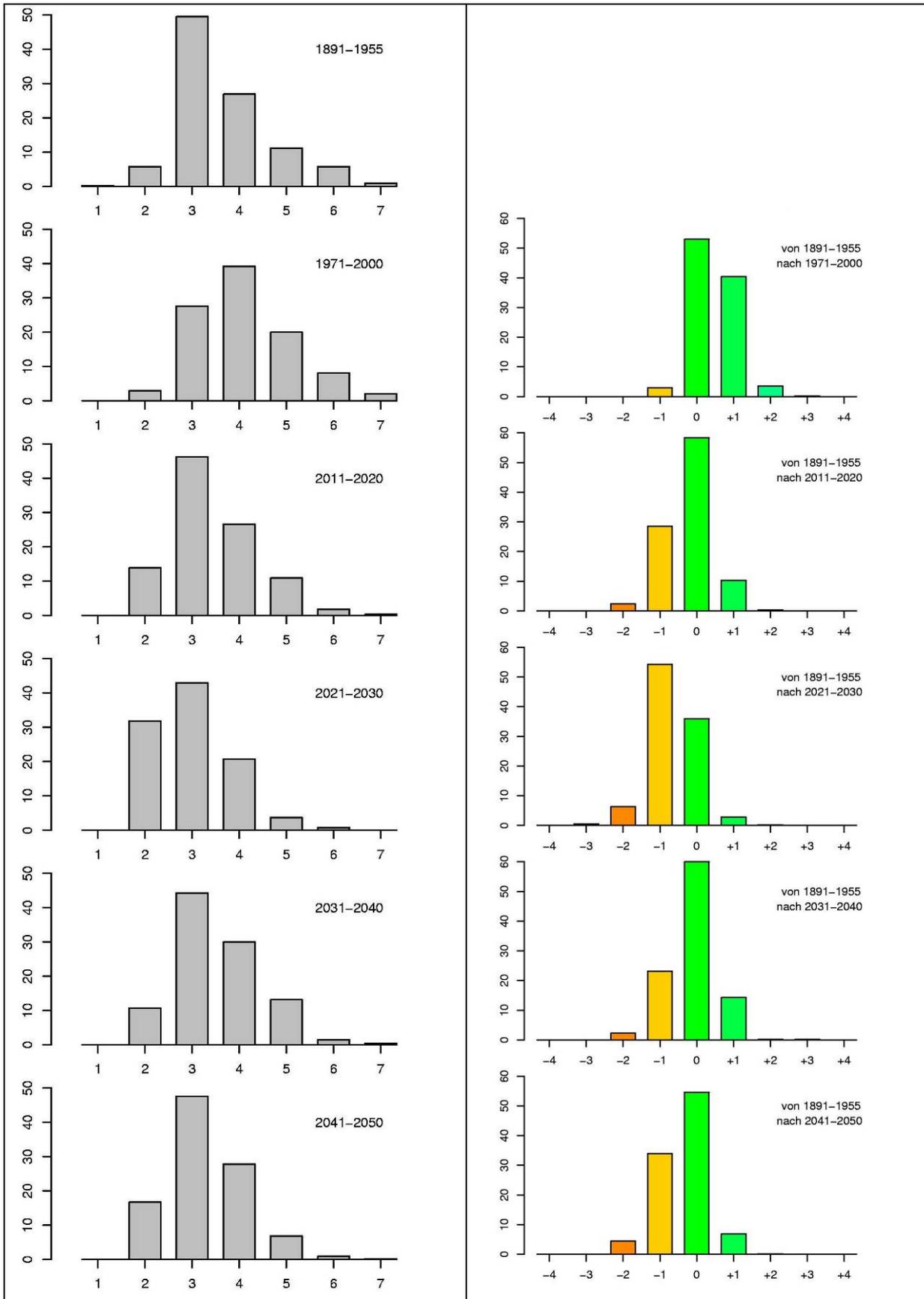


Abb. 7: Veränderungen der Klimafeuchte bis 2050 (links) und Übergangshäufigkeiten der Klimafeuchteverschiebungen (rechts). Angaben in Prozent, Nummern der Klimafeuchte siehe Tab. 6, weitere Erläuterungen im Text.

## Auswirkungen auf die Hauptbaumarten

In den voranstehenden Auszügen aus dem hessischen InKlim-Projekt sind Ergebnisse der Modellrechnung und –auswertung beschrieben. Welche Auswirkungen das Eintreten der prognostizierten Klimaentwicklung für die Hauptbaumarten in Hessen haben kann, wird im folgenden kurz skizziert. Da wir noch nicht über ein flächendeckendes digitales Standorttypenmodell verfügen und das Höhenmodell der Landesvermessung im Wald noch zu grob ist, können nur generalisierende potenzielle Entwicklungen aufgezeigt werden. Die in der Studie vorgenommene grobe Bewertung der Betriebszieltypen-Eignung wird hier nicht angesprochen, da es sich dabei um betriebswirtschaftliche und nicht um ökologische Kriterien handelt.

### Eiche

Die Eichenarten sollten ihrer ökologischen Amplitude nach von der erwarteten Klimaentwicklung profitieren. Wenn sich die Charakteristika der zentralen und der randlichen Eichenzone flächenmäßig deutlich ausdehnen, werden die wenigen, nach den Rodungsperioden übrig gebliebenen natürlichen Eichenstandorte Zuwachs erhalten. In der Regel wird dies zu Lasten der Buchenmischwaldzonen erfolgen. Differenziert man nach Stiel- und Traubeneiche und berücksichtigt man eine zunehmende Sommertrockenheit, wird die Traubeneiche mehr als die Stieleiche bevorzugt. Andererseits haben im Rhein-Main-Gebiet, das klimatisch durchaus einen Vorgeschmack auf die Klimaentwicklung erahnen lässt, die Eichenarten zur Zeit erhebliche Probleme. Eine Abgrenzung der Einflussfaktoren (Klima, Grundwasserprobleme, Insekten mit Schwerpunkt Maikäferengerling) ist noch kaum möglich. Vermutlich werden sich die wechselfeuchten, eigentlich der Stieleiche zusagenden Standorte, in Richtung wechselfeucht / sommertrocken entwickeln, ggf. mit winterlicher stagnierender Nassphase inklusive Sauerstoffmangel im Frühjahr, was wiederum die Stieleiche nicht so gut verträgt.

Regional werden sich die Eichenzonen entlang der Kette der hessischen Senken zwischen Wetterau und Kasseler Senke ausweiten und entwickeln.

Natürlich kann auch der Eichenanteil in den Buchenmischwaldzonen wachsen.

### Buche

Lässt man die Zunahme und Schwere von Witterungsextremen außeracht, wäre die Buche in Hessen nach wie vor die weit überwiegend angepasste Baumart. Sie macht heute einen sehr stabilen Eindruck, wenn nicht Absterbeerscheinungen, die in einem vertikalen Gradienten von Belgien bis in den westlichen Bereich Hessens auftreten, Vorboten einer noch nicht klar heraustretenden Wirkung des Klimawandels sind. Ein Verdacht auf die Wirkung von besonderen Wetterereignissen besteht.

Die Buche hat sich in unserer Warmzeit erstmalig über ganz Mitteleuropa bis England und Südschweden ausgebreitet. Als eine der Ursachen dafür wird das besonders ausgeglichene Klima nach der letzten Eiszeit angesehen (LANG, G. 1994). Sollte die Klimaveränderung mit einer nennenswerten Zunahme von Extremen verbunden sein, dürfte selbst die Buche Probleme bekommen.

### Fichte

Die Fichte wird wohl deutlich zurückgedrängt werden. In den südlichen hessischen Senken ist dies bereits erkennbar. Wie weit sie tatsächlich Flächenverluste hinnehmen muss, ist noch schwer zu sagen. Die natürliche Verbreitungsgrenze der Fichte zur warm-trockeneren Seite hin ist sicher durch die zunehmende Häufigkeit von Jahren mit mehreren Borkenkäfergenerationen pro Jahr beeinflusst. Dies ist jedoch der Bereich, der durch den Menschen direkt und aktiv beeinflusst werden kann, z. B. durch „saubere Wirtschaft“ und biotechnische Verfahren, bis zum Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln. Die Douglasie wäre wohl ein stabiler und für Forst- und Holzwirtschaft geeigneter Ersatz für die Fichte.

## **Kiefer**

Die Kiefer gehört wie die Traubeneiche gemäß ihrer ökologischen Amplitude voraussichtlich auch zu den Baumarten mit zunehmendem Standortsareal. Allerdings ist sie als Halbpionier-Baumart auf Flächenkalamitäten eingestellt und hätte bei naturnaher Waldwirtschaft als Hauptbaumart nur bei hoher Lichtdosierung eine Chance.

Bedauerlicherweise hat die Kiefer im Rhein-Main-Gebiet wie auch die Eiche erhebliche Überlebensprobleme. Hier wäre ein weites Feld für genetische Untersuchungen und die Provenienzforschung.

### **Quellen:**

**Auszug aus: „Integriertes Klimaschutzprogramm Hessen 2012“ (InKlim 2012), Baustein II, Juni 2005.**

Projektträger: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie:  
Dr. Helmut Wolf, Dr. Cornelia Fooker, Rheingaustraße 186, 65203 Wiesbaden.

**Bericht zum Vorhaben: „Kartenbezogene Grundlagen der Waldentwicklung unter dem Einfluss von Klimaänderungen“. HESSEN-FORST Forsteinrichtung, Information, Versuchswesen (FIV)**

Direktor: Dr. Volker Grundmann. Projektverantwortlicher: Prof. Dr. Johannes Eichhorn.  
Bearbeitung: Dr. Uwe Paar, Dr. Marcus Schmidt, Dr. Egbert Schönfelder, Dr. Volker Mues, Birte Scheler, Prof. Dr. Johannes Eichhorn.

## Klimaschutz und Energie: Zur Rolle von *Energie* für Klimawandel und Klimaschutz im Wald

RAIMUND BECHER, BAYERISCHE STAATSFORSTVERWALTUNG

Klimaschutztagungen konzentrieren sich meist auf die fachlichen Auswirkungen des Klimawandels auf Wald und Natur, auf Wissensstand und Wissenslücken sowie auf internationale Grundlagen und Spielregeln des Klimaschutzes. Im Folgenden soll das bislang weniger stark beachtete Thema *Klimaschutz und Energie* betrachtet sowie aus forstpolitischer Sicht bewertet werden. Zur Visualisierung dient eine Grafik (Abb. Klimaschutz und Energie). Dabei bewegen sich zwei Wirkungsketten in Form von zwei Halbkreisen um den Wald.

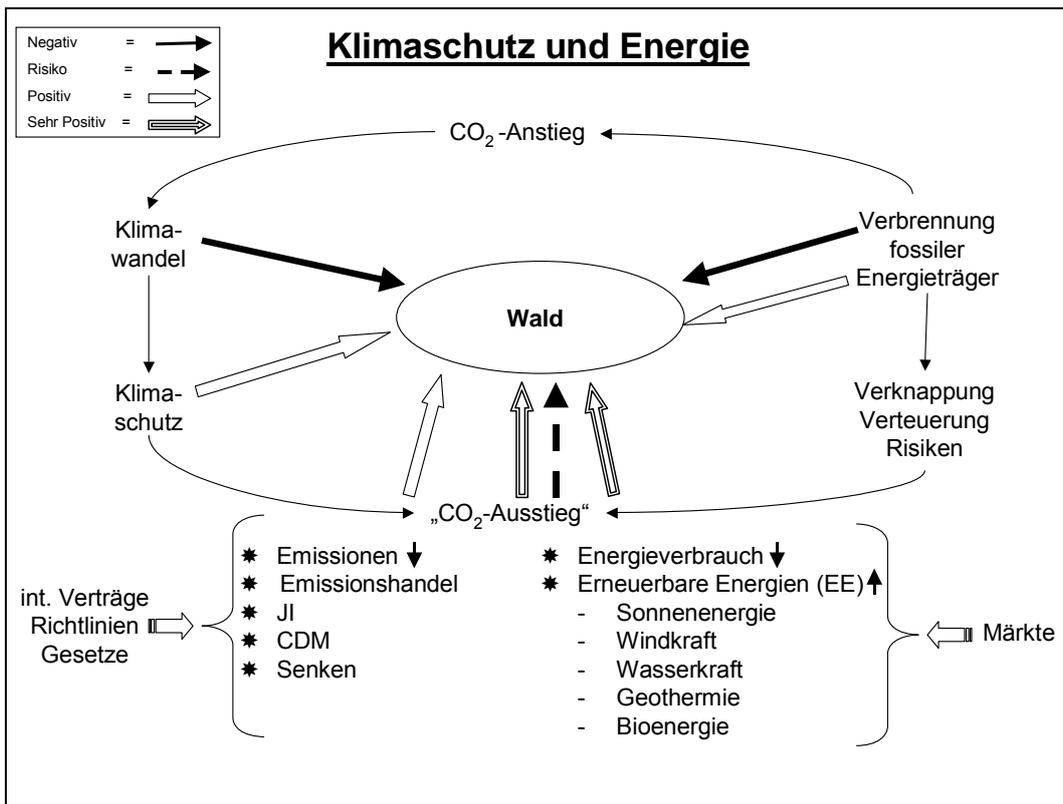


Abb.:  
Klimaschutz  
und Energie

### Klimaschutz

In der Regel steht der linke Halbkreis im Zentrum des Interesses: Der CO<sub>2</sub>-Anstieg in der Atmosphäre führt zu einem Klimawandel, der den Wäldern (und den Waldbesitzern) voraussichtlich beträchtlichen Schaden zufügen wird (symbolisiert durch den dunklen Pfeil). Gegenmaßnahmen zum Klimaschutz werden ergriffen: Einerseits Anpassungsmaßnahmen (weißer Pfeil) wie z. B. der Umbau nicht (mehr) standortgemäßer Bestände in stabilere Mischwälder. Andererseits Maßnahmen zum „CO<sub>2</sub>-Ausstieg“ (weißer Pfeil), v. a. Maßnahmen zur Senkung der Emissionen, ergänzt durch Emissionshandel (EH), Clean Development Mechanism (CDM), Joint Implementation (JI) und evt. Senkenprojekte.

### Energie

Der rechte Halbkreis betrachtet den Hauptverursacher des CO<sub>2</sub>-Anstiegs, nämlich die umfangreiche und bis heute immer weiter steigende Verbrennung der fossilen Energieträger Öl, Gas und Kohle seit rd. 200 Jahren. Für Wald und Forstwirtschaft hatte dies zunächst gegensätzliche Folgen: Die Wälder wurden vom früheren Nutzungsdruck stark entlastet (weißer Pfeil). Holznutzung und Forstwirtschaft erschienen jedoch in der Folge – insbesondere auch in Naturschutz-Kreisen – immer weniger notwendig oder sogar ganz entbehrlich. Dies führte zu einem massiven wirtschaftlichen und schließlich auch gesellschaftlichen Bedeutungsverlust (schwarzer Pfeil). Die

ständig steigende Nutzung fossiler Energieträger, die bekanntlich endlich und höchst ungleichmäßig in der Welt verteilt sind, blieb nicht folgenlos. Die Anzeichen für eine Verknappung und Verteuerung des Angebots sowie für steigende politische, wirtschaftliche und auch sicherheitspolitische Risiken werden immer deutlicher. Da Energie zu den Grundbedürfnissen der Menschen gehört, ergaben sich folgerichtig zunehmende Bemühungen um Alternativen, um einen „CO<sub>2</sub>-Ausstieg“. Die absehbar wichtigsten Instrumente hierfür sind die Senkung der Energie-Verbräuche (Strom, Wärme, Treibstoff) und der systematische Ausbau der Erneuerbaren Energien, also Sonnenenergie, Windkraft, Wasserkraft, Geothermie und Bioenergie. Die zunehmende Nutzung der Erneuerbaren Energien reduziert die CO<sub>2</sub>-Emissionen (doppelter weißer Pfeil) deutlich.

### **Biomasse**

Die zunehmende Nutzung der Biomasse führt aber auch zu einem deutlichen Anstieg der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Bedeutung der Urproduktion (doppelter weißer Pfeil). Biomasse wird in kurzer Zeit vom „Ladenhüter“ zum „Verkaufsschlager“. Natürlich ist Biomasse - verglichen mit unserem Gesamtenergiebedarf - nicht im Überfluss verfügbar. Es besteht deshalb ein gewisses Risiko (gestrichelter schwarzer Pfeil), dass die Erwartungen der Verbraucher das nachhaltig nutzbare Potenzial übersteigen. Holz und andere Bioenergieträger sollten deshalb überlegt und effizient verwendet werden. Für Verschwendung ist sie zu schade. In einem regenerativen Energie-Mix könnte diese Schwäche übrigens durch Solarenergie und Windkraft sehr gut ausgeglichen werden. Umgekehrt könnten die Stärken der Bioenergie (Vielseitigkeit, zuverlässige Verfügbarkeit, problemlose Speicher- und Steuerbarkeit) die tageszeitlichen und witterungsbedingten Schwankungen bei Sonne und Wind kompensieren.

### **Weitere Unterschiede**

Der linke und der rechte Ansatz unterscheiden sich in zwei weiteren Punkten:

1. Der internationale Klimaschutz (linker Halbkreis) wird angetrieben durch völkerrechtliche Vereinbarung und durch Gesetze. Der Emissionshandel soll zwar Marktmechanismen nutzen, doch handelt es sich um einen von den Staaten „geschaffenen“ Markt. Die Energieversorgung (rechter Halbkreis) dagegen beruht auf der konkreten Nachfrage von Menschen und Unternehmen nach dem Grundbedürfnis Energie. Hier wirken weit stärker die „natürlichen Marktkräfte“, trotz aller Unvollkommenheiten. Der Staat hat die Aufgabe, faire Rahmenbedingungen zu schaffen.
2. Aus forstpolitischer Sicht ist im linken Halbkreis der Wald ein Teil des Problems, natürlich nicht als Verursacher, aber als Opfer. Anstrengungen zum Schutz der Wälder vor dem Klimawandel werden in der Gesellschaft häufig als Opfer verstanden, nicht als Investition in den Erhalt unserer Lebensgrundlagen oder gar als Kompensation für die durch den allgemeinen Energiekonsum ausgelösten Schäden. In wirtschaftlich schwierigen Zeiten sinkt die Handlungs-/Zahlungsbereitschaft stark ab. Im rechten Halbkreis dagegen ist der Wald Teil der Lösung unserer Energieprobleme.

### **Senken-Problematik**

Für die Forstwirtschaft stellt sich daher die Frage, ob die Senken-Option in Nr. 3.4 Kyoto-Protokoll, um die auch in Deutschland derzeit heiß diskutiert wird, sinnvoll ist: Sollten die Senkenleistungen der Wälder in Deutschland in Höhe des „Deckels“ von 4,5 Mio. t CO<sub>2</sub> künftig für die Erfüllung der Minderungspflichten angerechnet werden? Führt dies nicht zu einer Reduzierung der Minderungspflichten für die Verursacher der CO<sub>2</sub>-Emissionen? Wird es tatsächlich eine Inwertsetzung der Senkenwirkung geben, von der unter dem Strich bei den Waldbesitzern jemals etwas ankommt? Welche Überwachungssysteme werden hierfür benötigt und welche Auswirkungen wird es haben, wenn – durch welche Umstände auch immer – der Kohlenstoff-Vorrat einmal ab- statt zunimmt? Aus forstpolitischer wie aus forstbetrieblicher Sicht sollte genau geprüft werden, ob der *Produktweg* über die rechte Schiene nicht mindestens genauso attraktiv ist: Die kontinuierliche Lieferung dringend benötigter Rohstoffe, die zusätzlich als Produktspeicher (z.B. Bauholz), Substitut (z. B. für Beton, Stahl, Aluminium), Energieträger (Brennholz) oder Energiesparer (Holz als Dämmstoff für Häuser) einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

### **Appell**

Für den Schutz des Klimas stehen mit dem internationalen Klimaschutz und mit der Umstellung unserer fossilen Energie-Versorgung auf Erneuerbare Energien zwei wirksame Ansätze zur Verfügung, die sich in aller Regel gut miteinander vereinbaren lassen. In der Praxis wissen jedoch beide Seiten oft zuwenig von den anderen. Die Beteiligten sollten daher in einen verstärkten Dialog eintreten und stärker als bisher kooperieren. Wald und Forstwirtschaft können beiden Ansätzen wertvolle Impulse geben und sollten aktiv die sich daraus ergebenden Chancen nutzen.

Quellenangaben und Literaturhinweise beim Autor.

## Abkürzungsverzeichnis

AAU	Assigned amount unit - Emissionszertifikate, die den Industriestaaten vor dem Beginn des Verpflichtungszeitraums zugeteilt werden
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
CBD	Convention on Biological Diversity – Übereinkommen über die biologische Vielfalt
CDM	Clean development mechanism – Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung
CER	Certified emission reduction - CDM-Emissionszertifikate
COP	Conference of the Parties - Vertragsstaatenkonferenz
COP/MOP	Konferenz und gleichzeitig Tagung der Vertragsparteien
DFG	Deutsche Forschungsgesellschaft
DFV	Deutscher Forstverein e.V.
EC	Europäische Kommission
ERU	Emission reduction unit - JI-Emissionszertifikate
GCOS	Global Climate Observing System
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH
GWP	Global warming potential
HMULV	Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
HPNV	Heutige Potentielle Natürliche Vegetation
IFF	Intergovernmental Forum on Forests
InKlim	Integriertes Klimaschutzprogramm Hessen
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change – Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen
IPF	Intergovernmental Panel on Forests
JI	Joint Implementation
JLG	Joint Liaison Group
KP	Kyoto Protokoll
KRK	Klimarahmenkonvention
LÖBF	Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten
LULUCF	Land use, land-use change and forestry
LWF	Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
MUNLV	Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
NABU	Naturschutzbund Deutschland
NFP	Nationales Forstprogramm
NGO	Nichtregierungsorganisation
PIK	Potsdam-Institut für Klimaforschung
PNV	Potentielle Natürliche Vegetation
RMU	Removal unit - Senkenzertifikate für nationale Senkenaktivitäten
TLWJF	Thüringische Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei
UBA	Umweltbundesamt
UNCCD	United Nations Convention to Combat Desertification - Wüstenkonvention
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development - Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung
UNEP	United Nations Environment Programme – Umweltprogramm der Vereinten Nationen
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change - Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen
UNFF	United Nations Forum on Forest – Waldforum der Vereinten Nationen
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat für Globale Umweltveränderungen
WCC	World Climate Conference - Weltklimakonferenz
WWF	World-Wide Fund for Nature
WZE	Waldzustandserfassung

## Teilnehmer- und Autorenliste

Name	Institution	Adresse
Abel, Ina	Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz	Cahnberger Str. 2 30002 Hannover Tel.: 0511/120-2250 Fax: 0511/120-99-2250 e-mail: ina.abel@ml.niedersachsen.de
Asche, Norbert Dr.	Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten (LÖBF)	Leibnizstraße 10 45659 Recklinghausen Tel.: 02361/305-234 Fax: 02361/305-9234 e-mail: norbert.asche@loebf.nrw.de
Becher, Raimund	Bayer. Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten	Ludwigstr. 2 80539 München Tel.: 089/2182-2690 Fax: 089/2182-17690 e-mail: Raimund.Becher@stmlf.bayern.de
Beese, Stefan	Nationalparkamt Vorpommern	Im Forst 5 18375 Born Tel.: 038234/50228 Fax: 038234/50224 e-mail: s.beese@npa-vp.mvnet.de
Benndorf, Rosemarie	Umweltbundesamt	Wörlitzer Park 1 06844 Dessau Tel.: 0340/21032840 Fax.: 0340/21042840 e-mail: rosemarie.benndorf@uba.de
Bolte, Andreas Prof. Dr.	Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Institut für Waldökologie und Walдинventuren	Alfred-Möller-Straße 1 16225 Eberswalde Tel.: 03334/65-345 Fax: 03334/65-354 e-mail: a.bolte@bfh-inst7.fh-eberswalde.de
Cramer, Wolfgang Prof. Dr.	Potsdam Institut für Klimaforschung	Postfach 60 12 09 14412 Potsdam Tel.: 0331/288-2521 e-mail: Wolfgang.Cramer@pik-potsdam.de
Czajkowski, Tomasz	Dipl. Forsting. (FH) Universität Göttingen Institut für Waldbau Abt. I	Büsgenweg 1 37077 Göttingen Tel.: Fax: e-mail: tczajko@gwdg.de
Dame, Günther	Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW	Schwannstraße 3 40476 Düsseldorf Tel.: 0211/4566-668 Fax.: 0211/4566-947 e-mail: guenter.dame@munlv.nrw.de
Emse, Horst	PRIMA-KLIMA-weltweit-e.V.	lkenstr. 1b 40625 Düsseldorf Tel.: 0211/295419 e-mail: info@prima-klima-weltweit.de

<b>Name</b>	<b>Institution</b>	<b>Adresse</b>
Falk, Karsten	Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW	Castroper Str. 30 45665 Recklinghausen Tel.: +49 2361/305-707 Fax: +49 2361/305-786 e-mail: falk@loebf.nrw.de
Gehlhar, Uwe	Landesforst Mecklenburg-Vorpommern Forstliches Versuchswesen	Zeppelinstr. 3 19061 Schwerin Tel.: 0385/6700-174 Fax.: 0385/6700-102 e-mail: uwe.gehlhar@lfoa-mv.de
Goerne von, Gabriela	Greenpeace e.V.	Große Elbstr. 39 22767 Hamburg Tel.: +49 40/306-18321 Fax: +49 40/306-31121 e-mail: gvgoerne@greenpeace.de
Grundmann, Volker Dr.	Hessen-Forst FIV	Europastr. 10-12 35394 Gießen Tel.: 0641/4991-103 Fax.: 0641/4991-101 e-mail: GrundmannVGI@forst.hessen.de
Hiermer, Jonas David	Freiberufl. Forstsachverständiger Forstassessor, Dipl.-Forstwirt Univ.	Burbacher Str. 271 53129 Bonn Tel.: 0228/9156694 Mobil: 0170/4382942 e-mail: forstconcepte@gmx.de
Hillmann, Martin	Landwirtschaftskammer Niedersachsen	Johannssen Str. 10 30159 Hannover Tel.: 0441/801-0 Fax.: 0441/801-180 e-mail: hillmann.martin@lawikhan.de
Hohnhorst von, Martin	Ministerium für Umwelt Referat Zukünftiger Naturschutz	Keplerstr. 18 66117 Saarbrücken Tel.: 0681/501-4718 Fax.: 0681/501-4522 e-mail: m.hohnhorst@umwelt.saarland.de
Höltermann, Anke Dr.	Bundesamt für Naturschutz Bonn II 2.1	Konstantinstr. 110 53179 Bonn Tel.: 0228/8491-1824 Fax.: 0228/8491-1819 e-mail: anke.hoeltermann@bfn.de
Ibisch, Pierre L. Prof. Dr.	Fachhochschule Eberswalde FB Forstwirtschaft	Alfred-Möller-Str.1 16225 Eberswalde Tel.: 03334/65-479 Fax.: 03334/65-428 e-mail: pibisch@fh-eberswalde.de
Kaiser, Martin	Greenpeace e.V.	Große Elbstr. 39 22767 Hamburg Tel.: +49 40/306-18321 Fax: +49 40/306-31121 e-mail: mkaiser@greenpeace.de

<b>Name</b>	<b>Institution</b>	<b>Adresse</b>
Kölling, Christian Dr.	Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft	Am Hochanger 11 85354 Freising Tel.: 08161/71-4945 Fax: 08161/71-4971 e-mail: Koe@lwf.uni-muenchen.de
Korn, Horst Dr.	Bundesamt für Naturschutz Internationale Naturschutzakademie Insel Vilm	Insel Vilm 18581 Putbus Tel.: 038301/86-130 Fax.: 038301/86-150 e-mail: horst.korn@bfn-vilm.de
Krug, Andreas	Bundesamt für Naturschutz Bonn II 2	Konstantinstr. 110 53179 Bonn Tel.: 0228/8491-1810 Fax.: 0228/8491-1819 e-mail: andreas.krug@bfn.de
Littmeier, Annette	Deutscher Naturschutzring e.V. Projekt Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	Prenzlauer Allee 230 10405 Berlin Tel.: 030/4433-9188 Fax.: 030/4433-9180 e-mail: annette.littmeier@dnr.de
Luding, Helmut	Bayer. Landesamt für Umwelt Dienststelle Kulmbach Ref. 56, Landschaftspflege und Naturschutzprogramme	Schloss Steinenhausen 95325 Kulmbach Tel.: 09221/604-5873 Fax.: 09221/604-5900 e-mail: Helmut.Luding@lfu.bayern.de
Nowicki, Christoph	Fachhochschule Eberswalde FB Forstwirtschaft	Alfred-Möller-Str. 1 16225 Eberswalde Tel.: 03334/65-450 Fax.: 03334/65-428 e-mail: cnowicki@fh-eberswalde.de
Peck, Anja Dr.	Ministerium für Ernährung und ländlichen Raum Baden-Württemberg Landerforstverwaltung	Kernerplatz 10 70182 Stuttgart Tel.: 0711/126-2119 Fax: 0711/126-2904 e-mail: anja.peck@mlr.bwl.de
Profft, Ingolf	Thüringische Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei	Jägerstraße 1 99867 Gotha Tel.: 03621/225-152 Fax: 03621/225-222 e-mail: profft.ingolf@forst.thueringen.de
Rock, Joachim	Potsdam Institut für Klimaforschung	Telegrafenberg A 51 14473 Potsdam Tel.: 0331/288-2677 Fax.:0331/288-2695 e-mail: rock@pik-potsdam.de
Schulz, Heiko	Landesforst Mecklenburg-Vorpommern Forstliches Versuchswesen	Zeppelinstraße 3 19061 Schwerin Tel.: 0385/6700-182 Fax.: 0385/6700-102 e-mail: heiko.schulz@lfoa-mv.de

Teilnehmer- und Autorenliste

<b>Name</b>	<b>Institution</b>	<b>Adresse</b>
Seiler, Michael	Thüringische Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei	Jägerstraße 1 99867 Gotha Tel.: 03621/225-152 Fax: 03621/225-152 e-mail: seiler.michael@forst.thueringen.de
Süsser, Marc	NABU Bundesverband Berlin	Invaliedenstr. 112 10115 Berlin Tel.: 030/284984-29 Fax.: 030/284984-84 e-mail: marc.suesser@nabu.de
Thies, Christop	Greenpeace e.V.	Große Elbstr. 39 22767 Hamburg Tel.: +49 40/306-18321 Fax: +49 40/306-31121 e-mail: cthies@greenpeace.de
Thyssen, Astrid	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit N II 5	Robert- Schumann-Platz 3 53175 Bonn Tel.: 0228/305-2654 Fax.: 0228/305-2695 e-mail: Astrid.Thyssen@bmu.bund.de
Van de Velde, Joost	Europäische Kommission EC DG ENV B3	BU9 – 4/58 B-1049 Brüssel Tel.: +32 2/2969503 e-mail: joost.vandavelde@cec.eu.int
Wälter, Thomas	Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein	Hamburger Chaussee 25 24220 Flintbek Tel.: 04347/704-336 Fax: 04347/704-302 e-mail: twaelter@lanu.landsh.de
Wiersbinski, Norbert Dr.	Bundesamt für Naturschutz Internationale Naturschutzakademie Insel Vilm	Insel Vilm 18581 Putbus Tel.: 038301/86-111 Fax.: 038301/86-117 e-mail: norbert.wiersbinski@bfn-vilm.de
Wolf, Reinhard	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH, GZT	Postfach 5180 65726 Eschborn Tel.: 06196/79-1322 Fax.:06196/7980-1322 e-mail: reinhard.wolf@gtz.de
Zimmeck, Wolfram	Deutscher Forstverein Beauftragter für den Klimawandel	Gerhart-Hauptmann Weg 2 30659 Hannover Tel.: 0511/36651146 Fax.: 0511/9055558 e-mail: zimmeck@forstverein.de

## Workshop-Programm

---

Mittwoch, 05. April 2006

---

Anreise Internationale Naturschutzakademie Insel Vilm, 18581 Putbus auf Rügen

18.30 *Abendessen*

19.30 **Andreas Krug, BfN Bonn, Norbert Wiersbinski, BfN Vilm**  
Begrüßung der Teilnehmer/innen

19.45 **Dr. Anke Höltermann, BfN**  
Wald, Naturschutz und Klimawandel: Handeln vor dem Hintergrund einer ungewissen Zukunft - Einführungsvortrag

---

Donnerstag, 06. April 2006

---

08.00 *Frühstück*

09.00 **Rosemarie Benndorf, UBA**  
Internationale Regelungen zur Einbeziehung des Waldes in den Kyoto-Prozess

10.00 **Dr. Horst Korn, BfN**  
Klimawandel und Senkenproblematik:  
Anknüpfungspunkte aus Sicht der CBD

Diskussion

10.30 *Kaffee / Tee*

11.00 **Horst Emse, Prima-Klima-weltweit e.V.**  
Klimaschutz durch Aufforstung

11:30 **Prof. Dr. Wolfgang Cramer, PIK**  
Auswirkungen der globalen Klimaänderung auf Wälder -  
wo sind die Grenzen der Anpassungsfähigkeit

Diskussion

12.30 *Mittagessen*

13.30 **Reinhard Wolf, GTZ**  
Optionen für die Ausgestaltung der internationalen Klimaschutzvereinbarungen:  
Auswirkungen auf Forstwirtschaft und Naturschutz im Wald

14.30 **Joost Van De Velde, EU-Kommission (GD Umwelt)**  
EU Forests and Climate Change

Diskussion

15.00 *Kaffe / Tee*

15.15 **Wolfram Zimmeck, Deutscher Forstverein**  
Optimierung der privaten Waldbewirtschaftung für den Klimaschutz

und Honorierung

15.30 **Prof. Dr. Pierre Ibisch, FH Eberswalde**  
Klimaschutz versus Waldnaturschutz? Chancen, Gefahren und Handlungsoptionen für den Naturschutz im Wald

Diskussion

16.30 **Dr. Christian Kölling, LWF Bayern**  
Die erwarteten Folgen des Klimawandels auf den Wald in Bayern: Auswirkungen auf die Forstwirtschaft und den Naturschutz im Wald

17.30 **Ingolf Profft, TLWJF Thüringen**  
Wald und Klimawandel - Aktivitäten in Thüringen / Thüringer Landesanstalt als Partner im Carbo Europe-Projekt

18.00 **Prof. Dr. Andreas Bolte, BFH**  
Die Buche - eine Baumart mit Zukunft in Mitteleuropa?

Diskussion

18.40 *Abendessen*

---

Freitag, 07. April 2006

---

08.00 *Frühstück*

09.00 **Dr. Norbert Asche, LÖBF**  
Klimawandel, Waldstandorte und Baumartenwahl. Eine Fallstudie in der Eifel in Nordrhein-Westfalen

09.30 **Raimund Becher, StMLF**  
Zur Rolle von „Energie“ für Klimawandel und Klimaschutz im Wald

10.00 **Stefan Beese, Nationalparkamt Vorpommern**  
Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft - Naturschutzgerechte Grünlandnutzung

10.20 *Kaffee / Tee*

11.00 **Andreas Krug und Dr. Anke Höltermann, BfN**  
Abschlussdiskussion

12.30 *Mittagessen*

*Abreise*

## **Weiterführende Literatur und Links zu Informationen im Internet**

Weiterführende Literatur und Links zu Informationen rund um die Themen Waldwirtschaft, Naturschutz, Biodiversität und Klimawandel finden Sie hier:

### **Bundesministerien die sich mit Fragen des Klimawandels und der Waldbewirtschaftung befassen**

<a href="http://www.bmu.de">www.bmu.de</a>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
<a href="http://www.bmelv.de">www.bmelv.de</a>	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
<a href="http://www.bmbf.de">www.bmbf.de</a>	Bundesministerium für Bildung und Forschung

### **Deutsche Fachstellen**

<a href="http://www.bfn.de">www.bfn.de</a>	Bundesamt für Naturschutz
<a href="http://www.uba.de">www.uba.de</a>	Umweltbundesamt
<a href="http://www.dehst.de">www.dehst.de</a>	Deutsche Emissionshandelsstelle im Umweltbundesamt
<a href="http://www.wbgu.de">www.wbgu.de</a>	Wissenschaftlicher Beirat für Globale Umweltveränderungen

### **Internationale Fachstellen**

<a href="http://www.unfccc.int">www.unfccc.int</a>	United Nations Framework Convention on Climate Change
<a href="http://www.ipcc.ch">www.ipcc.ch</a>	Intergovernmental Panel on Climate Change
<a href="http://www.biodiv.org">www.biodiv.org</a>	Convention on Biological Diversity

### **Deutsche Internetportale zum Thema Wald und Klimawandel**

<a href="http://www.waldundklima.de">www.waldundklima.de</a>	Internetportal zum Thema Wald und Klimawandel
<a href="http://www.waldwissen.de">www.waldwissen.de</a>	Internetportal zum Thema Wald und Klimawandel

## DIE BfN-SKRIPTEN

Es gibt immer wieder Arbeitssituationen, für die vor einer Entscheidung wichtiges Datenmaterial kurz und schnell, aber dennoch fachlich vertretbar aufbereitet werden muss, etwa wenn Gesetze oder Förderrichtlinien novelliert werden sollen. Deshalb gibt das Bundesamt für Naturschutz bei Bedarf neben den bestehenden Schriftenreihen in loser Folge fachbezogenes Arbeitsmaterial als **BfN-Skripten** heraus.

Aus dem Gesamtspektrum an bundesrelevanten Themen zu Naturschutz und Landespflege eignen sich beispielsweise folgende Beiträge für die **BfN-Skripten**:

- Workshopberichte
- BfN-Positionspapiere
- bedeutende Fachvorträge
- Beiratsempfehlungen
- Gutachten von sachverständigen
- Datenmaterialien
- Endberichte von FuE- und EuE-Vorhaben
- Berichte aus den Großprojekten
- Förderrichtlinien.

Die Skripten wenden sich in der Regel an kleinere Interessensgruppen, wie z.B. Workshop-Teilnehmer.