

## Potenzialanalyse zur Beeinflussung von Landnutzungssystemen und deren biogeochemischen Kreisläufen zur Erreichung der Treibhausgas-Reduktionsziele

Schlussbericht des BMBF-Projekts FKZ 01LG0801A

Koordination: Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ  
Department Landschaftsökologie, Prof. Dr. Ralf Seppelt



## **Schlussbericht des BMBF-Projekts FKZ 01LG0801A**

Potenzialanalyse zur Beeinflussung von Landnutzungssystemen und deren biogeochemischen Kreisläufen zur Erreichung der Treibhausgas-Reduktionsziele

### **Koordination:**

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ  
Department Landschaftsökologie  
Ansprechpartner: Prof. Dr. Ralf Seppelt

### **Projektpartner:**

Johann Heinrich von Thünen Institut für Ländliche Räume, Forst und Fischerei (vTI),  
Institut für Ländliche Räume  
Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Bernhard Osterburg

GeoForschungsZentrum Potsdam in der Helmholtz Gemeinschaft  
Ansprechpartner: Dr. Bernd Uwe Schneider

Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH  
Ansprechpartner: Prof. Dr.-Ing. Martin Kaltschmitt

Max-Planck-Institut für Biogeochemie  
Ansprechpartner: Dr. Annette Freibauer

Technische Universität München  
Department für Ökologie und Ökosystemmanagement  
Ansprechpartner: Dr. Margit von Lützwow

### **Autoren und Beteiligte:**

Axel Don, Florian Eppink, Karin Frank, Annette Freibauer, Christoph Fühner, Christoph Görg, Mirjam Helfrich, Andreas Huth, Martin Kaltschmitt, Ingrid Kögel-Knabner, Sigrid Köhne, Sven Lautenbach, Margit v. Lützwow, Carsten Müller, Franziska Müller-Langer, Carsten Neßhöver, Heike Nitsch, Bernhard Osterburg, Annette Prectel, Bernd Uwe Schneider, Thomas Schmidt, Ralf Seppelt, Daniela Thrän, Martin Volk, Thomas Zwingmann, Vanessa Zeller

**Leipzig, 3.4.2009**

# Inhaltsverzeichnis

<b>ZUSAMMENFASSUNG FÜR ENTSCHEIDUNGSTRÄGER</b>	<b>2</b>
<b>KURZDARSTELLUNG DES PROJEKTS</b>	<b>3</b>
Gegenstand und Aufgabenstellung des Projektes	3
Planung und Ablauf des Projektes	3
Kooperationen im Rahmen des Projektes	5
Bewertung der Projektzusammenarbeit	6
<b>EINGEHENDE DARSTELLUNG DES PROJEKTS</b>	<b>6</b>
Verwendung der Zuwendungen und der Ergebnisse	6
Initiativen und Projekte anderer Einrichtungen	11
Nationale Initiativen, Projekte und Gutachten (Deutschland)	11
Internationale Initiativen und Projekte	12
Veröffentlichungen der Projektergebnisse	14
<b>ANHANG 1: ERFOLGSKONTROLLBERICHT</b>	<b>15</b>
Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen	15
Wissenschaftlich-technische Ergebnisse, Nebenergebnisse, wesentliche Erfahrungen	15
Fortschreibung des Verwertungsplans	15
Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit	16
Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben	16
Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer	16
Einhaltung der Kosten- und Zeitplanung	16
<b>ANHANG 2: KURZZUSAMMENFASSUNGEN DER VERÖFFENTLICHUNGEN</b>	<b>17</b>
Influence of tropical land use change on soil organic carbon stocks	18
Present GHG-budgets and mitigation in the German Biosphere	19
Principles, Promises, and Prospects of Biochar Concepts	21
Temperature sensitivity of soil organic matter pools: What do we know?	22
Mechanisms of Organic Matter Stabilization in Major Tropical Soil Types: A Review	23
Management controls on soil organic matter pools	24
Challenges of a coherent land use policy in the EU with regard to GHG mitigation options	25
Review of approaches for physical and economic accounting and life cycle assessment in the agricultural sector and the food and non-food chains	27
Organic carbon in German soils: Status quo and the need for new data to evaluate the potential of soil carbon sequestration	28
Zen and the art of ecosystem services research	30
Energy and climate implications of current and future biofuel systems	31

## Zusammenfassung für Entscheidungsträger

Anthropogene Landnutzung führt weltweit zu Verlusten terrestrischer Kohlenstoffvorräte. Daraus resultieren erhöhte Konzentrationen klimawirksamer Spurengase in der Atmosphäre sowie weit reichende ökosystemare Folgen verbunden mit sozioökonomischen und politischen Implikationen. Eine Beschleunigung erfährt der Landnutzungswandels aufgrund des Bevölkerungswachstums und des sich dynamisch verändernden Konsumverhaltens.

Dieses erfordert ein nachhaltiges Landmanagement um die Lebensgrundlagen und die Entwicklungschancen nachfolgender Generationen zu wahren.

Der Stand der Forschung und die resultierenden Wissenslücken zu diesen Themen wurden unter der Koordination des Helmholtz Zentrum für die Umweltforschung (UFZ) in dem BMBF-geförderten Projekt 'Potenzialanalyse zur Beeinflussung von Landnutzungssystemen und deren biogeochemischen Kreisläufe zur Erreichung der Treibhausgas-Reduktionsziele' (Po-LaTe) analysiert und synthetisiert. Die daraus resultierenden Forschungsempfehlungen des Projekts lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Der anthropogene Einfluss von Landnutzungsänderungen und Landmanagement auf die Treibhausgasbilanzen verschiedener Ökosystem kann nur mit einem integrierten Ansatz aus flächendeckenden, periodisch wiederholten Inventuren der Boden- und Biomassevorräte, sowie Langzeit-Prozessstudien erfasst und quantifiziert werden. Für die Regionalisierung und Extrapolation auf nationale und globale Ebene sind mit experimentellen Daten validierte Modelle weiterzuentwickeln. Besondere Forschungsdefizite bestehen zu den Treibhausgasbilanzen tropischer und subtropischer Ökosysteme.
- Eine weitere Entwicklung des im Millennium Assessment verfolgten Ansatzes für die Analyse der ökosystemaren Auswirkungen von Landnutzungsänderungen ist erforderlich, sowie die Analyse der Triebkräfte des Landnutzungswandels und die eingehende Charakterisierung komplexer Produktionssysteme und der durch sie verursachten THG-Emissionen.
- Fachspezifische und interdisziplinären Forschungsansätze müssen themenspezifisch vernetzt werden um die komplexen Wechselwirkungen innerhalb und über die Grenzen der Syndrome hinweg erfolgreich behandeln zu können und bei zu tragen zum Erkennen und Bewerten überregionaler Trade-offs und Synergien.

Die Umsetzung dieser drei Forschungsempfehlungen trägt zum besseren Verständnis der von Klimawandel ausgelösten Effekte auf lokalen und überregionalen Ebenen bei. Erst mit diesem Verständnis können diejenige Steuerinstrumente entwickelt werden die in den gültigen ökologischen, sozio-ökonomischen politischen Rahmenbedingungen wirksam sein werden.

## **Kurzdarstellung des Projekts**

### **Gegenstand und Aufgabenstellung des Projektes**

Anthropogene Landnutzung und fortschreitender Landnutzungswandel führen weltweit zu Verlusten terrestrischer Kohlenstoffvorräte. Daraus resultieren in einem sich selbst verstärkenden Beziehungsgefüge erhöhte Konzentrationen klimawirksamer Spurengase in der Atmosphäre sowie weit reichende ökosystemare, sozioökonomische und politische Implikationen. Aufgrund des Bevölkerungswachstums und des sich vor allem in den Schwellenländern der Erde dynamisch verändernden Konsumverhaltens droht in den kommenden Dekaden ein deutlicher Anstieg des Nahrungsmittel- und Energiebedarfs und darüber eine Beschleunigung des Landnutzungswandels sowie damit verbundener Sekundäreffekte. Einem nachhaltigen Landmanagement kommt daher global eine Schlüsselfunktion für die Wahrung der Lebensgrundlagen aber auch der Entwicklungschancen nachfolgender Generationen zu. Die Landnutzung hinsichtlich ihrer Klimafolgen sowie ihrer ökosystemaren sowie sozioökonomischen Wirkungen optimal zu gestalten, ist somit eine der zentralen Herausforderungen unserer Zeit.

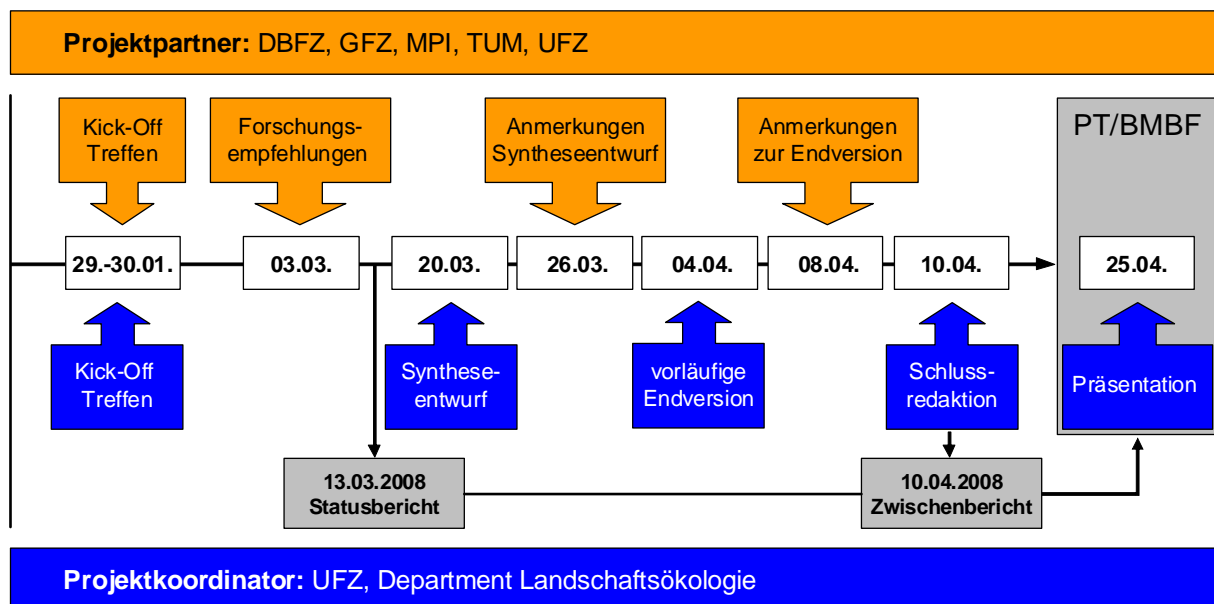
Vor diesem Hintergrund beauftragte das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) ein interdisziplinäres Konsortium, bestehend aus fünf öffentlichen Forschungseinrichtungen, unter Berücksichtigung ökologischer, sozioökonomischer und steuerungspolitischer Gesichtspunkte Grundlagen einer nachhaltigen Reduktion terrestrischer Treibhausgasemissionen im Zuge der anthropogenen Landnutzung sowie des Landnutzungs- und Klimawandels zu erarbeiten. Das Projekt verfolgte in diesem Zusammenhang zwei übergeordnete Ziele. Anhand einer umfassenden Literaturstudie sollten in einem ersten Projektabschnitt (PA 1) zunächst Kenntnisdefizite des Themenkomplexes zusammengefasst und darauf basierend konkrete Empfehlungen für zukünftige landnutzungsorientierte Forschungsansätze im Rahmen einer neuen Förderinitiative des BMBF erarbeitet werden. Der zweite Projektabschnitt (PA 2) diente der weiterführenden und vertieften Analyse besonders relevanter naturwissenschaftlicher (primär biogeochemischer und ökosystemarer), sozioökonomischer und steuerungspolitischer Aspekte des Themenkomplexes und zielte auf die Publikation diesbezüglicher Übersichtsartikel in international renommierten Fachzeitschriften ab.

### **Planung und Ablauf des Projektes**

Abbildung 1 stellt den Ablauf des PA 1 mit den projektkoordinierenden Aktivitäten des Departments für Landschaftsökologie des Helmholtzzentrum für Umweltforschung (UFZ-CLE) sowie den fachlichen Beiträgen der Projektpartner dar.

Vom 29. bis zum 30. Januar 2008 fand unter Leitung des UFZ-CLE ein erstes Projekttreffen in Schloss Machern bei Leipzig statt, an dem Mitarbeiter aller beteiligten Institutionen teilnahmen. Gegenstand der Besprechungen waren vorrangig organisatorische und strukturelle Fragen zur Erarbeitung der in einem Zwischenbericht abzufassenden Forschungsempfehlungen. Zudem wurden vorläufige Abstimmungen über weiter gehende Synthesen für die thematischen Schwerpunktfelder bzw. Kernthemen des Projektes (1) Boden und Vegetation,

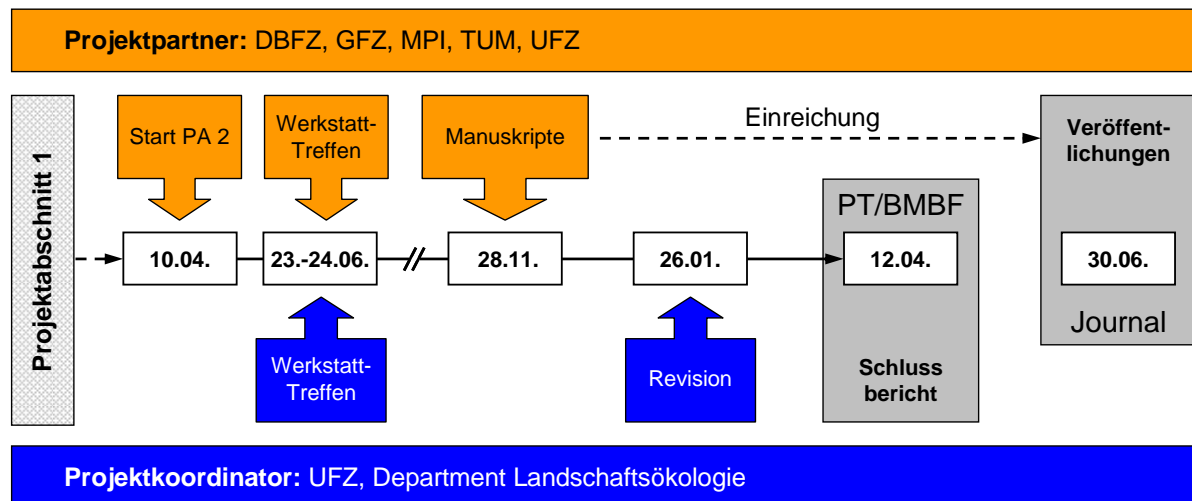
(2) Landnutzungssysteme und Governance sowie (3) integrative Analyse und Bewertung mit Bezug auf die Nutzung und den Wandel terrestrischer Lebensräume getroffen.



**Abbildung 1:** Organisation und Ablauf des PA 1 für die Abfassung der Forschungsempfehlungen zum Themenkomplex Landnutzung und Klimawandel (Zwischenbericht 10.04.2008).

Bis Anfang März fassten die Projektpartner in enger Zusammenarbeit den aktuellen Wissensstand, spezifische Kenntnisdefizite und konkrete Forschungsempfehlungen ihrer Schwerpunktbereiche zusammen. Behandelt wurden hier gezielt funktionale Muster problematischer Mensch-Umwelt-Interaktionen: (1) der politisch stark regulierten Intensivlandwirtschaft in Zentraleuropa, (2) der vermehrten Nutzung natürlicher Ökosysteme zur Bioenergieerzeugung in Schwellenländern der Tropen und Subtropen sowie (3) des fortschreitenden Rückgangs von Permafrostgebieten der hohen nördlichen Breiten. Das in der Antragstellung des Projekts zusätzlich genannte Syndrom "Übernutzung und Degradation tropischer Bergregionen" wurde in diesen Studien ebenfalls untersucht, angesichts seines begrenzten Potenzials für die Reduktion terrestrischer Treibhausgasemissionen in den Forschungsempfehlungen aber nicht berücksichtigt.

Die Ausarbeitungen der Projektpartner wurden bis zum 20. März 2008 in einem ersten Entwurf zusammengefasst. Nach Einarbeitung von Korrekturvorschlägen der beteiligten Institutionen wurde eine weitere Revision bis Ende März durchgeführt. Bereits Mitte März erstattete das Konsortium dem Projektträger (PT-DLR) einen schriftlichen Kurzbericht über den aktuellen Stand der Arbeiten. Der Projektzwischenbericht mit den abschließenden Forschungsempfehlungen wurde am 10. April 2008 eingereicht und dessen Annahme durch den Projektträger im Deutschen Zentrum Luft- und Raumfahrt (PT-DLR) bestätigt. Am 25. April 2008 erläuterten Vertreter des Projektkonsortiums im Rahmen eines Treffens in Bonn den zuständigen Mitarbeitern des Referats 7.2 des BMBF und des PT-DLR die zentralen Ergebnisse des ersten Projektabschnittes.



**Abbildung 2:** Organisation und Ablauf: Anfertigung Schlussberichts und Reviewstudien im PA 2.

Abbildung 2 zeigt den Verlauf und die Ergebnisse des zweiten Projektabschnitts. In diesem wurden von den Kooperationspartnern ausgewählte Aspekte ihrer Beiträge für den Zwischenbericht vertieft und auf Grundlage weiterführender Literaturlauswertungen Manuskripte für die Veröffentlichung in entsprechenden Fachzeitschriften angefertigt. Sehr viel stärker als der Zwischenbericht behandeln diese Übersichtsartikel neben funktionalen auch quantitative Aspekte des Themenkomplexes.

Die Reviewstudien des PA 2 beziehen sich im Wesentlichen auf die Vorplanungen des Projektstarttreffens im Januar 2008. Die endgültige Festlegung der Inhalte und der Kooperationen mit Partnern innerhalb und außerhalb des Projektkonsortiums erfolgte während eines Werkstatttreffens am 23. und 24. Juni in Kloster Nimbschen bei Grimma/Sachsen. Erste Zusammenfassungen und Manuskripte der Übersichtartikel wurden dem UFZ-CLE Ende November des Jahres für die Erstellung des Schlussberichtes zugesendet. Der vorliegende Schlussbericht berücksichtigt nur Studien, die spätestens bis zum 30.06.2009 zur Veröffentlichung eingereicht wurden oder werden.

Die interdisziplinären Ausarbeitungen der Forschungsempfehlungen des Zwischenberichts in PA1 und die Reviewstudien des PA 2 stellen wichtige Beiträge für die Entwicklung nachhaltiger Landnutzungskonzepte zur Minimierung anthropogen verursachter Treibhausgasemissionen dar.

### Kooperationen im Rahmen des Projektes

Die Projektarbeiten wurden mit dem Institut für Umweltplanung der Leibniz Universität Hannover abgestimmt, das zeitgleich in einem vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) geförderten Gutachten den "Einfluss veränderter Landnutzungen auf Klimawandel und Biodiversität" auf primär nationaler Ebene behandelt hat. Weitere Kooperationen sind der Auflistung der Veröffentlichungen im Anhang zu entnehmen.

## **Bewertung der Projektzusammenarbeit**

Wie hier dargestellt, war der Ablauf der Projektarbeiten planmäßig und erfolgreich. Hierzu trug nicht zuletzt die sehr gute Kooperation zwischen den Projektpartnern bei. Neben vielen Telefonaten und schriftlichen Korrespondenzen erlaubten die beiden Workshops zu Beginn und in der Mitte der Laufzeit die strukturierte und effiziente Realisierung der Ziele des Projekts.

## **Eingehende Darstellung des Projekts**

### **Verwendung der Zuwendungen und der Ergebnisse**

In Absprache mit dem BMBF/PT-DLR wurde für das Projekt "Potenzialanalyse zur Beeinflussung von Landnutzungssystemen und deren biogeochemischen Kreisläufe zur Erreichung der Treibhausgas-Reduktionsziele" zwischen den beteiligten Institutionen eine gemeinsame Erarbeitung der interdisziplinären Projektziele vereinbart. Aus diesem Grund lassen sich die Leistungen der Projektpartner und deren Beiträge zum erfolgreichen Abschluss des Gesamtprojekts nicht im Einzelnen differenzieren.

Die Projektmittel wurden, wie im Bescheid des Zuwendungsgebers festgelegt, in vollem Umfang dem UFZ-CLE zugewiesen, das das Projekt organisatorisch und inhaltlich koordinierte. Die Mittelzuweisungen an die Forschungseinrichtungen des Konsortiums erfolgte auf Grundlage der dem BMBF/PT-DLR vorliegenden Unteraufträge mit dem UFZ. Die jeweiligen Zuwendungen sind dem Mittelnachweis des Schlussberichts zu entnehmen.

### ***Leistungen und Ergebnisse, Verwertbarkeit und Nutzen***

Tabelle 1 fasst die wichtigsten Ergebnisse des Forschungsprojekts zusammen. Sie entsprechen in vollem Umfang den vertraglichen Vereinbarungen zwischen dem Zuwendungsgeber und den Zuwendungsempfängern.

Der im PA 1 erarbeitete Zwischenbericht trägt in besonderer Weise der Interdisziplinarität des Themenkomplexes Landnutzung und Klimawandel Rechnung. Auf Grundlage einer umfassenden Literatursynthese der bestehenden Kenntnisse und Kenntnisdefizite der funktionalen Zusammenhänge innerhalb der Syndrome (1) der politisch stark regulierten Intensivlandwirtschaft in Zentraleuropa, (2) der vermehrten Nutzung natürlicher Ökosysteme zur Bioenergieerzeugung in den Schwellenländern der Tropen und Subtropen sowie (3) des fortschreitenden Auftauens der Permafrostgebiete der hohen nördlichen Breiten wurden für die Kernthemen (1) Boden und Vegetation, (2) Landnutzungssysteme und Governance sowie (3) integrative Analyse und Bewertung mit Bezug auf die Nutzung und den Wandel terrestrischer Lebensräume Empfehlungen für künftige landnutzungsorientierte Forschungsansätze formuliert. Diesbezüglich besonders relevante Aspekte wurden im PA 2 anhand weiter führender Studien vertieft und in Übersichtsartikeln zusammengefasst.



**Tabelle 1:** Leistungen und Ergebnisse des BMBF-Projekts "Potenzialanalyse zur Beeinflussung von Landnutzungssystemen und deren biogeochemischen Kreisläufe zur Erreichung der Treibhausgas-Reduktionsziele".

Dokument	Autoren	Titel	Einreichung
Statusbericht	Seppelt et al.	Beeinflussung von Landnutzungssystemen und deren biogeochemischen Kreisläufen zur Erreichung der Treibhausgas-Reduktionsziele.	13.03.2008
Zwischenbericht	Seppelt et al.	Forschungsempfehlungen für den Komplex Landnutzungsoptimierung im Konfliktfeld THG-Emissions-Reduktion, Ressourcenschonung und menschliches Wohlergehen.	10.04.2008
Abschlussbericht	Seppelt et al.	Beeinflussung von Landnutzungssystemen und deren biogeochemischen Kreisläufen zur Erreichung der Treibhausgas-Reduktionsziele.	3.04.2009
<hr/>			
<b>Kernthema 1 "Boden und Vegetation"</b>			
Publikation *	Don et al.	Influence of tropical land use change on soil organic carbon stocks	05/2009
Publikation	Freibauer et al.	Present GHG-budgets and mitigation in the German biosphere	05/2009
Publikation	Fühner & Seppelt	Principles, Promises, and Prospects of Biochar Concepts	06/2009
Publikation	von Lützow & Kögel-Knabner	Temperature sensitivity of soil organic matter pools – what do we know?	02/2009
Publikation	von Lützow et al.	Mechanisms of organic matter stabilization in major tropical soil types: a review	06/2009
Publikation	Müller et al.	Management controls on soil organic matter pools	06/2009
Publikation	Prechtel et al.	Organic carbon in German soils: Status quo and the need for new data to evaluate the potential of soil carbon sequestration	02/2009
<b>Kernthema 2 "Landnutzungssysteme und Governance"</b>			
Publikation	Nitsch et al.	Challenges of a coherent land use policy in the EU with regard to GHG mitigation options	05/2009
Publikation	Osterburg & Schmidt	Review of approaches for physical and economic accounting and life cycle assessment in the agricultural sector and the food and non-food chain	04/2009
<b>Kernthema 3 "Integrative Analyse und Bewertung"</b>			
Publikation	Seppelt et al.	Zen and the art of ecosystem services research	02/2009
Publikation	Thrän et al.	Energy and climate implications of current and future biofuel systems	03/2009

\* Der Anhang des Berichts enthält die Kurzzusammenfassungen der Zeitschriftenveröffentlichungen.

Aufgrund der sehr begrenzten Bearbeitungszeit des PA 1 konnte von den Projektpartnern keine eingehenden quantitativen Auswertungen der ca. 330 Studien vorgenommen werden, die dem Projektzwischenbericht zugrunde liegen. Die Forschungsempfehlungen für das BMBF basieren daher in erster Linie auf Synthesen und Auswertungen der qualitativ-funktionalen Kenntnisse des Themenkomplexes zum Zeitpunkt der Berichterstattung.

Für die Entwicklung nachhaltiger Landnutzungskonzepte bedarf es für den Schwerpunktbereich Boden und Vegetation v. a. der weitergehenden Erforschung biogeochemischer und physikalischer Prozesse terrestrischer THG-Emissionen sowie der diesbezüglichen Effekte verschiedener Anbausysteme und Bewirtschaftungsoptionen. Grundsätzlich ist eine bessere Quantifizierung und Dokumentation der terrestrischen Kohlenstoffvorräte auf lokaler, regionaler und globaler Ebene erforderlich. Innerhalb des Kernthemas Landnutzungssysteme und Governance fehlt es insbesondere an der eingehenden Charakterisierung komplexer Produktionssysteme und der durch sie verursachten THG-Emissionen, der Analyse der Triebkräfte des Landnutzungswandels und der Ableitung geeigneter politischer Steuerinstrumente. Die Forschungsempfehlungen des Projektkonsortiums für den Schwerpunktbereich Integrative Analyse und Bewertung zielen auf die Abbildung klimatischer, ökologischer, sozio-ökonomischer und politischer Interaktionen und diesbezüglicher Effekte der Nutzung und des Wandels terrestrischer Lebensräume ab. Von besonderem Interesse sind hier die ökosystemaren Nebenwirkungen von Landnutzungsformen, die unmittelbar auf eine Maximierung terrestrischer Kohlenstoffspeicher abzielen. Die betreffenden Steuergrößen und Effekte variieren räumlich und zeitlich. Für deren integrative Analyse müssen in Zukunft geeignete Methoden entwickelt werden.

Die Forschungsempfehlungen des Projektkonsortiums sehen einerseits fachspezifische Forschungsansätze zum besseren funktionalen und quantitativen Verständnis terrestrischer THG-Emissionen vor. Diese Forschung kann auch syndromunabhängig erfolgen. Auf der anderen Seite sollen interdisziplinäre Forschungsansätze die komplexen Wechselwirkungen innerhalb und über die Grenzen der Syndrome hinweg behandeln. Dies soll durch eine systematische und planmäßige Vernetzung von themenspezifischer Forschung erreicht werden. Integrierte regionale Fallstudien können zur Verbesserung des methodischen Wissensstands und durch Vernetzung zum Erkennen und Bewerten überregionaler Trade-offs und Synergien beitragen. Der Syndrombezug des vorliegend dokumentierten Projekts stellt somit eine Fortentwicklung und Erweiterung des im Millennium Assessment verfolgten Ansatzes dar. Details der Forschungsempfehlungen für eine nachhaltige Reduktion anthropogen verursachter terrestrischer THG-Emissionen und ihrer fachlichen Grundlagen sind dem Projektzwischenbericht des PA 1 zu entnehmen.

Die im Projektzwischenbericht formulierten Forschungsempfehlungen des PA 1 bildeten eine Grundlage des Moduls A "Wechselwirkungen zwischen Landmanagement, Klimawandel und Ökosystemdienstleistungen" der am 24.10.2008 veröffentlichten BMBF-Fördermaßnahme "Nachhaltiges Landmanagement". Mit dieser Fördermaßnahme soll Forschung initiiert werden, die einen Beitrag zu einem nachhaltigen Landmanagement gemäß den Zielen der Nachhaltigkeitsstrategie und den Klimaschutzzielen der Bundesregierung leisten kann. In

Anlehnung an die Vorarbeiten des vorliegend dokumentierten Projekts motiviert sie sowohl kernthemen- als auch syndromübergreifender Forschungsprojekte.

Der PA 2 diene der weiter führenden und vertieften Analyse besonders relevanter naturwissenschaftlicher (primär biogeochemischer und ökosystemarer), sozioökonomischer und steuerungspolitischer Elemente des Themenkomplexes. Die Ergebnisse dieser Studien sind Gegenstand von elf Manuskripten, die im Rahmen des einjährigen Projekts für die Veröffentlichung in entsprechenden Fachzeitschriften angefertigt wurden. Wie

Tabelle 1 zeigt, behandeln sieben der insgesamt elf Übersichtsartikel primär biogeochemische und ökologische Inhalte. Je zwei Publikationen beziehen sich auf sozioökonomische und steuerungspolitische Aspekte beziehungsweise die integrative Analyse und Bewertung der klimatischen, ökologischen und sozioökonomischen Implikationen anthropogener Landnutzung. Inhalte und Ergebnisse dieser Arbeiten werden im Anhang anhand ihrer englischsprachigen Kurzzusammenfassungen im Detail dargestellt. Anzahl und Inhalt der Beiträge finden sich in guter Übereinstimmung mit der fachlichen Zusammensetzung des Projektkonsortiums.

Die Ergebnisse aus diesen Publikationen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

**Böden** spielen eine entscheidende Rolle im globalen Kohlenstoffkreislauf da sie das größte terrestrische Kohlenstoffreservoir darstellen. Landnutzungsänderungen sind wesentliche Ursache für die Vulnerabilität von Ökosystemen und wichtiger anthropogener Einflussfaktor auf die terrestrischen Treibhausgasbilanzen. Das Gleichgewicht zwischen Kohlenstoffinput, der Stabilisierung des Kohlenstoffs im Boden und der Mineralisierung von organischer Bodensubstanz wird durch sich wandelnde Landnutzung auf längere Sicht verändert. Vor dem Hintergrund des globalen Wandels muss ein Hauptanliegen der Landnutzung sein, bestehenden Bodenkohlenstoff zu schützen und zusätzlichen Kohlenstoff aus der Atmosphäre zu binden. (Müller et al., in Vorbereitung)

Eine fundamentale Herausforderung im Hinblick auf die Abschätzung bodenbezogener C-Bilanzen ist, dass **Mineralisationsprozesse im Boden** temperatursensibler reagieren als die Primärproduktion (C-Input). Die Modellierung von Klimaeffekten zeigt - aufgrund des Ungleichgewichts der Temperatursensibilität zwischen Mineralisationsprozessen im Boden und der Primärproduktion - eine starke positive Rückkopplung auf den Klimawandel. Zahlreiche Dauerbeobachtungen und Laborinkubationen zeigen jedoch widersprüchliche Ergebnisse zur Modellierung des Gesamtbodens. (Prechtel et al., eingereicht; v. Lützwow und Kögel-Knabner, eingereicht)

Etwa ein Drittel der globalen **Bodenkohlenstoff-Vorräte sind in Tropenböden** gespeichert. Die Identifikation von Schlüsselmechanismen der C-Stabilisierung erfordert die Betrachtung sowohl der Poolgröße als auch der Umsatzzeit operationeller Fraktionen sowie die Erarbeitung der Zusammenhänge zwischen Stabilisierungsmechanismen und Bodeneigenschaften (z.B. Bodenreaktion, Mineralogie). (von Lützwow, in Vorbereitung).

Daher besteht ein dringender Bedarf für eine methodisch innovative, **flächendeckende und periodische Inventur** der Boden-Kohlenstoff und -Stickstoff-Vorräte, um deren dynamische

Veränderung im Kontext von Bewirtschaftung und Klima zu erfassen und geeignete Maßnahmen zur Adaptation abzuleiten. Die Auswertung der in **Deutschland** vorhandenen Datenbasis zur Quantifizierung von Vorräten und Flüssen organischen Boden-Kohlenstoffs hat ergeben, dass aktuell keine Grundlage für eine umfassende Bewertung der Quellen- und Senkenfunktion für Kohlenstoff in land- und forstwirtschaftlich genutzten Böden vorliegt, (Prechtel et al., eingereicht). Der Erhalt und Aufbau von entsprechenden Landzeitexperimenten und Dauerversuchen ist unabdingbar. Die teilweise lückenhafte Datengrundlage weist auf erheblichen Forschungsbedarf insbesondere zur Beschreibung passiver C-Pools hin. (Don et al., in Vorbereitung)

In diesem Zusammenhang werden seit Mitte des Jahrzehnts vermehrt **Bioenergiestrategien** diskutiert, die mit einer bodenbürtigen C-Sequestrierung einhergehen. Besonderes Potenzial wird hier sogenannten *Biochar*-Konzepten beigemessen, deren Grundlage die energetische oder stoffliche Verwertung der flüchtigen sowie die land- bzw. forstwirtschaftliche Ausbringung der festen, vergleichsweise inerten und bodenameliorierenden Fraktionen pyrolytischer Biomasskonversion ist. Die Vielzahl perennierender Pflanzenarten, darunter lignozellulosereiche Gräser und schnell wachsende Phanerophyten, die in solchen Systemen eingesetzt werden können, erlaubt eine Ausweitung der Biomasseproduktion für den Energiesektor auch auf marginale und degradierte Standorte. Über die Ausbringung des *biochar* ihres Sprossmaterials hinaus verspricht die Kultivierung von perennierenden Bioenergiepflanzen eine C-Sequestrierung durch die Anreicherung unterirdischer Biomasse. In einem sich selbst verstärkenden Beziehungsgefüge erlauben Biochar-Strategien somit gleichzeitig eine Substitution fossiler Energieträger, eine nachhaltige Sequestrierung atmosphärischen Kohlenstoffs und eine Amelioration degradierter Böden. Um diese derzeit noch in weiten Bereichen auf theoretischen Annahmen basierenden Synergien zu fundieren und den Beitrag von Biochar-Konzepten zum Klimaschutz zu verbessern, sind nicht zuletzt die Beziehungen zwischen den technischen Parametern der Biomassekonversion, der quantitativen und qualitativen Zusammensetzung der Konversionsprodukte und die spezifischen Standortbedingungen, etwa im Hinblick auf die Kreislaufführung pflanzlicher Nährstoffe, zu untersuchen und zu harmonisieren. (Fühner & Seppelt, in Vorbereitung)

Die Diskussion über die Politik der Landnutzung hat bislang die THG-Minderung nicht umfassend berücksichtigt. Eine fruchtbare Diskussion zu dem Thema erfordert, dass mehrere Aspekte, sowie die verschiedenen Effekte der Landnutzungstypen, die Finanzierung der Instrumente und das Maß der Subsidiarität und der Verbindlichkeit bei der Umsetzung der Politikmaßnahmen berücksichtigt werden. Diese Themen bleiben vorerst ungeklärt und fordern eine weitere Auseinandersetzung in sowohl dem wissenschaftlichen und dem politischen Bereich (Nitsch et al, Osterburg et al, in Vorbereitung).

Bisher benutzte wissenschaftliche Ansätze, um die Einflüsse der landwirtschaftlichen Flächen auf THG-Vorräte zu bestimmen, sind zum Beispiel ein 'system of integrated environmental and economic accounts' (SEEA) und 'Life cycle assessment' (LCA). Der Vergleich der Ergebnisse verschiedener Studien gestaltet sich schwierig, da es Unterschiede in der Methodik der Bilanzierung gibt (Systemgrenze, Allokationsmethoden). Die Analyse mehrerer

Pflanzentreibstoffe mit der LCA-Methode ergab, dass der Energiegehalt der Biokraftstoffe (output) höher ist als die fossile Energie, die zur Produktion der Kraftstoffe benötigt wird (fossil energy input). Diese Analysen weisen gleichzeitig auf eine große Bandbreite hin, die auf unterschiedliche Umweltbedingungen, Verarbeitungsprozesse und Annahmen in der LCA-Analyse zurückzuführen ist.

Die jüngsten Studien, die Landnutzungswandel in die Kalkulation der Treibhausgasbilanz integrieren, weisen aus, dass THG-Reduktionen durch Biokraftstoffe erst nach vielen Jahren erreicht werden können, wenn eine „negative“ Flächenumwidmung stattgefunden hat. Wenn ein „positiver“ Landnutzungswandel initiiert wird, können substantielle THG-Minderungen erreicht werden (Thrän et al., in Vorbereitung).

Letztlich bedarf die Bewertung nachhaltiger Landnutzung eine integrative Sicht. Im idealen Fall betrachtet man ökosystemare Dienstleistungen wie Bodenkreisläufe, landwirtschaftliche Produktion und Klimaregulierung gleichzeitig. Erst dann ist es möglich soziale, ökonomische und ökologische Perspektive zu verbinden im Sinne des 'ecosystem services concept' (ESS) im Millennium Assessment. Die große Mehrheit der Studien zu ökosystemare Dienstleistungen verwendet nur eine stark Sicht auf das ESS-Konzept. Bevor das ESS-Konzept die ursprünglich vorhergesehene Rolle in der Politik spielen kann, muss die Wissenschaft stärker Aspekte wie biophysikalisches Fundierung der ESS-Indikatoren, inter- und regionale Zielkonflikte und die Rolle der Akteure in der Umsetzung der Politikmaßnahmen berücksichtigen, (Seppelt et al, submitted).

## **Initiativen und Projekte anderer Einrichtungen**

Wie angesichts der besonderen Relevanz der Landnutzung und des Landnutzungswandels für den Klimaschutz, die Ressourcenschonung und das menschliche Wohlergehen zu erwarten, wurden während der Projektlaufzeit eine Vielzahl von Untersuchungen des Themenkomplexes auch von anderen Seiten initiiert und durchgeführt. Eine vollständige Auflistung der betreffenden Aktivitäten würde den Rahmen des vorliegenden Berichts überschreiten. Es handelt sich bei der folgenden Auflistung daher um eine begrenzte Auswahl besonders wichtiger Projekte.

### **Nationale Initiativen, Projekte und Gutachten (Deutschland)**

#### **Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)**

<http://www.bmelv-forschung.de/de/forschung/forschungsaufgaben>

Forschungsinitiativen zum Themenkomplex Landnutzung/Klima beziehen sich v. a. auf die Hauptziele 2 und 4 der sieben Hauptziele des Forschungsplans:

- Hauptziel 2: "Nachhaltige Land-, Gartenbau-, Forst-, Fischerei- und Ernährungswirtschaft; Erschließung des Potenzials nachwachsender Rohstoffe"

Forschungsgegenstand: Innovationen zur Verbesserung der Ressourcen- und Energieeffizienz, z. B. Ermittlung der Potenziale an Biomasse, Sicherung einer nachhaltigen Erzeugung nachwachsender Rohstoffe, Bewertung ökonomischer Einflussfaktoren und Effekte.

- Hauptziel 4: "Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel"

Forschungsgegenstand: Regionale und überregionale Auswirkungen des Klimawandels (z. B. auf den Zustand von Böden oder Biomasseproduktionssystemen), Anpassungsmaßnahmen in Agrarwirtschaft und ländlichen Räumen, Minimierung oder Vermeidung von Treibhausgasemissionen, Strategien und Maßnahmen für einen effizienten aktiven Klimaschutz in der Agrarwirtschaft und in ländlichen Räumen.

### **Bundesministerium für Umwelt (UBA) – UFO-Plan 2008**

<http://www.umweltdaten.de/service/ufo08.pdf>

- Schwerpunkt 2: Klimaschutz national und international, 2.2 Begleitforschung zur Ausgestaltung des Post2012-Klimaregimes (Beispiel: "Optionen zur Berücksichtigung von Quellen und Senken im Bereich Landnutzung/Landnutzungsänderung", FKZ 3708 41 101)
- Schwerpunkt 4: Ausbau der erneuerbaren Energien, 4.2 Verstärkte Biomassennutzung/CO<sub>2</sub>-Effizient (Beispiel: "Flächeneffizienz, Aktualisierung der Landnutzungsdaten CORINE Land Cover für das Jahr 2006 (CLC 2006) unter Nutzung von GMES Diensten", FKZ 3708 12 200)

### **Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)**

<http://www.dfg.de>

- Ausschreibung im Infrastruktur-Schwerpunktprogramm 1374 "Exploratorien zur funktionellen Biodiversitätsforschung"

### **Bundesamt für Naturschutz (BfN)**

(mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit )

- Sachverständigengutachten der Universität Hannover, Institut für Umweltplanung: Einfluss veränderter Landnutzungen auf Klimawandel und Biodiversität  
<http://www.umwelt.uni-hannover.de/projekte.html>

### **Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen WBGU**

- Welt im Wandel – Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung  
[http://www.wbgu.de/wbgu\\_jg2008.html](http://www.wbgu.de/wbgu_jg2008.html)

### **Internationale Initiativen und Projekte**

#### **Europäische Union: 7. Forschungsrahmenprogramm der EU**

<http://cordis.europa.eu/fp7>

Im 7. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union werden Probleme und Herausforderungen des Klimawandels übergreifend in allen zehn Themengebieten des spezifischen Programms "Kooperation" adressiert. Besondere Berücksichtigung finden sie im Thema 2 "Nahrung, Landwirtschaft und Fischerei, Biotechnologie" und Thema 6 "Umwelt (einschließlich Klimawandel)" sowie Thema 5 "Energie".

- Thema 2 "Nahrung, Landwirtschaft und Fischerei, Biotechnologie"

Forschungsinitiativen des Themenbereichs 2 zielen auf eine nachhaltige Nutzung der Produkte und Dienstleistungen biologischer Ressourcen ab. Besondere Förderung finden hier Anstrengungen im Bereich der Erneuerbaren Energien.

Beispiele für Aufrufe mit Bezug zum Themenkomplex Landnutzung/Klima:

- KBBE-2008-1-2-07: "Forest energy – Short rotation forestry as a sustainable and eco-efficient land use management system for fossil fuels substitution within CDM-projects" Call: FP7-KBBE-2008-2B.
  - KBBE-2008-1-2-08: "Novel approaches for reducing nitrogen losses" Call: FP7-KBBE-2008-2B.
  - KBBE-2008-3-2-05: "Life cycle analysis and socioeconomic assessment of integrated bio-refineries" Call: FP7-KBBE-2008-2B.
  - KBBE-2008-1-2-06: "Forecasting forest diversity under the influence of climatic changes and the consequences for stability and productivity of forest ecosystems" Call: FP7-KBBE-2008-2B.
  - KBBE-2008-3-1-02: "Sweet sorghum – An alternative energy crop for biofuel production in semi-arid and temperate regions – SICA (Latin America, South Africa, India)" Call: FP7-KBBE-2008-2B.
- Thema 6: "Umwelt (einschließlich Klimawandel)"

Forschungsinitiativen des Thema 6 zielen auf das Verständnis der Interaktionen zwischen Klima, Biosphäre, Ökosystemen und menschlichen Aktivitäten ab. Hauptbereiche (Activities) dieses Themenkomplexes sind im laufenden Rahmenprogramm Klimaänderung, Umweltverschmutzung und Risiken (6.1), Nachhaltige Ressourcennutzung (6.2), Umwelttechnologien (6.3) und Instrumente der Erdbeobachtung und Erfassung der Nachhaltigkeit (6.4). Subactivity 6.1.1. "Belastungen von Umwelt und Klima" greift v. a. Schlussfolgerungen und Empfehlungen des 4. Berichts des IPCC (2006) und des Ozonberichts der/des WMO/UNEP (2006) auf. Beispiele für Aufrufe mit Bezug zum Themenkomplex Landnutzung/Klima sind:

- ENV.1.1.3.1 "Impacts of climate variability, extreme events and increasing atmospheric greenhouse gas concentrations on terrestrial carbon storage, exchange flows and soil carbon dynamics".
- ENV.2008.1.1.5.1 " Addressing deforestation in tropical areas: Greenhouse gas emissions, socio-economic drivers and impacts, and policy options for emissions reduction".
- ENV.2008.2.1.6.1 "Development of adaptive forest management models"

### **Earth System Science Partnership (ESSP)**

<http://www.essp.org/index.php?id=10>

- International Geosphere Biosphere Program (IGBP)  
<http://www.igbp.kva.se/>

- DIVERSITAS program  
<http://www.diversitas-international.org/>
- World Climate Research Program (WCRP), Sektion "Earth Systems"  
[http://wcrp.wmo.int/EarthSystems\\_index.html](http://wcrp.wmo.int/EarthSystems_index.html)
- International Human Dimensions Program (IHDP)  
<http://www.ihdp.unu.edu/>
- Global Carbon Project (GCP)  
<http://www.essp.org/index.php?id=16>

#### **United Nations Environment Programme (UNEP)**

- z. B. Land Use/Land Cover Monitoring and Assessment of Asia  
<http://www.rrcap.unep.org/ew/land/projects/project1.cfm>

#### **US Global Change Research Program (USGCRP)**

<http://www.usgcrp.gov/usgcrp/default.php>

- z. B. Research Elements & Cross-cutting Activities: Strategischer U.S.-nationaler Forschungsplan zu quervernetzten Themen im Bereich der Klimawandelforschung. Hier u. a. Bereiche Kohlenstoffzyklen, Landnutzungswandel etc.  
<http://www.usgcrp.gov/usgcrp/ProgramElements/default.htm>

#### **NASA Land-Cover and Land-Use Change (LCLUC) Program**

<http://lcluc.umd.edu/index.asp>

#### **European Research Agenda ERA Net**

[http://cordis.europa.eu/fp7/coordination/eranet\\_en.html](http://cordis.europa.eu/fp7/coordination/eranet_en.html)

#### **European Science Foundation (ESF)**

<http://www.esf.org/>

### **Veröffentlichungen der Projektergebnisse**

Neben den im Projektzwischenbericht ausgeführten Forschungsempfehlungen stellen fachspezifische und interdisziplinäre Reviewstudien zu verschiedenen Aspekten des Themenkomplexes Landnutzung und terrestrische THG-Emissionen die zentralen Ergebnisse des Projekts dar. Insgesamt elf Manuskripte wurden innerhalb seiner dreizehmonatigen Laufzeit angefertigt und liegen zur Veröffentlichung in internationalen Fachzeitschriften vor.



## **Anhang 1: Erfolgskontrollbericht**

### **Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen**

Gegenstand des BMBF-Projekts "Potenzialanalyse zur Beeinflussung von Landnutzungssystemen und deren biogeochemischen Kreisläufe zur Erreichung der Treibhausgas-Reduktionsziele" war die Ausarbeitung fachlicher Grundlagen und Empfehlungen für die BMBF-Fördermaßnahme "Nachhaltiges Landmanagement", die mit Wirkung vom 24.10.2008 bekannt gemacht wurde. Mit dieser Fördermaßnahme wird Forschung initiiert, die einen Beitrag zu einem nachhaltigen Landmanagement gemäß den Zielen der Nachhaltigkeitsstrategie und den Klimaschutzzielen der Bundesregierung leistet. Die Ergebnisse dieses Projekts fundieren somit ihrerseits die förderpolitischen Ziele des BMBF.

### **Wissenschaftlich-technische Ergebnisse, Nebenergebnisse, wesentliche Erfahrungen**

Die im Modul A "Wechselwirkungen zwischen Landmanagement, Klimawandel und Ökosystemdienstleistungen" der BMBF-Fördermaßnahme "Nachhaltiges Landmanagement" für die Schwerpunktbereiche A1 "Wechselwirkungen zwischen Landmanagement und Klimawandel" und A2 "Wechselwirkungen zwischen Landmanagement und Ökosystemfunktionen/dienstleistungen" formulierten Forschungsansätze beziehen sich im Wesentlichen auf die Ergebnisse des vorliegend dokumentierten Projekts. Auf Grundlage weit reichender Literaturstudien erfolgte durch das Projektkonsortium eine qualitative Synthese des Wissensstandes im Themenkomplex "Landnutzung und terrestrische Treibhausgasemissionen unter Berücksichtigung klimatischer, ökologischer und sozioökonomischer Sekundäreffekte". In diesem Zusammenhang wurde besonders den vielfältigen interdisziplinären Bezügen Rechnung getragen, deren integrative Behandlung ein essentielle Voraussetzung für die Entwicklung von Konzepten für ein nachhaltiges Landmanagement sind und somit zu einer Wahrung der Lebensgrundlagen aber auch der Entwicklungschancen nachfolgender Generationen beitragen können.

Insgesamt elf Manuskripte, die im Rahmen des Projekts für die Veröffentlichung in internationalen Fachzeitschriften angefertigt wurden, fassen den Kenntnisstand besonders relevanter naturwissenschaftlicher (primär biogeochemischer und ökosystemarer), sozioökonomischer und steuerungspolitischer Aspekte des Themenkomplexes zusammen. Diese Arbeiten bilden eine wichtige Grundlage für weitere zielgerichtete Forschungsarbeiten.

### **Fortschreibung des Verwertungsplans**

Haupterfolg des Projektes und größter Nutzen liegt vor allem in der strukturierten Aufarbeitung des Forschungsstandes in den genannten Fragestellungen. Die – in überaus kurzer Zeit – erstellten Manuskripte werden – da sämtlich Review-Artikel – in der wissenschaftlichen Fachwelt vor allem Aufmerksamkeit finden und zitiert werden.

## **Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit**

Eine Anschlussfähigkeit der Arbeiten ist durch die bereits erwähnte BMBF-Fördermaßnahme "Nachhaltiges Landmanagement" gegeben. Die Projektbeteiligten hoffen, dass die in dem Förderschwerpunkt finanzierten Projekte viele der im Zwischenbericht genannten Fragestellungen aufgreifen und zu einem gerüttelt Maß and Fragen auch Antworten erarbeiten.

## **Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben**

Aufgrund der Heterogenität der gesichteten Publikationen war es nicht generell nicht mögliche, quantitative Meta-Analysen durchzuführen. Selbiges hätte ein hohes Maß an Arbeitsaufwand bzw. Sorgfalt beim archivieren/publizieren der Literatur gefordert. Dennoch halten die Projektbeteiligten derartige Studien für überaus sinnvoll und nötig, da im Rahmen des Projektes die Erfahrung gemacht wurde, dass genauso dieses synthetisierende Wissen für die Gesellschaft von hohem Wert ist. Ein reihe von ähnlichen Studien verfolgen ähnliche Ansätze (z.B. TEEB). Im Rahmen der o.g. aktuellen Fördermaßnahme ist daher zu überlegen, in wie weit für konkrete Fragestellungen, nicht zu Beginn der Fördermaßnahme wissenschaftlichen Ergebnisse (Publikationen) so charakterisiert werden können, dass diese für Meta-Analysen zu spezifischen Fragestellung zur Verfügung stehen.

## **Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer**

Neben den erstellten Publikationen wurden einzelne Ergebnisse auf Tagungen vorgestellt, im Einzelnen

- ACES – A Conference on Ecosystem Services, Naples, Florida, 6.-10.12.2008, R.Seppelt
- 5. Marktredwitzer Bodenschutztag 8.-9.10.2009. I. Kögel-Knabner, M. von Lützw (TU München, Lehrstuhl für Bodenkunde, Freising-Weihenstephan): Klimawandel - Auswirkungen auf den Humuskörper von Böden – Aktueller Kenntnisstand

## **Einhaltung der Kosten- und Zeitplanung**

Die Kosten- und Zeitplanung des Projektantrags wurde eingehalten. Um wichtige Projektarbeiten erfolgreich abschließen zu können, erfolgte eine kostenneutrale Laufzeitverlängerung um einen Monat.

## **Anhang 2: Kurzzusammenfassungen der Veröffentlichungen**

1. Don et al.: Influence of tropical land use change on soil organic carbon stocks
2. Freibauer et al.: Present GHG-budgets and mitigation in the German biosphere
3. Fühner & Seppelt: Principles, Promises, and Prospects of Biochar Concepts
4. von Lützow & Kögel-Knabner: Temperature sensitivity of soil organic matter pools – what do we know?
5. von Lützow et al.: Mechanisms of organic matter stabilization in major tropical soil types: a review
6. Müller et al.: Management controls on soil organic matter pools
7. Prechtel et al.: Organic carbon in German soils: Status quo and the need for new data to evaluate the potential of soil carbon sequestration
8. Nitsch et al.: Challenges of a coherent land use policy in the EU with regard to GHG mitigation options
9. Osterburg & Schmidt: Review of approaches for physical and economic accounting and life cycle assessment in the agricultural sector and the food and non-food chain
10. Seppelt et al.: Zen and the art of ecosystem services research
11. Thrän et al.: Energy and climate implications of current and future biofuel systems

## **Influence of tropical land use change on soil organic carbon stocks**

### **Authors:**

Don A.<sup>1</sup>, Freibauer A.<sup>1</sup>, von Lützow M.<sup>3</sup>

### **Institutions:**

<sup>1</sup> Max Planck Institut für Biogeochemie, Hans Knöll Strasse 10, 07745 Jena, Germany

<sup>2</sup> Lehrstuhl für Bodenkunde, Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, D-85350 Freising

### **Journal:**

05/2009, Intended Submission: *Geoderma*

### **Abstract:**

To assess the impact of land use changes on soil organic carbon (SOC) stocks in tropical ecosystems more than 200 peer reviewed papers and 20 books and non peer reviewed publications were reviewed and compiled for a meta analysis. About 120 publications were selected according to criteria on data quality and completeness of the data sets. Most publications report SOC stocks for different land use systems from paired plots or chronosequences studies including land use change from primary forest to plantations, fallow, croplands and grasslands. The studies were not proportional distributed to cover the tropical regions according to their size but showed a bias with a more than 70% of all studies located in Central and South America. 19% of all studies derived from tropical Africa and only 7% from Asia or the Pacific Islands. This indicates a strong need of further studies on land use changes in countries of tropical Asian such as Indonesia.

Conversion of tropical forests into other land use types decreased SOC stocks in most cases. Only the conversion of primary forest into grassland seems to hardly affect SOC stocks. This can be partly explained by increased bulk density on grasslands compared to primary forest which directly affects SOC stocks. The effect of land use change on SOC stocks seems to be smaller for studies with a sampling depth >10 cm and comprehensive measurements of bulk density changes. This illustrates the methodological problems to globally assess and review the impact of land use on SOC stocks. We preliminary conclude that the main impact of the conversion of primary forest into other land use systems on total C stocks is due to reduced biomass C. Land use change impact on SOC stocks has been overestimated in previous reviews.

## Present GHG-budgets and mitigation in the German Biosphere

### Authors:

Freibauer A.<sup>1</sup>, Don A.<sup>1</sup>, Drösler M.<sup>2</sup>, Gensior A.<sup>3</sup>, Kuzyakov J.<sup>4</sup>, Wirth C.<sup>1</sup>, Flessa H.<sup>5</sup>, Butterbach-Bahl K.<sup>6</sup>, Glatzel S.<sup>7</sup>, Borken W.<sup>8</sup>, Benndorf R.<sup>9</sup>

### Institutions:

<sup>1</sup> Max Planck Institut für Biogeochemie, Hans Knöll Strasse 10, 07745 Jena, Germany

<sup>2</sup> Lehrstuhl für Vegetationsökologie, Technische Universität München, D- 85350 Freising, Germany

<sup>3</sup> Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei Institut für Agrarrelevante Klimaforschung Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig, Germany

<sup>4</sup> Universität Bayreuth, Agrarökosystemforschung Universitätsstraße 30, D-95440 Bayreuth, Germany

<sup>5</sup> Georg-August Universität Göttingen, Ökopedologie der gemäßigten Zonen, Büsgenweg 2, D-37077 Göttingen, Germany

<sup>6</sup> Forschungszentrum Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft Institut für Meteorologie u Klimaforschung (IMK) Bereich Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU), Kreuzeckbahnstraße 19, D-82467 Garmisch-Partenkirchen

<sup>7</sup> Universität Rostock, Landschaftsökologie und Standortkunde, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät Justus-von-Liebig-Weg 6, D-18059 Rostock

<sup>8</sup> Universität Bayreuth, Bodenökologie, Dr.-Hans-Frisch-Straße 1-3, D-95448 Bayreuth

<sup>9</sup> Umweltbundesamt, Wörlitzer Platz 1, D-06844 Dessau, Germany

### Journal

05/2009, Intended submission: *Biogeochemistry*

### Abstract:

This review compiled major studies on German greenhouse gas (GHG) fluxes on ecosystem scale for the land use types forest, grassland, cropland, wetland to assess the German GHG budget. The focus is on the greenhouse gases CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O since their dynamic and budgets are least known.

The forest C sink was recalculated with the balance method as -0.9 –1.4 t C ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> and represent the most important sectoral C flux for the German GHG balance. The error of this flux mainly derives from uncertainties of the wood density and the expansion factors and the not accounted impact of forest management. The quantification of the CO<sub>2</sub> fluxes of agricultural systems is still based on a very limited number of long term studies indicating that management with manure input is the most important factor affecting the C balance of the agricultural soils. CO<sub>2</sub> fluxes of wetland can be both, positive or negative but can be neglected for the German C budget.

In spite of an increasing number of N<sub>2</sub>O emission studies in Germany during the past 10 years there is still considerable uncertainty regarding estimates of N<sub>2</sub>O emissions. All land use types seems to be N<sub>2</sub>O sources with highest emissions in wetlands and cropland from 0.5 to 16.8 kg N<sub>2</sub>O-N ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>. A better estimation of N<sub>2</sub>O emissions is hampered by the large spatial and temporal variations in measured fluxes with no significant relationship between the annual N<sub>2</sub>O emissions and the amount of N applied.

Except for wetland, all ecosystems are CH<sub>4</sub> sinks with some considerable seasonal variability controlled by the seasonality of the soil moisture content. Whereas drained wetland becomes CH<sub>4</sub> sinks, natural fens and bogs and recultivated wetlands are considerable CH<sub>4</sub> sources. However, due to the lower global warming potential CH<sub>4</sub> fluxes are less significant for the total GHG balance compared to the N<sub>2</sub>O fluxes. To keep and enhance the GHG sink of German ecosystems, preservation of the forest C sink and C stocks and a reduction of the N<sub>2</sub>O emissions from agricultural should be given priority.

## Principles, Promises, and Prospects of Biochar Concepts

### Authors:

Christoph Fühner<sup>1,2</sup>, Ralf Seppelt<sup>1</sup>

### Institution:

<sup>1</sup> Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Department for Computational Landscape Ecology, Permoserstr. 15, D-04318 Leipzig, Germany

<sup>2</sup> Helmholtz Centre for Environment Research – UFZ, Centre for Environmental Biotechnology, Permoserstraße 15, 04318, Leipzig, Germany

### Journal:

06/2008, Intended submission: *Agriculture, Ecosystems & Environment*

### Abstract:

With respect to the mitigation of climate change and the amendment of soils an innovative strategy is currently discussed in depth, that base on the agricultural and silvicultural use of pyrolyzed or charred carbonaceous materials. So-called biochar concepts antagonize climate warming via i) long term soil sequestration of photosynthetically bound carbon, ii) reduced greenhouse gas emissions in the course of land management and, when combined with biomass treatment in modern pyrolysis and gasification plants, iii) substitution of fossil fuels by energy-rich biooil and syngas. Biochar concepts could offer by these means a way to establish biomass-bioenergy systems with carbon-negative energy yield and synergistic, self-energizing effects on plant growth and other soil services.

Thermochemical processes within biochar concepts range from wildfires and almost uncontrolled burning of natural vegetation to biomass treatment in state-of-the-art conversion plants. To date, interactions between the specifications of biomass conversion (e. g. feedstock, oxygen concentration, temperature, heating rate and duration), the physicochemical traits of the biochars (e. g. recalcitrance, textural properties, chemical composition) and their potential for soil amelioration and stimulation of plant growth under different site conditions are insufficiently considered in the design and evaluation of biochar concepts. With a better understanding of these interactions, biomass conversion could be adapted to specific infrastructural, economic and environmental requirements. Besides the potential of different biochar scenarios, this review summarizes the current knowledge of the dependency of biochar traits on the conversion technology as well as interrelated effects of biochar applications on soil properties and plant growth. The development of tools for qualitatively and quantitatively site-specific applications is a major challenge to optimize the overall outcome of biochar strategies in future.

## **Temperature sensitivity of soil organic matter pools: What do we know?**

### **Authors:**

von Lützow M., Kögel-Knabner I.

### **Institution:**

Lehrstuhl für Bodenkunde, Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, D-85350 Freising

### **Journal:**

02/2009, Submitted to: *Biology and Fertility of Soils*

### **Abstract:**

Soil organic matter (SOM) represents one of the largest reservoirs of carbon on the global scale. The temperature sensitivity of bulk SOM and of different SOM fractions is an element of uncertainty with major consequences for the current models describing carbon (C) turnover in soils and thus a highly actual subject in concern on global change. We condense knowledge about the intrinsic temperature sensitivity of SOM decomposition and several environmental constraints. We review results of estimates of the temperature sensitivity of bulk SOM and different SOM fractions. Despite much research a consensus about which factor determines the temperature response of SOM decomposition has not yet emerged and it still is a controversial scientific issue. The contradictory results demonstrate a need to focus research on soil C stabilization and destabilization processes as a basis to understand strictly causal relationships about temperature dependencies of key processes of SOM stabilization that determine pool sizes and turnover rates of functional SOM pools.



## **Mechanisms of Organic Matter Stabilization in Major Tropical Soil Types: A Review**

### **Authors:**

von Lützow M.<sup>1</sup>, Schad P.<sup>1</sup>, Helfrich M.<sup>2</sup>, Kögel-Knabner I.<sup>1</sup>

### **Institutions:**

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Bodenkunde, Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, D-85350 Freising

<sup>2</sup> Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Nordbahnhofstr. 1a, D-37213 Witzenhausen

**Intended Submission:** 06/2009

### **Abstract:**

Tropical soils comprise about a third of the world's soil C stocks. The deeply weathered tropical soil profiles differ in their mineralogy and their charge properties from most temperate soils. Key stabilization mechanisms of C are specifically linked to these pedogenetic properties and the soil horizon development. We analyse stabilization mechanisms of carbon (C) in the tropical soil types which are the most wide-spread in tropical regions with respect to the area they cover. These are: Ferralsols, Plinthosols, Acrisols, Lixisols, Vertisols, and Nitisols. We group these major tropical soil types according to their pedogenetic and soil mineralogic properties. We analyze the relevance of the main C stabilization mechanisms, i.e. spatial inaccessibility through soil structure formation (aggregation), organo-mineral association and the implications for the quality and quantity of SOM and differently stable SOM pools.

## Management controls on soil organic matter pools

### Authors:

Müller C.W.<sup>1</sup>, von Lützow M.<sup>1</sup>, Helfrich M.<sup>2</sup>, Kögel-Knabner I.<sup>1</sup>

### Institutions:

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Bodenkunde, Technische Universität München, Wissenschaftszentrum  
'Weihenstephan, Lehrstuhl für Bodenkunde, Am Hochanger 2, D-85354 Freising-  
Weihenstephan

<sup>2</sup> Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Nordbahnhofstr. 1a,  
D-37213 Witzenhausen

**Intended Submission:** 06/2009

### Abstract:

Soils play a major role in the carbon (C) cycle as they represent the largest terrestrial C reservoir. This large C pool gains a lot of interest as it is very sensitive to changing land use and associated management regimes. The equilibrium between C input, stabilization of C in the soil and soil organic matter (SOM) mineralization is altered by land use change until a new potential equilibrium is reached. Against the background of the global change scenario, the management of terrestrial C resources has to conserve existing soil C stocks and to sequester additional C from the atmosphere. Our review is focused on the impact of management scenarios of (1) soil tillage, (2) changes in input quantity and quality of C and (3) the associated nitrogen (N) limitation. We specifically review and analyze the differential influence of annual and perennial tillage and changes in the vertical distribution of C input, e.g. root vs. litter input on differently stabilized SOM pools. The altered SOM stabilization will be discussed with respect to the close linkage of soil organic C and the N cycle. We highlight how these management-induced changes affect C sequestration within active and passive C pools and discuss the management-induced changes in SOM quality in view on their effects on different soil functions.

## **Challenges of a coherent land use policy in the EU with regard to GHG mitigation options**

### **Authors:**

Nitsch H.<sup>1</sup>, Görg C.<sup>2</sup>, Osterburg B.<sup>1</sup>

### **Institution:**

<sup>1</sup> Johann Heinrich von Thünen-Institut, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries, Institute of Rural Studies, Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig, Germany

<sup>2</sup> Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Department for Urban and Environmental Sociology, Permoserstr. 15, D-04318 Leipzig, Germany

**Intended Submission:** 05/2009

### **Abstract:**

Picking up on climate protection as an international objective of high priority, the paper concentrates on policies impacting on relevant land use and land use change in the EU in relation to carbon sequestration and the provision of biomass for energetic use. While the maintenance of C-stocks or the creation of C-sinks and extensive biomass production rather tend to have synergies with other environmental objectives, intensive energy crop production has to be balanced with negative impacts on C-sequestration, water, soil and nature protection. The recent and forecast developments towards increasing land use competition call for an integrated strategy, which takes into account the various objectives linked to land use and merge them effective and efficiently. It is a key objective of EU policies to horizontally integrate environmental aspects into other sectoral policies and at the same time to consider various environmental objectives. However, the translation into concrete policies at different levels of decision making remains challenging and to some degree controversial.

With forest area in the EU being comparably well protected against a conversion into agricultural land, challenges of the current policy encompass long-term securing of C-stocks, such as grassland and especially organic soils. The balancing between mandatory measures, compensatory payments and voluntary incentives requires a clear determination of property rights in this respect. A further challenge is the establishment of systems for an energetic utilisation of biomass taking into account synergies and conflicts with other environmental objectives such as biodiversity protection. Inconsistent measures exist concerning beneficial land use change in terms of GHG-mitigation such as afforestation or the restoration of peatland, which are partly supported by rural development payments. However, the loss of direct payments in case of such long-term land use change results in high, policy driven opportunity cost. Widening the scope of areas eligible for direct payments to afforested farmland and farmland converted due to reasons of nature conservation could remove an obstacle for such land use change. Especially concerning marginal land, regional decision making is needed for selecting priority areas for continuation of extensive farming on the one hand and succession or production of woody biomass on the other.

The paper reviews existing literature concerned with land use policy and climate change to examine the state of knowledge and further research needs. The reviews show clearly that GHG-mitigation is so far not comprehensively integrated in policies impacting on land use, with the Common Agricultural Policy (CAP) being the key policy field determining agricultural land use in the EU. Besides the horizontal integration, the discussion about the proper vertical level of designing, financing and implementing policy measures, and the degree of both subsidiarity of implementation processes and commitment to common policy objectives, has to be continued.

## **Review of approaches for physical and economic accounting and life cycle assessment in the agricultural sector and the food and non-food chains**

### **Authors:**

Osterburg B., Schmidt T.

### **Institution:**

Johann Heinrich von Thünen-Institut, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries, Institute of Rural Studies, Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig, Germany

### **Journal**

06/2009 Intended submission: *International Journal of Life Cycle Assessment*

### **Abstract:**

For the analysis of environmental impacts of production systems, accounting tools have been developed for different scales and degrees of precision. These tools shall inform policy makers, entrepreneurs and consumers about the environmental impacts of production and consumption, and provide indications how to decrease environmental pressures. Life cycle assessment (LCA) intends to track environmental effects of particular production chains 'from the cradle to the grave', or 'from farm to fork', i. e. cumulative impacts of production activities over different production stages are measured.

Systems of integrated Environmental and Economic Accounts (SEEA) (United Nations et al., 2003; Verhaegen et al., 2004) shall help to quantify and analyse interactions between economic systems and the environment as a basis for policy advice. SEEA constitutes a satellite system added on the national economic accounts. As one element of SEEA, the analysis of material and energy flows, resource use and emissions is an approach at the macro level comparable to LCA methods applied to particular production chains. While LCA presents a bottom-up approach starting at the level of particular products, individual production processes and interactions, SEEA is a top-down method differentiating national aggregate data into sectors and product groups.

The paper explores the potentials of combining both methods with the aim to build up complete and consistent data bases, and to harmonise methodological approaches and conventions, using the example of agricultural production and food and non-food chains. A topic for further development is to disaggregate the sector data of SEEA to regions or enterprise units. Further, system boundaries shall be extended beyond the national economy, for including imports from upstream industries abroad. LCA data could provide an improved basis for further disaggregating statistical data, thus combining SEEA advantages of completeness and consistency with detailed analysis of LCA.

## **Organic carbon in German soils: Status quo and the need for new data to evaluate the potential of soil carbon sequestration**

### **Authors:**

Prechtel, A.<sup>1</sup>, v. Lützw, M.<sup>2</sup>, Schneider, B.U.<sup>1,3</sup>, Bens, O.<sup>1,3</sup>, Kögel-Knabner, I.<sup>2</sup> and Hüttl, R.F.<sup>1,3</sup>

### **Institutions:**

<sup>1</sup> Department of Soil Protection and Recultivation, Faculty of Environmental Sciences and Process Engineering, Brandenburg University of Technology (BTU), P.O. Box 10 13 44, D-03013 Cottbus (Germany)

<sup>2</sup> Lehrstuhl für Bodenkunde, Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, D-85350 Freising

<sup>3</sup> German Research center for geosciences GFZ, Telegrafenberg, 14473 Potsdam

### **Journal**

02/2009, Submitted to *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*

### **Abstract:**

Uncertainties in estimates of soil carbon stocks and sequestration result from major gaps in knowledge of carbon storage in soils, land-use history, the variability of field measurements and different analytical approaches applied. In addition, there is a lack of long-term data sets from relevant land-use systems. As in many European countries, a national database on soil organic carbon including all relevant information for the determination of soil carbon stocks is likewise missing in Germany. In this paper, we summarize and evaluate the present state of knowledge on organic carbon contents/pools in German soils, discuss the need for the acquisition and access to new data on soil organic carbon and consider options for a future soil carbon monitoring system.

Despite the number of agricultural sites under permanent soil monitoring, regional surveys on soil organic carbon, comprehensive ecosystem studies and long-term field experiments there is a striking lack of data in Germany particularly with regard to agricultural soils. Apart from a missing standardisation of methods and homogeneous baseline values, the implementation of a periodic, nation-wide soil inventory on agricultural soils is required in order to simultaneously record information on land-use, land-use change and agricultural practice. In contrast, the existing national inventory of forest soils provides information on carbon stock changes in forest soils, although, there is some concern with regard to the representativeness of the sampling design to adequately address the problem of spatial heterogeneity and temporal variability.

It is concluded that the lack of comprehensiveness, completeness, actuality, data harmonisation and standardized sampling procedures will further prevent the establishment of a soil organic carbon database in Germany with regard to the monitoring of trends in soil carbon pools and fluxes and the assessment of long-term carbon sequestration potentials of soils under different land-use. A future soil inventory should represent the heterogeneity of organic

matter through functionally different SOC pools, topsoil characteristics as well as content, pool and flux data for the deeper mineral soil compartments.

## Zen and the art of ecosystem services research

### Authors:

Ralf Seppelt<sup>1</sup>, Florian Eppink<sup>1,2</sup>, Carsten F. Dormann<sup>1</sup>, Sven Lautenbach<sup>1</sup>, Martin Volk<sup>1</sup>,

### Institution:

<sup>1</sup> Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Department for Computational Landscape Ecology, Permoserstr. 15, D-04318 Leipzig, Germany

<sup>2</sup> Helmholtz Centre for Environment Research – UFZ, Department of Economics, Permoserstraße 15, 04318, Leipzig, Germany

### Journal

2/2009, submitted to *Ecology Letters*

### Abstract:

The ecosystem services concept enables development of policies that integrate social, natural and ecological perspectives (MA: Millennium Ecosystem Assessment 2005). The success of the ecosystem services concept so far has to do with its popularisation through attempts to express changes in natural processes and resources in financial values. Many studies apply the concept in a vague, simplistic or even misleading manner and that is cause for concern (McCauley 2006, Balmford et al. 2007, Ghazoul 2007). The prolific use of the ecosystem services concept as a selling point of scientific studies risks eroding the important role that the concept was intended to play in the development of policies for sustainable use of ecosystems (MA 2003, 2005). By reviewing recent literature, we show that research on ecosystem services often excels in treating a few aspects of the ecosystem services concept, but at the same time significantly simplifies others. The ecosystem services concept may well be at a turning point where it can degenerate into a fad, rather than become an accepted policy concept. To achieve the latter, researchers must consider four issues that summarise the holistic perspective of the ecosystem services concept: (i) ensure biophysical realism of ecosystem indicators and models; (ii) provide information on trade-offs; (iii) consider off-site effects; and (iv) ensure implementation of management options by comprehensive stakeholder involvement. We discuss excellent examples of the first three of these issues, but best practice experience of the fourth aspect is rare. This may be explained by deficits in communicating uncertainties and the illusion of existence of technocratic solutions for decision-making.



## Energy and climate implications of current and future biofuel systems

### Authors:

Thrän D., Zeller V., Zwingmann T., Müller-Langer F.

### Institution:

Deutsches BiomasseForschungsZentrum gemeinnützige GmbH, Torgauer Str. 116,  
D-04347 Leipzig, Germany

**Intended Submission:** 05/2009

### Abstract:

The potential to mitigate climate change, to ensure security of energy supply as well as to reduce resource depletion are the key drivers for the implementation of biofuel systems. Today, bioethanol and biodiesel are the most common biofuels representing approx. 1.5 % of the total fuel consumption in transport sector globally. A substantial increase can be expected for 2015/2020, due to objectives on biofuels many governments have set. In addition, there is an ongoing controversy whether biofuels are able to achieve sustainable climate and energy goals or not.

Life cycle assessment (LCA) is an approach to analyse environmental impacts of biofuel production from the cultivation of the energy crop, via conversion of the feedstock, up to the biofuel utilisation.

Within this review, 50 studies published between 2000 and 2008 have been analysed. The focus has been set on climate and energy aspects of biofuels based on energy crops. Therefore, the greenhouse gas (GHG) emissions ( $\text{g CO}_2\text{-eq.} \cdot \text{MJ}^{-1}$ ), the land energy yield ( $\text{GJ} \cdot (\text{ha a})^{-1}$ ), and the fossil energy ratio ( $\text{MJ}_{\text{non-renewable in}} \cdot \text{MJ}_{\text{biofuel+coproducts out}}^{-1}$ ) have been selected in order to evaluate various biofuel pathways for a wide-ranging variety of feedstock and conversion technologies. Current biofuels primarily include sugar- and starch-derived bioethanol or oilseed-derived biodiesel, whereas future biofuels (like cellulose ethanol, Bio-SNG, FT-fuels or DME) will be cellulose-derived fuels, which are still in progress and not ready for commercial use yet.

Although due to different assumptions about the system boundary and the allocation approach, it is difficult to compare the given studies, this review summarises and synthesises results as follows: Biofuel systems generate less GHG emissions than their fossil references if the crop is grown on former agricultural land, which has not to be substituted. Most of the current biofuels show moderate GHG savings compared to their fossil reference. The fossil energy ratio of the current biofuels ranges between 0,1 (indicating low fossil input) and 1,25 (indicating a fossil energy input that surmounts the renewable output). The published land energy yields are between 25 for wheat-derived-ethanol and 200  $\text{GJ} \cdot (\text{ha a})^{-1}$  for sugarcane ethanol. However, there are some examples showing significant advantages, which indicate a potential for improving the climate and energy balance of current biofuels.

Expected GHG savings for advanced biofuels are substantial compared to the fossil reference. Their energy performance is promising, too. An adducible advantage is that the proc-

ess energy is generated by using co-products and residues. Furthermore, cropping systems for perennial plants are less demanding concerning fertiliser and energy input than current systems.

Recent publications about land use change have demonstrated that land conversion from natural habitats to cropland has to be avoided from a climate point of view. If land use change related emissions are included in the GHG balance, neither current nor future biofuel systems will reduce GHG emissions in comparison with the fossil reference system. Consequently, avoiding land use change need the establishment of international land use policies considering the whole agro-industry. Due to the expected stringency and limitation of land resources, the biofuel pathway to pursue in the future must be carefully chosen. Future bio-fuels likely provide climate and energy advantages compared to current biofuels.

## Berichtsblatt (1/2)

1. ISBN oder ISSN keine	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel Potenzialanalyse zur Beeinflussung von Landnutzungssystemen und deren biogeochemischen Kreisläufe zur Erreichung der Treibhausgas-Reduktionsziele Abschlussbericht des BMBF-Projekts FKZ 01LG0801A	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Don, Axel; Eppink, Florian; Frank, Karin; Freibauer, Annette; Fühner, Christoph; Görg, Christoph; Helfrich, Mirjam; Huth, Andreas; Kaltschmitt, Martin; Kögel-Knabner, Ingrid; Köhne, Sigrid; Lautenbach, Sven; von Lütow, Margit; Müller, Carsten; Müller-Langer, Franziska; Neßhöver, Carsten; Nitsch, Heike; Osterburg, Bernhard; Prechtel, Annette; Schneider, Bernd Uwe; Schmidt, Thomas; Seppelt, Ralf; Thrän, Daniela; Volk, Martin; Zwingmann, Thomas; Zeller, Vanessa	5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.01.2009
	6. Veröffentlichungsdatum 03.04.2009
	7. Form der Publikation Unveröffentlichter Bericht unter Darstellung von elf Zeitschriftenveröffentlichungen
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) <b>Koordination:</b> Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ, Department Landschaftsökologie, Permoserstr. 15, 04318 Leipzig (Projektkoordination)  <b>Projektpartner:</b> Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH, Torgauer Str. 116, 04347 Leipzig  Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Institut für Ländliche Räume, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig  Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Telegrafenberg, 14473 Potsdam  Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Hans-Knöll-Str. 10, 07745 Jena  Technische Universität München, Lehrstuhl für Bodenkunde, Am Hochanger 2, 85354 Freising-Weihenstephan	9. Ber. Nr. Durchführende Institution
	10. Förderkennzeichen *) 01LG0801A
	11. Seitenzahl 33
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. Literaturangaben 11
	14. Tabellen 1
	15. Abbildungen 2

## Berichtsblatt (2/2)

### 18. Kurzfassung

Anthropogene Landnutzung und fortschreitender Landnutzungswandel führen in vielen Fällen zu Verlusten terrestrischer Kohlenstoffvorräte. Daraus resultieren in einem sich selbst verstärkenden Beziehungsgefüge erhöhte Konzentrationen klimawirksamer Spurengase in der Atmosphäre sowie potenziell weit reichende ökosystemare, sozioökonomische und politische Implikationen. Aufgrund des Bevölkerungswachstums und der sich verändernden Konsumgewohnheiten insbesondere in den aufstrebenden Schwellenländern der Erde ist in den kommenden Dekaden mit einem weiteren Anstieg des Nahrungsmittel- und Energiebedarfs und darüber mit einer Beschleunigung des Landnutzungswandels und der Treibhausgasemissionen zu rechnen. Einem nachhaltigen Landmanagement kommt daher eine Schlüsselfunktion für die Wahrung der Lebensgrundlagen aber auch der Entwicklungschancen nachfolgender Generationen zu. Die Landnutzung hinsichtlich ihrer Klimafolgen und ökosystemaren sowie sozioökonomischen Wirkungen optimal zu gestalten, ist somit eine der zentralen Herausforderungen unserer Zeit.

Anhand umfassender Literaturrecherchen wurden im Rahmen des Projekts Kenntnisdefizite im Spannungsfeld der Reduktion der Treibhausgasemissionen, der Ressourcenschonung und des menschlichen Wohlergehens analysiert und auf dieser Grundlage Forschungsempfehlungen für die BMBF-Fördermaßnahme "Nachhaltiges Landmanagement" (Bekanntmachung 24.10.2008) formuliert. Durch diese soll Forschung initiiert werden, die einen Beitrag zu einem nachhaltigen Landmanagement gemäß den Zielen der Nachhaltigkeitsstrategie und den Klimaschutzzielen der Bundesregierung leistet.

Die Arbeiten des Konsortiums fokussierten auf problematische ökologisch-sozioökonomische Wechselwirkungen (1) der politisch stark regulierten Intensivlandwirtschaft in Zentraleuropa, (2) der vermehrten Nutzung natürlicher Ökosysteme zur Bioenergieerzeugung in den Tropen und Subtropen sowie (3) des fortschreitenden Auftauens weiter Permafrostgebiete der hohen nördlichen Breiten. Die Forschungsempfehlungen für die betreffenden Syndrome finden ihre Schwerpunkte in den Bereichen (1) Boden und Vegetation, (2) Landnutzungssysteme und Governance sowie (3) integrative Analyse und Bewertung anthropogener Landnutzung. Hierbei wurde gezielt den interdisziplinären Bezügen des Themenkomplexes Rechnung getragen.

In weiter führenden Reviewstudien wurden von den Projektbeteiligten ausgewählte Aspekte des Themenkomplexes vertieft und auf dieser Grundlage insgesamt elf Veröffentlichungen für international renommierte Fachzeitschriften angefertigt. Die Inhalte und Ergebnisse dieser Arbeiten werden unter anderem im Anhang des Schlussberichts anhand ihrer englischsprachigen Abstracts dargestellt.

### 19. Schlagwörter

Landnutzungswandel, Klimawandel, Globaler Wandel, Treibhausgasemission, Bodenkunde, Biomasse, Ökologie, Sozioökonomie, Governance, Ökosystemdienstleistung, Ökosystemfunktion, Life Cycle Assessment

### 20. Verlag

–

### 21. Preis

–