

Berichte	Bd. 87, H. 3, 2013, S. 277–293	Leipzig
----------	--------------------------------	---------

Andreas WERNTZE, Leipzig
 Florian V. EPPINK, Regensburg
 Stephan MÄS, Dresden
 Alexander POPP, Potsdam
 Ralf SEPPELT, Leipzig

Landmanagement und Ökosystemdienstleistungen: Wie in Verbundforschungs-Programmen integrative Landnutzungsstrategien erarbeitet werden können

Summary

Land management – the organisation of the use and development of land – is an important instrument for addressing problems of rising greenhouse gas emissions and loss of natural resources. Natural-social systems in which land management policies are implemented are poorly understood yet, thus decreasing the effectiveness of these policies. Local or regional studies provide valuable insights, though only for the local conditions prevalent during the investigated period. Synthesising local studies in order to generalise results is impaired by the variety of local conditions. Collaborative research programmes may prevent some of these problems. They support the share of insights across temporal, ecological and spatial-economic contexts. On the basis of existing literature, we identify the challenges, which face synthesis and demonstrate how a German research programme attempts to address some of them.

Einleitung

Der Nutzungsdruck auf natürliche und naturnahe Landschaften und deren Ökosysteme nimmt durch veränderte Nutzungsmuster – vor allem eine intensivere Nutzung – zu (SALA et al. 2000; ELLIS u. RAMANKUTTY 2008; BUTCHART et al. 2010). Immer größere Bedeutung bekommt ein ausgewogenes Landmanagement, welches wir als die Organisation der Nutzung und Entwicklung von Grund und Boden und seiner natürlichen Ressourcen definieren. Der wachsende Bedarf an Nahrungsmitteln in den Schwellenländern sowie die Nachfrage nach Biokraftstoffen sorgen für einen erhöhten Nutzungsdruck auf landwirtschaftliche Fläche (LAMBIN u. MEYFROIDT 2011; TILMAN et al. 2011). Dazu kommt, dass klimatische Veränderungen eine Verschiebung von Niederschlagsmustern mit sich bringen. Demzufolge bedarf es zukünftig einer Anpassung des Wasserverbrauchs aller Produktionsbereiche, z.B. landwirtschaftlicher Bewässerungsansprüche sowie Tierproduktion (WWC 2009). Gleichzeitig wirken sich Landwirtschaft und Wasser-

verbrauch erheblich auf die biologische Vielfalt und Ökosystemfunktionen aus (UNEP 2010; MA 2005a). Vor allem aber können Veränderungen der Nutzung von Grund und Boden den Ausstoß und die Speicherung von Treibhausgasen beeinflussen (z.B. FARGIONE et al. 2008; LAPOLA et al. 2010). Der IPCC beziffert den Anteil der landnutzungsbedingten Treibhausgasemissionen an den Gesamtemissionen auf 20–40%. Landmanagement ist deshalb ein Dreh- und Angelpunkt der Entwicklung einer nachhaltigen Gestaltung von Mensch-Umwelt-Systemen. Die Entwicklung von Strategien für ein nachhaltiges Landmanagement, die die verschiedenen Anforderungen an Grund und Boden erfüllen, z.B. die Wasserversorgung, Produktivität oder Naturschutz, stellt in den kommenden Jahrzehnten eine große Herausforderung dar.

Das Konzept der *Ökosystemdienstleistungen (Ecosystem Services)*, also der Leistungen, die der Mensch durch Ökosystemgüter und -funktionen nutzen kann, ist als Analyserahmen international akzeptiert. Eine auf Indikatoren für ökosystemare Dienstleistungen basierende Abschätzung von Produktionssystemen liefert Einblicke in konfliktierende Ziele im Landmanagement (PERRINGS et al. 2010; BALMFORD et al. 2011). Der Analyserahmen der ökosystemaren Dienstleistungen liefert Entscheidungsträgern Aufschluss über positive und negative Auswirkungen eines veränderten Landmanagements auf das Wohl von Mensch und Gesellschaft (*Human-Well-Being*). Außerdem kann es Entscheidern helfen, Strategien gegen unerwünschte Veränderungen des menschlichen Wohlergehens zu erarbeiten. Dies kann mit einer gerechteren Verteilung der ökonomischen Auswirkungen neuer Landmanagementstrukturen sowie einer nachhaltigeren Nutzung natürlicher Ressourcen einhergehen (TEEB 2009).

Die Nutzung des Ökosystemdienstleistungs-Konzeptes in der Entwicklung von Landnutzungsstrategien ist nicht unproblematisch (z.B. DAILY et al. 2009). SEPPELT et al. (2011) bewerteten in einer Meta-Analyse Studien zu Ökosystemdienstleistungen von Forschungsarbeiten aus über einem Jahrzehnt. Dabei stellten sie fest, dass die Vergleichbarkeit der Ergebnisse einzelner Studien maßgeblich durch Anwendung inkonsistenter Methoden beeinträchtigt wurde. Das ist darauf zurückzuführen, dass verschiedene Beteiligte in unterschiedlichen sozioökonomischen und institutionellen Kontexten auf unterschiedliche Weise agieren. Forscher sind häufig gezwungen, sich auf bestimmte Aspekte zu konzentrieren, wie die Dynamik eines ökologischen Teilsystems oder den wirtschaftlichen Wert vermarktungsfähiger natürlicher Ressourcen. Darüber hinaus werden diese Aspekte nicht selten unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden analysiert, die auf die jeweiligen Bedingungen oder die Expertise des wissenschaftlichen Teams zugeschnitten sind. MÁČKA et al. (2011) weisen darauf hin, dass Ergebnisse durch solche Unterschiede zwischen den angewandten Methoden weitaus stärker beeinflusst werden, als durch tatsächlichen Messfehler der Datenerhebungen vor Ort.

Da die Studien zu Ökosystemdienstleistungen hinsichtlich dieser kontextuellen und technischen Aspekte derartig starke Diversität aufweisen, lässt sich ihr individueller wissenschaftlicher, ökonomischer und politischer Wert nur schwer beurteilen. Wenn solche Studien neue Landmanagementstrategien hervorbringen, die sich positiv auf die lokalen ökonomischen und Umweltbedingungen auswirken (hervorragende Beispiele siehe TURNER u. DAILY 2008), lässt sich nicht feststellen,

ob dieser Nutzen exaktes wissenschaftliches Arbeiten, gutes Projektmanagement, die Konstellation der Akteure oder gar puren Zufall zurückzuführen ist. In der Tat ist nicht immer klar, ob überhaupt solche positiven Auswirkungen eintreten (FAO 2007; HUITEMA u. BOUMA 2011). Um diese Fragen beantworten zu können, sind systematischen Vergleiche von Einzelstudien und -projekten erforderlich, d.h. eine Synthese. Jedoch gibt es bis heute keinen gemeinsamen Rahmen für die Organisation der Daten und Erkenntnisse, der notwendig wäre, um über den lokalen Kontext hinaus gehende Einblicke zu gewinnen (TROY u. WILSON 2006; OSTROM 2009). LIU et al. (2010) ergänzen, dass der Bedarf an gut organisierten Daten immer stärker an Bedeutung gewinnt für Studien, die anstelle von isolierten, miteinander verknüpfte Systeme betrachten. Während die Wirtschaftsentwicklung von Ländern, die noch über reiche natürliche Ressourcen verfügen, weiter voranschreitet, wächst auch die Relevanz der grenzüberschreitenden Auswirkungen des Welthandels.

Die wissenschaftlichen Arbeiten zu Ökosystemdienstleistungen können eine hilfreiche Basis für die Erarbeitung von Landmanagementstrategien bilden, wenn Unterschiede zwischen den einzelnen Studien zu Ökosystemdienstleistungen klar herausgearbeitet werden. Nur dann kann eine Synthese sinnvolle Ergebnisse hervorbringen, die es ermöglichen, dass solche Studien für das lokale Landmanagement maßgeblich werden. Unter diesen Voraussetzungen kann ein besseres Verständnis für den Austausch von Strategien erzielt werden und die Betrachtung von Auswirkungen lokaler Veränderungen auf regionale und globale Mensch-Umwelt-Systeme bei Bedarf unterstützen.

Der vorliegende Beitrag stellt den aktuellen Forschungsstand zu den Unterschieden verschiedener Studien zu Ökosystemdienstleistungen dar. Es werden Wege aufgezeigt, wie Verbundforschungsprogramme, in denen Einzelprojekte versuchen aktiv zusammenzuarbeiten und gegenseitigen Nutzen voneinander zu ziehen, solche Unterschiede reduzieren können. Dies wird am Beispiel der neuen deutschen Fördermaßnahme *Nachhaltiges Landmanagement* illustriert.¹

Ökosystemdienstleistungs-Studien: Stand der Forschung und Schlußfolgerungen

Stellt man unterschiedliche methodische und konzeptuelle Arbeiten nebeneinander, so zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Studien zu Ökosystemdienstleistungen sowie deren Ursachen (MA 2005a; MA 2005b; HC 2008; ICSU-UNESCO-UNU 2009; EPA-SAB 2009; TEEB 2010). Studien, die vornehmlich für Praktiker erstellt wurden (z.B. WRI 2008; UNEP-WCMC 2009), und solche zur Beschreibung nationaler Ökosystembewertungen (SEARLE u. COX 2009; UK-NEA 2011), wurden von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen, da diese in

¹ Die vom BMBF geförderte Fördermaßnahme *Nachhaltiges Landmanagement* setzt sich aus den zwei Modulen A und B zusammen, deren Gegenstand jeweils internationale bzw. deutsche Beispiele bilden. Den Autoren obliegt die Zuständigkeit für die wissenschaftliche Koordination und Synthese der regionalen Verbundprojekte im ModulA, *Wechselwirkungen zwischen Landmanagement, Klimawandel und Ökosystemdienstleistungen*. Weitere Informationen dazu finden Sie unter <http://modul-a.nachhaltigeslandmanagement.de/en/module-a/> (13.06.2013). Das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung koordiniert die Forschungsprojekte im ModulB, *Innovative Systemlösungen für ein nachhaltiges Landmanagement*.

der Regel keine Diskussion der methodischen Konsistenz zwischen Einzelstudien enthalten. Dabei charakterisiert sich die Diversität von Analyse durch die folgenden Bereiche: (i) Daten und Indikatoren, (ii) sozioökonomische Kontexte und Bewertungen sowie (iii) skalenbezogene Aspekte.

Variabilität bei der Erfassung von Indikatoren zu Ökosystemdienstleistungen ist ein erster wesentlicher Grund dafür, dass Studien zu Ökosystemdienstleistungen nur schwer vergleichbar sind. Das ökologische Prozessverständnis ist begrenzt, insbesondere im Falle von nicht-linearem Verhalten; also dann, wenn Schwellenwerte zu identifizieren sind, an denen diese Prozesse dramatische Änderungen erfahren. Jede Studie wählt diesbezüglich – freiwillig oder gezwungenermaßen – eine andere Herangehensweise. So werden trotz vergleichbarer Forschungsfragen häufig die Prozesse in den Vordergrund gestellt, für die eine gewisse Methodensicherheit, Kenntnisse und Daten vorliegen. Dies muss sich jedoch nicht mit den tatsächlichen Prioritäten und Einschätzungen decken, die von den Akteuren (Stakeholdern) in der Region als wichtig erachtet werden. So können z.B. Fernerkundungsdaten der Erhebung an Versuchsflächen vorgezogen werden oder der Wasserhaushalt wird gegenüber Biodiversitätsfragen intensiver behandelt (HC 2008; EPA-SAB 2009). Auf diese Weise wird eine immense Bandbreite an ökologischen Indikatoren erzeugt. Darüber hinaus können verfügbare Datensätze lückenhaft sein. Eventuell wurden sie mithilfe von Methoden und Indikatoren erfasst, die sich im Laufe der Zeit geändert haben, oder ökologische Prozesse, die tatsächlich wichtig sind, blieben unberücksichtigt (HC 2008; EPA-SAB 2009). Aus ähnlichen Gründen bestehen zwischen den einzelnen Studien zu Ökosystemdienstleistungen auch Abweichungen bei der Modellierung ökologischer Prozesse.

Als zweite Ursache sind Schwierigkeiten bei der Erfassung von Daten zum sozioökonomischen Kontext und bei einer ökonomischen Bewertung von Ökosystemdienstleistungen zu benennen. Institutionelle Gegebenheiten können hier den Zugang zu Daten und die ökonomische Bewertung maßgeblich beeinflussen (MA 2005b). Die Bedeutung ein und desselben ökologischen Prozesses, z.B. der Wasseraufbereitung, wird von Personen, die Wasser in Flaschen kaufen, ganz anders betrachtet als von denen, die von Brunnen vor Ort abhängig sind (EPA-SAB 2009; TEEB 2010). Selbst wenn die Bedeutung in ähnlicher Weise wahrgenommen wird, kann die zur Bestimmung des Geldwertes eines ökologischen Prozesses angewandte Methode erhebliche Auswirkungen auf das Ergebnis von Studien zu Ökosystemdienstleistungen haben (TEEB 2010).

Ein dritter Grund für die Verschiedenartigkeit von Studien zu Ökosystemdienstleistungen liegt in der Betrachtung unterschiedlicher zeitlicher und räumlicher Skalen. Die Wahl der Raumskala ist eine wichtige Determinante dafür, ob ein ökologischer Prozess eine Ökosystemdienstleistung darstellt oder nicht (MA 2005a). Nahrungsmittel aus Mangrovenwäldern sind zum Beispiel für die in unmittelbarer Nähe lebenden Menschen sehr wichtig, da diese nur zu erheblichen Kosten substituierbar sind. Diese (monetäre) Bedeutung nimmt jedoch ab, je weiter die Studie ins Landesinnere ausgedehnt wird. Auch der betrachtete Zeitrahmen führt weitere Unsicherheiten ein, da z.B. Präferenzen bezüglich der Ökosystemdienstleistungen immer nur zum aktuellen Zustand erhoben werden können. Neue (noch unbekannte) Technologien vermögen monetäre Bewertungen völlig zu

verändern. Ein mögliches Kosten-Nutzen-Gleichgewicht von Landmanagementstrategien ändert sich sowohl mit der Zeitskala als auch dem angewandten Diskontierungssatz, siehe TEEB (2010).

Eine Empfehlung, die aus den herangezogenen wissenschaftlichen Abhandlungen folgt, ist die Verwendung eines einheitlichen konzeptionellen Rahmens für alle zu vergleichenden Studien, der bei Bedarf an lokale Bedingungen angepasst wird (MA 2005a). Eine gute Dokumentation der Anpassungen vorausgesetzt, wäre die generelle Anwendung eines Rahmens ein großer Schritt hin zu einer besseren Vergleichbarkeit von Studien. Den Entwurf eines solchen konzeptionellen Rahmens bietet z.B. SEPPELT et al. (2012) mit einer Struktur einer „Blaupause“ für Ökosystemdienstleistungsstudien. Ein weiterer Vorschlag besteht darin, Unsicherheiten zu berücksichtigen, die mit einer Modellierung von integrierten ökologischen und sozioökonomischen Systemen einhergeht (EPA-SAB 2009; TEEB 2010). Dies könnte in Form von statistischen Analysen von Studienergebnissen erfolgen. Ein erster Schritt würde hierbei die Anwendung kontrastierender Szenarien darstellen, im Sinne einer Meta-Analyse, wie sie z.B. von GOLDMAN et al. (2008) mit einem Vergleich von Naturschutzkonzepten und Instrumenten basierend auf ökosystemaren Dienstleistungsbewertungen vorgelegt wurde. Aktuelle Studien priorisieren des Weiteren ein besseres Verständnis von Ökosystemen und ihren Schwellenwerten (MA 2005a; MA 2005b; ICSU-UNESCO-UNU 2009; EPA-SAB 2009; TEEB 2010). All dies ist jedoch nur mittels hochwertigerer Daten umsetzbar, mit deren Hilfe ökologische Veränderungen mit Änderungen im Landmanagement in Verbindung gebracht werden können. Von der künftigen Verfügbarkeit solcher qualitativ hochwertigen Daten und Indikatoren für ökologische Prozesse ist vieles abhängig. Ohne Zeitreihendaten werden Beziehungen zwischen ökologischen Veränderungen und Änderungen im Landmanagement allein auf der Basis eines einzelnen oder einiger weniger Zeiträume hergestellt, was einer Analyse der Systemdynamik entgegensteht. Dies erfordert eine regelmäßige, konsistente und langfristige Beobachtung ökologischer Prozesse (HC 2008; ICSU-UNESCO-UNU 2009). Mit solchen Daten wird es möglich sein, Indikatorgruppen zu erarbeiten, die relevant und einfach verständlich sind (MA 2005b; EPA-SAB 2009). Während einerseits die Notwendigkeit einer Anpassung der Indikatoren an den Studienkontext außer Frage steht, sollten die Indikatoren andererseits auf ihre Vergleichbarkeit hin analysiert werden. Da Datensätze, die einen solchen Vergleich gestatten würden, (noch) selten sind, empfehlen wir einen offenen Austausch gut dokumentierter Daten. So können Forscher feststellen, ob unterschiedliche Studien für Vergleichszwecke in einen Datensatz einfließen können (EPA-SAB 2009).

Ähnliche Empfehlungen gelten für Daten zum sozioökonomischen Kontext und zur Bewertung. Beim Übergang von der Beschreibung der ökologischen Dynamik zur Feststellung des Geldwerts dieser Änderungen sind Unsicherheiten vorprogrammiert. Verschiedene Autoren empfehlen eine Anpassung des Wertekonzepts an die lokale Kultur sowie die Aufdeckung der mit ökologischen Prozessen einhergehenden wirtschaftlichen Vorteile (EPA-SAB 2009; ICSU-UNESCO-UNU 2009; TEEB 2010). Ein gemeinsamer Bewertungsrahmen ist hier ein guter Ausgangspunkt, z.B. wird dadurch auf das Fehlen von Ökosystemdienstleistungen oder das Vorhandensein außergewöhnlicher Ökosystemdienstleistungen aufmerksam ge-

macht. Die zur Ableitung von Werten angewandte Methode kann erhebliche Auswirkungen auf die Ergebnisse haben. EPA-SAB (2009), ICSU-UNESCO-UNU (2009) und TEEB (2010) betonen, dass verbesserte Methoden notwendig sind, um eine bessere Vergleichbarkeit von Bewertungen von Ökosystemdienstleistungen in ähnlichen Kontexten zu erreichen.

Hinsichtlich der skalenbezogenen Aspekte schlägt das MA (2005a, 2005b) die Anwendung hierarchischer Szenarien vor, die die Systemdynamik anhand von mindestens zwei räumlichen Skalen beschreiben. So können die Auswirkungen von Landmanagementstrategien verdeutlicht werden, die bei der Betrachtung nur einer Skala nicht offenbart würden, ebenso wie nicht lokale Beteiligte, die Einfluss auf das lokale Wohl nehmen. Lokale Strategien können dann so aufgestellt werden, dass negative Effekte an anderer Stelle vermieden werden. Bei der Arbeit mit hierarchischen Szenarien sind Methoden zum Wertetransfer und eine Übertragung zwischen räumlichen Skalen der Ergebnisse notwendig. Dazu gehört z.B. das Einbeziehen von beteiligten Akteuren und Stakeholdern in unterschiedlichen administrativen Regionen und eine dem Analyserahmen folgende Auswahl von Indikatoren zu Ökosystemdienstleistungen (MA 2005a; MA 2005b; EPA-SAB 2009; TEEB 2010).

Synthese und Verbundforschungs-Programme

Viele der im vorliegenden Abschnitt ausgesprochenen Empfehlungen betreffen Probleme, die bei Einzelprojekten typischerweise nicht auftreten. In Verbundforschungs-Programmen hingegen gilt es über Projekte hinweg gemeinsame Punkte zu identifizieren, die weiterentwickelt werden können, um eine stärkere Kohärenz zwischen Studien zu Ökosystemdienstleistungen abzusichern. So, d.h. in Verbundforschungs-Programmen, ergibt sich ebenso die Möglichkeit, die im vorangegangenen Abschnitt identifizierten Wissenslücken zu schließen.

Ist ein gemeinsamer konzeptueller Rahmen für eine konsistente Erfassung von ökosystemaren Dienstleistungen gegeben, so folgt im zweiten Schritt die Umsetzung innerhalb von Verbundforschungsprogrammen. Dies gestaltet sich ebenso kompliziert, da es sich in der Regel um transdisziplinäre Projekte handelt, die sich mit den Fragen des Landmanagements beschäftigen. Fasst man derartige Forschungsinitiativen in Programmen zusammen, wie dies im internationalen Bereich immer häufiger geschieht², so ergibt sich die Möglichkeit, zentrale Aufgaben gemeinsam zu formulieren, bearbeiten und umsetzen. Zentral projektübergreifende Aufgaben sind hier, (i) eine gemeinsame Daten-Austausch Plattform, (ii) gemeinsame Annahmen zu Szenarien, (iii) ein gemeinsamer Synthese-Rahmen, (iv) gemeinsame Presse und Öffentlichkeitsarbeit und (v) gemeinsame Stakeholder-Arbeit. So wird es bei Einzelprojekten einfacher, die Ergebnisse zu vergleichen und die Methoden untereinander zu testen.

Analog kann ein Verbundforschungs-Programm in einem gewissen Maß die Vergleichbarkeit von Daten zum sozioökonomischen Kontext und für die Be-

² PECS – Programme on Ecosystem Change and Society (<http://www.pecs-science.org>), GLP The Global Land Project (<http://www.globallandproject.org>), SGA – Sub-Global Assessment Network (<http://www.ecosystemassessments.net>) oder seit 2013 im Aufbau: FutureEarth (<http://www.icsu.org/future-earth>) (alle: 18.06.2013).

wertung unterstützen. Es kann über alle Studien hinweg für einzelne Ökosystemdienstleistung die Verwendung identischer Methoden fördern. Auf diese Weise kann ein Fundus von Bewertungsdaten generiert werden, der größeren Nutzen bringt. Außerdem kann die Forschung in integrativen Verbundforschungsprojekten dazu beitragen, Stakeholder für Einzelstudien zu identifizieren, den Prozess der Einbeziehung der beteiligten Akteure und Stakeholder zu unterstützen und damit die Festlegung realistischer Ziele für die Forschung zu präzisieren. So können die Auswirkungen auf die eigentliche Ergebnisse durch unterschiedliche Erfahrungswerte in der Stakeholderarbeit, reduziert werden.

Bei Einzelstudien besteht die Wahrscheinlichkeit, dass individuelle Storylines für Szenarien entwickelt oder verschiedene Modelle für deren Quantifizierung angewandt werden. Innerhalb eines Verbundforschungs-Programms können dagegen durchgängige Szenarien erarbeitet und genutzt werden. Wenn die Rahmenbedingungen jeder Studie mit denen der anderen Studien übereinstimmen, verbessert sich die Vergleichbarkeit der Studien untereinander. Unter der Voraussetzung, dass ökologische Prozesse auch auf der übergreifenden Zeitskala modelliert werden, kann im Rahmen jeder Studie eine hierarchische, skalenadäquate Bewertung erfolgen, und die Ergebnisse verschiedener Analyse Ebenen und Skalen können verglichen werden. Ein Ideen- und Ergebnisaustausch bietet die Gelegenheit, in Studien Ergebnisse aus anderen Studien einfließen zu lassen und zu vergleichen. So wächst das Verständnis des Werttransfers sowie der Methoden zur Übertragbarkeit von Daten, Prozessen und Methoden.

Zwei wichtige Empfehlungen wurden bisher noch nicht aufgegriffen. Die eine bezieht sich auf die Anwendung eines gemeinsamen Rahmens für Studien zu Ökosystemdienstleistungen. Hierzu hält die internationale Diskussion noch an, als dass ein Verbundforschungs-Programm einen detaillierteren Rahmen vorgeben könnte, wie beispielsweise die in COWLING et al. (2008), FISHER et al. (2008) und CARPENTER et al. (2009) dargelegten. Die zweite Empfehlung besteht darin, die den Studien zu Ökosystemdienstleistungen inhärente Unsicherheit zu bewerten. Dies ist ein Bereich, in dem Verbundforschungs-Programme helfen können. Die Fähigkeit, eine Infrastruktur für den Datenaustausch einzurichten, unterstützt vergleichende Analysen von Daten und Methoden, deren Durchführung ansonsten problematisch wäre. Und um das Potenzial optimal auszuschöpfen, sollten Verbundforschungs-Programme außerdem kontinuierlich nach Möglichkeiten zur Zusammenarbeit suchen und diese fördern.

Im November 2010 verabschiedete das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Fördermaßnahme *Nachhaltiges Landmanagement*. Dieses Verbundforschungs-Programm verfolgt das Ziel, das Verständnis interagierender ökologischer und sozioökonomischer Systeme auszubauen und die Erarbeitung besserer Landmanagementstrategien zu unterstützen. Andere Institutionen, wie das UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra – Ministerium für Umwelt, Ernährung und Angelegenheiten des ländlichen Raums)³ und die US Environmental Protection Agency (EPA – US-amerikanisches Umweltbundesamt)⁴,

³ www.defra.gov.uk/environment/policy/natural-environ/research/international-research.htm (19.06.2013).

⁴ www.epa.gov/ecology (19.06.2013).

verfügen über Forschungsprogramme mit vergleichbaren Zielen, die auf Erfahrungen und Ergebnisse früherer, isolierter Projekte aufsetzen. Das Forschungsprogramm des BMBF ist jedoch dahingehend einzigartig, als dass bei seiner Gestaltung eine Synthese aller geförderten Studien eine wesentliche Rolle gespielt hat. Die Fördermaßnahme *Nachhaltiges Landmanagement* umfasst 12 Verbundforschungsprojekte, die über fünf Jahre in 13 Ländern in aller Welt laufen (siehe Karte in Abbildung 1 und vollständige Projektbezeichnungen in Tabelle 1).⁵ Daneben ist das Koordinationsvorhaben *Global Assessment of Land Use Dynamics, Greenhouse Gas Emissions and Ecosystem Services (GLUES)* implementiert worden, dessen Ziel darin besteht, die oben beschriebenen Arbeiten zur wissenschaftliche Synthese im Rahmen dieses Forschungsprogrammes zu entwickeln und umzusetzen. Dieses Vorhaben wird versuchen sowohl die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die globale Ebene als auch die Bewertung grenzüberschreitender Auswirkungen zu verbessern.

Einerseits weisen die Verbundprojekte Ähnlichkeiten auf: Den Ausgangspunkt liefern jeweils gemeinsame Ursachen für Veränderungen, wie Bevölkerungswachstum, marktwirtschaftliche Entwicklungen und der Klimawandel. Alle Projekte werden mindestens drei Treibhausgase bewerten. Außerdem liegt eine deutliche Überschneidung der zu behandelnden Ökosystemdienstleistungen vor, wie die Nahrungsmittelproduktion, die Frischwasserversorgung und die Klimaregulierung.

Andererseits sind die Verbundprojekte auch beispielhaft für die oben genannten Faktoren, die eine Synthese erschweren (siehe Tabelle 1 und 2). Die Raumskala der Projekte reicht von einigen Quadratkilometern bis hin zu einer Million Hektar. Auch die Art und Weise der Bewertung der Ökosysteme variiert. In manchen Projekten wurden bereits zur Antragsstellung Indikatorgruppen ausgewählt, während diese in anderen erst während der Projektlaufzeit mit den Beteiligten erörtert werden. Auch die angestrebten Ergebnisse der Projekte weichen voneinander ab und reichen von der Bereitstellung besserer lokaler Daten bis hin zur Beeinflussung der internationalen Politik. Dementsprechend sind auch die involvierten Beteiligten hinsichtlich ihrer Eigenschaften unterschiedlich.

In diesem Verbundforschungs-Programm besteht die Aufgabe des Koordinationsvorhabens GLUES in der Erarbeitung konsistenter Analyserahmen für alle Verbundprojekte, um so methodenbedingte Variationen in der Analyse zu ökosystemaren Dienstleistungen zu minimieren. Dies kommt sowohl der Synthese als auch den Verbundprojekten selbst zugute. Nur wenn es gelingt Unterschiede zu reduzieren, können Verbundprojekte ihre Ergebnisse untereinander vergleichen, und nur dann kann der ernsthafte Versuch einer Synthese unternommen werden. Eine Reduzierung dieser Unterschiede basiert auf drei Eckpfeilern: (i) auf einheitlichen Szenarien, (ii) der Unterstützung der Aktivitäten von Beteiligten und (iii) einem offenen Datenaustausch.

Für alle Verbundprojekte wird eine Auswahl übergreifender mittel- und langfristiger Szenarien bereitgestellt. Dazu ist es nötig im Rahmen von gemeinsamen Diskussionsprozessen Storylines und deren Parametrisierung festzulegen, die für die Regionalprojekte eine große Relevanz haben. Die wird sichergestellt durch eine

⁵ Drei Studien, COMTESS, LEGATO und The Future Okavango, befassen sich mit Vergleichen über mehrere Nachbarstaaten hinweg (siehe Tabelle 1).

Carbiocial	Kohlenstoff-Sequestrierung, Biodiversität und soziale Strukturen in Südamazonien: Modelle und Umsetzung von kohlenstoffoptimierten Landmanagementstrategien
CC-LandStraD	Wechselwirkungen zwischen Landnutzung und Klimawandel: Strategien für ein nachhaltiges Landmanagement in Deutschland
COMTESS	Nachhaltiges Küstenmanagement: Zielkonflikte bei der Nutzung von Ökosystemdienstleistungen
INNOVATE	Nachhaltige Nutzung von Stauseen durch innovative Kopplung von aquatischen und terrestrischen Ökosystemfunktionen
KULUNDA	Wie verhindert man die nächste „Global Dust Bowl“? Ökologische und ökonomische Strategien zur nachhaltigen Landnutzung in russischen Steppen: Ein Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel
LEGATO	Landnutzungsintensitäten und ökologische Maßnahmen: Werkzeuge zur Bewertung von Risiken und Möglichkeiten in bewässerten Reisanbausystemen
LUCCi	Wechselwirkungen zwischen Landnutzung und Klimawandel im Einzugsgebiet des Vi Gia Thu Bon, Zentralvietnam
SASCHA	Nachhaltiges Landmanagement und Anpassungsstrategien an den Klimawandel für den westsibirischen Getreidegürtel
SuLaMa	Partizipative Forschung zur Unterstützung von nachhaltigem Landmanagement auf dem Mahafaly-Plateau in Südwest-Madagaskar
SuMaRiO	Nachhaltiges Management von Flussoasen entlang des Flusses Tarim/China
SURUMER	Nachhaltiger Kautschukanbau in der Mekong-Region – Entwicklung eines integrativen Landnutzungskonzepts in der chinesischen Provinz Yunnan
The Future Okavango	Wissenschaftliche Unterstützung für nachhaltiges Land- und Ressourcenmanagement in der Okavango Region

Tab. 1: Verbundprojekte der Fördermaßnahme „Nachhaltiges Landmanagement“ (Modul A), gefördert durch ein Gesamtvolumen von gut 50 Mio Euro über 5 Jahre.

entsprechende Auswahl von Indikatoren und Variablen, die die Szenarien nach Anwendung der nötigen Simulationsmodelle quantifizieren. Dazu gehören verschiedene Klimawandel- und Politik- Strategieoptionen, aber auch Konsum- und Ernährungsmuster, die globale wirtschaftliche Entwicklungen beeinflussen könnten. Die Storylines der mittel- und langfristigen Szenariengruppen sind abgestimmt, über alle Verbundprojekte konsistent und stellen darüber hinaus quantifizierte Rahmenbedingungen für alle Projekte bereit. Vor der Quantifizierung wird im Dialog zwischen Koordinationsvorhaben und Verbundprojekten sichergestellt, dass spezielle regionale Storylines in die globalen Szenarien einfließen. Die globalen agrarökonomischen und bestandsdynamischen Modelle liefern so Prognosen für ökologische Prozessszenarien, Landnutzungsmuster, Wasserverfügbarkeit, die Primärproduktion und die Kohlenstoff-Sequestrierung sowie Klimaparameter.

Somit können hierarchische Szenarien entwickelt und Methoden für die Skalierung und den Werttransfer untersucht werden.

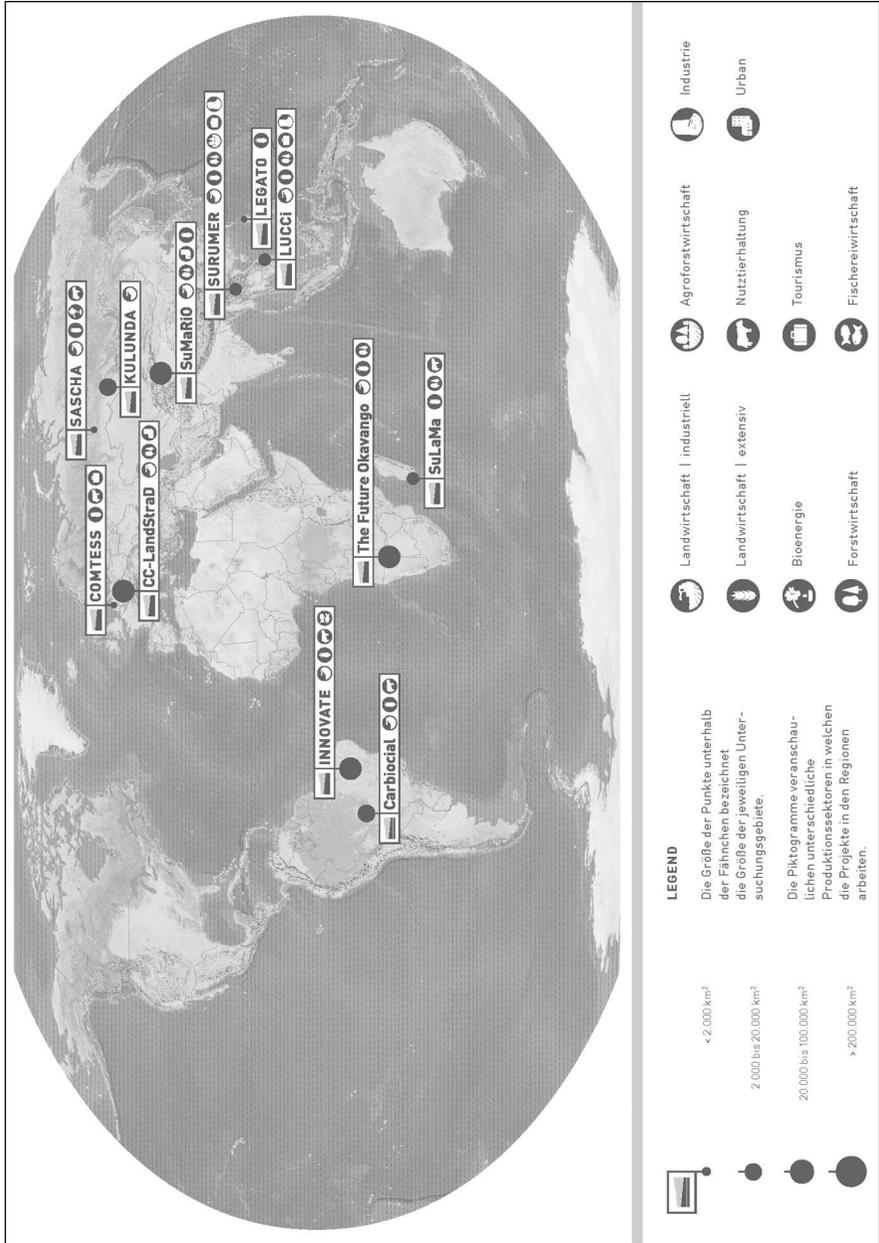


Abb. 1: Verbundprojekte der Fördermaßnahme „Nachhaltiges Landmanagement“ mit ihren Kernfragestellungen, ihrer Gebietsgröße und ihrer globale Lage.

Bezüglich der Stakeholder- (Akteurs-) Integration können die Verbundprojekte auf vorhandene Expertise innerhalb des Koordinationsvorhabens GLUES zurückgreifen. Diese Unterstützung reicht von einem frühzeitig verfügbaren Verzeichnis potenzieller Beteiligter bis hin zu Workshops, die Forscher dabei unterstützen, ihre Diskussionen mit Beteiligten optimal zu gestalten. Die durch das Begleitprojekt angebotene Unterstützung soll frühzeitig dabei helfen, die Rückmeldungen von Stakeholdern in den Forschungsprozess zu integrieren, damit die von den Projekten angestrebten Ergebnisse nicht durch mangelnde Erfahrung in diesem Bereich gefährdet werden.

Den dritten und letzten Eckpfeiler bildet eine Geodateninfrastruktur. Dabei handelt es sich um ein internetbasiertes Datenportal, über das die Verbundprojekte Daten, Zwischen- und Endergebnisse bereitstellen und auf Daten von anderen Projekten zugreifen können. Diese Datenbank steht jedem offen, nicht nur den Partnern der Fördermaßnahme *Nachhaltiges Landmanagement*. Alle Datenverantwortlichen müssen einen Metadaten-Vordruck ausfüllen, um sicherzustellen, dass jeder, der auf Datensätze zugreift, relevante Merkmale kennt, wie die Inhalte, die Raumauflösung, die Herkunft und den Ansprechpartner. Sofern verfügbar, sind auch Links zu wissenschaftlichen Publikationen enthalten. So ist eine Einbettung von Daten und Ergebnisse in GoogleEarth® möglich und innerhalb des Geodaten Informationssystems ArcGIS® kann direkt auf die Datenbestände der GLUES-Geodateninfrastruktur zugegriffen werden.

Diskussion

Das Konzept der Ökosystemdienstleistungen ist ein Instrument zur Erarbeitung besserer Landmanagementstrategien. Die vorliegende Arbeit hat belegt, wie sich häufig vernachlässigte methodische Imponderabilien deutlich auf die Ergebnisse von Studien zu Ökosystemdienstleistungen auswirken können. Jede Studie liefert einzigartige Ergebnisse, deren Qualität als Grundlage für Landmanagementstrategien nicht objektiv feststellbar ist, es sei denn, die Vergleichbarkeit der Studien wird verbessert. Aufbauend auf das Studium vorhandener Berichte zur Forschung zu Ökosystemdienstleistungen diskutiert dieser Beitrag Ansätze, durch die gut konzipierte Verbundforschungs-Programme die Synthese unterstützen können. Dies wird derzeit anhand eines neuen deutschen Forschungsprogramms erstmalig implementiert und getestet.

Studien zu Ökosystemdienstleistungen sind inter- oder transdisziplinäre Projekte, die für die Analyse interagierender ökologischer und sozioökonomischer Systeme wissenschaftliche Disziplinen miteinander kombinieren. In Verbundforschungs-Programmen streben solche Projektgruppen eine möglichst intensive Koordination ihrer Forschungsmethoden an. So werden die Konsistenz der Studien untereinander erhöht und die Chancen einer erfolgreichen Synthese und zielführender Vergleiche verbessert. In großen Verbundforschungs-Programmen sollten Ressourcen bereitstehen, die eine solche Kooperation unterstützen und aktiv fördern.

Die Fördermaßnahme *Nachhaltiges Landmanagement* ist ein Schritt auf dem Weg zu einem effizienten Verbundforschungs-Programm, in einer gegenwärtigen Forschungslandschaft, in der durch transdisziplinäre Forschungs Kooperationen

Projekt	Region, Fläche	Landmanagement, Konflikt
Carbiocial	<ul style="list-style-type: none"> • Brasilien • 3 Untersuchungsregionen • 25 000 km² - 200 000 km² 	<ul style="list-style-type: none"> • verschiedene Arten von Landwirtschaft • Naturschutz
CC-LandStraD	<ul style="list-style-type: none"> • Deutschland • 3 Untersuchungsregionen • 4 000 km² - 357 000 km² 	<ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaft • Industrie • Siedlung • Naturschutz
COMTESS	<ul style="list-style-type: none"> • Deutschland, Niederlande, Dänemark • 4 Untersuchungsregionen • 76 km² 	<ul style="list-style-type: none"> • Politik zu Küstenregionen
INNOVATE	<ul style="list-style-type: none"> • Brasilien • 1 Reservoir Einzugsgebiet • 377 000 km² 	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserreservoirs • Aquakultur • Nahrungsmittel • Energieversorgung
KULUNDA	<ul style="list-style-type: none"> • Russland • 3 Untersuchungsregionen • 60 000 km² 	<ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaft • postsowjetischer Wandel
LEGATO	<ul style="list-style-type: none"> • Vietnam, Malaysia, Philippinen • 14 Untersuchungsregionen • 16 km² 	<ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaft • Naturschutz
LUCCI	<ul style="list-style-type: none"> • Vietnam • 2 Untersuchungsregionen • bis zu 10 350 km² 	<ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaft • Hydropower • Infrastruktur • Naturschutz
SASCHA	<ul style="list-style-type: none"> • Russland • 3 Untersuchungsregionen • 1 200 km² 	<ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaft • Biodiversität
SuLaMa	<ul style="list-style-type: none"> • Madagaskar • 1 Untersuchungsregion • 7 500 km² 	<ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaft • Bergbau • Naturschutz
SuMaRiO	<ul style="list-style-type: none"> • China • 1 Untersuchungsregion • 10 000 km² 	<ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaft • Wassergewinnung • Naturschutz
SURUMER	<ul style="list-style-type: none"> • China • 2 Untersuchungsregionen • 19 700 km² 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantagen • Biodiversität, Naturschutz
The Future Okavango	<ul style="list-style-type: none"> • Angola, Namibia, Botswana • 4 Untersuchungsregionen • 430 000 km² 	<ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaft • Wassergewinnung

Tab. 2: Die regionalen Verbundprojekte weisen Unterschiede in einigen Bereichen auf, ... → Tab. 2f.

Ökologische Indikatoren	Stakeholder- & Politikbeteiligung
<ul style="list-style-type: none"> • Vorräte an Kohlenstoff und organischen Stoffen • Ertragsveränderung 	<ul style="list-style-type: none"> • individuelle Ebene • regional bis national • internationale Ebene • Entscheidungsunterstützungssystem • Onlinedaten • Printmedien
<ul style="list-style-type: none"> • kritische Stofffrachten 	<ul style="list-style-type: none"> • Länder- bis Bundesebene • Ko-produktion möglicher Politikoptionen
<ul style="list-style-type: none"> • Variabilität von Ökosystemprozessen • Biodiversität 	<ul style="list-style-type: none"> • individuelle bis nationale Ebene • Bewusstseinschaffung
<ul style="list-style-type: none"> • Kohlenstoff und Stickstoffzyklen 	<ul style="list-style-type: none"> • alle Governance Ebenen • Entscheidungsunterstützungsansatz
<ul style="list-style-type: none"> • Kohlenstoffvorräte • Ertragssteigerung • Kohlenstoffhandel • Getreideproduktion 	<ul style="list-style-type: none"> • lokale bis regionale Ebene • Kommunikationsplattform • landwirtschaftliches Capacity Building • Farm-to-Farm Schulen
<ul style="list-style-type: none"> • Ertragsveränderung • biologische Regelung 	<ul style="list-style-type: none"> • lokal bis regional • internationale Ebene • Onlinedatenverfügbarkeit
<ul style="list-style-type: none"> • mit Stakeholdern zu diskutieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Gemeinde- bis Länderebene • strategische Formulierung von Politikzielen
<ul style="list-style-type: none"> • Kohlenstoffvorräte • THG Emissionen • Hydrologie und Nährstoffflüsse • Biodiversität • Populationsdichte von Nutztieren 	<ul style="list-style-type: none"> • lokale bis regionale Ebene • Informationssystem • Training
<ul style="list-style-type: none"> • multiple Indikatoren per Ökosystemdienstleistung 	<ul style="list-style-type: none"> • lokale bis internationale Ebene • Anreize zu alternativen Lebensweisen
<ul style="list-style-type: none"> • Fluthäufigkeiten • Desertifikation • Bodenversalzung • Habitatwandel • Pflanzenbau 	<ul style="list-style-type: none"> • regionale Ebene • Entscheidungsunterstützungssystem
<ul style="list-style-type: none"> • mit Stakeholdern zu diskutieren 	<ul style="list-style-type: none"> • lokale Ebene • alternative Produktionsmethoden und Wassernutzung
<ul style="list-style-type: none"> • mit Stakeholdern zu diskutieren 	<ul style="list-style-type: none"> • lokale bis internationale Ebene • Interaktionen lokaler und nationaler Politiken

Tab. 2f.: ... z.B. räumliche und zeitliche Skalen, ökologische Indikatoren und sozio-ökonomischer Kontext, die eine Synthese komplex machen.

große Anforderungen an alle Beteiligten aus Wissenschaft und Praxis gestellt werden. Es stellt eine internetbasierte Datenbank zur Verfügung, auf die jeder Zugriff hat und eigene web-basierte Datendienste einbringen kann. Weiterhin unterstützt es Forschungsprojekte bei der Identifikation von beteiligten Stakeholdern (Akteuren) und der Interaktion mit diesen und bietet Projekten eine konsistente Auswahl quantifizierter Szenarien mit verschiedenen ökonomischen und ökologischen Grenzvariablen. Diese Serviceleistungen beugen einigen häufig auftretenden Diskrepanzen zwischen Studien zu Ökosystemdienstleistungen vor und schaffen die Möglichkeit, die Auswirkungen der verbleibenden zu analysieren.

Dennoch bleiben gewisse Unterschiede zwischen den Projekten innerhalb der Fördermaßnahme *Nachhaltiges Landmanagement* bestehen. Um nur drei davon zu nennen: Die Verbundforschungsprojekte berücksichtigen unterschiedliche Gruppen ökologischer Indikatoren und die zeitlichen wie auch die räumlichen Projektskalen weisen eine deutlichen Diversität auf. Solche Variationen könnten durch eine gründliche Abstimmung der wissenschaftlichen Ziele und Methoden im Vorfeld ausgeräumt werden. Das erhöht jedoch den Projekt-Begutachtungs- und -Auswahlprozess stark und mag auch wissenschaftliche Kreativität einschränken. Nichtsdestotrotz stellt diese Diversität ein Risiko für die Synthese der Projektergebnisse dar. Die Variation bietet aber auch die Möglichkeit, durch gemeinsame Tests der Forschungsmethoden und den Vergleich der Ergebnisse in verschiedenen Kontexten die Auswirkungen eben dieser Abweichungen auf die Ergebnisse zu verstehen. Dies ist eine Voraussetzung für die Entwicklung der Auf- oder Abwärtskalierung und sollte weitere Einblicke in die allgemeine Gültigkeit und Übertragbarkeit von Daten, Modellen und Empfehlungen liefern.

Die Projekte im Rahmen der Fördermaßnahme *Nachhaltiges Landmanagement* haben sich offiziell selbst zur Kooperation verpflichtet. Der Erarbeitungsprozess für Szenarien, in dessen Rahmen Verbundprojekte ihre Wünsche an das Koordinationsvorhaben zur Sprache bringen können, ist ein erster Erfolg dieser Bemühungen. Dem wohnt für Forschungsteams auch ein Anreiz zur Kooperation inne, da jede Fragestellung zur Gültigkeit und Vergleichbarkeit von wichtigen resultierten Ergebnissen den wissenschaftlichen Diskurs in diesem Bereich voranbringt. Über diese Vorzüge hinaus ist vieles von der Bereitschaft der Akteure zu einer aktiven Zusammenarbeit abhängig. Somit sollte ein wichtiger Beitrag der Verbundforschungs-Programme in der Bereitstellung, Identifizierung und Förderung von Kooperationsmöglichkeiten bestehen.

Zusammenfassend sind Verbundforschungs-Programme ein wichtiger Faktor bei der Verbesserung des Verständnisses von Studien zu Ökosystemdienstleistungen und der Gestaltung von Landmanagementstrategien. Die Fördermaßnahme *Nachhaltiges Landmanagement* ist ein solider Schritt in Richtung dieser Ziele, allerdings nur ein erster: 12 Projekte reichen nicht aus, um die Erkenntnisse und Methoden zu entwickeln, die in der vorliegenden Abhandlung befürwortet werden. Es sind weitere gemeinsame Forschungsprogramme erforderlich, die jeweils auf vorhergehende Erkenntnisse aufbauen sollten. Einzelstudien könnten eine Zusammenarbeit mit größeren Projekten anstreben. Die Fördermaßnahme *Nachhaltiges Landmanagement* hat Kontakt zu bekannten Projekten aufgenommen und lädt alle Programme und Projekte ein, eine potenzielle Zusammenarbeit zu diskutieren. Was

die Wissenschaft über Ökosystemdienstleistungen derzeit braucht, sind vergleichbare Daten. So könnte ein besseres Verständnis der komplexen Interaktionen erzielt werden, denen sich mit dem Landmanagement befassende Wissenschaftler gegenüber sehen.

Danksagung

Die vorliegende Arbeit wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01LL0901A gefördert. Dieser Artikel ist eine stark gekürzte, überarbeitete und aktualisierte Fassung des Beitrages EPPINK et al. (2010). Wir danken Stephanie Domptail, Henry Walker, Kristen Hychka, Tomas Vaclavik für ihre Anmerkungen und Vorschläge zur Originalfassung.

Literatur

- BALMFORD, A. et al. 2011: Bringing ecosystem services into the real world: An operational framework for assessing the economic consequences of losing wild nature. In: *Environmental and Resource Economics*, 48, S. 161–175.
- BUTCHART, S.H.M. et al. 2010: Global biodiversity: Indicators of recent declines. In: *Science*, 328, S. 1164–1168.
- CARPENTER, S.R. et al. 2009: Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106, S. 1305–1312.
- COWLING, R.M. et al. 2008 : An operational model for mainstreaming ecosystem services for implementation. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, S. 9483–9488.
- DAILY, G.C. et al. 2009: Ecosystem services in decision making: time to deliver. In: *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7, S. 21–28.
- ELLIS, E.C. u. N. RAMANKUTTY 2008: Putting people in the map: Anthropogenic biomes of the world. In: *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6, S. 439–447.
- EPPINK, F.V., A. WERNTZE, S. MÄS, A. POPP u. R. SEPPELT 2012: Land Management and Ecosystem Services. In: *Gaia Ecological Perspectives For Science And Society*, 21, S. 55–63.
- EPA-SAB 2009 = United States Environmental Protection Agency, Science Advisory Board: Valuing the protection of ecological systems and services: A report of the EPA science advisory board. Washington D.C.
- FAO 2007 = Food and Agriculture Organization of the United Nations: The Global Environmental Facility and payments for ecosystem services: A review of current initiatives and recommendations for future PES support by GEF and FAO programs. Rom (= PESAL Paper Series, 1).
- FARGIONE, J., J. HILL, D. TILMAN, S. POLASKY, u P. HAWTHORNE 2008: Land clearing and the biofuel carbon debt. In: *Science*, 319, S. 1235–1238.
- FISHER, B. et al. 2008: Ecosystem services and economic theory: Integration for policy-relevant research. In: *Ecological Applications*, 18, S. 2050–2067.
- GOLDMAN, R.L., H. TALLIS, P. KAREIVA u. G.C. DAILY 2008: Field evidence that ecosystem service projects support biodiversity and diversify options. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, S. 9445–9448.
- HC 2008 = The Heinz Center: The state of the nation’s ecosystems 2008. Washington D.C.
- HUITEMA, D. u. J. BOUMA 2011: Discourse vs reality: Conservation and livelihoods in

- biodiversity hotspots around the world. Amsterdam (= Institute for Environmental Studies).
- ICSU-UNESCO-UNU 2009 = International Council of Science: Ecosystem change and human well-being: Research and Monitoring Priorities based on the Millennium Ecosystem Assessment. Paris.
- LAMBIN, E.F. u. P. MEYFROIDT 2011: Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, S. 3465–3472.
- LAPOLA, D.M. et al. 2010: Indirect land-use changes can overcome carbon savings from biofuels in Brazil. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, S. 3388–3393.
- LIU, J. et al. 2010: Complexity of coupled human and natural systems. In: *Science*, 317, S. 1513–1516.
- MA 2005a = Multiscale assessments: Ecosystems and human well-being: Synthesis. Washington D.C.
- MA 2005b = Multiscale assessments: Ecosystems and human well-being. Washington D.C.
- MÁČKA, Z., L. KREJČÍ, B. LOUČKOVÁ, u. L. PETERKOVÁ 2011: A critical review of field techniques employed in the survey of large woody debris in river corridors: A central European perspective. In: *Environmental Monitoring and Assessment*, 181, S. 291–316.
- OSTROM, E. 2009: A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. In: *Science*, 325, S. 419–422.
- PERRINGS, C. et al. 2010: Ecosystem services for 2020. In: *Science*, 330, S. 323–324.
- SALA, O.E. et al. 2000: Global biodiversity scenarios for the year 2100. In: *Science*, 287, S. 1770–1774.
- SEARLE, B. u. S. Cox 2009: *The state of ecosystem services*. Boston.
- SEPPELT, R., C.F. DORMANN, F.V. EPPINK, S. LAUTENBACH u. S. SCHMIDT 2011: A quantitative review of ecosystem service studies: Approaches, shortcomings and the road ahead. In: *Journal of Applied Ecology*, 48, S. 630–636.
- SEPPELT, R. et al. 2012: Form follows function? Proposing a blueprint for ecosystem service assessments based on reviews and case studies. In: *Ecological Indicators*, 21, S. 145–154 (doi:10.1016/j.ecolind.2011.09.003).
- TEEB 2009 = *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Summary: Responding to the value of Nature*. Wesseling.
- TEEB 2010 = *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and economic foundation*. Wessling.
- TILMAN, D., C. Balzer, J. Hillu. B.L. Befort 2011: Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, S. 20260–20264.
- TROY, A. u. M.A. WILSON 2006: Mapping ecosystem services: Practical challenges and opportunities in linking GIS and value transfer. In: *Ecological Economics*, 60, S. 435–449.
- TURNER, R. u. G.C. DAILY 2008: The ecosystem services framework and natural capital conservation. In: *Environmental and Resource Economics*, 39, S. 25–35.
- UK-NEA 2011 = *The UK National Ecosystem Assessment: Synthesis of the key findings*. Cambridge.
- UNEP 2010 = *United Nations Environmental Programme Dead planet, living planet: Biodiversity and ecosystem restoration for sustainable development*. Hrsg. v. C. NELLEMAN u. E. CORCORAN. Birkeland Trykkeri.
- UNEP-WCMC 2009 = *United Nations Environmental Programme: Ecosystems and human well-being: A manual for assessment practitioners*.
- WRI 2008 = *World Resources Institute: Ecosystem services: A guide for decision makers*. Washington D.C.

WWC 2009 = World Water Council: Don't stick your head in the sand! Towards a framework for climate-proofing.

Department for Environment, Food & Rural Affairs – UK Defra: www.defra.gov.uk/environment/policy/natural-environ/research/international-research.htm (19.06.2013).

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ (2010): Website der BMBF-Fördermaßnahme Nachhaltiges Landmanagement. <http://modul-a.nachhaltiges-landmanagement.de/en/module-a/> (13.06.2013).

International Council for Science: FutureEarth. <http://www.icsu.org/future-earth> (18.06.2013).

International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change and International Geosphere-Biosphere Programme: GLP – The Global Land Project. <http://www.globallandproject.org> (18.06.2013).

Stockholm Resilience Centre (2013): PECS – Programme on Ecosystem Change and Society. <http://www.pecs-science.org> (18.06.2013).

Sub-Global Assessment Network (2011): SGA – Sub-Global Assessment Network. Online Zugriff: am 18. Juni 2013 unter <http://www.ecosystemassessments.net> (18.06.2013).

United States Environmental Protection Agency: Ecosystem Services Research Programme. www.epa.gov/ecology (19.06.2013).