

SCHWERPUNKT

NABU – Naturschutzbund Deutschland, 2004: Vögel in der Agrarlandschaft – Bestand, Gefährdung, Schutz. Bonn

NABU – Naturschutzbund Deutschland, 2007: Grünlandumbruch und Maisanbau in Natura-2000-Gebieten: Situationsbericht aus der Eifel. Hintergrundpapier, 4 S., Berlin

NABU – Naturschutzbund Deutschland, 2008: Die Bedeutung der obligatorischen Flächenstilllegung für die biologische Vielfalt – Fakten und Vorschläge zur Schaffung von ökologischen Vorrangflächen im Rahmen der EU-Agrarpolitik. Berlin

NABU-FG Ornithologie – Naturschutzbund Deutschland, Fachgruppe Ornithologie Großdittmannsdorf, 2007: Landwirtschaft und Naturschutz im Landschaftsschutzgebiet (LSG) „Moritzburger Kleinkuppenlandschaft“. Denkschrift, 16 S.; http://www.fg-grossdittmannsdorf.de/texte/denkschrift_2007_landwirtschaft_und_naturschutz.pdf (download 5.9.08)

Nehls, G., 2008: Biogas auf dem Vormarsch – Segen oder Fluch für Klima und Umwelt? In: *Betrifft: NATUR 1* (2008), S. 7-9

Neue Presse, 2007: Viele Landwirte steigen beim Naturschutz aus. Ausgabe 29.8.2007

Roos, Th., 2007: Auswirkungen des Biogasbooms auf der Geest des nördlichen Schleswig-Holsteins am Beispiel des Natura 2000-Projektes Mittlere Treene. Hintergrundpapier, 3 S.

SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen, 2004: Umweltgutachten 2004. Deutscher Bundestag, Bundestagsdrucksache 15/3600 vom 2.7.2004

Kontakt

Florian Schöne
 Naturschutzbund Deutschland (NABU)
 Charitéstr. 3, 10117 Berlin
 Tel. +49 (0) 30 / 28 49 84 - 16 15
 E-Mail: Florian.Schoene@NABU.de



Wege zur Reduzierung von Flächennutzungskonflikten

von Christine Rösch, Juliane Jörissen, Johannes Skarka und Nicola Hartlieb, ITAS

Eine nachhaltige Nutzung von Flächen zur umweltverträglichen Befriedigung der menschlichen Bedürfnisse nach Ernährung und Rohstoffversorgung, Wohnen, Freizeit und Mobilität kann auf verschiedenen Wegen erreicht werden. Wie Szenarioanalysen zeigen, könnte durch eine Veränderung des Konsumverhaltens eine deutliche Reduzierung der globalen Flächeninanspruchnahme erzielt werden. Ebenso könnte eine effizientere Nutzung der Flächen zu einer erheblichen Verringerung des Flächenbedarfs führen. Die Entwicklung und der Einsatz innovativer Technologien spielen hier eine besondere Rolle. Die strategische Nutzung von Technik kann mit weitreichenden ökonomischen, ökologischen und sozialen Folgen verbunden sein. Diese sollten hinreichend erforscht und dem politischen Entscheidungsprozess zugänglich sein. Einen wesentlichen Einfluss auf die Realisierung der Potenziale zur Verringerung von Flächennutzungskonflikten haben die rechtlichen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, die eine Realisierung und Umsetzung neuer Entwicklungen sowohl hemmen als auch fördern können.

In diesem Beitrag werden Maßnahmen und Technologien dargestellt, die zu einem Rückgang der Flächeninanspruchnahme, einer effizienteren Flächennutzung und einer Verringerung von Flächennutzungskonflikten beitragen können. Es handelt sich dabei zum einen um Vorschläge, die von den Autoren dieses Schwerpunktes identifiziert worden sind. Zum anderen werden Pfade und wissenschaftlich-technische Entwicklungen aufgezeigt, die in der aktuellen politischen Debatte eine große Rolle spielen. Die Potenziale der in diesem Artikel aufgeführten strategischen Ansätze zur Entschärfung von Flächennutzungskonflikten sind unterschiedlicher Natur, ebenso die damit verbundenen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ökologischen Chancen und Herausforderungen. Teilweise sind die potenziellen Auswirkungen, die mit den aufgezeigten Wegen ver-

bunden sind, noch nicht umfassend analysiert. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf. Nachfolgend werden ausgewählte Maßnahmen und technologische Ansatzpunkte dargestellt, die kurz- bzw. mittelfristig dazu beitragen könnten, Flächennutzungskonflikte zu entschärfen.

1 Änderung der Ernährungsgewohnheiten

Aus gesundheitlichen Gründen empfiehlt die deutsche Gesellschaft für Ernährung eine Umstellung der Ernährung hin zu einem reduzierten Konsum an Nahrungsmitteln tierischer Herkunft. Diese Ernährungsänderung würde dazu führen, dass weniger Fläche für die Futtermittelerzeugung benötigt wird (siehe Bringezu, Schütz in diesem Heft). Käme es zu einer Einschränkung des Verzehrs von tierischen Nahrungsmitteln unter Beibehaltung der konventionellen Landwirtschaft, so würden nach einer Studie von Woitowitz (2008) rund vier Mio. ha landwirtschaftlich genutzter Fläche nicht mehr für die Erzeugung von Nahrungsmitteln benötigt.¹ Bei ökologischer Erzeugung der reduzierten Verzehrsmengen würden immerhin noch rd. 1,5 Mio. ha freigesetzt. Diese Fläche könnte zum Anbau von nachwachsenden Rohstoffen oder für die Belange des Naturschutzes genutzt werden.

2 Verstärkte Nutzung biogener Reststoffe und Rückstände

Biogene Reststoffe und Rückstände (wie beispielsweise Waldrestholz, Stroh und Material, das bei der Bewirtschaftung von überschüssigen Grünlandflächen und Naturschutzflächen, der Landschaftspflege oder dem Erhalt von Offenlandflächen anfällt) bleiben bislang weitgehend ungenutzt. Eine Verwertung dieses Biomassepotenzials wird durch technische, logistische, organisatorische und wirtschaftliche Schwierigkeiten bei der Erschließung (z. B. aufgrund von Hängigkeit) eingeschränkt. Zur Überwindung dieser Hemmnisse sind Investitionen in Forschung und Entwicklung sowie zusätzliche finanzielle Anreize (z. B. über einen zusätzlichen Bonus im Erneuerbare-Energien-Gesetz) erforderlich (siehe Rösch, Skarka in diesem Heft). Sofern es gelingt, dieses Potenzial zu mobilisieren und mit neuen effizienten Verfahren (s. u.) in höherwertige stoffliche und energetische

Nutzformen umzuwandeln, könnte diese bislang noch preiswerte und wenig genutzte Rohstoffquelle erschlossen werden und zur Minderung von Nutzungskonflikten beitragen. Auf der anderen Seite kann jedoch die Verwertung land- und forstwirtschaftlicher Reststoffe, wenn sie in zu großem Umfang erfolgt, zu Konflikten mit dem Natur- und Bodenschutz führen. So kann z. B. eine verstärkte Nutzung von Stroh als Energierohstoff zur Folge haben, dass nicht genügend Stroh für die Humusbildung auf dem Feld verbleibt.

3 Mehrfachnutzung der Biomasse durch Kaskaden- und Koppelnutzung

Ein effizienter und ökonomischer Einsatz der begrenzt verfügbaren Biomasse kann dazu beitragen, Nutzungskonkurrenzen zu verringern. Ein wichtiger Weg hierzu ist die Mehrfachnutzung von nachwachsenden Rohstoffen in Form der Kaskaden- und der Koppelnutzung (siehe Bringezu, Schütz in diesem Heft). Die Strategie „Kaskadennutzung“ versucht, die biogenen Rohstoffe oder daraus hergestellte Produkte so lange wie möglich im Wirtschaftssystem zu nutzen. Das bedeutet, dass die Biomasse erst stofflich (ggf. über mehrere Nutzungsetappen oder Produkte) verwendet und am Ende des Produktzyklus energetisch verwertet wird. Unter einer „Koppelnutzung“ versteht man die parallele Erzeugung von Produkten und Energie aus Biomasse. Hierzu gehören die gleichzeitige Verwertung von bei der Verarbeitung von Biomasse anfallenden Nebenprodukten sowie die Erzeugung von Prozessenergie aus Prozessabfällen bei der Konversion von Biomasse zu Produkten. Auch das Konzept der Bioraffinerie, das ein integratives Gesamtkonzept zur möglichst vollständigen Ausnutzung der Biomasse ist, fällt darunter.

4 Produktive, umweltverträgliche Agrartechniken

Die Flächeneffizienz beim Anbau von nachwachsenden Rohstoffen und Nahrungsmitteln kann durch Erforschung, Entwicklung und Förderung hoch produktiver und zugleich umweltverträglicher Anbauverfahren, beispielsweise durch den Einsatz innovativer Technologiekonzepte wie „precision farming“, verbes-

sert werden (siehe Bringezu, Schütz in diesem Heft). Die technikgesteuerte Präzisionslandwirtschaft („precision farming“), die auf Satellitennavigation und Sensortechnik basiert, ermöglicht eine kleinräumig optimierte Ausnutzung des natürlichen Ertragspotenzials des Bodens und der Kulturpflanzen. Mit technikgesteuerter Präzisionslandwirtschaft kann die Ausbringung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln bedarfsgerechter gestaltet und es können auch Naturschutzaspekte bei der Produktion berücksichtigt werden (Rösch et al. 2007). Dies kann zu einer besseren Umwelt- und Naturverträglichkeit des Anbaus von Nahrungsmitteln und nachwachsenden Rohstoffen führen. Welche Beiträge auf diesem Wege zur Verringerung von Nutzungskonflikten erwartet werden können, lässt sich bisher nicht abschätzen. Der potenzielle Nutzen dürfte größtenteils von der Heterogenität der Bodenqualitäten innerhalb eines Feldes abhängen, die durch konventionelle Agrartechniken nicht hinreichend berücksichtigt werden können.

5 Gentechnik und biotechnologische Verfahren

Die Gentechnik und andere biotechnologische Verfahren könnten dazu beitragen, die flächenspezifischen Erträge nachwachsender Rohstoffe und deren Ausbeuten an nutzbaren Inhaltsstoffen (z. B. Amylopektin-Kartoffeln, Eruca-säure-Raps, Zellulose-Bäume, Spinnenprotein-Tabak) zu steigern. Mithilfe der Gen- und Biotechnik könnten auch gezielt Pflanzen hergestellt werden, die effizienter sind im Umgang mit Nährstoffen und Wasser als traditionelle Kulturpflanzen und die sich auch auf Grenzertragsstandorten anbauen lassen, die von der Landwirtschaft gegenwärtig nur extensiv oder gar nicht genutzt werden. Hierdurch könnten einerseits Flächennutzungskonflikte mit der Nahrungsmittelerzeugung verringert werden. Andererseits könnte es zu einer Verschärfung der Konflikte mit dem Umwelt- und Naturschutz kommen, wenn traditionell auf marginalen Standorten angebaute Pflanzenarten verdrängt würden und dadurch die Artenvielfalt zurückginge. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass es erhebliche ethische und ökologische Bedenken beim Einsatz von Gentechnik auch bei nachwachsenden Rohstoffen gibt.

6 Innovative, effiziente Biomasse-Konversionsverfahren

Bei der traditionellen Herstellung von Biokraftstoffen (z. B. Raps-Biodiesel) sind die Flächen-erträge gering, weil nur ein Teil des Biomasseertrags für die Energieerzeugung genutzt wird. Der andere Teil (v. a. Proteine und Lignocellulose) dient anderen Anwendungen (z. B. Rapsextraktionsschrot aus der Biodieselherstellung als Futtermittel) oder verbleibt auf dem Feld (z. B. Rapsstroh). Deutlich höhere Flächen-erträge ließen sich erzielen, wenn es gelänge, über neuartige Technologien den gesamten Aufwuchs ertragreicher lignocellulosehaltiger Energiepflanzen (z. B. schnellwachsender Baumarten) zu verwerten. Große Hoffnungen werden in diesem Kontext auf biotechnologische Verfahren zum enzymatischen Aufschluss lignocellulosehaltiger Biomasse gesetzt. Ein anderes innovatives Verfahren zur vollständigen Umwandlung fester Biomasse stellt die thermochemische Biomassevergasung zur Kraftstoffproduktion (Biomass-to-Liquid / BtL) oder zur Erzeugung chemischer Produkte („Bioraffinerie“) dar. Je nach Ausgangsmaterial, Verfahren und Nebenprodukten (z. B. Strom / Wärme) kann der Kraftstoff-ertrag pro Hektar über BtL-Verfahren höher sein als bei der traditionellen Biokraftstoffgewinnung: Mit BtL können pro Hektar und Jahr zwischen 1.880 und 3.000 Liter an Kraftstoffäquivalenten erzeugt werden, gegenüber rd. 1.400 Litern bei Biodiesel aus Rapsöl (RME) und rd. 1.600 Litern bei Bioethanol aus Getreide (FNR 2005).

7 Vorrang der Wärme- und Stromerzeugung

Biomasse kann zur Deckung unterschiedlicher Bedarfe an Nutzenergie eingesetzt werden: Zu unterscheiden sind dabei die Wärme-, die Strom- und die Kraftstoff-erzeugung. In Abhängigkeit davon, welche Nutzenergie mit welchem Verfahren erzeugt wird, ergeben sich für den Einsatz von Biomasse deutliche Effizienz- und Kostenunterschiede. Grundsätzlich sollten diejenigen Verfahren bevorzugt werden, welche mit einem geringen Flächenverbrauch, einem hohen Klimagaseinsparpotenzial und möglichst geringen Kosten verbunden sind (siehe Heißenhuber et al. in diesem Heft). Deshalb sollte die

Biomasse in der Wärme- sowie in der gekoppelten Wärme- und Stromerzeugung eingesetzt werden, da sie dort bis zu dreimal effizienter und wesentlich kostengünstiger genutzt wird als bei der Erzeugung von Biokraftstoffen der ersten Generation, also Biodiesel und Bioethanol (SRU 2007). Dies gilt insbesondere, wenn Kohle durch Biomasse ersetzt wird. Wärme und Strom sollten daher bei der Biomassenutzung Vorrang vor Biokraftstoffen erhalten. Der Biokraftstoffanteil sollte nicht wie geplant signifikant erhöht, sondern zurückgefahren oder mindestens auf dem aktuellen Niveau eingefroren werden (siehe Bringezu, Schütz in diesem Heft).

8 Ökologische Mindestanforderungen an die Landwirtschaft

Zur Erreichung der Ziele des Umwelt- und Naturschutzes im Konsens mit der Landwirtschaft und anderen Flächennutzern stellen ordnungsrechtliche Bestimmungen und vertragliche Vereinbarungen wichtige Steuerungsinstrumente dar (siehe Schöne in diesem Heft). Da diese in der Regel Beschränkungen bei der Flächennutzung zur Folge haben, ist eine ansprechende Gestaltung der Ausgleichsregelungen erforderlich, um die damit einhergehenden Wettbewerbsverzerrungen und Einkommenseinbußen zu kompensieren. Ein gewisses Maß an ökologischen Mindestanforderungen, die bundesweit an die Landwirtschaft gestellt werden, müssen jedoch ohne Ausgleichszahlungen erbracht werden. Um dies zu erreichen, bedarf es einer Weiterentwicklung der Anforderungen an die durch das Agrarrecht und das Bundesnaturschutzgesetz konkretisierten Rechtsbegriffe „ordnungsgemäße Landwirtschaft“ und „gute fachliche Praxis“. Nutzungskonflikte zwischen dem Naturschutz und der Landwirtschaft sollten verstärkt auch im Rahmen von Cross Compliance geregelt werden, wie dies beispielsweise beim Grünlandumbruch der Fall ist. Regional könnte es erforderlich sein, höhere ökologische Anforderungen an den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen zu stellen als in den Cross-Compliance-Regelungen für die Landwirtschaft insgesamt festgelegt ist (siehe Heißenhuber et al. in diesem Heft).

9 Umwelt- und naturverträgliche Erzeugung nachwachsender Rohstoffe

Ein Konfliktpotenzial beim Anbau nachwachsender Rohstoffe besteht darin, dass dieser meist großflächig, in engen Fruchtfolgen oder Monokulturen und mit hoher Intensität erfolgt. Dies kann zu negativen Folgen für den Natur- und Umweltschutz, aber auch für den Sektor „Freizeit und Tourismus“ führen. Die daraus entstehenden Konflikte könnten verringert werden, wenn für die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe umwelt- und naturverträgliche Landnutzungs- und Anbaukonzepte (mit geeigneten Pflanzenarten, Mischkulturen, erweiterten Fruchtfolgen etc.) entwickelt und diese in bestehende Flächennutzungskonzepte integriert würden. Zur Konfliktminderung tragen insbesondere Anbausysteme bei, denen es gelingt, verschiedene Nutzungsanforderungen auf der gleichen Fläche zu realisieren. Möglich ist dies durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe nach den Prinzipien des ökologischen Landbaus. Durch den Verzicht des Ökolandbaus auf den Einsatz synthetischer Dünge- und Pflanzenschutzmittel werden die Interessen des Umwelt- und Naturschutzes sowie des Tourismus deutlich besser berücksichtigt als bei konventioneller Erzeugung nachwachsender Rohstoffe. Gleichzeitig wäre bei der ökologischen Erzeugung von nachwachsenden Rohstoffen jedoch der erheblich höhere Flächenbedarf des Ökolandbaus gegenüber dem konventionellen Anbau zu bedenken.

10 Biomasseerzeugung durch Mikroalgen

Eine Verringerung von Nutzungskonflikten könnte durch eine Biomasseproduktion mit hohen flächenspezifischen Erträgen erreicht werden. In diesem Kontext stellt die kommerzielle Biomassegewinnung mit Mikroalgen ein vielversprechendes innovatives Verfahrenskonzept dar. Mikroalgen nutzen das Licht als Energiequelle und CO₂ als Kohlenstoffquelle, um Biomasse aufzubauen, und werden in sogenannten Photobioreaktoren produziert. Sie können zur Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln, aber auch von Industrierohstoffen und Energieträgern (Biogas, Biodiesel, Wasserstoff) eingesetzt werden. Mit ihnen können sowohl hohe flächenspezifische Erträge erzielt als auch CO₂-

Emissionen aus Industrieprozessen (z. B. aus der Energieerzeugung oder Zementherstellung) verringert werden. Mit ölhaltigen Mikroalgen lassen sich beispielsweise je nach Algenart und Zuchtbedingungen Jahreserträge für Biodiesel von 420 bis 3.200 GJ/ha erzielen (Huntley, Redalje 2007); im Vergleich dazu kann man aus Raps oder Palmöl nur rd. 53 bzw. 200 GJ/ha Biodiesel gewinnen.² Außerdem können Mikroalgen auch auf Standorten produziert werden, die nur bedingt oder gar nicht für die Landwirtschaft geeignet sind (z. B. Halbwüsten). Somit ließe sich durch die Energiegewinnung aus Mikroalgen eine deutliche Entlastung des Nutzungsdrucks auf landwirtschaftliche Flächen erreichen. Jedoch kann es beim Einsatz von Mikroalgen zur CO₂-Reduktion auch zu Flächennutzungskonflikten kommen. Um beispielsweise 20 Prozent der CO₂-Emissionen eines mittelgroßen Kohlekraftwerks (ca. drei Mio. t im Jahr) zu absorbieren, würde eine Fläche von mindestens 400 ha benötigt.³ Dadurch könnte es zu einer erheblichen Veränderung von Landschaften kommen.

11 Biosphärenreservate und Freizeitparks

Die Nutzungskonflikte zwischen Tourismus, Naturschutz und Landwirtschaft können durch Entwicklung umwelt- und sozialverträglicher Flächennutzungs- und Tourismuskonzepte verringert werden (siehe Engels in diesem Heft). Ein solches integratives Kooperationsmodell stellen Biosphärenreservate dar. Ein Beispiel dafür ist die naturverträgliche Biomassenutzung in Biosphärenreservaten wie etwa die Nahwärmeerzeugung aus Biomasse im „UNESCO-Biosphärenpark Großes Walsertal“. Auch die Einrichtung großflächiger Freizeitanlagen, die ein breit gefächertes Angebot von witterungsunabhängigen Spiel-, Spaß-, Sport- und Freizeitmöglichkeiten bieten, kann dazu beitragen, die Ströme der Erholungssuchenden zu bündeln und Interessenkonflikte mit dem Landschafts- und Naturschutz zu verringern. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn als Standorte für solche Anlagen Flächen mit geringer landwirtschaftlicher Ertragsfähigkeit oder brachliegende Flächen früherer gewerblicher oder militärischer Nutzung (ehemalige Übungsgelände, Braunkohletagebau etc.) gewählt werden.

12 Flächenkreislaufwirtschaft

Nutzungskonflikte zwischen Landwirtschaft / Naturschutz und Siedlungsentwicklung ließen sich am besten durch die Umsetzung einer konsequenten Flächenkreislaufwirtschaft bewältigen (siehe Dosch in diesem Heft). „Flächenkreislaufwirtschaft“ im strengen Sinne bedeutet, dass für jeden Hektar neu ausgewiesenen Baulands ein funktioneller Ausgleich geschaffen werden muss, indem nicht mehr benötigte Siedlungsfläche renaturiert und alternativen Nutzungen zur Verfügung gestellt wird (BUND 2004). Das Ergebnis wäre, dass die Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr auf dem heutigen Niveau eingefroren würde. In Anbetracht großer regionaler Unterschiede in der Baulandnachfrage und eines nach wie vor wachsenden Wohnflächenbedarfs lässt sich jedoch eine solche stringente Flächenkreislaufwirtschaft auf absehbare Zeit kaum realisieren (Jörissen, Coenen 2007). Dennoch ist sie als Leitidee der Siedlungspolitik geeignet – zumal angesichts einer langfristig schrumpfenden Bevölkerung jede zusätzliche Flächeninanspruchnahme zu erheblichen Fehlinvestitionen führen kann.

Die Umsetzung dieser Leitidee erfordert eine weitgehende Umlenkung der Flächennachfrage in bereits besiedelte Gebiete. Dies könnte unter anderem durch die Mobilisierung vorhandener Flächenpotenziale, die Wiedernutzung von städtischen Brachflächen, die Schließung von Baulücken, die Aufstockung von Gebäuden, den Ausbau von Dachgeschossen oder die Überbauung von Verkehrsflächen erreicht werden. Um die Abwanderungstendenz der Bewohner an die Peripherie zu bremsen, müsste die Attraktivität der Kernstädte als Wohnstandort erhöht werden, etwa durch Maßnahmen zur Wohnumfeldverbesserung sowie zur Aufwertung und Anpassung der vorhandenen Bausubstanz an sich wandelnde Nutzerbedürfnisse. Soweit Siedlungserweiterungen in Wachstumsregionen dennoch unumgänglich sind, sollte sichergestellt sein, dass die Kommunen Baulandausweisungen in wechselseitiger Abstimmung und an geeigneten Standorten, d. h. orientiert am Netz des schienengebundenen Personenverkehrs vornehmen. Bei neuen Baugebieten sollten zudem flächensparende Bauweisen und höhere Bebauungsdichten vorgesehen werden. In den durch einen massiven Bevölkerungsrück-

gang gekennzeichneten Gebieten Ostdeutschlands könnten dagegen nicht mehr benötigte Siedlungsflächen dem Naturschutz überantwortet werden.

13 Fazit

Das weltweite Bevölkerungswachstum, die deutlich verbesserte Einkommenssituation breiter Bevölkerungsschichten und die daraus resultierenden veränderten Lebens- und Ernährungsgewohnheiten (z. B. höherer Verbrauch an Milchprodukten und Fleisch) sowie die steigende Nachfrage nach nachwachsenden Rohstoffen erhöhen den Flächenbedarf der Landwirtschaft im In- und Ausland. Dies kann zu Konflikten mit den Flächenansprüchen von „Umwelt und Natur“, „Siedlung und Verkehr“ und „Freizeit und Tourismus“ führen. Der Klimawandel, die regional begrenzte Wasserverfügbarkeit und die Zunahme der Bodendegradation dürften diese Problemlage zukünftig weiter verschärfen. Beiträge zur Verringerung der Flächennutzungskonflikte können sowohl durch Anpassung der politischen / gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und Managementstrategien als auch durch Innovationen und technologische Weiterentwicklungen erzielt werden. Welche der teilweise im Stadium von Forschung und Entwicklung befindlichen Wege dabei besonders vielversprechend sind, kann auf dem derzeitigen Erkenntnisstand nicht zufriedenstellend beantwortet werden. Dazu bedarf es einer umfassenden systematischen Analyse und Bewertung der Optionen hinsichtlich ihres Lösungsbeitrags und ihrer Auswirkungen auf die ökonomische, ökologische und soziale Dimension nachhaltiger Entwicklung.

Anmerkungen

- 1) Woitowitz geht in dieser Kalkulation davon aus, dass neben einer Verringerung des Verbrauchs von Milch und Eiern der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch von Fleisch von gegenwärtig 60 auf 20 kg reduziert wird (Woitowitz 2008).
- 2) Diese Angaben sind berechnet nach FNR 2005 und Reijnders, Huijbregts 2008.
- 3) E.ON Hanse, 2008: Faszination Energie: Einsatz gegen CO₂: Algen fressen Treibhausgas. http://www.saison-online.de/pages/Saison/Magazin/Faszination_Energie/index.htm (download 12.8.08)

Literatur

- BUND – Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland*, 2004: Zukunftsfähige Raumnutzung. Boden gut machen! Vom Flächenverbrauch zum Flächenkreislauf. Positionen 40, Berlin
- FNR – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.*, 2005: Basisdaten Biokraftstoffe (Stand August 2005). Gülzow
- Jörissen, J.; Coenen, R.*, 2007: Sparsame und schonende Flächennutzung: Entwicklung und Steuerbarkeit des Flächenverbrauchs. Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim deutschen Bundestag, Bd. 20, Berlin
- Huntley, M.; Redalje, D.*, 2007: CO₂ mitigation and renewable oil from photosynthetic microbes: A new appraisal. In: Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 12/4 (2007), S. 573-608
- Reijnders, L.; Huijbregts, M.*, 2008: Palm oil and the emission of carbon-based greenhouse gases. In: Journal of Cleaner Production 16/4 (2008), S. 477-482
- Rösch, Ch.; Dusseldorp, M.; Meyer, R.*, 2007: Precision Agriculture. Landwirtschaft mit Satellit und Sensor. Frankfurt a. M. (Reihe Edition Agrar)
- SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen*, 2007: Klimaschutz durch Biomasse. Sondergutachten, Stuttgart; http://www.umweltrat.de/02gutach/download/02/sonderg/SG_Biomasse_2007_Buch.pdf (download 12.8.08)
- Woitowitz, A.*, 2008: Auswirkungen einer Einschränkung des Verzehrs von Lebensmitteln tierischer Herkunft auf ausgewählte Nachhaltigkeitsindikatoren – dargestellt am Beispiel konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweisen. Dissertation an der TU München; <http://mediatum2.ub.tum.de/doc/619300/619300.pdf> (download 13.8.08)

Kontakt

Dr. Christine Rösch
 Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
 Forschungszentrum Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft
 Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe
 Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 27 04
 E-Mail: roesch@itas.fzk.de

« »