



Methoden der Nachhaltigkeitsbewertung in der Landwirtschaft

*Möglichkeiten und
Grenzen*

Mitglieder der Senatsarbeitsgruppe Nachhaltigkeitsbewertung

Dr. Katharina Helming (Sprecherin)
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e.V., Müncheberg
khelming@zalf.de

Dr. Hella Kehlenbeck
Julius Kühn-Institut, Quedlinburg
hella.kehlenbeck@jki.bund.de

Sönke Hans Lulies
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.,
Gülzow
s.lulies@fnr.de

Stefan Majer
DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH, Leipzig
stefan.majer@dbfz.de

Dr. Ulrich Meyer
Friedrich-Loeffler-Institut, Greifswald
ulrich.meyer@fli.bund.de

Dr. Andreas Meyer-Aurich (Sprecher)
Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-
Bornim e.V.
ameyer@atb-potsdam.de

Dr. Ute Schultheiß
Kuratorium für Technik und Bauwesen in der
Landwirtschaft e.V., Darmstadt
u.schultheiss@ktbl.de

Prof. Dr. Daniela Thrän
DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH, Leipzig
daniela.thraen@dbfz.de

Dr. Sebastian Wulf
Kuratorium für Technik und Bauwesen in der
Landwirtschaft e.V., Darmstadt
s.wulf@ktbl.de

Teilnehmer des Workshops

Dorothee Hahn, BLE
Dr. Katharina Helming, ZALF
Dr. Gerhard Justinger, BMEL
Stephanie Kätsch, Thünen-Institut
Dr. Hella Kehlenbeck, JKI
Dr. Melanie Kröger, Zentrum Technik und
Gesellschaft
Ralf Kreimeier
Sönke Lulies, FNR
Stefan Majer, DBFZ
Eva Meier, Thünen-Institut
Dr. Cornelia C Metges, FBN
Dr. Ulrich Meyer
Dr. Andreas Meyer-Aurich, ATB
Jennifer Nagel, FH Eberswalde
Dr. Michaela Nürnberg, Senat

Katharina Oehlschläger, FH Eberswalde
Dr. Kerstin Panten, JKI
Dr. Hans M. Paulsen, Thünen-Institut
Dr. Aranka Podhora, ZALF
Prof. Annette Prochnow, ATB
Axel Rathjen, MRI
Anne Rödl, Thünen-Institut
Dr. Dietmar Röthgen, JKI
Achim Sander, Entera Umweltplanung
Dr. Susanne Schroetter, JKI
Maximilian Schüler, Thünen-Institut
Dr. Ute Schultheiß, KTBL
Dr. Heinz Stichnothe, Thünen-Institut
Dr. Antje Töpfer, Senat
Sylvia Warnecke, Thünen-Institut
Dr. Sebastian Wulf, KTBL

Inhalt

Mitglieder der Senatsarbeitsgruppe Nachhaltigkeitsbewertung	2
Teilnehmer des Workshops	2
Strategien für die Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme	4
Nachhaltige Entwicklung messen Ein Überblick	6
Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft Gegenüberstellung verschiedener Bewertungssysteme	14
Nachhaltigkeitsbewertung von landwirtschaftlichen Szenarien Ein Fallbeispiel aus Brandenburg für 2025	20
Heute die Zukunft nachhaltig gestalten Das europäische Impact Assessment-Verfahren von Politikstrategien	26
Nachhaltige Biomassebereitstellung Entwicklung eines Meta-Standards für die Bewertung der Rohstoff- bereitstellung für die stoffliche Biomassenutzung	32
Treibhausgasbilanzierung des deutschen Agrarsektors Ableitung kumulierter Produktbelastungen	38
Modell und Realität Erfahrungen zur Berechnung von Treibhausgasemissionen aus der Milch- viehhaltung auf Basis von Daten ökologischer und konventioneller Betriebe	44
Unter die Lupe genommen Möglichkeiten und Grenzen von Methoden der Ökobilanzierung für die Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme	50
Bewertung von Bioenergiesystemen Entwicklung regionalisierter Ökobilanzierung	56
Der Senat	62



Strategien für die Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme

Die Entwicklung nachhaltiger landwirtschaftlicher Systeme ergibt sich aus der Notwendigkeit, neben der Nahrungsmittelerzeugung für eine rasch wachsende Bevölkerung die Energie- und Rohstoffeffizienz in der Produktion zu verbessern, und gleichzeitig eine Vielzahl von Ökosystemleistungen sowie soziale, kulturelle und ökonomische Leistungen bereitzustellen. Diese zum Teil widersprüchlichen Anforderungen müssen messbar gemacht, gegeneinander abgewogen und Kompromissen zugeführt werden. Die Nachhaltigkeitsbewertung kann Hinweise darauf geben, wie die landwirtschaftliche Produktion unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten verbessert werden kann.

Trotz jahrelanger Diskussion über Indikatoren und Strategien zur Umsetzung einer nachhaltigen Landwirtschaft ist der Weg noch lange nicht abgeschlossen. Es geht um einen Diskurs verschiedener gesellschaftlicher Anforderungen an die Landwirtschaft und um die Möglichkeiten, die sich aus den sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen und der Interaktion von Landwirtschaft und Umwelt ergeben. Der Fokus ändert

sich über die Zeit. Während in den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts die Auswirkungen der Landwirtschaft auf Stoffausträge sowie Biotope und Biozönosen im Vordergrund standen, wird die Diskussion heute stark durch Fragen der Bereitstellung von Nahrungsmitteln und Energieträgern sowie der Klimawirkung landwirtschaftlicher Produktion bestimmt. Darüber hinaus spielen ethische und gesundheitliche Fragen in der Tierhaltung und ästhetische Fragen zum Landschaftsbild wie auch die multifunktionale Nutzung der Landschaft für Landwirtschaft, Erholung und Tourismus eine wichtige Rolle. Viele der Leistungen der Landwirtschaft werden dabei nicht auf der Ebene des einzelnen Betriebes erbracht, sondern werden erst im Landschaftskontext wirksam. Dies betrifft sowohl Umweltwirkungen wie die Nährstoffbelastung von Fließgewässern als auch sozio-kulturelle Aspekte wie die Eignung von Agrarlandschaften für die Naherholung. Auch externe Effekte wie mögliche Auswirkungen verstärkter Bioenergieproduktion in Deutschland auf Anbauentscheidungen in Drittländern sind angesichts globaler Märkte nachhaltigkeitsrelevant. Nachhaltigkeitseffekte spielen sich daher gleichzeitig auf verschiedenen Raum- und Zeitskalen ab.

Die vielfältigen, multifunktionalen Leistungen der Landwirtschaft müssen definiert, messbar gemacht und den Anforderungen an die Landwirtschaft gegenübergestellt werden. Hierzu entsteht national und international eine Vielzahl von Ansätzen zur Nachhaltigkeitsbewertung, die sich sowohl in ihrer Methodik als auch ihrem Einsatzzweck unterscheiden. Die Entwicklung ist weltweit im Fluss, und eine zufriedenstel-

lende Systematik existiert noch nicht. Dieses Heft gibt einen Überblick über einige wichtige, derzeit in den Senatsforschungseinrichtungen entwickelte Verfahren. Sie lassen sich nach Einsatzzweck unterscheiden:

Betriebliche Bewertungssysteme

sollen die Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe aufzeigen und Handlungsempfehlungen für Betriebsleiter geben, wie sie den Betrieb nachhaltiger gestalten können. Solche Ansätze ermöglichen auch eine Zertifizierung von Betrieben, die zur Verbraucheraufklärung beitragen, Absatzwege sichern und die Zukunftsfähigkeit des Betriebs darstellen können.

Wertschöpfungskettenbezogene Bewertungssysteme

dienen dem Zweck, Handlungsoptionen für spezifische Wertschöpfungsketten aufzuzeigen bzw. verschiedene Prozesse zu vergleichen, die zur Herstellung eines Produktes geeignet sind. Die Methodik lehnt sich an der LCA (Life Cycle Assessment) Methodik an und es wird die gesamte Wertschöpfungskette analysiert. Vor- und nachbetriebliche Prozesse gehören dazu. Allerdings werden meist fallspezifisch nur bestimmte Umweltwirkungskategorien wie Treibhausgasemissionen, Energieeffizienz oder Wasserverbrauch betrachtet.

Politikfolgenabschätzung

ist ein wichtiges Instrument zur vorausschauenden Überprüfung gezielter Eingriffe in Märkte durch Regulation. Neben den gewünschten Hauptwirkungen treten bei Regulierungen im Bereich Landwirtschaft eine Reihe unbeabsichtigte, mehr oder weniger gewünschte

Nebenwirkungen auf. Diese unbeabsichtigten Wirkungen im Vorhinein einzukalkulieren und eine optimale Mischung an Effekten zu erreichen, ist eine große Herausforderung. Bewertungssysteme für die Politikfolgenabschätzung bilden in der Regel das Verhalten von Landwirten als Reaktion sich ändernder politischer Rahmenbedingungen ab. Daraus werden wiederum Auswirkungen auf Erträge, betriebswirtschaftliche Faktoren, Ökosystemleistungen und soziale Aspekte wie Verteilung, Arbeitsplätze, Landschaftsästhetik abgeschätzt. Ein Vergleich alternativer Handlungsoptionen bietet dann eine wissenschaftsbasierte Grundlage für Entscheidungssträger.

Das Aufgabenfeld der Nachhaltigkeitsbewertung erfährt zunehmende Beachtung in der Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Je nach Einsatzzweck haben sich bereits verschiedene Bewertungssysteme ausdifferenziert, beispielsweise hinsichtlich der Kriterien und Indikatoren, der Methoden und der Datengrundlagen. So können Nachhaltigkeitsaspekte räumlich präzisiert, Unsicherheiten berücksichtigt und verbesserte Indikatoren eingesetzt werden. Diese fachlichen Aspekte müssen in jedem Falle in einen gesellschaftlichen Diskurs über die Ziele einer nachhaltigen Entwicklung eingebettet werden, der kontinuierlich läuft und alle gesellschaftlichen Gruppen einschließt. Das vorliegende Heft ist gemacht, um einen ersten Überblick zu geben und dadurch diesen Diskurs fachlich zu unterstützen.

Dr. Katharina Helming,
Dr. Andreas Meyer-Aurich
Sprecher der Senatsarbeitsgruppe
„Nachhaltigkeitsbewertung“



Nachhaltige Entwicklung messen Ein Überblick

Der Brundtland-Bericht mit dem Titel „Unsere gemeinsame Zukunft“ („Our Common Future“) ist im Jahr 1987 von der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen veröffentlicht worden. Die Veröffentlichung des Brundtland-Berichts gilt als der Beginn des weltweiten Diskurses über Nachhaltigkeit bzw. nachhaltige Entwicklung.

Nachhaltige Entwicklung definierte die Kommission in ihrem Bericht auf zwei Arten, zum einen im Sinne der Generationengerechtigkeit und zum anderen als Forderung für eine ganzheitliche Verhaltensänderung:

1. „Dauerhafte Entwicklung ist Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen

ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“

2. „Im Wesentlichen ist dauerhafte Entwicklung ein Wandlungsprozess, in dem die Nutzung von Ressourcen, das Ziel von Investitionen, die Richtung technologischer Entwicklung und institutioneller Wandel miteinander harmonisieren und das derzeitige und künftige Potential vergrößern, menschliche Bedürfnisse und Wünsche zu erfüllen.“

Die erste Definition ist weltweit weitgehend akzeptiert, jedoch beantwortet diese Definition nicht die zentrale Frage: **Was soll nachhaltig erhalten werden, für wen, wo und für wie lange?** Die Beantwortung dieser Frage ist kontextspezifisch und ist abhängig vom räumlichen und zeitlichen Rahmen sowie dem kulturellen Wertesystem.

Ursprünglich wurde Nachhaltige Entwicklung anhand von drei Dimensionen: Auswirkungen auf die Umwelt, die Gesellschaft und die Wirtschaft beschrieben. In den letzten Jahren wurde diese Sichtweise um eine weitere Dimension, die Good Governance erweitert. Good Governance (gute Regierungsführung) beinhaltet gutes Regierungs- und auch Verwaltungshandeln einschließlich einer guten Haushalts- bzw. Mittel-Bewirtschaftung einer politisch-gesellschaftlichen Einheit wie Staat oder Gemeinde. Im Gegensatz zur guten Regierungsführung herrschen bei schlechter Regierungsführung kaum oder gar keine Transparenz, Partizipation oder Rechtsstaatlichkeit vor und Korruption ist weitverbreitet. Korruption wird als eines der wesentlichen Hindernisse für eine nachhaltige Entwicklung angesehen. Good governance impliziert die Beteiligung

gibt eine Vielzahl von Bewertungsansätzen, die auf unterschiedlichen theoretischen oder konzeptionellen Ansätzen beruhen. Einige Bewertungsansätze sind in sich geschlossen, andere können miteinander zu einem Nachhaltigkeitsbewertungsschema zusammengefügt werden. Ziel der folgenden Aufzählung ist es, relevante Ansätze für die Nachhaltigkeitsbewertung zu zeigen, allerdings muss die Aufzählung in Anbetracht der Vielzahl und ständig neuer bzw. erweiterter Ansätze unvollständig bleiben.

Einfache - und komplexe Indikatorsysteme

Dabei werden relevante Systemvariablen erfasst. Indikatoren, auch Zustandsgrößen, Parameter oder Prüfkriterien genannt, können auf statistischen Erhebungen beruhen, aufgrund von konzeptionellen Ansätzen modelliert werden oder auch direkt messbar sein. Wichtig ist dabei, dass die Indikatoren methodisch abgesichert sind, dem wissenschaftlichen Erkenntnisstand entsprechen und vorzugsweise benutzerfreundlich sowie relevant für Entscheidungsträger sind. Indikatoren werden häufig auch in Prinzip-Kriterium-Indikator-Systemen und Zertifizierungssystemen verwendet. Die Nutzung von Indikatorsystemen ist oft wesentlicher Bestandteil der folgenden Methoden.

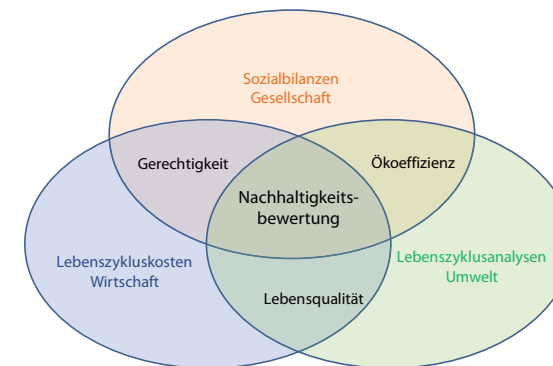


Abbildung 1: Nachhaltigkeitsbewertung

aller relevanter, gesellschaftlicher Gruppen in Entscheidungsprozesse, die den Rahmen für gesellschaftliches und wirtschaftliches Handeln definieren. Aufgrund der Multi-Dimensionalität von Nachhaltigkeit bzw. nachhaltiger Entwicklung gibt es nicht die eine Methode, diese zu messen und zu bewerten. Es

Umweltverträglichkeit und Sozialverträglichkeit (Instrumente der Planung öffentliche Hand)

Diese Ansätze werden insbesondere auf lokaler Ebene im Zusammenhang mit Genehmigungsverfahren eingesetzt,

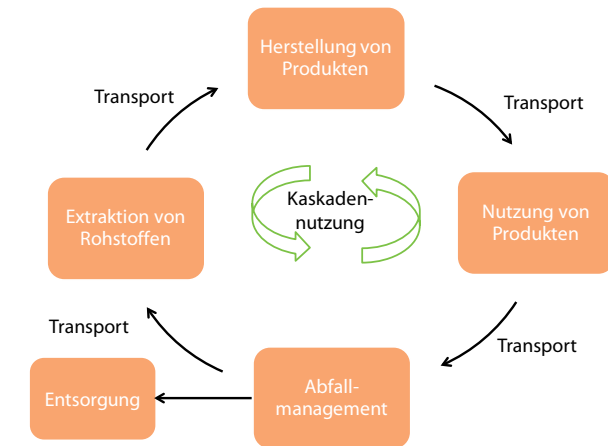


Abbildung 2: Lebenszyklusanalyse - Von der Wiege bis zur Bahre

teilweise zusammen mit Risikobewertung oder Gute-Praxis Managementvorgaben. Oft werden dabei die Auswirkungen eines Projektes, z. B. der Bau einer Anlage, gegenüber dem Status-quo untersucht.

Ökobilanzen und Nachhaltigkeitsbewertung

Die Ökobilanz ist eine systematische Analyse der Umweltwirkungen von Prozessen und Produkten während des gesamten Lebensweges (von der Wiege bis zur Bahre) oder bis zu einem bestimmten Verarbeitungspunkt (von der Wiege bis zum Feldrand). Dabei werden sämtliche Umweltauswirkungen während der Produktion, der Nutzungsphase und der Entsorgung sowie der damit verbundenen vor- und nachgeschalteten Prozesse erfasst. Es gibt zwei konzeptionell unterschiedliche Ansätze, den attributiven und den veränderungsorientierten (consequential) Ansatz.

In den letzten Jahren sind ausgehend vom Lebensweg-Ansatz auch ökonomische

(Life-Cycle-Cost-Assessment) und soziale (Social-Life-Cycle-Assessment) Aspekte mit berücksichtigt und zu einem Nachhaltigkeitsbewertungssystem (Life-Cycle Sustainability-Assessment) zusammengefasst worden.

Triple Bottom Line (TBL)

Im TBL-Ansatz wird nachhaltige Entwicklung in drei Säulen/Aspekte ökologisch, sozial und ökonomisch unterteilt und für

jede der Säulen werden einzelne Indikatoren definiert. Somit folgt TBL dem Konzept der weichen Nachhaltigkeit, dem die vollständige Substituierbarkeit der drei Aspekte zugrunde liegt; der TBL-Ansatz kann mit dem Bestandserhaltungsansatz durch Definition einer Basislinie gekoppelt werden. Er kann sowohl für lokale, betriebliche aber auch nationale bzw. globale Fragestellungen angewandt werden. Allerdings können durch die aggregierte Betrachtung der Teilaspekte keine Aussagen über Zielkonflikte und nicht nachhaltige Entwicklung auf Gesamtsystemebene getroffen werden.

Prinzip – Kriterium – Indikator

Der Ansatz ist hierarchisch und formuliert ein übergeordnetes Ziel oder Prinzip, das anhand von Kriterien näher beschrieben wird. Diese können durch Indikatoren evaluiert werden. Dieser Ansatz wird häufig für Zertifizierungssysteme aber auch für verschiedene Nachhaltigkeitsbewertungssysteme eingesetzt. Dabei sind die Kriterien weitgehend unabhängig vom Bewertungssystem

DPSIR-Modell

beschreibt eine kausale Kette von Einflussgrößen:

Driving forces (Treibende Kräfte):

sind Bereiche öffentlichen Lebens, deren Prozesse Druck auf die Umwelt ausüben können, beispielsweise Wirtschaftssektoren, Konsum privater und öffentlicher Haushalte.

Pressures (Belastungen):

sind die resultierenden Umweltbelastungen, beispielsweise durch Emissionen in Luft und Wasser oder Flächenversiegelung.

State (Zustand):

ist der Zustand eines Umweltkompartiments, das den Belastungen ausgesetzt ist, beispielsweise Veränderungen der Erdatmosphäre oder des Bodens.

Impacts (Auswirkungen):

ist die spezifische Wirkung durch die Umweltbelastung, beispielsweise Treibhauseffekt oder Bodenversauerung.

Responses (Reaktionen):

ist die gesellschaftliche Reaktion auf Umweltbelastung, beispielsweise Umweltforschung, Verbesserung von Produktionsprozessen oder Umweltgesetzgebung.

tem, während die Indikatoren abhängig vom Prinzip, den Systemgrenzen und den verfügbaren Daten sowie dem Ort der Anwendung variieren können. Die verwendeten Indikatoren sollen dabei die relevanten Aspekte der Kriterien abdecken, reproduzierbar, eindeutig, gut messbar und hinreichend empfindlich sein.

Driver-Pressure-State-Impact-Response

Driving forces, Pressures, States, Impacts and Responses (DPSIR) ist ein Modell zur Darstellung von Umweltbelastungen und Umweltschutzmaßnahmen und wurde ursprünglich von der OECD als pressure-state-response-Ansatz entwickelt und von der Europäischen Umweltagentur (EEA) für die nationale Umweltberichterstattung und die Überprüfbarkeit neuer Umweltgesetzgebungen in den 90 er Jahren erweitert.

Der Ansatz und die gewählten Indikatoren sind allgemein anerkannt; die In-

dikatoren werden unter anderem in 34 OECD-Ländern regelmäßig erfasst und sind daher für die Quantifizierung von Trends in diesen Ländern sehr wertvoll. Allerdings können diese Trends nicht auf die weltweite Entwicklung übertragen werden. Die lineare Betrachtung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen führt dazu, dass komplexe Mensch-Umwelt-Wechselwirkungen übersehen werden, außerdem bleibt die natürliche Variabilität unberücksichtigt. Diese Kritik ist gerechtfertigt, trifft jedoch auch auf die meisten anderen Bewertungsansätze zu.

Buchhalterische Ansätze

Integrierte Umweltökonomische Gesamtrechnung (UGR)

Die UGR wird auf Basis verschiedener Statistiken erstellt. Grundlage für die Berechnungen bilden die monetären und physischen Input-Output-Tabellen. Die monetäre Input-Output-Tabelle (MIOT) stellt Aufkommen und Verwendung von Gütern wertmäßig dar. Die physische

Input-Output-Tabelle (PIOT) bildet die Werte der MIOT mengenmäßig ab und zeigt zusätzlich die von der Umwelt zum wirtschaftlichen System fließenden „Inputs“ wie Rohstoffe, Wasser, Sauerstoff etc. und umgekehrt die „Outputs“, die von der Wirtschaft an die Umwelt abgegeben werden wie Luftemissionen, Abfall, Abwasser u. a. auf. Mit der UGR werden die Wechselwirkungen innerhalb einer Volkswirtschaft abgebildet. Dies entspricht einem territorialen Ansatz, wobei alle Material- und Energieströme sowie Emissionen, die durch importierte Güter entstehen, außerhalb des Betrachtungsrahmens liegen.

Die Bundesregierung hat im April 2002 die nationale Strategie für die nachhaltige Entwicklung „Perspektiven für Deutschland“ veröffentlicht. Das Kernstück dieser Strategie sind 21 Indikatoren, die näher in Betracht gezogen werden, damit die Zielerreichung zur Nachhaltigkeit messbar wird. Dabei bildet die UGR eine wichtige Grundlage für eine integrierte Nachhaltigkeitspolitik. Ziel der UGR als zentraler Bestandteil der vom Statistischen Bundesamt (StBA) angestrebten umweltökonomischen Berichterstattung in der Bundesrepublik Deutschland ist ein umfassendes Rechenwerk mit der wesentlichen Aufgabe einer statistischen Darstellung der Wechselbeziehungen zwischen Wirtschaft und Umwelt sowie des Umweltzustandes selbst. Die Konzeption steht in engem Zusammenhang mit dem weiteren Ausbau der Umweltstatistik sowie der Entwicklung eines Systems einer Integrierten Umwelt- und ökonomischen Gesamtrechnung (System of Integrated Environmental and Economic Accounting (SEEA)). Das SEEA soll als we-

sentliches Element in die UGR integriert werden.

Konsum-orientierter Ansatz

Basis für die Berechnung sind ebenfalls Statistiken und Input-output-Tabellen. Bei der konsum-orientierten Betrachtung ist allerdings nicht die Auswirkung der nationalen Emissionen der Untersuchungsgegenstand, sondern die Auswirkungen des nationalen Konsums. Im Gegensatz zur UGR werden daher bei der konsum-orientierten Betrachtung Importe berücksichtigt, aber keine Exporte oder anders ausgedrückt: Konsum = (Produktion + Importe – Exporte).

UGR und der konsum-orientierte Ansatz sind komplementär. Letzterer wurde insbesondere für die Betrachtung von Treibhausgasen verwendet, um „Carbon leakage“ aufgrund ausgelagerter Produktion und somit die Verantwortlichkeit von Nationen zum Klimawandel besser zu verstehen.

Managementsysteme

In Managementsystemen werden die Auswirkungen von Aktivitäten mit denen der „Besten verfügbaren Techniken“ (BVT) bzw. der „Guten landwirtschaftlichen Praxis“ verglichen. Auf diese Weise können Verbesserungsmöglichkeiten in Relation zum jeweiligen evaluierten Wissensstand identifiziert werden. Die zugrunde liegende Idee ist, dass die Verwendung der besten Technik und mit BVT hergestellten Materialien zu den derzeit nachhaltigsten Produkten führt.

Röckström und Koautoren haben in einer vielbeachteten Veröffentlichung mit einem Resilienzansatz das System Erde untersucht und daraus einen Handlungs-

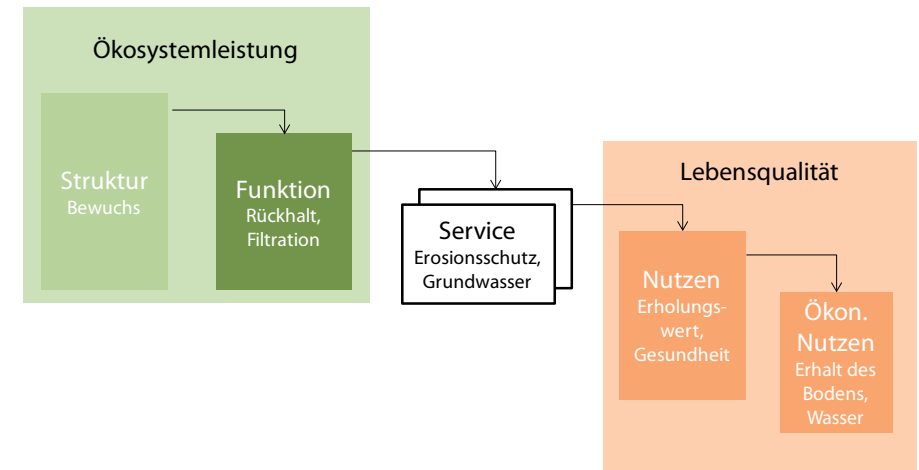


Abbildung 3: Ökosystemleistungen und Nutzen für die Gesellschaft

rahmen für Aktivitäten der Menschheit (safe operating space for humanity) abgeleitet. Die Autoren schlussfolgern, dass die Menschheit bereits in drei Bereichen die Kapazitätsgrenzen der Erde überschritten hat: Verlust biologischer Vielfalt, Treibhausgase, Freisetzung reaktiver Stickstoffspezies in aquatische und terrestrische Systeme. Das Weltwirtschaftsforum folgert unter anderem daraus, dass der Untersuchung der Wechselwirkungen von ökologischen und sozioökonomischen Systemfunktionen, die das menschliche Leben auf der Erde ermöglichen, bei der Nachhaltigkeitsbewertung eine besondere Bedeutung zukommt. Aus diesem Grund werden im Folgenden zwei weitere Ansätze beschrieben, die für die Untersuchung von Systemwechselwirkungen, als wesentlicher Bestandteil der Nachhaltigkeitsbewertung, in besonderem Maße geeignet sind.

Ökosystemleistungen

Das TBL-Konzept wurde vorwiegend in den 90er Jahren entwickelt und beruht

auf der Annahme der vollständigen Substituierbarkeit von ökonomischen, sozialen und ökologischen Aspekten. Im Millennium Ecosystem Assessment (MEA) wurde der TBL-Ansatz zu einem Rahmenkonzept weiter entwickelt. MEA benutzt den Ökosystemservice als Basis für das Erfassen, Analysieren und Verstehen von Effekten aufgrund von Umweltwirkungsänderungen auf Ökosysteme und das menschliche Wohlbefinden. Die Ökosystemleistungen werden dabei wie folgt kategorisiert:

- **Unterstützende Dienstleistungen:** ökosystemare Dienstleistungen, die auf Bodenbildung, Nährstoffkreislauf und Erhaltung der genetischen Vielfalt beruhen
- **Bereitstellende Dienstleistungen:** Bereitstellung von Nahrung, Wasser, Baumaterial (Holz), Fasern, Rohstoffen für Arzneimittel
- **Regulierende Dienstleistungen:** Regulierung von Klima, Überflutungen, Krankheiten, Wasserqualität, Abfallbeseitigung, Bestäubung

- Kulturelle Dienstleistungen: ökosystemare Dienstleistungen, die Erholung, Naturtourismus, ästhetisches Vergnügen und spirituelle Erfüllung fördern

Dieser Ansatz folgt einer inhärenten Logik und erfasst alle essentiellen Komponenten von Ökosystemen, definiert die Wechselwirkungen zwischen den Komponenten, gewichtet die Komponenten und berücksichtigt sowohl räumliche als auch zeitliche Skalen. Allerdings bleiben eine Reihe von Fragen, z. B. welches sind die geeignetsten ökonomischen und sozialen Evaluierungsmethoden für Ökosystemleistungen? Welche sind die geeigneten Indikatoren für die Kapazität von Ökosystemleistungen und welches ist das noch nachhaltige Nutzungsniveau?

Resilienz- und kapazitäts-orientierte Ansätze

Der Begriff der ökologischen Resilienz bezeichnet in der Ökosystemtheorie die Fähigkeit eines Ökosystems angesichts von ökologischen Störungen seine grundlegende Organisationsweise zu erhalten, anstatt in einen qualitativ anderen Systemzustand überzugehen.

Obwohl ökologische Resilienz schon in den 70er Jahren als Konzept in die Ökologie eingeführt wurde, ist es nach wie vor ein Ansatz, der sich in der Entwicklung befindet. Seit den frühen 2000er Jahren wird die Resilienz von Ökosystemen zunehmend mit sozialen Ansätzen gekoppelt. Das anfängliche Resilienzkonzept beruhte auf dem Gedanken des „ökologischen Gleichgewichts“. Heute geht man jedoch eher von dynamischen Systemen aus, die verschiedene Zustände in einem komplexen Fließgleichgewicht einnehmen können. Der Fokus der Resili-

enz-Ansätze richtet sich zunehmend auf kulturökosystem-relevante Fragen, z. B. wie sind menschliche Aktivitäten, die zum Klimawandel beitragen in Hinblick auf Kulturökosysteme, die vom Klimawandel und den daraus resultierenden gravierenden Störungen betroffen sind, zu bewerten? Somit ist der Resilienzansatz ähnlich dem der Ökosystemleistungen und wirft auch ähnliche Fragen auf, z. B. welcher Systemzustand ist erhaltenswert? Die Beantwortung dieser Frage ist nicht nur vom Ökosystemzustand abhängig, sondern auch vom zugrunde liegenden kulturellen Wertesystem.

Die Erfassung von Daten zur Quantifizierung von nachhaltigkeitsrelevanten Aspekten ist elementar, aber allein nicht ausreichend. Ein verbessertes Verständnis über die langfristigen Auswirkungen menschlichen Verhaltens ist erforderlich, um notwendige Veränderungen in der betrieblichen Praxis und im Konsumverhalten zu induzieren. Daher muss die Erfassung und Bewertung von nachhaltiger Entwicklung als Bestandteil eines iterativen Prozesses verstanden werden. Dieser besteht aus: Erkenntnisse gewinnen, Ziele im gesellschaftlichen Dialog definieren sowie adäquate Handlungen ableiten und diese umsetzen.



Dr. Heinz Stichnothe

Thünen-Institut für Agrartechnologie,
Braunschweig
heinz.stichnothe@ti.bund.de





Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft

Gegenüberstellung verschiedener Bewertungssysteme

Auf nationaler und internationaler Ebene wird seit einigen Jahren an einer Vielzahl von Ansätzen zur Bewertung der Nachhaltigkeit auf einzelbetrieblicher Ebene und auch für ganze Wertschöpfungsketten gearbeitet. Ziel ist es, Betriebe hinsichtlich der Auswirkungen der landwirtschaftlichen Produktion auf Umwelt, Ökonomie und Soziales zu prüfen und zu bewerten.

Maßnahmenorientierte Nachhaltigkeitsanalyse

RISE (Response-Inducing Sustainability Evaluation) ist eine Methode zur ganzheitlichen Beurteilung der Nachhaltigkeit von Landwirtschaftsbetrieben. Mit RISE steht dem Lebensmittelsektor und den Landwirten ein einfaches und kostengünstiges Managementsystem zur Verfügung, das weltweit anwendbar ist. RISE setzt auf die Zusammenarbeit mit

den Landwirten, insbesondere durch Beratung bzw. strategische Betriebsbegleitung und ist explizit nicht für eine Kontrolle der Produktqualität oder eine Zertifizierung ausgelegt.

In der Version RISE 2.0 werden zehn Indikatoren aus unterschiedlich gewichteten Parametern berechnet (Tab. 1). Durch regionale Anpassungsmöglichkeiten und eine benutzerfreundliche Software ist RISE 2.0 flexibel einsetzbar. Die Datenerfassung erfolgt weitgehend im Gespräch mit dem Betriebsleiter oder durch vorhandene Aufzeichnungen auf dem Betrieb sowie bei Behörden. Die ausgewerteten Daten werden u. a. mittels einer Polygon-Grafik dargestellt (Abb. 1).

Tabelle 1: Indikatoren und Parameter der Nachhaltigkeitsbewertung - RISE 2.0 (Grenz 2012)

Indikator	Parameter
Bodennutzung	Bodenmanagement, Produktivität Pflanze, Humusversorgung, Bodenreaktion, Bodenverschmutzung, Bodenerosion, Bodenverdichtung
Tierhaltung	Herdenmanagement, Produktivität Tierproduktion, Möglichkeit zu artgerechtem Verhalten, Lebensbedingungen, Tiergesundheit
Nährstoffkreisläufe	N-, P-Bilanz, N-, P-Eigenversorgungsgrad, NH ₃ -Emissionen, Abfallwirtschaft
Wassernutzung	Wassermanagement, Wasserversorgung, Wassernutzungsintensität, Risiken für die Wasserqualität
Energie und Klima	Energiemanagement, Energieintensität der Agrarproduktion, Anteil nachhaltig erzeugter erneuerbarer Energie, Treibhausgasemissionen
Biodiversität und Pflanzenschutz	Pflanzenschutzmanagement, Ökologische Vorrangflächen, Intensität landwirtschaftlicher Produktion, Landschaftsqualität, Vielfalt Agrarproduktion
Arbeitsbedingungen	Personalmanagement, Arbeitszeiten, Arbeitssicherheit, Lohn- und Einkommensniveau
Lebensqualität	Beruf und Ausbildung, Finanzielle Situation, Soziale Beziehungen, Persönliche Freiheit und Werte, Gesundheit
Wirtschaftliche Lebensfähigkeit	Liquiditätsreserve, Verschuldungsfaktor, Wirtschaftliche Verletzbarkeit, Existenzsicherung Haushalt, Cashflow-Umsatzrate, Ausschöpfung Kapitaldienstgrenze
Betriebsführung	Unternehmensstrategie und Betriebsplanung, Versorgungs- und Ertragsstabilität, Planungsinstrumente und Dokumentation, Qualitätsmanagement, Betriebliche Kooperation

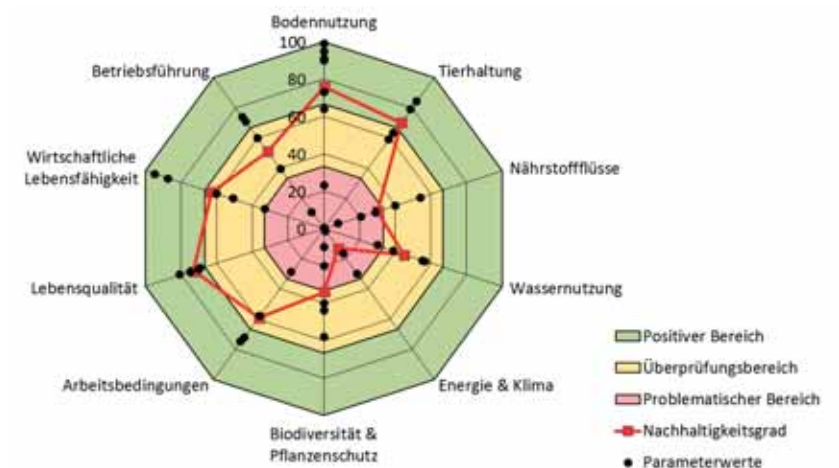


Abbildung 1: Exemplarisches RISE-Nachhaltigkeitspolygon Version 2.0 (Grenz 2012)

Internationale SAFA-Leitlinien der Weltgesundheitsorganisation (FAO)

Die FAO hat die sogenannten SAFA-Leitlinien (Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems) unter Beteiligung von Akteuren aus dem Agrar- und Lebensmittelbereich zur Nachhaltigkeitsbewertung entwickelt (FAO 2013). Die Nachhaltigkeit wird durch vier Dimensionen charakterisiert:

- Gute Betriebsführung
- Unversehrtheit der Natur
- Ökonomische Belastbarkeit
- Soziales Wohlbefinden

Die Leitlinien nennen innerhalb dieser Dimensionen ca. 60 Ziele, an denen sich Firmen der Agrar- und Ernährungsbranche messen sollen. Die praktische Anwendbarkeit der SAFA-Leitlinien wurde bis 2013 weltweit in verschiedenen Pilotanwendungen getestet und die Erfahrungen zur Überarbeitung der Leitlinien genutzt. Inzwischen liegt die Version 3.0 vor und ein neues SAFA IT-Tool wird entwickelt. Es wird davon ausgegangen, dass Anbieter von Nachhaltigkeitsdienstleistungen ihre Angebote an den Vorgaben der SAFA-Leitlinien ausrichten werden.

Um die SAFA-Ziele zu erreichen, ist es notwendig, kontextspezifische Indikatorensets und Bewertungsansätze zu definieren. Vor diesem Hintergrund wurde vom Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) SMART (Sustainability Monitoring and Assessment Routine) entwickelt. Es stellt eine Operationalisierung von SAFA dar, nutzt die Dimensionen, Themen, Unterthemen und die dazugehörigen Zielformulierungen und beinhaltet einen großen Katalog an Indikatoren sowie Bewertungspro-

zeduren. Nach der Pilotphase 2012 und 2013 wird SMART als Dienstleistung für Unternehmen und landwirtschaftliche Betriebe angewendet. Bis Ende 2015 soll das SMART-Farm Tool auf etwa 2000 Betrieben – europäisch, weltweit – eingesetzt werden (www.fibl.org/de/themen/SMART).

Ausblick

Die Nachhaltigkeitsbewertung im Agrarsektor wird mit zunehmender Orientierung auf die großen gesellschaftlichen Herausforderungen weiter an Bedeutung gewinnen. Fachlich fundierte und anerkannte Bewertungssysteme versetzen die Akteure in der Agrar- und Lebensmittelproduktion in die Lage, auf einer wissensbasierten Grundlage „nachhaltig“ zu handeln. Wünschenswert ist eine breitere Anwendung dieser Systeme in der Praxis.

Vorliegende Bewertungssysteme werden derzeit nicht auf Kompatibilität mit den SAFA-Leitlinien geprüft. Es gibt kein Verfahren zur Akkreditierung bzw. Überprüfung der SAFA-Kompatibilität, diesen Anspruch haben die SAFA-Leitlinien nicht.



**Dr. Ute Schultheiß, Rita Zapf,
Dr. Sebastian Wulf**

Kuratorium für Technik und Bauwesen
in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt
u.schultheiss@ktbl.de

literatur

Breitschuh G, Eckert H, Matthes I, Strümpfel J, Bachmann G, Herold M, Breitschuh T, Gernand U (2008) Kriteriensystem nachhaltige Landwirtschaft (KSNL). Ein Verfahren zur Nachhaltigkeitsanalyse und Bewertung von Landwirtschaftsbetrieben. KTBL-Schrift 466, KTBL, Darmstadt

Christen O, Deumelandt P, Erdle K, Packeiser M, Reinicke F, v. Daniels-Spangenberg H (2013) Nachhaltiger Ackerbau – Effizienz steigern, Image pflegen, Ressourcen schonen. DLG-Merkblatt 369, http://www.nachhaltige-landwirtschaft.info/fileadmin/downloads/pdf/dlg-merkblatt_369.pdf

FAO, Natural Resources Management and Environment Department (2013) SAFA (Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems) Draft Guidelines. Version 2.0, http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/sustainability_pathways/docs/SAFA_Guidelines_final_draft.pdf, Juli 2013

Grenz J (2012) RISE (Response Inducing Sustainability Evaluation), Version 2.0, Maßnahmenorientierte Nachhaltigkeitsanalyse der Agrarproduktion auf Betriebsebene. http://www.hafl.bfh.ch/fileadmin/docs/Forschung_Dienstleistungen/Agrarwissenschaften/Nachhaltigkeitsbeurteilung/RISE/Was_ist_RISE.pdf

Häni F, Studer C, Thalmann C, Porsche H, Stämpfli A (2008) RISE – Maßnahmenorientierte Nachhaltigkeitsanalyse landwirtschaftlicher Betriebe. KTBL-Schrift 467, KTBL, Darmstadt

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, TLL (2012) Kriteriensystem Nachhaltige Landwirtschaft. <http://www.tll.de/ainfo/pdf/ksnl0712.pdf>, Juli 2012

Zapf R, Schultheiß U, Oppermann R, van den Weghe H, Döhler H, Doluschitz R (2009) Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe – Eine vergleichende Beurteilung von Betriebsbewertungssystemen. KTBL-Schrift 473, KTBL, Darmstadt

Zapf R, Schultheiß U (2013) Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe. Fachartikel 10 S. https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/artikel/Management/Bewertungssysteme/Nachhaltigkeit-landwirtschaftlicher-Betriebe.pdf



Nachhaltigkeitsbewertung von landwirtschaftlichen Szenarien

Ein Fallbeispiel aus Brandenburg für 2025

Vor dem Hintergrund einer global zunehmenden Nachfrage nach Nahrungsmitteln, Rohstoffen und Energie erscheint eine Intensivierung der Agrarproduktion in Brandenburg wahrscheinlich. Derzeit lässt sich nicht genau sagen, wie sich wichtige Rahmenbedingungen (z. B. Preise, Verordnungen, technische Entwicklungen) entwickeln werden. Entscheidungen für eine nachhaltige Entwicklung erfordern aber schon jetzt einen vorausschauenden Überblick über mögliche ökonomische, ökologische und soziale Auswirkungen.

Warum Nachhaltigkeitsbewertung?

Politik und Verwaltung treffen in Abwägung erwarteter Vor- und Nachteile Entscheidungen, um privatwirtschaftliche Entwicklungen mit gesellschaftlichen Zielen in Einklang zu bringen. Der Wis-

senschaft kommt die Aufgabe zu, den aktuellen Erkenntnisstand über Wirkungszusammenhänge und Handlungsfolgen ständig zu erweitern und für die Entscheidungsträger verfügbar zu machen. So können Entscheidungsoptionen wissenschaftlich fundiert analysiert und miteinander verglichen werden. Die landwirtschaftliche Entwicklung ist aufgrund ihrer Bedeutung für Ernährung, Umwelt, Landschaft und ländliche Entwicklung von besonderem politischen Interesse. Das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) hat in einer Studie drei Szenarien für die brandenburgische Landwirtschaft im Jahr 2025 entwickelt und anhand einer Auswahl von ökonomischen, ökologischen und sozialen Indikatoren analysiert. Methodisch standen vier Kernaspekte der Nachhaltigkeitsbewertung im Vordergrund:

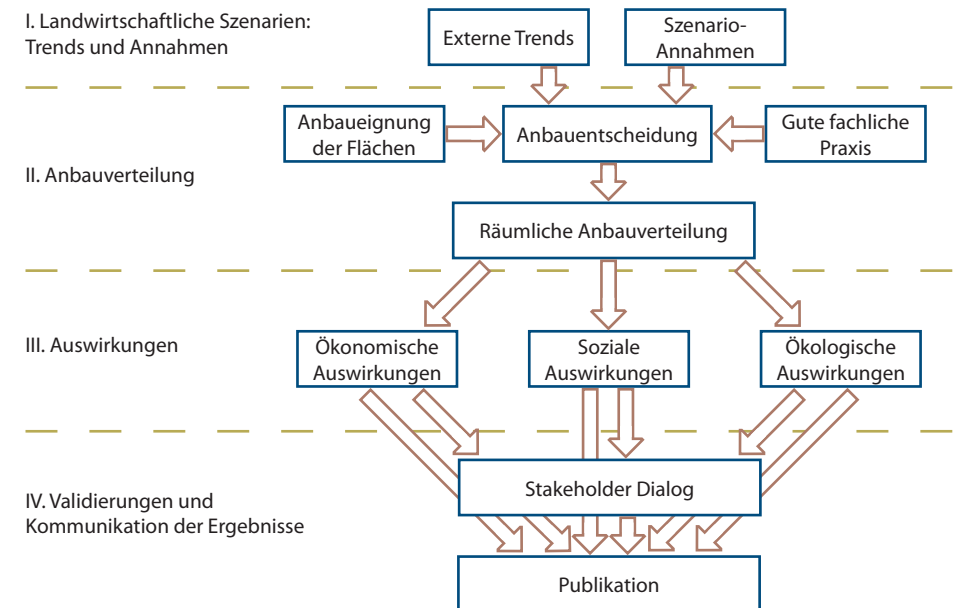


Abbildung 1: Struktur der Studie

1. Zukunftsorientierung: nur eine vorausschauende Analyse von Entwicklungsoptionen ermöglicht es Entscheidungsträgern, rechtzeitig Maßnahmen zu konzipieren.
2. Relevanz: die Auswahl der Themen für die Nachhaltigkeitsbewertung orientierte sich am Interesse von Ministerien und Behörden. Ergebnisse wurden auf entscheidungsrelevanter Ebene (Landkreise) dargestellt.
3. Integration: nachhaltige Entwicklung erfordert einen Abwägungsprozess sozialer, ökonomischer und ökologischer Themen, so dass wir diese integrierend betrachteten.
4. Fundiertheit: Alle Analysen fußen auf dem aktuellen Stand der Wissenschaft und sind entsprechend abgesichert.

Mit Extremszenarien werden unterschiedliche Entwicklungspfade illustriert

Wir untersuchten die folgenden Szenarien für das Jahr 2025:

Business As Usual: Es schreibt die heutigen Trends fort. Das Szenario beinhaltet bereits die erwarteten Änderungen im Bereich der landwirtschaftlichen Züchtung, des Klimas und der Agrarpreise.

Beregnungs-Szenario: Das Beregnungs-Szenario untersucht die Auswirkung einer flächigen Beregnung aller Weizen-, Raps-, Mais- und Zuckerrübe-Standorte in Brandenburg. Diese Kulturen werden gegenwärtig nicht bzw. in sehr geringem Umfang beregnet, insofern ist das Szenario ein Extremszenario. Die ökonomische Tragfähigkeit von Beregnung ist

bei weiterhin steigenden Produktpreisen jedoch absehbar.

Energiemais-Szenario: Im Rahmen der Energiewende und der angestrebten Erhöhung der Bioenergieproduktion sind weitere Nutzungsansprüche an die bestehenden Ackerflächen entstanden. Die für Energiezwecke genutzte Maisanbaufläche stieg in Brandenburg seit Einführung des Erneuerbare Energien Gesetzes im Jahr 2004 bereits kontinuierlich um 10.000 ha pro Jahr. Wir haben für das Szenario eine weitere Preissteigerung bei Silomais von 20 % angenommen.

Kaskadenmodell: von der Betriebsentscheidung über die Anbauverteilung zur Nachhaltigkeitswirkung in Landschaften und Landkreisen

Die Grundlage unserer Analysen bildeten Annahmen zu einer möglichen Entwicklung von Preisen und Kosten, auf denen

die ökonomisch orientierte Anbauentscheidung des einzelnen Landwirts basiert. Das sind externe Trends wie die Kosten für Betriebsmittel und die Preise für die angebauten Kulturen, ebenso die vorgestellten Szenario-Annahmen, wie die flächige Bewässerung einiger Kulturen und die besondere Preissteigerung für Energiemais.

Die Anbauentscheidung wird darüber hinaus beeinflusst durch die Standortigenschaften und deren Eignung für den Anbau bestimmter Fruchtarten sowie die Anforderungen einer guten landwirtschaftlichen Praxis. Mit Hilfe von ökonomischen Modellen wurden zunächst die Anbauanteile einzelner Fruchtarten in den 14 Flächenlandkreisen Brandenburgs berechnet. Die Anbauverteilung wurde unter Berücksichtigung von boden- und fruchtartbedingter Gewinnerwartung in eine plausible Verteilung

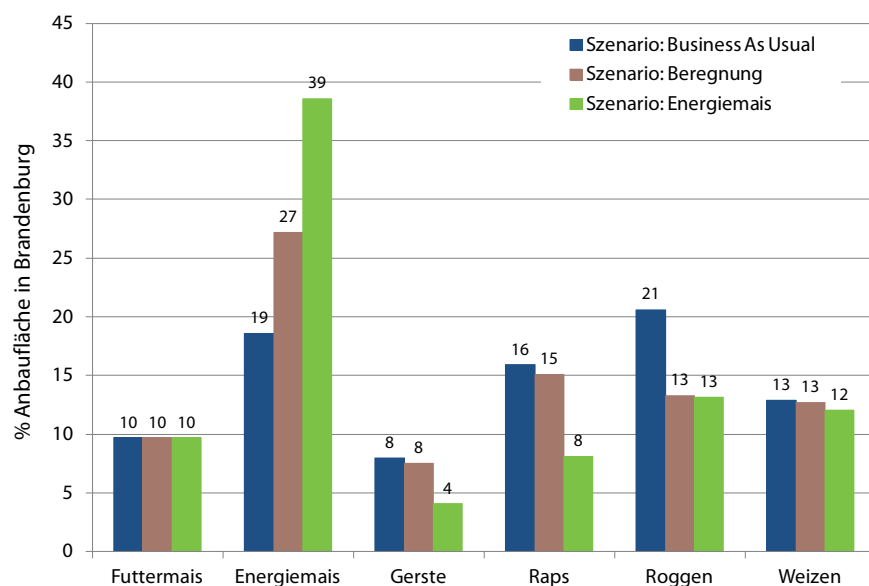


Abbildung 2: Fruchtartenanteile an der Landesackerfläche

im Hektarraster übertragen. Anschließend wurden die ökologischen, ökonomischen und sozialen Auswirkungen eingeschätzt und wiederum auf Landkreisebene zusammengefasst. Durch diesen Schritt wurden Chancen und Risiken in den einzelnen Bereichen auf Entscheidungsebene deutlich. Folgende Auswirkungen wurden analysiert:

- **Ökologische Kriterien:** Biodiversität, Bodenerosion, Auswirkung der Bewässerung auf die Grundwasserneubildung, Flächenbedarf für Gewässerrandstreifen zum Schutz der Gewässerqualität, Treibhausgasbilanzen
- **Ökonomische Kriterien:** Ertrag, Bewässerungswasserbedarf
- **Soziale Kriterien:** Landschaftsbild, Abdeckungsgrad des Elektrizitätsbedarfs für Brandenburg.

Bis zu 48 % Ertragsanstieg im Beregnungsszenario

Die Simulationsergebnisse zeigen für das Beregnungsszenario eine deutliche Steigerung und Stabilisierung der Erträge insbesondere für Silomais (durchschnittlich 43 %), Weizen und Zuckerrüben (jeweils durchschnittlich 18 % Ertragssteigerung). Variationen zwischen den Landkreisen ergaben sich durch die Bodenqualität: je höher das Ertragspotential des Bodens, umso stärker wirkt sich eine Beregnung auf den Ertrag aus. Die Ergebnisse zeigen, dass Beregnung eine attraktive Lösung für die Anpassung an den Klimawandel sein kann, sobald es ökonomisch tragfähig ist. Allerdings beträgt der Beregnungswasserbedarf bis zu 120 mm. Weil Brandenburg mit durchschnittlich 572 mm/a niederschlagsarm ist, kann das in den Szenarien benötigte Bewässerungswasser zur Knappheit an anderer Stelle (Moorvernässung,



Trinkwasserbereitstellung, Gewässergängigkeit) führen. Die berechneten Beregnungswassermengen nehmen mit 667 m³ pro Jahr durchschnittlich 20 % der jährlichen Grundwasserneubildung Brandenburgs in Anspruch. Wir schätzen es als kritisch ein, wenn der Beregnungswasserbedarf mehr als 25 % der Grundwasserneubildung ausmacht. Dies ist nach unseren Berechnungen für zwei von 14 Landkreisen der Fall. Hier müssten gegebenenfalls Regelungen für den Wasserverbrauch getroffen werden.

Fast 50 % Maisanteil im Energieszenario, 41 %

Biostrom und 3,5 Mio. Tonnen CO₂ Einsparung, aber Verlust von Biodiversität und Landschaftsästhetik, und erhöhte Aufwendungen zum Gewässerschutz.

Die Kulturartenverteilung zeigt deutliche Unterschiede zwischen den Szenarien insbesondere für den Maisanteil (Futtermais und Energiemais), der für das Energieszenario auf bis zu 49 % der Ackerfläche in Brandenburg ansteigt. Dies geht vorwiegend auf Kosten von Raps, Roggen und Gerste. Für die Simulation der Fruchtartenanteile wurden Bedingungen der guten fachlichen Praxis (Vorfruchteffekte und phytosanitäre Anforderungen) für die Fruchtfolgeward berücksichtigt. Wäre das nicht der Fall, könnten die Maisanteile eine noch stärkere Steigerung erfahren.



Die Veränderungen in den Anbauverteilungen stellen sich in den einzelnen Landkreisen unterschiedlich dar. Dies liegt im Wesentlichen an der unterschiedlichen Ausstattung der Landkreise bezüglich der Bodenqualitäten und dem Tierbestand, der sich in der entsprechenden Ackerfutterproduktion niederschlägt.

Nach Berechnungen des Energieszenarios kann mit 49 % Maisanteil an der Ackerfläche bis zu 41 % des Strombedarfs in Brandenburg aus Biomasse abgedeckt werden. Das Ergebnis wäre außerdem eine CO₂-Einsparung von bis zu 3,5 Milli-

onen Tonnen im Vergleich zu Energieproduktion aus fossilen Quellen. Allerdings ginge dies einher mit einer Verringerung der Biodiversität der Agrarlandschaft Brandenburgs, einem Verlust landschaftsästhetischer Faktoren, und einem erhöhten Erosionsrisiko. Weiterhin müssten Gewässerrandstreifen auf ca. 2 % der Ackerfläche angelegt werden, um einen wirksamen Gewässerschutz nach den Erfordernissen der Wasserrahmenrichtlinie zu erzielen.

Standörtlich bedingte Unterschiede in den Landkreisen

Ein Vergleich der Ergebnisse über die 14 Flächenlandkreise Brandenburg zeigte, dass die negativen Auswirkungen der beiden Szenarien Bewässerung und Energiemais auf Biodiversität, Boden und Wasser besonders in Landkreisen

mit mittlerem Ertragspotential erwartet werden, weil hier die Landschaftsvielfalt hoch und die Landwirtschaft bislang weniger intensiv ist. In Landkreisen mit hohem Ertragspotential wird auch jetzt schon intensiv bewirtschaftet, während in Landkreisen mit besonders geringem Ertragspotential auch in Zukunft wenig Veränderung zu erwarten ist.

Die Nachhaltigkeitsbewertung wurde mit Vertretern von Ministerien und Behörden diskutiert und liefert somit eine wichtige Grundlage für Entscheidungsträger, um zukünftige Entwicklungen in der Landwirtschaft zu unterstützen bzw. mögliche negative Auswirkungen abzupuffern.

Die Studie wurde von einer Forschergruppe des ZALF durchgeführt. Folgende Personen waren beteiligt: Dr. Cars-

ten Gutzler, Dr. Katharina Helming, Dr. Dagmar Balla, Dr. Ralph Dannowski, Dr. Detlef Deumlich, Dr. Michael Glemnitz, Dr. Andrea Knierim, Dr. Wilfried Mirschel, Dr. Claas Nendel, Dr. Caroline Paul, Dr. Stefan Sieber, Dr. Ulrich Stachow, Anja Starick, Dr. Ralph Wieland, Dr. Angelika Wurbs, Dr. Peter Zander



Dr. Katharina Helming

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V., Müncheberg
khelming@zalf.de

literatur

Gutzler C, Helming K [Hrsg.] (2013) Folgenabschätzung von Szenarien der landwirtschaftlichen Produktion in Brandenburg 2025: Feldberechnung und Energiemaisanbau. Müncheberg (Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung)

Gutzler C, Helming K, Balla D, Dannowski R, Deumlich D, Glemnitz M, Knierim A, Mirschel W, Nendel C, Paul C, Sieber S, Stachow U, Starick A, Wieland R, Wurbs A, Zander P (2014) Agricultural land use changes - a scenario-based sustainability impact assessment for Brandenburg, Germany. Ecological Indicators 48: 505-517



Heute die Zukunft nachhaltig gestalten

Das europäische Impact Assessment-Verfahren von Politikstrategien

Nachhaltige Entwicklung ist das zentrale Leitthema von lokalen, nationalen und internationalen Politikprozessen und ist heutzutage aus politischen Entscheidungen kaum wegzudenken. Wie aber kann bewertet werden, dass Politikstrategien sich auch tatsächlich an den Zielen der nachhaltigen Entwicklung ausrichten? In der Europäischen Kommission bildet die Politikfolgenabschätzung, das Impact Assessment, eine wichtige Grundlage dafür.

Die Europäische Kommission hat im Jahr 2002 das Impact Assessment als Ex-ante-Bewertungsverfahren eingeführt, das verpflichtend bei allen relevanten europäischen Politikstrategien (bspw. Richtlinien, Verordnungen, Weißbücher, Aktionspläne) durchgeführt wird. Den Referenzrahmen bildet dabei die Europäische Nachhaltigkeitsstrategie.

So werden im Impact Assessment die möglichen Auswirkungen der jeweiligen Politikstrategien auf die nachhaltige Entwicklung – Ökonomisches, Soziales und Umwelt im Gleichgewicht für heutige und künftige Generationen – integrativ und bereits vor der eigentlichen Umsetzung der jeweiligen Strategie analysiert. Das Impact Assessment-Verfahren selbst gliedert sich in sechs Schritte (Abb. 1) und umfasst den Kreislauf von Problemanalyse und Bewertung der Alternativen bis hin zum Monitoring. Zudem definieren die Impact Assessment-Leitlinien 35 nachhaltigkeitsbezogene Wirkungsbereiche: jeweils elf für Ökonomie (bspw. Eigentumsrechte; makroökonomische Auswirkungen) und soziale Aspekte (bspw. Standards und Rechte bzgl. Arbeitsqualität; Gesundheit und Sicherheit der Öffentlichkeit) sowie 13 für Umwelt (bspw. Landnutzung; Wasserqualität und

1. Benennen des Problems
2. Definieren der Zielsetzung
3. Entwickeln der Politikoptionen
4. Analyse der Folgen der Optionen
5. Vergleich der Optionen
6. Umsetzung der Politikoption (Monitoring)

Einbringen vorausschauender wissenschaftlicher Ergebnisse

Abbildung 1: Der Impact Assessment-Prozess der Europäischen Kommission

-ressourcen). Mit diesem konsequenten und umfassenden Verfahren kann die Europäische Kommission international als ein Vorreiter betrachtet werden.

Die Rolle der Wissenschaft im Impact Assessment

Grundlage des Impact Assessment sind wissenschaftliche Bewertungsansätze und Ergebnisse, beispielsweise Szenarien, Modelle, Expertenanalysen und partizipative Methoden. Besonders mit vorausschauenden Analyseansätzen spielt die Wissenschaft für die Problemanalyse (Schritt 1) sowie in der Zukunftsbewertung der Politikstrategie in den Schritten (4) „Folgenanalysen“ und (5) „Vergleich der Optionen“ eine zentrale Rolle. Daher bestehen hier umfassende Möglichkeiten, wissenschaftliche Ergebnisse in den Politikbildungsprozess einzubringen. Sie bieten den Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern in der jeweiligen Generaldirektion eine Grundlage für den Vergleich und die Auswahl der geeignetsten Strategieoption.

Im Impact Assessment-Prozess werden folglich zwei Akteursbereiche verzahnt (Abb. 2): die wissenschaftliche Seite unterstützt die Problemanalyse, entwickelt die Bewertungsinstrumente und stellt sie dem Politikbildungsprozess zur Verfügung, während die politische Seite die wissenschaftlichen Bewertungsinstrumente im Impact Assessment zur Politikbildung anwendet. Die Entwicklung solcher wissenschaftsbasierten Bewertungselemente ist derzeit noch ein neues Gebiet für die Wissenschaft, besonders



Abbildung 2: „Bridging the gap“: Forschung an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Politik



Abbildung 3: Übersicht über die Erarbeitung wissenschaftlicher Bewertungsinstrumente für europäische Politikfelder (EU-Forschungsrahmenprogramme 6 und 7) (Podhora et al. 2013)

wenn Modelle beteiligt sind. Eine umfassende Analyse der vorhandenen wissenschaftlichen Bewertungsinstrumente für den Impact Assessment-Prozess hat gezeigt, dass die Politikbereiche Umwelt, Landwirtschaft und Verkehr eine Vorreiterrolle spielen. Hier wurden auf europäischer Ebene bereits einige wissenschaftliche Analyseinstrumente für das Impact Assessment entwickelt. Dagegen liegen für die Bandbreite der über 30 weiteren europäischen Politikfelder kaum wissenschaftlich fundierte Ansätze für das Impact Assessment vor.

Trotz der Vorreiterrolle besteht auch für die Landwirtschaft als größtes Politikfeld auf europäischer Ebene erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Eine strukturierte politikrelevante Forschungsagenda für den Bereich Impact Assessment könnte dazu beitragen, die Entwicklung nachhaltiger Politikprozesse wissenschaftlich weiter zu stärken. Dabei sollten drei Leitthemen im Vordergrund stehen, die sich an den beiden Impact Assessment-Seiten orientieren: (a) Politikrelevanz der Forschungsthemen stärken, (b) Politikrelevanz der Bewertungsinstrumente stärken (c) Transfermöglichkeiten der Forschungs-

ergebnisse für eine Verbindung zwischen wissenschaftlicher und politikbildender Seite verbessern. Entscheidend ist zudem ein interdisziplinärer Ansatz in der Forschungsagenda, um die Breite der nachhaltigen Entwicklung zu integrieren und die zukunftsorientierten Ansätze des Impact Assessment optimal widerzuspiegeln.

Des Weiteren liegen Herausforderungen in den oftmals unterschiedlichen Fachbegriffen der wissenschaftlichen und politischen Seiten begründet. Eine gemeinsame Kommunikationsplattform mit einheitlichen Terminologien ist daher sinnvoll, um sowohl den allgemeinen Austausch zu verbessern, als auch die politikrelevante Ausrichtung der wissenschaftlichen Bewertungsansätze zu verbessern. Ein Beispiel hierfür bietet eine Toolbox, in der wissenschaftliche Bewertungsinstrumente gezielt für den Politikbildungsprozess präsentiert werden. Das Forschungsprojekt LIAISE (Linking Impact Assessment Instruments to Sustainability Expertise) hat mit dem LIAISE Kit eine gemeinsame Wissenschafts- und Netzwerkplattform entwickelt, die den Austausch zwischen Forschung und Politik verbessern soll. Dabei werden wissenschaftliche Bewertungsinstrumente u. a. anhand von Politikfeldern und den 35 Wirkungsbereichen des Impact Assessment-Verfahrens kategorisiert und erleichtern so die Auswahl durch die politischen Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger. Die Plattform ist über <http://www.liaise-kit.eu/> zu erreichen und präsentiert Modelle, Analysen und Expertisen zu verschiedenen Politikbereichen.

Entwicklungen auf nationaler Ebene: Die Nachhaltigkeitsprüfung in Deutschland

Das Instrument der Folgenabschätzung gewinnt international zunehmend an Bedeutung. So folgte Deutschland dem Beispiel der EU auf freiwilliger Basis und erweiterte im Jahr 2009 seine Gesetzesfolgenabschätzung aus dem Jahr 2000 um das Modul der Nachhaltigkeitsprüfung. Den inhaltlichen Maßstab für die Auswirkungen der Gesetze auf die nachhaltige Entwicklung bildet die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung. Das Bundesministerium des Innern erarbeitete eine Arbeitshilfe für die Umsetzung der Gesetzesfolgenabschätzung. Mit rund fünf Jahren kann die deutsche Nachhaltigkeitsprüfung als ein noch recht junger Ansatz bezeichnet werden, der methodisch, praktisch und wissenschaftlich noch Entwicklungspotenzial bereithält.

Fazit

Das Instrument der Politikfolgenabschätzung gewinnt international zunehmend an Bedeutung für die Entwicklung eines nachhaltigen Politikbildungsprozesses. Die Beispiele des europäischen Impact Assessment und der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie unterstreichen dabei die individuellen politischen Einbindungen, die Referenzrahmen sowie die methodischen und wissenschaftlichen Herangehensweisen. In jedem Fall eröffnet dieses sich etablierende Format der Politikfolgenabschätzung ein klar definiertes und strukturiertes Eingangstor für die Wissenschaft, um mit forschungsbaasierten Modellen und Werkzeugen den politischen Entscheidungsprozess zu informieren. Herausforderungen liegen derzeit insbesondere in der passfähigen

Gestaltung der Bewertungsinstrumente, die wissenschaftliche Fundiertheit mit Anwendungsrelevanz verbindet. Die Existenz eines wissenschaftlichen Ansatzes garantiert eben noch nicht seine Anwendung im Politikprozess; diesen Schritt gilt es im Rahmen der wissenschaftlich-politischen Zusammenarbeit deutlich zu verbessern. Die Integration verschiedener nachhaltigkeitsrelevanter Themenfelder in einem kongruenten Bewertungsansatz ist eine zweite Herausforderung, die umfassende interdisziplinäre Herangehensweisen verlangt. Drittens müssen die wissenschaftlichen Bewertungsansätze eine Integration von akteursorientierten, qualitativen Informationen ermöglichen. Erklärtes Ziel sollte es in jedem Fall sein, dass die

Analyse von Politikstrategien in allen Politikbereichen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die nachhaltige Entwicklung im Impact Assessment-Verfahren auf wissenschaftlichen Analysen fußt.



**Dr. Aranka Podhora,
Dr. Katharina Helming**
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V., Müncheberg
aranka.podhora@zalf.de

literatur

Bundesministerium des Innern, o. J. Arbeitshilfe zur Gesetzesfolgenabschätzung. http://www.bmi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Themen/OED_Verwaltung/Buerokratieabbau/ah_gfa.html (03.03.2014)

COM (2002) 276 final. Communication from the Commission on Impact Assessment. Brussels

de Ridder W, Turnpenny J, Nilsson M, Raggamby A v (2007) A framework for tool selection and use in integrated assessment for sustainable development. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management* 9 (4): 423–441

LIAISE kit, o. J. <http://www.liaise-kit.eu/>

Podhora A, Helming K, Adenäuer L, Heckeley Th, Kautto P, Reidsma P, Rennings K, Turnpenny J, Jacques J (2013) The policy-relevancy of impact assessment tools: Evaluating nine years of European research funding. *Environmental Science and Policy* 31: 85–95

SEC (2009) 92. Impact Assessment Guidelines. Brussels





Nachhaltige Biomassebereitstellung

Entwicklung eines Meta-Standards für die Bewertung der Rohstoffbereitstellung für die stoffliche Biomassenutzung

Die wissensbasierte Bioökonomie ist ein Konzept für den Wandel von einer erdöl- hin zu einer nachhaltigeren Wirtschaft. Unter Bioökonomie versteht man eine moderne, nachhaltige und bio-basierte Wirtschaft, deren vielfältiges Angebot die Welt ausreichend und gesund ernährt und mit hochwertigen Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen versorgt. In der industriellen Herstellung von Grundstoffen und Produkten werden zunehmend nachwachsende Rohstoffe eingesetzt. Diese sollen aber nachhaltig produziert und glaubwürdig zertifiziert werden. Daher hat das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) die Initiative Nachhaltige Rohstoffbereitstellung für die stoffliche Biomassenutzung (INRO) initiiert und gefördert.

Ziel von INRO ist es, mit Industrieunternehmen eine Vereinbarung zur freiwilligen Zertifizierung nachwachsender Rohstoffe bis zur Erstverarbeitung zu treffen. Bislang werden ausschließlich landwirtschaftliche Rohstoffe betrachtet, die Berücksichtigung von Holz oder Reststoffen wird erst zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

Bei der Produktion nachwachsender Rohstoffe auf dem Acker ist deren spätere Nutzung meist noch nicht bekannt. Eine Doppel- und Mehrfachzertifizierung bedeutet eine unnötige Belastung für Landwirte, Ersterfasser, Händler und andere Marktteilnehmer. Der Aufbau von Zertifizierungssystemen ist komplex und arbeitsintensiv. Deshalb soll für die stoffliche Nutzung kein neues System, sondern ein Meta-Standard, entwickelt

werden, der auf bestehenden Systemen für Biokraftstoffe und Bioenergie aufbaut. Durch die Entwicklung eines Meta-standards können unnötige Mehrfachzertifizierungen entfallen und die Kosten für alle Beteiligten werden reduziert.

Die von INRO vereinbarten Kriterien für die Zertifizierung basieren auf der Richtlinie 2009/28/EG der Europäischen Union zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (RED). Die ökologischen Kriterien für den Biomasseanbau der RED wurden dort, wo es notwendig erschien, ergänzt und um soziale und ökonomische Kriterien erweitert. Dafür wurden weitestgehend Kriterien übernommen, die in anderen Zusammenhängen schon definiert und angewendet werden (z. B. Kernarbeitsnormen der internationalen Arbeitsorganisation ILO, Cross-Compliance-Bestimmungen, VO [EG] Nr. 73/2009).

Die Auswahl der Kriterien erfolgte im Rahmen eines gesellschaftlichen Dialogs mit Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft, Gesellschaft und Politik. Die Akteure haben sich entschieden nur Nachhaltigkeitskriterien für die Produktion der Rohstoffe durch die Landwirtschaft bis zum Ersterfasser zu definieren.

Bei der Auswahl der Kriterien wurde explizit darauf geachtet, dass die Kriterien in der Praxis auch verifizierbar sind. Grundlage für die Auswahl waren die Erfahrungen der beteiligten Akteure, darunter auch Zertifizierungsunternehmen, mit bestehenden Zertifizierungssystemen wie International Sustainability & Carbon Certification (ISCC), „RedCert“ der Gesellschaft zur Zertifizierung nachhaltiger erzeugter Biomasse GmbH oder

Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO). Eine Umsetzung der Zertifizierung von Erstverfassern von Rohstoffen aus Biomasse basiert auf einer umfassenden Dokumentation und Prüfung der Kriterien. Die Glaubwürdigkeit der Zertifizierung ist von zentraler Bedeutung für die Unternehmen wie für die Nicht-Regierungsorganisationen.

Vertrauen in Zertifizierung kann aber nur entstehen, wenn sichergestellt ist, dass das vom Unternehmen ausgewählte Zertifizierungssystem zumindest bestimmten notwendigen Grundanforderungen genügt. Dazu gehören Fragen wie: Wie gut sind die Kriterien in einem Zertifizierungssystem untersetzt? Wie gründlich werden die Nachhaltigkeitsanforderungen überprüft? Sind die Kontrollen der Zertifizierungssysteme und -stellen und Auditoren unabhängig? Aus diesem Grund hat INRO Grundanforderungen an Zertifizierungssysteme spezifiziert und diese auf der Webseite www.inro-biomasse.de aufgeführt. Sie können als Checkliste für die Unternehmen bei der Auswahl der Zertifizierungssysteme herangezogen werden.

In den folgenden Tabellen wird eine Auswahl der ökologischen, sozialen und ökonomischen Kriterien vorgestellt; die vollständige Liste aller Kriterien kann unter www.inro-biomasse.de eingesehen werden, zusätzlich wird dort auch auf Gesetzestexte, Standards oder Zertifizierungssysteme verwiesen, in denen die Kriterien aufgeführt, angewandt und ggf. genauer definiert werden.

Tabelle 1: Auswahl ökologischer Kriterien des INRO-Projektes

Kriterium	Erläuterungen
Schutz natürlicher Lebensräume (No Go Areas)	Dieses Prinzip beinhaltet den Schutz von Flächen mit a) einem hohen Wert für die biologische Vielfalt b) hohen Kohlenstoffbestand c) Torfmoore Es werden Flächen einbezogen, die zum Referenzzeitpunkt oder später diesen Status hatten, unabhängig davon, ob die Flächen diesen Status noch haben.
Einbeziehung aller Flächen eines Betriebes	Der landwirtschaftliche Betrieb besitzt keine anderen Anbaubetriebe, die den Anforderungen dieses Standards nicht entsprechen.
Vermeidung von Bodenerosion	Aktive Maßnahmen zum Schutz vor Bodenerosion durchführen und nachweisen
Vermeidung von Schadstoffeintrag in Flüsse und Grundwasser	Die in Liste I und Liste II der Richtlinie 86/68/EWG genannten Stoffe werden im Betrieb so gehandhabt, dass weder direkte noch indirekte Ableitungen ins Grundwasser stattfinden.
Berechnung Treibhausgasemissionen Einheit: x kg CO ₂ eq/kg	Teilstandardwerte nutzen oder Einzelrechnung optional

Tabelle 2: Auswahl ökonomischer Kriterien des INRO-Projektes

Kriterium	Erläuterungen
Betriebliches Erfassungssystem für Produktionseinheiten	Es ist ein Erfassungssystem für jede in diesem Betrieb hergestellte Produktionseinheit einzurichten. Die damit verbundenen Aufzeichnungen müssen für mindestens drei Jahre in einem ordnungsgemäßen und aktuellen Zustand erhalten bleiben.
Aufzeichnung zur Nutzung von Flächen	Aufzeichnungen zur Beschreibung der Flächen in Nutzung werden geführt.
Einbindung von Subunternehmen	Im Falle der Beschäftigung von Subunternehmern müssen auch diese den Standard vollumfänglich erfüllen und entsprechende Unterlagen und Informationen darüber bereithalten.
Maßnahmen gegen Korruption und Bestechung	Unternehmen sollen gegen alle Arten der Korruption eintreten, einschließlich Erpressung und Bestechung
Transparenz von Zahlungen	Aufzeichnungen zur Beschreibung der Flächen in Nutzung werden geführt. Im Falle der Beschäftigung von Subunternehmern müssen auch diese entsprechende Unterlagen und Informationen darüber bereithalten.

Tabelle 3: Auswahl sozialer Kriterien des INRO-Projektes

Kriterium	Erläuterungen
ILO Kernarbeitsnormen	Einhaltung der Kriterien auf Betriebsebene
Vereinigungsfreiheit und Recht auf Kollektivverhandlungen	Allen Angestellten steht es frei, Organisationen zu gründen oder einer Organisation ihrer Wahl beizutreten. Arbeitnehmervertretungen werden bei der Ausübung ihrer Tätigkeit nicht behindert. Die Einhaltung von Tarifabschlüssen kann belegt werden. Gewerkschaftsmitglieder haben die Möglichkeit, ihre Funktion zumindest außerhalb ihrer regulären Arbeitszeit auszuüben.
Keine Kinderarbeit	ILO definiert die Obergrenze für Kinderarbeit unter normalen Umständen als 15 Jahre.
Keine Diskriminierung	Diskriminierung bezeichnet eine gruppenspezifische Benachteiligung oder Herabwürdigung von Gruppen oder einzelnen Personen.
Zugang zu Trinkwasser	Arbeiter haben Zugang zu sauberen Bereichen zur Lebensmittellagerung.
sichere Arbeitsbedingungen	Notfallausrüstung ist nicht weiter als zehn Meter vom Pflanzenschutzmittel oder Chemikalienlager entfernt. Es sind Einrichtungen vorhanden, um möglicherweise auftretende Kontaminationen der Arbeitskräfte zu behandeln. Regelungen zum Wiederbetreten von Flächen, die mit Pflanzenschutzmitteln behandelt wurden sind vorhanden.
Einhaltung von Rechten indigener Völker	Sicherung traditioneller Nutzungsrechte. Nachweis / Unterlagen: Verfügbarkeit von Verträgen zu Landnutzungsrechten, Grundbucheinträgen, ggf. Informationen von regionalen Verwaltungen und NGO.
Keine Gefährdung der Ernährungssicherheit	Die Erzeugung von Biomasse steht im Einklang mit den Erfordernissen der Ernährungssicherheit und den Leitlinien zum Recht auf Nahrung. Die Erzeugung von Biomasse sollte nicht zur Verdrängung der Produktion von Grundnahrungsmitteln führen und darf keinesfalls die lokale Ernährungssicherheit beeinträchtigen. Lokale Lebensmittelpreise dürfen nicht infolge der Biomasseerzeugung ansteigen.



Auf europäischer Ebene wird die Diskussion über die Normierung von Nachhaltigkeit vor allem in der Unterarbeitsgruppe 4 des technischen Standardisierungskomitees CEN TC 411 (CEN/TC411/WG 4 „Sustainability Indicators“, WG 5 Certification) geführt. Für die Anerkennung der INRO-Nachhaltigkeitskriterien ist es unbedingt erforderlich, eng mit den CEN-Gremien zusammen zu arbeiten und gleichzeitig in enger Abstimmung mit den NGOs einen auch von einer breiten gesellschaftlichen Mehrheit akzeptierten hochwertigen harmonisierten Standard einzubringen.

Die INRO-Initiative strebt an, sich gemeinsam mit den EU-Institutionen wie EU-Kommission, EU-Parlament, den europäischen Verbänden wie z. B. Europa Bio, European Bioplastics, COPA-/COGECA und NGOs auf einen europaweit harmonisierten Standard für nachhaltige Bereitstellung des nachwachsenden Rohstoffes vom Acker zu verständigen und gleichzeitig im Rahmen der gesamten Wertschöpfungskette die Brücke zu den Nachhaltigkeitsanforderungen für bio-basierte Produkte zu finden. Auf dieser Basis sollen sich die Unternehmen freiwillig verpflichten, diese anzuwenden, indem sie vorhandene Zertifizierungssysteme nutzen, die gemeinsam empfohlen werden.



Dr. Heinz Stichnothe
Thünen-Institut für Agrartechnologie,
Braunschweig
heinz.stichnothe@ti.bund.de





Treibhausgasbilanzierung des deutschen Agrarsektors

Ableitung kumulierter Produktbelastungen

In Zeiten von zunehmender Ressourcenknappheit und der Bedrohung durch den Klimawandel gewinnt effizientes und emissionsarmes Wirtschaften für die landwirtschaftliche Produktion von Nahrungsmitteln und nachwachsenden Rohstoffen an Bedeutung. Als größter Emittent der Treibhausgase Lachgas und Methan steht die Rolle des Agrarsektors im Zusammenhang mit dem Klimawandel in der öffentlichen Diskussion. Im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen für die Landwirtschaft wird am Thünen-Institut eine Treibhausgasbilanzierung des gesamten Sektors und seiner Vorketten durchgeführt. Die hier vorgestellte Methode erlaubt es, diese Treibhausgasemissionen den verursachenden Produktionsverfahren und letztlich den Endprodukten zuzuordnen.

Kumulierte Emissionen und das Verursacherprinzip

Bei der Bilanzierung von Treibhausgasemissionen fließt immer auch eine Bewertung der Emissionen mit ein, je nachdem welcher Ansatz gewählt wird. Wird nach dem Quellgruppenkonzept vorgegangen, werden der Landwirtschaft lediglich die direkten Emissionen zugeordnet. Diese laufen jedoch nicht isoliert von anderen Sektoren ab, sondern sind auf Inputs aus anderen, vorgelagerten Prozessen und Importen angewiesen. Aus diesem Grund wird oft auf das Verursacherprinzip zurückgegriffen, welches alle Emissionen einer Wertschöpfungskette dem ursächlichen Endprodukt anlastet. Dem ökonomischen Verständnis zur Folge gilt die Nachfrage als Ursache für die Produktion von Gütern und damit auch für die Entstehung von Treibhausgasen. Wird also ein Produktionsprozess betrachtet (z. B. Tierproduktion), müssen

auch die von ihm verursachten, indirekten Emissionen aus der Bereitstellung der benötigten Vorleistungen sowohl innerhalb (z. B. Futtermittel) als auch außerhalb des Agrarsektors (z. B. Bauleistungen) in die Bilanzierung einbezogen werden. Da die Marktnachfrage über die Produktion entscheidet, werden alle direkten und indirekten Emissionen entlang der Wertschöpfungskette dem marktfähigen Endprodukt zugeordnet. Man spricht von kumulierten Effekten.

Das methodische Vorgehen am Beispiel der Milchproduktion

Die Analyse der Wertschöpfungsketten ist ein zentrales Element der Ökobilanzierung und des „carbon footprints“. In der Regel können über diese Methoden detaillierte Angaben über den Lebensweg einzelner Produkte oder Produktionsprozesse gemacht werden. Aufgrund des hohen Detailgrads ist eine solche Analyse recht aufwendig und

auf wenige Produkte beschränkt. Unterschiedliche Annahmen, Systemgrenzen, Datengrundlagen und Zeitbezüge lassen nur eine geringe Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Studien zu. Aus diesen Gründen eignen sich auf Fallstudien bezogene Ansätze nur bedingt für einen Gesamtüberblick über den Agrarsektor und seine Emissionen. Deshalb wurde am Thünen-Institut ein sogenannter Top-down Ansatz gewählt. Er ordnet die offiziellen Daten des deutschen THG-Emissionsinventars den landwirtschaftlichen Produktionsverfahren zu und integriert sie in einen konsistenten Berechnungsansatz. Dieser enthält weitere nationale Statistiken. Die Methode orientiert sich an den Richtlinien des „System of Environmental Economic Accounting“ (SEEA) der Vereinten Nationen und basiert im Wesentlichen auf einer Input-Output (I/O) Analyse. Der Agrarsektor wird hierbei wie ein einzelner, großer landwirtschaftlicher Betrieb

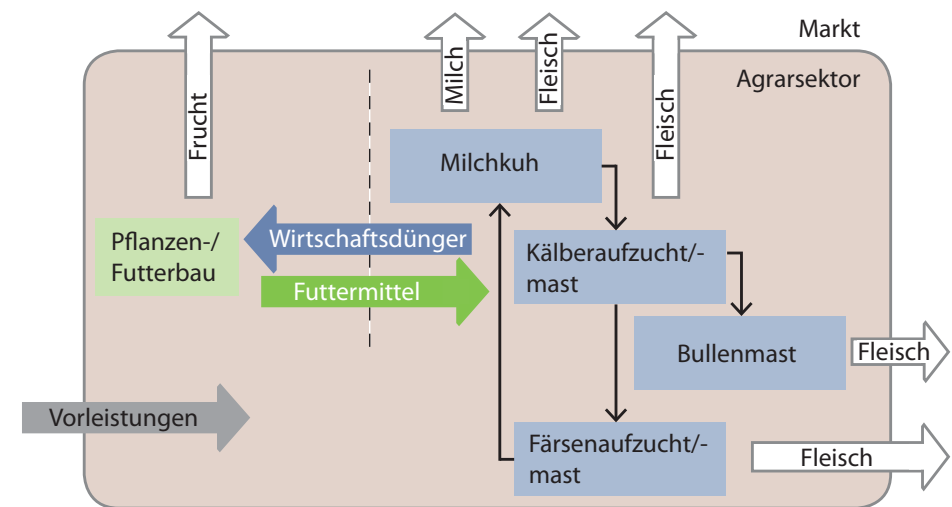


Abbildung 1: System Milchkuh

behandelt. Zunächst wird das gesamte System analysiert und alle relevanten Stoffströme werden sowohl physisch als auch monetär erfasst. Abbildung 1 stellt dies beispielhaft für das System der Milchproduktion dar. Pflanzenproduktionsverfahren liefern innerhalb des Agrarsektors Futtermittel an die Tierproduktionsverfahren und werden von diesen mit Wirtschaftsdünger beliefert. Zusätzlich liefert die Pflanzenproduktion Früchte an den Markt außerhalb des Agrarsektors. Das Produktionsverfahren „Milchkuh“ liefert zum einen Milch und Fleisch an den Markt, zum anderen aber auch Kälber an die Kälberaufzucht und –mast. Außerdem erhält das Produktionsverfahren „Milchkuh“ Färsen aus der Färsenaufzucht. Alle erfassten Stoffflüsse (in diesem Fall monetäre Flüsse) des Systems werden in eine große, symmetrische Input-Output-Matrix (I/O-Matrix) übertragen. Die Daten stammen zum größten Teil aus offiziellen Statistiken

des Statistischen Bundesamtes. Alle Produktionsverfahren werden in den Zeilenüberschriften als liefernde und in den Spaltenüberschriften als belieferte Verfahren aufgelistet. In der Tabelle kann somit nachvollzogen werden, welche Verfahren wie viel an andere Verfahren liefern. In einer zusätzlichen Spalte werden die Lieferungen an den Markt außerhalb des Agrarsektors erfasst.

Die I/O-Matrix bildet die Grundlage für die Bestimmung der direkten und indirekten Treibhausgasemissionen der einzelnen Produktionsverfahren und ihrer Produkte. Die notwendigen Arbeitsschritte sind in Abbildung 2 schematisch dargestellt. Mit Hilfe des Agrarsektormodells RAUMIS werden die Emissionsdaten aus dem Nationalen Treibhausgasemissionsinventar Deutschlands auf die modellierten Produktionsverfahren des Agrarsektors aufgeteilt. Zusätzlich werden die THG-Emissionen aus der Vor-

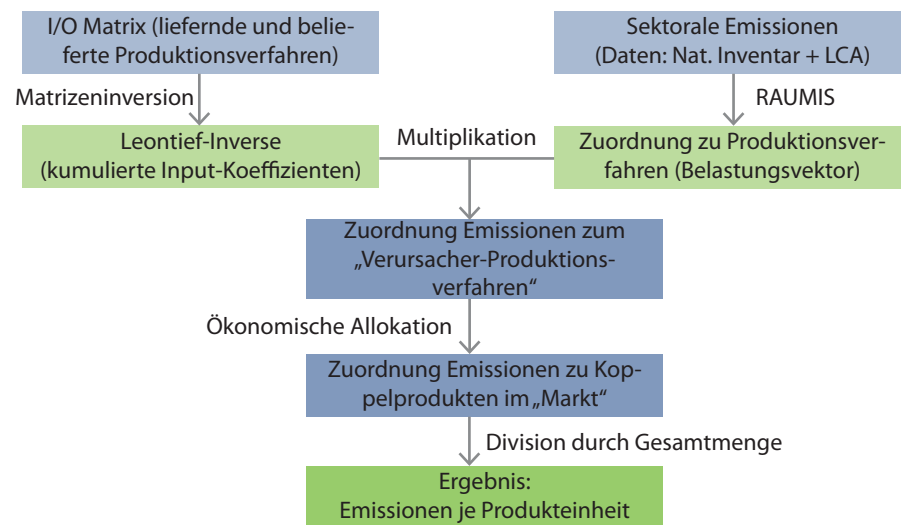


Abbildung 2: Schematische Darstellung der methodischen Schritte zur Berechnung von produktspezifischen THG-Emissionen



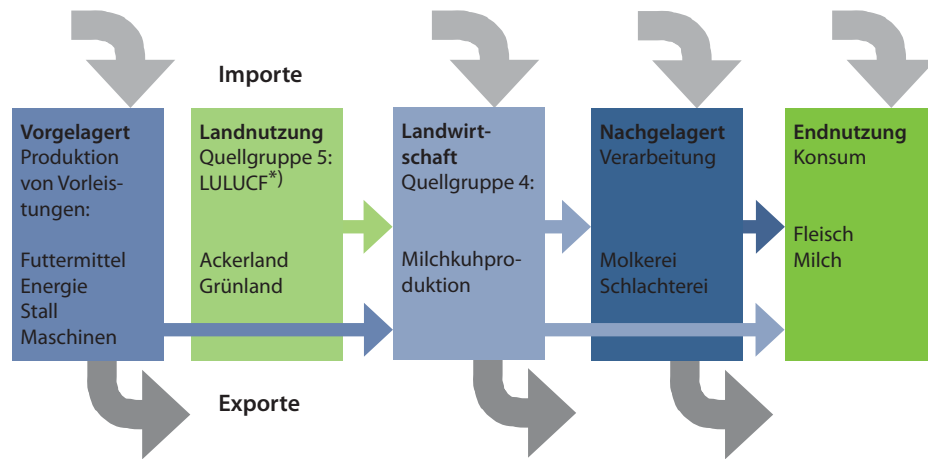
Abbildung 3: Molkereierzeugnisse

kette der Agrarproduktion (z. B. bei der Mineraldüngerherstellung) den Produktionsverfahren zugeordnet. Durch die Addition beider Quellen -Agrarsektor und Vorkette- erhält man die direkten Treibhausgasemissionen der Produktionsverfahren. Diese werden in Anlehnung an die I/O Matrix in einem Zeilenvektor dargestellt. Um die kumulierten Treibhausgasemissionen zu ermitteln und sie den verursachenden Produktionsverfahren zuzuordnen, wird nun die I/O Matrix invertiert. Das Ergebnis, die Leontief Inverse, ist eine Matrix mit sogenannten kumulierten Input-Koeffizienten. Bei diesen Koeffizienten handelt es sich um Faktoren, die angeben, welcher Anteil der Produktion eines Produktionsverfahrens zur Produktion einer Einheit eines anderen Produktionsverfahrens benötigt wird. Ein Faktor von 0,6 bedeutet beispielsweise, dass Getreide im Wert von 600 Euro für die Produktion von Schweinen im Wert von 1000 Euro benötigt wird. Multipliziert man den Zeilenvektor der direkten Emissionen mit der Leontief Inverse, erhält

man die kumulierten Emissionen jedes Produktionsverfahrens. Nun müssen diese lediglich über eine (in diesem Fall) monetäre Allokation den spezifischen Marktprodukten (z. B. Milch und Fleisch beim Produktionsverfahren „Milchkuh“) zugeordnet und durch die jeweiligen Produktionsmengen geteilt werden. Auf diese Weise erhält man die kumulierten THG-Emissionen je Produkteinheit, den „carbon footprint“. Ergebnisse der Treibhausgasbilanzierung und der Berechnung der „carbon footprints“ sind beispielsweise in Osterburg et al. (2013) zu finden.

Vor- und Nachteile der Methode

Ein großer Vorteil der beschriebenen Methode besteht darin, mit relativ geringem Zeitaufwand einen Überblick über einen ganzen Sektor und seine Vorketten zu bekommen. Die Treibhausgasemissionen werden, anders als beim Quellgruppenprinzip, dem Verursacher zugeordnet. Die Ergebnisse sind repräsentativ für Deutschland (Durchschnittswerte) und untereinander vergleichbar.



*) Land use, land use change and forestry (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft)

Abbildung 4: Geplante Erweiterungen: Integration zusätzlicher Sektoren und Betrachtung von Im- und Exporten entlang der Wertschöpfungskette von Lebensmitteln

Gleichzeitig sind sie konsistent zu offiziellen Statistiken und dem nationalen Emissionsinventar. Aus diesen Gründen eignet sich der Ansatz insbesondere für die Politikberatung.

Aufgrund des sektoralen Ansatzes und der Verwendung von Modellen können die einzelnen Produktionsverfahren jedoch nicht so detailliert abgebildet werden wie bei der Ökobilanzierung einzelner Produktionsprozesse und Produkte. Dies scheitert auch an der Verfügbarkeit von Daten. Oftmals fehlen wichtige Informationen oder die verfügbaren Daten sind unvollständig und inkonsistent. Zusätzlich werden Officialstatistiken erst zeitverzögert veröffentlicht, wodurch für die Analysen oft keine aktuellen Daten zur Verfügung stehen.

Erweiterung des Ansatzes

Ein weiterer Vorteil ist die relative Flexibilität dieses Ansatzes. Weitere Produkti-

onsprozesse aus anderen Sektoren können in der Input/Output-Matrix ergänzt werden. Zusätzlich können Produktionsverfahren aggregiert dargestellt oder noch detaillierter aufgegliedert sowie weitere Emissionen und Ressourcenansprüche berechnet werden.

Die weiteren Entwicklungsarbeiten am Thünen-Institut haben zum einen das Ziel, den Agrarsektor soweit zu disaggregieren, dass einzelne Regionen und Betriebstypen differenziert werden können. Zum anderen wird angestrebt, neben dem bereits integrierten Vorleistungssektor noch weitere Sektoren entlang der Wertschöpfungskette zu betrachten (Abb. 4). So sollen Lebensmittelverarbeitung und -konsum sowie Im- und Exporte berücksichtigt werden. Ziel ist es ebenfalls, die Treibhausgasemissionen aus Landnutzung und Landnutzungsänderungen zu integrieren. Dies erweist sich jedoch als schwierig, da sich

Verantwortlichkeiten nicht eindeutig zuordnen lassen.

Trotz solcher Schwierigkeiten handelt es sich um einen vielversprechenden methodischen Ansatz, der aufgrund seiner Flexibilität je nach Fragestellung angepasst und weiterentwickelt werden kann. Angesichts der gesamtwirtschaftlichen Betrachtungsweise und der Relevanz für einen „nachhaltigen Konsum“ kann die Methode ein wichtiges Instrument in der Politikberatung und der Information der Öffentlichkeit darstellen.



**Stephanie Kätsch, Bernhard Osterburg,
Dr. Thomas G. Schmidt**
Thünen-Institut für Ländliche Räume,
Braunschweig
stephanie.kaetsch@ti.bund.de

literatur

EU Commission, FAO, IMF, OECD, UN, World Bank (2012) System of Environmental-Economic Accounting – Central Framework. United Nations, New York. 306 p

Grünberg J, Nieberg H, Schmidt TG (2010) Treibhausgasbilanzierung von Lebensmitteln (Carbon Footprints): Überblick und kritische Reflektion. Landbauforschung 2 (60): 53-72

Leontief W, Ford D (1970) Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach. Review of Economics and Statistics 52 (3): 262–271

Osterburg B, Kätsch S, Wolff A (2013) Szenarioanalysen zur Minderung von Treibhausgasemissionen der deutschen Landwirtschaft im Jahr 2050. Thünen Report 13

Schmidt TG, Osterburg B (2009) Aufbau des Berichtsmoduls „Landwirtschaft und Umwelt“ in den umweltökonomischen Gesamtrechnungen: Projekt II: Ergänzungen und Anwendung der Ergebnisse aus Projekt I; Endbericht



Modell und Realität

Erfahrungen zur Berechnung von Treibhausgasemissionen aus der Milchviehhaltung auf Basis von Daten ökologischer und konventioneller Betriebe

Eine Nachhaltigkeitsbewertung ist ein Multi-Goal-Ansatz. Bei der Bewertung der Umweltwirkung von Managementänderungen müssen mögliche Verlagerungen von Effekten von einem Umweltbereich in den anderen beachtet werden. Natürlich müssen das Wohlergehen der Nutztiere und Menschen auf den Höfen und die Wirtschaftlichkeit der Erzeugung dabei ebenso beachtet werden. Solcherart Bewertungen erfordern umfassende Modelle. Am Beispiel der mit der Milchproduktion verbundenen Klimawirkungen werden Grenzen und Herausforderungen bei Datenerfassung, Modellierung und Praxistransfer aufgezeigt.

In einem deutschlandweiten Vergleich ökologischer und konventioneller Milchviehbetriebe wurde die Treibhausgaslast eines Liters Milch am Hoftor berechnet

(www.pilotbetriebe.de). Der gesamte Betrieb und alle Vorketten wurden dabei einbezogen. Gefunden wurden Werte zwischen 0,8 kg und 1,4 kg Treibhausgas-Äquivalente pro Liter Milch. Sehr hohe Leistungen der Kühe wurden dabei mit viel Energieeinsatz erkauft, niedrige Leistungen erforderten weniger Energieeinsatz. Vor allem in Bio-Betrieben wurden durch Humusbildung des Klee-grasanbaus erhebliche Mengen Kohlenstoff im Boden gebunden. Damit wurde die Klimabelastung eines Liters Milch auf Gesamtbetriebsebene verringert. So kann die Produktion von Milch von Kühen aus Herden mit deutlich unterschiedlichen Milchleistungen mit sehr ähnlichen Treibhausgasemissionen verbunden sein.

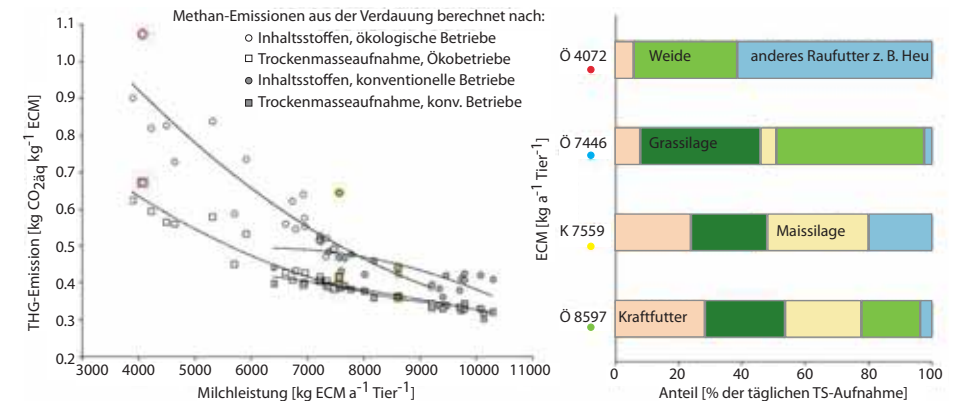


Abbildung 1: Produktgebundene Treibhausgaswirkung aus den Methanemissionen aus der Verdauung von Milchkühen: Auswirkungen der verschiedenen Rechenansätze „nach Inhaltsstoffen“ (Kirchgeßner et al. 1994) und „nach Trockenmasseaufnahme“ (Ellis et al. 2007) (links) und der Rationszusammensetzung (rechts) auf ökologischen (Ö) und konventionellen (K) Betrieben

Methan aus der Verdauung und Treibhausgase aus Wirtschaftsdüngern als Grundlast der Milchproduktion

Ca. 30 % der Klimagaswirkung der Milchproduktion bis zum Hoftor stammt aus dem unvermeidbaren Methanausstoß der Kühe bei der Verdauung. Besonders bedeutsam für die Höhe der kalkulierten Emissionen ist hier das angewandte Rechenverfahren. Berechnet man den Methanausstoß nach verschiedenen Standards (z. B. nach der Trockensubstanzaufnahme, der Gesamtenergieaufnahme oder nach der Aufnahme einzelner Futterinhaltsstoffe) treten vor allem bei faserreichen Rationen sehr unterschiedliche Ergebnisse auf (Abb. 1).

Methanemissionen sind aber bei der Milchproduktion auf keinen Fall zu vermeiden, da der mikrobielle Umsatz von faserhaltigen Futtermitteln im Pansen für das Verdauungssystem von Wiederkäuern typisch ist. Dieser gleichzeitig besondere Wert des Wiederkäuers, für

andere Tiere und Menschen unverdauliche Pflanzenteile zu verwerten und Grünlandflächen zu nutzen, ist also mit einer Grundlast an Klimagasausstoß verbunden. Definiert als Minimum der auf den analysierten deutschen Betrieben gefundenen Werte beträgt sie ca. 0,30 kg CO₂-Äquivalente pro Liter Milch. Erst ab dieser Grundlast können Verbesserungen realistischerweise ansetzen.

Zu den Methanemissionen aus der Verdauung kommen noch die unvermeidbaren Emissionen aus der Lagerung und Ausbringung der Wirtschaftsdünger. Die darin enthaltenen Nährstoffe substituieren aber andererseits Mineraldünger-Nährstoffe, die in der Regel energieintensiv hergestellt werden. Dies bedeutet wiederum Einsparungen an Treibhausgasemissionen an dieser Stelle der Bilanz. Die rechnerischen Verfahren zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen z. B. bei der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern arbeiten mit

fixen Emissionsfaktoren (Tab. 1). Dieses stellt eine starke Vereinfachung der betrieblichen Bedingungen dar.

Modellierungsansätze zur Optimierung der Klimabilanz in der Praxis unter Einbezug des Tieres

Standardisierungen und Vereinfachungen sind bei der Modellierung und bei Betriebsvergleichen nicht zu umgehen. Sie ermöglichen zunächst die Identifikation von Hot-Spots und lohnenden Ansatzpunkten für Managementänderungen. Bei der Interpretation der Ergebnisse und der Ableitung von Handlungsempfehlungen muss man sich aber über die Bandbreite der Fehler und die gesetzten Systemgrenzen bei der Modellierung im Klaren sein. Einzelbetriebliche

Optimierungsprozesse von Verfahrensabschnitten können allerdings in einem zweiten Schritt wesentlich detailliertere Vor-Ort-Messungen und Datengrundlagen erfordern.

Ein wichtiger Schritt bei der Bewertung der Klimawirkung der Milchproduktion ist auch der Einbezug der Herdenstruktur und des Herdenalters. In der Erhebung in Deutschland waren die Bio-Kühe mit 3,3 Laktationsjahren (etwa 5 bis 5,5 Lebensjahre) im Schnitt ein Jahr älter als die Kühe auf konventionellen Betrieben. Zum Teil wurden die Kühe auch deutlich älter, wie die Daten einiger Betriebe zeigen. Der Zuchtfortschritt erfordert zwar die Integration junger Tiere in die Herde. Gibt jedoch ein und dieselbe Kuh ein

Tabelle 1: Rechenansätze zur Modellierung der Emissionen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung (IPCC 1996, IPCC 2006, Haenel et al. 2012)

Emissionsrelevante Substanz x Emissionsfaktor (EF) = klimawirksames Gas	
Lösliche organische Substanz (VS) x EF $\Rightarrow$ CH ₄ (EF = B ₀ x MCF)	
B ₀ für CH ₄	für alle Wirtschaftsdüngerarten: 0,24 m ³ kg ⁻¹ VS
MCF für CH ₄	z. B. für Flüssigmist 17-19 % (temperaturabhängig), Festmistlager 2 %
Gesamtstickstoff (N) x EF $\Rightarrow$ N ₂ O, NO	
EF für N ₂ O-N	z. B. für Festmist und für Gülle mit Schwimmdecke: 0,005 kg kg ⁻¹ N z. B. für Gülle unter Spalten: 0,002 kg kg ⁻¹ N
Ammoniakalischer N (TAN) x EF $\Rightarrow$ NH ₃ $\Rightarrow$ NH ₃ -N x 0,01 $\Rightarrow$ N ₂ O-N	
EF für NH ₃ -N	z. B. für Gülle mit Schwimmdecke u. unter Spalten: 0,045 kg kg ⁻¹ NH ₄ -N Gülle in geschlossenen Behältern: 0,015 kg kg ⁻¹ NH ₄ -N Festmist: 0,60 kg kg ⁻¹ NH ₄ -N

B₀ = maximale Methan-Freisetzungs-kapazität; MCF = Methan-Umwandlungsfaktor

Jahr länger Milch, entlastet sie die Klimabilanz dadurch, dass erst ein Jahr später ein Ersatztier herangewachsen sein muss. Das Kalb eines Jahres muss dann nicht auf dem Betrieb gehalten werden und dieses „Tierjahr“ mit seinen Emissionen wird nicht der Milchproduktion angerechnet.

Wenn man die Treibhausgasemissionen auf die Lebens effektivität der Tiere bezieht, das ist die Milchleistung pro Lebenstag, enthält die Treibhausgaslast auch die Emissionen aus der Aufzuchtzeit der Tiere. So können Auswirkungen einer längeren Phase der Milchproduktion und eines gesunden Alterns der Tiere mit bewertet werden (Abb. 2). Hohe Lebens effektivitäten treten aber sowohl in Herden auf, in denen die Tiere lange ge-



nutzt werden und etwas weniger Milch geben als auch in Herden, in denen die Tiere sehr hochleistend sind und schon in geringem Alter, nach z. B. zwei Laktationen, den Betrieb als Schlacht tier verlassen. Daher sind auch zusätzliche Informationen zum Tiergesundheitsstatus

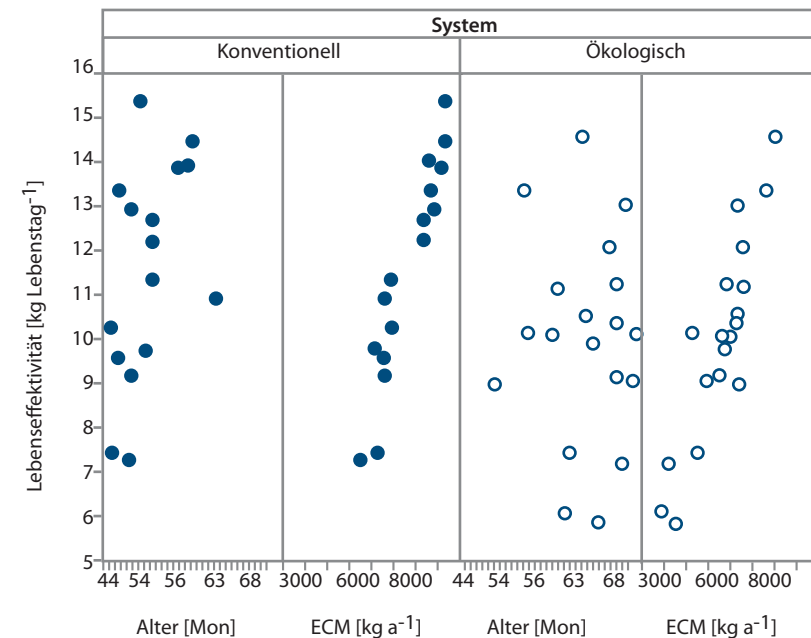


Abbildung 2: Lebens effektivität von Milchkühen im Herdenmittel in Abhängigkeit von mittlerem Herdenalter und Herden-Jahresmilchleistung pro Tier in den Pilotbetrieben (ECM = Energiekorrigierte Milchmenge)

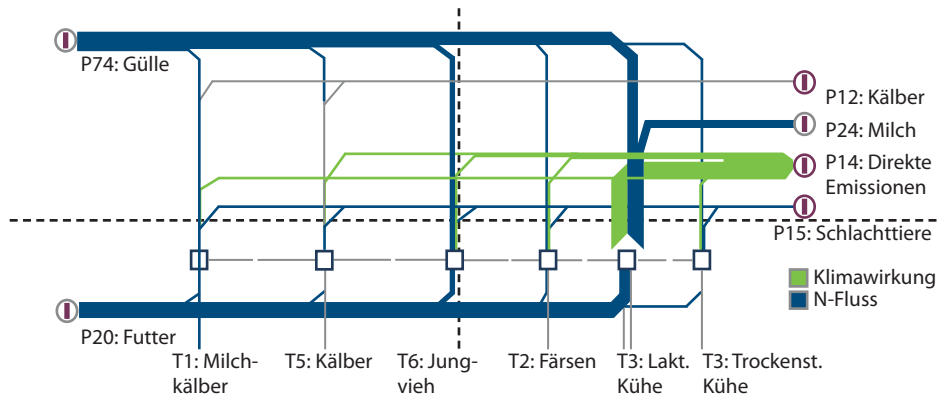


Abbildung 3: Ansteuerung verschiedener Tier-Altersgruppen im offenen Modell FARM auf Basis der Ökobilanzsoftware umberto® (Thünen-Institut für Ökologischen Landbau)

und Tierwohlaspekte wichtige erforderliche Punkte der Bewertung einer nachhaltigen Milcherzeugung. Nicht zuletzt sind gesunde Tiere die Grundlage für hohe langanhaltende Milchleistungen.

Bei der Modellierung können diese Alterseffekte durch die separate Betrachtung der unterschiedlichen Tier-Altersgruppen erfasst werden. Offene Modelle sollten für jede Tiergruppe einzeln zu variierende und zu optimierende Bereiche schaffen, damit Auswirkungen von Optimierungsprozessen in einzelnen Produktionsabschnitten für das Ganze sichtbar werden (Abb. 3).

Beratungsansätze zur Nachhaltigkeit erweitern und weiterentwickeln

Für Beratungsansätze zur Verbesserung der Klimabilanz der Milchproduktion muss folgendes beachtet werden: Insgesamt ist für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus der Verdauung der Milchkühe auf praktischen Betrieben die exakte Erfassung der Futterrationen und von deren tatsächlichen täglichen Qualitäten sowie der tatsäch-

lich gefressenen Futtermengen sehr schwierig. Auf den Betrieben und auch bei der anschließenden Modellierung wird die Futterration zudem der Milchleistung der Tiere angepasst. Dies ist für die Nachsteuerung in Praxis und Modell wichtig, jedoch ergeben sich möglicherweise Unschärfen gegenüber dem tatsächlichen Geschehen am Futtertisch. Dies birgt ein Risiko für Fehleinschätzungen.

Auf Betrieben mit hoher Milchleistung wirken sich alle Fehlerquellen bezogen auf die Treibhausgaslast eines Liters Milch weniger stark aus. Auf Höfen, auf denen ungewöhnliche Rationen gefüttert werden und auf denen die Milchleistung geringer ist, wie dies häufig auf ökologischen Betrieben der Fall ist, kann sich das für die errechnete Klimabilanz sehr ungünstig auswirken. Besonders hier sind die detaillierte Analyse von Futterqualitäten und Rationen zum einen und die Erforschung der zutreffenden Emissionsfaktoren für eine „richtige“ Klimabilanz und deren Verbesserung zum anderen sehr bedeutsam.

Auch bei der Berechnung der Treibhausgasemissionen aus den Wirtschaftsdüngern werden die Wirtschaftsdüngermengen häufig aus den Futterrationen (mit den genannten Unschärfen) berechnet. Verknüpft mit den heute verfügbaren Emissionsfaktoren werden die vielfältigen Bedingungen in praktischen Betrieben dann nur unsicher abgebildet. Grundsätzlich sind, im Gegensatz zur Minderung der Emissionen aus der Verdauung der Tiere, technische Treibhausgas-Minderungsmöglichkeiten bei der Lagerung und Ausbringung der Wirtschaftsdünger bedeutsamer. Zu nennen sind z. B. die Abdeckung von Güllelagern, Biogasgewinnung aus Wirtschaftsdüngern und ggf. verlustarme Ausbringungstechniken die zur Emissionsvermeidung angewandt werden.

Fazit

Nur offene Modelle mit hoher Detailtiefe, die die tatsächliche Betriebspraxis noch sinnvoll darzustellen vermögen, ermöglichen Methodenvergleiche und Variationen auf Betriebsebene. Für die Betriebsoptimierung wichtige Parameter können so identifiziert werden. Beim Ergebnis sollten auch Ergebnisse von Unsicherheitsanalysen, z. B. die der Emissionsfaktoren, berichtet werden. Daneben müssen bei der Bewertung von Klimabilanzen und Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe auch As-

pekte der Landnutzungsintensität, Nährstoffversorgung, Ressourceneffizienz sowie des Tierwohls eingehen, um das Gesamtsystem und seine Wechselwirkungen ausreichend zu berücksichtigen. Insbesondere der Umgang mit Tieren ist dabei von hoher gesellschaftlicher Relevanz. Bei der zukünftigen Integration von tierwohlbezogenen Parametern in Modelle der Nachhaltigkeitsbewertung ist die Lebens effektivität von Milchkühen ein Charakteristikum entweder



ausschließlich für sehr hohe Produktivität oder auch für ein „gesundes Durchhalten“ der Tiere. Die Diskussion zur Entwicklung und Einbindung von weiteren treffenden Parametern in Modellansätzen ist in diesem Zusammenhang

wichtig (z. B. Lebenszeit, Weidetage, Bewegungsfläche pro Tier, Ergebnisse direkter Tierbeurteilung zu Gesundheit und Wohlergehen). Parameter dieser Art müssen zukünftig (weiter-)entwickelt werden.



Dr. Hans Marten Paulsen,
Sylvia Warnecke, Maximilian Schüler
 Thünen-Institut für Ökologischen
 Landbau, Trenthorst
 hans.paulsen@ti.bund.de



Unter die Lupe genommen

Möglichkeiten und Grenzen von Methoden der Ökobilanzierung für die Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme

Die Ökobilanzierung bzw. Life Cycle Assessment (LCA) stellt ein konsistentes anerkanntes Methodengerüst dar, durch das Umweltwirkungen bei der Herstellung von Produkten und Dienstleistungen nachvollziehbar und vergleichbar dargestellt werden. Uns stellten sich die Fragen: Inwiefern können Methoden des LCA in der Nachhaltigkeitsbewertung sinnvoll eingesetzt werden? Welche Anforderungen und welche Grenzen schränken die Verwendung von LCA in der Nachhaltigkeitsbewertung ein?

Was ist LCA?

Mit Hilfe der LCA können umweltrelevante Alleinstellungsmerkmale von Produkten identifiziert und entsprechend kommuniziert werden. Vielfach werden die Umweltwirkungen verschiedener Produkte oder Herstellungsverfahren verglichen. Dabei werden in der Regel

Umweltwirkungen der Vorketten und der Entsorgung mitberücksichtigt (von der Wiege bis zur Bahre). Für spezielle Fragestellungen, wenn zum Beispiel die Nutzung und Entsorgungsphase zweier Produkte gleich ist, werden auch Analysen von der Wiege bis zum Fabrikator oder in der Landwirtschaft zum Hoftor durchgeführt. Aufgrund der teilweise sehr wettbewerbsrelevanten Bewertungen wurden auf internationaler Ebene ISO-Normen zur Durchführung von Ökobilanzen erstellt, auf die vielfach Bezug genommen wird und die zu einer starken Verbreitung von Methoden des LCA geführt hat (ISO14040:2006; ISO14044:2006). Danach bestehen LCA-Bewertungen aus der Definition von Ziel und Untersuchungsrahmen, einer Sachbilanz, Wirkungsabschätzung und Auswertung. Die Definition des Ziel- und Untersuchungsrahmens umfasst die Benennung von Umweltwirkungsbe-

reichen, Allokationsverfahren, Systemgrenzen und der funktionellen Einheit. Die Anzahl wissenschaftlicher Artikel, die LCA im Bereich Landwirtschaft nutzen, steigt stetig und lag im Jahr 2013 bei 76 (Abb. 1). Das konsistente Methodengerüst wird gerne für vergleichende Studien zum Beispiel zur Analyse von Umweltwirkungen bei der Bereitstellung von Energie aus nachwachsenden Rohstoffen herangezogen.

Stärken und Schwächen der LCA-Methodik

LCA-Studien haben nach wie vor den Ruf sehr subjektiv zu sein, da viele Studien reine Auftragsarbeiten sind. Die Normierung der Vorgehensweise zur LCA-Methodik durch die ISO-Norm hat mittlerweile jedoch zu einer Anerkennung der Methode beigetragen. In Zeitschriften wie dem *International Journal of Life Cycle Assessment* oder dem *Journal of Cleaner Production* wird das Methodengerüst weiter ausgebaut und führt zu weiterer

Akzeptanz und Verbreitung. Die methodische Entwicklung betrifft vor allem Fragen der Systemgrenzen und Allokation von Umweltwirkungen. Umweltwirkungskategorien werden in Ökobilanzen entsprechend der Zielstellung der Untersuchung ausgewählt. Datenbanken wie die ecoinvent stellen Standarddaten bereit, die vielfach verwendet und mehr und mehr akzeptiert werden. Durch die Definition von sogenannten funktionellen Einheiten werden in LCA-Studien klare Bezüge hergestellt, die eine zielgerichtete Ableitung von Bewertungsschritten ermöglicht. Dennoch sind mit der Setzung von Systemgrenzen und Allokationsregeln Spielräume gegeben, die immer wieder Vorwürfe fehlender Objektivität zur Folge haben. Mit der Offenlegung aller Annahmen und Systemgrenzen kann dem jedoch zumindest in Grenzen abgeholfen werden.

Verschiedene sich entwickelnde Schulen der LCA-Methodik, die sogenannte

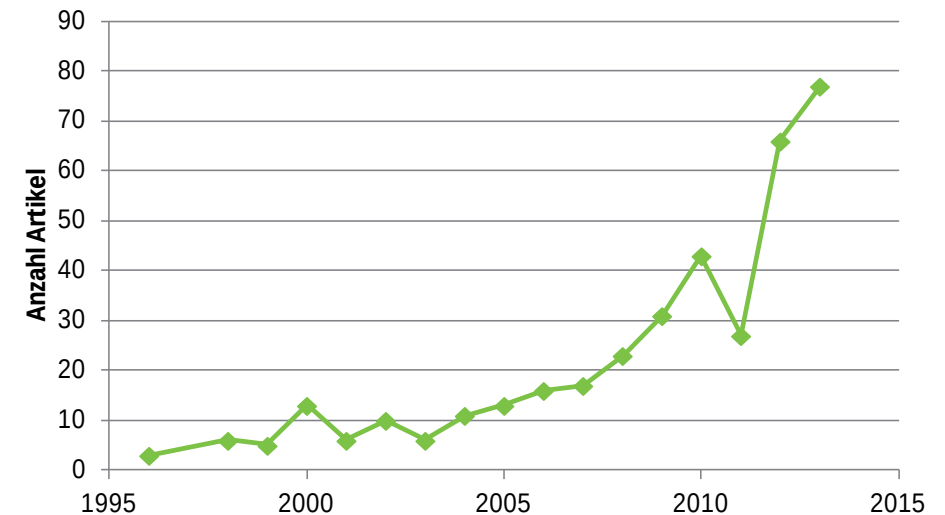


Abbildung 1: Anzahl Artikel mit den Begriffen „LCA“ und „agriculture“ in Titel, Zusammenfassung oder Schlüsselwörtern (Abfrage aus Scopus 30.06.2014)

attribitional LCA und consequential LCA tragen teilweise zu einer Verwirrung bei Entscheidungsträgern bei. Zum Teil können sehr unterschiedliche Ergebnisse mit attribitional bzw. consequential LCA-Studien erzielt werden. Während die attributional Analysen die durchschnittlichen Umweltbelastungen, die mit der Herstellung eines Produktes oder einer Dienstleistung, bilanzieren, berechnen consequential Analysen die Umweltbelastungen, die durch den graduellen Wechsel von einer Technik zu einer anderen entstehen. In Analogie zu den ökonomischen Wissenschaften kann man auch von durchschnittlichen Effekten im Gegensatz zu den marginalen Effekten sprechen. Letztlich sollte sich aus der Zielstellung der LCA-Studie jedoch

klar ergeben, welche Bewertungsart für eine gegebene Untersuchung angemessen ist.

Die LCA-Methode gibt definitiv keine Hinweise zu ökonomischen und sozialen Implikationen bei der Bereitstellung von Produkten und Dienstleistungen. Für diesen Zweck werden derzeit Methoden des social LCA und Life Cycle Costing (LCC) entwickelt, die diesem Mangel entgegenwirken können. Wie adäquat die vorgeschlagenen, an Bilanzierungsprinzipien orientierten Methoden jedoch sein können und wie sich die Kennzahlen zu den Umweltwirkungen, ökonomischen und sozialen Wirkungen verknüpfen lassen, muss sich noch erweisen.

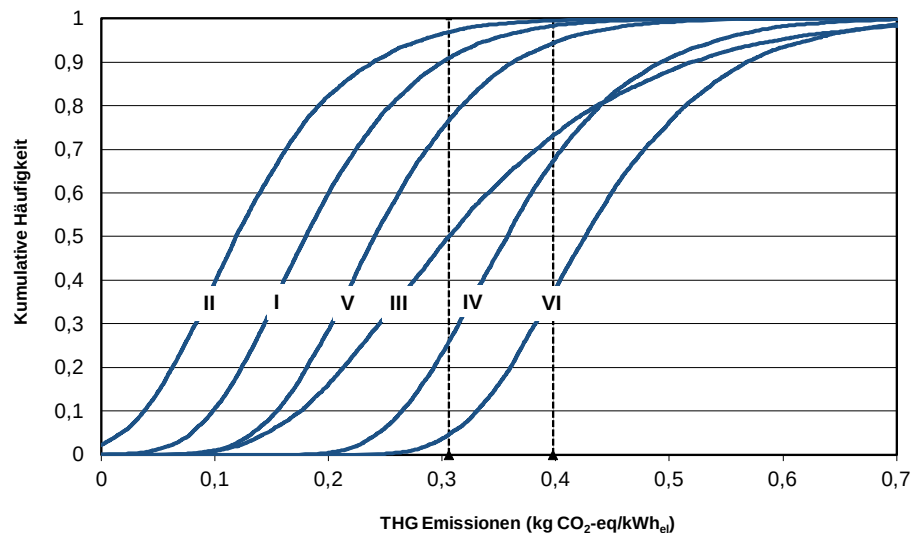


Abbildung 2: Kumulierte Häufigkeitsverteilungskurven der Treibhausgasemissionen verschiedener Biogasbereitstellungsszenarien mit 35 % und 50 % Nachhaltigkeitschwellenwert (I: Standardszenario Biogas aus Mais und Rindergülle; II wie I mit Wärmenutzung; III: wie I ohne Gärrestabdeckung; IV: wie I ohne Rindergülle (nur Mais); V: wie I mit induziertem Landnutzungswandel; VI: wie IV mit induziertem Landnutzungswandel (Meyer-Aurich et al. 2012))



Beispiel zur Bilanzierung von Treibhausgasemissionen bei der Herstellung von Biogas mit LCA-Methodik

Aus der gesellschaftlichen Debatte um die Nachhaltigkeit der Bioenergieproduktion ist in Deutschland und anderswo eine Diskussion um die adäquate Bilanzierung der klimarelevanten Emissionen bei der Bereitstellung von Bioenergieträgern entstanden. Da sowohl auf europäischer Ebene als auch auf nationaler Ebene die Senkung der Treibhausgasemissionen ein maßgeblicher Grund für Politiken wie Biokraftstoffquoten und Mindestvergütungen für Stromeinspeisungen aus regenerativen Energien sind, ist die Bilanzierung von Treibhausgasemissionen für die Nachhaltigkeitsbewertung von biogenen Rohstoffen zur Energiebereitstellung von besonderer Bedeutung. Vor diesem Hintergrund hat die Bundesregierung im Jahr 2009 die Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung erlassen. Sie sieht zunächst für flüssige Energieträger ein Treibhausgas-

Minderungspotenzial von mindestens 35 % gegenüber einer konventionellen Referenz vor. Dieser Wert erhöht sich 2017 auf mindestens 50 % und 2018 auf mindestens 80 %.

In einer Studie wurden die Unsicherheiten der Treibhausgasemissionen modelliert, die mit der Bereitstellung von Biogas zur Gewinnung von Strom aus Rinderdung und Energiemais entstehen und inwiefern diese den politisch gesetzten Nachhaltigkeitskriterien entsprechen. Hierzu wurden die mit der Nutzung von agrarischen Rohstoffen in einer Biogasanlage induzierten Stoffströme modelliert und mit einem LCA-Ansatz bilanziert. Die Unsicherheiten, die mit den beteiligten Prozessen einhergehen, wurden mit einer Monte-Carlo Simulation modelliert, um kumulierte Verteilungsfunktionen für unterschiedliche Biogaserzeugungsszenarien rechnen zu können.

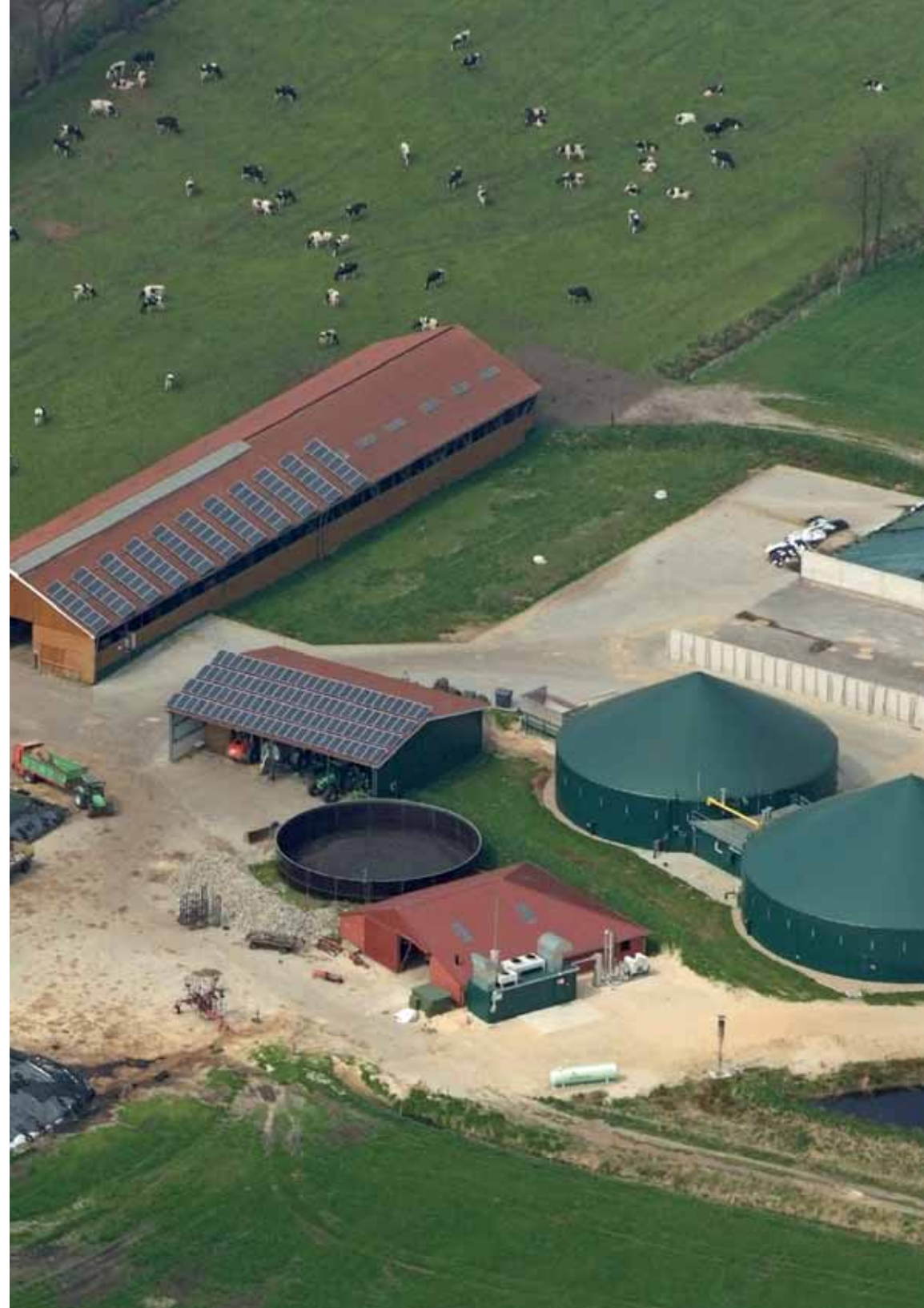
Im Ergebnis zeigt sich eine hohe Unsicherheit der verschiedenen Biogaserzeugungsszenarien. Die reine Maisvergärung sowie ein möglicher induzierter Landnutzungswandel machen die Erreichung von Treibhausgasminderungszielen eher unwahrscheinlich. Obwohl die Nachhaltigkeitsverordnung die Erzeugung von Biogas nicht betrifft, können die dort veröffentlichten Schwellenwerte für eine Nachhaltigkeitsdiskussion der Biogasproduktion herangezogen werden. Das Treibhausgasminderungspotenzial ist natürlich nur ein Aspekt der Nachhaltigkeit und müsste um andere Aspekte ergänzt werden, um ein vollständiges Bild darzustellen. Da die Bioenergieerzeugung primär zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen politisch vorangebracht wurde, macht es aber auch Sinn, die Erreichung von Treibhausgasvermeidungszielen zunächst als notwendiges Kriterium anzulegen, welches bei Erfüllung durch weitere ergänzt werden kann.



Dr. Andreas Meyer-Aurich
Leibniz-Institut für Agrartechnik
Potsdam-Bornim
ameyeraurich@atb-potsdam.de

literatur

Meyer-Aurich A, Schattauer A, Hellebrand H, Klauss H, Plöchl M, Berg W (2012) Impact of uncertainties on greenhouse gas mitigation potential of biogas production from agricultural resources. *Renewable Energy* 37: 277-284





Bewertung von Bioenergiesystemen

Entwicklung regionalisierter Ökobilanzierung

Bioenergie bietet im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energieträgern verschiedene Vorteile wie beispielsweise Möglichkeiten zur einfachen Energiespeicherung und zur Bereitstellung von Regel- und Grundlastenergie. Auch in der deutschen und europäischen Klimaschutzpolitik wird der Bioenergie eine Schlüsselrolle zugesprochen. Deutlich wird dies u. a. durch die ambitionierten Ausbauziele für verschiedene Energiesektoren wie Stromerzeugung oder Verkehr. Ein weiterer Ausbau der Bioenergienutzung birgt jedoch auch starke ökologische und sozio-ökonomische Risiken. Insbesondere indirekte und direkte Landnutzungsänderungseffekte, eine intensive industrielle landwirtschaftliche Produktion und schlechte Arbeits- und Produktionsbedingungen in Drittstaaten können den gewünschten politischen Förderzielen für Bioenergie

entgegenstehen. Für die Entwicklung möglichst nachhaltiger und regional sinnvoller Bioenergiestrategien bzw. -konzepte sind daher angemessene Bewertungskriterien und -methoden notwendig. Das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ) ist im Rahmen verschiedener Forschungsprojekte an der Entwicklung und Diskussion von Kriterien für unterschiedliche Aspekte der Nachhaltigkeit von Bioenergie beteiligt.

Zur Bewertung der Umweltwirkungen von Bioenergiekonzepten findet häufig die Methode der Ökobilanzierung Anwendung. Diese standardisierte Bewertungsmethode ist grundsätzlich geeignet, um die mit der Produktion und Nutzung eines Produktes bzw. Energieträgers verbundenen Umweltauswirkungen zu beschreiben und vergleichend einzuordnen. Eine Herausforderung bei

der Ökobilanzierung ist dabei immer die Datenverfügbarkeit bzw. der Umgang mit verallgemeinerten und stark aggregierten Datensätzen. Insbesondere beim Vergleich von regionalen Bioenergiesystemen untereinander und gegenüber fossilen Energiesystemen ist eine Weiterentwicklung des Ökobilanzierungsansatzes für einen stärkeren Regionalbezug von Sachbilanz und Wirkungsabschätzung erforderlich. Gemäß ISO 14044 bezeichnet die Sachbilanz die Bestandsaufnahme von Input-/ Outputdaten in Bezug auf das zu untersuchende System.

Der vorliegende Artikel zeigt beispielhaft einige Schwerpunkte zur Weiterentwicklung der Anwendung des Ökobilanzierungsansatzes für Bioenergiesysteme in der Arbeit des DBFZ auf.

Ökobilanzierungsansätze für Bioenergiesysteme erfordern einen stärkeren regionalen Bezug

Im Vergleich zu Energiesystemen auf der Basis fossiler Energieträger sind Bioenergiesysteme in der Regel durch eine starke räumliche Verbindung von Rohstoffproduktion (Biomasseerzeugung), Aufbereitung (Biomassekonversion) und der Nutzung der Energieträger gekennzeichnet. Die Ausprägung dieses regionalen Charakters kann sich dabei zwischen den unterschiedlichen Sektoren der Bioenergie (z. B. Produktion von Strom-, Wärme- oder Biokraftstoffen) deutlich unterscheiden. Darüber hinaus sind Biomassepotenziale zur Bioenergieerzeugung häufig nicht homogen verteilt, so dass es regional zu stark unterschiedlichen Effekten durch die Produktion und Nutzung von Bioenergie kommen kann.

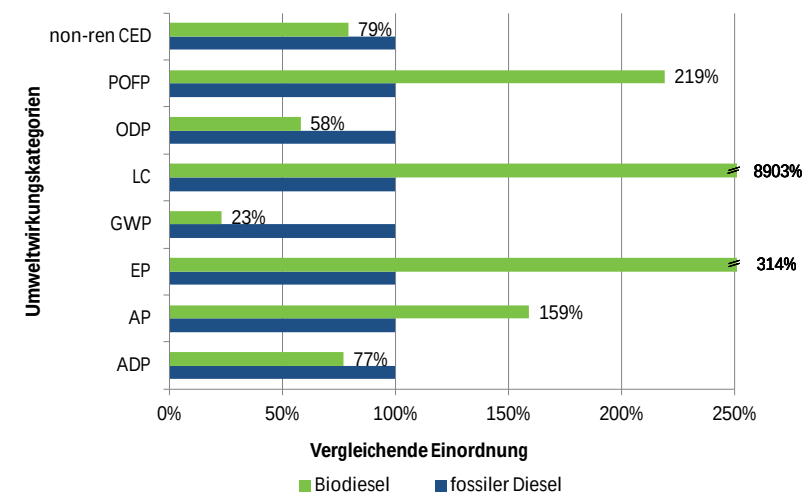


Abbildung 1: Vergleich verschiedener Umweltwirkungen aus der Produktion und Nutzung von Rapsbiodiesel im Vergleich zu fossilem Diesel. Nach González-García et al. 2013 Umweltwirkungskategorien: ADP – abiotischer Ressourcenverbrauch, AP – Versauerungspotenzial, EP – Eutrophierungspotenzial, GWP – Potenzial globaler Erwärmung, LC – Landnutzung, ODP – Ozonabbau Potenzial, POFP – Potenzial zur Bildung von Photooxidantien, non-ren CED – nicht erneuerbarer kumulativer Energiebedarf

Im ökobilanziellen Vergleich von biogenen und fossilen Energieträgern zeigt sich zudem häufig ein unterschiedlicher Schwerpunkt der Umweltwirkungen beider Systeme (vgl. Abb. 1). Werden zur Produktion von Bioenergie beispielsweise Energiepflanzen eingesetzt, können die im landwirtschaftlichen Produktionsprozess entstehenden Emissionen in Umweltwirkungskategorien wie Eutrophierung oder Versauerung potenziell zu negativeren Umwelteffekten als die Produktion fossiler Energieträger führen. In anderen Bereichen wie z. B. der Treibhausgas (THG)-Bilanz kann Bioenergie zu einer Verringerung der Emissionen gegenüber der fossilen Referenz beitragen.

Um insbesondere die Wirkung regional relevanter Emissionen wie z. B. versauernd- oder eutrophierend wirkende Emissionen zu bewerten, ist bei der Bewertung von Bioenergiesystemen daher ein deutlich stärkerer Raumbezug notwendig. Dies kann in den unterschiedlichen Stufen der Ökobilanz eine Vielzahl von Parametern betreffen, insbesondere auf der Ebene der Sachbilanz und der Wirkungsabschätzung. Abbildung 2 stellt einige dieser Parameter dar.

Die in der Abbildung dargestellten Aspekte umfassen sowohl Eingangsgrößen für die Sachbilanz als auch das System für die Einordnung der Ergebnisse sowie der Wirkungsabschätzung generell.

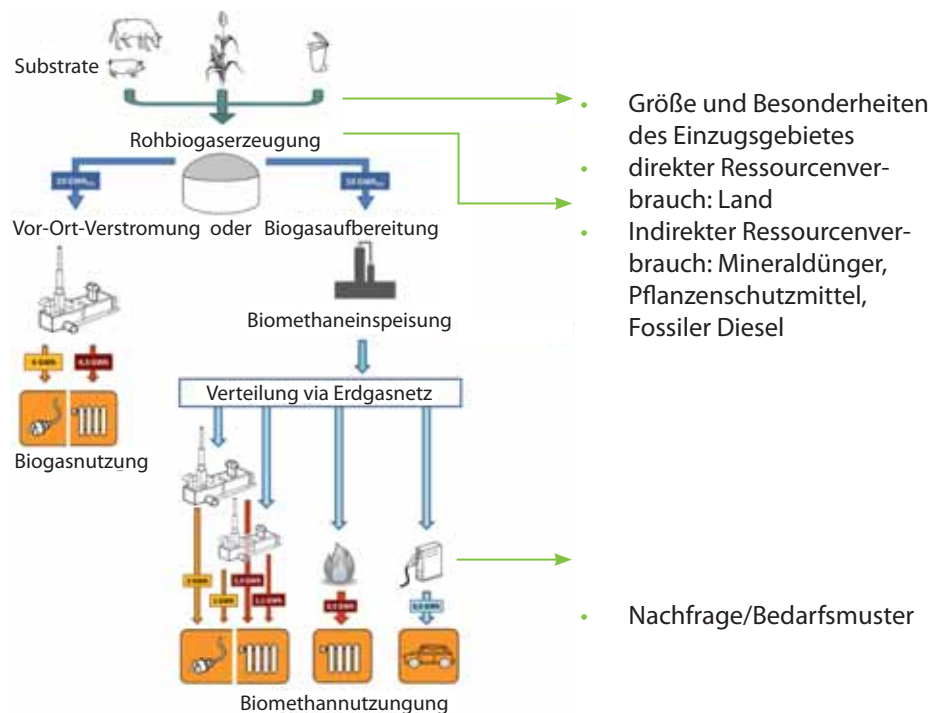


Abbildung 2: Auswahl einiger regionaler Aspekte in der Sachbilanz einer Ökobilanz am Beispiel einer Biogas/Biomethananlage



Abbildung 3: Landschaftspflegematerial für die Bioenergiegewinnung

So kann beispielsweise bei der Bilanzierung der Energiepflanzenproduktion die Berücksichtigung regionaler Sachbilanzdaten zu deutlich anderen Ergebnissen als die Verwendung generischer Datensätze führen. Ein Beispiel hierfür ist die Verwendung regionaler Daten zu Bodentypen und -struktur, welche wiederum Einfluss auf Parameter wie Dieserverbrauch für den Anbau und Ernte sowie Lachgasemissionen aus der Applikation von Stickstoffdüngemitteln haben. Dem gegenüber steht die Verwendung von generischen Datensätzen (z. B. auf Basis von KTBL-Daten für Diesel und Düngemittelverbräuche), die häufig in Ökobilanzen für Bioenergiekonzepte Anwendung finden. Die Verwendung von regionalisierten Eingangsdaten setzt in der Regel jedoch einen deutlich höheren zeitlichen Aufwand voraus.

Weitere Beispiele für Unterschiede von Sachbilanzeingangsparametern auf Basis von Regionaldaten und generischen Datensätzen sind der Transportaufwand für die eingesetzte Biomasse (welcher sich je nach Standort der Bioenergie-

anlage und dem regional verfügbaren Biomassepotenzial stark unterscheiden kann) oder der regionale Mix zur Bereitstellung von Prozesswärme für den Prozess der Biomassekonversion (z. B. bei einer Ölmühle). Die Ergebnisse der Sachbilanzierung sind Emissionen, welche im nächsten Schritt, der so genannten Wirkungsabschätzung, unterschiedlichen Umweltwirkungskategorien (z. B. Treibhausgas zur Umweltwirkungskategorie global warming potential) zugeordnet werden. Da einige der für Bioenergiesysteme besonders relevanten Emissionen eine regional unterschiedliche Wirkung und Relevanz besitzen, ist es auch für die Frage der Wirkungsabschätzung von Relevanz, in welchem regionalen Umfeld das betrachtete Bioenergiesystem eingebunden ist.

Um die Ergebnisse der Sachbilanz und Wirkungsabschätzung zu bewerten und einzuordnen, erfolgt häufig ein Vergleich mit einem so genannten Referenzsystem. Dabei werden, je nach Fragestellung der Ökobilanz, die Umweltwirkungen des betrachteten Bio-

energiesystems mit denen fossiler oder anderer erneuerbarer Alternativen verglichen. In Abhängigkeit von der Art des betrachteten Bioenergiekonzeptes und dem erzeugten Energieträger können sich dabei auch die Referenzsysteme für die Bewertung von Bioenergiesystemen regional unterscheiden.

Referenzsysteme zur Einordnung der Umwelteffekte von Bioenergiesystemen können sich regional stark unterscheiden

Abbildung 4 gibt ein Beispiel über den Einfluss unterschiedlicher Referenzsysteme bei der Bewertung von Bioenergiesystemen. Dargestellt ist die potenzielle THG-Minderung durch die Nutzung von Biomethan in unterschiedlichen Sektoren der Bioenergie. Die dargestellte

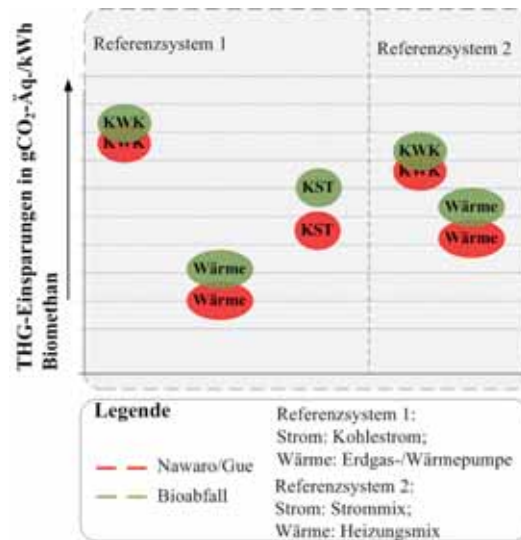


Abbildung 4: Beispielhafte THG-Einsparung durch die Nutzung von Biomethan in unterschiedlichen Sektoren gegenüber verschiedenen Referenzsystemen (KWK: Kraft-Wärme-Kopplung, KST: Kraftstoff, als Referenzsystem für den Kraftstoff wurde der fossile Komparator aus der BioKraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung gewählt)

Minderung ergibt sich aus dem Abstand der Emissionen aus der Bioenergieproduktion (in diesem Fall auf Basis von Biomethan) und den Emissionen des jeweiligen Referenzsystems.

Die Abbildung zeigt einen deutlichen Unterschied in der Höhe der THG-Einsparungen durch die Nutzung von Biomethan in den Sektoren KWK, Wärme- und Kraftstoffproduktion. Grund für diesen Unterschied sind die unterschiedlichen Emissionen der jeweiligen Referenzsysteme für die Bereitstellung von Strom, Wärme und Kraftstoff. Solche Betrachtungen können beispielsweise zur Unterstützung von Entscheidungen für eine möglichst effiziente Nutzung von Biomasse verwendet werden. Dabei ist allerdings zu beachten, dass sich bestimmte Referenzsysteme für die Einordnung der Emissionen aus der Bioenergienutzung regional deutlich unterscheiden können. Ein Beispiel hierfür ist die Nutzung von Biomasse zur Wärmeproduktion, die je nach Region gegenüber einem Referenzsystem mit unterschiedlichen Anteilen von Erdgas, Heizöl und Anteilen aus erneuerbaren Energieträgern eingeordnet werden muss.

Bioenergiekonzepte standortangepasst entwickeln

Die Weiterentwicklung der skizzierten Elemente ist eine wichtige Aufgabe für die Bewertung von Bioenergiesystemen mit Hilfe der Ökobilanzierungsmethodik. Diese kann damit zukünftig auch stärker bei der Entwicklung von regional angepassten Bioenergiekonzepten Anwendung finden. Für die

Entwicklung nachhaltiger Bioenergiestrategien ist neben dem Einsatz von Methoden zur Produktbewertung auch die Berücksichtigung einer Vielzahl von Nachhaltigkeitsaspekten zur Ermittlung der standortbezogenen Verfügbarkeit von Biomasse notwendig. Ausgehend vom theoretischen Biomasseaufkommen innerhalb der land- und forstwirtschaftlichen Bereiche sowie der Rest- und Abfallstoffe ist es dabei erforderlich andere, bereits vorhandene Nutzungen der Biomasse zu identifizieren und die verbleibenden Mengen unter der Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien zu quantifizieren. In Abhängigkeit konkreter Fragestellungen und eines konkreten Raumbezugs werden hierfür ökologische Einflussgrößen wie Naturschutz, Biodiversität, Bodenfruchtbarkeit, Bodenerosion, Gewässerschutz, gesellschaftliche Parameter wie z. B. die Ernährungssicherheit sowie technisch/ökonomische Einflussgrößen z. B. Produktivität und Logistik untersucht. Das DBFZ arbeitet in enger Kooperation mit dem Department Bioenergie des Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung an der Entwicklung regionalisierter Bewertungsmethoden und standortangepasster Biomassestrategien.

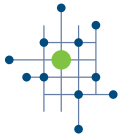


Stefan Majer
DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH
stefan.majer@dbfz.de

literatur

González-García S, García-Rey D, Hospido A (2013) Environmental life cycle assessment for rapeseed-derived biodiesel. The International Journal of Life Cycle Assessment, 18, 1, 61

Der Senat



Der **Senat der Bundesforschungsinstitute des BMEL** koordiniert die richtungsübergreifenden wissenschaftlichen Aktivitäten im Forschungsbereich des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Ihm gehören vier Bundesforschungsinstitute, das Bundesinstitut für Risikobewertung sowie sechs Forschungseinrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft an (www.bmel-forschung.de, Tel: 030/8304-2605/-2031).

Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Quedlinburg

Das JKI arbeitet und forscht in den Bereichen Pflanzengenetik, Pflanzenzüchtung, Pflanzenbau, Pflanzenernährung, Bodenkunde, Pflanzen- und Vorratsschutz und Pflanzengesundheit. In 15 Fachinstituten werden Konzepte z. B. für den nachhaltigen Anbau der Kulturpflanzen entwickelt, alternative Pflanzenschutzstrategien erforscht und Züchtungsforschung betrieben, um Pflanzen fit für die Anforderungen der Zukunft zu machen. In den verschiedenen Instituten werden land- und forstwirtschaftliche Kulturen ebenso bearbeitet wie Kulturen des Garten-, Obst- und Weinbaus und des Urbanen Grün (www.jki.bund.de).

Johann Heinrich von Thünen-Institut (Thünen-Institut), Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Braunschweig

Das Thünen-Institut entwickelt Konzepte für die nachhaltige und wettbewerbsfähige Nutzung unserer natürlichen Lebensgrundla-

gen in den Bereichen Felder, Wälder, Meere. Mit seiner ökologischen, ökonomischen und technologischen Expertise erarbeitet es wissenschaftliche Grundlagen als politische Entscheidungshilfen. Das Institut nimmt deutsche Interessen in internationalen Gremien wahr und führt – teils eingebunden in internationale Netzwerke – wichtige Monitoringtätigkeiten durch (www.ti.bund.de).

Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Insel Riems

Im Mittelpunkt der Arbeiten des FLI stehen die Gesundheit und das Wohlbefinden lebensmittelliefernder Tiere sowie der Schutz des Menschen vor Infektionen, die von Tieren auf den Menschen übertragen werden. Das FLI arbeitet grundlagen- und praxisorientiert in verschiedenen Fachdisziplinen insbesondere auf den Gebieten der Tiergesundheit, der Tierernährung, der Tierhaltung, des Tierschutzes und der tiergenetischen Ressourcen (www.fli.bund.de).

Max Rubner-Institut (MRI), Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Karlsruhe

Das MRI hat seinen Forschungsschwerpunkt im gesundheitlichen Verbraucherschutz im Ernährungsbereich. Vier der acht Institute des MRI und die Arbeitsgruppe Analytik arbeiten „produktübergreifend“. Forschungsschwerpunkte sind: Die Untersuchung der ernährungsphysiologischen und gesundheitlichen Wertigkeit von Lebensmitteln, Arbeiten im Bereich der Lebensmittelqualität und -sicherheit oder der Bioverfahrenstechnik. Die Forschungsaufgaben der anderen vier Institute beziehen sich auf Lebensmittelgruppen wie Getreide, Gemüse, Milch und Fleisch. An diesen Instituten steht die gesamte Lebensmittelkette im Fokus (www.mri.bund.de).

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

Für die gesundheitliche Bewertung von Lebensmitteln, Bedarfsgegenständen und Chemikalien ist das BfR zuständig. Es trägt maßgeblich dazu bei, dass Lebensmittel, Stoffe und Produkte sicherer werden. Die Aufgaben umfassen die

Bewertung bestehender und die frühzeitige Identifizierung neuer gesundheitlicher Risiken, die Erarbeitung von Empfehlungen zur Risikobegrenzung und die Kommunikation dieser Prozesse. Das BfR berät die beteiligten Bundesministerien sowie andere Behörden auf wissenschaftlicher Basis. In seinen Empfehlungen ist das BfR frei von wirtschaftlichen, politischen und gesellschaftlichen Interessen (www.bfr.bund.de).

Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Leibniz-Institut (DFA), Freising

Die Bedeutung so genannter funktioneller Lebensmittel mit einem besonderen gesundheitlichen Nutzen hat in den letzten Jahren stetig zugenommen. Aroma, Geschmack und Textur bestimmen neben den gesundheitlichen Aspekten die Qualität von Lebensmitteln. Die DFA untersucht Inhaltsstoffe und Qualität von Lebensmitteln (www.dfal.de).

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V. (ATB)

Das ATB ist ein Zentrum agrartechnischer Forschung – eines komplexen, interdisziplinären Arbeitsfeldes. Global gilt es, mehr hochwertige Lebensmittel sowie Agrarrohstoffe für stoffliche und energetische Nutzungen zu produzieren und dabei die natürlichen Ressourcen effizient und klimaschonend zu nutzen. In der hierfür notwendigen Anpassung und Weiterentwicklung von Verfahren und Technologien für eine

ressourceneffiziente Nutzung biologischer Systeme sieht das ATB seine zentrale Aufgabe (www.atb-potsdam.de).

Leibniz-Institut für Gemüse und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e. V. (IGZ)

Das IGZ erarbeitet wissenschaftliche Grundlagen für eine ökologisch sinnvolle und wirtschaftliche Erzeugung von Gartenbauprodukten. Wobei auf eine Balance zwischen Grundlagenforschung und angewandter, praxisorientierter Forschung im Gartenbau geachtet wird (www.igzev.de).

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V., Müncheberg

Das ZALF erforscht Ökosysteme in Agrarlandschaften und die Entwicklung ökologisch und ökonomisch vertretbarer Landnutzungssysteme. Es richtet sein Hauptaugenmerk darauf, aus aktuellen und antizipierten gesellschaftlichen Diskussionen heraus Perspektiven für eine nachhaltige Nutzung der Ressource Landschaft im Kontext der Entwicklung ländlicher Räume am Beispiel seiner Modellregionen aufzuzeigen (www.zalf.de).

Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN), Dummerstorf

Der systemische Forschungsansatz am FBN betrachtet das Tier (1) als Teil einer Population auf allen biologischen Ebenen der Merkmalsausprägung und (2) als Element des jeweils betrachteten Systems und den sich daraus erge-

benden Wechselwirkungen. Dieser interdisziplinäre Forschungsansatz ist Voraussetzung für die nachhaltige Gestaltung einer zukunftsfähigen Nutztierhaltung. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des FBN versuchen die genetisch-physiologischen Grundlagen funktionaler Biodiversität zu verstehen und leiten darauf aufbauend innovative Züchtungs- und Handlungsstrategien ab (www.fbn-dummerstorf.de).

Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien (IAMO), Halle

Das IAMO widmet sich der Analyse von wirtschaftlichen, sozialen und politischen Veränderungsprozessen in der Agrar- und Ernährungswirtschaft sowie in den ländlichen Räumen. Sein Untersuchungsgebiet erstreckt sich auf die Transformationsländer Mittel-, Ost- und Südosteuropas sowie Zentral- und Ostasiens. Mit diesem Forschungsfokus ist das IAMO eine weltweit einmalige agrarökonomische Forschungseinrichtung (www.iamo.de).

Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Berlin/Bonn

Das BMEL unterhält diesen Forschungsbereich. Es werden wissenschaftliche Grundlagen als Entscheidungshilfen für die Ernährungs- und Landwirtschaftspolitik der Bundesregierung erarbeitet und damit die Erkenntnisse zum Nutzen des Gemeinwohls erweitert (www.bmel.de).

Impressum

ForschungThemenheft

Methoden der Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme -
Möglichkeiten und Grenzen
ForschungThemenheft 2, 2014
ISSN 2363-6823
ISBN 978-3-95547-014-2

Herausgeber

Senat der Bundesforschungsinstitute des Bundesministeriums
für Ernährung und Landwirtschaft
Königin-Luise-Str. 19, 14195 Berlin
Tel: 030-8304 2031/-2605; Fax: 030-8304 2601
E-Mail: senat-bundesforschung@jki.bund.de
Internet: www.bmel-forschung.de

Gestaltung

Dr. Antje Töpfer, Senat

Druck

Arno Brynda GmbH, Berlin

Bildnachweise

Sofern untenstehend nicht anders angegeben, liegen die
Rechte bei den Autoren.

Fotos Umschlagseiten, S. 20: agrarfoto.com
Fotos S. 6, 23, 26, 31, 37, 41, 53: www.oekolandbau.de / Copyright BLE / Thomas Stefan
Foto S. 14 (rechts): www.oekolandbau.de / Copyright BLE / Dominic Menzler
Fotos S. 4, 50, 56: ATB
Foto S. 32, 35: Thünen-Institut
Foto S. 13, 38: Senat
Foto S. 59: DBFZ
Bild S. 27: Nina Nürnberg
Fotos S. 24, 55: Martina Nolte, Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0-de über Wikimedia Commons - [httpcommons.wikim](http://commons.wikim)
Foto S. 14 (links): Beiersdorf Freudenberg von Wolkenkratzer, Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 über Wikimedia Commons - [httpcommons.wikimed](http://commons.wikimed)

Veröffentlichungen des Senats der Bundesforschungsinstitute

ForschungsReport

zweimal im Jahr
ISSN1863-771X

ForschungsReport spezial

Ökologischer Landbau
jährlich
ISSN 2195-2795

Forschung Themenhefte

ISSN 2363-6823

ForschungsBericht

Agro-Biodiversität

