



S. Uthes und H. Wüstemann

Nummer

9

**Anregungen zur Ausgestaltung von
Förderprogrammen in Abhängigkeit
von Kompensationshöhe und
Zielerreichungsgrad**

SUTRA – Working Paper
Berlin, Dezember 2005

SUTRA-Working Paper

Die Reihe SUTRA-Working Paper wird herausgegeben von der DFG-Forschergruppe 497 „Strukturwandel und Transformation im Agrarbereich“. Sie enthält Beiträge von den Mitgliedern der Forschergruppe oder von externen Autoren zu Themen des Strukturwandels und der Transformation im Agrarbereich. Die Aufsätze wurden im Rahmen der Forschergruppe begutachtet; die dargestellten Ansichten sind jedoch die der Autoren und nicht notwendigerweise die der Herausgeber.

Die Forschergruppe wurde 2003 eingerichtet und umfasst 9 Teilprojekte. In ihr untersuchen Wissenschaftler an der Humboldt-Universität zu Berlin, an der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig und am Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung in Müncheberg – zusammen mit polnischen Wissenschaftlern – Strukturwandel und Transformation im Agrarbereich Deutschlands und Polens. Die Forschergruppe führt verschiedene Forschungsfelder zusammen, um so den Kenntnisstand zum Problem des Strukturwandels und der Transformation im Agrarbereich in einem übergreifenden, integrierenden und interdisziplinären Ansatz zu reflektieren und zu vertiefen. Das Forschungsvorhaben soll dazu beitragen, die wissenschaftlichen Grundlagen für die Analyse und Gestaltung komplexer Systeme zu vertiefen.

Internet: <http://www.agrar.hu-berlin.de/sutra/>

Herausgeber und Teilprojektleiter

Prof. Dr. Dr. h.c. Dieter Kirschke (*Sprecher*)
FG Agrarpolitik
Institut für WISOLA
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät
Humboldt-Universität zu Berlin

Prof. Dr. Wolfgang Bokelmann
FG Ökonomik der gärtnerischen Produktion
Institut für WISOLA
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät
Humboldt-Universität zu Berlin

Prof. Dr. Martina Brockmeier
Institut für Marktanalyse und Agrarhandelspolitik
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft,
Braunschweig

Prof. Dr. Dr. h.c. Konrad Hagedorn
FG Ressourcenökonomie
Institut für WISOLA
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät
Humboldt-Universität zu Berlin

Prof. Dr. Elmar Kulke
FG Wirtschaftsgeographie
Geographisches Institut
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät II
Humboldt-Universität zu Berlin

Prof. Dr. Martin Odening (*Stellv. Sprecher*)
FG Allgemeine Betriebslehre des Landbaus
Institut für WISOLA
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät
Humboldt-Universität zu Berlin

Prof. Dr. Klaus Müller
Institut für Sozioökonomie
Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungs-
forschung, Müncheberg

und
Institut für WISOLA
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät
Humboldt-Universität zu Berlin

Prof. Dr. Uwe Jens Nagel
FG Landwirtschaftl. Beratung und
Kommunikationslehre
Institut für WISOLA
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät
Humboldt-Universität zu Berlin

Prof. Dr. Dr. h.c. Harald von Witzke
FG Internationaler Agrarhandel und Entwicklung
Institut für WISOLA
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät
Humboldt-Universität zu Berlin

Redaktion

Dr. Astrid Häger (*Schriftleitung*)
E-Mail: astrid.haeger@agrار.hu-berlin.de
Tel.: +49-30-2093.6049, -6256

Kerstin Oertel (*Layout*)
E-Mail: k.oertel@agrار.hu-berlin.de
Tel.: +49-30-2093.6340

Humboldt-Universität zu Berlin
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät
Institut für WISOLA
FG Agrarpolitik
Luisenstraße 56
10099 Berlin (Germany)
Fax: +49-30-2093.6301

ISSN 1614-1083 (Print-Version)
ISSN 1614-1369 (Internet-Version)

Anregungen zur Ausgestaltung von Förderprogrammen in Abhängigkeit von Kompensationshöhe und Zielerreichungsgrad

Sandra Uthes und Henry Wüstemann

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----|
| Tabellenverzeichnis | ii |
| Abbildungsverzeichnis | ii |
| Abkürzungen | ii |
| Zusammenfassung | iii |
| Abstract..... | iii |
| 1. Einleitung..... | 1 |
| 2. Multifunktionalität der Landwirtschaft..... | 1 |
| 2.1 Non-commodities und Marktversagen | 3 |
| 2.2 Funktionsmechanismen öffentlicher Kompensationsprogramme | 4 |
| 2.3 Kompensationshöhe in Förderprogrammen | 6 |
| 3. Methodik..... | 7 |
| 3.1 Non-commodity „Feldhasenschutz“ | 7 |
| 3.1.1 Problemfeld..... | 7 |
| 3.1.2 Einwirkungsmöglichkeiten der Landwirtschaft..... | 8 |
| 3.2 Kombination von ökologischen und ökonomischen Bewertungen | 9 |
| 3.2.1 Ökologische Bewertung von Anbauverfahren..... | 11 |
| 3.2.2 Integrierte Analyse..... | 14 |
| 4. Ergebnisse..... | 16 |
| 5. Diskussion und Ausblick | 17 |
| 6. Literatur | 18 |
| Über die Autoren | 21 |
| Bisher erschienen..... | 23 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|------------|--|----|
| Tabelle 1: | An die Landwirtschaft gekoppelte non-commodities | 2 |
| Tabelle 2: | Möglichkeiten der feldhasenangepassten Bewirtschaftung | 8 |
| Tabelle 3: | Betriebsspiegel des Beispielbetriebes | 9 |
| Tabelle 4: | Mittelwerte der Zielerreichungsgrade je Kulturart und Anbauart | 12 |
| Tabelle 5: | Zielerreichungsgrade für verschiedene Anbaualternativen..... | 13 |
| Tabelle 6: | Teilmatrizen der LP-Ausgangstabelle in MODAM | 15 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|--------------|---|----|
| Abbildung 1: | Aufbau eines Förderprogramms..... | 4 |
| Abbildung 2: | Das Zusammenspiel von Ordnungsrecht und Verfügungsrecht am Beispiel des Düngemiteleinsatzes..... | 5 |
| Abbildung 3: | Dreistufige, integrierte ökonomische und ökologische Analyse von Landnutzungssystemen in MODAM | 10 |
| Abbildung 4: | Veränderung des Deckungsbeitrags bei Parametrisierung des Zielerreichungsgrades | 17 |

Abkürzungen

| | |
|-------|--|
| AUM | Agrarumweltmaßnahmen |
| DB | Deckungsbeitrag |
| LP | Lineare Programmierung |
| MODAM | Multi Objective Decision Support Tool for Agroecosystem Management |
| ZALF | Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e. V. |
| ZEG | Zielerreichungsgrad |

Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund knapper werdender natürlicher Ressourcen sowie veränderter gesellschaftlicher Ansprüche an die Landwirtschaft tritt die Produktion klassischer Agrargüter vermehrt in den Hintergrund, während die Bereitstellung neuer Güter und Dienstleistungen, so genannter non-commodities, an Bedeutung gewinnt.

Da die Bereitstellung von non-commodities nur partiell über funktionierende Märkte realisiert werden kann, die multifunktionale Landwirtschaft als simultane Produktion von commodities und non-commodities andererseits jedoch ein explizites Ziel Europäischer Agrarpolitik ist, rückt die Problematik der effizienten Honorierung von non-commodities in den Vordergrund, wobei insbesondere in den Agrarumweltprogrammen der Fokus auf der Kompensation ökologischer Leistungen liegt. In diesem Heft werden Anregungen vorgestellt, wie aus der Angebotsperspektive Konflikte zwischen ökonomisch tragfähiger Landwirtschaft und den Anforderungen des Naturschutzes analysiert werden können. Dabei werden die ökonomischen Ziele eines Beispielbetriebes unter ökologischen Restriktionen optimiert, um mit Hilfe von Trade-off Funktionen die innerbetrieblichen Kosten für die Bereitstellung ökologischer Leistungen quantifizieren zu können. Die gewonnenen Erkenntnisse können die Grundlage für Empfehlungen zur Ausgestaltung von Agrarförderprogrammen sein.

Schlüsselwörter: non-commodities, Förderprogramme, Zielerreichungsgrad, Kompensationshöhe, Multifunktionalität

Abstract

Against the background of natural resources becoming more scarcely as well as changed social preferences, the provision of new goods and services, so-called non-commodities, is gaining importance in comparison to the production of agricultural commodities. Although the promotion of multifunctional agriculture producing commodities and non-commodities jointly has been set as an explicit goal of European agricultural policy, markets for agricultural non-commodities still function poorly. This poses the problem of designing efficient policies remunerating the production of non-commodity goods, e.g. agri-environmental programs.

In this paper, the use of trade-off functions is suggested for the analysis of conflicts between economically sustainable agriculture and nature conservation requirements. The economic goals of a showcase farm are optimised under ecological restrictions in order to quantify the costs of producing different levels of ecological goods. The results can provide a basis for the design of efficient agri-environmental programs.

Keywords: non-commodities, support programs, ecological goal achievement, compensation level, multifunctionality

1. Einleitung

Der rational wirtschaftende Betrieb orientiert sich in der Theorie am Ziel der Gewinnmaximierung und damit an seinen privaten Grenzkosten. Die davon verschiedenen sozialen Grenzkosten, die durch die Externalisierungsmöglichkeit von Nutzen und Kosten auf Dritte höher oder niedriger als die privaten Grenzkosten ausfallen, zieht er dagegen nicht ins Kalkül. Diese Logik wird auch vom Konzept der Multifunktionalität der Landwirtschaft aufgegriffen, das seit Mitte der 90er Jahre in der Agrarpolitik eine zentrale Rolle spielt.

Eine Möglichkeit, die private Grenzkostenkurve eines Anbieters durch ökonomische Anreize auf das Niveau der sozialen Grenzkostenkurve anzuheben, stellen staatliche Förderprogramme dar. Funktionieren sie optimal, führen sie zu einer gesamtgesellschaftlichen Wohlfahrtssteigerung. Ob sie funktionieren, hängt von vielen Aspekten ab, z. B. inwieweit Anreiz zu Opportunismus (Mitnahmeeffekte) besteht, wie häufig Kontrollen stattfinden oder von den geltenden Teilnahmevoraussetzungen. Letztendlich ist auch der ökonomische Anreiz, die optimale Kompensationshöhe, von Bedeutung.

Viele ökologische Zusammenhänge lassen sich auf Grund ihrer Komplexität allerdings nur schwer erfassen bzw. simulieren. Dies gilt auch für die Auswirkungen, die menschliches Handeln auf z. B. komplexe Ökosysteme hat. Daher wird die Entscheidungsfindung für den Entscheidungsträger bei der Gestaltung von Förderprogrammen deutlich erschwert. Im Folgenden werden am Beispiel eines ausgewählten non-commodity durch Experten ökologisch bewertete mögliche landwirtschaftliche Produktionsalternativen in die ökonomische Programmplanung integriert und die Ergebnisse dieser integrierten ökonomisch-ökologischen Analyse in einer Trade-off Funktion dargestellt. Letztendlich kann dadurch die Beziehung von Kompensationshöhe und Zielerreichungsgrad dargestellt werden, wodurch ein Beitrag zur Entscheidungsfindung bezüglich der effizienten Maßnahmengestaltung geleistet wird.

Die vorliegende Arbeit geht wie folgt vor: In Kapitel 2 werden theoretische Grundlagen zur Multifunktionalität, Problematiken wie Marktversagen und staatliche Eingriffe sowie die Struktur von Förderprogrammen erläutert. Kapitel 3 widmet sich der angewendeten Methodik, wobei das non-commodity „Feldhasenschutz“ und die Kombination von ökologischen und ökonomischen Bewertungen im Vordergrund stehen. In Kapitel 4 werden schließlich relevante Ergebnisse dargestellt und in Kapitel 5 diskutiert.

2. Multifunktionalität der Landwirtschaft

“Multifunctionality refers to the fact that an economic activity may have multiple outputs and, by virtue of this, may contribute to several societal objectives at once” (OECD 2001; S. 7). „Multifunktionalität“ umschreibt die Tatsache, dass ein (land)wirtschaftliches Handeln viel-

fältige Güter- und Dienstleistungen hervorbringen und auf Grund dieser Tatsache zu verschiedenen gesellschaftlichen Zielen beitragen kann. Multifunktionale Aktivitäten umfassen z. B. die ökologische Landwirtschaft, die Erzeugung besonderer Qualitäten¹, kurze Versorgungsketten², Agrotourismus, neue betriebliche Dienstleistungen³, Diversifizierung in der Erzeugung⁴ sowie Natur- und Umweltmanagement⁵ (KNICKEL et al. 2004).

“The key elements of multifunctionality are: i) the existence of multiple commodity and non-commodity outputs that are jointly produced by agriculture; and ii) the fact that some of the non-commodity outputs exhibit the characteristics of externalities or public goods, with the result that markets for these goods do not exist or function poorly” (OECD 2001, S. 7). Die technologische Abhängigkeit zwischen commodities und non-commodities wird als „jointness of production“ bezeichnet. Von Kuppelproduktion spricht man dann, wenn bei der Produktion eines Gutes weitere erwünschte oder unerwünschte Outputs anfallen (BAUMGÄRTNER und SCHILLER 2001) und somit eine technologische Abhängigkeit besteht (HENDERSON und QUANDT 1971). So hat eine Veränderung in der Bereitstellung eines Outputs Auswirkungen auf die Menge an Output des anderen Gutes (SHUMWAY et al. 1984). Dabei kann sowohl von komplementärer als auch von konfliktärer Kopplung ausgegangen werden (BEATTIE and TAYLOR 1985; FERRARI 2004).

Unter VATN (2001) findet sich eine Auflistung derjenigen non-commodities, die nach seiner Auffassung zwingend an die Agrarproduktion gekoppelt sind. Diese können den Bereichen „Environmental aspects“, „Food security“, „Food safety“ sowie „Rural concerns“ zugeordnet werden (Tabelle 1).

Tabelle 1: An die Landwirtschaft gekoppelte non-commodities

| Environmental aspects | Food security | Food safety | Rural concerns |
|--|--------------------------------------|-------------------------------|---|
| Landscape Biological diversity Recreation Aesthetics - Cultural heritage - Pollution (changes in matter cycles; genetic pollution etc.) | Availability in different situations | Quality/phyto-sanitary status | Rural settlement Local economic activity |

Quelle: nach VATN (2001)

¹ Registrierte und zertifizierte Produkte entsprechend den Verordnungen 2081/92 und 2082/92

² z. B. alle Formen der Direkt- oder Regionalvermarktung

³ z. B. das Angebot von Jagd, Angeln, Fahrradvermietung, Schulbauernhöfe, Workshops

⁴ z. B. Energiepflanzenanbau, Safranproduktion, Kräuter oder Arzneipflanzen, Biomasse

⁵ Natur- und Umweltprogramme auf regionaler und lokaler Ebene, z. B. Vertragsnaturschutz

2.1 Non-commodities und Marktversagen

Die Güter einer Volkswirtschaft können anhand der Kriterien „Ausschließbarkeit“ und „Rivalität“ unterschieden werden. Dabei treten zwei Extremvarianten auf: private und öffentliche Güter. Die Ausschließbarkeit gibt an, inwieweit es möglich ist als Anbieter eines Gutes, andere vom Konsum dieses Gutes auszuschließen, während die Rivalität um den Konsum ausdrückt, ob der Konsum eines Gutes durch eine Person die Nutzungsmöglichkeiten eines anderen schmälert (SAMUELSON 1954).

Im Falle eines öffentlichen Gutes, z. B. der Kulturlandschaft, kann niemand vom Betrachten der Landschaft ausgeschlossen werden, außer unter Aufwendung extrem hoher Transaktionskosten. Ferner schmälert deren Konsum in Form von Betrachtung nicht die Konsummöglichkeiten anderer. Folglich bestünde für die Nutzer eines solchen Gutes kein oder nur ein geringer Anreiz für dessen Bereitstellung zu bezahlen, jeder Nutzer ginge davon aus, dass die anderen Nutzer schon ausreichend bezahlten. Dieses Verhalten wird auch als „Trittbrettfahrerverhalten“ (free rider) bezeichnet (PETERSEN und MÜLLER 1999).

Der Preis eines Gutes spiegelt bei funktionierendem Markt die Zahlungsbereitschaft seiner Nutzer wider. Wenn die Konsumenten nun aber einen Preis unterhalb ihrer tatsächlichen Zahlungsbereitschaft entrichten, gelingt es ihnen, ihre tatsächlichen Präferenzen zu verstecken. Als Ergebnis wird eine Menge angeboten, die unterhalb des gesellschaftlichen Optimums liegt, im Extremfall wird das Gut überhaupt nicht bereitgestellt, nämlich dann, wenn die tatsächliche Zahlungsbereitschaft nicht mehr die Kosten für die Bereitstellung deckt.

Zusammengefasst entsteht die Problematik des Marktversagens offensichtlich deshalb, weil ein Gut, ein Effekt oder eine Leistung einerseits einen Nutzen für die Gesellschaft aufweist, auf der anderen Seite aber keinen Preis hat (KIRSCH 2004). Um ein Marktversagen bei non-commodities zu beseitigen, kommen prinzipiell zwei Strategien in Frage: a) entweder ist es möglich, einen funktionierenden Markt zu kreieren oder b) eine staatliche Regulation wird nötig. Ob es eine private oder eine staatliche Lösung des Marktversagens gibt, hängt davon ab, wie hoch jeweils die Transaktionskosten der Installation eindeutiger Verfügungsrechte für den Ausschluss von möglichen Konsumenten sind (CHALLEN 2001, VATN 2001), oder wie sich gesellschaftliche Präferenzen gestalten.

Bei einigen non-commodities sind die Transaktionskosten⁶ der Zuteilung eines eindeutigen Nutzungs- oder Verfügungsrechtes geringer als bei anderen. Darüber hinaus gilt, dass trotz bestimmter gesellschaftlichen Präferenzen gar nicht erwünscht sein kann, ein Nutzungsrecht eindeutig zuzuteilen, obwohl es technisch möglich wäre (LIPPERT 1999).

⁶ „Gibt es Reibungen, so lassen sich Verfügungsrechte bzw. Vertragsrechte nicht ohne Aufwand an Zeit und Mitteln definieren, überwachen und durchsetzen. Vielmehr erfordern alle diese unerlässlichen Tätigkeiten den Aufwand von Transaktionskosten“ (RICHTER und FURUBOTN 2003, S. 14).

Van HUYLENBROECK und DURAND (2003) unterscheiden einerseits zwischen einer Markterstellungsstrategie im Falle jener non-commodities, für die sich eine Ausschließbarkeit vom Konsum einrichten lässt und die Transaktionskosten für die Zuteilung des Nutzungsrechtes folglich gering sind - und andererseits staatlichem Eingriff, dort wo die Transaktionskosten zu hoch sind. Im Falle eines staatlichen Eingriffs muss dabei abgewogen werden, ob der Nutzen des Eingriffs tatsächlich höher ausfällt als die Kosten dafür, da ansonsten zusätzlich zum Marktversagen ein Staatsversagen auftreten kann (PETERSEN und MÜLLER 1999).

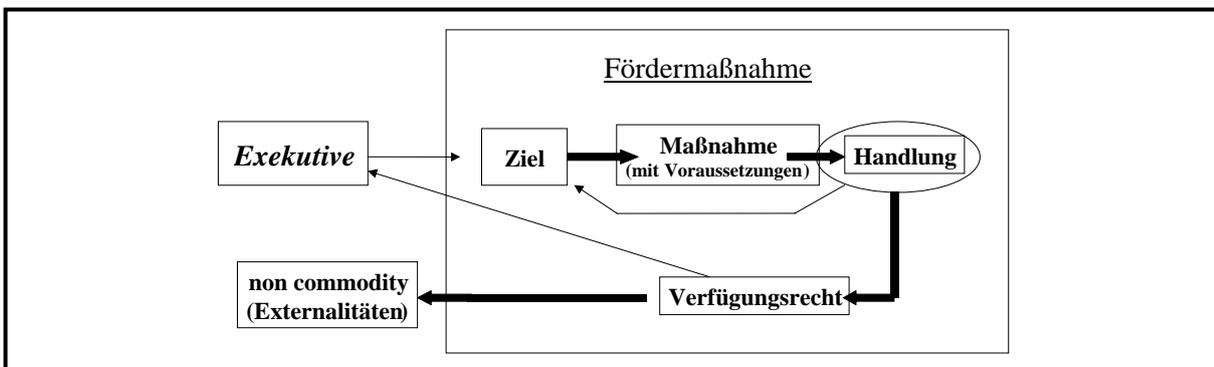
2.2 Funktionsmechanismen öffentlicher Kompensationsprogramme

Eine Form des staatlichen Eingriffs stellt die Bereitstellung von non-commodities mit Hilfe von Förderprogrammen dar, wobei die Verschiebung der privaten Grenzkostenkurve durch ökonomische Anreize auf das Niveau der sozialen Grenzkostenkurve erreicht werden soll (VAN HUYLENBROECK und DURAND 2003).

Öffentliche Fördermaßnahmen, die auf einer freiwilligen Anreizorientierung basieren, wie z. B. Agrarumweltmaßnahmen, sind dabei i.d.R. wie folgt aufgebaut: Die Exekutive formuliert das Ziel einer Fördermaßnahme, z. B. die Erhaltung genetischer Diversität. An dieses Ziel wird eine konkrete Maßnahme geknüpft, für deren Teilnahme spezifische Voraussetzungen zu erfüllen sind (Beruf, Alter, Betriebsform des Teilnehmenden etc.). Der zentrale Bestandteil einer Fördermaßnahme sind schließlich die vom Landwirt durchzuführenden bzw. zu unterlassenden Handlungen, sofern das Förderprogramm auf einer handlungsorientierten Honorierung basiert.

Von der Durchführung der Handlungen bzw. deren Unterlassung wird letztlich erwartet, dass zahlreiche, gesellschaftlich nachgefragte Externalitäten (non-commodities) durch den an der Fördermaßnahme Teilnehmenden bereitgestellt oder im Falle negativer Externalitäten vermieden werden (Abbildung 1).

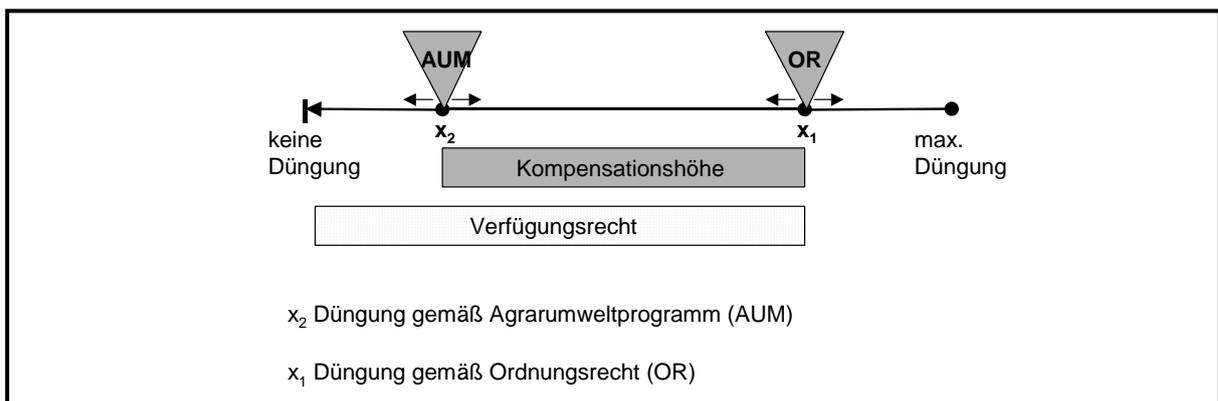
Abbildung 1: Aufbau eines Förderprogramms



Quelle: eigene Darstellung

Im Zusammenhang mit der Durchführung oder Unterlassung bestimmter Handlungen tritt der teilnehmende Landwirt das Verfügungsrecht an die Exekutive ab, eine bestimmte Handlung anders als in der Fördermaßnahme vorgeschrieben durchzuführen. Dies impliziert, dass der Landwirt überhaupt mit entsprechenden Verfügungsrechten ausgestattet ist. Dabei wird das Zusammenspiel zwischen Ordnungsrecht und Verfügungsrecht deutlich. Durch das Ordnungsrecht (z. B. Düngemittelverordnung) werden die maximalen Verfügungsrechte des Landwirts auf seinen Flächen bestimmt, die er je nach Bedarf auch abtreten kann, z. B. um an Förderprogrammen teilzunehmen. Wie weitreichend das Ordnungsrecht ist und damit wie umfangreich er mit Verfügungsrechten ausgestattet wird, entscheidet darüber, wie stark er über diesen Prozess sein Einkommen stabilisieren oder erhöhen kann. Die erfolgreiche Produktion von non commodities in Förderprogrammen hängt damit auch davon ab, inwieweit die Gesellschaft bereit ist dem Landwirt spezielle Verfügungsrechte zu überlassen (Abbildung 2).

Abbildung 2: Das Zusammenspiel von Ordnungsrecht und Verfügungsrecht am Beispiel des Düngemittleinsatzes



Quelle: eigene Darstellung

Die landwirtschaftlichen Betriebe fragen schließlich die angebotenen Förderprogramme mit dem Ziel der Einkommenssicherung nach und versuchen die an die Fördermaßnahme gekoppelten Anforderungen über die Abgabe von Verfügungsrechten⁷ zu erfüllen (z. B. Verzicht auf Pflanzenschutz).

Mit der Inanspruchnahme der Fördermaßnahme wird dem Landwirt schließlich eine Doppelrolle zuteil: Er ist einerseits Nachfrager der Förderprogramme und gleichzeitig Anbieter von non-commodities, indem er die Verfügungsrechte abgibt, Handlungen anders durchzuführen als im Förderprogramm vorgesehen. Für die Abgabe der Verfügungsrechte und die damit verringerten gesellschaftlichen Kosten wird er kompensiert. Dabei stellt sich jedoch die Frage, wie hoch eine Kompensationszahlung für die Produktion eines gewünschten non-commodity überhaupt auszufallen hat.

⁷ im Sinne der Neuen Institutionenökonomik (RICHTER und FURUBOTN 1996)

2.3 Kompensationshöhe in Förderprogrammen

Um non-commodities monetär zu bewerten, werden häufig zwei Ansätze verfolgt: (1) entweder wird versucht die Zahlungsbereitschaft der Konsumenten abzuschätzen, oder es werden (2) die Kosten ermittelt, die auf der Angebotsseite entstehen.

Unterschiedlichste ökonomische Bewertungsmethoden beschäftigen sich mit der Ermittlung der gesellschaftlichen Nachfrage. Dabei wird zwischen indirekten und direkten Methoden unterschieden. Direkte Methoden (z. B. „contingent valuation“, „attribute based choice modeling“) befragen Konsumenten unmittelbar, wie viel ihnen ein bestimmtes öffentliches Gut oder ein bestimmter Zustand einer Landschaft wert ist. Indirekte Methoden (z. B. „travel cost method“, „hedonic price method“) versuchen dagegen, z. B. anhand der Aufenthaltshäufigkeit, -dauer oder der aufgewendeten Reisekosten den Wert des besuchten Gutes zu schätzen (AHLHEIM und FRÖR 2003). Die Schätzung der gesellschaftlichen Nachfrage für non-commodities ist jedoch nicht unproblematisch, da die indirekten Methoden von vielen Annahmen abhängig sind und den Ergebnissen aus direkten Methoden häufig kein entsprechendes Verhalten der Konsumenten gegenübersteht (HOLM-MÜLLER 2003).

Befragt man dagegen Landwirte nach ihren Einstellungen, kommen häufig Fragen nach den Kosten und Verlusten auf, die z. B. mit Naturschutzmaßnahmen verbunden sind. Ein Ansatz diese Kosten mit Beteiligung der Landwirte zu ermitteln, hat im Rahmen des GRANO Projektes stattgefunden (MÜLLER et al. 2002). Dabei besteht jedoch die Gefahr, dass durch Landwirte modifizierte Agrarumweltprogramme kostenintensiver als die bisherigen Maßnahmen ausfallen. Diese Überbewertung der tatsächlich durch die Bereitstellung von non-commodities entstehenden Kosten könnte z.B. darauf zurückzuführen sein, dass die Landwirte aus einer einkommensmaximierenden Perspektive heraus ein besonderes Interesse an lukrativen Agrarumweltmaßnahmen haben.

Sollen nun die Kosten der Bereitstellung von non-commodities ermittelt werden, muss eine non-commodity orientierte Agrarproduktion zunächst anhand von Indikatoren hinsichtlich ihrer ökonomischen, ökologischen und sozialen Wirkungen bewertet werden. Dabei kann zwischen quantitativ messbaren Indikatoren (z. B. Bodenabtrag je ha als Indikator für Winderosion), bei denen eine Simulation mit Hilfe bio-physikalischer Modelle erfolgen kann oder aber schwer zu erschließenden, qualitativ messbaren Indikatoren unterschieden werden. Hierbei können die komplexen Zusammenhänge nur bedingt mit Modellen simuliert werden.

Häufig interessiert auch, inwieweit veränderte Politiken tatsächlich positive Wirkungen also ein erhöhtes non-commodity Angebot zur Folge haben, worüber bisher noch kein wissenschaftlicher Konsens herrscht, was z.B. auf das bisher begrenzte Wissen bezüglich der komplexen Interaktionen zwischen Landwirtschaft und Umwelt zurückzuführen ist (ROEDENBECK 2004). Aus diesen Fragestellungen resultiert der Bedarf an handhabbaren

Bewertungsmethoden, der zur Entwicklung von einer Vielzahl von Modellen, Kriterien- und Indikatorsystemen geführt hat. Eine Übersicht zu den deutschlandweit relevanten Modellen und Methoden geben MEYER et al. (2004).

Untersuchungen auf unterschiedlichen Ebenen erfordern den Einsatz von Modellen mit unterschiedlichem Analysefokus, vom Weltmarkt hinunter bis zum landwirtschaftlichen Betrieb. Dabei dominieren auf Weltmarkt- und EU-Ebene allgemeine Gleichgewichtsmodelle (z.B. GTAP⁸, CAPRI⁹) während auf der betrieblichen Ebene Optimierungsmodelle mit unterschiedlichen Programmierungsansätzen und unterschiedlicher Einbindung ökologischer Restriktionen eingesetzt werden (VAN TONGEREN 2000).

Eines der bisher entwickelten betrieblichen/regionalen Modelle mit Bezug zur Landwirtschaft ist das in dieser Arbeit verwendete Mehrzieloptimierungsmodell MODAM¹⁰, das nach ROEDENBECK (2004) auf nationaler Ebene zusammen mit dem betrieblichen System KUL¹¹, dem betrieblichen Bewertungssystem REPRO¹², dem Landnutzungsmodell ProLand¹³ sowie dem Landnutzungsmodell RAUMIS¹⁴ zu den derzeit meist diskutiertesten Verfahren zählt.

3. Methodik

Im Folgenden wird eine mögliche Herangehensweise für die Ermittlung der Kompensation von non-commodities mit Hilfe eines computergestützten Modells erläutert. Als non-commodity wurde der „Schutz des Feldhasen vor Verringerung der Lebensraumqualität“ (kurz: „Feldhasenschutz“) gewählt. Im Anschluss an die ökologische Bewertung von möglichen landwirtschaftlichen Anbaualternativen wurde die Organisation eines Beispielbetriebes unter ökologischen Restriktionen optimiert.

3.1 Non-commodity „Feldhasenschutz“

3.1.1 Problemfeld

Als ursprünglicher Steppenbewohner findet man den Feldhasen (*Lepus europaeus*) in Brandenburg als typischen Vertreter der Lebensgemeinschaft der Feldflur.

⁸ **Global Trade Analysis Project**

⁹ **Common Agricultural Policy Regional Impact Analysis**, Universität Bonn Institut für Agrarpolitik, Marktforschung und Wirtschaftssoziologie

¹⁰ **Multi-Objective Decision support tool for Agroecosystem Management**

¹¹ **Kriterien umweltverträglicher Landbewirtschaftung**

¹² ursprünglich für **Reproduktion** der Bodenfruchtbarkeit

¹³ **Prognose** über die räumliche Verteilung von **Landnutzungssystemen**

¹⁴ **Regional differenziertes Agrar- und Umweltinformationssystem für Deutschland**

Die Hasenstrecken der ehemaligen DDR lagen Anfang der 1960er Jahre bei 4-5 Hasen/km² und gingen in den darauf folgenden Jahren drastisch zurück auf 0,1-0,2 Hasen/km². Als Ursachen werden die Zunahme des Autoverkehrs, Witterungsveränderungen, Krankheiten, die Zunahme der Fuchsbestände aber auch die Verschlechterung der Habitate durch eine intensive Pflanzenproduktion diskutiert (NUA 2001). Einigkeit besteht darüber, dass die Lebenserwartung der Hasen im Bermudadreieck zwischen Intensität der Landwirtschaft, Witterung und Beutegreifern sehr gering ist und insbesondere Junghasen stark gefährdet sind (VON BREDOW 2005).

3.1.2 Einwirkungsmöglichkeiten der Landwirtschaft

Eine extensive und vielfältige Landwirtschaft bietet dem Feldhasen die besten Lebensbedingungen. Von Bedeutung ist eine kleinstrukturierte Agrarlandschaft mit einem hohen Anteil an Deckung und Nahrung bietenden Strukturen, wie Felldrainen, Säumen, Hecken, Knicks, Feldgehölzen, Altgrasstreifen an Wegen sowie Brachen (NUA 2001).

Ackerflächen haben auf Grund ihres hohen Flächenanteils in der Kulturlandschaft eine große Bedeutung für den Biotop- und Artenschutz. Für den Feldhasen konnte eine deutliche Präferenz für Feldfutterschläge ermittelt werden, wobei sich ein verzögertes Mahdintervall aber auch Hochschnittverfahren günstig auf die Reproduktion auswirken (STEIN-BACHINGER und FUCHS 2004). Weitere landwirtschaftliche Maßnahmen, welche geeignet sind, die Habitatqualität für Feldhasen zu verbessern sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Möglichkeiten der feldhasenangepassten Bewirtschaftung

| Naturschutzfachliche Ziele | Möglichkeiten der Verbesserung der Bewirtschaftung |
|--|---|
| Verringerung der Verluste an Junghasen durch landwirtschaftliche Bearbeitung der Flächen | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hochschnitt im Feldfutter ▪ Späte Grünland- und Feldfutternutzung ▪ Einsatz schonender Mahd- und Futterbergungsverfahren ▪ Direkte Schwadablage bei der Silageproduktion ▪ Pfluglose Bodenbearbeitung und Direkteinsaat ▪ Optimale räumliche Anordnung von Kulturen (Vermeidung gleichzeitiger mechanischer Bearbeitung, Ausweichräume lassen) |
| Verbesserung der Habitatqualität | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbesserung der räumlichen Anordnung der Fruchtfolgefelder ▪ Verringerung der Schlaggröße ▪ Erhöhung der Reihenweite ▪ Schaffung schlaginterner, kleiner Stilllegungen ▪ Etablierung von großflächigen Stilllegungen auf armen Böden ▪ Schaffung von dauerhaften Saum- und Gehölzstrukturen |

Quelle: eigene Darstellung

SATTLER et al. (2004) zufolge ist die „Habitatqualität für den Feldhasen als typisches Säugetier der Agrarlandschaft“ ein Indikator für das Umweltqualitätsziel „Erhalt und Erhöhung der natürlichen Vielfalt und Verbesserung der Lebensraumfunktion in der Agrarlandschaft“. Dabei darf die Zielart Feldhase nicht isoliert betrachtet werden, stattdessen weist eine hohe Feldhasendichte auf eine besondere Habitatgüte auch für andere Arten hin. Außerdem können sich die in Tabelle 2 genannten Bewirtschaftungsveränderungen auch auf andere Arten positiv auswirken, z. B. auf Feldvögel (STEIN-BACHINGER und FUCHS 2004).

Um die Kosten zu quantifizieren, die aus einer an die Bedürfnisse des Feldhasen angepassten Bewirtschaftung resultieren, wird auf einen vollerbhobenen Brandenburger Betrieb zurückgegriffen (GRIMM et al. 2004).

Der Beispielbetrieb liegt im nördlichen Brandenburg mit Flächen im Barnim und in der Uckermark und bewirtschaftet insgesamt 1250 ha (1000 ha Ackerland, 250 ha Grünland). Die Anbaustruktur ist durch einen hohen Anteil Wintergetreide (40-50 %), 10-15 % Sommergetreide, bis zu 10 % Körnerleguminosen und einen geringen Anteil Silomais gekennzeichnet. Des Weiteren werden etwa 30 % der Flächen mit Luzerne-Klee gras bestellt, die als Futtergrundlage für die ca. 270 Milchkühe und die 200 Jungrinder dienen.

Tabelle 3: Betriebsspiegel des Beispielbetriebes

| Landwirtschaftsbetrieb | |
|-------------------------------|--|
| LNF | 1250 ha |
| ▪ Ackerland | 1000 ha |
| ▪ Grünland | 250 ha |
| Niederschlag | 540 mm Niederschlag, stark ausgeprägte Vorsommertrockenheit |
| Temperatur | 7,2°C Jahresmittel |
| Bodenwertzahl | 33 (im Mittel über alle Flächen) |
| Tierhaltung | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 270 Milchkühe; 6000 kg (Tendenz steigend); 4,1 % Fett; 3,2 % Eiweiß, 28 % Reproduktion (Tendenz fallend); EKA 27 Monate ▪ ca. 200 Jungtiere ▪ Milchquote: 1450 t |

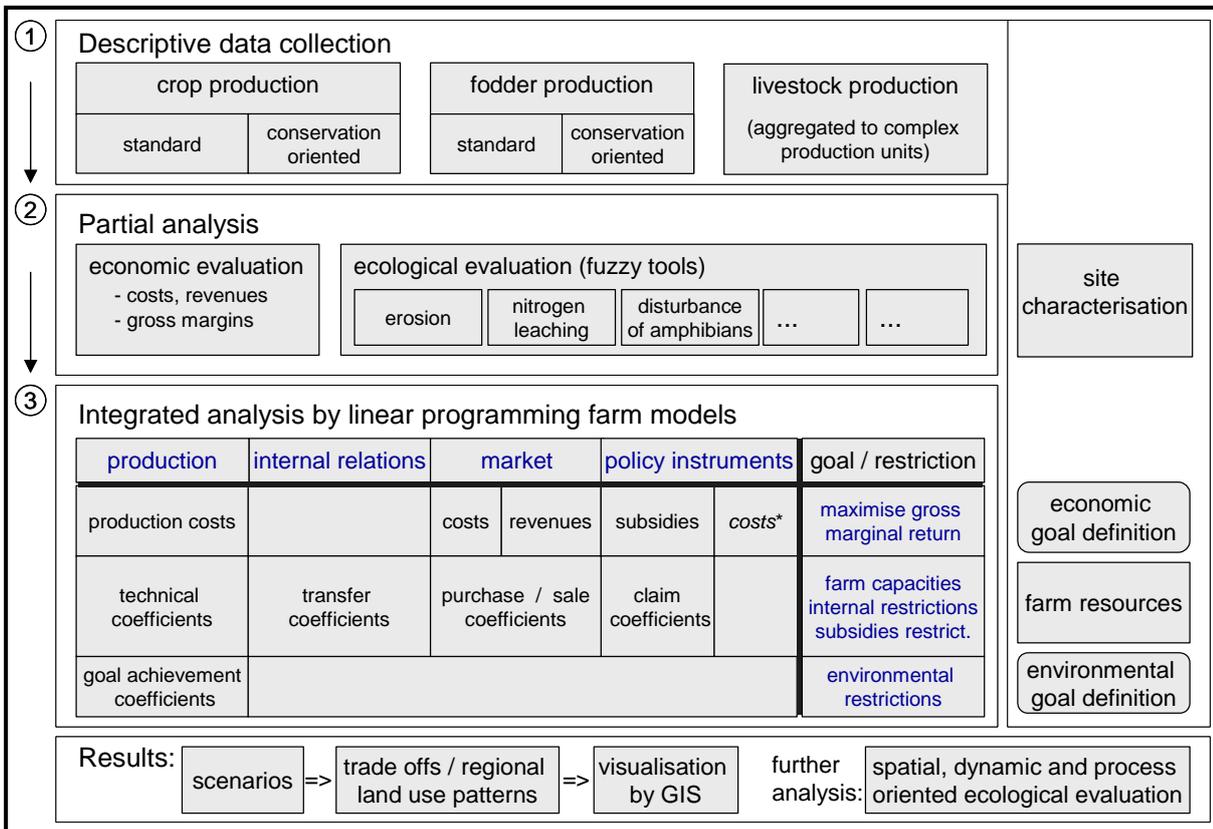
Quelle: eigene Darstellung

3.2 Kombination von ökologischen und ökonomischen Bewertungen

Die betrieblichen Daten sowie die ökologischen Zusammenhänge werden mit dem am ZALF in einem interdisziplinären Team entwickelten MODAM (KÄCHELE 1999, ZANDER 2003) analysiert. MODAM besteht aus einer Reihe hierarchisch gekoppelter Datenbanken, die landwirtschaftliche Produktionsverfahren beschreiben, ökonomisch und ökologisch analysieren und schließlich aus den generierten Daten ein Betriebsmodell erstellen. Ein externer Solver löst

das Optimierungsproblem und gibt das Ergebnis zur Auswertung an die Datenbanken zurück. Eine GIS-Kopplung ermöglicht die Visualisierung verschiedener Parameter in Kartenform.

Abbildung 3: Dreistufige, integrierte ökonomische und ökologische Analyse von Landnutzungssystemen in MODAM



Quelle: Zander, P. (unveröffentl. Material aus dem ZALF, Institut für Sozioökonomie)

Das Modellsystem lässt sich in drei hierarchisch verknüpfte Ebenen gliedern: Auf der ersten, deskriptiven Ebene werden die Produktionsaktivitäten, Standorte und die Ziele der Optimierung beschrieben. Standortspezifische Anbauverfahren werden in einer Form zusammengestellt oder generiert, welche die ökonomischen und ökologischen Partialanalysen der zweiten Ebene ermöglicht. Die zweite Ebene liefert mittels einer Reihe statisch deterministischer Analysemodule die ökonomischen Kosten und Nutzen und die ökologischen Potenziale und Risiken der Anbauverfahren. Letztere bilden die Basis der ökologischen Nebenziele im Betriebsmodell der dritten Ebene. Auf der dritten Ebene, der integrierten Analyse, werden die technischen, ökonomischen und ökologischen Koeffizienten zusammen mit den betrieblichen Kapazitäten an den LP-Generator übergeben, der ein statisches, bzw. ein rekursiv dynamisches, gemischt ganzzahliges, lineares Programmierungsmodell erstellt, das ökologische Ziele als Nebenbedingungen beinhaltet. Das statische oder dynamische Betriebsmodell kann daher ökologische und ökonomische Ziele simultan betrachten (ZANDER 2003).

3.2.1 Ökologische Bewertung von Anbauverfahren

Die Anbauverfahren bestimmen einerseits die Wirtschaftlichkeit eines landwirtschaftlichen Betriebes und andererseits seine ökologischen Effekte. Sie besetzen eine Schlüsselposition bei der Bestimmung der Wirkungen der Landwirtschaft auf den Naturhaushalt und sollten daher mit besonderer Detailtreue abgebildet werden (ZANDER 2003).

Unter einem Anbauverfahren wird die Summe sämtlicher Einzelmaßnahmen beim Anbau einer Fruchtart mit einem gegebenen Produktionsziel verstanden. Die einzelnen Arbeitsgänge können i.A. mit verschiedenen Kombinationen von Geräten und Schleppern durchgeführt werden (z. B. Pflügen: 1 Arbeitskraft + 1 Schlepper + 1 Pflug). Die technische Konkretisierung eines Arbeitsgangs wird dabei als Arbeitsverfahren bezeichnet, dem entsprechende Eigenschaften zugeordnet werden (z. B. Arbeitszeitbedarf und Kraftstoffverbrauch einer bestimmter Schlepper-Pflug-Kombination). Weitere Merkmale eines Arbeitsverfahrens innerhalb eines Anbauverfahrens sind der Zeitpunkt der Ausführung und evtl. ausgebrachte Betriebsmittel oder eingeholte Ernteprodukte.

Jedes Anbauverfahren in dem Modellsystem MODAM wird durch einen solchen Satz von Arbeitsverfahren beschrieben. Anhand der Merkmale der Arbeitsverfahren und der daran gekoppelten Schlepper und Geräte können die Verfahren ökonomisch und ökologisch bewertet werden. Die ökonomische Bewertung erfolgt dabei durch die Zuordnung der zu einem Anbauverfahren gehörenden Kosten und Leistungen aus denen Deckungsbeiträge errechnet werden können.

Die ökologische Bewertung der dem Betrieb möglichen alternativen Anbauverfahren wurde im Rahmen der Arbeit von ROMMENEY (2004) in Zusammenarbeit mit Experten¹⁵ durchgeführt. Sie erfolgt nach SATTLER et al. (2004) in drei Schritten: (1) Bewertung der Anbauverfahren, (2) Bewertung der standortspezifischen Potentiale und (3) Bewertung der möglichen Kombinationen aus Standorten und Anbauverfahren. Dabei konnte die Bewertung der standortspezifischen Potentiale vernachlässigt werden, da Feldhasen mobil und prinzipiell auf allen Schlägen anzutreffen sind, im Gegensatz z. B. zu Amphibien mit bestimmten Wanderrouten.

Um die aus den Expertenbewertungen gewonnenen kulturabhängigen Eignungswerte, die arbeitsgangabhängigen Eignungswerten¹⁶ sowie die terminabhängige Störungswirkung zu einem Index je Anbauverfahren zu verschmelzen, wurde die Fuzzy Logic verwendet. Dabei werden die Schritte (1) Fuzzyifizierung (= Übersetzung des Sachverhaltes in das Gerüst der unscharfen Mathematik durch Zuordnung der scharfen Ausgangswerte zu einer oder mehreren unscharfen Mengen), (2) Inferenz (= Verknüpfung der gebildeten unscharfen Mengen auf

¹⁵ ZALF Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie

¹⁶ Dabei kommt zum Ausdruck, dass von unterschiedlichen Arbeitsgängen (z. B. Pflügen oder Grubbern) eine unterschiedliche Störungs-, Verletzungs- oder Tötungsgefahr ausgeht.

Grundlage der Regelbasis¹⁷⁾ und (3) Defuzzifizierung (= Transformation der unscharfen Ergebnismengen der Inferenz in scharfe Ergebnisgrößen) durchlaufen.

Das Ergebnis der Bewertung ist ein dimensionsloser Index der Zielerreichung (ZEG) zwischen 0 und 1, wobei ein Wert von 0 auf eine minimale und ein Wert von 1 auf eine maximale Eignung des Verfahrens hinweist. Der Zielerreichungsgrad stellt jedoch nur einen Anhaltspunkt für die Naturschutzwirkung eines Anbauverfahrens bzw. wenn alle durchgeführten Verfahren summiert werden, eines Betriebes dar. Der Wert drückt qualitativ die relative Vorzüglichkeit eines Anbauverfahrens bezüglich seiner Eignung für das Umweltqualitätsunterziel „Schutz des Feldhasen vor Verringerung der Lebensraumqualität“ aus, ist jedoch nur in Einzelfällen für das Ableiten quantitativer Aussagen geeignet (SATTLER et al. 2004).

Einen Überblick über die Zielerreichungsgrade je Kultur liefert die Tabelle 4.

Tabelle 4: Mittelwerte der Zielerreichungsgrade je Kulturart und Anbauart (vereinfacht)

| | Grundvariante | Hochschnitt mit Wenden u. Schwaden | Mit Schnittverzögerung | Reduzierte Aussaatstärke | Veränderter Aussaattermin | Ohne Striegel | Ernte Zwischenfrucht | Etablierung Futterleguminosen | Etablierung Futterleguminosen & Queckenbekämpfung |
|---------------------------|---------------|------------------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------|----------------------|-------------------------------|---|
| ABO Ackerbohne | 0,89 | | | | | | | | |
| FER Futtererbse | 0,87 | | | | | | | | |
| GLU Gelbe Lupine | 0,90 | | | | | 0,93 | | | |
| HAF Hafer | 0,73 | | | | | 0,75 | 0,73 | 0,75 | 0,66 |
| LZS Luzerne-Klee (Silage) | 0,75 | 0,92 | 0,90 | | | | | | |
| SGE Sommergerste | 0,73 | | | 0,73 | 0,73 | 0,75 | 0,70 | 0,73 | 0,66 |
| SKA Speisekartoffeln | 0,30 | | | | | | | | |
| SMA Silomais | 0,21 | | | | | | | | |
| ST0 Stilllegung | 0,87 | | | | | | | | |
| SWE Sommerweizen | 0,87 | | | 0,87 | 0,87 | 0,90 | | | |
| TRI Triticale | 0,37 | | | 0,37 | 0,37 | 0,38 | | 0,40 | |
| WGE Wintergerste | 0,50 | | | 0,50 | 0,50 | 0,50 | | | |
| WRA Winterraps | 0,50 | | | | | | | | |
| WRO Winterroggen | 0,20 | | | 0,20 | 0,20 | 0,21 | | 0,20 | 0,17 |
| WWE Winterweizen | 0,67 | | | 0,67 | 0,67 | 0,68 | | | |

Quelle: eigene Darstellung

¹⁷⁾ Die Regelbasis beinhaltet die Zusammenhänge zwischen In- und Outputgrößen in Form von WENN-DANN Beziehungen (ROMMENEY 2004). Sie untergliedert sich in die Schritte (1) Berechnung der Zugehörigkeitsfunktionen (bzgl. einer Menge), (2) Regelaktivierung und (3) Aggregation (Berechnung des Maximums aller Regeln).

Um die Streuung der Werte zu verdeutlichen, wurden in der Tabelle 5 an nur einer Kultur („HAF“ für Hafer) die Variation der Zielerreichungsgrade in Abhängigkeit von Bodenbearbeitung, organischer Düngung, Untersaat, Ernte des Nebenprodukts¹⁸ dargestellt.

Tabelle 5: Zielerreichungsgrade für verschiedene Anbaualternativen (Kultur: Hafer)

| Kultur | Bodenbearbeitung | Weitere Verfahrenscharakteristika | organische Düngung | Ernte Neben- | Untersaat | Mittelwert ZEG |
|--------|------------------|---|--------------------|--------------|-----------|----------------|
| HAF | Pflug | Grundvariante | Festmist | Ja | keine | 0,68 |
| HAF | Pflug | Grundvariante | Flüssigmist | Ja | keine | 0,68 |
| HAF | Pflug | Grundvariante | ohne | Ja | Ja | 0,69 |
| HAF | Pflug | Grundvariante | ohne | Ja | keine | 0,71 |
| HAF | Pflug | Grundvariante | ohne | Nein | Ja | 0,76 |
| HAF | Pflug | Grundvariante | ohne | Nein | keine | 0,77 |
| HAF | Pfluglos | Grundvariante | ohne | Ja | keine | 0,67 |
| HAF | Pfluglos | Grundvariante | ohne | Nein | keine | 0,71 |
| HAF | Pflug | ohne Striegel | Festmist | Ja | keine | 0,71 |
| HAF | Pflug | ohne Striegel | Flüssigmist | Ja | keine | 0,69 |
| HAF | Pflug | ohne Striegel | ohne | Ja | Ja | 0,69 |
| HAF | Pflug | ohne Striegel | ohne | Ja | keine | 0,74 |
| HAF | Pflug | ohne Striegel | ohne | Nein | Ja | 0,77 |
| HAF | Pflug | ohne Striegel | ohne | Nein | keine | 0,80 |
| HAF | Pfluglos | ohne Striegel | ohne | Ja | keine | 0,70 |
| HAF | Pfluglos | ohne Striegel | ohne | Nein | keine | 0,74 |
| HAF | Pflug | Ernte Zwischenfrucht | ohne | Ja | keine | 0,70 |
| HAF | Pflug | Ernte Zwischenfrucht | ohne | Nein | keine | 0,77 |
| HAF | Pflug | Etablierung Futterleguminosen | ohne | Ja | Ja | 0,69 |
| HAF | Pflug | Etablierung Futterleguminosen | ohne | Nein | Ja | 0,77 |
| HAF | Pflug | Etablierung Futterleguminosen & Queckenbekämpfung | ohne | Ja | Ja | 0,64 |
| HAF | Pflug | Etablierung Futterleguminosen & Queckenbekämpfung | ohne | Nein | Ja | 0,67 |

Quelle: eigene Darstellung

¹⁸ Auf weitere Einflussfaktoren, wie z. B. Vorfrucht, Niederschlag, Bodentyp usw., wurde verzichtet, da diese für den Feldhasen von untergeordneter Bedeutung sind; die leeren Felder reflektieren, dass die Bewertung der Anbauverfahren noch nicht abgeschlossen sind.

3.2.2 Integrierte Analyse

Die Realisierung ökologischer Ziele innerhalb der Flächen und der Produktionsstrukturen eines Betriebes ist nur nachhaltig, wenn auch die Wirtschaftlichkeit des Betriebes gesichert ist. Die integrierte, gesamtbetriebliche Optimierung bildet daher den Abschluss der betrieblichen Analyse zur Ermittlung einer möglichen Förderhöhe.

Dabei wird ein linearer Programmierungsansatz verwendet, der den Gesamtdeckungsbeitrag des Betriebes maximiert. Über den an jedes Anbauverfahren geknüpften ökologischer Index wird ein gesamtbetrieblicher Zielerreichungsgrad errechnet.

Die formal unendliche Zielfunktion wird durch Restriktionen eingeschränkt. Daher gilt als Nebenbedingung des Optimierungsproblems, dass die Summe der Faktoransprüche der durchgeführten Verfahren die gesamten zur Verfügung stehenden Kapazitäten des Betriebes nicht übersteigen darf, wobei der Umfang einer Aktivität nicht negativ sein darf.

$$\begin{aligned} \max z & \sum_{j=1}^n c_j x_j \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad \text{für } i = 1, 2, \dots, m \\ & x_j \geq 0 \quad \text{für } j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

mit: z = Gesamtdeckungsbeitrag
 c_j = Deckungsbeitrag bzw. variable Kosten je Aktivität j
 x_j = Umfang der Aktivität j (LP Ergebnisse)
 a_{ij} = Anspruch der Aktivität j an den Faktor i
 b_i = Kapazität einer Ressource i

Tabelle 6 enthält die Teilmatrizen, die für den Aufbau der LP-Matrix verwendet wurden.

Tabelle 6: Teilmatrizen der LP-Ausgangstabelle in MODAM (nach ZANDER 2003)

| Thematische Matrix | Inhalt |
|---------------------------|--|
| Fläche | Pachtfläche |
| Arbeit | Selbständige Arbeitskraft Angestellte Arbeitskraft Arbeitszeitanspruch Pflanzenbau Arbeitszeitanspruch Tierhaltung |
| Pflanzenbau | Eigentumsflächen Pachtflächen Erträge Verkauf pflanzlicher Produkte |
| Fruchtfolge | Phytophanitäre Fruchtfolgerestriktionen Technische Fruchtfolgerestriktionen Sicherung der Beikrautregulierung (nur für ökologischen Landbau) Sicherung eines ausgeglichenen Stickstoffsaldos (nur für ökologischen Landbau) |
| Düngung | Wirtschaftsdüngerlieferung aus der Tierhaltung Wirtschaftsdüngeranspruch |
| EU-Prämien Pflanzenbau | Flächenprämien Flächenstilllegung Ölsaatenregelung Silomaisregelung |
| Tierhaltung | Stallplätze Verkauf tierischer Produkte Bestandergänzung Milchkontingentierung |
| Fütterung | Nährstoffbedarf der Tiere Nährstofflieferung aus Wirtschaftsfutter Nährstofflieferung aus Zukaufsfutter |
| EU-Prämien Tierhaltung | Tierprämien (optional) Extensivierungsprämien |
| Ressourcenschutz | Zielerreichungsgrade der Umweltqualitätsziele |
| Szenarienbezogene Prämien | Arbeit Spezifische Anbauweisen der Anbauverfahren (ökologischer Landbau, Extensivierung etc.) |

Quelle: eigene Darstellung

4. Ergebnisse

Im Ergebnis der Basisoptimierung nutzt der Betrieb seine Fläche vollständig, wobei 50 % Winterroggen, 13 % Winterweizen, 3 % Sommerweizen, 10 % Stilllegung, 4 % Kartoffeln und 20 % Luzerne-Klee gras auf der Ackerfläche angebaut werden. Durch den hohen Feldfutteranteil, der die Futtergrundlage für die Milchkühe des Betriebes darstellt, erreicht der Betrieb einen gesamtbetrieblichen Zielerreichungsgrad von 370 (30 % des höchstmöglichen Wertes von 1250) wobei ausschließlich Standardanbauverfahren zum Einsatz kommen.

Die Grünlandfläche wird ebenfalls vollständig genutzt wobei sowohl Weideverfahren als auch extensive Silage- und Heuverfahren durchgeführt werden. Da dem Modell nur eine geringe Anzahl Grünlandverfahren angeboten wurde, und eine extensive Anbauweise entsprechend den Gegebenheiten der Region vorgegeben wurde, bleibt die Nutzung des Grünlandes während der folgenden Parametrisierung unverändert und wird daher vernachlässigt. Die Anpassung der Betriebsstruktur an den Zielerreichungsgrad erfolgt damit ausschließlich über Anbauverhältnis und Anbauverfahren der Kulturen auf dem Ackerland.

Anschließend wurde eine Parametrisierung in zehn Schritten durchgeführt, bei welcher der entsprechende Wert des Umweltqualitätsziels, ausgedrückt im Gesamtzielerreichungsgrad des Betriebs, in Etappen erhöht wurde und eine entsprechende Anpassung des Produktionsprogramms zur Folge hatte. Die Parametrisierung erfolgte zwischen 0 und 1000 ZEG Punkten¹⁹.

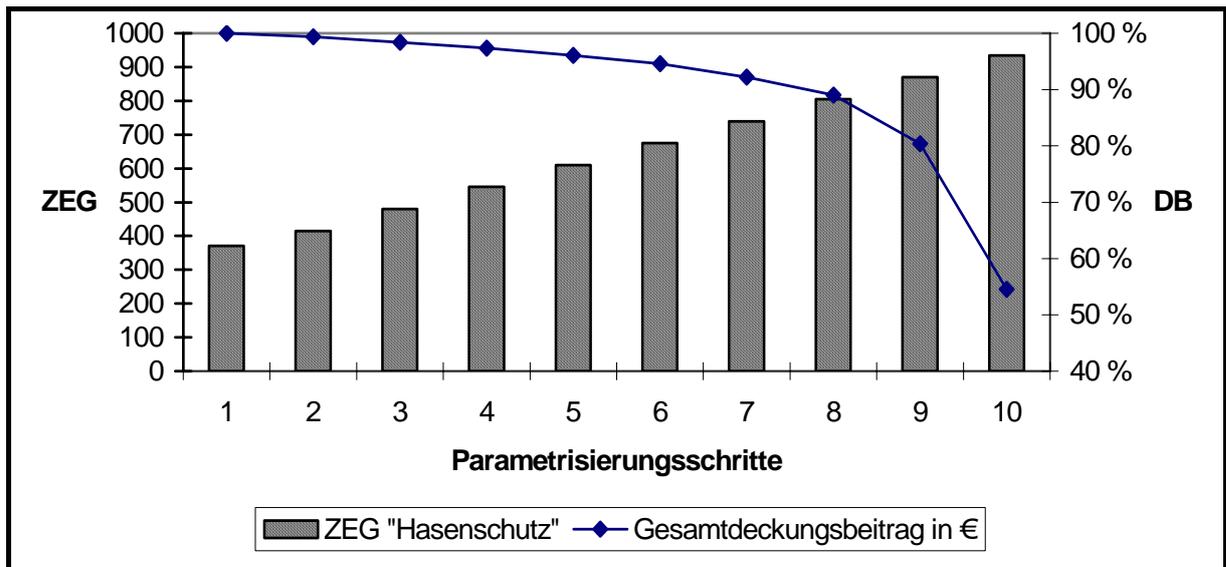
Die Anpassung an die Forderung nach einem höheren Zielerreichungsgrad kann das Modell vornehmlich über die Reduktion der Winterroggenfläche erreichen. Dies geschieht zuerst auf den besseren Bodentypen zu Gunsten der aus ökonomischer Sicht noch vorteilhaften Sommerweizenverfahren, die einen in der Regel höheren Zielerreichungsgrad aufweisen als die Winterroggenvarianten. Mit zunehmender Erhöhung des geforderten Zielerreichungsgrads kommen vermehrt Verfahren mit Untersaaten sowie bei den Futterverfahren Alternativen mit verzögerten Mahdterminen oder veränderter Schnitthöhe zum Einsatz. Die anfänglich noch vorhandene Silomaisfläche wird zu Gunsten der Futtererbse substituiert. Ab 740 Punkten finden dann die Haferverfahren Einzug in die Lösung, die Ackerbohne ab 870 Punkten, danach werden alle Kulturen bis auf Luzerne-Klee gras, das als Tierfutter benötigt wird, eingeschränkt. Als Resultat ergibt sich eine Trade-off Funktion zwischen Deckungsbeitrag in Prozent und gesamtbetrieblichem Zielerreichungsgrad (Abbildung 4).

Erwartungsgemäß muss eine Reduktion des Deckungsbeitrags mit zunehmendem Zielerreichungsgrad beobachtet werden. Interessanterweise kann jedoch ein relativ hoher Zielerreichungsgrad von 740 Punkten noch durch eine relativ geringe Deckungsbeitragsreduktion (auf 92 %) erreicht werden. Erst wenn ein Niveau oberhalb von 875 Punkten gefordert wird,

¹⁹ Auf eine Parametrisierung bis auf 1250 wurde verzichtet, da ein vorheriger Probelauf ergeben hatte, dass ein derartig hoher Zielerreichungsgrad nicht zu erreichen war.

werden die Auswirkungen schwerwiegend. Die geforderte Zielstellung kann nur noch durch Nichtnutzung von Fläche und Ausdehnung geeigneter Produktionsvarianten erreicht werden, während der Anbau von Marktfrüchten völlig unterbleibt. Der Deckungsbeitrag sinkt folglich auf 54 % des Ausgangswertes. Eine weitere Erhöhung des Zielerreichungsgrads schränkt den Lösungsraum so stark ein, dass keine zulässige Lösung mehr gefunden werden kann.

Abbildung 4: Veränderung des Deckungsbeitrags bei Parametrisierung des Zielerreichungsgrades



Quelle: eigene Darstellung

5. Diskussion und Ausblick

Der bio-ökonomischen Modellierung kommt im Zusammenhang mit der Entscheidungsunterstützung in politischen Prozessen eine wichtige Rolle zu, wobei versucht wird, komplexe naturwissenschaftliche Zusammenhänge mit Wirtschaftlichkeitskalkulationen zu verknüpfen. Die hier vorgestellte „fuzzy logic“-basierte Herangehensweise mit Hilfe des MODAM Modells ermöglicht es, ohne den Einsatz von bio-physischen Modellen mit vergleichsweise einfachen Algorithmen und geringem Datenbedarf ökologische Indikatoren in ein Optimierungsmodell zu integrieren.

An einem Beispielbetrieb konnte durch gezielte Parametrisierung gezeigt werden, dass mit zunehmender Forderung nach Zielerreichung, die finanziellen Ergebnisse eines Beispielbetriebes sinken. Von der resultierenden Reduktion des Gesamtdeckungsbeitrags könnte auf die Produktionskosten je Einheit Zielerreichungsgrad geschlossen werden²⁰. Dass diese Kosten

²⁰ So darf die Höhe von Kompensationszahlungen im Rahmen von AUM z.B. nur so hoch, sein dass die resultierenden finanziellen Verluste kompensiert werden zuzüglich einer Anreizkomponente von 20 % (= 120 % der finanziellen Verluste) (MATZDORF 2004).

dann nur für einen konkreten Betrieb mit seinen speziellen Anbauverfahren und seinen betrieblichen Kapazitäten gelten, diese „Preise“ je nach Zielerreichungsniveau in bestimmten Stabilitätsbereichen variieren, ist dabei selbstverständlich.

Es wurde deutlich, dass eine Erhöhung des Zielerreichungsgrades auf verschiedenen Niveaus unterschiedlich „teuer erkaufte“ werden muss. Um einen allgemeingültigen „Preis“ für ein non-commodity und damit z. B. eine notwendige Kompensationshöhe abzuleiten, könnten z. B. unter Nutzung statistischer Methoden in mehreren repräsentativen Betrieben Untersuchungen durchgeführt und schließlich Durchschnittskosten ermittelt werden. Eine Wiederholung derartiger Rechnungen in unterschiedlichsten Betrieben sowie geeignete „upscaling“-Methoden sind auch aus ökologischer Perspektive unumgänglich, wenn ökologische Effekte auf z. B. regionaler Ebene abgebildet werden sollen. Derartige Untersuchungen können schließlich als eine transparente Basis für die Gestaltung von Förderprogrammen dienen.

Auf einer Orientierung von Kompensationszahlungen an den monetär gemessenen gesellschaftlichen Nutzen der mit ihnen honorierten nicht-marktfähigen Leistungen wird in der Praxis häufig verzichtet (Holm-Müller 2003). Dennoch interessiert, insbesondere in einer Demokratie, inwieweit die Gesellschaft überhaupt bereit ist, den Landwirt für vergleichsweise hohe Deckungsbeitragsverluste zu entschädigen, um damit nur ein geringes Zielerreichungsniveau zu realisieren. Durch ökonomische Bewertungsverfahren, wie beispielsweise „*Contingent Valuation*“ oder „*Choice Experience*“, die es ermöglichen soziale Präferenzen offen zu legen, könnte ergänzend ermittelt werden, welche gesellschaftliche Zahlungsbereitschaft in Abhängigkeit von unterschiedlichen Umweltqualitätsniveaus existiert.

6. Literatur

- AHLHEIM, M.; FRÖR, O. (2003): Bewertung nicht-marktlicher Agrarproduktion. In: *Agrarwirtschaft* 52 (8), S. 356-369.
- BAUMGÄRTNER, S.; SCHILLER, J. (2001): Kuppelproduktion - Ein Konzept zur Beschreibung der Entstehung von Umweltproblemen. In: *Jahrbuch Ökologische Ökonomik*. Band 2: *Ökonomische Naturbewertung*. Marburg: Metropolis Verlag.
- BEATTIE, B.; TAYLOR, C.R. (1985): *The Economics of Production*. New York: John Wiley and Sons.
- CHALLEN, R. (2001): Non-Government Approaches to the Provision of Non-Commodity Agricultural Outputs: a Transaction-Cost Perspective. Paper presented at the OECD Workshop on Multifunctionality, Paris, 2-3 July 2001.
- FERRARI, S. (2004): Multifunctionality of agriculture and joint production. Contributed paper for the 90th EAAE Seminar “Multifunctional agriculture, policies and markets: understanding the critical linkages”. October, 27-29, Rennes, France.
- FUCHS, S.; GOTTWALD, F.; HELMECKE, A.; STEIN-BACHINGER, K. (2003): Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben „Naturschutzfachliche Optimierung des großflächigen Öko-

- landbaus am Beispiel des Demeter-Betriebes Ökodorf Brodowin“. In: Treffpunkt Biologische Vielfalt 3, S. 97-102.
- GRIMM, J.; FUCHS, S.; STEIN-BACHINGER, K.; GOTTWALD, F.; HELMECKE, A.; ZANDER, P. (2004): Naturschutzhof Brodowin – Naturschutzfachliche Optimierung des großflächigen Öko-Landbaus am Beispiel des Demeterhofes Ökodorf Brodowin. Ein Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben. In: Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 13 (1), S. 16-21 (http://www.naturschutzhof.de/index_projekt.html).
- HENDERSON, J.M.; QUANDT, R.E. (1971): Microeconomic Theory: A Mathematical Approach. New York: Mc-Graw-Hill Book Co.
- HOLM-MÜLLER, K. (2003): Bewertung nicht-marktfähiger Leistungen der Landwirtschaft – eine Herausforderung für die Forschung. In: Agrarwirtschaft 52 (8), S. 353-355.
- KÄCHELE, H. (1999): Auswirkungen großflächiger Naturschutzprojekte auf die Landwirtschaft. Ökonomische Bewertung der einzelbetrieblichen Konsequenzen am Beispiel des Nationalparks „Unteres Odertal“. In: Agrarwirtschaft, Sonderheft 163, 222 Seiten.
- KIRSCH, G. (2004): Neue Politische Ökonomie. Stuttgart: Verlag Lucius & Lucius, Uni-Taschenbücher GmbH, 484 Seiten.
- KNICKEL, K.; VAN DER PLOEG, J.-D.; RENTING, H. (2004): Multifunktionalität der Landwirtschaft und des ländlichen Raumes: Welche Funktionen sind eigentlich gemeint und wie sind deren Einkommens- und Beschäftigungspotentiale einzuschätzen? In: Dabbert, S.; Grosskopf, W.; Heidhues, F.; Zeddies, J. (Hrsg.): Perspektiven in der Landnutzung – Regionen, Landschaften, Betriebe – Entscheidungsträger und Instrumente. (Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V. 39) Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag, S. 75-83.
- LIPPERT, C. (1999): Institutionenökonomische Überlegungen zur optimalen Bereitstellung und Entlohnung von Umweltattributen in Agrarlandschaften. In: Agrarwirtschaft 48 (11), S. 417-429.
- MATZDORF, B. (2004): Ergebnisorientierte Honorierung ökologischer Leistungen der Landwirtschaft – Eine interdisziplinäre Analyse eines agrarökonomischen Instruments. Kiel: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Dissertation.
- MÜLLER, K.; TOUSSAINT, V.; BORK, H.-R.; HAGEDORN, K.; KERN, J.; NAGEL, U.J.; PETERS, J.; SCHMIDT, R.; WEITH, T.; WERNER, A.; DOSCH, A.; PIORR, A. (Hrsg.) (2002): Nachhaltigkeit und Landschaftsnutzung: neue Wege kooperativen Handelns. Weikersheim: Margraf Verlag.
- MEYER, B.; MICHEL, B.; ZANDER, P.; KARPINSKI, I. (2004): Multifunctionality of Agriculture in Germany. Multagri. Country Report des Workpackage 3. (http://www.multagri.net/section/deliverable/exec_file.php?doc_id=214)
- NUA – Natur- und Umweltschutzakademie Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2001): Wo liegt der Hase im Pfeffer? Naturschutz & Rote Liste – Jagd & Hege? Recklinghausen, NUA – Seminarbericht 7, 78 Seiten.
- OECD (2001): Multifunctionality – towards an analytical framework. Paris: OECD Publication Service, 26 S.
- PETERSEN, H.-G.; MÜLLER, K. (1999): Volkswirtschaftspolitik. München: Verlag Vahlen, 372 Seiten.

- RICHTER, R.; FURUBOTN, E.G. (2003): Neue Institutionenökonomik. 3. Aufl. Tübingen: Mohr Siebeck, 660 Seiten.
- ROEDENBECK, I.A.E (2004): Bewertungskonzepte für eine nachhaltige und umweltverträgliche Landwirtschaft – Fünf Verfahren im Vergleich. (Biogum-Forschungsbericht/Biogum Research Paper 8) Universität Hamburg, FG Landwirtschaft.
- ROMMENEY, D. (2004): Anpassung eines fuzzy-logic-basierten Bewertungstools zur Abschätzung ökologischer Effekte von Pflanzenbauverfahren – am Beispiel des Indikators „Feldhase (*Lepus europaeus*)“. Universität Potsdam, Vertiefungsrichtung „Modellierung in Geoökologie & Hydrologie“, Abschlussarbeit im Rahmen eines Praktikums am Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.
- SAMUELSON, P.A. (1954): The Pure Theory of Public Expenditure. In: The Review of Economics and Statistics 36 (4), pp. 387-389.
- SATTLER, C.; SCHULER, J.; ZANDER, P. (2004): Ökologisch-ökonomische Wirkungsanalyse landwirtschaftlicher Anbauverfahren auf regionaler Ebene unter Verarbeitung unsicheren Wissens. In: Hagedorn, K.; Nagel, U.J.; Odening, M. (Hrsg.): Umwelt- und Produktqualität im Agrarbereich. (Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V. 40) Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag, S. 361-367
(http://www.agrar.hu-berlin.de/GEWISOLA2004/dokumente/volltexte/74_w.pdf)
- SHUMWAY, R.C.; RULON, D.P.; NASH, E.K. (1984): Allocable Fixed Inputs and Jointness in Agricultural Production: Implications for Economic Modeling. In: The American Journal of Agricultural Economics 66 (1), pp. 72-78.
- STEIN-BACHINGER, K.; FUCHS, S. (2004): Wie kann der Lebensraum Acker im großflächigen Ökologischen Landbau für Feldvögel und Feldhase optimiert werden? In: Rahmann, G.; van Elsen, T. (Hrsg.): Naturschutz als Aufgabe des Ökologischen Landbaus. Landbauforschung Völkenrode SH 272, 1-14.
- VAN TONGEREN, F. (2000): Perspectives on Modelling EU Agricultural Policy. In: Agrarwirtschaft 49 (3/4), S. 157-163.
- VAN HUYLENBROECK, G.; DURAND, G. (2003): Multifunctional Agriculture: A New Paradigm for European Agriculture and Rural Development (Perspectives on Rural Policy and Planning). Aldershot: Ashgate Publishing, 239 Seiten.
- VATN, A. (2001): Transactions costs and multifunctionality. Paper presented at the OECD Workshop on Multifunctionality, Paris, 2-3 July 2001.
- VON BREDOW, R. (2005): Hasenkind im Wärmebild: Ist dem Feldhasen noch zu helfen? Mit ungewöhnlichen Methoden wollen Wildbiologen herausfinden, was genau die Jungtiere dahinrafft. In: Der Spiegel (13), S. 160-161.
- ZANDER, P. (2003): Agricultural land use and conservation options: a modelling approach. Universität Wageningen, Dissertation. 222 S.

Über die Autoren

Sandra Uthes ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V. im Rahmen des EU-Projektes „Micro-economic instruments for impact assessment of multifunctional agriculture to implement the Model of European Agriculture“ (<http://www.mea-scope.org/>).

Anschrift:

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V., Institut für Sozioökonomie,
Eberswalder Straße 84, 15374 Müncheberg.

Tel.: +49 33432 82413

Fax: +49 33432 82308

E-Mail: sandra.uthes@zalf.de

http://www.zalf.de/home_zalf/institute/soz/soz/mitarbeiter/uthes/general.htm

Henry Wüstemann ist Doktorand am Lehrstuhl für Ökonomie und Politik ländlicher Räume und bearbeitet das Teilprojekt 3 der DFG-Forschergruppe 497.

Anschrift:

Lehrstuhl Ökonomie und Politik ländlicher Räume, Institut für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Philippstr. 13, 10099 Berlin

Tel.: 030 – 2093 6199

Fax: 030 – 2093 6474

E-Mail: henry.wuestemann@gmx.de

<http://www.agrar.hu-berlin.de/wisola/fg/lr/>



SUTRA-Working-Paper

Bisher erschienen

- | | | |
|-------|---|--|
| Nr. 1 | Dieter Kirschke Ernst Daenecke Astrid Häger Kerstin Kästner Kurt Jechlitschka Stefan Wegener | Entscheidungsunterstützung bei der Gestaltung von Agrarumweltprogrammen: Ein interaktiver, PC-gestützter Programmierungsansatz für Sachsen-Anhalt Mai 2004, 31 Seiten http://www.agrar.hu-berlin.de/sutra/workingpaper/wp1/wp1.pdf |
| Nr. 2 | Katrin Prager Uwe Jens Nagel | Communication processes in agro-environmental policy development and decision-making – Case study Sachsen-Anhalt Mai 2004, 15 Seiten http://www.agrar.hu-berlin.de/sutra/workingpaper/wp2/wp2.pdf |
| Nr. 3 | Jan Hinrichs Oliver Mußhoff Martin Odening | Ökonomische Hysterese in der Veredelungsproduktion Dezember 2004, 21 Seiten http://www.agrar.hu-berlin.de/sutra/workingpaper/wp3/wp3.pdf |
| Nr. 4 | Martina Brockmeier Marianne Kurzweil | EU-Migration in the Context of Liberalizing Agricultural Markets November 2004, 22 Seiten http://www.agrar.hu-berlin.de/sutra/workingpaper/wp4/wp4.pdf |
| Nr. 5 | Dieter Kirschke Astrid Häger Kurt Jechlitschka Stefan Wegener | Co-financing implications for regional policy-making: A case study for the agri-environmental programme in Saxony-Anhalt Januar 2005, 21 Seiten http://www.agrar.hu-berlin.de/sutra/workingpaper/wp5/wp5.pdf |
| Nr. 6 | Peter Dannenberg Christian Schleyer Henry Wüstemann | Regionale Vernetzungen in der Landwirtschaft - Beiträge eines teilprojektübergreifenden regionalen Workshops am 13.01.2005 in Bad Liebenwerda (Landkreis Elbe-Elster) Mai 2005, 33 Seiten http://www.agrar.hu-berlin.de/sutra/workingpaper/wp6/wp6.pdf |

- Nr. 7 Katrin Prager
 Uwe Jens Nagel Kommunikationsbeziehungen der Ämter für
 Landwirtschaft und Flurneuordnung im Bereich der
 Agrarumweltprogramme - Fallstudie Sachsen-Anhalt
- August 2005, 26 Seiten
<http://www.agrar.hu-berlin.de/sutra/workingpaper/wp7/wp7.pdf>
- Nr. 8 Peter Dannenberg
 Elmar Kulke Zur Bedeutung des landwirtschaftlichen Clusters für
 ländliche Räume
- August 2005, 22 Seiten
<http://www.agrar.hu-berlin.de/sutra/workingpaper/wp8/wp8.pdf>
- Nr. 9 Sandra Uthes
 Henry Wüstemann Anregungen zur Ausgestaltung von Förder-
 programmen in Abhängigkeit von
 Kompensationshöhe und Zielerreichungsgrad
- Dezember 2005, 21 Seiten
<http://www.agrar.hu-berlin.de/sutra/workingpaper/wp9/wp9.pdf>