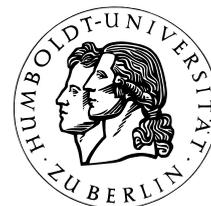


HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN
Wirtschafts- und Sozialwissenschaften an der
Landwirtschaftlich - Gärtnerischen Fakultät



Nr. 66/2003

Weber, Gerald

Internationaler Handel und
multifunktionale Landwirtschaft:
Ein Agrarsektormodell zur
Analyse politischer Optionen
und Entscheidungsunterstützung

WORKING PAPER

Luisenstraße 56, D- 10099 Berlin (Mitte), Germany
tel.: + (49)-30- 2093 6317; fax: + (49)- 30- 2093 6474

Impressum

Herausgeber: Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fachgebiete der
Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der
Humboldt-Universität zu Berlin

Editors: Economic and Social Science Disciplines of the
Agricultural and Horticultural Faculty of the
Humboldt-University at Berlin

Editeurs: Sciences économiques et sciences sociales de
la Faculté d'agriculture et d'horticulture,
Université Humboldt à Berlin

Editor: Departamentos de Ciencias Económicas y
Ciencias Sociales de la Facultad
de Agricultura y Horticultura de la
Universidad Humboldt de Berlin

Издатель: Кафедры экономических и социальных наук
сельскохозяйственно-садоводческого факультета
Берлинского университета имени Гумбольдта

Redaktion: Prof. Friedhelm Streiffeler
Managing Editor: Institut für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus
Rédaction: der Humboldt-Universität zu Berlin
Redacción: Fachgebiet Agrarsoziologie
Редакция: Luisenstraße 53
D - 10099 Berlin
Telefon: (49)-30-2093 6517
Telefax: (49)-30-2093 6542

Zusammenfassung

In der WTO-Agrarhandelsrunde von Doha geht es neben dem Abbau von Exportsubventionen und der Abschaffung von Marktzugangsbeschränkungen auch um die weitere Reduktion von internen Subventionen, die als produktions- und damit handelsverzerrend eingestuft sind. Eine Gruppe von Ländern, darunter die Europäische Union und andere europäische Länder sowie Japan, verlangen die Berücksichtigung sogenannter Nicht-handelsbezogener Anliegen. Dabei handelt es sich um Politikziele, die bei einem Protektionsabbau als bedroht empfunden werden. Inhaltlich gibt es eine sehr weitgehende Überlappung mit dem Multifunktionalitätsgedanken, der die Landwirtschaft als Produzent nicht-warenbezogener Leistungen zum Beispiel beim Erhalt der Kulturlandschaft und der natürlichen Umwelt sieht. Da diese Leistungen nicht am Markt entlohnt werden, sollen sich die Landwirte in ihren Faktoreinsatzentscheidungen nicht allein am Weltmarkt orientieren, sondern auch an staatlich gesetzten Anreizen wie Subventionen.

Untersuchungen zum Protektionsabbau müssen heute auch die Auswirkungen auf die externen Nutzen und Kosten der Landwirtschaft einbeziehen. Politiksimulationsmodelle und Optimierungsmodelle für Fragen der Marktpolitik und internationalen Handelspolitik berücksichtigen bei der Messung der Wohlfahrtseffekte die Externalitäten zumeist nicht. Auf der anderen Seite existieren eine Vielzahl von empirischen Studien, die sich mit der Bewertung von Externalitäten beschäftigen. Allerdings ist die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die nationale Ebene eingeschränkt. Die Einbindung solcher Studien in quantitative Modelle für Märkte und Handel ist anzustrengen. Das in diesem Arbeitspapier vorgestellte Modell MULTSIM soll hierzu einen Beitrag leisten.

MULTSIM ist ein nationales Angebotsmodell des Agrarsektors auf der Grundlage der Produktionswerte für einzelne Betriebstypen der deutschen Testbetriebsstatistik, die zu einem sektoralen Aggregat konsistent zur Landwirtschaftlichen Gesamtrechnung hochgerechnet werden. Neben dem Produktionswert umfasst das Modell die Inputgrößen Vorleistungen und Fläche (Arbeit und Kapital sind in der hier vorgestellten Fassung des Modells fixe Faktoren) sowie externe Nutzen des Kulturlandschaftsoutput und externe Umweltkosten.

Bereits auf dieser stark aggregierten Ebene lassen sich Internalisierungsszenarien für die externen Effekte definieren. So kann gezeigt werden, dass der Abbau von Produktsubventionen und die Einführung von Flächensubventionen und Vorleistungssteuern die Wettbewerbsfähigkeit der Betriebstypen um die landwirtschaftliche Fläche ganz unterschiedlich beeinflusst, wobei unter diesen Bedingungen vor allem die Gemischt- und Veredlungsbetriebe unterlegen sind. Flächensubventionen haben dabei vor allem Umverteilungswirkungen. Ihr Einfluss auf den Umfang der Warenproduktion ist eher gering. Damit lassen sich betriebstypenspezifische Flächensubventionen bei vorsichtiger Wertung den erlaubten Green Box-Maßnahmen der WTO zuordnen.

Bezüglich der Wirkungen auf die Kulturlandschaft ist entscheidend, welche Annahmen zur Produktionsabhängigkeit getroffen werden. Hängt dieser nicht-warenbezogene Output der Landwirtschaft nur vom Flächeneinsatz ab, so sind die Auswirkungen eines Protektionsabbaus gering, wenn die Opportunitätskosten der Fläche gegen Null gehen. Wenn zudem die Produktionselastizitäten der Flächen in den einzelnen Betriebstypen bezüglich des Kulturlandschaftsoutputs den Flächenanteilen entsprechen, sind von Flächensubventionen kaum Kulturlandschaftseffekte zu erwarten. Andererseits, wenn sich die Betriebstypen hinsichtlich ihres potenziellen Effekts auf die Kulturlandschaft stark unterscheiden und der Kulturlandschaftsoutput

nicht nur vom Flächeneinsatz sondern auch direkt von den erzeugten Waren abhängt, dann können der Abbau von Produktsubventionen sowie die Einführung von betriebstypenspezifischen Vorleistungssteuern und Flächensubventionen die Höhe des externen Nutzens erheblich beeinflussen.

Ein Modell, was die externen Nutzen berücksichtigt, sollte gleiches auch für die externen Kosten tun. Hierbei zeigt sich, dass der Abbau von Produktsubventionen ein hohes Potenzial zur Senkung der Umweltkosten hat. Wenn die Produktsubventionen in direkte Einkommens-transfers umgewandelt werden, so muss dies nicht zu Einkommensverlusten in der Landwirtschaft führen. Zu Konflikten zwischen einzelnen Politikzielen kann es aber kommen, wenn darüber hinaus in Anwendung des Verursacherprinzips Umweltkosten durch Vorleistungssteuern gesenkt werden. Dies ist nur unter Inkaufnahme niedrigerer Agrareinkommen möglich, sofern diese nicht über höhere produktionsneutrale Transfers an die Landwirtschaft ausgeglichen werden.

Anhand der Modellergebnisse wird auch deutlich, dass für eine umfassendere Analyse Rückkoppelungen durch die Marktmechanismen zu berücksichtigen sind. Vor allem bei den Internalisierungsszenarien bricht die Produktion stark ein. Dies muss bei den dann zu erwartenden Preissteigerungen für Agrarprodukte nicht unbedingt so zutreffen. Damit wird deutlich, dass MULTSIM als ein Bindeglied zu Multi-Markt-Modellen und Agrarhandelsmodellen zu sehen ist. Als nächster Entwicklungsschritt wird daher die Verknüpfung mit einem Multi-Markt-Modell vorgeschlagen. Weitere methodische Entwicklungsoptionen sind eine adäquatere Berücksichtigung von Mehrfachzielsetzungen in der Politik sowie die explizite Berücksichtigung von Unsicherheiten über die Parameter (Produktionselastizitäten) einer multifunktionalen Landwirtschaft bei der Ableitung von Politikstrategien.

Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass die empirische Spezifizierung von MULTSIM noch sehr grob ist, da es zunächst vor allem um die Schaffung eines Modellrahmens ging. Notwendig sind eine systematischere Auswertung von Studien zum monetären Umfang externer Effekte, zu den funktionalen Zusammenhängen zwischen externen Effekten und landwirtschaftlicher Produktion und zur Zahlungsbereitschaft für Externalitäten und öffentliche Güter.

JEL: C61, C69, D 62, H23, H41, Q17, Q18

Schlüsselwörter: Agrarsektor, Politikanalyse, Agrarhandel, Multifunktionalität, externe Effekte, Steuern, Subventionen, Sektormodellierung

Summary

The WTO agricultural negotiation round of Doha has the aim to cut down export subsidies, to improve market access and to reduce domestic support which is regarded as production and trade distorting. One group of countries, among which the European Union, other European countries and Japan, demand that so-called non-trade concerns be taken into account. These are policy objectives, that are seen as being endangered by liberalisation. They overlap with the multifunctionality concept, which means that agriculture is a producer of non-commodity outputs like cultural landscape and natural environment. The production of non-commodity outputs is not rewarded on commodity markets. Therefore farmers should not decide about factor input and production solely on the basis of world market prices, but should react to policy incentives like subsidies.

Studies on liberalisation should also take into account the external benefits and costs of agriculture. Simulation and optimisation models on market and international trade policies in most cases do not consider externalities when looking at the welfare impacts. But there exist a multitude of empirical studies valuing externalities. However, the benefit transfer from specific study sites to the policy site often proves to be a difficult task. Therefore empirical studies should be integrated into quantitative modelling of markets and international trade. The model MULTSIM which is presented in this working paper shall contribute to these ends.

MULTSIM is a national supply model of agriculture based on production values for the farm types of the German farm accountancy data network, made consistent with the sectoral data of the Economic Accounts for Agriculture. Besides the production values the model looks at intermediate inputs and agricultural area (labour and capital are assumed in this model version as fixed assets) as well as at external agricultural benefits linked to cultural landscape preservation and external environmental costs.

Already at this highly aggregated level one can define internalisation scenarios for the externalities. The scenarios show that the reduction of product-linked support and the introduction of area payments and intermediate input taxes have differentiated impacts on the farm types' competitiveness for agricultural area. Under such policy conditions mixed and non-ruminant meat specialised farms suffer particularly. Area payments mainly have distributional effects, whereas their impacts on commodity output are rather modest. The results therefore cautiously suggest that farm type specific area payments may be considered as allowed green box measures and conform with WTO regulations.

Concerning the impacts on cultural landscape, assumptions on how amenities depend on commodity production are of high importance. If non-commodity outputs depend on area usage only, the effects of liberalisation are small, particularly for the case that opportunity costs for land are close to zero. If, in addition, the production elasticities of land for the single farm types in the landscape production function mainly reflect the land shares of the farm types, the model shows no significant impacts of farm type specific area payments on cultural landscape. On the other side, if the farm types have a varied potential impact on cultural landscape and the landscape benefits of farming do not only depend on the usage of land but also directly on the produced quantities, reduction of product-linked support and farm type specific input taxes and area payments might affect the external benefits more strongly.

A model looking at external benefits should also take into account external costs. The model suggests that reducing product-linked support has a high potential for diminishing environmental costs. If support is redirected into direct income transfers this must not inevitably re

sult in income losses for farmers. Conflicts between single policy objectives can arise, however, if the application of the polluter-pays-principle requires intermediate input taxes. Such taxes would lead to lower agricultural incomes unless they are not countered by higher direct transfers from the taxpayer to the agricultural sector.

The model results also make clear, that a comprehensive analysis requires market feedbacks to be taken into account. The internalisation scenarios in particular lead to a strong reduction of commodity output. This gives rise to expectations that commodity prices would increase, which in turn would dampen the production impact. As a consequence one should regard the model MULTSIM as a bridge tool that is to be linked to multi market models and agricultural trade models. As a next step in the model's development the linkage to a multi market model is therefore planned. Further strains of model development are a better consideration of multiple policy objectives and of uncertainties about the parameters (production elasticities) of a multifunctional agriculture.

Finally it is to be noted that the empirical specification of MULTSIM is still rather coarse, since the primary objective of the work so far has been to create a modelling framework. Necessary is a more systematic exploitation of empirical studies on the monetary values of external effects, the functional relationships between externalities and agricultural production, and of the willingness-to-pay for externalities.

JEL: C61, C69, D 62, H23, H41, Q17, Q18

Keyword: agricultural sector, policy analysis, agricultural trade, multifunctionality, external effects, taxes, subsidies, sector modelling

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	i
Summary	iii
1. Einleitung	1
1.1 Multifunktionalität und Nicht-handelsbezogene Anliegen.....	1
1.2 Grundfragen der Politikgestaltung für einen multifunktionalen Agrarsektor.....	3
1.3 Einordnung und Aufbau des Arbeitspapiers.....	5
2. Ein nationales Multifunktionalitätsmodell der Landwirtschaft	7
2.1 Beschreibung des Basismodells.....	8
2.1.1 Technologie.....	8
2.1.2 Faktorallokation.....	14
2.1.2.1 Grundannahmen.....	14
2.1.2.2 Kuhn-Tucker-Bedingungen.....	15
2.1.3 Datenbasis.....	17
2.1.4 Modellkalibrierung.....	18
2.1.4.1 Produktionselastizitäten.....	18
2.1.4.2 Effizienzparameter der Produktionsfunktionen.....	19
2.1.4.3 Schattenpreise für die Flächentransferrestriktionen.....	19
2.2 Politikmodul.....	21
2.2.1 Politiksimulationen.....	21
2.2.2 Wohlfahrtsmessung.....	21
2.2.3 Wohlfahrtsmaximierung.....	22
2.3 Technische Realisierung.....	23
3 Erste Modelltests: Internalisierung externer Effekte	24
3.1 Grundszenariovariante A.....	25
3.1.1 Politikannahmen.....	25
3.1.2 Ergebnisse.....	25
3.1.2.1 Internalisierungsvariablen.....	25
3.1.2.2 Faktoreinsatz und Warenproduktion.....	26
3.1.2.3 Wohlfahrt und Verteilung.....	29
3.2 Grundszenariovariante B.....	31
3.2.1 Politikannahmen.....	31
3.2.2 Ergebnisse.....	31
3.2.2.1 Internalisierungsvariablen.....	31
3.2.2.2 Faktoreinsatz und Warenproduktion.....	31
3.2.2.3 Wohlfahrt und Verteilung.....	32
4 Sensitivitätsanalysen über die Produktionselastizitäten	33
4.1 Parametervariation.....	34
4.2 Ergebnisse.....	35
4.2.1 Internalisierungsvariablen.....	35
4.2.2 Faktoreinsatz und Warenproduktion.....	35
4.2.3 Wohlfahrt und Verteilung.....	36

5 Schlußfolgerungen	38
5.1 ... für die Politikgestaltung.....	38
5.2 ... für die Weiterentwicklung des Modells.....	39
Literatur	41

1. Einleitung

1.1 Multifunktionalität und Nicht-handelsbezogene Anliegen

In der agrarpolitischen Debatte und den internationalen Verhandlungen zum Abbau der Agrarprotektion verschafft sich seit einiger Zeit ein nicht ganz neues Argument Gehör: Die Landwirtschaft produziere nicht nur Nahrungsmittel, Industrierohstoffe und Energie, sondern auch nicht-warenbezogene Leistungen. Genannt werden der Erhalt der Vielfalt der Landwirtschaftsformen, die Ernährungssicherung, die Sicherheit und Qualität der Lebensmittel, positive Umwelt- und Kulturlandschaftseffekte wie Erhöhung der Biodiversität, Flutabsorption, Grundwasserbildung und Sicherung des Erholungswerts offener Landschaften sowie der Erhalt der sozio-ökonomischen Funktionen der ländlichen Räume mit den dortigen Arbeitsplätzen (z.B. European Commission, 1999a; Loomis, 2002; Vatn 2002).

Wenn nicht-warenbezogene Leistungen Eigenschaften öffentlicher Güter oder Externalitäten aufweisen, lassen sich Politikmaßnahmen, die das Marktergebnis korrigieren, mit dem Argument einer damit verbundenen Verbesserung des sozialen Wohlfahrtsergebnisses rechtfertigen. Der rein marktwirtschaftliche Wettbewerb würde die Landwirte für die Produktion solcher Leistungen nur unzureichend entlohnen und daher wäre eine Unterversorgung der Gesellschaft mit diesen Leistungen zu befürchten. Um eine ausreichende Versorgung der Gesellschaft mit nicht-warenbezogenen Leistungen dennoch zu sichern, können Interventionen und Subventionen im Agrarsektor also genauso notwendig sein, wie Maßnahmen, die dazu beitragen, die externen Kosten der Agrarproduktion (z.B. im Umweltbereich) zu senken.

Neu an diesem Argument ist vor allem der Oberbegriff, unter dem es diskutiert wird: Multifunktionalität. Multifunktionalität bedeutet, dass die Landwirtschaft multiple Outputs erstellt und zwar gleichzeitig warenbezogene und nicht-warenbezogene Outputs (z.B. Burrell, 2001; Brunstad, Gaasland und Vardal, 2001; Cahill, 2001; OECD, 2001; Romstad et al., 2001, Yrjölä und Kola, 2001). Die Aufrechterhaltung des multifunktionalen Angebots der Landwirtschaft ist heute ein zentrales Anliegen der Agrarpolitik der Europäischen Union (EU) (European Commission, 1999). Befürchtet wird, dass die Kräfte des freien internationalen Wettbewerbs, die Fähigkeit der Landwirtschaft, ein multifunktionales Angebot zu erstellen, aushöhlen (Latacz-Lohmann und Hodge, 2001) und irreversibel schädigen.

Dabei ist von entscheidender Bedeutung, dass die öffentlichen Güter und positiven externen Effekte, die die Landwirtschaft erzeugt, vielfach Kuppelprodukte der Warenproduktion sind, weil die Produktionsfaktoren nicht eindeutig zugeordnet werden können oder die verschiedenen waren- und nicht-warenbezogenen Outputs komplementär sind (OECD, 2002, S. 30ff.). Zudem ist die Kuppelproduktion häufig mit Kosteneinsparungen gegenüber einer getrennten Produktion der waren- und nicht-warenbezogenen Güter verbunden (Schumway, Pope und Nash, 1984). Sind aber warenbezogene und nicht-warenbezogene Outputs Kuppelprodukte, so ist zu erwarten, dass Maßnahmen die zu einer Förderung des multifunktionalen Angebotes der Landwirtschaft beitragen sollen, auch Auswirkungen auf die Warenproduktion haben. Dadurch entsteht ein Konflikt zwischen nationalen Politikzielen und der internationalen Handelspolitik, die auf einen unverzerrten Wettbewerb mit Agrargütern abzielt.

In den multilateralen Verhandlungen zum Abbau der Agrarprotektion im Rahmen der Welt-handelsorganisation (WTO¹) taucht Multifunktionalität unter dem Begriff Nicht-

¹ WTO: World Trade Organisation (engl.)

handelsbezogene Anliegen (NTC²) auf. Allgemein werden NTCs definiert als nationale Politikziele, die die Länder durch die weitere Liberalisierung des Agrarhandels als bedroht empfinden. In der Präambel des Übereinkommens zur Errichtung der WTO von 1994 werden nachhaltige Entwicklung sowie Schutz und Erhaltung der Umwelt als gleichzeitig mit den rein ökonomischen Zielen zu erreichende Größen genannt (Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 1994, S. 3). Im WTO-Regelwerk befinden sich bereits aus dem Allgemeinen Zoll- und Handelsabkommen (GATT³) übernommene Ausnahmeklauseln vom Verbot von Handelsbeschränkungen, die mit der Notwendigkeit eines besseren Schutz des Lebens und des Erhalts natürlicher Ressourcen begründet werden dürfen (GATT 1947, Art. XI und XX). Das Agrarübereinkommen der Uruguay-Runde (URAA⁴) des GATT von 1994 schreibt in Artikel 20c die Berücksichtigung von NTCs bei der Fortsetzung des Reformprozesses vor (Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 1994, S.29f.). Artikel 6 des URAA nimmt bestimmte Investitionsbeihilfen in Entwicklungsländern zur Förderung der landwirtschaftlichen und ländlichen Entwicklung von der Verpflichtung zum Abbau der internen Stützung aus. Gleiches gilt nach Anhang 2 des URAA für Maßnahmen der Ernährungssicherung und internen Nahrungsmittelhilfe, für verschiedene Strukturanpassungshilfen sowie für Zahlungen im Rahmen von Umweltprogrammen und Regionalbeihilfeprogrammen.

Befürworter einer Berücksichtigung von NTCs in dem zukünftigen Handelsabkommen möchten erreichen, dass zugunsten bestimmter Politikziele der Länder auch nicht-produktionsneutrale Subventionen zulässig sind, wenn dies für die Erreichung der Ziele unumgänglich ist (z.B. Blandford und Boisvert, 2001; Flaten, 2001). Argumentiert wird auch, dass die hohen Umweltstandards mancher Länder für deren Agrarsektoren zu unfairen Nachteilen im internationalen Wettbewerb führen und deshalb Schutzmaßnahmen erforderlich machen. So versucht etwa die EU in der laufenden WTO-Runde ihr spezifisches Modell einer multifunktionalen Landwirtschaft über die Anerkennung nicht-handelsbezogener Anliegen als legitime Begründung für interne Subventionen abzusichern. Interne Subventionen werden vielfach als weniger schädlich für die Agrarexporteure angesehen als Handelsbarrieren oder Exportsubventionen (Sumner, 2000).

Die Gegner dieser Position, insbesondere die großen Agrarexporteure wie die USA und die Mitglieder der Cairns-Group, sehen darin ein Einfallstor für verschleierten Protektionismus und möchten die NTCs am liebsten von der Tagesordnung verbannen. Sie weisen auf die schwierige Messung der Nutzen der Multifunktionalität hin. Ihre Argumente stützen sie aber vor allem auf die Einschätzung, dass die NTCs grundsätzlich mit nicht-handelsverzerrenden Maßnahmen zu erreichen seien (Anderson, 2000; Paarlberg, Brehdal und Lee, 2002). Der Nutzen der Multifunktionalität sei insbesondere nicht abhängig von der Produktion spezifischer Agrargüter. Nach ihren Vorstellungen sollen für die Erreichung der spezifischen Politikziele der Länder im Bereich der Multifunktionalität und NTCs deshalb nur Green Box-Maßnahmen⁵ zulässig sein.

Die Ergebnisse der Doha-Verhandlungsrunde der WTO (seit 2001) werden die Gestaltungsspielräume für die EU-Agrarpolitik noch enger bestimmen. Bereits die 1992 eingeleitete Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) war Voraussetzung für die im Rahmen des

² NTC: Non Trade Concerns (engl.)

³ GATT: General Agreement on Tariffs and Trade (engl.)

⁴ Uruguay Round Agreement on Agriculture (engl.)

⁵ In der Green Box werden in der WTO solche inländischen Stützungsmaßnahmen erfasst, von denen angenommen wird, dass sie höchstens minimale Produktionsverzerrungen verursachen. Voraussetzung hierfür ist nach Anhang 2 des WTO-Agrarübereinkommens, dass die Subventionszahlungen aus dem öffentlichen Budget und nicht über höhere Verbraucherpreise geleistet werden sowie keinerlei Preisstützung beinhalten.

URAA von der EU eingegangenen Verpflichtungen zum Abbau ihres Außenschutzes und der internen Stützung für Agrarprodukte (Kirschke und Weber, 2002). Das auf dem Berliner EU-Gipfel von 1999 beschlossene Agrarreformpaket der Agenda 2000 führte zu einem nochmaligen Abbau der Preisstützung bei gleichzeitiger Anhebung der Direktzahlungen und hat damit die Subventionen an die Landwirtschaft weiter von der Produktion entkoppelt (European Commission, 1999).

Die Direktzahlungen der EU – wenngleich von produktions- und damit handelsverzerrender Wirkung – sind von den WTO-Verpflichtungen zum Abbau der internen Stützung⁶ befreit, weil sie zu den in der WTO-Terminologie als Blue Box-Stützung⁷ bezeichneten Maßnahmen gehören. Unter den WTO-Mitgliedern gibt es aber Industrie- und Entwicklungsländer, die eine Abschaffung der Blue Box anstreben (WTO, 2002a). Sie begründen dies mit der nur teilweise erfolgten Entkoppelung der Subventionszahlungen von der Produktion. Bei einer Abschaffung der Blue Box könnte das System der EU-Direktzahlungen in der heutigen Form nicht beibehalten werden. Der Spielraum für produktgebundene Subventionen könnte also noch kleiner werden.

Interessanterweise machte die EU-Kommission in ihrer Halbzeitbewertung der GAP nicht nur Vorschläge zu einer weiteren Senkung der Preisstützung für Getreide sondern auch zu einer vollständigen Entkoppelung der Direktzahlungen von der Produktion durch die Einführung eines „Systems betriebsbezogener Einkommenszahlungen (...) auf der Grundlage historischer Bezugsgrößen“ (Europäische Kommission, 2002, S. 20-23). Die Direktzahlungen sollen darüber hinaus an Standards in den Bereichen Umwelt, Lebensmittelsicherheit, Tierschutz und Betriebssicherheit (Cross-Compliance) gebunden werden (Europäische Kommission, 2003). Mit ihrem Vorschlag peilt die Kommission die Green Box-Tauglichkeit der Agrarstützung an (Fischler, 2003; Schmitz, 2002).

In der Doha-Runde stehen jedoch auch die NTCs einschließlich der Green Box auf dem Prüfstand. Einige Länder glauben, dass Green Box-Maßnahmen unter bestimmten Umständen einen Einfluss auf Produktion und Preise haben und damit handelsverzerrend sein können (WTO, 2002a). In der EU hingegen wird die Green Box für die Verwirklichung eines spezifisch europäischen Landwirtschaftsmodell als unverzichtbar gehalten. Dass dabei einkommenspolitische Motive eine Rolle spielen, wird nicht geleugnet (Europäische Kommission, 2002). Entscheidend ist aber, dass die Unterstützung durch das Erbringen gesellschaftlich relevanter Leistungen der Landwirte gerechtfertigt sein soll (Europäische Kommission, 2002). Die in diesem Zusammenhang gemeinten Leistungen werden durch das Bild einer multifunktionalen Landwirtschaft umschrieben. Es lässt sich dabei eine sehr weit gehende Überlappung zwischen den Zielen der Multifunktionalität und den NTCs feststellen (Burrell, 2001).

1.2 Grundfragen der Politikgestaltung für einen multifunktionalen Agrarsektor

Politikgestaltung im Agrarbereich wird durch das Leitbild der Multifunktionalität zunehmend komplex. Der Kern des Problems stellt sich mit folgender Frage: Welche agrarpolitischen Instrumente sind geeignet und in welchem Umfang müssen sie eingesetzt werden, damit ei

⁶ In Bezug auf die inländische Stützung war im WTO-Agrarübereinkommen von 1994 ein 20%-iger Abbau der als Amber Box-Stützung identifizierten Subventionen vereinbart worden. Hiermit sind Subventionen gemeint, die produktions- und handelsverzerrende Wirkungen haben. In den laufenden WTO-Verhandlungen wird deren weitere Reduzierung angestrebt.

⁷ Voraussetzung für eine Klassifizierung als Blue Box-Stützung ist, dass die Subventionsmaßnahme an die Teilnahme an einem Erzeugungsbeschränkungsprogramm wie Produktionsquoten und Flächenstilllegung gebunden ist.

nerseits das gewünschte multifunktionale Angebot von den Landwirten tatsächlich auch produziert wird und andererseits die Landwirtschaft auf den internationalen Agrarmärkten möglichst ohne handelsverzerrende Maßnahmen konkurrenzfähig ist. Eine zentrale und berechtigte Forderung der Handelspartner der EU ist nämlich, dass die EU ihre spezifischen Ziele, die sie mit ihrem Modell einer multifunktionalen Landwirtschaft verbindet, nicht zu Lasten von Landwirten und Agrarentwicklung in anderen Ländern durchsetzt.

Die Abnehmer landwirtschaftlicher Erzeugnisse in Lebensmittelindustrie, Lebensmittelhandwerk und privaten Haushalten wollen in erster Linie qualitativ hochwertige und preisgünstige Agrarerzeugnisse; genau das leistet aber auch die ausländische Konkurrenz. Ein multifunktionales Angebot kann die Landwirtschaft somit nur dann stellen, wenn sie dem internationalen Wettbewerb Stand hält. Hier liegt die Aufgabe für die Politikgestaltung: wer gestaltend eingreifen will, um eine multifunktionale Landwirtschaft zu fördern, darf ihre Wettbewerbsfähigkeit nicht aufs Spiel setzen.

Hält man die multifunktionalen Leistungen der Landwirtschaft für gesellschaftlich erwünscht, so bleiben eine ganze Reihe von Fragen offen, von denen nur einige exemplarisch umrissen werden sollen:

- Bis zu welchem Umfang soll die Landwirtschaft nicht-warenbezogene Leistungen erzeugen? Zum Beispiel: Wie viel und welche Kulturlandschaft muss erhalten bleiben? Zu berücksichtigen sind dabei vielfältige Trade-Offs. Ein Mehr an multifunktionalen Leistungen hat seinen Preis: Dieser kann aus niedrigeren Einkommen in der Landwirtschaft und Wohlfahrtsverlusten bestehen, wenn zuviel Human- und Sachkapital gebunden bleibt. Greift der Staat subventionierend ein, so sind budgetäre Restriktionen und Konkurrenzbeziehungen zu anderen Politikfeldern zu berücksichtigen. Auf jeden Fall sind die verschiedenen Ziele staatlichen Handelns im Agrarbereich zu gewichten, um eine kohärente Politikgestaltung zu ermöglichen.
- Strittig kann auch sein, ob die Förderung des multifunktionalen Angebots der Landwirtschaft der einzige Weg ist, die damit verbundenen Ziele zu erreichen. Zum Beispiel: Kann eine hohe Biodiversität möglicherweise besser oder unter geringerem Ressourcenverbrauch durch das Anlegen von Bioservaten oder die naturnahe forstwirtschaftliche Nutzung produziert werden?
- Zu klären ist ferner, welche Politikinstrumente geeignet sind, eine multifunktionale Landwirtschaft zu fördern: Produktsubventionen oder faktorgebundenen Subvention, Subventionen für welche Produkte und Produktionsfaktoren oder lassen sich bestimmte multifunktionale Leistungen direkt bezahlen? Auch hierbei spielen die konkreten Ziele eine entscheidende Rolle. Auch stellt sich die Frage, ob einige Produktionsrichtungen wegen ihrer externen Umweltkosten zu besteuern sind.
- Und schließlich, wie soll der Staat Lenkungen im Bereich des multifunktionalen Angebotes ausüben, ohne dabei die Hauptfunktion der Landwirtschaft, für ein hochwertiges Angebot an Agrargütern zu sorgen und damit einen Beitrag zur Leistungsfähigkeit der Volkswirtschaft zu leisten, zu schädigen. Nachhaltigkeit hat nicht nur eine ökologische Dimension, sondern ebenso eine sozio-ökonomische. Eine nachhaltige Landwirtschaft muss zuerst Einkommensperspektiven haben, die sich nicht zum überwiegenden Teil auf den Staat stützen.

Eine Politikvariante, die den Preis der Multifunktionalität einfach den Verbrauchern in Form höherer Preise für Agrarprodukte aufbürdet und durch protektionistische Maßnahmen zu unfairem internationalen Wettbewerb führt, kann sich heute eigentlich niemand mehr leisten.

Das bedeutet, dass die Agrarstützung zunehmend direkt aus den öffentlichen Haushalten finanziert wird. Dies hat zur Folge, dass eine Politik, die die Wettbewerbsfähigkeit nicht fördert, letztendlich das multifunktionale Angebot für den Steuerzahler verteuert und die Gestaltungsspielräume der Politik in Folge höherer Budgetbelastungen einengt. Die finanziellen und politischen Kosten von Fehlern in der Agrarpolitik werden somit höher.

1.3 Einordnung und Aufbau des Arbeitspapiers

In angebotsorientierten, räumlichen Modellen zur Untersuchung von Externalitäten stehen zumeist die biologisch-technischen Beziehungen zwischen Produktionsverfahren und Umweltindikatoren sowie das Anpassungsverhalten der Unternehmer bei Veränderungen in den ökonomischen Anreizmechanismen wie Preisen, Subventionen und Steuern im Mittelpunkt. Vielfach handelt es sich bei diesen Ansätzen um lineare oder quadratische Programmierungsmodelle (z.B. Flur, Gotsch und Rieder, 2001; Henrichsmeyer 1996; Heckeley und Britz 2001). Diese bilden die Auswirkungen von Politikänderungen auf die Produktion, Umweltindikatoren und Agrareinkommen in detaillierter räumlicher Auflösung ab.

Es gibt eine Fülle von Forschungsarbeiten zur nachfrageseitigen Bewertung öffentlicher Güter der Landbewirtschaftung (vgl. Navrud, 2002; Randall, 2002). Diese basieren meist auf der Contingent-Valuation-Methode (z.B. Cicia und Scarpa, 2002; Drake, 1992; Loomis, 2002) aber auch auf Verfahren der Choice Experiments (z.B. Müller, 2002). Hierbei werden Personen mit hypothetischen Märkten für die untersuchten öffentlichen Güter konfrontiert und durch Auswertung der Befragungsergebnisse bzw. Beobachtung der Wahlentscheidungen die Zahlungsbereitschaften und deren Bestimmungsgründe gemessen (Randall, 2002, S. 288f.). Brunstad, Gaasland und Vardal (2001) integrieren in die Zielfunktion eines mathematischen Programmierungsmodellss Informationen über die Zahlungsbereitschaft, um optimale Niveaus für die Produktion, produktgebundene Stützung, Flächennutzung und Beschäftigung in Norwegen zu bestimmen. Neben der Kritik an der Verlässlichkeit der Verfahren zur Messung von Zahlungsbereitschaften bestehen auch noch erhebliche methodische Probleme, wenn es darum geht, die Ergebnisse von einem Studienobjekt (z.B. regionsspezifische Umweltgüter) auf andere Regionen im Rahmen eines sogenannten Nutzentransfers (Benefit Transfer) zu übertragen (Navrud, 2002). Dies erschwert die Nutzung von empirischen Ergebnissen zur Zahlungsbereitschaft für quantitative Modellanalysen auf der nationalen und supranationalen Ebene.

Multi-Markt-Modelle (z.B. Kirschke und Jechlitschka 2002; Wahl, Weber und Froberg, 2000; Weber, 2001) und Handelsmodelle (z.B. Dixit und Roningen, 1986; von Lampe, 1997 und 2001) führen die angebots- und nachfrageorientierte Analyse zusammen. Mit ihnen lassen sich die Auswirkungen von Politikänderungen auf die Preisbildung und Wettbewerbsfähigkeit untersuchen. Sie leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Kosten-Nutzen-Analyse in der Agrarpolitik (vgl. Ahner, 2001). Ihr Vorteil besteht neben der detaillierten Abbildung der Marktinteraktionen auch darin, dass sie keine umfangreiche Technologiebeschreibung erfordern. Sie sind damit meist unter geringeren Datenansprüchen und weniger a-priori-Annahmen spezifizierbar als Programmierungsmodelle. Allerdings reichen sie für eine umfassendere Nutzen-Kosten-Bewertung nicht aus, da sie Externalitäten nicht bewerten.

Auf der Basis eines Modells einer offenen Volkswirtschaft mit einer gesellschaftlichen Nutzenfunktion, die abhängig ist vom Verbrauch nicht-landwirtschaftlicher Güter, dem Verbrauch landwirtschaftlicher Güter und externer Effekte der Landwirtschaft, kommen Paarlberg, Bredahl und Lee (2002) zu dem Schluss, dass handelspolitische Maßnahmen nicht durch Multifunktionalität zu rechtfertigen seien. Gleichwohl können produktionsgebundene Subventionen dann eine erstbeste Politik darstellen, wenn die Multifunktionalität an die Wa

renproduktion gebunden ist. Zur Bestimmung der optimalen Politik müsste aber auch negative Externalitäten Rechnung getragen werden. Damit wird die vorherrschende Literaturmeinung unterstützt, nach der Freihandel solange eine erstbeste Politik darstellt, wie interne Politikmaßnahmen dafür sorgen, dass positive wie auch negative Externalitäten internalisiert werden. Das Modell unterstützt die bekannte Aussage Tinbergens, dass es für jedes Politikziel mindestens eine Politikmaßnahme geben sollte (Tinbergen, 1950).

Vatn (2002) untersucht die Bedeutung von Transaktionskosten für die Optimalität von Politikmaßnahmen in einer multifunktionalen Landwirtschaft. Die Aussage Tinbergens gilt danach nur, wenn die Politikmaßnahmen keine Transaktionskosten verursachen. Die Transaktionskosten von Fördermaßnahmen können aber so hoch sein, dass es einfach effizienter ist, die Versorgung mit nicht-warenbezogenen Kuppelprodukten durch produktgebundene Subventionen und preispolitische Maßnahmen für Warenoutputs als durch die zielgerichtete Subventionierung spezifischer multifunktionaler Outputs zu sichern. Hierbei spielen vor allem die Kosten für Information, Vertragsabschluss, Überwachung und Kontrolle der Leistungen eine entscheidende Rolle. Als ein Beispiel werden pauschale Flächenprämien für das Offenhalten der Landschaft genannt, was eine effizientere Maßnahme sein kann als die Bezahlung des Landwirtes für jedes einzelne Landschaftselement, das er produziert oder erhält. Die eingesparten Transaktionskosten können höher sein als die Verluste infolge einer geringeren Präzision der Maßnahme.

Peterson, Boisvert und de Gorter (2002) weisen in der Beschreibung ihres stilisierten Modells der US-Landwirtschaft auf die fundamentale Bedeutung der Unterscheidung zwischen allozierbaren und nicht-allozierbaren Inputs bei der Bestimmung optimaler Politiken in einer multifunktionalen Landwirtschaft hin. Politikmaßnahmen zur Internalisierung von Annehmlichkeitswerten (amenity values) der landwirtschaftlichen Produktion können in ihrem Modell, in dem alle Produktionsfaktoren (auch die Fläche) variabel sind, in Konflikt stehen mit der Green Box der WTO, die nur minimal produktionsverzerrende Maßnahmen enthalten darf. Aber selbst, wenn der Annehmlichkeitswert landwirtschaftlich genutzter Fläche Null beträgt, so kann nach diesem Modell eine Flächensubvention dann eine optimale Politik darstellen, wenn die auf die Fläche bezogenen externen Umweltkosten eine konvexe Funktion des Vorleistungseinsatz je Hektar sind (Peterson, Boisvert und der Gorter, 2002, S. 431f.). Sie folgern daraus, dass empirische Studien der Zahlungsbereitschaft (z.B. die weiteren oben angesprochenen CV-Studien) keine Aussagen über die angemessene Höhe einer Flächensubvention zulassen.

Das vorliegende Arbeitspapier diskutiert die Grundversion eines nationalen Angebotsmodells einer multifunktionalen Landwirtschaft (MULTSIM). Es ist als eine „Brückenkonstruktion“ zwischen der differenzierten räumlichen Bewertung von Umweltgütern sowie der räumlichen Angebotsanalyse auf der einen Seite und Multi-Markt-Modellen sowie Handelsmodellen auf der anderen Seite konzipiert. Das Modell soll als ergänzender Bestandteil von Multi-Markt-Modellen und Agrarhandelsmodellen zu einer differenzierteren und besser integrierten Analyse agrar-, umwelt- und handelspolitischer Optionen beitragen, indem es neben den Warenoutputs auch nicht-warenbezogene Leistungen einer multifunktionalen Landwirtschaft berücksichtigt. MULTSIM bildet die Entscheidungen zur Faktorallokation und ihre Beeinflussung durch Politikmaßnahmen auf der aggregierten sektoralen Ebene differenziert nach Betriebstypen ab.

Die Struktur von MULTSIM wird in Kapitel 2 detailliert beschrieben. In Kapitel 3 werden exemplarisch die Ergebnisse einiger erster Modellrechnungen diskutiert. Auch ohne Anbindung an Multi-Markt-Modelle und Agrarhandelsmodelle erlaubt MULTSIM bereits stilisierte

quantitative Analysen verschiedener Politikoptionen wie z.B. zur Internalisierung positiver und negativer externer Effekte in den Bereichen Umwelt und Kulturlandschaft. Kapitel 4 zeigt die Ergebnisse verschiedener Sensitivitätsrechnungen zu alternativen Parameterspezifizierungen.

Vor der Weiterentwicklung zu einem umfassenderen Modellansatz müssen jedoch eine ganze Reihe grundsätzlicher Fragen angesprochen werden: Wie lässt sich das Modell um Mehrfachzielsetzungen in der Politik erweitern? Wie lassen sich die relativ hohe Unsicherheiten über wichtige Modellparameter wie z.B. die technischen Beziehungen zwischen Warenproduktion und nicht-warenbezogenen Leistungen oder den Wert der produzierten Externalitäten adäquat berücksichtigen? Welche weiteren Anpassungen sind notwendig, um eine Verknüpfung des Modells mit Marktmodellen und Handelsmodellen zu ermöglichen? Hierzu gibt Kapitel 5.1 einige Hinweise.

2. Ein nationales Multifunktionalitätsmodell der Landwirtschaft

In dem statischen Multifunktionalitätsmodell (*MULTSIM*) werden drei Outputs unterschieden: ein warenbezogener Output y , ein nicht-warenbezogener Output Kulturlandschaft a mit positivem externen Nutzen sowie ein nicht-warenbezogener Umweltoutput e mit negativem externen Nutzen (externen Kosten). y ist das gesamte Warenangebot des Agrarsektors. Dieser wird repräsentiert durch den Produktionswert zu Preisen einer gegebenen Basisperiode. a wird als ein Aggregat aus einer Menge von Elementen verstanden, die zur Definition der Kulturlandschaft beitragen, ihre Qualität beeinflussen und individuelle Nutzenbeiträge für Bewohner und Besucher⁸ liefern (z.B. Felder, Raine und Hecken, Vielfalt von Pflanzenkulturen, Tierbesatz der Fläche, Hofstellen). Der Umweltoutput e fasst verschiedene negative Umwelteffekte (Grundwasser- und Oberflächengewässerbelastungen durch Dünge- und Pflanzenschutzmittel bzw. deren Abbauprodukte, Luftemissionen aus Pflanzenbau und Tierhaltung oder Geruchsbelästigungen) zusammen.⁹ Das Modell differenziert den Agrarsektor nach den fünf Betriebstypen Feldfruchtbau (FIELD), Futterbau (GRAZ), Veredlung (GRAN), Dauerkulturen (PERM) und Gemischtproduktion (MIX). Die Betriebstypen setzen dabei in der Produktion die Faktoren Vorleistungen (INT), Fläche (LAND) und einen sonstigen Primärfaktorinput (OTHP) ein. Letzterer fasst die Faktoren Arbeit und Kapital zusammen.

Von einer regionalen Differenzierung wurde bei der Modellentwicklung zunächst einmal abgesehen, da zu Beginn der Arbeiten grundsätzlichere Aspekte einer stilisierten modellhaften Analyse multifunktionaler Beziehungen auf der nationalen Ebene im Vordergrund standen¹⁰. Insbesondere soll untersucht werden, ob auch bei hoher Unsicherheit über die Produktionsbe-

⁸ Kulturlandschaft kann dabei Nutzenbeiträge ganz unterschiedliche Art liefern, die von unterschiedlichen Motivationen bestimmt werden. Aus kulturhistorischen Motiven kann eine durch Landwirtschaft geprägte Landschaft schützenswert sein. Ein ästhetisches Motiv kann vorliegen, wenn landwirtschaftliche Aktivität den sinnlichen Genuss, der mit einer Landschaft verbunden ist, hebt (z.B. bunte Felder). Das Erholungsmotiv ist ein wichtiger Faktor in der Wettbewerbsfähigkeit des Touristikangebotes. Das Motiv des Umweltschutzes umfasst u.a. erwartete positive Einflüsse auf Biodiversität, Grundwasserbildung und Flutkontrolle.

⁹ Positive Umwelteffekte (z.B. Steigerung der Biodiversität) aber auch negative Kulturlandschaftseffekte (z.B. Ausräumung der Landschaft durch großflächige Bewirtschaftungsformen) sind auf dieser Stufe der stilisierten Modellbildung nicht separat berücksichtigt. Für eine umfassendere Berücksichtigung multifunktionaler Aspekte müssten diese und andere nicht-warenbezogene Outputs (z.B. Versorgungssicherung) einbezogen werden.

¹⁰ Das Modell lässt sich aber ohne weiteres stärker differenzieren, indem zum Beispiel zusätzlich zu dem Betriebstypenindex noch ein Regionalisierungsindex für Funktionen, Modellvariablen und Modellparameter einbezogen wird.

ziehungen im multifunktionalen Agrarsektor sowie über die richtige Bewertung multifunktionaler Outputs sinnvolle Politikempfehlungen bei Berücksichtigung von Mehrfachzielsetzungen erarbeitet werden können. Im Hinblick auf mögliche Zielkonflikte zwischen Handelspolitik und Agrarpolitik werden außerdem analytische Tools benötigt, die Wechselwirkungen zwischen der internationalen Wettbewerbsfähigkeit des Agrarsektors und der Produktion multifunktionaler Leistungen Rechnung tragen.

Im folgenden Abschnitt 2.1 werden die Technologieannahmen des Basismodells, der Faktorallokationsmechanismus, die Modellkalibrierung sowie die Datenbasis beschrieben. Abschnitt 2.2 erläutert die prinzipielle Vorgehensweise bei der Untersuchung politischer Handlungsoptionen mit dem Modell, insbesondere werden Aspekte der Wohlfahrtsmaximierung bei externen Effekten erläutert. In Abschnitt 2.3 wird nur ganz kurz auf die technische Realisierung des Modells für PC-Anwendungen eingegangen.

2.1 Beschreibung des Basismodells

2.1.1 Technologie

Das Modell basiert auf nichtlinearen Produktionsfunktionen für jeden der unterschiedenen Outputs. Wegen der eingeschränkten Allozierbarkeit der Produktionsfaktoren und komplexer Produktionsbeziehungen sind die nicht-warenbezogenen Leistungen zwar Kuppelprodukte der Warenproduktion, allerdings werden sie nicht in festen sondern in variablen Proportionen zu den Warenoutputs produziert. Durch Veränderung der Preisrelationen für die Produktionsfaktoren kann die Zusammensetzung der Agrarproduktion aus warenbezogenen und nicht-warenbezogenen Gütern daher verändert werden. Variable Proportionen sowie die gleichzeitige Berücksichtigung negativer und positiver externer Effekte führen dazu, dass optimale Internalisierungsergebnisse nicht allein durch produktgebundene Subventionen erzielt werden können (vgl. auch Peterson, Boisvert und de Gorter, 2002, S. 439).

Produktionsfunktionen für den Warenoutput

Für jeden der Betriebstypen wird jeweils eine Produktionsfunktion YF postuliert, die die Beziehung zwischen dem warenbezogenen Output y_f und den eingesetzten Produktionsfaktoren \mathbf{x}_f beschreibt. Als funktionale Form wird eine Cobb-Douglas-Funktion (CD-Funktion) verwendet:

$$y_f \leq YF_f(\mathbf{x}_f) = a_f \prod_l x_{fl}^{\alpha_{fl}} \quad \text{für } f \in F = \{\text{FIELD}, \dots, \text{MIX}\} \text{ und } l \in L = \{\text{INT}, \text{LAND}, \text{OTHP}\}$$

$$\text{mit } a_f > 0, \alpha_{fl} > 0 \text{ und } \sum_l \alpha_{fl} = 1.$$

Mit der Verwendung der CD-Funktion sind eine ganze Reihe von Modelleigenschaften festgelegt (vgl. auch Chiang 1984, S. 414ff, Chambers 1988, S. 17 u. 31):

- (1) Die Produktionsfaktoren sind strikt essentiell.
- (2) Die Produktionsfunktion ist linear homogen in den Produktionsfaktoren¹¹.
- (3) Die Technologie ist durch konstante Skalenerträge charakterisiert¹².

¹¹ $YF_f(t \mathbf{x}_f) = a_f \prod_l (t x_{fl})^{\alpha_{fl}} = t^{\sum_l \alpha_{fl}} YF_f(\mathbf{x}_f) = t YF_f(\mathbf{x}_f)$

¹² $\varepsilon \equiv (\partial YF_f(t \mathbf{x}_f) / \partial t) (t / YF_f(\mathbf{x}_f)) \Big|_{t=1} = \sum_l \alpha_{fl} = 1$

- (4) Die Produktionsfunktion ist strikt monoton und quasikonkav. Die Grenzproduktivitäten der Produktionsfaktoren sind positiv¹³, abnehmend im Einsatzniveau des jeweiligen Produktionsfaktors¹⁴ sowie zunehmend im Einsatzniveau der übrigen Produktionsfaktoren¹⁵.
- (5) Die Grenzrate der technischen Substitution zwischen zwei Faktoren ist negativ¹⁶ und abhängig vom Faktoreinsatzverhältnis. Desweiteren ist sie unabhängig vom Einsatz des dritten Faktors¹⁷; die Produktionsfunktion ist damit faktorweise separabel in den Inputs (Chambers 1988, S. 47).
- (6) Die Substitutionselastizitäten haben an jeder Stelle der Isoquanten den Wert Eins¹⁸.
- (7) Die Produktionsfunktion ist isoelastisch, d.h. die Produktionselastizitäten sind durch die Parameter α_{fi} gegeben¹⁹.
- (8) Der Stand der Technik, repräsentiert durch den Effizienzparameter a_f , hat keinen Einfluss auf die Substitutionselastizitäten und Faktoreinsatzrelationen.

Die Eigenschaften (1) bis (4) dürften bei dem hohen Aggregationsniveau des Modells keine wesentlichen Einschränkungen hinsichtlich der unterstellten Technologie darstellen. Die Annahmen (5) bis (8) sind hingegen restriktiv und reduzieren dadurch die Zahl der zu ermittelnden Technologieparameter. Die mathematische Einfachheit der CD-Funktion ist für eine stilisierte Analyse multifunktionaler Beziehungen jedoch eher ein Vorteil gegenüber komplizierteren funktionalen Formen, die weniger a-priori-Annahmen enthalten.

Die gesamtsektorale Produktionsfunktion ist gegeben durch:

$$y \leq Y(\mathbf{YF}(\mathbf{x}\mathbf{f})) = \sum_f p_f^{\alpha_f} a_f \prod_i x_{fi}^{\alpha_{fi}}$$

Die Outputpreise einer Basisperiode pp^{α_f} dienen als Gewichtungsfaktoren für die Warenoutputs. Für die Beziehungen zwischen den Faktoreinsätzen unterschiedlicher Betriebstypen gilt:

- (1) Die Grenzproduktivität eines Faktors in einem Betriebstyp ist unabhängig vom Faktoreinsatz in den übrigen Betriebstypen²⁰.
- (2) Die Grenzrate der technischen Substitution zwischen beliebigen Faktoren zweier unterschiedlicher Betriebstypen ist negativ, abhängig vom Einsatzverhältnis der Faktoren und dem Outputverhältnis der beiden Betriebstypen²¹.
- (3) Die Substitutionselastizitäten zwischen beliebigen Faktoren zweier unterschiedlicher Betriebstypen haben den Wert Eins²².

Produktionsfunktion für Kulturlandschaft

Hinsichtlich des Outputs Kulturlandschaft wird anders als beim Warenoutput davon ausgegangen, dass alle Betriebstypen essentiell an seiner Produktion beteiligt sind. Es sei zunächst folgender funktionaler Zusammenhang diskutiert:

¹³ $\partial YF_f(\mathbf{x}\mathbf{f})/\partial x_{fi} = \alpha_{fi} YF_f(\mathbf{x}\mathbf{f}) x_{fi}^{-1} > 0$

¹⁴ $\partial^2 YF_f(\mathbf{x}\mathbf{f})/(\partial x_{fi})^2 = \alpha_{fi}(\alpha_{fi}-1) YF_f(\mathbf{x}\mathbf{f}) x_{fi}^{-2} < 0$

¹⁵ $\partial(\partial YF_f(\mathbf{x}\mathbf{f})/\partial x_{fi})/\partial x_{fj} = \alpha_{fi}\alpha_{fj} YF_f(\mathbf{x}\mathbf{f}) x_{fi}^{-1} x_{fj}^{-1} > 0$ für $i \neq j$

¹⁶ $dx_{fi}/dx_{fj} = -(\partial YF_f(\mathbf{x}\mathbf{f})/\partial x_{fj})/(\partial YF_f(\mathbf{x}\mathbf{f})/\partial x_{fi}) = -(\alpha_{fj}/\alpha_{fi})(x_{fi}/x_{fj}) < 0$ für $i \neq j$

¹⁷ $\partial[(\partial YF_f(\mathbf{x}\mathbf{f})/\partial x_{fj})/(\partial YF_f(\mathbf{x}\mathbf{f})/\partial x_{fi})]/\partial x_{fk} = 0$ für $k \neq i, j$

¹⁸ $\delta_{ij} = [d(x_{fi}/x_{fj})/d(dx_{fi}/dx_{fj})]/[(dx_{fi}/dx_{fj})/(x_{fi}/x_{fj})] = [-\alpha_{fj}/\alpha_{fi}]/[-\alpha_{fj}/\alpha_{fi}] = 1$

¹⁹ $(\partial YF_f(\mathbf{x}\mathbf{f})/\partial x_{fi})(x_{fi}/YF_f(\mathbf{x}\mathbf{f})) = (\alpha_{fi} YF_f(\mathbf{x}\mathbf{f})/x_{fi})(x_{fi}/YF_f(\mathbf{x}\mathbf{f})) = \alpha_{fi}$

²⁰ $\partial Y(\mathbf{x}\mathbf{f})/\partial x_{fi} = p_m \alpha_{mi} YF_m(\mathbf{x}\mathbf{f}_m) x_{fi}^{-1}$

²¹ $dx_{fi}/dx_{mj} = -(\partial Y(\mathbf{x}\mathbf{f})/\partial x_{mj})/(\partial Y(\mathbf{x}\mathbf{f})/\partial x_{fi}) = -(\alpha_{mj}/\alpha_{ni})(p_m YF_m(\mathbf{x}\mathbf{f}_m)/p_n YF_n(\mathbf{x}\mathbf{f}_n))(x_{fi}/x_{mj}) < 0$ mit $m \neq n$

²² $\delta_{ni,mj} = [d(x_{fi}/x_{mj})/d(dx_{fi}/dx_{mj})]/[(dx_{fi}/dx_{mj})/(x_{fi}/x_{mj})] = 1$

$$a = A(\mathbf{x}\mathbf{f}) = b \prod_f x_{f, \text{LAND}}^{\beta_f} \text{ mit } b, \beta_f > 0$$

A ist eine einstufige Produktionsfunktion, in der der Umfang des Outputs Kulturlandschaft vom Flächeneinsatz in den einzelnen Betriebstypen abhängt. Der Flächeneinsatz in einem Betriebstyp kann dabei nicht jeweils der Warenproduktion und der Kulturlandschaftsproduktion anteilig zugeordnet werden, d.h. die Fläche ist im Hinblick auf diese beiden Outputs nicht allozierbar (non-allocable in englischsprachiger Terminologie). Damit sind Warenoutputs und Kulturlandschaft Kuppelprodukte der landwirtschaftlichen Produktion (joint products in englischsprachiger Terminologie, vgl. auch OECD, 2001, S. 30f.).

In der obigen Produktionsfunktion sind die Faktoren Vorleistungen (INT) und die sonstigen Primärinputs (OTHP) nicht vertreten. Wegen der Essentialität dieser Faktoren für den Warenoutput würde dies bedeuten, dass die Flächen in einem Betrieb auch ohne darauf produzierte Warenoutputs einen positiven Beitrag zur Kulturlandschaft erbringen. Zu einer weniger restriktiven Funktion gelangt man, wenn man den Warenoutput je Flächeneinheit als einen weiteren Bestimmungsfaktor des Kulturlandschaftsoutputs in die Produktionsfunktion aufnimmt:

$$a = A(\mathbf{x}\mathbf{f}, \mathbf{y}\mathbf{f}) = b \prod_f x_{f, \text{LAND}}^{\beta_f} (y_{f, \text{LAND}} / x_{f, \text{LAND}})^{\gamma_f} \text{ mit } b, \beta_f, \gamma_f > 0 \text{ und } \sum_f \beta_f + \sum_f \gamma_f = 1$$

Die Grenzproduktivität des Flächeneinsatzes hängt dann davon ab, wie viel von dem Warenoutput produziert wird. Bei positivem γ_f sind Kulturlandschaft und Warenoutput dann komplementäre Güter, was ein weiterer wichtiger Bestimmungsgrund für eine Kuppelproduktion der beiden Outputs darstellt (vgl. OECD, 2001, S. 30f.).

Durch Einsetzen der Produktionsfunktion für den Warenoutput erhält man dann schließlich:

$$a = A(\mathbf{x}\mathbf{f}) = b \prod_f a_f^{\gamma_f} x_{f, \text{INT}}^{\alpha_{f, \text{INT}} \gamma_f} x_{f, \text{LAND}}^{\beta_f + \gamma_f (\alpha_{f, \text{LAND}} - 1)} x_{f, \text{OTHP}}^{\alpha_{f, \text{OTHP}} \gamma_f} \text{ mit } b, \beta_f, \gamma_f > 0, \sum_f \beta_f + \sum_f \gamma_f = 1$$

Mit dieser Funktion gelten folgende Annahmen:

- (1) Die Produktionsfaktoren sind strikt essentiell.
- (2) Wegen $\sum_i \alpha_{i, n} = 1$ ist die Produktionsfunktion für Kulturlandschaft homogen vom Grade $\sum_f \beta_f$ in den Produktionsfaktoren.²³
- (3) Die Grenzproduktivität des Flächeneinsatzes in einem Betriebstyp²⁴ ist positiv für $\beta_n > \gamma_n (1 - \alpha_{n, \text{LAND}})$ und negativ für $\beta_n < \gamma_n (1 - \alpha_{n, \text{LAND}})$. Eine positive Grenzproduktivität nimmt mit zunehmendem Flächeneinsatz zu für $\beta_n > 1 + \gamma_n (1 - \alpha_{n, \text{LAND}})$ und ab für $\beta_n < 1 + \gamma_n (1 - \alpha_{n, \text{LAND}})$ ²⁵. Mit zunehmendem Einsatz eines beliebigen anderen Faktors nimmt sie zu für $\beta_n > \gamma_n (1 - \alpha_{n, \text{LAND}})$ und ab für $\beta_n < \gamma_n (1 - \alpha_{n, \text{LAND}})$.²⁶
- (4) Die Grenzproduktivitäten der anderen Faktoren sind positiv²⁷. Sie nehmen mit zunehmendem Einsatzniveau zu für $\gamma_n > 1/\alpha_{nj}$ und ab für $\gamma_n < 1/\alpha_{nj}$.²⁸ Mit zunehmendem Einsatz dieser

²³ $A(t \mathbf{x}\mathbf{f}) = t^{\sum_f (\beta_f + \gamma_f (\alpha_{f, \text{INT}} + \alpha_{f, \text{LAND}} - 1 + \alpha_{f, \text{OTHP}}))} A(\mathbf{x}\mathbf{f}) = t^{\sum_f \beta_f} A(\mathbf{x}\mathbf{f})$

²⁴ $\partial A(\mathbf{x}\mathbf{f}) / \partial x_{n, \text{LAND}} = [\beta_n + \gamma_n (\alpha_{n, \text{LAND}} - 1)] A(\mathbf{x}\mathbf{f}) x_{n, \text{LAND}}^{-1}$

²⁵ $\partial^2 A(\mathbf{x}\mathbf{f}) / (\partial x_{n, \text{LAND}})^2 = [\beta_n + \gamma_n (\alpha_{n, \text{LAND}} - 1)] [\beta_n + \gamma_n (\alpha_{n, \text{LAND}} - 1) - 1] A(\mathbf{x}\mathbf{f}) x_{n, \text{LAND}}^{-2}$

²⁶ $\partial A(\mathbf{x}\mathbf{f}) / (\partial x_{f, \text{LAND}} \partial x_{m, j}) = \alpha_{mj} \gamma_m [\beta_n + \gamma_n (\alpha_{n, \text{LAND}} - 1)] A(\mathbf{x}\mathbf{f}) x_{n, \text{LAND}}^{-1} x_{m, j}^{-1}$ mit $m, n \in M$ und $j \neq \text{LAND}$

²⁷ $\partial A(\mathbf{x}\mathbf{f}) / \partial x_{f, nj} = \alpha_{nj} \gamma_n A(\mathbf{x}\mathbf{f}) x_{f, nj}^{-1} > 0$ mit $j \neq \text{LAND}$

²⁸ $\partial^2 A(\mathbf{x}\mathbf{f}) / (\partial x_{f, nj})^2 = \alpha_{nj} \gamma_n (\alpha_{nj} \gamma_n - 1) A(\mathbf{x}\mathbf{f}) x_{f, nj}^{-2}$

Faktoren in den übrigen Betriebstypen nehmen sie zu²⁹. Erhöht sich der Flächeneinsatz, so nehmen sie zu für $\beta_m > \gamma_m(1 - \alpha_{m, \text{LAND}})$ und ab für $\beta_m < \gamma_m(1 - \alpha_{m, \text{LAND}})$ ³⁰.

- (5) Die Grenzrate der technischen Substitution zwischen dem Flächeneinsatz zweier unterschiedlicher Betriebstypen ist negativ, wenn die Grenzproduktivitäten der Flächen in den beiden Betriebstypen die gleichen Vorzeichen haben. Sie ist jedoch positiv, wenn die Vorzeichen unterschiedlich sind³¹.

Bei kleinen Werten für die Parameter γ_f , also bei einem geringen Einfluss der Höhe des auf die Flächen bezogenen Warenoutputs auf die Kulturlandschaft, sind die Grenzproduktivitäten der Flächen für den Output Kulturlandschaft positiv und die Grenzzraten der technischen Substitution zwischen den Flächen der verschiedenen Betriebstypen negativ. Bei einer realistischen Konstellation der Parameterwerte von $\beta_f < 1$ und $\gamma_f < 1$ nehmen die Grenzproduktivitäten der Faktoren bei einer Ausweitung des jeweiligen Einsatzniveaus ab. Geht man davon aus, dass $\beta_f > \gamma_f$, so steigen die Grenzproduktivitäten der Faktoren an, wenn der Einsatz der jeweils anderen Faktoren zunimmt. Beeinflusst jedoch die Höhe des je Flächeneinheit erzeugten Warenoutputs die Kulturlandschaft deutlich stärker als der Flächeneinsatz selbst (als bei großen γ_f -Werten im Vergleich zu den β_f -Werten), so können die Grenzproduktivitäten der Flächen für den Output Kulturlandschaft auch negativ sein und beim Ansteigen des Einsatzes der übrigen Faktoren abnehmen. Dies wäre mit Folgen für die Optimalität des agrarpolitischen Instrumenteneinsatzes verbunden. Zum Beispiel könnten Anreize zur Extensivierung (weniger Output je Flächeneinheit) dann nicht nur positive sondern auch negative Auswirkungen auf den Wert der Kulturlandschaft haben.

Produktionsfunktion für Umweltbelastungen

Die gesamtsektoralen Umweltbelastungen werden über eine zweistufige Produktionsfunktion modelliert. Abhängig vom Faktoreinsatzniveau entstehen auf der ersten Stufe potentielle Umweltbelastungen auf der Ebene der einzelnen Betriebstypen. Auf der zweiten Stufe werden diese zu den gesamtsektoralen Umweltbelastungen unter Berücksichtigung eines möglichen „Verdünnungseffektes“ zusammengefasst.

Die potentiellen Umweltbelastungen durch die einzelnen Betriebstypen bezogen auf deren jeweilige Fläche (se_f) hängen vom Vorleistungseinsatz je Flächeneinheit (sf_f) ab:

$$se_{f_f} = SE_{f_f}(sf_f) = c_f(x_{f_f, \text{INT}}/x_{f_f, \text{LAND}})^{\kappa_f} \text{ mit } \kappa_f > 1, \text{ wobei } se_{f_f} = e_{f_f}/x_{f_f, \text{LAND}} \text{ und } sf_f = x_{f_f, \text{INT}}/x_{f_f, \text{LAND}}$$

Das Modell lässt sich folgendermaßen interpretieren: Der Boden nimmt die Funktion einer sink-Ressource ein. Er bindet toxische Stoffe oder baut diese zu weniger schädlichen Stoffen ab. Mit zunehmenden Vorleistungseinsatz nimmt die Qualität des Bodens als sink-Ressource ab; die potentiellen Umweltbelastungen je Flächeneinheit steigen überproportional zum Vorleistungseinsatz an.

Auf der Ebene der einzelnen Betriebstypen wird folgende Produktionsfunktion für die potentiellen Umweltbelastungen postuliert:

$$e_{f_f} = EF_{f_f}(\mathbf{x}_f) = c_f(x_{f_f, \text{INT}}/x_{f_f, \text{LAND}})^{\kappa_f} x_{f_f, \text{LAND}} = c_f x_{f_f, \text{INT}}^{\kappa_f} x_{f_f, \text{LAND}}^{1 - \kappa_f} \text{ mit } \kappa_f > 1$$

²⁹ $\partial^2 A / (\partial x_{f_{nj}} \partial x_{f_{mi}}) = (\alpha_{mi} \gamma_m) (\alpha_{nj} \gamma_n) A(\mathbf{x}_f) x_{f_{nj}}^{-1} x_{f_{mi}}^{-1} > 0$ mit $n, m \in F$ und $m \neq n$

³⁰ $\partial^2 A / (\partial x_{f_{nj}} \partial x_{f_{m, \text{LAND}}}) = [\beta_m + \gamma_m (\alpha_{m, \text{LAND}} - 1)] \alpha_{nj} \gamma_n A(\mathbf{x}_f) x_{f_{nj}}^{-1} x_{f_{m, \text{LAND}}}^{-1}$

³¹ $dx_{f_{n, \text{LAND}}} / dx_{f_{m, \text{LAND}}} = -(\partial A(\mathbf{x}_f) / \partial x_{f_{m, \text{LAND}}}) / (\partial A(\mathbf{x}_f) / \partial x_{f_{n, \text{LAND}}}) = -[\beta_m + \gamma_m (\alpha_{m, \text{LAND}} - 1)] / [\beta_n + \gamma_n (\alpha_{n, \text{LAND}} - 1)] (x_{f_{n, \text{LAND}}} / x_{f_{m, \text{LAND}}}) < 0$

Hiermit sind folgende Annahmen impliziert:

- (1) Vorleistungs- und Flächeneinsatz sind strikt essentiell.
- (2) Die Produktionsfunktionen für die Umweltbelastungen sind linear homogen in den Faktoren Vorleistungen und Fläche³².
- (3) Die Technologie ist durch konstante Skalenerträge charakterisiert³³. D.h. eine proportionale Erhöhung von Vorleistungen und Fläche führt zu einer prozentual gleich hohen Veränderung der Umweltbelastungen.
- (4) Die Grenzumweltbelastungen des Vorleistungseinsatzes sind positiv³⁴ und wegen $\kappa_f > 1$ zunehmend im Vorleistungseinsatz³⁵ sowie abnehmend im Flächeneinsatz³⁶.
- (5) Die Grenzumweltbelastungen des Flächeneinsatzes sind wegen $\kappa_f > 1$ negativ³⁷, zunehmend im Flächeneinsatz³⁸ (d.h. die Umweltbelastungen reduzierende Wirkung zusätzlicher Fläche verringert sich) sowie abnehmend im Vorleistungseinsatz³⁹ (d.h. die Umweltbelastungen reduzierende Wirkung der zusätzlichen Fläche erhöht sich).
- (6) Die Grenzrate der technischen Substitution zwischen den Faktoren Vorleistungen und Fläche ist wegen $\kappa_f > 1$ positiv⁴⁰.
- (7) Die Substitutionselastizitäten haben an jeder Stelle der Isoquanten den Wert Eins⁴¹.

Flächen von Betrieben mit relativ niedriger Umweltbelastung können als ökologischen Ausgleichsflächen für Betriebe mit relativ hohen Belastungen dienen. Dem kann entgegeng gehalten werden, dass sich Schadstoffe im Boden meist stärker vertikal als horizontal verlagern, und somit die Fläche eines Betriebstyps als sink-Ressource für Schadstoffe aus anderen Betrieben nur sehr begrenzt zur Verfügung steht. Dennoch sollte ein solcher „Verdünnungseffekt“ in der Produktionsfunktion für die gesamtsektoralen Umweltbelastungen prinzipiell berücksichtigt werden⁴², z.B. durch die folgende Formulierung:

$$e = E(\mathbf{x}\mathbf{f}) = c(\sum_f e_{f_i}) / (\sum_f x_{f_i} x_{f_i, \text{LAND}})^v = c(\sum_f c_f x_{f_i, \text{INT}}^{\kappa_f} x_{f_i, \text{LAND}}^{1-\kappa_f}) / (\sum_f x_{f_i, \text{LAND}})^v$$

mit $c > 0$ und $0 \leq v \leq 1$

Der Parameter v lässt sich folgendermaßen interpretieren: (i) Bei $v=0$ tritt kein „Verdünnungseffekt“ auf. Die gesamtsektoralen Umweltbelastungen sind dann das c -fache der Summe der Gesamtbelastungen aus den einzelnen Betriebstypen. (ii) Für $v=1$ entsprechen die gesamtsektoralen Umweltbelastungen hingegen einem c -fachen der durchschnittlichen sektoralen Um

³² $EF_f(t x_{f_i, \text{INT}}, t x_{f_i, \text{LAND}}) = c_f (t x_{f_i, \text{INT}})^{\kappa_f} (t x_{f_i, \text{LAND}})^{1-\kappa_f} = t EF_f(x_{f_i, \text{INT}}, x_{f_i, \text{LAND}})$

³³ $\varepsilon \equiv (\partial EF_f(t x_{f_i, \text{INT}}, t x_{f_i, \text{LAND}}) / \partial t) / (EF_f(x_{f_i, \text{INT}}, x_{f_i, \text{LAND}})) \Big|_{t=1} = 1$

³⁴ $\partial EF_f(\mathbf{x}\mathbf{f}) / \partial x_{f_i, \text{INT}} = \kappa_f EF_f(\mathbf{x}\mathbf{f}) x_{f_i, \text{INT}}^{-1} > 0$

³⁵ $\partial^2 EF_f(\mathbf{x}\mathbf{f}) / (\partial x_{f_i, \text{INT}})^2 = (\kappa_f - 1) \kappa_f EF_f(\mathbf{x}\mathbf{f}) x_{f_i, \text{INT}}^{-2} > 0$

³⁶ $\partial^2 EF_f(\mathbf{x}\mathbf{f}) / (\partial x_{f_i, \text{INT}} \partial x_{f_i, \text{LAND}}) = \kappa_f (1 - \kappa_f) EF_f(\mathbf{x}\mathbf{f}) x_{f_i, \text{INT}}^{-1} x_{f_i, \text{LAND}}^{-1} < 0$

³⁷ $\partial EF_f(\mathbf{x}\mathbf{f}) / \partial x_{f_i, \text{LAND}} = (1 - \kappa_f) EF_f(\mathbf{x}\mathbf{f}) x_{f_i, \text{LAND}}^{-1} < 0$

³⁸ $\partial^2 EF_f(\mathbf{x}\mathbf{f}) / (\partial x_{f_i, \text{LAND}})^2 = -\kappa_f (1 - \kappa_f) EF_f(\mathbf{x}\mathbf{f}) x_{f_i, \text{LAND}}^{-2} > 0$

³⁹ $\partial^2 EF_f(\mathbf{x}\mathbf{f}) / (\partial x_{f_i, \text{LAND}} \partial x_{f_i, \text{INT}}) = \partial^2 EF_f(\mathbf{x}\mathbf{f}) / (\partial x_{f_i, \text{INT}} \partial x_{f_i, \text{LAND}}) < 0$

⁴⁰ $dx_{f_i, \text{INT}} / dx_{f_i, \text{LAND}} = -(\partial EF_f(\mathbf{x}\mathbf{f}) / \partial x_{f_i, \text{LAND}}) / (\partial EF_f(\mathbf{x}\mathbf{f}) / \partial x_{f_i, \text{INT}}) = -[(1 - \kappa_f) / \kappa_f] (x_{f_i, \text{INT}} / x_{f_i, \text{LAND}})$

⁴¹ $\delta_{\text{INT, LAND}} = [d(x_{f_i, \text{LAND}} / x_{f_i, \text{INT}}) / d(dx_{f_i, \text{INT}} / dx_{f_i, \text{LAND}})] [(dx_{f_i, \text{INT}} / dx_{f_i, \text{LAND}}) / (x_{f_i, \text{LAND}} / x_{f_i, \text{INT}})] = 1$

⁴² Neben realen ökologischen Zusammenhänge können auch psychologische Effekte eine Rolle spielen. Die Gesellschaft mag die von Betrieben mit hoher Umweltbelastung ausgehende Bedrohung als um so geringer empfinden, je höher der Flächenanteil von Betrieben mit niedriger Umweltbelastung ist.

weltbelastung je Fläche. Es tritt dann ein vollständiger Verdünnungseffekt auf, bei dem eine Flächenausdehnung in den übrigen Betriebstypen exakt die gleiche Verdünnungswirkung auf die von einem bestimmten Betriebstyp ausgehenden potentiellen Umweltbelastungen hat wie eine Flächenausdehnung in diesem Betriebstyp selbst. Im ersten Fall führt eine Flächenausweitung in Betriebstypen mit unterdurchschnittlicher potentieller Umweltbelastung je Flächeneinheit zu einem Anstieg der gesamtsektoralen Umweltbelastung, im zweiten Fall jedoch zu einem Rückgang.

Im Einzelnen sind mit der Funktion folgende Annahmen impliziert:

- (1) Die Produktionsfunktion für die gesamtsektoralen Umweltbelastungen ist homogen vom Grade $1-v$ in den Faktoren Vorleistungen und Fläche⁴³. Ohne Verdünnungseffekt ($v=0$) hat eine Ver- t -fachung des Vorleistungs- und Flächeneinsatzes eine Ver- t -fachung der Umweltbelastungen zur Folge, mit vollständigem Verdünnungseffekt ($v=1$) verändern sich die Umweltbelastungen als Folge eine Ver- t -fachung des Vorleistungs- und Flächeneinsatzes nicht.
- (2) Die gesamtsektoralen Grenzumweltbelastungen der Vorleistungen sind positiv und um so größer je geringer der Verdünnungseffekt v ⁴⁴. Sie sind wegen $\kappa_n > 1$ zunehmend im Vorleistungseinsatz⁴⁵ sowie abnehmend im Flächeneinsatz⁴⁶. Weiterhin sind sie unabhängig vom Vorleistungseinsatz in den übrigen Betriebstypen⁴⁷ sowie für $v \neq 0$ abnehmend im Flächeneinsatz der übrigen Betriebstypen⁴⁸.
- (3) Die gesamtsektoralen Grenzumweltbelastungen des Flächeneinsatzes sind wegen $\kappa_f > 1$ negativ⁴⁹ (d.h. zusätzlicher Flächeneinsatz verringert die Umweltbelastungen). Sie sind zunehmend im Flächeneinsatz⁵⁰ (d.h. die Umweltbelastung reduzierende Wirkung des zusätzlichen Flächeneinsatzes nimmt ab) sowie abnehmend im Vorleistungseinsatz⁵¹ (d.h. die Umweltbelastungen reduzierende Wirkung des zusätzlichen Flächeneinsatzes nimmt zu). In Bezug auf den Faktoreinsatz in den übrigen Betriebstypen sind sie abnehmend im Vorleistungseinsatz⁵² sowie zunehmend im Flächeneinsatz⁵³.

$$^{43} e = E(\mathbf{t}, \mathbf{xf}) = t^{1-v} E(\mathbf{xf})$$

$$^{44} \partial E(\mathbf{xf}) / \partial x_{n,INT} = \kappa_n E_f(\mathbf{xf}_n) x_{n,INT}^{-1} (\sum_f x_{f,LAND})^{-v} > 0$$

$$^{45} \partial^2 E(\mathbf{xf}) / (\partial x_{n,INT})^2 = c(\kappa_n - 1) \kappa_n E_f(\mathbf{xf}_n) x_{n,INT}^{-2} (\sum_f x_{f,LAND})^{-v} > 0$$

$$^{46} \partial^2 E(\mathbf{xf}) / (\partial x_{n,INT} \partial x_{n,LAND}) = \kappa_n [(1 - \kappa_n) E_f(\mathbf{xf}_n) x_{n,INT}^{-1} x_{n,LAND}^{-1} (\sum_f x_{f,LAND})^{-v} - v E_f(\mathbf{xf}_n) x_{n,INT}^{-1} (\sum_f x_{f,LAND})^{-v-1}] < 0$$

$$^{47} \partial E(\mathbf{xf}) / (\partial x_{n,INT} \partial x_{m,INT}) = 0 \text{ mit } m \neq n$$

$$^{48} \partial^2 E(\mathbf{xf}) / (\partial x_{n,INT} \partial x_{m,LAND}) = -v \kappa_n E_f(\mathbf{xf}_n) x_{n,INT}^{-1} (\sum_f x_{f,LAND})^{-v-1} < 0 \text{ mit } m \neq n.$$

$$^{49} \partial E(\mathbf{xf}) / \partial x_{n,LAND} = c[(1 - \kappa_n) E_f(\mathbf{xf}_n) x_{n,LAND}^{-1} (\sum_f x_{f,LAND})^{-v} - v \sum_f E_f(\mathbf{xf}_f) (\sum_f x_{f,LAND})^{-v-1}] < 0$$

$$^{50} \partial^2 E(\mathbf{xf}) / (\partial x_{n,LAND})^2 = c[-\kappa_n (1 - \kappa_n) E_f(\mathbf{xf}_n) x_{n,LAND}^{-2} (\sum_f x_{f,LAND})^{-v} - 2v(1 - \kappa_n) E_f(\mathbf{xf}_n) x_{n,LAND}^{-1} (\sum_f x_{f,LAND})^{-v-1} + v(v+1) \sum_f E_f(\mathbf{xf}_f) (\sum_f x_{f,LAND})^{-v-2}] > 0$$

$$^{51} \partial^2 E(\mathbf{xf}) / (\partial x_{n,LAND} \partial x_{n,INT}) = \partial^2 E(\mathbf{xf}) / (\partial x_{n,INT} \partial x_{n,LAND}) < 0$$

$$^{52} \partial^2 E(\mathbf{xf}) / (\partial x_{n,LAND} \partial x_{m,INT}) = -v \kappa_m E_f(\mathbf{xf}_m) x_{m,INT}^{-1} (\sum_f x_{f,LAND})^{-v-1} < 0 \text{ mit } m \neq n$$

$$^{53} \partial^2 E(\partial x_{n,LAND} \partial x_{m,LAND}) = c[-\kappa_n (1 - \kappa_n) E_f(\mathbf{xf}_n) x_{n,LAND}^{-2} (\sum_f x_{f,LAND})^{-v} - v(1 - \kappa_n) E_f(\mathbf{xf}_n) x_{n,LAND}^{-1} (\sum_f x_{f,LAND})^{-v-1} - v(1 - \kappa_m) E_f(\mathbf{xf}_m) x_{m,LAND}^{-1} (\sum_f x_{f,LAND})^{-v-1} + v(v+1) \sum_f E_f(\mathbf{xf}_f) (\sum_f x_{f,LAND})^{-v-2}] > 0$$

- (4) Die Grenzrate der technischen Substitution zwischen den Faktoren Vorleistungen und Fläche eines Betriebstyps ist wegen $\kappa_f > 1$ positiv⁵⁴. Sie ist um so größer, je höher die flächenbezogene Vorleistungsintensität des Betriebstyps ist, je niedriger die potentiellen Umweltbelastungen durch den Betriebstyp bezogen auf seine Fläche liegen und je höher die durchschnittliche gesamtsektorale Umweltbelastung bezogen auf die Gesamtfläche ist.
- (5) Die Substitutionselastizitäten zwischen den Faktoren Vorleistungen und Fläche eines Betriebstyps haben an jeder Stelle der Isoquanten den Wert Eins⁵⁵.

Es sei darauf hingewiesen, dass der Verdünnungseffekt v nur dann für den optimalen agrarumweltpolitischen Instrumenteneinsatz von Bedeutung ist, wenn der gesamtsektorale Flächeneinsatz variieren kann. Dies ist bei einer durch die gesamtwirtschaftlichen Entwicklung und naturräumlichen Bedingungen determinierten landwirtschaftlichen Flächenkapazität um so weniger der Fall, je funktionsfähiger die landwirtschaftlichen Bodenmärkte sind und je geringer der Anteil von sogenannten Grenzstandorten an der Gesamtfläche ist. Bei funktionierenden landwirtschaftlichen Bodenmärkten führt nämlich eine Absenkung der Wertgrenzproduktivitäten der Flächen innerhalb eines Betriebstyps tendenziell zu geringeren Kauf- und Pachtpreisen bzw. Opportunitätskosten für den Boden, die den Verbleib der Flächen in der landwirtschaftlichen Produktion (nicht unbedingt im gleichen Betriebstyp) wahrscheinlicher macht. Aber selbst dann, wenn Flächen aus der landwirtschaftlichen Produktion ausscheiden, wird der (umgekehrte) Verdünnungseffekt nur dann auftreten, wenn diese Flächen als Sozialbranche deutlich schlechtere sink-Qualitäten haben als zuvor in der Warenproduktion. Das kann durchaus der Fall sein, sollte jedoch keineswegs als sicher angenommen werden. Dies führt zu der weiteren Überlegung, dass die sink-Qualitäten der Flächen je nach Betriebstyp auch unterschiedlich sein können. Als Erweiterung des hier vorgestellten Modellansatzes ließe sich durch eine unterschiedliche Gewichtung der Flächen in dem zweiten Term der Produktionsfunktion auch ein solcher Sachverhalt prinzipiell modellieren.

2.1.2 Faktorallokation

2.1.2.1 Grundannahmen

Das Modell legt gewinnmaximierendes Verhalten im Agrarsektor zugrunde. Als Gewinn wird hier die Entlohnung der fixen Produktionsfaktoren verstanden. Fixe Faktoren auf der Ebene der einzelnen Betriebstypen sind (in der hier beschriebenen Modellvariante) die sonstigen Primärfaktorinputs aus Arbeit und Kapital. Auf der gesamtsektoralen Ebene ist die Fläche ein fixer Produktionsfaktor. Vorleistungen und Flächen sind auf der Ebene der einzelnen Betriebstypen variable Produktionsfaktoren, über deren Einsatz die Unternehmen entscheiden.

Das Faktorallokationsproblem ist in mehrere simultan zu lösende Teilprobleme zerlegt. Diese sind zum einen die Maximierung der Gewinne der Betriebstypen bei gegebenen Preisen für Warenoutputs und Vorleistungen sowie gegebenen Preisen für die Flächennutzung. Die Flächennachfrage der Betriebstypen ergibt sich als Lösung der jeweiligen Gewinnmaximierungsprobleme. Ein weiteres Teilproblem besteht in der Allokation der gesamtsektoral zur Verfügung stehenden Flächenkapazität auf die Betriebstypen. Es werden dabei Gleichgewichts-(Schatten-)preise für die Flächennutzung ermittelt, zu denen die über die Betriebstypen aggregierte Flächennachfrage das gesamtsektorale Flächenangebot nicht überschreitet. Das gesamt

⁵⁴ $\frac{dx_{f,INT}}{dx_{f,LAND}} = -(\frac{\partial E(\mathbf{x}_f)}{\partial x_{f,LAND}}) / (\frac{\partial E(\mathbf{x}_f)}{\partial x_{f,INT}})$
 $= -((1-\kappa_n)/\kappa_n)(x_{f,INT}/x_{f,LAND}) + (v/\kappa_n)(\sum_f EF_f(\mathbf{x}_f) / \sum_f x_{f,LAND})(x_{f,INT}/EF_n(\mathbf{x}_n)) > 0$

⁵⁵ $\delta_{INT, LAND} = [d(x_{f,LAND}/x_{f,INT})/d(x_{f,INT}/x_{f,LAND})] [(dx_{f,INT}/dx_{f,LAND}) / (x_{f,LAND}/x_{f,INT})] = 1$

sektorale Flächenangebot wird als fix angenommen, d.h. es ist vollkommen preisunelastisch. Die gesamtsektoral verfügbare Fläche wird so auf die Betriebstypen verteilt, dass die Bodenrente maximiert wird.

Die Maximierungsprobleme auf der einzelbetrieblichen Ebene lauten

$$\max! : PF_m = yf_m(pp_m + sp_m) - \sum_l x_{f_{ml}}(pw_{ml} + sw_{ml})$$

unter den Nebenbedingungen

$$yf_m \leq YF_m(\mathbf{x}f_m) = a_m \prod_l x_{f_{ml}}^{\alpha_{ml}} \text{ für alle } m \in F$$

In den Gewinnfunktionen **PF** sind **pp** und **pw** die Marktpreise für die warenbezogenen Outputs bzw. Produktionsfaktoren (darunter auch die Preise für die Flächennutzung $pw_{m, LAND}$), die **sp** die produktgebundenen Subventionen (bei positivem Vorzeichen) oder Steuern (bei negativem Vorzeichen) und die **sw** die faktorgebundene Subventionen (bei negativem Vorzeichen) oder Steuern (bei positivem Vorzeichen). Diese Größen sind die Rahmendaten für die Maximierung der Gewinne auf der Ebene der Betriebstypen. Die Faktoreinsätze **xf** sowie die Produktionsmengen **yf** sind Entscheidungsvariablen. Die Produktionsfunktionen **YF** schränken die Produktionsmöglichkeiten in Abhängigkeit vom Faktoreinsatz ein.

Auf der gesamtsektoralen Ebene wird die Bodenrente R maximiert:

$$\max! : R = \sum_m x_{f_{m, LAND}} pw_{m, LAND}$$

Die Preise für die Flächennutzung $pw_{m, LAND}$ sind auch Rahmendaten für die Maximierung der Bodenrente. Als Nebenbedingungen des Maximierungsproblem sind Flächentransferrestriktionen zu berücksichtigen:

$$x_{f_{m, LAND}} \leq AREAF_m + \sum_n x_{f_{n, m}} - \sum_n x_{f_{m, n}} \text{ für alle } m \in F \text{ wobei } x_{f_{n, m}} \geq 0 \text{ und } n \neq m$$

Hierdurch werden Flächenabgaben und Flächenzugewinne mit den Flächenausstattungen in der Ausgangssituation **AREAF** bilanziert. Flächenzunahmen erfolgen durch Transfers zwischen den Betrieben **xftran**, Flächenabnahmen durch Transfers in die umgekehrte Richtung oder durch Abwandern aus der landwirtschaftlichen Produktion:

Die gesamtsektorale Flächenkapazität **AREA** wird als eine weitere Nebenbedingung ebenfalls in Form einer Ungleichung berücksichtigt:

$$\sum_m x_{f_{m, LAND}} \leq AREA$$

2.1.2.2 Kuhn-Tucker-Bedingungen

Modelliert wird das Faktorallokationsproblem über die Kuhn-Tucker-Bedingungen für die nichtlineare Optimierung mit Ungleichheitsrestriktionen (vgl. Chiang, S. 722ff). Entsprechend den Grundannahmen in Abschnitt 2.1.2.1 werden Kuhn-Tucker-Bedingungen sowohl für die Gewinnmaximierungsprobleme auf der Ebene der Betriebstypen als auch für das Flächenallokationsproblem auf der gesamtsektoralen Ebene unterschieden.

(a) Ebene der Betriebstypen

Auf der Ebene der einzelnen Betriebstypen basieren die Kuhn-Tucker-Bedingungen auf Lagrange-Funktionen **LF** mit den Entscheidungsvariablen **yf** (Warenoutputmengen) und **xf** (Faktoreinsatzmengen) sowie den Multiplikatoren λ für die Produktionsmöglichkeiten:

$$LF_m(\mathbf{y}f_m, \mathbf{x}f_m, \lambda_m) = yf_m(pp_m + sp_m) - \sum_l x_{f_{ml}}(pw_{ml} + sw_{ml}) + \lambda_m(yf_m - a_m \prod_l x_{f_{ml}}^{\alpha_{ml}}) \text{ für alle } m \in F \text{ und } l \in L$$

Für jede der Entscheidungsvariablen sowie für jeden der Multiplikatoren lässt sich eine Marginalbedingung (MB), eine Nicht-Negativitätsbedingung (NNB) und eine komplementäre Schlupfbedingung (KSB) aufstellen, die nachfolgend aufgeführt sind:

(a1) für y_f

$$\text{MB: } \partial \text{LF}_m(y_{f_m}, \mathbf{x}_{f_m}, \lambda_m) / \partial y_{f_m} = p_{p_m} + s_{p_m} + \lambda_m \leq 0$$

$$\text{NNB: } y_{f_m} \geq 0$$

$$\text{KSB: } (\partial \text{LF}_m(y_{f_m}, \mathbf{x}_{f_m}, \lambda_m) / \partial y_{f_m}) y_{f_m} = (p_{p_m} + s_{p_m} + \lambda) y_{f_m} = 0$$

(a2) für x_f

$$\text{MB: } \partial \text{LF}_m(y_{f_m}, \mathbf{x}_{f_m}, \lambda_m) / \partial x_{f_m} = p_{w_{m1}} + s_{w_{m1}} - \lambda_m \alpha_{mi} a_m \Pi_1 x_{f_{m1}}^{\alpha_{m1}} x_{f_{mi}}^{-1} \leq 0$$

$$\text{NNB: } x_{f_{mi}} \geq 0$$

$$\text{KSB: } (\partial \text{LF}_m(y_{f_m}, \mathbf{x}_{f_m}, \lambda_m) / \partial x_{f_m}) x_{f_{mi}} = (p_{w_{m1}} + s_{w_{m1}} - \lambda \alpha_{mi} a_m \Pi_1 x_{f_{m1}}^{\alpha_{m1}} x_{f_{mi}}^{-1}) x_{f_{mi}} = 0$$

(a3) für λ

$$\text{MB: } \partial \text{LF}_m(y_{f_m}, \mathbf{x}_{f_m}, \lambda_m) / \partial \lambda_m = y_{f_m} - a_m \Pi_1 x_{f_{m1}}^{\alpha_{m1}} \geq 0$$

$$\text{NNB: } \lambda_m \geq 0$$

$$\text{KSB: } (\partial \text{LF}_m(y_{f_m}, \mathbf{x}_{f_m}, \lambda_m) / \partial \lambda_m) \lambda_m = (y_{f_m} - a_m \Pi_1 x_{f_{m1}}^{\alpha_{m1}}) \lambda_m = 0$$

(b) Gesamtsektorale Ebene

Die Kuhn-Tucker-Bedingungen auf der gesamtsektoralen Ebene der Flächenallokation basieren auf einer Lagrange-Funktion L mit den Entscheidungsvariablen $x_{f_m, \text{LAND}}$, den Multiplikatoren \mathbf{u} für die Flächentransferrestriktionen sowie einem Multiplikator t für die gesamtsektorale Flächenkapazität:

$$\begin{aligned} L(\mathbf{x}_f, \mathbf{u}, t) = & \sum_f x_{f_i, \text{LAND}} p_{w_{f_i, \text{LAND}}} + \sum_f u_f (\text{AREAF}_f - x_{f_i, \text{LAND}} + \sum_n x_{f_{tr_n, f}} - \sum_n x_{f_{tr_n, f_n}}) \\ & + t (\text{AREA} - \sum_m x_{f_m, \text{LAND}}) \end{aligned}$$

Die Marginalbedingungen, Nicht-Negativitätsbedingungen und komplementären Schlupfbedingung für die Entscheidungsvariablen und Multiplikatoren lauten:

(b1) für $x_{f_i, \text{LAND}}$

$$\text{MB: } \partial L(\mathbf{x}_f, \mathbf{u}, t) / \partial x_{f_i, \text{LAND}} = p_{w_{m, \text{LAND}}} - u_m - t \leq 0$$

$$\text{NNB: } x_{f_m, \text{LAND}} \geq 0,$$

$$\text{KSB: } (\partial L(\mathbf{x}_f, \mathbf{u}, t) / \partial x_{f_i, \text{LAND}}) x_{f_m, \text{LAND}} = (p_{w_{m, \text{LAND}}} - u_m - t) x_{f_m, \text{LAND}} = 0$$

(b2) für u

$$\text{MB: } \partial L(\mathbf{x}_f, \mathbf{u}, t) / \partial u_m = \text{AREAF}_m - x_{f_i, \text{LAND}} + \sum_n x_{f_{tr_n, m, \text{LAND}}} - \sum_n x_{f_{tr_n, m, \text{LAND}}} \geq 0$$

$$\text{NNB: } u_m \geq 0$$

$$\text{KSB: } (\partial L(\mathbf{x}_f, \mathbf{u}, t) / \partial u_m) u_m = (\text{AREAF}_m - x_{f_i, \text{LAND}} + \sum_n x_{f_{tr_n, m, \text{LAND}}} - \sum_n x_{f_{tr_n, m, \text{LAND}}}) u_m = 0$$

(b3) für t

$$\text{MB: } \partial L(\mathbf{x}_f, \mathbf{u}, t) / \partial t = \text{AREA} - \sum_f x_{f_i, \text{LAND}} \geq 0$$

$$\text{NNB: } t \geq 0$$

$$\text{KSB: } (\partial L(\mathbf{x}, \mathbf{u}, t) / \partial t) t = (\text{AREA} - \sum_f \mathbf{x} f_{f, \text{LAND}}) t = 0$$

Bei bekannten Waren- und Vorleistungspreisen (pp_m und $pw_{m, \text{INT}}$) sowie produkt- und faktor- gebundenen Subventionen bzw. Steuern (sp_m und sw_{mi}) und gegebenen Flächenausstattungen der Betriebstypen (AREAF_m) sowie gegebenem gesamtsektoralen Flächenangebot (AREA) kann das aus (a1) bis (b3) bestehende System gelöst werden, wenn die Multiplikatoren für die Flächentransferrestriktionen \mathbf{u} ebenfalls bekannt sind. Die Lösung enthält dann die optimalen Faktoreinsätze $\mathbf{x}f^*$, die damit verbundenen Flächentransfers $\mathbf{x}f_{\text{tran}}^*$, die gewinnmaximierenden Produktionsmengen $\mathbf{y}f^*$ sowie den Schattenpreis für die gesamtsektorale Flächenkapazität t^* . Die Multiplikatoren \mathbf{u} bestimmen neben t die Höhe der Preise für die Flächennutzung $pw_{m, \text{LAND}}$ (siehe Bedingung (b1)) und nehmen damit eine wichtige Allokationsfunktion ein. Sie sind aber nicht direkt aus statistischen Angaben bestimmbar. Deshalb sind die Multiplikatoren \mathbf{u} zunächst durch Kalibrierung des Modells auf eine gegebene Ausgangssituation zu ermitteln (siehe Abschnitt 2.1.4.2).

2.1.3 Datenbasis

Das Basismodell MULTSIM ist für erste Testzwecke mit aggregierten Daten des deutschen Testbetriebsnetzes für das Wirtschaftsjahr 1999/2000 (BMVEL, 2001) spezifiziert worden. Die Daten für die verschiedenen Betriebstypen wurden auf die Ergebnisse der Landwirtschaftlichen Gesamtrechnung für Deutschland (Eurostat, 2000) hochgerechnet. Die hochgerechneten Daten repräsentieren gleichzeitig die Ausgangssituation, mit der die Ergebnisse von Politiksimulationen verglichen werden können.

Der gesamte ökonomische Wert der Agrarproduktion besteht aber nicht nur aus dem direkten Nutzen der warenbezogenen Outputs. Andere Nutzenkomponenten sind der indirekte Nutzen durch Inanspruchnahme der nicht-warenbezogenen Leistungen (z.B. Flutkontrolle, pittoreske Landschaft), der Optionswert der nicht-warenbezogenen Leistungen (die zukünftige Verfügbarkeit) sowie der Existenzwert der nicht-warenbezogenen Leistungen (das Wissen um deren Verfügbarkeit). Existenzwerte werden in der Literatur auch als non-use-Werte bezeichnet (Pearce und Turner, 1990, S. 129ff.).

Zur Messung der Nutzen nicht-warenbezogener Outputs gibt es bereits eine Vielzahl empirischer Studien. So ermitteln Cicia und Scarpa (2002) in einer Contingent-Valuation-(CV-)Studie für den Nationalpark von Cilento/Süditalien eine jährliche Zahlungsbereitschaft (WTP⁵⁶) von 60-130 Euro/ha für die landwirtschaftliche Prägung der Landschaft. Ebenfalls mit der CV-Methode ermittelt Drake (1991) für Schweden eine jährliche Zahlungsbereitschaft von 140 Euro/ha für den Landschaftswert agrarisch genutzter Fläche. Loomis (2002) schätzt die Zahlungsbereitschaft für offene Landschaften in der Stadt Loveland/Colorado/USA mit verschiedenen Methoden: 11337 \$/acre⁵⁷ (trichotome CV-Methode), 28983 \$/acre (Public Hedonic-Methode) und 43836 \$/acre (dichotome CV-Methode). Dies entspricht bei einem Zinssatz von 10% einer jährlichen Zahlungsbereitschaft von 2800 bzw. 7162 bzw. 10832 \$/ha. Für das landwirtschaftliche Naturschutzmanagement in Südholland ermitteln Brouwer und Slangen (1998) eine aggregierte WTP von 3600 Holländischen Gulden/ha. Peterson, Boisvert und de Gorter (2002, S.435) verwenden für ihr Modell der US-Landwirtschaft Annehmlichkeitswerte für landwirtschaftliche Fläche in einem Bereich von 0-10 US-\$/acre (0-25 US-\$/ha; dies entspricht 0-6% des Produktionswertes der Landwirtschaft). Gleichzeitig unterstellen sie externe Umweltkosten in Höhe von 2-5 Milliarden US-\$ (entspricht etwa 1-3% des Produkti

⁵⁶ WTP = willingness-to-pay (engl.)

⁵⁷ 1 acre = 0,4047 ha

onswertes). Die Angaben zu den Umweltkosten beruhen allein auf Daten zu den menschlichen Gesundheitsrisiken durch Pestizide und Nitrat im Trinkwasser durch Stickstoffdünger.

Neben der allgemeinen Kritik an CV-Studien, die zumeist die Verlässlichkeit im Hinblick auf die Messung der Existenzwerte anzweifelt (McFadden, 1994; Eberle und Hayden, 1991), ist vor allem die Übertragung von WTP-Werten aus CV-Studien für einzelne Regionen und Länder auf andere (geografischer Wohlstandstransfer) problematisch. Dies ist meist nur unter Inkaufnahme großer Übertragungsfehler möglich (Navrud, 2002, S. 11). Auch die Übertragung von Wohlfahrtsfunktionen (Wohlfahrtsfunktionstransfer) kann aufgrund geringer Varianzen in den unabhängigen Variablen zu erheblichen Fehlern führen (Navrud, 2002, S. 12). Verbessert werden kann der Wohlfahrtsfunktionstransfer durch die Metaanalyse von CV-Studien, wobei als unabhängige Variablen Charakteristika der einzelnen Studien aufgenommen werden (Navrud, 2002, S. 12). Allerdings beziehen sich diese Charakteristika in den meisten derartigen Untersuchungen auf rein methodische Unterschiede und nicht auf die Eigenschaften der untersuchten nicht-warenbezogenen Leistungen und die sozio-ökonomischen Bestimmungsgründe der WTP, so dass sie wenig zum geografischen Transfer beitragen können (Navrud, 2002, S. 13).

Für die in Kapitel 3 beschriebenen Modelltests sind zunächst nur grobe Annahmen über den Wert der produzierten Kulturlandschaft sowie der durch die landwirtschaftliche Produktion entstehenden Umweltkosten in der Ausgangssituation gesetzt worden. Der positive Kulturlandschaftsnutzen entspricht etwa 15% des Warenproduktionswertes der Landwirtschaft (ca. 300 Euro/ha landwirtschaftlicher Fläche), die negativen Umweltoutputs betragen 20% des Warenproduktionswertes. Die externen Nutzen und Kosten lägen damit deutlich über denen, die Peterson, Boisvert und de Gorter (2002) für die US-Landwirtschaft annehmen. Dies lässt sich in der Tendenz zumindest durch die höhere Bevölkerungsdichte in Deutschland begründen sowie damit, dass die externen Nutzen und Kosten durchaus auch breiter definiert sein können als in der US-Studie.

2.1.4 Modellkalibrierung

Modellkalibrierung bedeutet, dass die Modellparameter so festgelegt werden, dass das Modell die beobachteten Daten für das Basisjahr 1999/2000 reproduziert.

2.1.4.1 Produktionselastizitäten

Die Produktionselastizitäten für den Warenoutput können direkt aus den Anteilen der Faktoren am Outputwert geschätzt werden. Bei Entlohnung der Produktionsfaktoren gemäß ihrer Wertgrenzproduktivitäten entsprechen die Produktionselastizitäten den Faktorentlohnungsanteilen.⁵⁸ Für die Vorleistungen wurden diese Anteile direkt aus den hochgerechneten Testbetriebsdaten errechnet. Hinsichtlich der Flächennutzungspreise stehen in der Testbetriebsstatistik Angaben über die Pachtpreise. Diese Daten wurden benutzt, um - wiederum hochgerechnet auf das gesamtsektorale Aggregat - Produktionselastizitäten der Flächen in den einzelnen Betriebstypen zu ermitteln.

Schwieriger ist die Bestimmung der Produktionselastizitäten in den Produktionsfunktionen für die nicht-warenbezogenen Outputs. In der Grundversion des Modells wurde unterstellt, dass in der Produktionsfunktion für die Kulturlandschaft die aggregierte Produktionselastizität des gesamtsektoralen Flächeneinsatz den Wert Eins annimmt ($\sum_f \beta_f = 1$) und der Warenoutput selbst

⁵⁸ Für $w_{fi} = p_f(\partial YF_f(\mathbf{x}_f)/\partial x_{fi})$ gilt $(w_{fi}x_{fi})/(p_f y_f) = \alpha_{fi}$

keinen Einfluss hat ($\gamma_f=0$ für alle $f \in F$). Die einzelnen Betriebstypen haben einen Anteil an der aggregierten Flächenelastizität entsprechend ihrer Anteile an der gesamtsektoralen Flächekapazität. Bei den Produktionsfunktionen für den Umweltoutput wurde einheitlich angenommen, dass die Produktionselastizitäten des Vorleistungseinsatz den Wert $\kappa_f=1,5$ haben. Ein „Verdünnungseffekt“ wurde in der Grundversion nicht berücksichtigt ($v=0$).

		FIELD	GRAZ	GRAN	PERM	MIX
α	INTINP	0,591	0,567	0,778	0,294	0,788
	LANDINP	0,121	0,090	0,062	0,048	0,088
β		0,527	0,374	0,033	0,009	0,057
γ		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
κ		1,500	1,500	1,500	1,500	1,500

Tab. 1: Produktionselastizitäten in der Grundversion des Modells

In den in Kapitel 4 vorgestellten Sensitivitätsrechnungen wurden alternative Annahmen über die Produktionselastizitäten der nicht-warenbezogenen Outputs getestet.

2.1.4.2 Effizienzparameter der Produktionsfunktionen

Die Effizienzparameter der Produktionsfunktionen für den Warenoutput sowie die nicht-warenbezogenen Outputs Kulturlandschaft und Umweltkosten werden so an die vorgegebenen Elastizitäten kalibriert, dass bei Einsetzen der für die Ausgangssituation (Basisjahr 1999/2000) beobachteten Faktoreinsätze in die Produktionsfunktionen genau die für diese Ausgangssituation ermittelten Outputmengen reproduziert werden.

2.1.4.3 Schattenpreise für die Flächentransferrestriktionen

Der Zusammenhang zwischen der Mobilität der Fläche zwischen den Betriebstypen und den Multiplikatoren u lässt sich am einfachsten durch Aufstellen zusätzlicher Kuhn-Tucker-Bedingungen für die Flächentransfervariablen $xftran$ demonstrieren:

$$(c1) \quad MB: u_m - u_n \leq 0; \text{ NNB: } xftran_{mn} \geq 0; \text{ KSB: } (u_m - u_n)xftran_{mn} = 0$$

$$(c2) \quad MB: u_n - u_m \leq 0; \text{ NNB: } xftran_{nm} \geq 0; \text{ KSB: } (u_n - u_m)xftran_{nm} = 0$$

Die beiden Marginalbedingungen (c1) und (c2) sind nur dann gleichzeitig erfüllt, wenn $u_m = u_n = 0$. In Verbindung mit der Kuhn-Tucker-Bedingung (b1) würde dies bedeuten, dass die Schattenpreise der Flächen in allen Betriebstypen gleich hoch sein müssten:

$$pw_{m, \text{LAND}} \leq u_m + t = t = u_n + t \geq pw_{n, \text{LAND}} \Leftrightarrow pw_{m, \text{LAND}} = pw_{n, \text{LAND}}$$

Die komplementären Schlupfbedingungen in (c1) und (c2) wären dann unabhängig von der Höhe der Flächentransfers immer erfüllt. Die Fläche wäre frei zwischen den Betriebstypen transferierbar; es herrschte vollkommene intrasektorale Flächenmobilität.

Flächen können jedoch nicht frei und ohne Kosten zwischen den einzelnen Betriebstypen wandern. Die räumliche Gebundenheit der Flächen, unterschiedliche Standortqualitäten und -ansprüche sind Mobilitätshemmnisse und führen zu einer intrasektoralen Spreizung der Preise für die Flächennutzung. Die Bedingungen (c1) und (c2) bilden deshalb eine wenig realistische Situation ab und sind daher nicht Bestandteil des Modells.

Die Multiplikatoren \mathbf{u} werden durch Kalibrierung des Modells bestimmt. Hierbei werden die für die Ausgangssituation (hier das Basisjahr 1999/2000) statistisch beobachteten Faktoreinsätze als die für diese Situation gewinnmaximierende Faktoreinsatzmengen unterstellt und die Vorleistungseinsatzmengen sowie die Flächentransfervariablen entsprechend fixiert:

$$x\mathbf{f}_{m,INT}^* = x\mathbf{f}_{m,INT}^0 \text{ sowie } x\mathbf{f}_{n,m}^* = 0 \text{ für alle } n,m \in F.$$

Zusammen mit den in der Ausgangssituation beobachteten Waren- und Vorleistungspreisen (pp_m^0 und $pw_{m,INT}^0$), produkt- und faktorgebundenen Subventionen bzw. Steuern (sp_m^0 und $sw_{m,INT}^0$), Flächenausstattungen der Betriebstypen ($AREAF_m^0$) und der gesamtsektoralen Flächenkapazität ($AREA^0$) kann das aus den Kuhn-Tucker-Bedingungen (a1) bis (b3) bestehende System gelöst werden. Die Lösung enthält dann die Faktoreinsätze und Produktionsmengen der Ausgangssituation:

$$x\mathbf{f}^* = x\mathbf{f}^0 \text{ und } y\mathbf{f}^* = y\mathbf{f}^0$$

Weiterhin enthält die Lösung neben dem Schattenpreis für die gesamtsektorale Flächenkapazität, dem Multiplikator t^* , auch die Schattenpreise für die Flächentransferrestriktionen, die Multiplikatoren \mathbf{u}^* . Die Multiplikatoren t^* und \mathbf{u}^* bestimmen über die Bedingungen (b1) die Höhe der Preise für die Flächennutzung $pw_{m,LAND}^*$ und stellen dadurch sicher, dass die Flächennachfrage im kalibrierten Modell genau der Flächenverteilung in der Ausgangssituation entspricht. Für anschließende Szenariorechnungen lassen sich die so ermittelten \mathbf{u}^* fixieren.

Damit ist die intrasektorale Preisspreizung für die Flächennutzung in den verschiedenen Szenariorechnungen unabhängig von den eigentlichen Szenariovariablen (z.B. Preise und Subventionen für Produkte und Vorleistungen) festgelegt. Eine beispielsweise durch Veränderungen der Preisrelationen bedingte Ausdehnung von Betriebstyp m auf Standorte, die in der Ausgangssituation von Betriebstyp n bewirtschaftet wurden, hätte unter dieser Annahme keine Auswirkungen auf den Preisunterschied für die Flächennutzung zwischen diesen beiden Betriebstypen. Zahlt Betriebstyp m in der Ausgangssituation für die Fläche einen höheren Preis als Betriebstyp n , so muss er bei diesem Modellierungsansatz den höheren Preis auch für die von Betriebstyp n übernommene Fläche zahlen. Veränderungen in der Flächennutzung (d.h. Flächentransfers) wirken in diesem Fall unmittelbar und unverzögert auf die Nutzungspreise für die davon betroffenen Flächen und damit auf die Entlohnung der Fläche.

Die obige Feststellung führt zu einer weiteren Überlegung: Wie könnte man in dem Modell eine Situation abbilden, in der sich die Preise für die Flächennutzung nur verzögert anpassen? Folgender Ansatz sei diskutiert:

Will ein Betriebstyp m seine Fläche (z.B. wegen Anstiegs der Outputpreise) ausdehnen, so erhöht sich bei ausgelasteter Flächenkapazität der Multiplikator t , der Schattenpreis für die gesamtsektorale Flächenkapazität:

$$\Delta t = t^{(1)} - t^{(0)} > 0$$

Der nun höhere Preis für die Flächennutzung $pw_{f,LAND}^{(1)} = t^{(1)} + u_f^{(0)} > t^{(0)} + u_f^{(0)}$ führt c.p. zu einem Rückgang der Flächennachfrage in den übrigen Betriebstypen und sorgt für den Ausgleich von Angebot und Nachfrage auf dem Bodenmarkt.

Nun ließe sich zusätzlich annehmen, dass Betriebstyp m für Flächen, die er durch Transfer aus Betriebstyp n zugewinnt, im Fall von $u_n^{(0)} > u_m^{(0)}$ den hiermit verbundenen höheren Flächennutzungspreis zahlen muss (z.B. weil in Folge von Unvollkommenheiten auf dem Bodenmarkt Verpächter nicht gezwungen sind, sich den neuen ökonomischen Gegebenheiten anzupassen und die Preise zu senken). Der Wert für u_m stiege entsprechend an und betrüge:

$$u_m^{(1)} = u_m^{(0)} + x\mathbf{f}_{n,m}^{(1)}(u_n^{(0)} - u_m^{(0)}) / x\mathbf{f}_{m,LAND}^{(1)} > u_m^{(0)}$$

Dies würde das Flächenwachstum in Betriebstyp m über Rückkoppelungsprozesse wiederum dämpfen. Gleichzeitig würde auch der Anstieg des Multiplikators t weniger hoch ausfallen und zu letztendlich geringeren Flä

chenrückgängen in den anderen Betriebstypen führen. Insgesamt würde das Modell mit dieser zusätzlichen Formulierung eine geringere Reagibilität auf Veränderungen von Preisrelationen zeigen.

2.2 Politikmodul

2.2.1 Politiksimulationen

Die Politik kann versuchen, die Effizienz der landwirtschaftlichen Produktion zu erhöhen, indem sie die von der Landwirtschaft produzierten öffentlichen Güter subventioniert und negative Umweltoutputs besteuert. Häufig sind solche Outputs jedoch nicht beobachtbar oder im traditionellen Sinne messbar (z.B. Landschaftswerte), oder sie lassen sich schwer einzelnen Verursachern zuordnen (z.B. Gewässerbelastungen). In solchen Fällen ist die Ermittlung von Preisen für diese Outputs kaum möglich, sondern die beobachtbaren und messbaren Outputs und Inputs sind zu subventionieren bzw. zu besteuern.

Für die Untersuchung von Politikoptionen lassen sich alternative Werte für die Politikvariablen des Modells, die produktgebundenen Subventionen/Steuern, die flächengebundenen Subventionen/Steuern sowie die vorleistungsgebundenen Subventionen/Steuern für die fünf Betriebstypen exogen vorgeben ($3 \times 5 = 15$ Politikvariablen). Hierfür stehen als Benutzerschnittstellen Microsoft-Excel-Tabellen zur Verfügung, in die die Werte für diese Politikvariablen editiert werden können.

Um die Wirkungen anderer markt- und preispolitischer Instrumente zu untersuchen (z.B. Interventionspreise, Importabgaben, Exporterstattungen, Produktionsquoten) müsste der Preisbildungmechanismus für die Marktpreise (pp) abgebildet werden. Hierauf wird jedoch in der Basisversion von MULTSIM verzichtet, so dass sich die Politikanalyse allein auf die Variation von Subventionen und Steuern beschränkt. Die spätere Verknüpfung des Modells mit einem Multi-Markt-Modell sollte aber gerade hierzu weitere Politikanalysemöglichkeiten eröffnen. Vorläufig werden die Marktpreise als exogen vorzugebende Größen aufgefasst.

Bei exogener Vorgabe der Waren- und Vorleistungspreise (pp_m^{ex} und $pw_m^{ex,INT}$) und der produkt- und faktorgebundenen Subventionen bzw. Steuern (sp_m^{ex} und $sw_m^{ex,ml}$) kann das aus den Kuhn-Tucker-Bedingungen (a1) bis (b3) bestehende kalibrierte Modell gelöst werden. Hierbei werden die in der Modellkalibrierung berechneten Werte für die Multiplikatoren u fixiert (d.h. $u^{ex}=u^*$). Die Lösung enthält dann die neuen gewinnmaximalen Faktoreinsätze xf^* , Flächentransfers $xfran^*$ und Produktionsmengen yf^* sowie einen neuen Schattenpreis für die gesamtsektorale Flächenkapazität t^* . Damit sind auch neue Flächennutzungspreise $pw_{m,LAND}^*$ auf der Ebene der Betriebstypen bestimmt.

2.2.2 Wohlfahrtsmessung

Politikoptionen lassen sich nur nach Definition geeigneter Bewertungsmaßstäbe sinnvoll analysieren. Hierzu werden Wohlfahrtsindikatoren berechnet. Diese sind die Produzentenrente (G), der Saldo aus externen Nutzen und Kosten (EXT) sowie der Staatshaushalt (BUD).

Die *Produzentenrente* auf der gesamtsektoralen Ebene wird berechnet als Entlohnung der fixen Faktoren (in dieser Modellvariante: Arbeit, Kapital und gesamtsektorale Flächenkapazität). Sie entspricht dem Erlös abzüglich der Vorleistungskosten sowie der Kosten der Flächennutzung, wobei neben den Produkt- und Faktorpreisen auch die staatlichen Subventionen und Steuern in die Bewertung der Inputs und Outputs eingehen. Von dem Preis für die Flächennutzung $pw_{m,LAND}$ wird allerdings der Multiplikator t subtrahiert, da letzterer den Entlohnungsanteil der auf der gesamtsektoralen Ebene fixen Fläche bestimmt:

$$G = \sum_m [y f_m (p p_m + s p_m) - x f_{m,INT} (p w_{m,INT} + s w_{m,INT}) - x f_{m,LAND} ((p w_{m,LAND} - t) + s w_{m,INT})]$$

Die Beiträge der einzelnen Betriebstypen zur gesamtsektoralen Produzentenrente GF sind:

$$GF_m = y f_m (p p_m + s p_m) - x f_{m,INT} (p w_{m,INT} + s w_{m,INT}) - x f_{m,LAND} ((p w_{m,LAND} - t) + s w_{m,LAND})$$

Der Saldo aus externen Nutzen und externen Kosten wird berechnet als:

$$EXT = a - e = A(\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{f}) - E(\mathbf{x}, \mathbf{f})$$

Darin ist A die Produktionsfunktion für den Output Kulturlandschaft und E die Produktionsfunktion für den Output Umweltkosten (siehe Abschnitt 2.1.1). Bei der Berechnung der externen Nutzen und Kosten wird vereinfachend unterstellt, dass die Zahlungsbereitschaft für den Kulturlandschaftsoutput sowie zur Vermeidung von Umweltschäden konstant ist. Eine sich mit zunehmendem Kulturlandschaftsoutput und abnehmenden Umweltschäden verringernde Zahlungsbereitschaft lässt sich prinzipiell aber durch geeignete Modellerweiterungen berücksichtigen.

Aus dem Staatshaushalt sind die produkt- und faktorgebundenen Subventionen zu finanzieren. Einnahmen des Staatshaushalt sind die produkt- und faktorgebundenen Steuern. Die Definitionsgleichung für das staatliche Budget lautet dann:

$$BUD = -\sum_m [y f_m s p_m - x f_{m,INT} s w_{m,INT} - x f_{m,LAND} s w_{m,LAND}]$$

Die Konsumentenrente nimmt in der in diesem Arbeitspapier beschriebenen Variante von MULTSIM immer den Wert Null, da die Nachfrage als vollkommen elastisch unterstellt ist. Sie wird dem zu Folge nicht berechnet. Erst nach der Erweiterung des Angebotsmodells um preisabhängige Nachfragefunktionen (z.B. nach einer Verknüpfung mit einem Multi-Markt-Modell) lassen sich Konsumentenrenten berechnen.

Der Gesamtwohlfahrtsindikator WEL fasst die Einzelindikatoren zusammen. In diesem Indikator sind die Warenoutputs und die Faktoren mit ihren Marktpreisen, jedoch nicht mit den Subventionen bzw. Steuern bewertet. Weiterhin wird im Gesamtwohlfahrtsindikator der Saldo aus externen Nutzen und Kosten berücksichtigt.

$$WEL = G + BUD + EXT = \sum_m [y f_m p p_m - x f_{m,INT} p w_{m,INT} - x f_{m,LAND} (p w_{m,LAND} - t)] + EXT$$

Die beschriebenen Wohlfahrtsindikatoren erlauben bereits relativ detaillierte Bewertungen von Politikoptionen und Instrumenten zur Internalisierung externer Effekte einer multifunktionalen Landwirtschaft.

2.2.3 Wohlfahrtsmaximierung

Neben verteilungspolitischen Funktionen dienen Subventionen und Steuern im Agrarbereich auch dazu, die Faktoreinsatz- und Angebotsentscheidungen der Produzenten zu lenken. Liegen externe Effekte vor (z.B. Kulturlandschaftsnutzen oder Umweltschädigungen), so weichen die privaten (d.h. die von den Landwirten in ihrem Gewinnmaximierungskalkül berücksichtigten) Grenznutzen und -kosten von den sozialen (d.h. den gesellschaftlich relevanten) Grenznutzen und -kosten ab. Das Gewinnmaximierungskalkül der Landwirte kann dann nicht zu einem aus gesellschaftlicher Sicht optimalen Wohlfahrtsergebnis (soziales Optimum) führen. Unter dieser Voraussetzung kann die Politik versuchen, durch Subventionierung oder Besteuerung von Faktoreinsatz oder Produktionsmengen das Niveau der externen Effekte so zu beeinflussen, dass das Wohlfahrtsergebnis verbessert wird. Im Idealfall gleicht die Politik durch Subventionen und Steuern die Höhe der privaten Grenznutzen und -kosten genau an die Höhe der sozialen Grenznutzen und -kosten an und erzielt damit eine Pigou-Lösung (Pearce und Turner, 1990, S. 84ff.). Das Gewinnmaximierungskalkül der Landwirte wird dann auch

zu einem sozialen Optimum führen (wenn man einmal von den Transaktionskosten absieht, die Steuern und Subventionen verursachen).

Bei der modellhaften Untersuchung politischer Handlungsoptionen lassen sich alternative Subventions- und Steuerhöhen durch Szenariorechnungen durchspielen, die Wohlfahrtsindikatoren für die Szenarien miteinander vergleichen und nach einer endlichen Anzahl von Simulationsrechnungen Optionen identifizieren, die im Vergleich zur Ausgangssituation relativ gute Wohlfahrtsergebnisse haben. Diese Vorgehensweise sei hier als positive Politikanalyse bezeichnet. Eine andere Möglichkeit besteht aber darin, einen sozialen Wohlfahrtsindikator (oder auch einen Vektor von Wohlfahrtsindikatoren) zu maximieren sowie die hierzu optimale Faktorallokation zu ermitteln. Es muss dann nur noch die Höhe der Subventionen und Steuern ermittelt werden, zu denen das Gewinnmaximierungskalkül der Landwirte auch gleichzeitig zu einem sozialen Optimum führt. Dies sei hier mit normativer Analyse bezeichnet.

Positive und normative Analyse haben jeweils ihre Vor- und Nachteile und ergänzen sich deshalb gegenseitig. Bei der positiven Analyse erzielt man allenfalls relativ gute Niveaus der Wohlfahrtsindikatoren, in der Regel jedoch keine Optima. Die normative Politikanalyse im engeren Sinne setzt Kenntnis der politischen Präferenzstrukturen voraus. Präferenzen werden aber häufig erst nach ausreichender Diskussion von Handlungsalternativen mit ihren Ergebnissen deutlich. Meist dürfte es daher sinnvoller sein, die Ergebnisse einer ganzen Reihe von Politiksimulationen mit unterschiedlichen Subventions- und Steuerniveaus und die sich daraus ergebenden Niveaus der Wohlfahrtsindikatoren zu diskutieren, statt nur eine einzige „optimale“ Lösung zu präsentieren. Dennoch bietet die normative Analyse einen zusätzlichen Vorteil: Normativ berechnete Niveaus der Politikvariablen können zusätzliche Referenzszenarien definieren, mit denen die Ergebnisse von im positiven Sinne durchgeführten Simulationsrechnungen verglichen werden. Der Vergleich allein mit einer möglicherweise schlechten Ausgangssituation lässt politische Handlungsoptionen schnell in einem allzu guten Licht erscheinen. Es ist deshalb wichtig, zusätzliche Referenzszenarien zu ermitteln, die hinsichtlich einzelner oder mehrerer Indikatoren bereits „optimal“ sind. Die Präferenzen der politischen Entscheidungsträger müssen dabei nicht durch die „optimierten“ Indikatoren repräsentiert werden.

In diesem Sinne lassen sich mit dem Modell MULTSIM auch normative Analysen durchführen. Die produkt- und faktorgebundenen Subventionen/Steuern werden dabei unter Einhaltung der Kuhn-Tucker-Bedingungen (a1) bis (b3) endogen so bestimmt, dass das Gewinnmaximierungskalkül der Landwirte gleichzeitig auch den Gesamtwohlfahrtsindikator *WEL* maximiert. Da insgesamt über 10 Faktoreinsatzvariablen (Fläche und Vorleistungen in den 5 Betriebstypen) entschieden wird, sind jeweils mindestens 5 der insgesamt 15 Politikvariablen exogen vorzugeben, um eine Überidentifikation zu vermeiden.

Ausgehend von den so ermittelten optimalen Politiksznarien ermöglicht MULTSIM über seine Benutzerschnittstelle die Eingabe von Prozentwerten, zu denen die optimierten Niveaus der Politikvariablen realisiert werden sollen. Hierdurch werden weitere Simulationsszenarien für die positive Politikanalyse definiert. Optimierung ist hier also eine Methode, um weitere, möglicherweise sogar relevantere Politiksznarien zu generieren.

2.3 Technische Realisierung

Das Modell wurde mit der indexorientierten Software GAMS (Brooke et al., 1998) realisiert. GAMS erlaubt eine kompakte Schreibweise von Gleichungen und Ungleichungen und stellt leistungsfähige Algorithmen für die Lösung nicht-linearer Optimierungsprobleme zur Verfü

gung. Für die ersten Modelltest wurde als Lösungsalgorithmus der Solver CONOPT2 verwendet. Er basiert auf einer reduzierten Gradientenmethode zum Auffinden lokaler Optima (Drud, 1985 und 1992).

Daten und Modellgleichungen wurden konsequent getrennt. Die Dateneingabe und Datenausgabe erfolgt über die Schnittstelle XLLINK (Rutherford, Internet), die das Lesen und Schreiben von Microsoft-Excel-Tabellen ermöglicht. In diese Tabellen werden zum einen die exogenen Variablen der verschiedenen Simulationsszenarien sowie die verschiedenen Steuerungsoptionen für das Modell editiert. Zum anderen werden dort auch die Ausgangsdaten, die Elastizitätenwerte sowie Simulationsergebnisse abgelegt.

3 Erste Modelltests: Internalisierung externer Effekte

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse erster Modelltests ausgewertet. Es wurden verschiedene Politiksznarien zur Internalisierung der externen Nutzen untersucht. Die Szenarien umfassen folgende Maßnahmen: Abbau produktgebundener Subventionen, Gewährung von Flächensubventionen, Erhebung von Vorleistungssteuern sowie Kombinationen dieser Maßnahmen.

Es wurden zwei Grundszenariovarianten unterschieden. In Variante A wurden als Internalisierungsinstrumente Vorleistungssteuern und Flächensubventionen zugelassen. In Variante B wurden nur Vorleistungssteuern berücksichtigt. Durch Vergleich von Variante B mit Variante A lassen sich die Wirkungen der Flächensubventionen von denen der Vorleistungssteuern isolieren.

Ganz allgemein hat sich bei den Modelltests im normativen Modus gezeigt, dass die Maximierung nach einem einzigen Wohlfahrtsindikator nicht zu einer eindeutigen Lösung führen muss. So konnte das Maximum des Gesamtwohlfahrtsindikators bei exogener Vorgabe der produktgebundenen Subventionen mit unterschiedlichen Niveaus von Flächensubventionen und Vorleistungssteuern erreicht werden. Dies lag vor allem daran, dass weitere Erhöhungen der Flächensubventionen nach Erreichen der Flächenkapazitätsgrenze und Ausschöpfen wohlfahrtsteigernder Flächentransfers lediglich Umverteilungseffekte vom Staatshaushalt an die Landwirtschaft hatten.

An diesem Ergebnis zeigt sich auch die Bedeutung, die der Berücksichtigung von Mehrfachzielsetzungen und Transaktionskosten für eine effiziente, problemorientierte Politikanalyse zukommt. Die Berücksichtigung weiterer Zielindikatoren wie zum Beispiel die Staatsausgaben oder die Einkommensverteilung zwischen den Betriebstypen sowie unterschiedlicher Transaktionskosten der individuellen Politikmaßnahmen lassen eindeutiger Lösungen erwarten.

Als Behelfslösung bis zur Erweiterung des Modells um Mehrfachzielsetzungen wird, um eindeutige Lösungen zu erhalten, zweistufig optimiert: Zunächst wird der Gesamtwohlfahrtsindikator maximiert. In einem zweiten Optimierungsschritt wird der im ersten Schritt optimierte Gesamtwohlfahrtsindikator als Nebenbedingung fixiert und nach einem zweiten Indikator optimiert (z.B. die Minimierung der Staatsausgaben). Nachteil dieser Methode gegenüber anderen, noch in Kapitel 4.1 zu diskutierenden Ansätzen zur Berücksichtigung von Mehrfachzielsetzungen ist, dass damit eine feste Hierarchie von Zielen unterstellt wird, die in der Realität politischer Präferenzen wenig wahrscheinlich sein dürfte.

3.1 Grundszenariovariante A

In Abschnitt 3.1 werden die Annahmen von Variante A mit ihren verschiedenen Subszenarien, die sich vor allem in der Höhe der Flächensubventionen und Vorleistungssteuern unterscheiden, beschrieben sowie die Modellergebnisse dargestellt und interpretiert.

3.1.1 Politikannahmen

In Variante A werden als Instrumente der Internalisierung der externen Effekte Vorleistungssteuern und Flächensubventionen zugelassen. Gleichzeitig werden die produktgebundenen Subventionen abgebaut.

Innerhalb von Variante A werden verschiedene Subszenarien unterschieden. In Subszenario 4 (SC4) haben die Flächenzahlungen und Vorleistungssteuern ihre optimale Höhe. Um diese zu ermitteln wird, wie in Abschnitt 2.2.3 dargelegt, zweistufig optimiert. Zunächst wird die Gesamtwohlfahrtsfunktion maximiert. In dem zweiten Optimierungsschritt wird die im ersten Schritt ermittelte Höhe der Gesamtwohlfahrt fixiert und der Saldo aus Staatsausgaben und Staatseinnahmen für Flächenzahlungen und Vorleistungssteuern minimiert.

In den Subszenarien SC1 bis SC3 haben die Vorleistungssteuern nur 25%, 50% bzw. 75% der Höhe von SC4, während die entsprechenden Sätze in SC5 bis SC7 bei 125%, 150% und 175% liegen. Die Höhe der Flächensubventionen wird nicht variiert.

Im Basisszenario (BA) wird nur der Abbau der produktgebundenen Subventionen unterstellt ohne Flächenzahlungen und Vorleistungssteuern. Dies erlaubt die Untersuchung der kombinierte Wirkung der Flächenzahlungen und Vorleistungssteuern durch Vergleich von SC1 bis SC7 mit BA. Als weitere Referenz, mit der die Modellergebnisse verglichen werden können, dient die Ausgangssituation des Basisjahres (BY).

3.1.2 Ergebnisse

3.1.2.1 Internalisierungsvariablen

Die Subvention und Steuern im Basisjahr (BY), im Basisszenario (BA) sowie in den verschiedenen Subszenarien (SC1 bis SC7) von Variante A sind in Tabelle 2 wiedergegeben. Mit SC4 sind die für die Internalisierung der externen Effekte optimalen Flächensubventionen und Vorleistungssteuern ermittelt.

Die optimalen Flächensubventionen liegen je nach Betriebstyp zwischen 138 € und 259 € je Hektar. Dies ist deutlich niedriger als der in den Ausgangsdaten enthaltene Wert des Kulturlandschaftsoutputs von rund 300 €/ha.⁵⁹ Die optimalen Vorleistungssteuern betragen zwischen 23% und 32 % des Marktpreis für den Vorleistungsinput. Zwischen den Betriebstypen ergeben sich dabei charakteristische Unterschiede: Die höchsten Flächensubventionen aber auch die relativ niedrigsten Vorleistungssteuern werden für die Gemischtbetriebe (MIX) und die Veredlungsbetriebe (GRAN) berechnet.

⁵⁹ Peterson, Boisvert und de Gorter (2002) ermitteln mit ihrem Modell der US-Landwirtschaft hingegen eine optimale Flächensubvention, die etwa 50% höher ist als der Annehmlichkeitwert der Agrarfläche. Sie begründen dieses Ergebnis damit, dass zusätzliche Fläche gleichzeitig auch die Umweltkosten senkt (Peterson, Boisvert und de Gorter, 2002, S. 436f.). Im Gegensatz zu MULTSIM enthält ihr Modell aber keine Flächenkapazitätsgrenze, sondern das Flächenangebot nimmt mit höheren Bodenrenten zu.

	BY	BA	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7
Produktsubvention¹⁾									
FIELD	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GRAZ	0,075	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GRAN	0,066	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PERM	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MIX	0,103	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Vorleistungssteuer²⁾									
FIELD	0,000	0,000	0,074	0,148	0,222	0,296	0,370	0,444	0,518
GRAZ	0,000	0,000	0,074	0,147	0,221	0,295	0,368	0,442	0,516
GRAN	0,000	0,000	0,063	0,126	0,189	0,252	0,315	0,378	0,441
PERM	0,000	0,000	0,081	0,162	0,243	0,323	0,404	0,485	0,566
MIX	0,000	0,000	0,058	0,117	0,175	0,234	0,292	0,351	0,409
Flächensubvention³⁾									
FIELD	0,000	0,000	-0,150	-0,150	-0,150	-0,150	-0,150	-0,150	-0,150
GRAZ	0,000	0,000	-0,138	-0,138	-0,138	-0,138	-0,138	-0,138	-0,138
GRAN	0,000	0,000	-0,259	-0,259	-0,259	-0,259	-0,259	-0,259	-0,259
PERM	0,000	0,000	-0,186	-0,186	-0,186	-0,186	-0,186	-0,186	-0,186
MIX	0,000	0,000	-0,210	-0,210	-0,210	-0,210	-0,210	-0,210	-0,210

Anmerkungen:

- 1) in € je € Produktionsvolumen zu Marktpreisen des Basisjahrs
2) in € je € Vorleistungseinsatzvolumen zu Marktpreisen des Basisjahrs
3) in 1000 € je Hektar Fläche

Tab. 2: Subventionen und Steuern in Variante A

3.1.2.2 Faktoreinsatz und Warenproduktion

Der Abbau der Produktsubventionen, die Vorleistungssteuern und die Flächensubventionen bewirken eine Anpassung des Vorleistungs- und Flächeneinsatz in den einzelnen Betriebstypen.

Abbildung 1 zeigt die Höhe des Vorleistungseinsatzes in den einzelnen Betriebstypen sowie auf der gesamtsektoralen Ebene relativ zur Ausgangssituation (BY). Allein der Abbau der Produktsubventionen im Basisszenario (BA) lässt den Einsatzes von Vorleistungen im Agrarsektor insgesamt (TOTALFARM) auf 77% des Ausgangsniveaus sinken. In den Gemischtbetrieben (MIX) ist der Rückgang besonders stark, da in diesen Betrieben die gegenüber der Ausgangssituation abzubauenen Produktsubventionen gemessen als Anteil am Erzeugeranreizpreis hoch sind (10,3%) und der Vorleistungsanteil am Produktionswert gleichfalls hoch ist (78,7%). Im Betriebstyp Futterbau (GRAZ) ist der Rückgang des Vorleistungseinsatzes hingegen unterdurchschnittlich. Hier ist der Anteil der abzubauenen Produktsubventionen am Erzeugeranreizpreis niedriger (7,5%), und zugleich haben die Vorleistungen einen geringen

geren Anteil am Produktionswert (56,7%). In etwa im gesamtsektoralen Durchschnitt liegen die Vorleistungsrückgänge bei den Marktfruchtbaubetrieben (FIELD) und den Veredlungsbetrieben (GRAN). Bei den Marktfruchtbaubetrieben sind die abzubauenen Produktsubventionen als Anteil am Erzeugeranreizpreis zwar hoch (12,5%), allerdings ist der Vorleistungsanteil am Produktionswert relativ niedrig (59,1%). Bei den Veredlungsbetrieben sind die abzubauenen Produktsubventionen als Anteil am Erzeugeranreizpreis gering (6,6%), hoch ist allerdings der Vorleistungsanteil am Produktionswert (77,7%). Für die Dauerkulturbetriebe werden Zuwächse im Vorleistungseinsatz berechnet. Für diese Gruppe von Betrieben sinken aufgrund der in der Ausgangssituation nicht vorhandenen Produktsubventionen die Erzeugeranreizpreise nicht, weswegen die Betriebe an relativer Wettbewerbskraft gewinnen.

Bei den für die Internalisierung der externen Effekte optimalen Flächensubventionen und Vorleistungssteuern (SC4) sinkt der Vorleistungseinsatz im gesamtsektoralen Durchschnitt weiter ab auf 40% des Ausgangsniveaus. Neben den Gemischtbetrieben sind es die Veredlungsbetriebe, bei denen es zu einem überdurchschnittlichen Rückgang des Vorleistungseinsatzes auf deutlich unter 30% des Ausgangsniveaus kommt, wenngleich die optimale Höhe der Vorleistungssteuern in diesen Betriebstypen niedriger ist als in den übrigen Betriebstypen. Der Grund hierfür ist wiederum der hohe Anteil der Vorleistungen am Produktionswert. Bei den anderen Betriebstypen sinkt der Vorleistungseinsatz auf 40-70% des Ausgangsniveaus ab.

Der Abbau der Produktsubventionen verändert die Wettbewerbsfähigkeit der Betriebstypen ganz unterschiedlich. Insbesondere die Gemischtbetriebe aber auch die Veredlungsbetriebe sind unter den Bedingungen des Basisszenarios (BA) im Wettbewerb um die landwirtschaftliche Fläche unterlegen. Ihr Flächeneinsatz sinkt auf 67% bzw. 83% des Ausgangsniveaus, während die Marktfruchtbaubetriebe nur 5% ihrer Fläche abgeben (siehe Abb. 2). Dies ermöglicht das Flächenwachstum in den Betriebstypen Futterbau und Dauerkulturen.

Bei optimaler Internalisierung (SC4) ergibt sich ein ganz ähnliches Bild. In SC4 ist allerdings in den Gemischtbetrieben der Flächeneinsatz deutlich höher als in BA. Die im Vergleich mit den anderen Betriebstypen relativ hohen Flächensubventionen von 210€ je Hektar verbessern die Wettbewerbsfähigkeit der Gemischtbetriebe. Dennoch liegt der Flächeneinsatz in den Gemischtbetrieben mit 82% noch immer deutlich unterhalb des Ausgangsniveaus.

Der Abbau der produktgebundenen Subventionen führt in BA zu einem Rückgang der gesamtsektoralen Warenproduktion auf 86% des Ausgangsniveaus (Abb. 3). Der Produktionsrückgang ist besonders stark ausgeprägt in den Gemischtbetrieben, gefolgt von den Veredlungsbetrieben, Marktfruchtbaubetrieben und Futterbaubetrieben. Leichte Produktionszuwächse werden für die Dauerkulturbetriebe berechnet. Bei vollständiger Internalisierung der externen Effekte durch Flächensubventionen und Vorleistungssteuern (SC4) fällt die gesamtsektorale Erzeugung auf 58% des Ausgangsniveaus ab. Besonders stark betroffen sind wiederum die Gemischt- und Veredlungsbetriebe.

Eine Politik zur Förderung der multifunktionalen Aspekte der landwirtschaftlichen Produktion muss nach diesen Ergebnissen nicht unbedingt mit einer Erhöhung der Warenproduktion einhergehen, wenn neben den positiven externen Nutzen gleichzeitig auch externe Kosten internalisiert werden. Die Modellergebnisse zeigen aber auch, wie wichtig bei der Beurteilung agrarumweltpolitischer Maßnahmen die Berücksichtigung von Rückkoppelungen über die Warenmärkte sind. In der hier vorgenommenen isolierten Analyse sind die möglichen Auswirkungen auf die Marktpreise nicht berücksichtigt. Sind die Produktionswirkungen aber derartig groß, sind steigende Produktpreise mit Rückwirkungen auf Produktion und Faktoreinsatz zu erwarten.

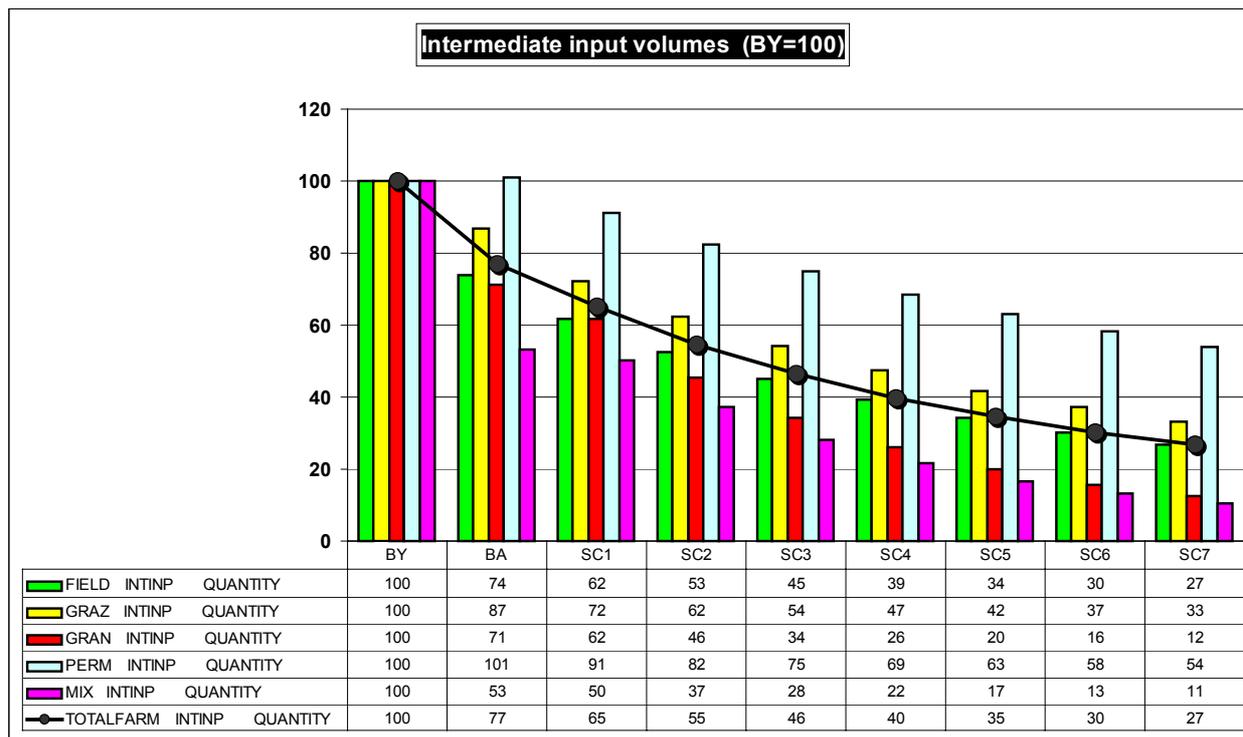


Abb. 1: Vorleistungseinsatz in Variante A

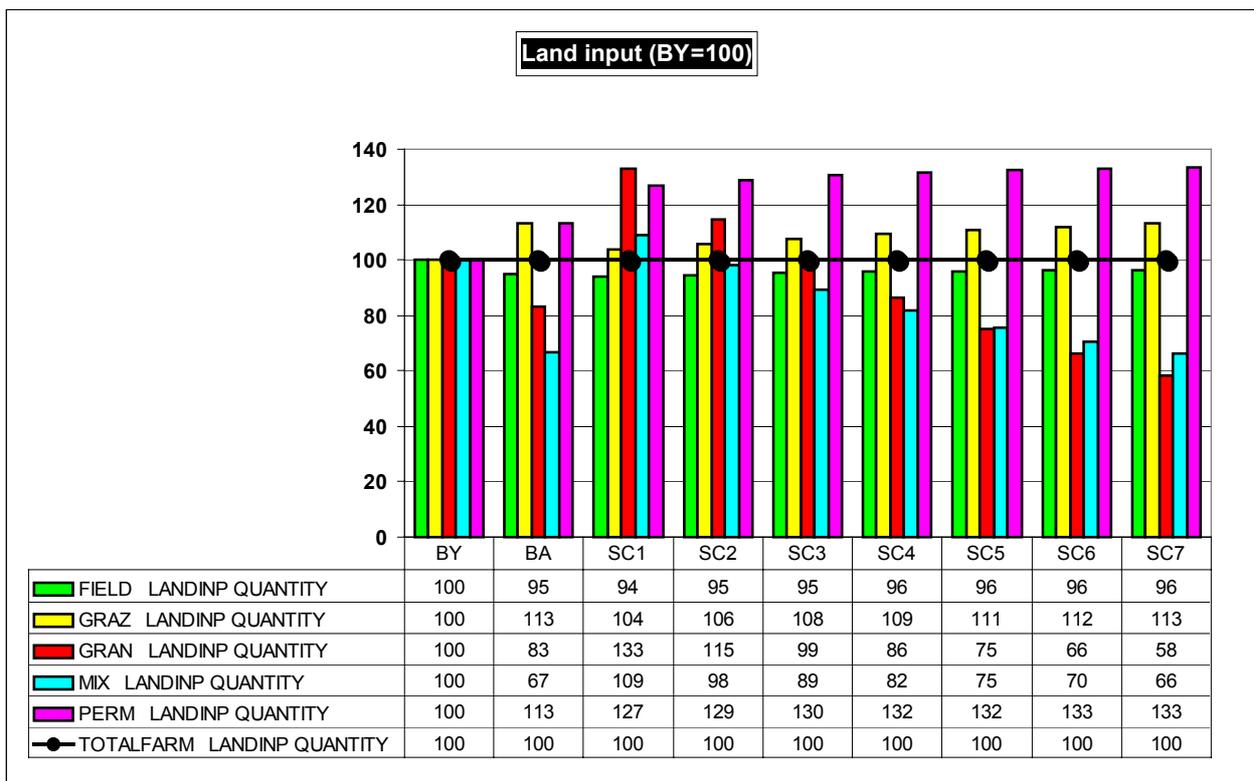


Abb. 2: Flächeneinsatz in Variante A

Trotzdem wird deutlich, dass der Abbau der Produktsubventionen und die Internalisierung der externen Effekte durch Vorleistungssteuern und Flächensubventionen mit einer deutlich extensiveren Flächenbewirtschaftung in allen Betriebstypen verbunden ist. Die gesamtsektoral

begrenzte Flächenverfügbarkeit setzt einer weiteren Extensivierung jedoch Grenzen und führt zu deutlichen Produktionsrückgängen.

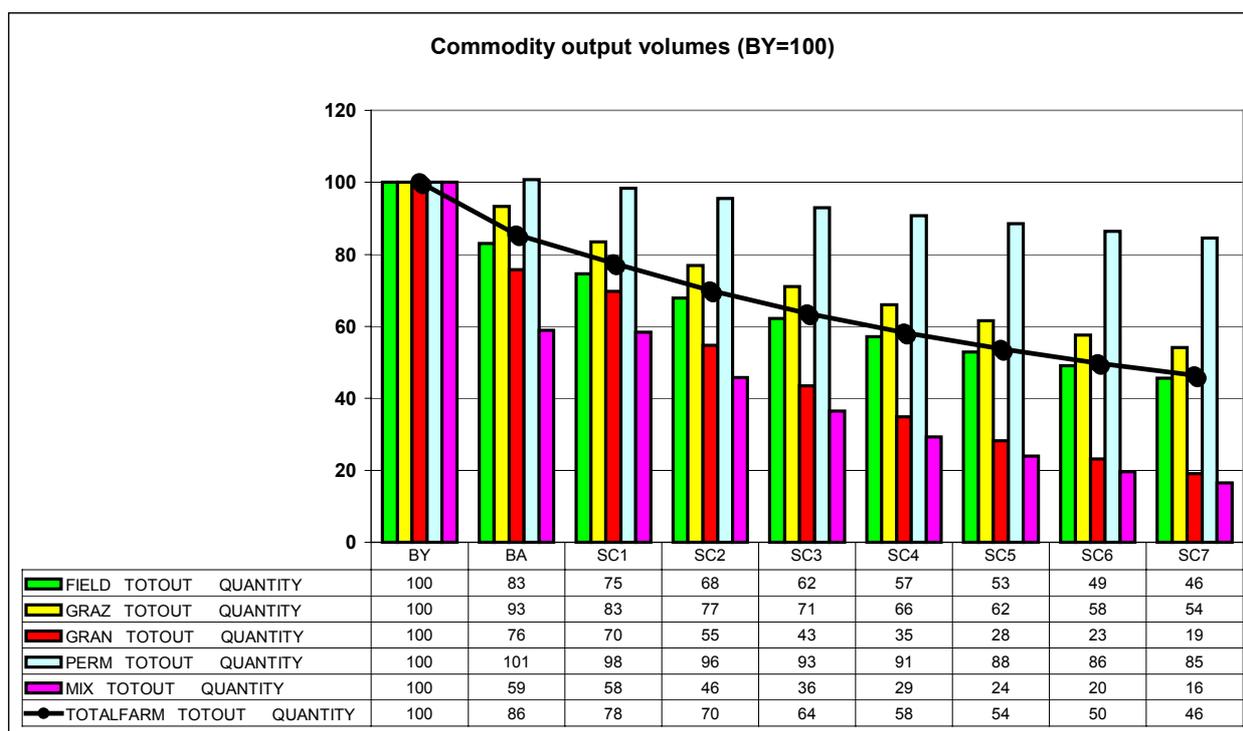


Abb. 3: Warenproduktion in Variante A

3.1.2.3 Wohlfahrt und Verteilung

Der Abbau der Produktsubventionen im Basisszenario (BA) entlastet den Staatshaushalt (BUDGET) um 3,3 Mrd. €. Dies geht zu Lasten der Produzenten, deren Produzentenrente (PSURP) um 3,0 Mrd. € (21%) zurückgeht (Abb. 4). Bei der Internalisierung der externen Effekte (SC4) sinkt die Entlohnung der fixen Produktionsfaktoren um weitere 10% ab, da die Flächensubventionen die negativen Effekte der Vorleistungssteuer nicht ausgleichen können. Die Vorleistungssteuern führen im Staatshaushalt aber zu Einnahmen, die die Ausgaben für die Flächensubventionen um 0,3 Mrd. € leicht übersteigen.

Die Veränderung der Produzentenrenten in den einzelnen Betriebstypen ist in Abbildung 5 dargestellt. Am stärksten vom Abbau der Produktsubventionen betroffen sind die Gemischtbetriebe, deren Produzentenrente um nahezu 50% sinkt, gefolgt von den Veredlungsbetrieben mit Einbußen in der Entlohnung der fixen Produktionsfaktoren von rund 30%.

Der externe Nutzen der Agrarproduktion in Form der Kulturlandschaftsproduktion (LANDSCAPE) verändert sich zwischen den Szenarien kaum, da weiterhin 100% der Fläche genutzt bleiben. Für dieses Modellergebnis verantwortlich sind vor allem zwei mit dem Modell implizierte Annahmen: Erstens, bereits nicht-negative Bodenrenten reichen für ein ansonsten vollkommen preisunelastisch reagierendes Bodenangebot aus. Zweitens, die Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital sind fix. Eine weitere Rolle dürfte spielen, dass in der Basisversion des Modells unterstellt wurde, dass die Produktionselastizitäten der Betriebstypen bezüglich des Landschaftsoutputs ihren Flächenanteilen in der Ausgangssituation entsprechen. In den Sensitivitätsanalysen wird dies überprüft (siehe Kapitel 4).

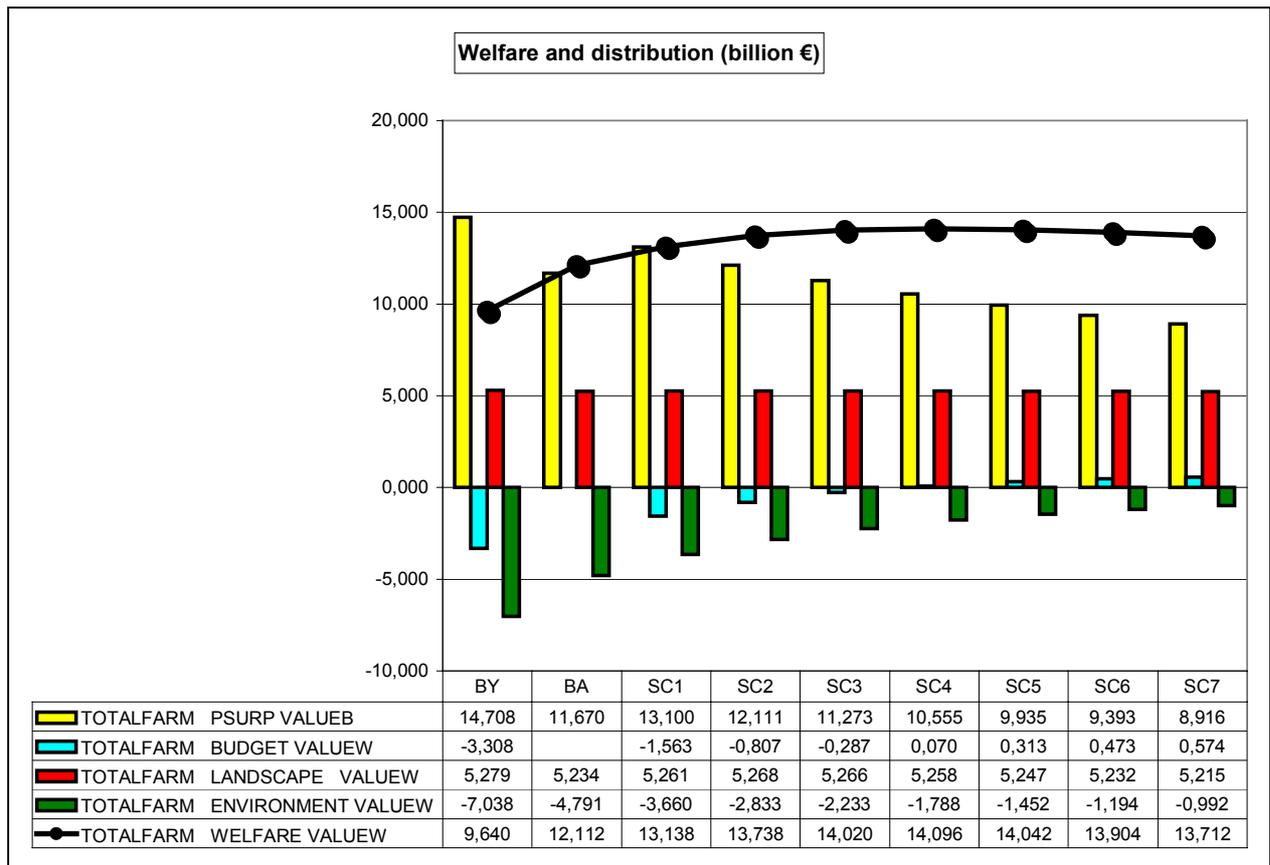


Abb. 4: Wohlfahrts- und Verteilungswirkungen in Variante A

Die externen Umweltkosten (ENVIRONMENT) verringern sich bereits bei Abbau der Produktsubventionen im Basisszenario (BA) deutlich um 2,2 Mrd. € (68%) gegenüber der Ausgangssituation, da weniger Vorleistungen eingesetzt werden. Durch Internalisierung der externen Effekte (SC4) werden die Umweltkosten um weitere 3 Mrd. € reduziert. Insgesamt ergibt sich ein Zugewinn an Wohlfahrt (WELFARE) im Umfang von rd. 2,5 Mrd. € allein durch den Abbau der produktgebundenen Subventionen (BA). Weitere Wohlfahrtsgewinne im Umfang von 2,0 Mrd. € werden für die optimale Internalisierung der externen Effekte berechnet.

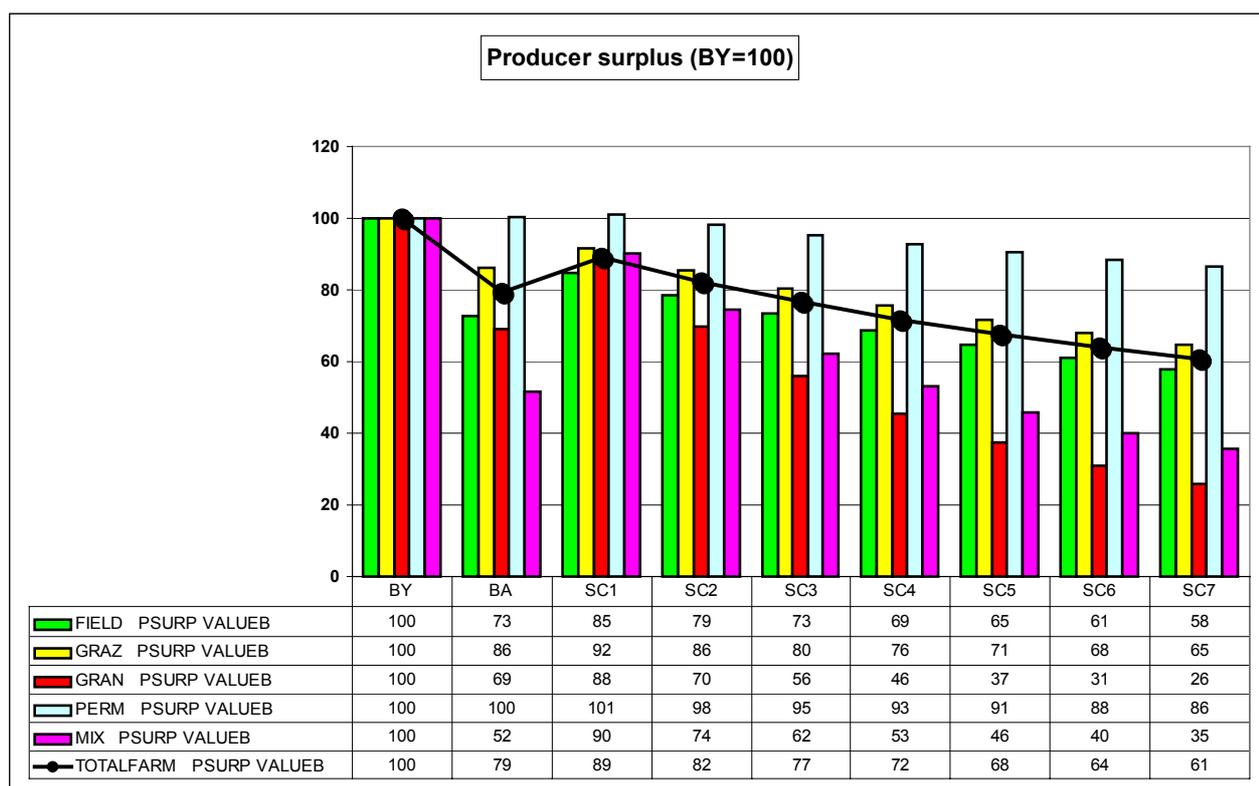


Abb. 5: Produzentenrenten in Variante A

3.2 Grundszenariovariante B

3.2.1 Politikannahmen

In Variante B sind im Unterschied zu Variante A Flächensubventionen als Internalisierungsinstrumente nicht zugelassen. In der nachfolgenden Ergebnisdarstellung wird lediglich auf die Unterschiede der beiden Varianten für das Subscenario SC4 (optimale Höhe der Internalisierungsinstrumente) eingegangen.

3.2.2 Ergebnisse

3.2.2.1 Internalisierungsvariablen

Die Höhe der optimalen Vorleistungssteuern ändert sich, wenn keine Flächensubventionen zugelassen sind. Insbesondere die optimalen Vorleistungssteuern für die Betriebstypen Gemischt und Veredlung gehen im Vergleich zu Variante A stark zurück (Tab. 3).

3.2.2.2 Faktoreinsatz und Warenproduktion

Für den Agrarsektor insgesamt unterscheiden sich Faktoreinsatz und Produktion in den beiden Varianten kaum voneinander (Tab. 4). Deutliche Unterschiede zeigen sich aber bei Betrachtung der einzelnen Betriebstypen insbesondere hinsichtlich des Flächeneinsatzes. Die Flächensubventionen von Variante A verbessern vor allem die Wettbewerbsfähigkeit der Gemischt- und Veredlungsbetriebe um die Fläche. Ohne Flächensubventionen (Variante B) würde die Fläche dieser Betriebe um 42% bzw. 50% gegenüber der Ausgangssituation absinken. Die Fläche würde vor allem von der Betriebsform Futterbau aufgenommen. Insgesamt haben die Flächensubventionen aber nur geringe produktionsverzerrende Wirkungen, so dass sie als

ein Kandidat für die erlaubten Green Box-Maßnahmen selbst dann in Frage zu kommen scheinen, wenn sie betriebstypenspezifisch sind.

	VAR. A (SC4)	VAR. B (SC4)		VAR. A (SC4)	VAR. B (SC4)		VAR. A (SC4)	VAR. B (SC4)
Produktsubvention¹⁾			Vorleistungssteuer²⁾			Flächensubvention³⁾		
FIELD	0,000	0,000	FIELD	0,296	0,269	FIELD	-0,150	-0,000
GRAZ	0,000	0,000	GRAZ	0,295	0,319	GRAZ	-0,138	-0,000
GRAN	0,000	0,000	GRAN	0,252	0,173	GRAN	-0,259	-0,000
PERM	0,000	0,000	PERM	0,323	0,327	PERM	-0,186	-0,000
MIX	0,000	0,000	MIX	0,234	0,109	MIX	-0,210	-0,000

Anmerkungen: 1) in € je € Produktionsvolumen zu Marktpreisen des Basisjahrs, 2) in € je € Vorleistungseinsatzvolumen zu Marktpreisen des Basisjahrs, 3) in 1000 € je Hektar Fläche

Tab. 3: Subventions- und Steuerhöhe in Variante A und B

3.2.2.3 Wohlfahrt und Verteilung

Auf der gesamtsektoralen Ebene haben die Flächensubventionen vor allem Auswirkungen auf die Entlohnung der fixen Produktionsfaktoren, die Produzentenrente (Tab. 5). Ohne Flächenzahlungen (Var. B) würde die Produzentenrente um 2,4 Mrd. € (23%) gegenüber einem optimalen Internalisierungsszenario mit Flächenzahlungen (Var. A) absinken. Hinsichtlich der externen Effekte unterscheiden sich die beiden Varianten kaum. Leichte Verluste beim Landschaftswert und etwas höhere Umweltkosten lassen den positiven Saldo der externen Effekte um 0,2 Mrd. € absinken. Der Staatshaushalt wäre der Gewinner in Variante B. Die Vorleistungssteuer würde zu Einnahmen von 2,6 Mrd. € führen.

Als Konsequenz aus dem Vergleich zwischen den beiden Grundszenariovarianten bleibt festzuhalten, dass die Flächenzahlungen zwar die relative Wettbewerbsfähigkeit zwischen den Betriebstypen verschieben, gesamtsektoral aber nur geringe Allokationswirkungen haben. Die Einkommenseffekte für die in der Landwirtschaft beschäftigten Produktionsfaktoren sind hingegen erheblich. Dies betrifft nicht nur die gesamtsektorale Produzentenrente, sondern, wie aus Tabelle 6 hervorgeht, auch die Einkommensverteilung innerhalb der Landwirtschaft. Die Flächensubventionen haben ganz besonders für die Gemischtbetriebe, aber auch für die übrigen Betriebstypen mit Ausnahme der Dauerkulturbetriebe eine wichtige Funktion bei der Einkommenserzielung.

Zu beachten ist jedoch, dass auch ohne Flächenzahlungen ein vergleichbares Verteilungsergebnis erzielt werden kann, wenn die eingenommenen Vorleistungssteuern für direkte Einkommenstransfers an die Landwirte verwendet werden.

	VAR. A (SC4)	VAR. B (SC4)		VAR. A (SC4)	VAR. B (SC4)		VAR. A (SC4)	VAR. B (SC4)
Vorleistungen			Fläche			Produktion		
FIELD	39	41	FIELD	96	96	FIELD	57	59
GRAZ	47	46	GRAZ	109	116	GRAZ	66	65
GRAN	26	30	GRAN	86	50	GRAN	35	38
PERM	69	68	PERM	132	115	PERM	91	90
MIX	22	31	MIX	82	58	MIX	29	38
TOTAL	40	41	TOTAL	100	100	TOTAL	58	60

Tab. 4: Produktion und Faktoreinsatz in Varianten A und B (BY = 100)

	VAR. A (SC4)	VAR. B (SC4)
Produzentenrente	10,555	8,116
Staatshaushalt	0,070	2,606
Landschaftswert	5,258	5,183
Umweltkosten	-1,788	-1,932
Gesamtwohlfahrt	14,096	13,974

Tab. 5: Wohlfahrt und Verteilung in Varianten A und B (Mrd. €)

	VAR. A (SC4)	VAR. B (SC4)	DIFF (%)
FIELD	69	50	-27
GRAZ	76	59	-22
GRAN	46	33	-28
PERM	93	89	-5
MIX	53	32	-40
TOTAL	72	55	-23

Tab. 6: Produzentenrenten in Varianten A und B (BY = 100)

4 Sensitivitätsanalysen über die Produktionselastizitäten

Die in der Grundversion des Modells (BASIS) gemachten Annahmen über die Produktionselastizitäten in den Produktionsfunktionen für den Kulturlandschaftsoutput sind Sensitivitätsanalysen unterzogen worden. Nachfolgend sollen nur zwei davon dargestellt werden.

4.1 Parametervariation

Zunächst wurden die β -Parameter (Elastizität des Kulturlandschaftsoutput in Bezug auf die Fläche) so geändert, dass dem Flächeneinsatz in den Betriebstypen Futterbau und Gemischtbetriebe eine relativ höherer Einfluss in der Produktion des Kulturlandschaftsoutputs zugemessen wird (Modell BETA).⁶⁰

In einer zweiten Sensitivitätsanalyse (Modell GAMMA) wurde unterstellt, dass der Kulturlandschaftsoutput nicht nur von der Fläche, sondern auch von der Produktion abhängt. Hierzu wurden die über alle Betriebstypen aggregierte Produktionselastizität des Kulturlandschaftsoutputs bezüglich des Warenoutputs auf den Wert 0,25 festgelegt und daraus die betriebstypenspezifischen Elastizitäten (γ -Parameter) entsprechend den Anteilen am gesamten Warenoutput berechnet. Um die Homogenität der Produktionsfunktion vom Grade Eins zu gewährleisten wurden die β -Parameter niedriger angesetzt als in Modell BASIS.

	FIELD	GRAZ	GRAN	PERM	MIX
BASIS					
β	0,527	0,374	0,033	0,009	0,057
γ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BETA					
β	0,368	0,523	0,023	0,007	0,080
γ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GAMMA					
β	0,395	0,281	0,025	0,007	0,043
γ	0,104	0,098	0,021	0,010	0,017

Tab. 7: Parameterwerte in den Kulturlandschaftsoutputfunktion der Modellversionen

Die Parameterwerte für die Kulturlandschaftsproduktionsfunktion in der Grundversion des Modells und in den beiden Sensitivitätsmodellen sind in Tabelle 7 zusammengestellt. Wie ersichtlich wird, unterscheidet sich die Parameterkonstellation in Modell BETA von der Grundversion des Modells (BASIS) dadurch, dass die Futterbaubetriebe und die Gemischtbetriebe in BETA eine höher Produktionselastizität der Fläche für den Kulturlandschaftsoutput (β -Parameter) haben als in BASIS. Insbesondere aber verschiebt sich die Rangfolge der Betriebstypen Futterbau und Marktfruchtbau in ihrer Bedeutung für die Kulturlandschaft zugunsten der Futterbaubetriebe.

Die anschließende Ergebnisdarstellung bezieht sich auf Grundszenariovariante A mit Subszenario SC4 (vollständige Internalisierung).

⁶⁰ Empirische Befunde für Schweden zeigen, dass der Landschaftswert von der Produktionsform abhängig sein kann. So ermittelt Drake (1991) in einer CV-Studie für Grünland eine fast doppelt so hohe Zahlungsbereitschaft wie für Getreideflächen.

4.2 Ergebnisse

4.2.1 Internalisierungsvariablen

Die Veränderungen in den β -Parametern wirken sich nur relativ schwach auf die optimale Höhe der Flächensubventionen und Vorleistungssteuern aus (Tab. 8). Die optimalen Flächensubventionen erhöhen sich gegenüber dem Modell BASIS um 12% für die Futterbaubetriebe und um 5% für die Gemischtbetriebe, während sie für die anderen Betriebstypen in einer Größenordnung von 6% bis 17% fallen. Bei Betrachtung der Auswirkungen auf die optimalen Vorleistungssteuern wird deutlich, dass auch diese die Internalisierung der Kulturlandschaftsnutzen offenbar beeinflussen. Allerdings betragen die Veränderungen deutlich weniger als zehn Prozent, wobei die Vorleistungssteuern für die Futterbaubetriebe und die Gemischtbetriebe in BETA niedriger als in BASIS sind, während in den anderen Betriebstypen der umgekehrte Effekt auftritt.

Einen stärkeren Einfluss auf die Bestimmung der optimalen Internalisierung hat die Frage, inwieweit die Kulturlandschaftsfunktion der Landwirtschaft auch direkt vom Umfang der Warenproduktion abhängt. Dies kann durch Vergleich der Ergebnisse für Modell GAMMA mit Modell BASIS untersucht werden. Die Flächensubventionen verlieren bei GAMMA an Bedeutung, sie verringern sich gegenüber Modell BASIS bei allen Betriebstypen. Bei den Marktfruchtbau- und Futterbaubetrieben beträgt der Rückgang allerdings nur 10%. Mit 16% bzw. 24% ist der Rückgang bei den Veredlungsbetrieben und den Gemischtbetrieben schon deutlicher. Bei den Dauerkulturbetrieben sinkt die optimale Höhe der Flächensubventionen um mehr als 50%.

Parallel zur Verringerung der Flächensubventionen ermäßigen sich auch die optimalen Höhen der Vorleistungssteuern bei Modell GAMMA deutlich gegenüber Modell BASIS. Bei den Gemischtbetrieben ist der Rückgang der Vorleistungsteuer mit fast 30% besonders hoch. Aber auch für die anderen Betriebstypen mit Ausnahme der Dauerkulturbetriebe fallen die Vorleistungssteuern um 15-20%. Dies wiederum liegt an der begrenzten gesamtsektoralen Fläche: wenn neben dem Flächeneinsatz auch der Warenoutput über die Höhe des Kulturlandschaftsoutputs entscheidet, dann müssen auch mehr Vorleistungen eingesetzt werden.

4.2.2 Faktoreinsatz und Warenproduktion

Tabelle 9 zeigt, dass die Parameterveränderungen in der Kulturlandschaftproduktionsfunktion nur einen geringen Einfluss auf den wohlfahrtsmaximierenden Vorleistungseinsatz haben sowohl für den Agrarsektor insgesamt als auch in den einzelnen Betriebstypen. Bei Modell GAMMA setzt der Agrarsektor zwar etwa 10% mehr an Vorleistungen ein als in BASIS, allerdings sind die Unterschiede von ungeordneter Bedeutung im Vergleich zur Ausgangssituation (BY) oder zum Basisszenario (BA). Auch lässt der relativ flache Verlauf der Wohlfahrtskurve in der Umgebung um SC4 (Bereich SC3 bis SC 5: $\pm 25\%$ Veränderung in der Vorleistungssteuer) (vgl. Abb. 4) vermuten, dass für die Wahl der richtigen Höhe der Vorleistungssteuer die genaue Kenntnis der Parameter in der Kulturlandschaftsproduktion weniger wichtig ist.

Zu deutlichen Unterschieden kommt es im wohlfahrtsmaximierenden Flächeneinsatz. Wie aufgrund der Veränderungen in der Höhe der optimalen Flächensubventionen zu erwarten ist, ist der Flächeneinsatz in den Gemischtbetrieben und den Futterbaubetrieben bei Modell BETA deutlich um 34% bzw. 23% höher als bei Modell BASIS. Entsprechend geht der Flächeneinsatz in den anderen Betriebstypen zurück. Hat die Warenproduktion auf die Erstellung

des Kulturlandschaftsoutputs einen höheren Einfluss (Modell GAMMA) als im Modell BASIS, so steigt der wohlfahrtsmaximierende Flächeneinsatz in den Futterbaubetrieben und den Marktfruchtbaubetrieben auf Kosten des Flächeneinsatzes in den übrigen Betriebstypen an.

Die gesamte Warenproduktion des Agrarsektors wird durch die bei den drei Modellversionen unterschiedlichen Höhen der optimalen Vorleistungssteuern und Flächensubventionen nur unwesentlich beeinflusst. Bei Modell BETA ist es lediglich der relative Anteil der Betriebstypen an der Produktion, der sich verändert. Entsprechend den Veränderungen im Faktoreinsatz ist die Warenproduktion in den Futterbaubetrieben und den Gemischtbetrieben höher als im Modell BASIS. Beim Modell GAMMA führt die höhere Bedeutung der Warenproduktion für den Kulturlandschaftsoutput dazu, dass die wohlfahrtsmaximierende Warenoutputmenge in den meisten Betriebstypen höher ist als im Modell BASIS. Besonders ausgeprägt ist dieser Anstieg bei den Marktfruchtbaubetrieben (15%) und den Veredlungsbetrieben (19%). Im gesamtsektoralen Durchschnitt beträgt der Anstieg 7%.

4.2.3 Wohlfahrt und Verteilung

Die Wohlfahrts- und Verteilungswirkungen einer optimalen Internalisierung unterscheiden sich in den Modellvarianten BASIS und BETA kaum voneinander. Deutlich wird lediglich, dass in der Variante mit der stärkeren Differenzierung der Produktionselastizitäten des Kulturlandschaftsoutputs in Bezug auf den Flächeneinsatz (Modell BETA) die positive Wirkung der Internalisierung auf die Höhe des Kulturlandschaftsoutput größer ist.

In Variante GAMMA kommt es hingegen zu einem deutlichen Verlust im Kulturlandschaftsoutput (-11% gegenüber BY). Die Internalisierung der externen Umweltkosten führt zu Vorleistungssteuern, die den Warenoutput reduzieren und damit auch den Wert der Kulturlandschaft verringern. Es kommt somit zu einem Zielkonflikt zwischen Umweltschutz und Kulturlandschaftserhaltung.

	BASIS	BETA	GAMMA
Produktsubvention¹⁾			
FIELD	0,000	0,000	0,000
GRAZ	0,000	0,000	0,000
GRAN	0,000	0,000	0,000
PERM	0,000	0,000	0,000
MIX	0,000	0,000	0,000
Vorleistungssteuer²⁾			
FIELD	0,296	0,310	0,243
GRAZ	0,295	0,286	0,247
GRAN	0,252	0,267	0,200
PERM	0,323	0,334	0,321
MIX	0,234	0,219	0,166
Flächensubvention³⁾			
FIELD	-0,150	-0,133	-0,135
GRAZ	-0,138	-0,155	-0,125
GRAN	-0,259	-0,242	-0,196
PERM	-0,186	-0,154	-0,081
MIX	-0,210	-0,220	-0,177

Anmerkungen: 1) in € je € Produktionsvolumen zu Marktpreisen des Basisjahrs, 2) in € je € Vorleistungseinsatzvolumen zu Marktpreisen des Basisjahrs, 3) in 1000 € je Hektar Fläche

Tab. 8: Optimale Höhen der Internalisierungsinstrumente in den Modellversionen

	VORLEISTUNGEN			FLÄCHE			PRODUKTION		
	BASIS	BETA	GAMMA	BASIS	BETA	GAMMA	BASIS	BETA	GAMMA
FIELD	39	36	44	96	77	97	57	53	61
GRAZ	47	50	52	109	134	111	66	69	70
GRAN	26	23	29	86	68	65	35	31	37
PERM	69	67	67	132	118	98	91	90	89
MIX	22	26	27	82	110	74	29	35	35
Total	40	39	44	100	100	100	58	58	62

Tab. 9: Produktion und Faktoreinsatz in den Modellversionen bei optimaler Internalisierung (BY=100)

	BASIS	BETA	GAMMA
Produzentenrente	10,555	10,527	10,744
Staatshaushalt	0,070	0,050	0,152
Landschaftswert	5,258	5,570	4,659
Umweltkosten	-1,788	-1,762	-2,099
Gesamtwohlfahrt	14,096	14,386	13,455

Tab. 10: Wohlfahrt in den Modellversionen bei optimaler Internalisierung (Mrd. €)

5 Schlußfolgerungen

5.1 ... für die Politikgestaltung

Die verschiedenen Wohlfahrts- und Verteilungseffekte dürfen nicht isoliert voneinander betrachtet werden. So kann für die Durchsetzbarkeit von Politikänderungen entscheidend sein, ob potenzielle Verlierer von Reformmaßnahmen für ihre Verluste kompensiert werden können. Der Abbau der Produktsubventionen schafft für die Kompensation möglicher Einkommenseinbußen in der Landwirtschaft finanziellen Spielraum. Eine haushaltsneutrale Kompensation der Erzeuger durch direkte Einkommenstransfers ist möglich.

Die zusätzliche Internalisierung der externen Effekte stellt unter dem Gesichtspunkt der Verlustkompensation ein weitaus größeres Problem dar. Zwar sinken die Umweltkosten noch einmal deutlich stärker als die Produzentenrente. Allerdings reicht der positive Effekt auf den Staatshaushalt nicht aus, um damit den Einkommensrückgang der Landwirte durch direkte Einkommenstransfers zu kompensieren. Es tritt somit ein echter Zielkonflikt zwischen Agrareinkommen und Umweltqualität auf. Sollen die Agrareinkommen bei mehr Umweltqualität durch direkte Einkommenstransfers gesichert werden, müssen zusätzliche Mittel für die Landwirtschaft aus dem allgemeinen Steueraufkommen mobilisiert werden. Der Zielkonflikt verlagert sich dann allerdings in Richtung Umweltqualität und öffentliche Finanzen.

Zu beachten ist ferner, dass bei den hier gezeigten Größenordnungen von sektoralen Anpassungsreaktionen zu erwarten ist, dass auch die Verbraucher einen Anteil an der Finanzierung von mehr Umweltqualität erbringen und zwar in Form höherer Marktpreise für die Agrargüter. Um das Bild der Verteilungswirkungen zu vervollständigen, müsste das Analyseinstrumentarium deshalb noch um eine Marktmodellierungskomponente erweitert werden.

Hinsichtlich der Beziehungen zwischen den nationalen Politikzielen für eine multifunktionale Landwirtschaft und der internationalen Handelspolitik ist festzuhalten, dass eine geeignete Kombination von Steuerungsinstrumenten, die sowohl auf die Internalisierung positiver als auch negativer externer Effekte abzielt, nicht zwangsläufig produktionsanreizend wirken muss. In der Uruguay-Runde des GATT zum Abbau der Agrarprotektion sind erhebliche Fortschritte erzielt worden, was die differenzierte Bewertung und Behandlung unterschiedlicher Kategorien von Politikmaßnahmen nach ihren produktions- und handelsverzerrenden Wirkungen im Rahmen der WTO-Regelungen anbelangt. Eine solche Differenzierung birgt aber auch die Gefahr, dass der Handlungsspielraum für die Gestaltung der nationalen Politik unnötig eingeschränkt wird. Die differenzierte Bewertung sollte deshalb in der WTO durch eine integrierte Bewertung des Gesamtkomplexes der agrarpolitischen Maßnahmen eines Landes ergänzt werden. So könnten etwa produktgebundene Maßnahmen, die von einzelnen WTO-

Mitgliedstaaten im Rahmen ihrer nicht-handelsbezogenen Anliegen als wichtig angesehen werden, von den Protektionsabbauverpflichtungen ausgenommen werden, wenn gleichzeitig Maßnahmen ergriffen werden, die auch die negativen externen Kosten der Agrarproduktion deutlich reduzieren. Auf diese Weise ließen sich eventuell notwendige nicht-produktionsneutrale Subventionen glaubhaft legitimieren.

5.2 ... für die Weiterentwicklung des Modells

Das in diesem Arbeitspapier vorgestellte Modell wurde zur Bestimmung „optimaler“ Höhen von Internalisierungsinstrumenten für Umweltkosten und Kulturlandschaftsoutputs der landwirtschaftlichen Produktion verwendet. Als Instrumente wurden Vorleistungssteuern und Flächensubventionen berücksichtigt.

Es handelt sich hierbei um stilisierte Modellrechnungen aus folgenden Gründen:

- Die Ausgangsdaten über die Höhe der Umweltkosten und des Kulturlandschaftswertes sind gegriffen und basieren nicht auf statistischen Erhebungen.
- Die Form der Produktionsfunktionen für die Externalitäten sowie die Spezifizierung der Produktionselastizitäten basieren allein auf Plausibilitätsüberlegungen.
- Externalitäten entfalten ihre Kosten und Nutzen meist auf der regionalen und lokalen Ebene, da sie nicht wie Waren gehandelt werden können. Das Modell arbeitet hingegen auf der nationalen Ebene.

Die genannten Einschränkungen ermöglichen es nicht, aus dem Ansatz Schlussfolgerungen für die konkrete Politikgestaltung auf der lokalen und regionalen Ebene zu gewinnen. Das Modell kann keine räumlich disaggregierten Modelle (z.B. Flury, Gotsch und Rieder, 2001; Heckeley und Britz, 2001; Henrichsmeyer et al., 1996; Malitius, Mack und Moresino, 2001) ersetzen.

Aber auf der nationalen und supranationalen Ebene ist der Rahmen für agrarumweltrelevante Steuerungsinstrumente festzustecken. Gerade auf dieser Ebene sind Zielkonflikte zwischen Agrareinkommen, Umwelt, Staatsfinanzen, Marktorientierung und internationaler Arbeitsteilung unter Wohlfahrtsgesichtspunkten relevant. Das Modell soll Bindeglied zwischen der regionalisierten Analyse und stärker aggregierten Markt- und Handelsmodellen sein, um eine umfassendere und konsistente Abbildung der vielfältigen Wechselwirkungen zwischen Umwelt- und Agrarpolitik zu erlauben.

Allgemein besteht über die Höhe der externen Nutzen und Kosten der Landwirtschaft keine gesicherte Erkenntnis. Ansätze zur Messung von Zahlungsbereitschaften für Umwelt- und Landschaftsqualität lassen eine Übertragung der Ergebnisse auf Probleme der Politikbewertung nur sehr eingeschränkt zu (Cicia und Scarpa 2002; Drake 1992; Loomis 2002; Navrud 2002, Randall 2002). Die Situation, in der die Bewertung von Politikoptionen steht, ist also von hoher analytischer Unsicherheit gekennzeichnet.

In einer solchen Situation ist ein ökonomisches Modell hilfreich, das zunächst einfache funktionale Zusammenhänge postuliert und durch die Variation nur weniger Parameter die Effekte alternativer Hypothesen über die funktionalen Zusammenhänge (Sensitivitätsanalysen) auf die Politikgestaltung aufzeigt. Es geht dabei nicht um politische Feinsteuerung, sondern um das systematische Abwägen von Konsequenzen in einer Welt der Parameterunsicherheit.

Aus der bisherigen Arbeit an dem Modell ergeben sich deshalb folgende Konsequenzen:

- Mit dem Multifunktionalitätsmodell lassen sich zwar Produktionseffekte von Umweltsteuerungsmaßnahmen prinzipiell abbilden, aber Rückwirkungen über Preisanpassungen auf den Faktoreinsatz werden noch nicht berücksichtigt. Dies beeinträchtigt die Aussagefähigkeit des Modells zu den Wohlfahrtswirkungen. Hinzu kommt, dass das Modell von einem konstanten sozialen Grenznutzen der Warenoutputs ausgeht. Gerade wenn von agrarpolitischen Maßnahmen Rückwirkungen auf die Weltmarktpreise zu erwarten sind, kann die Nichtberücksichtigung solcher Rückkoppelungseffekte die Wohlfahrtsmessung verzerren. Gleiches gilt für den Fall, dass heimische und importierte Güter imperfekte Substitute sind (hierzu siehe auch Wahl und Eiteljörge, 2002), wovon bei dem hohen Aggregationsniveau des Modells eigentlich ausgegangen werden muss.
- Das Modell sollte deshalb mit einem Multi-Markt-Modell bzw. Agrarhandelsmodell verknüpft werden. Dies erst erlaubt Wechselbeziehungen zwischen Marktpolitik, Agrarhandelspolitik und multifunktionalen Aspekten adäquat zu berücksichtigen. Marktmodelle und Agrarhandelsmodelle können zwar die Effekte von Steuerungsmaßnahmen auf die Preise untersuchen (Schmitz 2002; van Tongeren et al., 2001; von Lampe, 1997 und 2001; Westhoff und Young II, 2001), allerdings erfassen sie in der Regel nicht die Rückwirkungen auf den Faktoreinsatz, Externalitäten und öffentliche Güter. Damit sind auch diese für eine umfassendere Bewertung von Politikmaßnahmen für eine multifunktionale Landwirtschaft wenig geeignet. Eine Verknüpfung mit dem Multifunktionalitätsmodell ist eine Möglichkeit zur Verbesserung der Nutzen-Kosten-Analyse. Als Kandidaten für eine solche Verknüpfung sollten nur mikroökonomisch geschlossene Marktmodelle und Handelsmodelle verwendet werden, die sich in an das mit MULTSIM unterstellte Optimierungskalkül anbinden lassen (z.B. Kirschke und Jechlitschka, 2002; Wahl, Weber und Froberg, 2000; Wahl und Eiteljörge, 2001).
- Mit der multifunktionalen Landwirtschaft sind vielfältige Zielsetzungen verbunden, die teilweise miteinander konkurrieren. Hilfreich ist zwar die Sichtbarmachung der Effekte auf die verschiedenen Teilziele. Modelle zur politischen Entscheidungsunterstützung sollten aber auch das Auffinden von Lösungen für die Politikvariablen unterstützen. Dies erfolgt in dem Modell ansatzweise über die Maximierung einer Wohlfahrtsfunktion, bei der verschiedene Teilziele im Indikator Gesamtwohlfahrt zusammengefasst werden. Dies erfordert, dass alle Teilziele in einer Dimension (Geldeinheiten) ausgedrückt werden können und impliziert ein a-priori Gewichtungsschema. Hiermit sind auf der analytischen Ebene zu viele Vorentscheidungen verbunden mit der Gefahr, dass wichtige politische Präferenzen erst gar nicht berücksichtigt werden. Flexiblere Optimierungsansätze für Mehrfachzielsetzungen wie z.B. die Referenzpunktoptimierung (Wierzbicki 2000) sollten deshalb stärker in Betracht gezogen werden. Dies wird vor allem wichtiger, wenn das Modell durch Verknüpfung mit einer Marktmodell zusätzliche Zielgrößen berechnet (z.B. Selbstversorgungsgrade, Budgetausgaben für Exporterstattungen).
- Mit Unsicherheiten über die Produktionsparameter einer multifunktionalen Landwirtschaft sollte offensiv umgegangen werden, d.h. Szenarien sind für einen Bereich von Parameterkonstellationen zu testen und Aussagen über die Stabilität der Ergebnisse bei Parametervariationen zu machen. Dies kann vereinzelt durch Sensitivitätsanalysen (siehe Kapitel 4) erfolgen. Stochastische Simulationen bei unsicheren Parametern können die Aussagefähigkeit des Modells jedoch erhöhen. Erweisen sich bestimmte Politikalternativen hinsichtlich des Grades der Zielerreichung als relativ robust, so können sie bei gegebener Unsicherheit schon deshalb anderen Alternativen vorgezogen werden.

Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass die empirische Spezifizierung von MULTSIM noch sehr rudimentär ist, weil es zunächst um die Schaffung eines Modellrahmens ging. Notwendig ist unter anderem noch eine systematischere Auswertung von Studien zum monetären Umfang externer Effekte, zu den funktionalen Zusammenhängen zwischen externen Effekten und landwirtschaftlicher Produktion und zur Zahlungsbereitschaft für Externalitäten.

Literatur

- Ahner, Dirk (2001): The Role of Public Agencies and the Institutional Setting for Policy Modelling, Experience and Perspective of the EU Commission's DG Agri. In: Agricultural Sector Modelling and Policy Information Systems. Hrsg.: T. Heckelei, H.P. Witzke, W. Henrichsmeyer. Kiel: Wissenschaftsverlag Vauk, 310-313.
- Anderson, Kym (2000): Agriculture's 'multifunctionality' and the WTO. The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, Vol. 44(3), 475-494.
- Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften (1994): Beschluß des Rates vom 22. Dezember 1994 über den Abschluß der Übereinkünfte im Rahmen der multilateralen Verhandlungen der Uruguay-Runde (1986-1994) im Namen der Europäischen Gemeinschaft in bezug auf die in ihre Zuständigkeiten fallenden Bereiche. Amtsblatt L 336, 23. Dezember 1994.
- Blandford, David; Boisvert, Richard N. (2001): Non-trade concerns and domestic/international policy choice. Paper presented on the 77th EAAE seminar, 17-18 August 2001, Helsinki.
- Brookes, Anthony et al. (1998): GAMS: A User's Guide. Washington, D.C..
- Brouwer, Roy; Slangen, Louis H.G. (1998): Contingent valuation of the public benefits of agricultural wildlife management: the case of Dutch peat meadow land. European Review of Agricultural Economics, Vol. 25(1), 53-72.
- Brunstad, Rolf Jens; Gaasland, Ivar; Vårdal, Erling (2001): Multifunctionality of agriculture: An inquiry into the complementarity between landscape preservation and food security. Paper presented on the 77th EAAE seminar, 17-18 August 2001, Helsinki.
- Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2001): Buchführungsergebnisse der Testbetriebe 1999/2000. Ergänzung zum Agrarbericht 2001 der Bundesregierung.
- Burrell, Alison (2001): Multifunctionality and agricultural trade liberalisation. Paper presented at the 77th EAAE Seminar, 17-18 August 2001, Helsinki.
- Cahill, Carmel (2001): The multifunctionality of agriculture: What does it mean?. Euro-Choices, Spring 2001, 36-40.
- Chambers, Robert G. (1988): Applied production analysis: a dual approach. New York, Melbourne, Cambridge: Cambridge University Press.
- Chiang, Alpha C. (1984): Fundamental Methods of Mathematical Economics. 3rd edition. Singapore: McGraw-Hill.
- Cicia, Gianni; Scarpa, Ricardo (2002): Willingness to Pay for Rural Landscape Preservation>: A Case Study in Mediterranean Agriculture. Paper presented on the International Workshop on Pricing Environmental Services of Agriculture, 16-18 October 2002, University Giessen, Rauschholzhausen.

- Dixit, Praveen M.; Roningen, Vernon Oley (1986): Modeling Bilateral Trade Flows with the Static World Policy Simulation (SWOPSIM) Modeling Framework. USDA, ERS Staff Report No. AGES861124, Washington D.C..
- Drake, Lars: The non-market value of the Swedish agricultural landscape. *European Review of Agricultural Economics*, Vol. 19, 351-364.
- Drud, Arne (1985): A GRG Code for Large Sparse Dynamic Nonlinear Optimization Problems. In: *Mathematical Programming*, Vol. 31, 152-191.
- Drud, Arne (1992): CONOPT – A Large-Scale GRG Code. In: *ORSA Journal of Computing* Vol. 6, 207-216.
- Eberle, W.D.; Hayden, F.G. (1991): Critique of Contingent Valuation and Travel Cost Methods for Valuing Natural Resources and Ecosystems. *Journal of Economic Issues*, Vol. 15, 351-364
- European Commission (1999a): Contribution of the European Community on the Multifunctional Character of Agriculture. Info-Paper, October 1999, Brussels.
- European Commission (1999b): Agricultural Council: Political Agreement on CAP reform. Newsletter, 11 March 1999, Brussels.
- Europäische Kommission (2002): Halbzeitbewertung der Gemeinsamen Agrarpolitik. Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament. KOM(2002) 394 endgültig, 10. Juli 2002, Brüssel.
- Europäische Kommission (2003): EU-Kommission legt Agrarreformvorschläge vor, die den Landwirten eine langfristige Perspektive für eine nachhaltige Landwirtschaft geben soll. Pressemitteilung vom 22. Januar 2003, Brüssel.
- Eurostat: Economic accounts for agriculture and forestry and agricultural labour input statistics: detailed tables. CD-ROM 2000 edition.
- Fischler, Franz (2003): GAP Reform – eine Langzeitperspektive für eine nachhaltige Landwirtschaft. COMAGRI – Ausschuss für Landwirtschaft, Brüssel, 22.1.2003.
- Flaten, Olaf (2001): Food security and international trade: The Norwegian case. Paper presented at the 77th EAAE Seminar, 17-18 August 2001, Helsinki.
- Flury, Christian; Gotsch, Nikolaus; Rieder, Peter (2001): The Effects of Alternative Direct Payment Regimes on Ecological and Socio-Economic Indicators: Results of a Spatial Linear Programming Model for a Swiss Alpine Region. In: *Agricultural Sector Modelling and Policy Information Systems*. Hrsg.: T. Heckeley, H.P. Witzke, W. Henrichsmeyer. Kiel: Wissenschaftsverlag Vauk, 160-168.
- GATT (1947): The General Agreement on Tariffs and Trade.
- Groote, Ulrike; Deblitz, Claus; Stegmann, Susanne (2001): International trade in agricultural products: The impact of environmental standards on costs and competitiveness. Paper presented on the 77th EAAE seminar, 17-18 August 2001, Helsinki.
- Heckeley, Thomas; Britz, Wolfgang (2001): Concept and Explorative Application of an EU-wide Regional Agricultural Sector Model (CAPRI-Project). In: *Agricultural Sector Modelling and Policy Information Systems*. Hrsg.: T. Heckeley, H.P. Witzke, W. Henrichsmeyer. Kiel: Wissenschaftsverlag Vauk, 281-290.

- Henrichsmeyer, Wilhelm (1995): Das Konzept des SPEL-Systems: Stand und Perspektiven. Hrsg.: Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften. Statistische Dokumente, Themenkreis 5: Land- und Forstwirtschaft Fischerei, Reihe E: Methoden.
- Henrichsmeyer, Wilhelm et al. (1996): Entwicklung des gesamtdeutschen Agrarsektormodells RAUMIS96 am Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre, Agrarpolitik und Landwirtschaftliches Informationswesen der Universität Bonn. *Agrarwirtschaft*, Heft 4/5, 213-215.
- Kirschke, Dieter; Jechlitschka, Kurt (2002): *Angewandte Mikroökonomie und Wirtschaftspolitik in Excel*. München: Vahlen.
- Kirschke, Dieter; Weber, Gerald (2002): What future for EU agricultural policy liberalisation?. *Quarterly Journal of International Agriculture*, Vol. 41(4), 273-276.
- Latacz-Lohmann, Uwe; Hodge, Ian (2001): 'Multifunctionality' and 'free trade': conflict or harmony?. *EuroChoices*, Spring 2001, 42-46.
- Loomis, John (2002): Estimating Economic Values of Open Space Preservation: A Comparison of Dichotomous and Trichotomous Choice Contingent Valuation and Transaction Evidence. Paper presented on the International Workshop on Pricing Environmental Services of Agriculture, 16-18 October 2002, University Giessen, Rauschholzhausen.
- Malitius, Oliver; Mack, Gabriele; Moresion, Marco (2001): The Swiss agricultural model SILAS – an example of quantitative decision support systems for policy makers. In: *Agricultural Sector Modelling and Policy Information Systems*. Hrsg.: T. Heckelei, H.P. Witzke, W. Henrichsmeyer. Kiel: Wissenschaftsverlag Vauk, 169-176.
- McFadden, D. (1994): Contingent Valuation and Social Choice. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 76, 689-708.
- Müller, M. (2002): Präferenzen und Zahlungsbereitschaft für ausgewählte Landschaftsfunktionen – Ökonomische Bewertung der Umwelt auf der Basis der adaptiven Conjoint-Analyse. *Agrarökonomische Monographien und Sammelwerke*. Kiel: Wissenschaftsverlag Vauk.
- Navrud, Ståle (2002): Strengths, weaknesses and policy utility of valuation techniques and benefit transfer methods for rural amenities Multifunctionality of agriculture: An inquiry into the complementarity between landscape preservation and food security. Paper presented on the International Workshop on Pricing Environmental Services of Agriculture, 16-18 October 2002, University Giessen, Rauschholzhausen.
- OECD (2001): *Multifunctionality: towards an analytical framework*. Paris.
- Paarlberg, Philip L.; Bredahl, Maury; Lee, John G. (2002): Multifunctionality and Agricultural Trade Negotiations. *Review of Agricultural Economics*, Vol. 24(2), 322-335.
- Pearce, David W.; Turner, R. Kerry (1990): *Economics of natural resources and the environment*. Hempstead: Harvester Wheatsheaf.
- Peterson, Jeffrey M.; Boisvert, Richard N.; de Gorter, Harry (2002): Environmental policies for a multifunctional agricultural sector in open economies. *European Review of Agricultural Economics*, Vol. 29 (4), 423-443.
- Randall, Alan (2002): Valuing the outputs of multifunctional agriculture. *European Review of Agricultural Economics*, Vol. 29(3), 289-207

- Romstad, Eirik et al. (2000): Multifunctional Agriculture: Implications for Policy Design. Agricultural University of Norway, Department of Economics and Social Sciences, Report No. 21.
- Rutherford, Thomas: An Excel Data Transfer Utility. [Http://debreu.colorado.edu/xllink/xllink.htm](http://debreu.colorado.edu/xllink/xllink.htm).
- Schmitz, Peter Michael (2002): Wirtschaftliche Auswirkungen einer Kulturlandschaftsprämie. Forschungsprojekt im Auftrag der FDP-Bundestagsfraktion, Gießen.
- Schmitz, Peter Michael: Halbzeitbewertung der Agenda 2000: Chancen und Risiken von Fischlers Reformkurs. *Agrarwirtschaft* Nr. 51(6), 289-291.
- Schumway, R.C.; Pope, R.D.; Nash, E. (1984): Allocatable fixed inputs and jointness in agricultural production: implications for economic modeling. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 66(1), 72-78.
- Sumner, Daniel A. (2000): Domestic support and the WTO negotiations. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, Vol. 44(3), 457-474.
- Tinbergen, J. (1950): *On the Theory of Economic Policy*. Amsterdam, Elsevier.
- Van Tongeren, Frank et al. (2001): Review of agricultural trade models with EU policy relevance. In: *Agricultural Sector Modelling and Policy Information Systems*. Hrsg.: T. Heckeley, H.P. Witzke, W. Henrichsmeyer. Kiel: Wissenschaftsverlag Vauk, 27-43.
- Vatn, Arild (2002): Multifunctional agriculture: some consequences for international trade regimes. *European Review of Agricultural Economics*, Vol. 29(3), 309-327.
- Von Lampe, Martin (1997): Modelling impacts on World Agricultural Markets Using WATSIM. In: *The effects of a worldwide liberalisation of the markets for cereals, oilseeds and pulses on agriculture in the European Union*. Hrsg.: Statistical Office of the European Communities, Institute for Agricultural Policy of the University of Bonn. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 6-24.
- Von Lampe, Martin (2001): The impact of South-East Asian food demand on global markets – An application of WATSIM. In: *Agricultural Sector Modelling and Policy Information Systems*. Hrsg.: T. Heckeley, H.P. Witzke, W. Henrichsmeyer. Kiel: Wissenschaftsverlag Vauk, 299-309.
- Wahl, Olaf; Weber, Gerald; Froberg, Klaus (2000): Documentation of the Central and Eastern European Countries Agricultural Simulation Model (CEEC-ASIM Version 1.0). Hrsg.: K. Froberg, M. Hartmann, P. Tillack. Halle/Saale: IAMO. Discussion paper No. 27.
- Wahl, Olaf; Eiteljörge, Uwe (2001): Effects of the Common Agricultural Market and Accession to the WTO on the Russian Agricultural Sector. In: *Agricultural Sector Modelling and Policy Information Systems*. Hrsg.: T. Heckeley, H.P. Witzke, W. Henrichsmeyer. Kiel: Wissenschaftsverlag Vauk, 211-219.
- Weber, Gerald (2001): Agricultural Policy Analysis in Transition Countries with CEEC-ASIM: who will loose, who will gain by EU-accession? In: *Agricultural Sector Modelling and Policy Information Systems*. Hrsg.: T. Heckeley, H.P. Witzke, W. Henrichsmeyer. Kiel: Wissenschaftsverlag Vauk, 220-228.
- Westhoof, Patrick; Young II, Robert (2001): The Status of FAPRI's EU Modelling Effort In: *Agricultural Sector Modelling and Policy Information Systems*. Hrsg.: T. Heckeley, H.P. Witzke, W. Henrichsmeyer. Kiel: Wissenschaftsverlag Vauk, 256-263.

- Wierzbicki, Andrezej P. (2000): Multi-Objective and Reference Point Optimization Tools. In: Model-Based Decision Support Methodology with Environmental Application (Hrsg.: Wierzbicki, Andrejz P.; Makowski, Marek; Wessels, Jaap). Dordrecht: Kluwer und Laxenburg: IIASA.
- WTO (2001): Ministerial Declaration. Ministerial Conference, 4th Session, Doha, 9-14 November 2001. WT/MIN(01)/DEC/1, 20 November 2001.
- WTO (2002a): WTO Agriculture Negotiations: The issues, and where we are now. 8 April 2002
- WTO (2002b): Negotiations on Agriculture – Overview. Committee on Agriculture, Special Session. TN/AG/6, 18 December 2002.
- Yrjölä, Tapani; Kola, Jukka (2001): Cost-benefit analysis of multifunctional agriculture in Finland. Paper presented at the 77th EAAE Seminar, 17-18 August 2001, Helsinki.