ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of
ZBW
Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Schmid, Erwin

Working Paper

Das Betriebsoptimierungssystem FAMOS - FArM Optimization System

Diskussionspapier, No. DP-09-2004

Provided in Cooperation with:
University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Department of Economics and Social Sciences, Institute of Sustainable Economic Development

Suggested Citation: Schmid, Erwin (2004) : Das Betriebsoptimierungssystem FAMOS - FArM Optimization System, Diskussionspapier, No. DP-09-2004, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Institut für nachhaltige Wirtschaftsentwicklung, Wien

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/236549

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

Das Betriebsoptimierungs-system FAMOS

FAr**M** **O**ptimization **S**ystem

Erwin Schmid

Diskussionspapier
DP-09-2004
Institut für nachhaltige Wirtschaftsentwicklung

November 2004

University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna
Department of Economics and Social Sciences

universität des lebens

Das Betriebsoptimierungssystem – FAMOS

FAr**M O**ptimization **S**ystem

Erwin Schmid[1]

Kurzfassung

Die lokalen und globalen Herausforderungen sind überwiegend in der Zusammensetzung des gesellschaftlichen Zielbündels abgebildet. Für das Erreichen der gesellschaftlichen Ziele werden zunehmend ergebnisorientierte Instrumente eingesetzt, die direkt bei den Akteuren ansetzen und vermehrt Marktsignale berücksichtigen. Die wirtschaftlichen und umweltbedingten Konsequenzen einer Politikimplementierung lassen sich oft schwer quantifizieren und beinhalten meist einen großen Anteil an Unsicherheit. Die daten- und computerunterstützte Politikanalyse bietet neue Möglichkeiten, komplexe Zusammenhänge zu erkennen und in den politischen Entscheidungsprozess mit einzubinden. Der Beitrag präsentiert das Betriebsoptimierungssystem FAMOS, in dem typische land- und forstwirtschaftliche Betriebe für Österreich nach regionalen und strukturellen Kriterien abgeleitet und mit der Methode der Mathematischen Programmierung modelliert werden. Ein heterogener Pool von Betriebsdaten wird systematisch aufbereitet, wobei klar definierte Schnittstellen eine flexible Anwendung des integrierten Daten- und Modellsystems erlauben. Damit ist eine Grundlage geschaffen, die eine regelmäßige Datenerneuerung und Modellentwicklung erleichtert und für begleitende Politikanalysen herangezogen werden kann. FAMOS wird angewendet um Effekte der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik im Jahre 2003 auf Betriebsebene zu quantifizieren. Erste Ergebnisse zeigen, dass die Effekte auf Betriebsebene stark variieren, sodass es Verlierer und Gewinner gibt.

Schlagwörter: Betriebsoptimierungssystem; Mathematische Programmierung; Politikberatung; Agrarpolitik; Umweltpolitik;

---

[1] Dipl. Ing. Dr. Erwin Schmid ist Assistent am Institut für nachhaltige Wirtschaftsentwicklung der Universität für Bodenkultur Wien, Kontakt: e-mail: erwin.schmid@boku.ac.at.

Das Betriebsoptimierungssystem FAMOS ist im Rahmen des Projektes (Nr. 1319) *Ein regionalisiertes Produktions- und Einkommenssimulationsmodell für den österreichischen Agrarsektor* im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) initiiert worden. Der vorliegende Text dient als Grundlage für die Modelldokumentation und wird entsprechend der Modellentwicklung angepasst. Stand: 1. 12. 2005

Abstract

Tackling societal problems, instrument targeting becomes more important in policy formulation. The economic and environmental consequences of policy implementation are often difficult to quantify and usually include uncertainties. Data and computer intensive policy analyses offer new possibilities to explore complex relationships in the natural and social environment and support the policy decision process. This article presents the farm optimisation system FAMOS in which typical farms for Austria are derived with respect to a set of regional and structural criteria. The farms are modelled using the method of Mathematical Programming. An heterogeneous pool of farm data is systematically processed and clearly defined interfaces allow flexible applications of the integrated data and modelling system. Consequently, a base for periodical data updating and model development is established that is able to provide accompanying and consistent policy analyses. FAMOS is employed to quantify effects of the recent Common Agricultural Policy reform at farm level. First model results indicate that effects at farm level vary substantially such that some win and some lose.

key words: Farm optimisation system; Mathematical programming; Agricultural policy; environmental policy;

1. Einleitung und Modellphilosophie

Der europäische land- und forstwirtschaftliche Sektor ist zunehmend mit Änderungen der natürlichen und politischen Rahmenbedingungen konfrontiert. Häufigkeit und Umfang der Änderungen nehmen stetig zu um den gesellschaftlichen Herausforderungen gerecht zu werden, welche wiederum neue Lösungsansätze und Anpassungsstrategien bei politischen Entscheidungsträgern und Landwirten einfordern. Natürliche Ressourcen werden zunehmend abgebaut und transformiert, wobei Wissenschafter und Entscheidungsträger nach umsetzbaren Möglichkeiten suchen, um diesen Prozess nachhaltig zu steuern. Aktuelle umweltrelevante Problemgebiete umfassen Klimawandel, Trinkwasserverfügbarkeit, Luftqualität, Bodenschutz, und die Verringerung der Biodiversität. Die Land- und Forstwirtschaft ist mit diesen Problemgebieten unterschiedlich verbunden. Zum einen tragen sie zur Verschlechterung der Umweltqualität bei, indem sie z.B. chemische Betriebsmittel intensiv einsetzen und nicht-nachhaltige Bewirtschaftungstechniken anwenden. Zum anderen tragen sie zur Verbesserung der Umweltqualität bei, indem sie z.B. Flächen für Kohlenstoffsenken, Biotope, und Naturschutz anbieten. Wie letztlich die natürlichen Ressourcen von der Land- und Forstwirtschaft beeinflusst werden, hängt vor allem von der Art und Weise der Bewirtschaftung ab.

Die land- und forstwirtschaftliche Bewirtschaftung ist überwiegend von ökonomischen und ökologischen Anreizen bestimmt. Marktanreize beziehen sich auf Preise von Produkten und

technologischen Prozessen. Zusätzlich werden Prämien verwendet, um ein Bündel von agrar-, sozial- und umweltpolitischen Zielen zu erreichen. Ein historisch wichtiges agrarpolitisches Ziel in den einzelnen EU Mitgliedsstaaten ist die Lebensmittelsicherung mit heimischer Produktion und zu angemessenen Preisen. Dieses Ziel ist vor allem mit der Erhaltung landwirtschaftlicher Betriebe gleichgesetzt worden. Zusätzlich wurden politische Anreize gesetzt, die zu intensiveren Produktionstechniken führten, welche wiederum die Umweltqualität und den Strukturwandel nachhaltig beeinflussen.

Die Liste aktueller agrar- und umweltpolitischer Ziele reflektiert nach wie vor die gesellschaftlichen Grundbedürfnisse (Lebensmittelsicherung, Naturschutz, etc.) und ist mit neuen Herausforderungen (Klimawandel, Energiesicherung, etc.) ergänzt. Hingegen haben sich die Instrumente zur Erreichung des Zielbündels im letzten Jahrzehnt deutlich geändert. Dieser Prozess wurde vor allem durch das steigende Agrarbudget und den Druck der Steuerzahler beschleunigt. Mit der konsequenten Fortsetzung des am Beginn der neunziger Jahre begonnenen Reformprozesses werden vermehrt Instrumente eingesetzt, die direkt bei den Betroffenen ansetzen und zielgerichtet marktwirtschaftliche, umweltrelevante und regionalpolitische Probleme behandeln. Grundsätzlich sollen jene Land- und Forstwirte gefördert werden, die im Gegenzug entsprechende Umweltleistungen anbieten können. Parallel dazu haben technische Fortschritte im Bereich der Computeranwendung, Fernerkennung (remote sensing), des Monitorings und in der land- und forstwirtschaftlichen Wissenschaft unsere Fähigkeit verbessert, positive und negative Externalitäten in die Produktionsprozesse zu internalisieren.

Das Betriebsoptimierungssystem FAMOS (Schmid, 2004) ist ein Werkzeug, das kausale Zusammenhänge zwischen anreizorientierten Instrumenten, den Reaktionen der Betroffenen und den wirtschaftlichen und umweltrelevanten Konsequenzen herstellt. Es kann sowohl für die aktuelle Politikberatung als auch in der wissenschaftlichen Diskussion eingesetzt werden. Damit könnten z.B. neue umweltorientierte Instrumente oder Programme vor ihrer Implementierung umfassend auf Betriebsebene analysiert werden. Zudem können die Auswirkungen neuer land- und forstwirtschaftlicher Technologien, die bisher nur in experimentellen Untersuchungen analysiert wurden, großflächig abgeschätzt werden. Der wissenschaftliche Wert dieses Modells liegt vor allem in der Möglichkeit es mit anderen ökonomischen und biophysikalischen Modellen (Positive Agricultural Sector Model Austria - PASMA; Agricultural sector in the Member states and EU: Econometric Modelling for Projections and Analysis of EU policies on Agriculture, Forestry and the Environment - AG-MEMOD; Environmental Policy Integrated Climate - EPIC; Agricultural Policy Environmental eXtender - APEX) und Datensystemen (Landwirtschaftliche Gesamtrechnung - LGR) zu verbinden. So könnten z.B. betriebliche Futterbilanzen in die Futterbilanzierung der LGR miteingebunden werden, oder betriebliche Nährstoffbilanzen und andere umweltrelevante Emissionen als Grundlage für eine ressourcen- und umweltbezogene LGR dienen. Umgekehrt könnten biophysikalische Modelle (EPIC, APEX) wetter-, boden- und managementbezogene Er-

trags- und Emissionskoeffizienten liefern. Damit könnte die Kausalkette ökonomischer und umweltbedingter Zusammenhänge um weitere Dimensionen (Boden, Klima, Topographie, etc.) verlängert werden.

Das Betriebsoptimierungssystem FAMOS fügt sich nahtlos in eine Gruppe von Betriebsoptimierungsmodellen, die in der EU verwendet werden, ein. Die folgende selektive Auswahl zeigt, dass FAMOS die Stärken verschiedener Ansätze in sich vereint. Das Betriebsgruppenmodell FARMIS (Jacobs, 1998; Schleef, 1999) bildet den deutschen Agrarsektor mit homogenen Betriebsgruppen auf der Basis von Buchführungsdaten ab. Die Ergebnisse werden mittels konsistenten Hochrechnungsfaktoren auf regionale und sektorale Ebenen aggregiert. Das einzelbetriebliche Optimierungsmodell BEMO (Kleinhanß, 1996) ist Teil des bewährten Modellverbundes (Manegold et al., 1998), welchem das Regionsmodell RAUMIS (Henrichsmeyer et al., 1996) und das Marktmodell GAPsi (Frenz und Manegold, 1995) angehören. Dieser Verbund wird vor allem für begleitende Analysen in der Agrarpolitik eingesetzt. Das lineare Programmierungsmodell A-ROPAj ist ursprünglich für agrarpolitische Analysen in Frankreich (INRA) entwickelt worden. Mittlerweile ist es kompatibel mit dem FADN System (Farm Accountancy Data Network) und wird für Analysen auf Europäischer Unionsebene eingesetzt (Jayet et al., 2000).

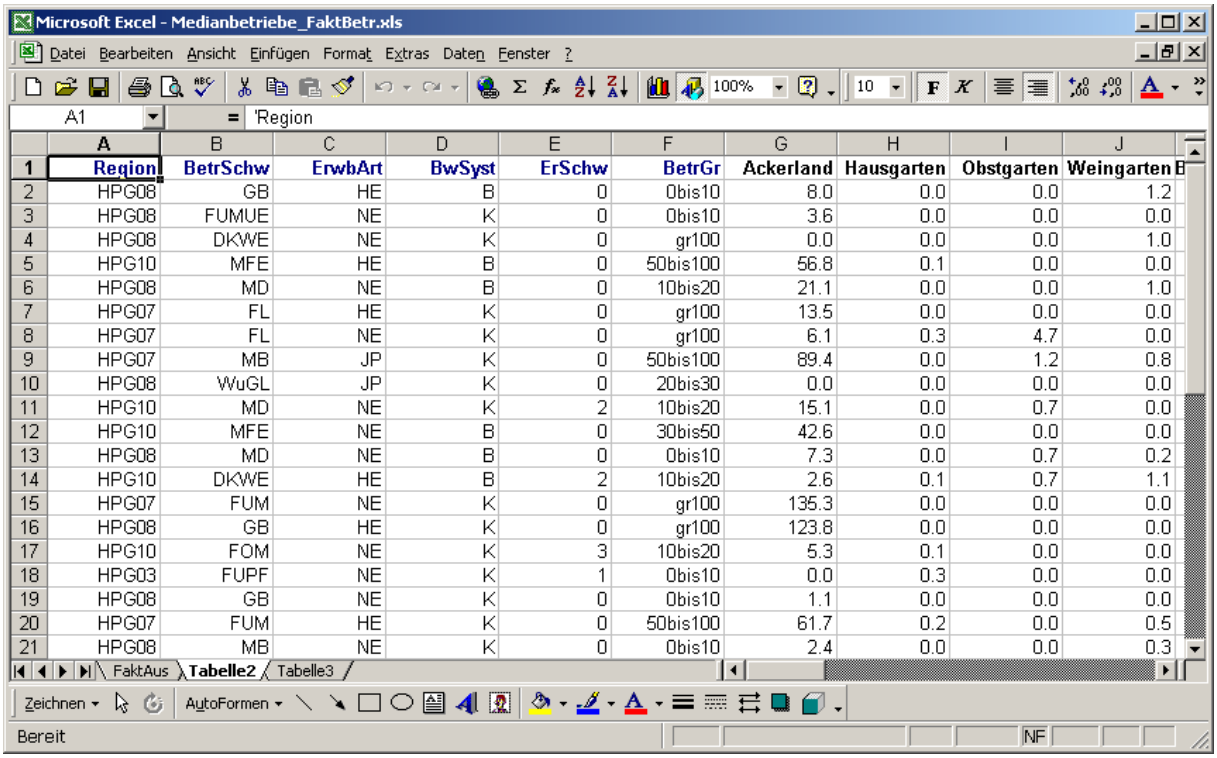
Der Beitrag setzt sich folgendermaßen fort. Als nächstes werden kurz Datenpool und -management beschrieben, woraus klar definierte Datenschnittstellen abgeleitet werden. Die Schnittstellen gewähren die Integration von Daten und Modellen sowohl auf der Input- als auch auf der Outputseite. Anschließend werden Struktur und technische Details von FAMOS beschrieben. Aspekte der Modellvalidierung und -kalibrierung werden daran anschließend behandelt, wobei auf die Möglichkeit einer Methodenkombination hingewiesen wird. Eine Anwendung von FAMOS soll die Analysemöglichkeiten aufzeigen. Im Konkreten wird es angewendet, um die Bandbreite von betrieblichen Auswirkungen der österreichischen Implementierung der letzten GAP-Reform zu quantifizieren. Den Abschluss bilden eine umfassende Zusammenfassung und mögliche fortführende Entwicklungsschritte.

2. Datenschnittstelle und -management

Datenmanagement und detailliert formulierte Schnittstellen sind wesentliche Voraussetzungen für datenintensive Modellanalysen. Das integrierte Daten- und Modellsystem ist so gestaltet, dass es eine hohe Flexibilität in der Anwendung bietet. Dabei wird ein Datenpool, der sich aus INVEKOS, Agrarstrukturerhebungen, Buchführungsbetrieben, Standarddeckungsbeiträgen, Standardarbeitskräfteerhebungen, und Literaturrecherchen (OECD, 2004; FAPRI-Ireland-Partnership 2003; Eder et al., 2002, und Freyer et al., 2001; etc.) zusammensetzt, systematisch bearbeitet und aufbereitet um typische land- und forstwirtschaftliche Betriebe für Österreich abzuleiten und zu beschreiben. Die Auswahl der Betriebe wird nach regionalen und strukturellen Krite-

rien vorgenommen, sodass eine Zuordnung zu Hauptproduktionsgebiet, Betriebsschwerpunkt, Erwerbsart, Bewirtschaftungssystem, Erschwerniszone, und Betriebsgröße getroffen werden kann. Jedes der sechs Kriterien ist in mehreren Klassen unterteilt, wobei ein tatsächlicher Betrieb als Repräsentant für jede Klassenkombination ausgewählt wurde. Umgekehrt können aufgrund der Klassenumfänge flexible Gewichtungsvektoren abgeleitet werden, welche eine Zusammenfassung der Betriebsergebnisse auf regionale und strukturelle Aggregate erlaubt. Die Klassenkombinationen stellen auch ein eindeutiges Referenzsystem im Daten- und Modellsystem dar, um Zuordenbarkeit von Dateninput und –output zu gewährleisten. Input- und Outputdaten werden in MS EXCEL gespeichert und direkt von GAMS (General Alegbraic Modeling System) eingelesen.

Abbildung 1: Datenschnittstelle in MS EXCEL mit eindeutigem Referenzsystem



Region	BetrSchw	ErwbArt	BwSyst	ErSchw	BetrGr	Ackerland	Hausgarten	Obstgarten	Weingarten
HPG08	GB	HE	B	0	0bis10	8.0	0.0	0.0	1.2
HPG08	FUMUE	NE	K	0	0bis10	3.6	0.0	0.0	0.0
HPG08	DKWE	NE	K	0	gr100	0.0	0.0	0.0	1.0
HPG10	MFE	HE	B	0	50bis100	56.8	0.1	0.0	0.0
HPG08	MD	NE	B	0	10bis20	21.1	0.0	0.0	1.0
HPG07	FL	HE	K	0	gr100	13.5	0.0	0.0	0.0
HPG07	FL	NE	K	0	gr100	6.1	0.3	4.7	0.0
HPG07	MB	JP	K	0	50bis100	89.4	0.0	1.2	0.8
HPG08	WuGL	JP	K	0	20bis30	0.0	0.0	0.0	0.0
HPG10	MD	NE	K	2	10bis20	15.1	0.0	0.7	0.0
HPG10	MFE	NE	B	0	30bis50	42.6	0.0	0.0	0.0
HPG08	MD	NE	B	0	0bis10	7.3	0.0	0.7	0.2
HPG10	DKWE	HE	B	2	10bis20	2.6	0.1	0.7	1.1
HPG07	FUM	NE	K	0	gr100	135.3	0.0	0.0	0.0
HPG08	GB	HE	K	0	gr100	123.8	0.0	0.0	0.0
HPG10	FOM	NE	K	3	10bis20	5.3	0.1	0.0	0.0
HPG03	FUPF	NE	K	1	0bis10	0.0	0.3	0.0	0.0
HPG08	GB	NE	K	0	0bis10	1.1	0.0	0.0	0.0
HPG07	FUM	HE	K	0	50bis100	61.7	0.2	0.0	0.5
HPG08	MB	NE	K	0	0bis10	2.4	0.0	0.0	0.3

Quelle: eigene Darstellung.

Die sechs regionalen und strukturellen Kriterien (Region, BetrSchw, ErwbArt, BwSyst, ErSchw und BetrGr) stellen auch den grundlegenden Rahmen für die Modellstruktur von FAMOS dar. Ein Vorteil dieses Daten- und Modellansatzes liegt in der Möglichkeit Betriebsklassen flexibel abzugrenzen, was individuell für jedes der sechs Kriterien vorgenommen werden kann. So könnten die Betriebe eines Wassereinzugsgebietes nach den sechs Kriterien klassifiziert werden, wobei die regionale Abgrenzung nicht unbedingt nach Hauptproduktionsgebiete sondern z.B. nach

Gemeinden getroffen werden kann. Die ausgewählten Betriebe könnten in der Datenschnittstelle (Abbildung 1) gespeichert und direkt von dem Betriebstypenmodell in GAMS eingelesen werden. Eine weitere Möglichkeit ist eine Teilauswahl von typischen Betrieben in den beiden erstellten Datensätzen zu treffen. Der aktuelle Datensatz beinhaltet ca. 7000 Betriebe, deren Auswahl auf Grundlage der Agrarstrukturerhebung 1999 getroffen wurde. Unabhängig vom gewählten Datensatz wird nur ein allgemeines Betriebstypenmodell (FAMOS) in GAMS entwickelt, das im Loop-Verfahren jeden einzelnen Betrieb löst. Die flexible Anwendung des Daten- und Modellsystems ermöglicht den Einsatz für die Analyse von Forschungsfragen in der Umwelt-, Regional- und Agrarpolitik. Damit soll die regelmäßige Datenerneuerung und -ergänzung, sowie die Weiterentwicklung des Betriebstypenmodells über einen längeren Zeitraum gewährleistet sein.

Die Beschreibung der Variablen, z.B. im Bereich Faktorausstattung und Anbauverhältnis, folgt überwiegend der Nomenklatur von Primärdaten (Agrarstrukturerhebung, INVEKOS, etc.). Damit soll die Datentransparenz und -kontrolle vereinfacht und die Vermittlung von eindeutiger Information zwischen Modellierer und Interessenten verbessert werden. Jedoch sind einige Ausnahmen hinsichtlich modelltechnischer Überlegungen vorgenommen worden. Dabei wurden einige Variablen aggregiert oder segregiert, um die Zuordenbarkeit und Abgrenzung im Modell zu verbessern. Generell wird versucht die Datenbandbreite ins Modell zu integrieren, um das Spektrum von beobachteten und realistischen Produktionsaktivitäten, die dem Betrieb in Form von Produktionsmöglichkeiten zur Verfügung stehen, abzubilden.

Die Produktion, Technologie und Kosten aller betrieblichen Aktivitäten werden in Form von Deckungsbeitragsberechnungen abgebildet (Pflanzen- und Tierproduktion, Dienstleistungen, etc.). Als Grundlage dienen die Standarddeckungsbeitragskataloge (BMLFUW, 2002a, 2002b; Eder et al., 2002). Besonders die prozessorientierte Gliederung der Produktion und deren Deckungsbeiträge ermöglicht die Abbildung von konventionellen und biologischen Bewirtschaftungssystemen sowie managementbezogenen Maßnahmen (z.B. Winterbegrünung, Reduktion/Verzicht auf ertragssteigende Betriebsmittel). Damit kann z.B. die Produktion von Gerste, konventionell oder biologisch, mit oder ohne Winterbegrünung, etc. erfolgen. Die meisten Deckungsbeitragskomponenten (Maschinenkosten, Pflanzenschutzkosten, Tierarztkosten, etc.) werden modellexogen errechnet. Die endgültige Deckungsbeitragskalkulation wird jedoch im Betriebsmodell durchgeführt, indem Erlöse, Kosten, Ausgleichszahlungen und sonstige Förderungen, sowie Zukauf und Transfer von Betriebsmitteln (z.B. Futter- und Düngermittel) ermittelt und den einzelnen Betriebsaktivitäten zugeordnet werden. Die übrigen technischen Koeffizienten, um betriebliche Bilanzen wie z.B. Futter- und Düngerbilanzen zu erstellen, sind aus einschlägiger Fachliteratur gesammelt worden.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Modellierung von verschiedenen Förderungssystemen. Neben den historisch beobachteten Kulturpflanzenausgleichszahlungen und Sonderprämien

werden das neue Ausgleichszulagensystem für benachteiligte Gebiete sowie die Bandbreite von ÖPUL-Maßnahmen im Modell abgebildet. Das neue Ausgleichszulagensystem für benachteiligte Gebiete gewährt Flächenprämien und berücksichtigt das Ausmaß und die Art der ausgleichsfähigen Fläche, den Betriebstyp (RGVE[2] haltend bzw. RGVE los), und die Anzahl der Berghöfekatasterpunkte. Es werden alle möglichen betriebsspezifischen Optionen von sowohl einzelnen Maßnahmen als auch Maßnahmenkombinationen sowie die teil- bzw. ganzbetriebliche Teilnahme im Modell berücksichtigt. Somit ist es z.B. möglich die ökonomischen und umweltbezogenen Effekte einer *Entkoppelung* auf betrieblicher, regionaler und struktureller Ebene zu analysieren.

3. Modellstruktur

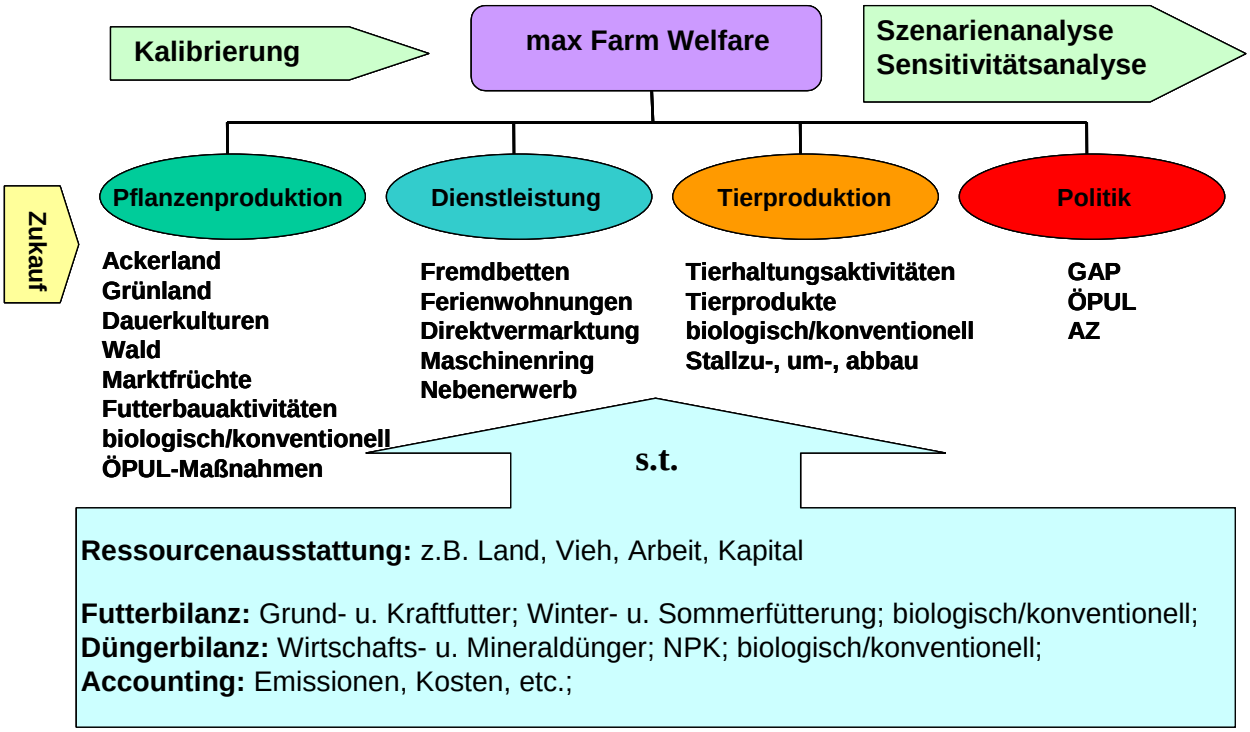
Das übergeordnete Ziel der Betriebsmodellierung ist, den typischen Betrieb mit seinen historisch beobachteten und alternativen Produktions- und Einkommensmöglichkeiten abzubilden. Dazu zählen die land- und forstwirtschaftliche Produktion, Dienstleistungen, Nebeneinkommen, Förderungen und Transferzahlungen. Der Schwerpunkt des Modells liegt in der Auswahl von betriebsspezifischen Produktions- und Einkommensmöglichkeiten, welche überwiegend vom Standort und der Ausstattung und Qualität von Kapital und Arbeitskräften bestimmt sind. Die betrieblichen Entscheidungsmöglichkeiten betreffen im Wesentlichen Landnutzungsarten (Index l), Kultur- und Pflanzenarten (Index p), Tierarten (Index v), Dienstleistungen (Index s), Nebeneinkommen (Index i), Management und Bewirtschaftung (Index m), und Förderungen (Index f). Die Auswahl einzelner Betriebsaktivitäten erfordert physisch limitierende Ressourcen (Index w) und andere operationale Inputs (Index x), welche ein oder mehrere Outputs (Index y) produzieren. Die Nutzung von Ressourcen und Produktion von Output beeinflussen die Umwelt (Index e), welche in Form von Rückkoppelungsschleifen in den betrieblichen Entscheidungsprozess einfließen können. Die allgemeine Struktur des Modells ist in Abbildung 2 ersichtlich und wird anschließend formal beschrieben.

Programmierungstechnisch wird nur ein allgemeines Betriebsmodell erstellt, das im Loop-Verfahren jeden typischen Betrieb einzeln und unabhängig löst. Mit entsprechenden Hochrechnungsvektoren können die einzelbetrieblichen Modellergebnisse auf regionale und strukturelle Aggregate übertragen werden. Für die Betriebsoptimierung wird die Methode der Mathematischen Programmierung angewendet.

---

[2] RGVE steht für raufutterverzehrende Großvieheinheit.

Abbildung 2: Modellstruktur von FAMOS



Quelle: eigene Darstellung.

Das allgemeine Betriebsmodell beinhaltet mehrere tausend individuelle Variablen und Gleichungen, welche in Form von indexierten Blöcken (z.B. $VERKF_y$) in GAMS eingegeben werden. Die Betriebsaktivitäten sind als endogene Variablen definiert und mit Großbuchstaben bezeichnet. Die Benennung der exogenen Koeffizienten für die Beschreibung der Betriebsaktivitäten erfolgt mit griechischen Buchstaben. Diese werden entweder im Zuge ökonometrischer und statistischer Analysen, Literaturrecherchen, oder Experteneinschätzungen ermittelt. Davon betroffen sind

γ = Ertragskoeffizienten,

ω = Faktorbedarfskoeffizienten,

ϕ = Futterrationskoeffizienten,

β = Ressourcenausstattung,

κ = Anbauverhältnisse, Kraftfuttermischungen, Zusammensetzungen von Viehbeständen, Landkategorien und Dauerkulturen

φ = Düngernährstoffkoeffizienten,

χ = Kostenkomponenten und physische Inputmengen,

υ = Förderungspositionen,

ε = Emissionskoeffizienten,

o = Managementmaßnahmen,

τ = Transfermatrizen,

ρ = Preise, Kosten und Prämien.

Im Zuge des Loop-Verfahrens werden die Parameter und Koeffizienten für jeden Betrieb individuell eingelesen. Es ist somit eine betriebsspezifische Anpassung der Parameter und Koeffizienten nach den sechs Kriterien (Region, Betriebsschwerpunkt, Erwerbsart, Bewirtschaftungssystem, Erschwerniszone, und Betriebsgröße) möglich (z.B. die durchschnittlichen Erträge sind von Region, Bewirtschaftungssystem und Erschwerniszone abhängig). Umgekehrt werden die einzelnen Betriebsergebnisse in den regional und strukturell indexierten Outputvektoren gespeichert und ins MS EXCEL exportiert. Dort können die Ergebnisse graphisch oder tabellarisch aufbereitet, oder in weiterführenden ökonometrisch-statistischen Analysen verarbeitet werden.

Zielfunktion

In der Zielfunktion (Gleichung 1) wird die jährliche Betriebswohlfahrt (FWELF) maximiert, die sich aus dem Verkauf von Produkten und Dienstleistungen ($VERKF_y$), dem Nebeneinkommen ($NBEIK_i$), den Förderungen und Transferzahlungen ($PRMTF_f$) abzüglich den Kosten für Betriebsmittel ($BMITL_x$) zusammensetzt.

$$(1) \qquad Max\ FWELF = \begin{array}{l} +\sum_y \left(\rho_y * VERKF_y\right) \\ +\sum_i \left(\rho_i * NBEIK_i\right) \\ +\sum_f \left(\rho_f * PRMTF_f\right) \\ -\sum_x \left(\rho_x * BMITL_x\right) \end{array}$$

wobei alle Preise und Prämien (p_y, p_i, p_f, und p_x) exogen gegeben sind. Die Betriebswohlfahrt entspricht der betrieblichen Produzentenrente (Erlös minus variable Kosten) zuzüglich dem Nebeneinkommen, den Förderungen und den Transferzahlungen. Die Palette an Förderungen und Transferzahlungen reicht von *produktionsabhängig* bis *produktionsunabhängig* (Kulturpflanzenausgleich, Prämien für Winterbegrünung, Grundförderung, etc.). Die Produktion ist vor allem von der betrieblichen Ressourcenausstattung und der eingesetzten Technologie einzelner Produktionsaktivitäten abhängig.

Ressourcenausstattung

Die Ressourcenausstattung (w) eines Betriebes setzt sich aus dem verfügbaren Land und den Landkategorien (Index l), den Stallplätzen (v), den Arbeitskräften (Index a), Quoten und

Sonstigem zusammen, welche in den Gleichungen 2 bis 7 beschrieben sind. Die allgemeine Formulierung der Ressourcenausstattung ist in Gleichung 2 ersichtlich, wobei anschließend explizit auf die individuelle Situation von Land, Stallplätze und Arbeitskräfte eingegangen wird.

(2)
$$\begin{aligned} &+\sum_{l,k,m}\left(\omega_{l,p,m,w}^{PPROD} * PPROD_{l,p,m}\right) \\ &+\sum_{v}\left(\omega_{v,w}^{VPROD} * VPROD_{v}\right) \\ &+\sum_{s}\left(\omega_{s,w}^{SPROD} * SPROD_{s}\right) \\ &+\sum_{s}\left(\omega_{i,w}^{NBEIK} * NBEIK_{i}\right) \end{aligned} \quad \leq \quad \beta_w$$

für alle w $\notin$ *l*, *v*, und *a*

Im generellen muss der Faktorbedarf für die Produktion von Outputs kleiner oder gleich der Faktorausstattung sein.

ad) Land

(3)
$$\sum_{l,p,m}\left(\omega_{l,p,m,l}^{PPROD} * PPROD_{l,p,m}\right) \leq \sum_{l}\left(\beta_l\right)$$

(4)
$$\sum_{g}\left(\kappa_{l,g}^{LMIX} * LMIX_{g}\right) \leq \sum_{p,m}\left(PPROD_{l,p,m}\right)$$

für alle *l*

(5)
$$\sum_{l,p,m}\left(PPROD_{l,p,m}\right) \leq \sum_{g}\left[LMIX_{g} * \sum_{l}\left(\kappa_{l,g}^{LMIX}\right)\right]$$

wobei die l $\in$ w sind. Im Modell werden Landkategorien (l) wie Ackerland, Grünland, Almen, Wald, etc., unterschieden. Der Modellbetrieb kann zwischen mehreren Beobachtungsjahren von Landkategorienzusammensetzungen $\kappa_{l,g}^{LMIX}$ wählen. So kann aufgrund historischer Beobachtungen z.B. Ackerland in Grünland und in Wald umgewandelt werden, was wiederum Umfang und Zusammensetzung der betrieblichen Pflanzenproduktion beeinflusst ($PPROD_{l,p,m}$). Damit sind Anpassungen in den Landkategorien auf Betriebsebene möglich.

ad) Stallplätze

(6) $$\left(\omega_{v,"STP"}^{VPROD} * VPROD_v\right) \leq \sum_g \left(\beta_{v,g}^{VMIX} * VMIX_g\right)$$ für alle v

(7) $$\sum_g \left(VMIX_g\right) \leq 1$$

wobei die v $\in$ w sind. Der aktuelle Viehbestand hängt somit von beobachteten Viehbeständen ab $\beta_{v,g}^{VMIX}$, zwischen denen das Modell wählen kann. Damit sind Anpassungen und Umwandlungen der Viehbeständen aufgrund historischer Beobachtungen im Betrieb möglich. Die jährliche Produktion von tierischen Produkten ($VPROD_v$) entspricht im Modellbetrieb der zur Verfügung stehenden Stallplätze. Mit Hilfe von Stallplatzkoeffizienten ($\omega_{v,"STP"}$) wird vom Viehbestand auf die jährliche Produktion an tierischen Produkten umgerechnet. So liefert z.B. ein Schweinemaststandplatz, mit 2.2 Umtriebe pro Jahr, ca. 180 kg Schweinefleisch. Umgekehrt liefert ein Maststierplatz, mit 0.8 Umtriebe pro Jahr, ca. 300 kg Rindfleisch pro Jahr.

ad) Arbeitskräfte

(8) $$GESAK_a \leq \begin{array}{l} +\sum_{l,k,m} \left(\omega_{l,p,m,a}^{PPROD} * PPROD_{l,p,m}\right) \\ +\sum_v \left(\omega_{v,a}^{VPROD} * VPROD_v\right) \\ +\sum_s \left(\omega_{s,a}^{SPROD} * SPROD_s\right) \\ +\sum_s \left(\omega_{i,a}^{NBEIK} * NBEIK_i\right) \end{array}$$ für alle *a*

(9) $$FAMAK_a - FRMAK_a \leq GESAK_a$$ für alle *a*

(10) $$FAMAK_a \leq \beta_a$$ für alle *a*

wobei die a $\in$ w sind. Der Gesamtarbeitskräftebedarf ($GESAK_a$) eines Betriebes ist von der pflanzlichen ($PPROD_{l,p,m}$) und tierischen ($VPROD_v$) Produktion, dem Dienstleistungsangebot, und dem Umfang des Nebenerwerbs ($NBEIK_i$) abhängig. Der Arbeitskräftebedarf einzelner Produktionsaktivitäten ist mit den Ressourcenbedarfskoeffizienten für Arbeitskräfte ($\omega_{,...,a}$) festgelegt. Die-

se sind z.B. in der Pflanzenproduktion nach der Landkategorie (l), Pflanzen- bzw. Kulturart (p), und dem Management (m) differenziert. So ist z.B. der Arbeitskräftebedarf für die Gerstenproduktion mit oder ohne Winterbegrünung unterschiedlich. Der Gesamtarbeitskräftebedarf muss mit familieneigenen Arbeitskräften ($FAMAK_a$) und/oder Fremdarbeitskräften ($FRMAK_a$) abgedeckt werden, wobei $FAMAK_a$ von der betrieblichen Arbeitskräfteausstattung (β_a) abhängig sind.

Produktionsbilanz

Der Verkauf von land- und forstwirtschaftlichen Produkten und Dienstleistungen ($VERKF_y$) ist von den Outputs (y) der Produktionsaktivitäten bestimmt.

$$
\text{(11)} \quad VERKF_y \leq \begin{aligned} &+KVERK_y \\ &+VVERK_y \\ &+\sum_{l,b,m}\left(\gamma^{PPROD}_{l,b,m,y} * PPROD_{l,b,m}\right) \\ &+\sum_{l,d,m}\left(\gamma^{PPROD}_{l,d,m,y} * PPROD_{v,d,m}\right) \\ &+\sum_{s}\left(\gamma^{SPROD}_{s,y} * SPROD_s\right) \end{aligned} \qquad \text{für alle } y
$$

wobei b und d $\in$ p sind. Die Outputs setzen sich aus den Aktivitäten der Acker- und Grünlandbewirtschaftung (k), des Waldbaus (b), des Wein- und Obstbaus (d), der Viehhaltung (v), und den Dienstleistungen (s) zusammen. Mit den Ertragskoeffizienten ($\gamma_{,\ldots,y}$) werden ein oder mehrere Outputs je standardisierter Produktionseinheit (z.B. 1 ha Weizen) abgebildet. So liefert z.B. eine Milchkuh multiple Outputs wie Milch, Kalb, und Altkuh, oder die Weizenproduktion Stroh- und Weizenertrag. Der Verkauf von Produkten aus der Acker- und Grünlandbewirtschaftung ($KVERK_y$) und der Viehhaltung ($VVERK_y$) ist in der Pflanzen- und Viehbilanz näher definiert (siehe Gleichungen 9 und 15).

Pflanzenbilanz

Die Produkte der Acker- und Grünlandbewirtschaftung ($PPROD_{l,k,m}$) werden entweder verkauft ($KVERK_y$), oder sind für Fütterungszwecke am Betrieb bestimmt.

$$
\text{(12)} \quad \begin{aligned} &+KVERK_y \\ &+\sum_{l,k,v,z}\left(FULIF_{l,k,v,z,y}\right) \end{aligned} \leq \sum_{l,k,m}\left(\gamma^{PPROD}_{l,k,m,y} * PPROD_{l,k,m}\right) \qquad \text{für alle } y
$$

wobei die k $\in$ p sind. Die Futterlieferung ($FULIF_{l,k,v,z,y}$) zu den einzelnen Viehhaltungsaktivitäten (v) ist in den Futterbilanzgleichungen (9 bis 14) näher beschrieben.

Futterbilanzen

Generell wird der Nährstoffbedarf der Tierproduktion ($VPROD_v$) mit der Nährstofflieferung durch Eigenproduktion (FULIF) und den Futterzukauf (FUZKF) abgedeckt (Gleichung 10). Die Futternährstoffkoeffizienten ($\phi_{,\ldots,z,n}$) für Lieferung und Bedarf sind saisonal (Index s) nach Winter-, Sommer-, und Ganzjahresfütterung sowie nach Inhaltstoffen (Index n) wie Energie (MJ), Rohprotein (RP), Trockensubstanz (TS), etc. differenziert. In den Gleichungen 11 und 12 werden individuelle Futterrationen durch die prozentuelle Zusammensetzung von Futterarten (Index fa) wie Heu, Grassilage, Grünfutter, Maissilage, Kraftfutter, etc. abgebildet. Die prozentuelle Zusammensetzung der Futterarten richtet sich nach den Inhaltsstoffen (MJ, RP, TS, etc.).

$$(13)\quad \begin{array}{l} +\sum_{l,k,y}\left(\phi^{FULIF}_{l,k,z,y,n} * FULIF_{l,k,v,z,y}\right) \\ +\sum_{x}\left(\phi^{FZUKF}_{v,z,x,n} * FUZKF_{v,z,x}\right) \end{array} \geq \phi^{VPROD}_{v,z,n} * VPROD_v \qquad \text{für alle } v, z, \text{ und } n$$

$$(14)\quad \begin{array}{l} +\sum_{l,k,y}\left(\phi^{FULIF}_{l,k,z,fa,n} * FULIF_{l,k,v,z,fa}\right) \\ +\sum_{x}\left(\phi^{FZUKF}_{v,z,fa,n} * FUZKF_{v,z,fa}\right) \end{array} \geq \phi^{FMIN}_{v,z,fa,n} * \phi^{VPROD}_{v,z,n} * VPROD_v \qquad \text{für alle } v, fa \text{ und } n$$

$$(15)\quad \begin{array}{l} +\sum_{l,k,y}\left(\phi^{FULIF}_{l,k,z,fa,n} * FULIF_{l,k,v,z,fa}\right) \\ +\sum_{x}\left(\phi^{FZUKF}_{v,z,fa,n} * FUZKF_{v,z,fa}\right) \end{array} \leq \phi^{FMAX}_{v,z,fa,n} * \phi^{VPROD}_{v,z,n} * VPROD_v \qquad \text{für alle } v, fa \text{ und } n$$

wobei die Futterarten fa $\in$ y und x sind. Die Zusammensetzung der Futterarten ist vieharten-, und saisonspezifisch und mit Minimum und Maximum-Koeffizienten ($\phi_{v,z,fa,n}$) wird eine Bandbreite definiert, welche Rationsanpassungen im Modell gewährleisten. Mit der Kalkulation von verfügbaren Sommerfuttertagen, die unterschiedlich nach Region und Erschwerniszone sind, wird der Anteil der Sommer- und Winterfütterung bestimmt. Die Auswahl der Kraftfuttermischung wird anhand von vorgegebenen, typischen Kraftfuttermischungen (Index g) in Form von konvexen Kombinationen ermittelt. Dieser Vorgang ist in den beiden folgenden Gleichungen veranschaulicht.

ad) Auswahl von exogenen Kraftfuttermischungen

$$(16) \quad \sum_{g}\left(\kappa_{v,z,kf,g}^{KFMIX} * KFMIX_{v,z,g}\right) \leq \begin{array}{l} +\sum_{l,k}\left(FULIF_{l,k,v,z,kf}\right) \\ +FUZKF_{v,z,kf} \end{array} \qquad \text{für alle } v, z, \text{ und } kf$$

$$(17) \quad \begin{array}{l} +\sum_{l,k,y,kf}\left(FULIF_{l,k,v,z,kf}\right) \\ +\sum_{kf}\left(FUZKF_{v,z,kf}\right) \end{array} \leq \sum_{g}\left[KFMIX_{v,z,g} * \sum_{kf}\left(\kappa_{v,z,kf,g}^{KFMIX}\right)\right] \qquad \text{für alle } v \text{ und } z$$

wobei die kf $\in$ y sind. Einzelne Kraftfutterkomponenten (Index kf) wie Gerste, Mais, Soja, Mineralstoffe, etc. bilden typische Kraftfuttermischungen (g). Dieser Ansatz verhindert unrealistische Kraftfuttermischungen, da die Auswahl aufgrund einer endogene Gewichtung der vorgegebenen Mischungen getroffen wird.

Viehbilanz

Der Verkauf von tierischen Produkten ($VVERK_y$) wird durch den Produktionsumfang ($VPROD_v$) und den entsprechenden Ertragskoeffizienten ($\gamma_{v,y}$) bestimmt. Die Produktion bedarf unter anderem Jungvieh (Kälber, Ferkel, etc.) welches entweder zugekauft ($VIZKF_{v,x}$) oder am Betrieb erzeugt wird.

$$(18) \quad \begin{array}{l} +VVERK_y \\ -\sum_{v,x}\left(VIZKF_{v,x=y}\right) \end{array} \leq \sum_{v}\left(\gamma_{v,y}^{VPROD} * VPROD_v\right) \qquad \text{für alle } y$$

Der innerbetriebliche Viehtransfer wird zwischen den einzelnen Tierhaltungsaktivitäten durch die Vorzeichen (+/-) in der Koeffizientenmatrix ($\gamma_{v,y}$) geregelt. So können z.B. die männlichen Kälber aus der Milchkuhhaltung für die Stier-, Ochsen-, oder Mastkalbproduktion verwendet werden. Umgekehrt bedarf die Milchkuhhaltung Kalbinnen, die entweder am Betrieb produziert oder zugekauft werden können, zur Bestandsergänzung.

Pflanzenartenzusammensetzung

Die Auswahl der Pflanzenartenzusammensetzung im Ackerbau, Waldbau, und bei den Dauerkulturen erfolgt ebenfalls anhand von vorgegebenen Pflanzenmixen (g), die von Zeitreihenbeobachtungen abgeleitet sind. Dieser methodische Ansatz ist in den beiden folgenden Gleichungen abgebildet.

(19) $$\sum_{g}\left(\kappa_{l,p,g}^{PFMIX} * PFMIX_{l,g}\right) \leq \sum_{m}\left(PPROD_{l,p,m}\right)$$ für alle *l* und *p*

(20) $$\sum_{p,m}\left(PPROD_{l,p,m}\right) \leq \sum_{g}\left[PFMIX_{l,g} * \sum_{p}\left(\kappa_{l,p,g}^{PFMIX}\right)\right]$$ für alle *l*

Die Anbauverhältnisse von mehreren Beobachtungsjahren bilden die Kulturartenzusammensetzungen im Ackerbau. Damit werden Fruchtfolge- und andere technische Beschränkungen im Modellbetrieb mitberücksichtigt. Die Auswahl des Anbauverhältnisses erfolgt durch eine endogene Gewichtung der vorgegebenen Anbauverhältnisse. Die Auswahl der Waldbaumarten und Dauerkulturarten erfolgt nach dem gleichen Prinzip und richtet sich somit nach historisch beobachteten Artenzusammensetzungen. Dieser Ansatz ermöglicht auch Artenzusammensetzungen ins Modell einzufügen, welche zwar nicht beobachtet wurden, aber agronomische und technologische Kriterien berücksichtigen. Dies könnte im Rahmen von Politikanalysen von Bedeutung sein, vor allem wenn das ökonomische Potenzial neuer Kulturarten (z.B. nachwachsende Rohstoffe) in Betrieben oder Regionen abgeschätzt werden soll.

Managementzusammensetzung

Beobachtete und alternative Bewirtschaftungspraktiken und -maßnahmen, welche vor allem im Rahmen von Agrarumweltprogrammen von Bedeutung sind, können ebenfalls durch die Bildung konvexer Kombinationen im Modell abgebildet werden.

(21) $$\sum_{g}\left(o_{l,p,m,g}^{MAMIX} * MAMIX_{l,p,m,g}\right) \leq PPROD_{l,p,m}$$ für alle *l*, *p* und *m*

(22) $$\sum_{m}\left(PPROD_{l,p,m}\right) \leq \sum_{g}\left[MAMIX_{l,p,g} * \sum_{m}\left(o_{l,p,m,g}^{MAMIX}\right)\right]$$ für alle *l* und *p*

Es können, wie bei den Kulturartenzusammensetzung, nicht-beobachtete, alternative Bewirtschaftungspraktiken und -maßnahmen formuliert werden, um das ökonomische und umweltbezogene Potenzial dieser abzuschätzen. Dies ist vor allem für umweltrelevante Fragestellung von Bedeutung, da Programme vermehrt auf managementbezogene und kostenwirksame Maßnahmen abzielen.

Düngungsbilanz

Die Bilanzierung der Düngernährstoffe (N, P, K) aus Anfall, Zukauf (DUZKF), und Bedarf wird in den beiden folgenden Gleichungen dargestellt.

(23) $$\sum_{l,p,m} DUTRF_{l,p,m,j,n} \leq \varphi_{v,j,n}^{VPROD} * VPROD_v$$ für alle *j* und *n*

(24) $$\begin{matrix} +DUTRF_{l,p,m,j,n} \\ -DUZKF_{l,p,m,j,n} \end{matrix} \leq \varphi_{l,p,m,j,n}^{PPROD} * PPROD_{l,p,m}$$ für alle *l, p, m, j* und *n*

wobei die n $\in$ x sind. Die Produktion von Wirtschaftsdünger ($VRPOD_v$) und der Bedarf in der Pflanzenproduktion ($PPROD_{l,p,m}$) ist durch entsprechende Düngernährstoffkoeffizienten ($\varphi_{,...,n}$) gegeben. Eine Düngertransfervariable ($DUTRF_{l,p,m,j,n}$) verbindet Anfall und Verwendung, wobei zwischen Wirtschaftsdüngerarten (Index j) wie Gülle, Festmist, und Jauche unterschieden wird. Somit ist die Wirtschaftsdüngerausbringung inklusive deren Kosten (siehe Gleichung 22) im Modell berücksichtigt.

Betriebsmittelbilanz

In der Betriebsmittelbilanz sind alle Betriebsmittel, die für die Produktion von land- und forstwirtschaftlichen Outputs benötigt werden, zusammengezählt. Derzeit sind Faktoransätze (Arbeit, Landpacht, Stallplätze, etc.) miteinbezogen, welche auch in einer eigenen Faktorkostenbilanzgleichung errechnet werden könnten.

$$
\begin{aligned}
& & & +\sum_{l,k,m} DUZKF_{l,k,m,x} & & +\sum_{l,\tilde{l}} \left(\chi^{LUCHG}_{l,\tilde{l},x} * LUCHG_{l,\tilde{l}} \right) \\
& & & +\sum_{l,k,m,j} DUTRF_{l,k,m,j,x} & & +\sum_{v,\tilde{v}} \left(\chi^{STLUM}_{v,\tilde{v},x} * STLUM_{v,\tilde{v}} \right) \\
& & & +\sum_{v,z} FUZKF_{v,z,x} & & +\sum_{v} \left(\chi^{STLZU}_{v,x} * STLZU_{v} \right) \\
(25) & & & +\sum_{v} VIZKF_{v,x} & & +\sum_{v} \left(\chi^{STLAB}_{v,x} * STLAB_{v} \right) \qquad \text{für alle x} \\
& & & +\sum_{l,p,m} \left(\chi^{PPROD}_{l,p,m,x} * PPROD_{l,p,m} \right) & & +\sum_{a} \left(\chi^{FAMAK}_{a,x} * FAMAK_{a} \right) \\
& & & +\sum_{v} \left(\chi^{VPROD}_{v,x} * VPROD_{v} \right) & & +\sum_{a} \left(\chi^{FRMAK}_{a,x} * FRMAK_{a} \right) \\
& BMITL_x & \leq & +\sum_{s} \left(\chi^{SPROD}_{s,x} * SPROD_{s} \right) & &
\end{aligned}
$$

Förderungen

Aufgrund der Ausführung und Anwendung bestimmter Produktionsaktivitäten, und/oder Managementmaßnahmen, sowie regionaler, struktureller, und sozialer Benachteiligung werden Prämien und Transferzahlungen im Zuge verschiedener Programme geleistet.

$$
\begin{aligned}
& & & +\sum_{l,p,m} \left(\upsilon^{PPROD}_{l,p,m,f} * PPROD_{l,p,m} \right) \\
(26) & PRMTF_f & \leq & +\sum_{v} \left(\upsilon^{VPROD}_{v,f} * VPROD_{v} \right) \qquad \text{für alle } f \\
& & & +\sum_{s} \left(\upsilon^{SPROD}_{s,f} * SPROD_{s} \right)
\end{aligned}
$$

Die verschiedenen Kriterien für die Berechnung und Gewährung von Prämien und Transferzahlungen sind in Form von Prämienkoeffizienten ($\upsilon_{,\ldots,f}$) abgebildet (z.B. GVE-Berechnungen, reduzierte Flächenberechnungen). Die Prämienkoeffizienten geben einen historisch beobachteten Zustand eines Betriebs wieder und können im Rahmen einer Politikanalyse entsprechend abgeändert werden (z.B. Entkoppelung produktionsgebundener Prämien).

Gesamtemissionsberechnung

An die Aktivitäten der land- und forstwirtschaftliche Produktion ($PPROD_{l,p,m}$, und $VPROD_v$) können verschiedene Emissionskoeffizienten ($\varepsilon_{,\ldots,e}$) gekoppelt werden, die z.B. eine Berechnung von betrieblichen Nährstoffbilanzen oder Gesamtemissionen (CH4, N2O, etc.) zulassen. Zusätz-

lich können die Betriebsergebnisse mit verschiedenen Gewichtungsvektoren auf regionale oder strukturelle Aggregate transformiert werden.

$$(27) \qquad EMISO_e \leq \begin{array}{l} + \sum_{l,p,m} \left(\varepsilon_{l,p,m,e}^{PPROD} * PPROD_{l,p,m} \right) \\ + \sum_{v} \left(\varepsilon_{v,e}^{VPROD} * VPROD_{v} \right) \end{array} \qquad \text{für alle } e$$

Mit dem Einbinden von alternativen Bewirtschaftungspraktiken bzw. -maßnahmen können verschiedene Instrumente in der Agrar- und Umweltpolitik auf betrieblicher, regionaler und struktureller Ebene analysiert werden.

4. Modellvalidierung und -kalibrierung

Jeder Modellbauer muss sich auf irgendeine Art und Weise mit der Validierung und Kalibrierung des Modells auseinandersetzen. Im Betriebstypenmodell erfolgt die Validierung sowohl input- als auch outputseitig. Die Inputkoeffizienten (γ, ω, ϕ, β, κ, φ, χ, υ, ε, o, τ, und ρ) werden aufgrund von ökonometrisch/statischer Analysen, Literaturrecherchen und Experteneinschätzungen ermittelt. Der Modelloutput soll auf der Ebene vergleichbarer Aggregate (z.B. Bundesland) mit anderen offiziellen Statistiken (z.B. LGR), Modellergebnissen (PASMA, AGMEMOD) und Literatur abgestimmt werden. Die Kalibrierung des Modells erfolgt derzeit mit der Bildung von konvexen Kombinationen historisch beobachteter Entscheidungsindikatoren, wie z.B. die jährlichen Anbauverhältnisse (Dantzig and Wolfe, 1961; McCarl, 1982; Önal and McCarl, 1989, 1991). Das Modell kalibriert zwar nicht unbedingt an eine konkret historisch beobachtete Situation, jedoch liegt die Modellauswahl im Bereich historischer Beobachtungen. Der Vorteil dieser Methode liegt in der Robustheit sowie in der Möglichkeit neue Produktionsaktivitäten oder Technologien auf einfache Weise ins Modell zu integrieren. Das könnte besonders beim Abschätzen des ökonomischen Potentials von neuen Kulturarten (z.B. nachwachsende Rohstoffe) oder Bewirtschaftungsmaßnahmen von Vorteil sein, da diese in den historisch beobachteten Entscheidungsindikatoren nicht abgebildet sind. Zur Verfeinerung könnte, ähnlich wie in PASMA, die Methode der Positiven Mathematischen Programmierung (PMP), (Howitt, 1995), als zusätzliche Kalibrierungsmethode ins Modell eingebaut werden. Der Vorteil von PMP liegt darin, dass in der Basissituation das Modellergebnis einer beobachteten Referenzsituation entspricht. Der Nachtteil dieser Methode liegt im Programmierungsaufwand, in der nicht-linearen Zielfunktion, und in der Tatsache, dass das kalibrierte Modell bereits bei geringfügigen Parameteränderungen (z.B. Preise) große Abweichungen in den Entscheidungsvariablen resultieren können. Beide sind jedoch von der produktionsökonomischen Theorie abgeleitet und werden dahingehend gerechtfertigt (insbesondere Hotelling's

Lemma, Dekompositionstheorie, Profit-Maximierendes Gleichgewicht). Die Kombination beider Methoden hätte nun den Vorteil, dass das Model robust in der Anwendung und exakt an eine Referenzsituation kalibriert werden kann. Dieser Ansatz ist in PASMA erfolgreich implementiert, wobei zusätzlich der nicht-lineare Verlauf der Zielfunktion im Modell mit linearen Approximationstechniken angenähert wird (Schmid und Sinabell, 2005d). Das erlaubt die Anwendung der PMP-Methode in linearen Programmierungsmodellen, wodurch die Modellgröße deutlich ausgedehnt, die Lösungsdauer signifikant verringert, und die Modellrobustheit deutlich erhöht werden kann. Diese Methodenkombination könnte auch im Zuge der Weiterentwicklung des Betriebstypenmodells angewandt werden.

5. Entkoppelung von Direktzahlungen: Eine Analyse mit FAMOS

5.1. Kernelemente der GAP-Reform 2003

Mit Beginn 2005 wird die Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) im Jahre 2003 in Österreich umgesetzt. Zu den von der Reform angepeilten Zielen zählen die Stimulierung der Wettbewerbskraft und die Reduzierung der Umweltbelastung des EU-Agrarsektors. Produktionsentscheidungen sollen in Zukunft vermehrt von Marktsignalen gelenkt werden und nicht – wie bisher – als Reaktion auf politische Eingriffe. Die Überführung von Direktbeihilfen, die an die Produktion bestimmter Kulturpflanzen und Tiere gebunden sind, in betriebliche Zahlungen (Entkoppelung) soll das Einkommen in der Landwirtschaft stabilisieren. Auflagen, die an diese Prämie geknüpft sind, sollen sicherstellen, dass Mindeststandards (Cross Compliance) in der landwirtschaftlichen Produktion eingehalten werden. Dabei sollen die Maßnahmen für die Einhaltung von Mindeststandards nicht im Konflikt mit den Maßnahmen im Programm der ländlichen Entwicklung stehen. Mit letzteren sollen die zusätzlichen Leistungen der Landwirtschaft im Bereich Umwelt, Lebensmittelqualität und ländlicher Entwicklung abgegolten werden. Die Umsetzung der Reform der ländlichen Entwicklung soll mit Mitteln aus dem Bereich der Marktordnung mitfinanziert werden (Modulation).

Österreich optierte für die Teilentkoppelung, was bedeutet, dass 100% der Mutterkuhprämie und 40% der Schlachtprämie auch weiterhin gekoppelt bleiben. Im Weiteren hat man sich für die individuelle Betriebsprämienregelung entschieden. Die einheitliche Betriebsprämie errechnet sich aus den Prämien, die ein Betrieb im Durchschnitt im Referenzzeitraum 2000-2002 erhalten hat[3]. In die Prämien werden die Kulturpflanzenförderung, die Sonderprämie für männliche Rinder, die Extensivierungsprämie, diverse nationale Ergänzungsbeträge, 60% der Schlachtprämie, die Schaf und Ziegenprämie, und ab 2007 die Milchprämie eingerechnet und ergibt den Referenzbe-

[3] Für die *entkoppelte* Milchprämie wird die einzelbetriebliche Milchreferenzmenge per 31.03.2007 herangezogen werden.

trag. Die Betriebsprämie wird jedoch für jedes Jahr neu berechnet, deren Höhe von der tatsächlich bewirtschafteten, beihilfefähigen Fläche abhängen wird. Um sie jährlich berechen zu können, wird ein Zahlungsanspruch pro Hektar ermittelt, indem der Referenzbetrag durch die Referenzfläche dividiert wird. Die Referenzfläche eines Betriebes ist die durchschnittliche Hektaranzahl, für die im Referenzzeitraum ein Anspruch auf Direktzahlungen bestand. Dazu zählen die Kulturpflanzenausgleichsflächen, die Futterflächen für die Tierprämien, und die Flächen für Stärkekartoffel und Trockenfutter. Die Betriebsprämie wird entsprechend der beihilfefähigen Fläche ausbezahlt, wenn diese kleiner als die Referenzfläche ist, fällt auch die Betriebsprämie geringer aus. Zahlungsansprüche, die innerhalb von drei Jahren nicht genutzt werden, fließen in die nationalen Reserve. Die Zahlungsansprüche können zwischen den Betrieben innerhalb eines Mitgliedstaates übertragen werden, sowohl mit als auch ohne Fläche. Die Übertragung ohne Fläche ist nur möglich, wenn der Betrieb für die zusätzlichen Zahlungsansprüchen ausreichend beihilfefähige Fläche zur Verfügung hat. Somit ergeben sich für Betriebe verschiedene Möglichkeiten, ob sie Flächen mit oder ohne Zahlungsansprüche zupachten/-kaufen bzw. verpachten/-kaufen. Deshalb kann erwartet werden, dass sich die Reform auf Pacht- und Kaufpreise auswirkt. Eine mögliche Auswirkung der GAP-Reform auf den Wert landwirtschaftlicher Landnutzungen wird mit FAMOS anhand folgender Szenarienanalyse abgeschätzt.

5.2. Szenarienanalyse mit FAMOS

Die Auswirkungen der GAP-Reform 2003 für den österreichischen Agrarsektor wurden in mehreren Studien analysiert (z.B. Sinabell und Schmid, 2003a, 2003b, 2003c; Schmid und Sinabell, 2003, 2004, 2005a, 2005b, 2005c). Als Grundlage dieser Analysen dient ein regional und strukturell differenziertes Agrarsektormodell für Österreich (PASMA), dass sowohl Marktordnungsinstrumente als auch Instrumente des Programms für die ländliche Entwicklung berücksichtigt. Die Ergebnisse werden sowohl regional als auch für den gesamten Sektor ausgewiesen. Die Analysen zeigen, dass die Reform im Durchschnitt die Extensivierung der österreichischen Landwirtschaft fördert, was zu einer geringeren Belastung der Umwelt führt. Der positive Umwelteffekt resultiert auch von Veränderungen in den Landnutzungen. Die Ergebnisse zeigen, dass Ackerland vermehrt in Grünland umgewandelt und dieses extensiver bewirtschaftet wird. Die konventionell wirtschaftenden Betriebe sind im Durchschnitt von der Reform stärker betroffen als Betriebe, die nach den Richtlinien des biologischen Landbaus wirtschaften. Obwohl das PASMA-Modell nach regionalen und strukturellen Merkmalen differenziert ist, kann die *Entkoppelung*, wie sie in Österreich implementiert wird (individuelle Betriebsprämienregelung), nur bedingt im Modell abgebildet werden. Es werden die durchschnittlichen Zahlungsansprüche für jede regionale und strukturelle Produktionseinheit errechnet, was bedeutet, dass die betrieblichen Unterschiede unberücksichtigt bleiben.

Mit FAMOS werden diese betrieblichen Unterschiede berücksichtigt, indem in der folgenden Analyse 6814 land- und forstswirtschaftliche Betriebe in Österreich modelliert werden. Das Ziel der Analyse ist es die betrieblichen Auswirkungen der Entkoppelung auf ausgewählte betriebliche Indikatoren zu analysieren. Dazu werden zwei Szenarien verglichen. Das Referenzszenario soll eine typische Situation vor der Entkoppelung abbilden, und das Politikszenario soll eine Situation nach vollständiger Implementierung der Entkoppelung im Jahr 2008 porträtieren. Als Datengrundlage dienen: die Agrarstrukturerhebung 1999, welche die Grundlage für die Faktorausstattung der Betriebe ist; die Anbauverhältnisse von 1999 - 2002, welche in Form von konvexen Kombinationen ins FAMOS eingehen; die Teilnahmen an ÖPUL-Maßnahmen von 1996, und 1999 - 2002, welche ebenfalls in Form von konvexen Kombinationen ins FAMOS eingehen; die ÖPUL-Prämien von 2002, die Ausgleichszulagen von 2002; und damit Änderungen in den betrieblichen Landkategorien (Ackerland, Grünland, Wald, etc.) und Viehbeständen[4] möglich sind, werden auf Betriebsebene mit den Agrarstrukturerhebungen 1990, 1995 und 1999 konvexe Kombinationen in FAMOS gebildet. Die Produktpreise im Referenzszenario sind Durchschnittswerte von 2001 - 2003. Die Preise von Bio-Produkten sind von Eder et al. (2002) und Freyer et al. (2001). Die Preisänderungen für 2008 basieren auf OECD-Vorschätzungen (2004, 2005). Um die Preisunterschiede für die biologisch produzierten Produkte zu bekommen, wird angenommen, dass die Preisunterschiede zwischen konventionell und biologisch produzierten Produkten unverändert bleiben.

Referenzszenario: Mit diesem Szenario soll eine typische Situation vor der Entkoppelung der Kulturpflanzenausgleichszahlungen und Tierprämien abgebildet werden. Die betriebliche Faktorausstattung (Fläche, Nutztiere, Quoten und Arbeitskräfte) entspricht jener von 1999. Die Betriebsergebnisse dienen für die Berechnung der Zahlungsansprüche, indem für alle Betriebe Referenzbetrag[5] und Referenzfläche ermittelt werden.

Entkoppelungsszenario: Mit diesem Szenario soll die Situation die vollständige Implementierung der GAP-Reform 2003 im Jahre 2008 abgebildet werden. Dabei wird die österreichische Umsetzung der Reform berücksichtigt, indem 100% der Mutterkuhprämie und 40% der Schlachtprämie auch weiterhin gekoppelt bleiben. Die Milchprämie ist ebenfalls entkoppelt, wobei angenommen wird, dass die Milchquote unverändert zum Referenzszenario bleibt. Die landwirtschaftlichen Flächen können im Rahmen der Cross Compliance

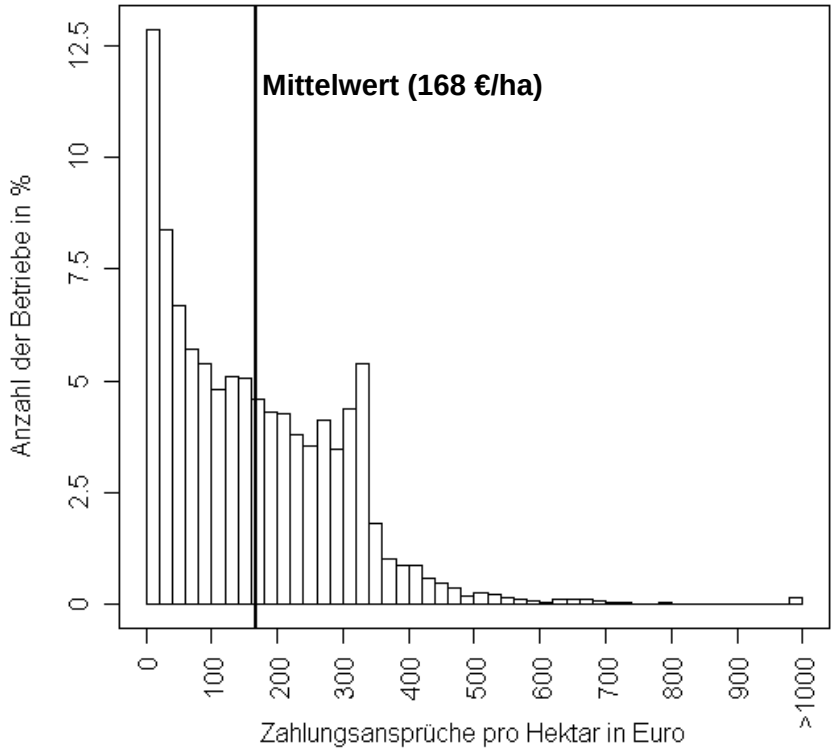
[4] Da keine Milchreferenzmengen für 1990 und 1995 verfügbar waren um Milchleistungen zu errechnen, bleiben die Milchkuhbestände unverändert, wobei die Differenz zu den Mutterkühen gerechnet wurde.

[5] Im Referenzbetrag sind die Kulturpflanzenausgleichszahlungen, die Tier- und Schlachtprämien (mit Ausnahme von 100% Mutterkuh und 40% Schlachtprämie) und die Milchprämien per 31.03.2007.

Auflagen nicht aufgeforstet werden. Kapazitätsanpassungen (Land und Stallplätze) sind nicht möglich, da entsprechende Investitionen bzw. alternative Einkommensmöglichkeiten nicht berücksichtigt sind.

Die Verteilung der betrieblichen Zahlungsansprüche in €/ha, die im Referenzszenario ermittelt wurden, ist in der folgenden Abbildung ersichtlich.

Abbildung 3: Verteilung der Zahlungsansprüche in den Modellbetrieben in €/ha (n = 6814)



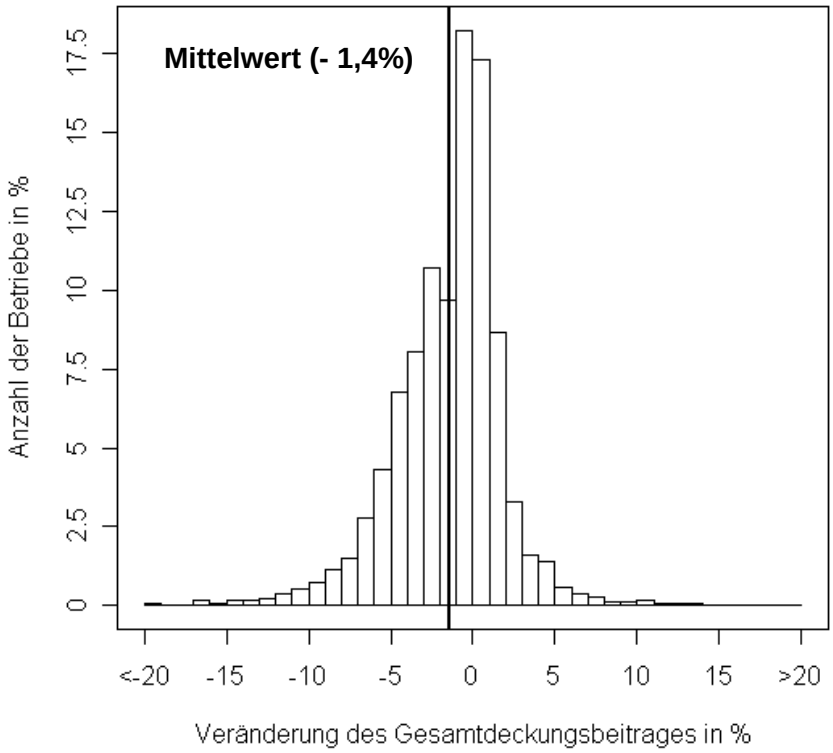
Quelle: eigene Erstellung.

Bei den 6814 Betrieben beträgt der durchschnittliche Zahlungsanspruch 168 €/ha mit einer Standardabweichung von 137 €/ha. Ungefähr 8% der Betriebe haben keinen Zahlungsanspruch, das erste Quartil reicht bis 50 €/ha, das zweite bis 144 €/ha, und das dritte bis 262 €/ha. Knapp die Hälfte (51%) der konventionell wirtschaftenden Betriebe (4569) liegen mit ihren Zahlungsansprüchen unterhalb des Mittelwertes von 168 €/ha. Bei den biologisch wirtschaftenden Betrieben (2245) sind es beinahe 65%. Bei ca. 36% der Betriebe in der Erschwerniszone 0 (2136) ist der Zahlungsanspruch kleiner als der Mittelwert. Hingegen liegen bei ca. 65% der Betriebe in den

Erschwerniszonen 1 bis 4 die Zahlungsansprüche unter dem Mittelwert. Ungefähr 59 % der Betriebe mit einer Referenzfläche kleiner 20 ha (4628) haben Zahlungsansprüche, die kleiner 168 €/ha betragen. Ist die Referenzfläche der Betriebe größer als 20 ha (2185), dann sind bei knapp 50% der Betriebe die Zahlungsansprüche kleiner als 168 €/ha. Es zeigt sich, dass jene Betriebe einen geringeren Zahlungsanspruch haben, die eine natürliche Benachteiligung vorweisen, biologisch wirtschaften, und eine Referenzfläche von kleiner 20 ha haben.

Im Entkoppelungsszenario werden im Wesentlichen zwei Veränderungen vorgenommen: zum einen werden die Zahlungsansprüche implementiert und zum anderen werden entsprechende Produktpreisanpassungen vorgenommen. Die Auswirkungen dieser Veränderungen auf die betrieblichen Gesamtdeckungsbeiträge und die Grenznettonutzen der betrieblichen Bewirtschaftungsflächen sind in beiden folgenden Abbildungen dargestellt.

Abbildung 4: Verteilung der Änderungen im Gesamtdeckungsbeitrags in den Modellbetrieben in % (n = 6814)



Quelle: eigene Erstellung.

Die durchschnittliche Änderung im Gesamtdeckungsbeitrag beträgt bei den 6814 Betrieben -1.4%. Nimmt man an, dass sich die Produktpreise nicht ändern (Preise wie im Referenzszenario), dann würde es zu einer durchschnittlichen Änderung im Gesamtdeckungsbeitrages von +1.3% kommen. Es wird somit deutlich, dass die *Entkoppelung* im Durchschnitt zu positiven Einkommenseffekten führt[6] jedoch bewirken die erwarteten Preisänderungen, die vor allem im Milchbereich erwartet werden, negative Einkommenseffekte. Die Änderungen in den betrieblichen Gesamtdeckungsbeiträgen variieren deutlich, wie es in Abbildung 4 ersichtlich ist. Bei ungefähr 60% der 6814 Betriebe kommt es zu negativen Änderungen im Gesamtdeckungsbeitrag. Von den milchviehhaltenden Betrieben[7] (1310) ändert sich bei 91% der Gesamtdeckungsbeitrag ins Negative. Bei den Marktfruchtbetrieben[8] (658) sind es 72%, bei denen es zu einer negativen Gesamtdeckungsbeitragsänderung kommt. Bei den konventionell wirtschaftenden Betrieben (4569) sind 61% von einer negativen Gesamtdeckungsbeitragsänderung betroffen. Bei den biologisch wirtschaftenden Betrieben (2245) sind es 58%. Bei den Betrieben in der Erschwerniszone 0 (2136) kommt es bei 58% zu negativen Änderungen im Gesamtdeckungsbeitrages. Jene Betriebe, die in den Erschwerniszonen 1 bis 4 liegen, werden bei 61% negative Änderungen im Gesamtdeckungsbeitrag ausgewiesen. Es zeigt sich, dass vor allem bei den Milchviehbetrieben es zu negativen Änderungen im Gesamtdeckungsbeitrages kommt, die überwiegend von der Milchpreisentwicklung bestimmt sind (Absenkung der Interventionspreise für Butter und Magermilchpulver).

Mit einem weiteren Indikator wird der Grenznettonutzen vom Land, das die land- und forstwirtschaftlichen Betriebe bewirtschaften, analysiert. Der Nettonutzen einer Landnutzungsaktivität (z.B. Maisproduktion) errechnet sich aus dem Nutzen der Maisproduktion (z.B. Output mal Marktpreis) minus den Kosten der Maisproduktion (z.B. variable Kosten). Der Grenznettonutzen zeigt in Folge die Änderung des Nettonutzens bei einer zusätzlichen Einheit an, d.h. die Änderung des Nettonutzen der Maisproduktion bei einem zusätzlichen Hektar Mais. Um den Grenznettonutzen und dessen Veränderung in der land- und forstwirtschaftlichen Landnutzung abzuschätzen, kann der Schattenpreis für die begrenzte Landressource herangezogen werden. Der Schattenpreis zeigt an, wie sich der Zielfunktionswert ändert, wenn eine zusätzliche Ressourceneinheit (z.B. 1 ha Land) zur Verfügung steht. Somit werden nicht nur die direkten Kosten einer Änderung sondern auch die Opportunitätskosten mitberücksichtigt (z.B. Futterlieferung für die Nutztiere). Die Verteilung der Änderungen in den Schattenpreisen für die bewirtschaftete Fläche der Betriebe ist in Abbildung 5 ersichtlich.

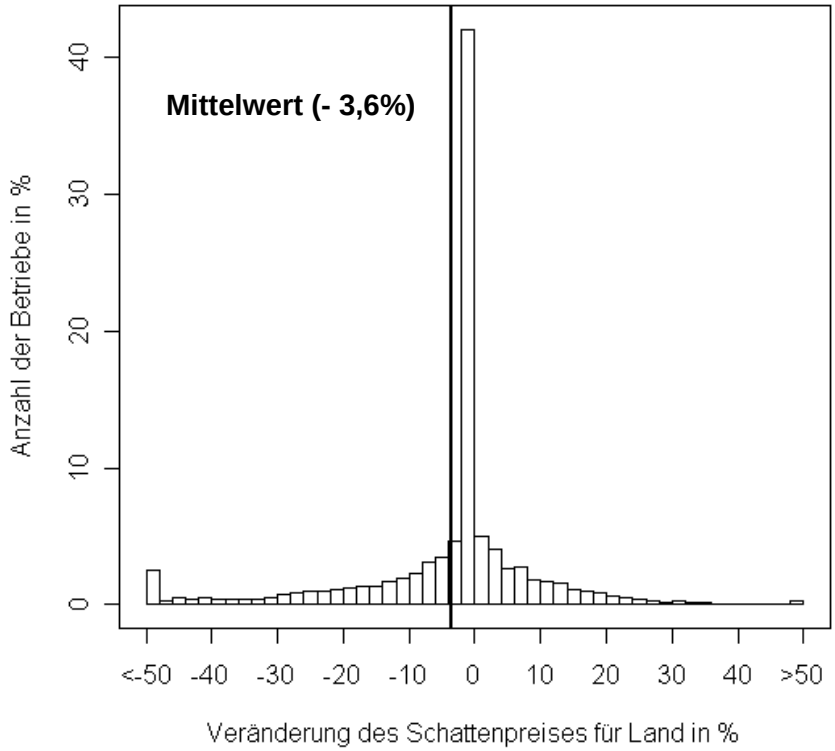
---

[6] es sei angemerkt, dass die entkoppelte Milchprämie hier miteingerechnet ist.

[7] dazu sind Betriebe mit der Klassifikation FFMI, FUMII und FUMIE gezählt worden.

[8] dazu sind Betriebe mit der Klassifikation FOM, MD, MFE und MFI gezählt worden.

Abbildung 5: Verteilung der Änderungen im Schattenpreis für Land in den Modellbetrieben in % (n = 6814)



Quelle: eigene Erstellung.

Im Durchschnitt der 6814 Modellbetriebe sinken die Schattenpreise (Grenznettonutzen) für Land um 3.6%. Bei 35% der Betriebe bleibt dieser Schattenpreis unverändert und bei 38% der Betriebe kommt es zu einer Senkung des Schattenpreises im Entkoppelungsszenario. Bleiben die Preise unverändert zum Referenzszenario, dann sinken die Schattenpreise durchschnittlich um 2.7%. Bei 41% der konventionell wirtschaftenden Betriebe und bei 34% der biologisch wirtschaftenden Betriebe kommt es zu einer Senkung der Schattenpreise. In der Erschwerniszone 0 tritt bei 56% der Betriebe und bei den übrigen Erschwerniszonen (1 - 4) bei 30% der Betriebe ein Senkung des Schattenpreises ein. Die Veränderungen in den Schattenpreisen für die Landressourcenausstattung der Betriebe resultieren vor allem von der Extensivierung bzw. Intensivierung der Landbewirtschaftung und den veränderten Produktpreisen.

Die Analyse zur Entkoppelung zeigt, dass die Effekte auf der Betriebsebene stark variieren können. Mit FAMOS ist es nun möglich jene Gruppen von land- und forstwirtschaftlichen Betrieben zu identifizieren, die von der Reform gewinnen bzw. verlieren.

6. Zusammenfassung

Im politischen Entscheidungsprozess werden zunehmend datenintensive und computerunterstützte Analysen eingesetzt, um komplexe Zusammenhänge in einer zielgerichteten Politikgestaltung berücksichtigen zu können. Speziell der Internalisierung von externen (Umwelt)Effekten kommt heute deutlich verstärktes Gewicht zu, wobei derartige Aktivitäten auch durch die eingetretenen technischen Entwicklungen – Computerforschung, Geo-Informationssysteme, Fernerkundung, etc. – erleichtert werden. In vermehrtem Ausmaß werden Instrumente eingesetzt, die direkt bei den Akteuren ansetzen und Marktsignale berücksichtigen, um mit den zur Verfügung stehenden Mitteln die best möglichen Ergebnisse für die Zielgruppe und Gesellschaft zu erreichen. Dafür sind Informationen aus regelmäßigen und systematischen Datenerhebungen nötig, um eine Feinabstimmung der Instrumente zu ermöglichen und diese den regionalen und globalen Veränderungen anzupassen.

Der Beitrag präsentiert ein Betriebsoptimierungssystem, wobei typische land- und forstwirtschaftliche Betriebe für Österreich nach regionalen und strukturellen Kriterien abgeleitet und mit der Methode der Mathematischen Programmierung modelliert werden. Ein heterogener Datenpool wird systematisch aufbereitet, wobei klar definierte Schnittstellen eine flexible Anwendung des integrierten Daten- und Modellsystems erlauben. Damit ist eine Grundlage geschaffen, welche regelmäßige Datenerneuerung und Modellentwicklung erleichtert und fördert. Der wissenschaftliche Wert des Modells liegt vor allem in der Möglichkeit es mit anderen ökonomischen und biophysikalischen Modellen (PASMA, EPIC, APEX) und Datensystemen (LGR) zu verbinden. Anknüpfungspunkte könnten z.B. betriebliche Futter- oder Nährstoffbilanzen, oder andere umweltrelevante Emissionsmengen (z.B. Klimagase) sein. Andere An- und Verbindungsmöglichkeiten sind im Bereich der Pacht- und Kontingentmärkte erkennbar. Umgekehrt könnten biophysikalische Modelle (EPIC, APEX) wetter-, boden- und managementbezogene Ertrags- und Emissionskoeffizienten liefern. Damit wäre die Kausalkette ökonomischer und umweltbedingter Zusammenhänge mit zusätzlichen Dimensionen (Boden, Klima, Topographie, etc.) verlängerbar.

Das Ziel der Betriebsmodellierung ist es den typischen Betrieb mit all seinen historisch beobachteten Produktions- und Einkommensmöglichkeiten abzubilden. Dazu zählen die land- und forstwirtschaftliche Produktion, Dienstleistungen, Nebeneinkommen, Förderungen und Transferzahlungen. Der Schwerpunkt des Modells liegt in der Auswahl von betriebsspezifischen Produktions- und Einkommensmöglichkeiten, welche überwiegend von der Ausstattung und Qualität an natürlichen Ressourcen, Kapital und Arbeitskräften bestimmt sind. Ein Datenpool, der sich aus INVEKOS, Agrarstrukturerhebungen, Buchführungsbetrieben, Standarddeckungsbeiträgen, Standardarbeitskräfteerhebungen, und Literaturrecherchen zusammensetzt, wird systematisch bearbeitet und aufbereitet um typische land- und forstwirtschaftliche Betriebe für Österreich abzuleiten und zu beschreiben. Die Auswahl der Betriebe wurde nach regionalen und strukturellen

Kriterien vorgenommen, sodass eine Zuordnung zu Hauptproduktionsgebiet, Betriebsschwerpunkt, Erwerbsart, Bewirtschaftungssystem, Erschwerniszone, und Betriebsgröße getroffen werden kann. Die Koeffizienten der Betriebsaktivitäten sind im Zuge ökonometrischer und statistischer Analysen, Literaturrecherchen, oder Experteneinschätzungen ermittelt worden. Die betrieblichen Entscheidungsmöglichkeiten betreffen im Wesentlichen Landnutzungsarten (z.B. Ackerland, Grünland, Wald), Kultur- und Pflanzenarten (Marktfrüchte, Futterarten, Baum- und Dauerkulturarten, etc.), Tierarten, Dienstleistungen, Nebeneinkommen, Management und Bewirtschaftung, und Förderungen. Die Auswahl einzelner Betriebsaktivitäten erfordert physisch limitierende Ressourcen und andere operationale Inputs, welche ein oder mehrere Outputs produzieren. Umgekehrt beeinflussen die Nutzung natürlicher Ressourcen und die Produktion von Output die Umwelt, welche in Form von Hoftorbilanzen im Modell errechnet werden. Das Modell ist in der Lage einzelbetriebliche Informationen über eine Palette von Indikatoren, die sich über den Bereich Produktion, Einkommen und Umwelt erstrecken, zu liefern. Diese können mit Hilfe von flexiblen Hochrechnungsvektoren auf regionale und strukturelle Einheiten aggregiert werden.

FAMOS ist angewendet worden, um die Auswirkungen der österreichischen Umsetzung der letzten GAP-Refrom auf Betriebsebene zu analysieren. Erste Ergebnisse zeigen, dass die Zahlungsansprüche der Betriebe aufgrund der historischen Referenz sehr unterschiedlich sind. Der durchschnittliche Zahlungsanspruch von den 6814 Modellbetrieben beträgt 168 €/ha und schwankt zwischen 0 und >1000 €/ha. Die Auswirkungen auf die betrieblichen Gesamtdeckungsbeiträge variieren deutlich und sinken im Durchschnitt um 1,4%. Der Grenznettonutzen des Landes sinkt ebenfalls durchschnittlich um 3,6%, was vor allem auf die Extensivierung der Landbewirtschaftung und den veränderten Produktpreisen zurückzuführen ist.

Die Entwicklung des Betriebstypenmodells lässt mehrere Richtungen zu. Die Verbindung der Positiven Mathematischen Programmierungsmethode mit der Methode der konvexen Kombinationen von historisch beobachteten Entscheidungsindikatoren würde eine exakte Kalibrierung an eine Referenzsituation erlauben ohne die Robustheit des Modells zu verlieren. Die Verwendung der linearisierte PMP-Methode (Schmid und Sinabell, 2005) würde die Lösungsgeschwindigkeit deutlich erhöhen und die Verwendung von Integervariablen ermöglichen. Beide Kriterien sind für eine umfangreiche Betriebsanalyse von Bedeutung. Eine weitere Entwicklungsmöglichkeit könnte in Richtung endogener Fruchtfolgemodellierung gehen. Die ökonomischen und umweltbezogenen Effekte vieler Bewirtschaftungsmaßnahmen (z.B. Winterbegrünung) lassen sich nicht kulturartenspezifisch, sondern nur in ganzen Fruchtfolgen bewerten. Mit biophysikalischen Prozessmodellen könnten Fruchtfolgeeffekte simuliert werden. Die Integration der ertrags- und umweltbezogenen Fruchtfolgeeffekte in das Betriebstypenmodell ermöglicht Fruchtfolgeentscheidungen mit abzubilden. Die Effekte könnten im statischen, stochastischen oder dynamischen Zusammenhang geschätzt werden. Generell würde die Dynamisierung der betrieblichen Entscheidungsprozesse neue Anwendungsbereiche (z.B. Investitionen) eröffnen sowie die Abbildung ver-

schiedener Produktionsbereiche verbessern (z.B. Waldwirtschaft, Obst- und Weinbau). Das Betriebsoptimierungssystem wäre somit in der Lage sowohl die Heterogenität in der Betriebsausstattung als auch die zeitliche Abfolge von ökonomischen und physischen Prozessen abzubilden und könnte somit als Werkzeug in der aktuellen Politikgestaltung eingesetzt werden.

Literatur

BMLFUW (2002a). Standarddeckungsbeiträge und Daten für die Betriebsberatung 2002/2003. Ausgabe Westösterreich. BMLF, Abteilung IIA4 – Landwirtschaftliches Beratungswesen, A-1010 Wien, Stubenring 1.

BMLFUW (2002b). Standarddeckungsbeiträge und Daten für die Betriebsberatung 2002/2003. Ausgabe Ostösterreich. BMLF, Abteilung IIA4 – Landwirtschaftliches Beratungswesen, A-1010 Wien, Stubenring 1.

DANTZIG, G.B. AND P. WOLFE (1961): The Decomposition Algorithm for Linear Programs. *Econometrica*, 29, 767-778.

EDER, M., R. DALMOLIN AND G. ALTRICHTER (2002): Standarddeckungsbeiträge und Daten für die Betriebsberatung im Biologischen Landbau 2002/2003, Wien.

FAPRI-IRELAND PARTNERSHIP (2003): The Luxembourg CAP Reform Agreement: Analysis of the Impact on EU and Irish Agriculture, Teagasc Rural Economy Research Centre, October 14th 2003, Dublin.

FRENZ, K., UND D. MANEGOLD (1995): Auswirkungen von GAP-Reform und GATT-Auflagen auf Erzeugung und Verbrauch von Getreide, Ölsaaten und Hülsenfrüchten in der EU - Modellrechnungen -. In: Frenz, K., Manegold, D., Uhlmann, F.: EU-Märkte für Getreide und Ölsaaten. Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Heft 439, 185-344.

FREYER, B., M. EDER, W. SCHNEEBERGER, I. DARNHOFER, L. KIRNER, T. LINDENTHAL, W. ZOLLITSCH (2001): Der biologische Landbau in Österreich – Entwicklungen und Perspektiven, Agrarwirtschaft 50 (7) 400-409.

HEINRICHSMEYER, W., CH. CYPRIS, W., LÖHE, M., MEUDT, R., SANDER, FL. VON, SOTHEN, F., ISERMEYER, A., SCHEFSKI, K-H., SCHLEEF, E., NEANDER, F., FASTERDING, B., HELMCKE, M., NEUMANN, H., NIEBERG, D., MANGEGOLD, TH., MEIER (1996): Entwicklung des gesamtdeutschen Agrarsektormodells RAUMIS96. Endbericht zum Kooperationsprojekt. Forschungsbericht für das BMELF (94 HS 021), vervielfältigtes Manuskript, Bonn/Braunschweig.

HOWITT, R.E. (1995): Positive Mathematical Programming, American Journal of Agricultural Economics, **77,** 329-342.

JACOBS A. (1998): Paralleler Einsatz von Regionen- und Betriebsgruppenmodellen in der Agrarsektoranalyse. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Angewandte Wissenschaft, Heft 470.

JAYET P.-A., S., DE CARA, UND M., DONATI (2000): Evaluating agri-environmental policies in the EU: some views and extensions from the AROPAj model. Eurotools workshop: Tools for evaluating EU agricultural policy at different decision levels, Bruxelles (BEL), 2000/10/20 - European Commission, DG Research, DG Agriculture, Bruxelles (BEL), 36 p.

KLEINHANß, W. (1996): Auswirkungen unterschiedlicher produktgebundener bzw. produktionsneutraler Transferzahlungen im Rahmen der EU-Agrarmarktregelungen. In: Landbauforschung Völkenrode, Heft 4/1996, 198-211.

MANEGOLD, D., W., KLEINHANß, P., KREINS, B., OSTERBURG, K., SEIFERT (1998): Interaktive Anwendung von Markt-, Regional- und Betriebsmodellen zur Beurteilung von Politikalternativen. Vortrag auf der 39. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues vom 30. September bis 2. Oktober 1998 in Bonn.

MCCARL, B.A. (1982): Cropping Activities in Agricultural Sector Models: A Methodological Proposal. *American Journal of Agricultural Economics*, 64, 768-772.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2004). Agricultural Outlook 2004-2013, OECD, Paris.

ÖNAL, H. AND B.A. MCCARL (1989): Aggregation of Heterogeneous Firms in Mathematical Programming Models. *European Journal of Agricultural Economics*, 16, 4, 499-513.

ÖNAL, H. AND B.A. MCCARL (1991): Exact Aggregation in Mathematical Programming Sector Models. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 39, 319-334.

SCHLEEF, K-H. (1999): Auswirkungen von Stickstoffminderungspolitiken - Modellgestützte Abschätzung der betrieblichen Auswirkungen von Politiken zur Verringerung von Stickstoffüberschüssen aus der Landwirtschaft. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Angewandte Wissenschaft, Heft 482.

SCHMID, E. (2004). Das Betriebsoptimierungssystem - FAMOS. Discussion Paper Nr. DP-09-2004 of the Institute for Sustainable Economic Development, Department of Economics and Social Sciences, University of Natural Resources and Applied Life Sciences Vienna. http://www.boku.ac.at/wpr/papers/d_papers/dp_cont.html

SCHMID, E. AND F. SINABELL (2005a). Organic farming under a reformed CAP – results for the Austrian agricultural sector. XIth Congress of European Association of Agricultural Economists. Copenhagen, Denmark, 23-27 August 2005. http://www.eaae2005.dk/

SCHMID, E., AND F. SINABELL (2005d). Using Positive Mathematical Programming to Calibrate Linear Programming Models. Discussion Paper Nr. DP-10-2004 of the Institute for Sustainable Economic Development, Department of Economics and Social Sciences, University of Natural Resources and Applied Life Sciences Vienna. http://www.boku.ac.at/wpr/papers/d_papers/dp_cont.html

SCHMID, E., AND F. SINABELL (2003). The Reform of the Common Agricultural Policy: Effects on Farm Labour Demand in Austria. Diskussionspapier Nr. 101-W-2003 des Instituts für Wirtschaft, Politik und Recht, Universität für Bodenkultur Wien.

SCHMID, E., AND F. SINABELL (2004). Implication of the CAP Reform 2003 for Rural Development in Austria. Selected paper prepared for presentation at the 87th EAAE-Seminar: Assessing rural development policies of the CAP. 21st-23rd April 2004, Vienna.

SCHMID, E., AND F. SINABELL (2005b). Evaluation of Decoupling Scenarios in a Rural Development Context: Results for Austria. 89th EAAE-Seminar. Modelling Agricultural Policies: State of the Art and New Challenges. Parma. Italy. 5. February 2005. forthcoming.

SCHMID, E., AND F. SINABELL (2005c). Supply of Organic Farming Products under the new CAP - Results for Austria. (Eds) Ika Darnhofer, Siegfried Pöchtrager, and Erwin Schmid, Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie. Facultas, Wien, pp. 51-62. ISSN 1815-1027.

SINABELL, F. UND E. SCHMID (2003a): Entkopplung der Direktzahlungen. Konsequenzen für Österreichs Landwirtschaft, WIFO-Forschungsendbericht, Wien. http://titan.wsr.ac.at/wifosite/wifosite.get_abstract_type?p_language=1&pubid=23706.

SINABELL, F. UND E. SCHMID, (2003c). Die Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU: Wichtige Konsequenzen für Österreichs Landwirtschaft. *WIFO-Monatsberichte*, **6**/2003, 425-440.

SINABELL, F., UND E. SCHMID, (2003b). The Reform of the Common Agricultural Policy. Consequences for the Austrian Agricultural Sector. *Austrian Economic Quarterly*, **3**/2003, 84-101.

Die Diskussionspapiere sind ein Publikationsorgan des Instituts für nachhaltige Wirtschaftsentwicklung (INWE) der Universität für Bodenkultur Wien. Der Inhalt der Diskussionspapiere unterliegt keinem Begutachtungsvorgang, weshalb allein die Autoren und nicht das INWE dafür verantwortlich zeichnen. Anregungen und Kritik seitens der Leser dieser Reihe sind ausdrücklich erwünscht.

The Discussion Papers are edited by the Institute for Sustainable Economic Development of the University of Natural Resources and Applied Life Sciences Vienna. Discussion papers are not reviewed, so the responsibility for the content lies solely with the author(s). Comments and critique are welcome.

Bestelladresse:

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
Institut für nachhaltige Wirtschaftsentwicklung
Feistmantelstrasse 4, 1180 Wien
Tel: +43/1/47 654 – 3660
Fax: +43/1/47 654 – 3692
e-mail: Iris.Fichtberger@boku.ac.at