

AgriPoliS – Ein agentenbasiertes Modell zur Wirkungsanalyse agrarpolitischer Maßnahmen

KATHRIN HAPPE, STUTTGART-HOHENHEIM
ALFONS BALMANN, HALLE

Abstract

AgriPoliS (Agricultural Policy Simulation) is an extension of the agent-based spatial and dynamic approach to model agricultural structural change by Balmann (1997). Particular emphasis is put on integrating real farm data into the model as well as on modelling technical change and the effect of larger field sizes. The model is applied to study the dynamic effects of agricultural policy changes.

1 Einführung

Mit dem Aufkommen von agentenbasierten Methoden in den letzten Jahren (vgl. Balmann 1997, Berger 2001) konnten neue Erkenntnisse über das Zusammenspiel der das landwirtschaftliche System bestimmenden Faktoren gewonnen werden. Während Balmann in seiner ursprünglichen Arbeit sich lediglich auf ein fiktives Agrarsystem bezog, verfolgen die darauf folgenden Arbeiten einen anwendungsorientierten Ansatz, der mehr die spezifischen Eigenschaften bestimmter Agrarregionen in den Vordergrund stellt. So untersuchte Berger z.B. die Diffusion neuer Technologien für eine Region in Chile, wobei auch explizit auf die in der Region vorherrschende Bewässerungssituation eingegangen wurde. AgriPoliS stellt nun eine Modellerweiterung dar, die unter anderem erlaubt spezifische regionale Gegebenheiten (Ausgangsbetriebe, Agrarstruktur, Marktbedingungen, etc.) in Form einer Microsoft Excel Datei in das Modell einzulesen. Neue Bestandteile sind die Modellierung der Wirkung von Flurstücksvergrößerungen sowie die Einführung von technischen Fortschritten bei Neuinvestition.

2 Das Modell

AgriPoliS (Agricultural Policy Simulation) ist ein räumlich-dynamisches Modell, das auf der Interpretation von landwirtschaftlichen Betrieben als Agenten fußt (vgl. Balmann/Happe 2001). Die Grundzüge des Modelltyps sowie einige Erweiterungen wurden bereits an anderer Stelle erläutert (vgl. Balmann 1997, Berger 2001), weshalb auf eine erneute ausführliche Darstellung verzichtet wird. In AgriPoliS wird eine Agrarregion als GIS-ähnliches Gitternetz interpretiert, das in gleich große Zellen aufgeteilt ist. Auf einigen dieser Zellen in dieser Agrarregion befinden sich landwirtschaftliche Betriebe mit Pacht- und Eigentumsflächen.

Boden kann entweder als Grün- oder Ackerland bewirtschaftet werden. Die jeweilige Betriebsorganisation wird in einer aktuellen Modellanwendung auf das Vergleichsgebiet Hohenlohe in Baden-Württemberg (vgl. Balmann et al. 2002) durch 13 verschiedene potenzielle Produktionsaktivitäten gekennzeichnet. Ferner steht es jedem Betrieb offen, in 28 verschiedene Objekte zu investieren (Tabelle 1). Dabei werden verschiedene Größen eines Investitionstyps zur Abbildung von Größeneffekte berücksichtigt. Es wird angenommen, dass jeder Betrieb autonom agiert und sein individuelles Haushaltseinkommen maximiert. Produktion und Investition-

Tabelle 1: Investitionstypen, Kapazitäten und Nutzungsdauer der Investitionsobjekte

Investitionstyp	Kapazität (Stallplätze Hektar)	max. Nutzungsdauer
Sauenstall	252, 170, 128, 64, 40	20
Schweinemaststall	1000, 600, 400, 200, 100	20
Rindermaststall	200, 100, 40	25
Mutterkuhhaltung	40, 10	25
Putenstall	15000, 10000, 5000	20
Milchviehstall	480, 240, 120, 60, 30	25
Maschinen ¹⁾	150, 85, 55, 30, 15	12

¹⁾ max. Flächenkapazität (ha) der Maschinenausstattung

sentscheidungen werden auf der Grundlage gemischt-ganzzahliger Programmierung getroffen. Investitionen in ein Anlagegut haben Auswirkungen auf die Produktionskapazitäten für die Nutzungsdauer des jeweiligen Anlagegutes. Die Kosten der Investition sind versunken. Gleiches gilt für die Kapitalausstattung, die von früheren Investitionen und erzielten Gewinnen abhängt. Betriebsaufgaben erfolgen, wenn der Betrieb entweder illiquide ist oder die Opportunitätskosten der betriebseigenen Produktionsfaktoren nicht gedeckt sind. Auch wenn die Betriebe alle denselben Entscheidungsregeln und derselben adaptiven Erwartungsbildung folgen, so agieren die Betriebe autonom und entwickeln sich - abhängig von der Anfangsausstattung zu Beginn der Simulation - individuell. Das Entscheidungsverhalten der Betriebe auf der Mikroebene kann als myopisch oder begrenzt rational bezeichnet werden. Auch wenn die Betriebe über Optimierungsmethoden und -möglichkeiten im Bezug auf den eigenen Betrieb verfügen, so sind die kognitiven Fähigkeiten der Betriebe doch begrenzt. Betriebe können z.B. nicht direkt kommunizieren, was die gemeinschaftliche Nutzung von Maschinen ausschließt. In jeder Periode durchläuft das Programm die in Abbildung 1 gezeigten Schritte. Betriebe sind über lokale Produkt- und Faktormärkte für Acker- und Grünland, Milchquoten und Gül-

leausbringungsflächen verbunden. Besonders relevant ist dabei der Bodenmarkt, da Betriebe Flächen nur ausdehnen können, wenn andere Fläche abstocken. Für die Übergabe des Betriebes an

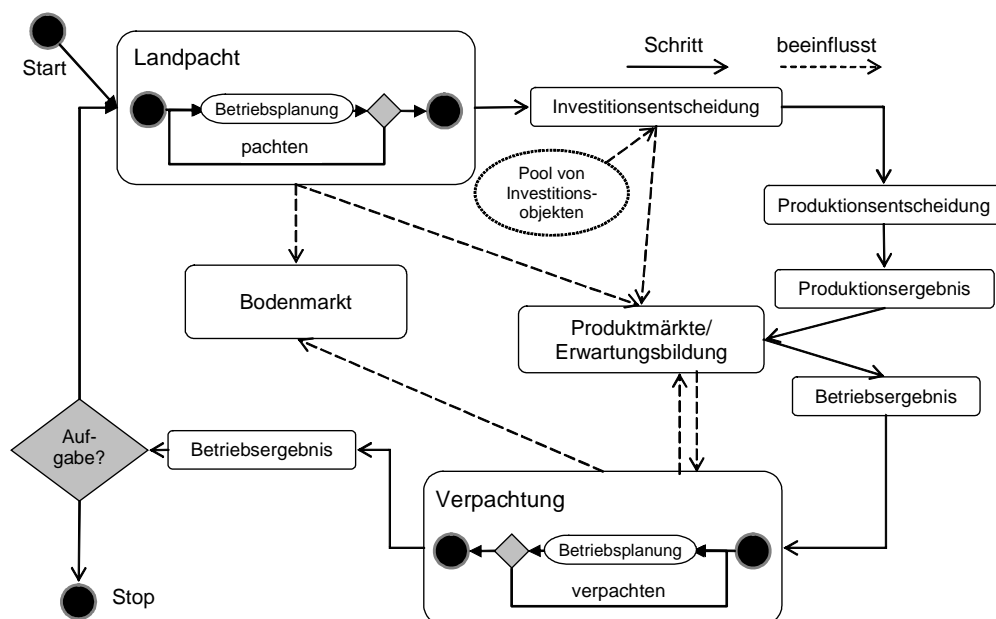


Abbildung 1: Betriebliche Entscheidungssequenz

die nachfolgende Generation werden erhöhte Opportunitätskosten der Familienarbeitskräfte angenommen, da dieses als eine Investition in landwirtschaftliche Aus- und Weiterbildung angesehen werden kann. Zur Berücksichtigung heterogener Managementfähigkeiten wird jedem Betrieb ein Managementfaktor zugeordnet, der die Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit der Modellbetriebe beeinflusst.

Bodenmarkt und Flurstücksvergrößerungen

Entsprechend des in der Realität stark zunehmenden Pachtanteils bei landwirtschaftlichen Betrieben wurde der Bodenmarkt als reiner Pachtmarkt implementiert. Freie Parzellen werden von einem zentralen Verpächter in einer iterativen Auktion an die Betriebe verpachtet. Zu Beginn jeder Auktionsrunde ermittelt jeder Betrieb die Parzelle Grünland und/oder Ackerland, die er zu pachten wünscht. Für jede dieser Parzellen gibt der jeweilige Betrieb ein Pachtgebot ab, das abhängt vom Schattenpreis für Boden, der Anzahl benachbarter Betriebsflächen sowie den Entfernungskosten. Die Anzahl der benachbarten Betriebsflächen und das Pachtgebot sind positiv korreliert, da so Größenvorteile besser genutzt werden können. Die Abgabe der Pachtgebote alterniert zwischen Acker- und Grünland. In jeder Runde der Auktion werden die Pachtgebote verglichen und der meistbietende Betrieb erhält den Zuschlag für

die von ihm gewünschte Parzelle. Dieser Prozess wird so lange wiederholt bis alle Parzellen verpachtet sind oder die Pachtgebote Null sind. Andere Kosten, die bei Landpacht zusätzlich zum Pachtentgelt entstehen (z.B. Steuern, Gebühren), werden nicht explizit berücksichtigt. Jedoch wird ein Abschlag auf das tatsächlich zu zahlende Pachtentgelt vorgenommen, so dass letztlich nur ca. 75% des Pachtgebotes als Pachtentgelt entrichtet werden. Am Ende jeder Periode haben Betriebe die Möglichkeit, bestehende unrentable Pachtverhältnisse zu kündigen. Um dynamische Effekte auf dem Bodenmarkt sowie übermäßig schwankende Pachtpreise zwischen Perioden auszugleichen, wird das Pachtentgelt für die Parzellen, die ein Betrieb behält, schrittweise in Richtung des durchschnittlichen Pachtpreises für neuverpachtete Flächen angepasst. Insbesondere Flurstücksvergrößerungen wurden in den letzten Jahren immer wieder thematisiert, da mitunter erheblich geringere Kosten durch eine effizientere Nutzung vorhandener und größerer Maschinen realisiert werden können. Vor allem in Regionen mit stark zergliederter Flächenstruktur kann die Kostenersparnis besonders groß sein. So schätzt Breitschuh (2000), dass die schlaggrößenabhängigen Verfahrenskosten bei Getreideproduktion bei einer Flurstücksvergrößerung von 2,5 auf 20 ha um ca. 30% zurückgehen. Dieser Sachverhalt wird im Modell über Neuinvestitionen berücksichtigt. Dabei wird angenommen, dass mit jeder Neuinvestition in größere Maschinen die variablen Produktionskosten der Ackerbau- und Grünlandaktivitäten um einen bestimmten Faktor zurückgehen. Dieser Faktor ist eine Funktion der Anzahl benachbarter Flächen des Betriebes, sowie der Betriebsgröße. Somit können Betriebe mit ursprünglich wenig nicht zusammenhängender Fläche größere Kosteneinsparungen realisieren wenn sie die Betriebsfläche vergrößern.

Prozessinnovationen

Im Agrarbereich lässt sich technischer Fortschritt in erster Linie in der Gestalt von Prozessinnovationen finden, d.h. als verbesserte Maschinen und Anlagen (vgl. Berger 2000). Allerdings geht mit Prozessinnovation bei Maschinen und Anlagen meist die Erwartung von Kosteneinsparungen einher. Im Bezug auf das Modell stellt dieser Aspekt einen geeigneten Ansatzpunkt für die Berücksichtigung von Prozessinnovationen im Modell dar. Denn es kann davon ausgegangen werden, dass ein Betriebleiter mit jeder Neuinvestition in Maschinen und Anlagen Kosteneinsparungen verbindet.¹ Es wird davon ausgegangen, dass die Technologien einem kontinuierlichen Fortschritt unterworfen sind, der sich jedoch nicht in den Anschaffungskosten und der Kapazität niederschlägt. Ferner wird angenommen, dass jedem der Objekte (s. Tabelle 1) abhängig von seiner Größe und der Anzahl von Investitionen eines Typs ein Kosteneinsparungspotenzial zugeordnet werden kann. Aufgrund der großen Heterogenität realer Betriebe ist eine exakte empirische Fundierung von Kosteneinsparungspotentialen nahezu unmöglich. Deshalb wurde für die Kostenersparnis ein eher konservativer Wert von 1-1,5% der bisherigen Produktionskosten angenommen. Ein anderer Aspekt technischen Fortschritts, nämlich die Arbeitersparnis, wurde ebenfalls im Modell berücksichtigt. Auch hier gibt es Größeneffekte dadurch, dass großen Objekten eine größere Arbeitersparnis zugeordnet wird als kleineren. Da technischer Fortschritt im Zusammenhang mit Investitionen im Modell berücksichtigt werden, spielen die Erwartungen bezüglich Kostenersparnissen auch eine Rolle hinsichtlich der Betriebsaufgabeentscheidung. Wenn ein Betrieb aufgrund einer Neuinvestition in der nächsten Periode eine geringere Kostenbelastung erwartet, kann so die Betriebsaufgabe potenziell verzögert werden.

3 Verknüpfung zur Datenbasis und Modellkalibrierung

Im Gegensatz zu früheren Versionen des Modellansatzes von Balmann (1997) wird die Datenbasis für AgriPoliS von realen Buchführungsdaten der jeweiligen Untersuchungsregion (z.B.

¹ Im Modell wird angenommen, dass diese Einsparungen sofort wirksam sind. In der Realität ist allerdings zu erwarten, dass die Adoption neuer Technologien mit Lerneffekten einhergeht.

Hohenlohe) abgeleitet. Auf der Grundlage dieser Daten wird das Modell in einem ersten Schritt kalibriert. Dazu werden 12 für die Region typische, also reelle, Betriebe identifiziert (Tabelle 2), die mit in der Region üblichen Maschinen und Anlagen ausgestattet sind.

Tabelle 2: Charakteristische Merkmale der typischen Betriebe für die Region Hohenlohe

Betrieb	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Spezialisierung	V ¹⁾	V	F	F	M	M	XLA	V	F	X	M	V
Erwerbsform	HE ²⁾	HE	HE	HE	HE	HE	HE	HE	NE	NE	NE	NE
Fläche gesamt (ha)	22.5	72.5	67.5	30	37.5	60	50	112.5	12.5	17.5	10	20
Ackerland (ha)	22.5	72.5	40	12.5	37.5	60	22.5	102.5	5	12.5	10	20
Grünland (ha)	0	0	27.5	17.5	-	-	27.5	10	7.5	5	0	0
Rinder (Plätze)	-	-	90	52	-	-	63	25	28	5	-	-
Milchkühe (Plätze)	-	-	39	26	-	-	28	-	12	-	-	-
Sauen (Plätze)	40	128	-	-	40	-	64	170	-	-	-	128
Mastschweine (Plätze)	300	600	-	-	-	-	-	0	-	100	-	-
Puten (Plätze)	-	-	-	-	-	20000	-	-	-	-	-	-
Häufigkeit	480	25	120	244	106	22	231	95	389	154	442	298

¹⁾ V: Veredlung; M: Marktfruchtbau; F: Futterbau; XLA: Gemischt ²⁾ HE: Haupterwerb; NE: Nebenerwerb

Die technischen Koeffizienten für die einzelnen Modellbetriebe, sowie die Investitions-, Kosten- und Preisdaten stammen aus den bekannten Datensammlungen (z.B. Regierungsbezirk Mittelfranken 2001). Diese Daten sowie die erhobenen Betriebsdaten bilden die Grundlage für die Definition der einzulesenden Modellbetriebstypen. Jedem Betriebstyp wird eine bestimmte Häufigkeit zugeordnet (s. Tabelle 2), um die aktuelle Agrarstruktur der Untersuchungsregion hinsichtlich einer Reihe von Eigenschaften (Anzahl der Betriebe, Betriebstypen, Flächenausstattung, Viehhaltungskapazitäten) annähernd abzubilden. Kriterium bildet hierbei die Minimierung der quadratischen Abweichungen bzgl. Betriebstyp, Landnutzung, Tierhaltung, zwischen realer Region und Modellregion. Zur Modellinitialisierung wird jeder der 12 Modellbetriebe entsprechend der ermittelten Häufigkeit vervielfältigt, so dass zu Simulationsbeginn für das Vergleichsgebiet Hohenlohe ca. 2600 Betriebe in der Modellregion angesiedelt werden. Zur weiteren Individualisierung der Modellbetriebe wird der Standort der Betrieb in der Modellregion ebenso zufällig bestimmt wie das Alter der Maschinen und Gebäude der Modellbetriebe.

4 Literatur

- BALMANN, A. (1997): Farm-Based Modelling of Regional Structural Change. In: European Review of Agricultural Economics. Jg. 25, Heft 1, S. 85-108.
- BALMANN, A.; HAPPE, K. (2001): Agentenbasierte Politik- und Sektoranalyse – Perspektiven und Herausforderungen. In: Agrarwirtschaft. Jg. 50, Heft 8, S. 505-516.
- BALMANN, A.; HAPPE, K.; KELLERMANN, K.; KLEINGARN A. (2002): Adjustment Costs of Agri-environmental Policy Switchings: An Agent-Based Analysis of the German Region Hohenlohe. In: Janssen, M. (Hrsg.): Complexity and Ecosystem Management – The Theory and Practice of Multi-Agent Systems. Edward Elgar, Cheltenham. I. Druck.
- BERGER, T. (2000): Agentenbasierte räumliche Simulationsmodell in der Landwirtschaft. Anwendungsmöglichkeiten zur Bewertung von Diffusionsprozessen, Ressourcennutzung und Politikoptionen. Agrarwirtschaft Sonderheft 168.
- BERGER, T. (2001): Agent-based spatial models applied to agriculture: a simulation tool for technology diffusion, resource use changes and policy analysis. In: Agricultural Economics. Jg. 25, Hefte 2-3, S. 245-260.
- BREITSCHUH, G. (2000): Kostenvergleich bei der pflanzlichen Produktion zwischen Ost und West. Thüringische Landesanstalt für Landwirtschaft, Arbeitsbericht.
- REGIERUNGSBEZIRK MITTELFRAKEN (2000): Deckungsbeiträge, Variable Kosten, AKh-Bedarf der wichtigsten landwirtschaftlichen Produktionsverfahren inkl. Sonderkulturen. http://www.regierung.mittelfranken.bayern.de/wir_f_s/wissensw/landwirt/db2000.pdf (28.8.01)