

Können Produktionsentscheidungen als Investitionsentscheidungen modelliert werden?

Can production decisions be modelled as investment decisions?

Stefan Mann, Gabriele Mack und Ali Ferjani

Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Tänikon, Schweiz

Zusammenfassung

Die durch Interviews mit Schweizer Betriebsleitern gewonnene Hypothese, wonach Produktionsentscheidungen auch im Pflanzenbau nicht auf jährlicher Basis, sondern ähnlich Investitionsentscheidungen langfristig getroffen werden, wird zunächst anhand von Zeitreihenanalysen für die Schweiz und Deutschland nichtparametrisch belegt. Damit wird auch eine theoretische Grundlage für die Kombination von Positiver Mathematischer Programmierung und Flexibilitätsbeschränkungen in Optimierungsmodellen geschaffen. Anhand des Prognosemodells SILAS wird gezeigt, dass die Prognosegüte durch diesen Schritt verbessert wird.

Schlüsselwörter

Flexibilitätsbeschränkungen, Produktionsentscheidungen, Optimierungsmodelle, Prognosegüte

Abstract

Interviews with Swiss farmers lead to the hypotheses that production decisions, also in crop growing, are not made annually, but similarly to investment decisions in the long run. This hypothesis is backed by non-parametric time-series analysis for Switzerland and Germany. This creates a theoretical basis for combining Positive Mathematical Programming with flexibility constraints in optimization models. Results of the forecasting model SILAS show that forecasting quality is improved through this approach.

Key words

Flexibility constraints, production decisions, optimization models, forecasting quality

1. Einleitung

Die Annahmen, die in ökonomischen Optimierungsmodellen zugrunde gelegt werden, sind auch dann nicht notwendigerweise mit der Realität kompatibel, wenn alle technischen Restriktionen und Verflechtungen berücksichtigt werden. Die Langsamkeit des Denkens (DÖRNER, 1989) und die Komplexität des menschlichen Zielsystems (SCHNEIDER und SCHMALT, 2000) sind durch die in ihrem Aufbau einfache Modellstruktur kaum darstellbar. Im Einzelnen sind am Beispiel der Landwirtschaft zwei kritische Anmerkungen zum grundsätzlichen Aufbau ökonomischer Optimierungsmodelle zu machen:

1. Schon 1917 stellt AEREBOE (1917:7) fest: „Privatwirtschaftliche Aufgabe der Landgutwirtschaft ist eine möglichst vollkommene Befriedigung der Bedürfnisse des Landwirtes und seiner Familie. Geldverdienen mit Hilfe der Landgutwirtschaft ist nur eines der dabei in Betracht kommenden Mittel.“ Dies und viele nachfolgende Veröffentlichungen (vgl. STEFFEN und BORN,

1987; BAHNER, 1995) stellten die in Optimierungsmodellen üblicherweise verwendete Zielfunktion der Gewinnmaximierung nachhaltig in Frage.

2. Ein wichtiges Thema der Agrarsoziologie sind psychologische Handlungsrestriktionen in landwirtschaftlichen Haushalten, etwa durch eine starre Arbeitsteilung zwischen den Geschlechtern (ROSSIER, 2001). Solche nicht-technischen Restriktionen werden in Optimierungsmodellen meist kaum berücksichtigt.

Obleich gerade Schweizer Agrarökonomien häufig auf die Inkompatibilität der mikroökonomischen Annahmen mit der Realität in der Landwirtschaft hingewiesen haben (LAUR und HOWALD, 1956; VALLAT, 1991), basierte auch das Modell SILAS, mit dem seit Mitte der neunziger Jahre Prognosen für den Agrarsektor der Schweiz erstellt werden (MALITIUS et al., 2001), auf den üblichen Annahmen einfacher Gewinnmaximierung. Die oben aufgezeigten Schwächen sollten für dieses Modell gemildert werden, indem Gespräche mit Landwirten zu den Determinanten ihrer Produktionsentscheidungen geführt wurden. Auf diese Weise sollten abweichende Zielfunktionen bzw. zusätzliche Restriktionen aufgedeckt und in einem nächsten Schritt quantifiziert werden.

Methodologisch soll anhand der Vorgehensweise gezeigt werden, dass die gründliche Analyse der Realität im Allgemeinen und das soziologische Verfahren des Leitfadenterviews im Besonderen dazu geeignet sind, Erkenntnisse zu ökonomischen Handlungsmustern zu gewinnen, die ihrerseits Aufbau und Form von Optimierungsmodellen beeinflussen. Über die Inhalte und Ergebnisse der Gespräche mit landwirtschaftlichen Betriebsleitern wird dabei in Abschnitt 2 berichtet. Abschnitt 3 dient der quantitativen Prüfung der in den Gesprächen gewonnenen Hypothesen zur Beschränkung der Flexibilität bei Produktionsentscheidungen. Abschnitt 4 führt kurz in die konzeptionelle Struktur von Produktionsentscheidungen in Optimierungsmodellen im Allgemeinen ein. In Abschnitt 6 wird schließlich am Beispiel des in Abschnitt 5 vorgestellten schweizerischen Modells SILAS gezeigt, welche Konsequenzen die Hypothese, dass Produktionsentscheidungen als Investitionsentscheidungen zu modellieren sind, auf die Modellergebnisse und deren Treffsicherheit hat. Schlussfolgerungen folgen in Abschnitt 7.

2. Qualitative Begründung

Ziel der durchgeführten Befragung von Betriebsleitern und Betriebsleiterpaaren (STOFFEL, 2003) war, die Bestim-

mungsgründe der jährlich zu treffenden Produktionsentscheidungen zu eruieren und die Kompatibilität mit den Annahmen des Optimierungsmodells SILAS zu überprüfen. Insbesondere in der Pflanzenproduktion fallen jährlich neue Entscheidungen über die Bestellung der Flächen an. Es war analog den oben getroffenen Anmerkungen zu überprüfen, ob dabei erstens das Ziel der Gewinnmaximierung im Vordergrund stand und zweitens bestimmte nicht-technische Restriktionen den Entscheidungsspielraum der Betriebsleiter einschränkten. Insofern dienten die durchgeführten Interviews der Hypothesengenerierung, sodass auf eine Hypothesenbildung ex ante verzichtet werden konnte.

Mit den Leitern von vier Schweizer Familienbetrieben wurden Leitfadeninterviews (LAMNEK, 1993) durchgeführt. Die Interviews wurden transkribiert und anhand der qualitativen Inhaltsanalyse nach MAYRING (2000) ausgewertet.

In den Interviews wurde an vielen Stellen deutlich, dass neben dem Streben nach einem guten Betriebsergebnis Erfahrungen und Traditionen eine dominierende Rolle bei allen Entscheidungen spielen. Dies beginnt bereits beim Faktorverkauf, wie die folgende Erläuterung zum Bezug der Ferkel zeigt:

„...Aber es kostet auch. Das ist vielleicht ein Stück weit Bequemlichkeit, wo sicher viel mehr Geld drin liegen würde, nein, nicht viel mehr, wo mehr Geld drin liegen würde, wenn man einen Teil selber machen würde. Es gibt solche, die kaufen die Ferkel ein dort, wo sie am günstigsten sind. Wir haben noch nie einen Preis nachgefragt. Wir bestellen und dann kommen sie und dann zahlen wir das, was die Rechnung sagt und im Handel dort zwischen raus, da gibt es andere, die schauen jedes mal wo bekomme ich wie teuer welche und nehmen es von verschiedenen Vermarktungsorganisationen oder lassen vielleicht auch mal einen Monat leer, wenn die Ferkel zu teuer sind. Und spekulieren dort, und das machen wir nicht, also wir, wenn wir Platz haben oder der Züchter Ferkel hat und wir Platz haben, dann kommen die, und dann wird rund ums Jahr einfach gefüllt.“

Für die hier beschriebene Abhängigkeit zukünftiger Transaktionen von früheren wurde in der Neuen Institutionenökonomik der Begriff der Pfadabhängigkeit geprägt (KASPER und STREIT, 1999). Eine solche Pfadabhängigkeit kam in den Gesprächen noch häufiger zum Vorschein, wenn es um die jährlichen Anbauentscheidungen ging. Äusserungen wie *„Wenn sich was bewährt, warum soll man hingehen und was ändern?“* zeigen die Vorzüglichkeit bekannter Lösungen aufgrund der geringen damit verbundenen Transaktionskosten. Insofern erstaunt es nicht, dass alle interviewten Betriebsleiter mit einer festen Fruchtfolge arbeiten, die sich über die Jahre nicht ändert, wie auch aus dem folgenden Wortwechsel deutlich wird.

Interviewerin: „Also baut Ihr jedes Jahr das Gleiche an, Ihr habt Eure Fruchtfolge.“

Betriebsleiterin: „So langweilig.“

I: „Ihr könnt den Plan im Herbst wieder rausnehmen und wisst genau...“

B: „Ja, so einfach wird es schon nicht sein, aber einfach so in etwa.“

Sucht man in den Interviews nach Ursachen für diese Kontinuität, so ist die verbreitete Risikoaversion ein wichtiger Aspekt. „Man hat nicht gewusst, ist es ein Flop, also kommt es und geht es wieder, und das ist immer das gefährliche an

so Zeug, das man neu anfängt.“ Auf diese Weise ergab sich das Bild von Landwirten, denen Kontinuität und ihr Sozialgefüge wichtig ist und die dieses Wertesystem als Gegensatz zur kurzfristigen Gewinnmaximierung ansehen.

„Nein, ich möchte wirklich nachhaltig, und mit den Leuten auch, da halt landwirtschaften, und so, wie es eigentlich vorher fast gegangen ist und weniger das Image, dass man sich abkapseln muss und nur produzieren, und wir sind die, die nur herum rennen und für irgendwen produzieren und nicht wissen für wen, und die, die es kaufen, wissen auch nicht, für wen.“

Die Ergebnisse der Gespräche mit den Betriebsleitern führten zum Ergebnis, dass in der Schweizer Landwirtschaft eine starke Präferenz für langfristige Produktionsentscheidungen vorherrscht. Diese Beobachtung kann auf zwei unterschiedliche Weisen ökonomisch interpretiert werden.

Eine erste Lesart wäre, dass die Landwirte eine Aversion gegen Veränderungen in ihrem Produktions-Portfolio haben, unabhängig davon, ob es sich um den Einstieg in eine neue Produktlinie oder um den Ausstieg aus einer anderen handelt. Alternativ dazu könnte auch die Hypothese aufgestellt werden, dass de facto auch jene Produktionsentscheidungen, die aus technischer Hinsicht ad hoc getroffen werden könnten, als langfristige Investitionsentscheidungen getroffen werden. Somit würde nicht nur der Kauf von Maschinen und Gebäuden als Investition angesehen, sondern auch das Humankapital in Form des produktionstechnischen Know-Hows, das zur Produktion bestimmter Tier- oder Kulturarten nötig ist.

Während die erste Hypothese sektoral zu Restriktionen beim jährlichen Wachstum und Rückgang der einzelnen Produktlinien im Sinne allgemeiner Flexibilitätsbeschränkungen führen würde, nimmt die zweite Hypothese Restriktionen aufgrund der Abschreibungsdauer von Investitionen und somit nur für den jährlichen Rückgang der Produktlinien an; die Aufnahme neuer Produktlinien hingegen würde lediglich als neue Investitionstätigkeit interpretiert werden.

3. Quantitativer Nachweis

Während die Befragung von Betriebsleitern auf vier Schweizer Betrieben zwar ausreichen mag, um Hypothesen zu formulieren, reicht sie selbstverständlich nicht aus, die Hypothesen zu belegen. Dies kann am ehesten dadurch nachgeholt werden, dass anhand der sektoralen Produktion nachvollzogen wird, wie stark der jährlich zu beobachtende Rückgang und wie stark die jährlich zu beobachtende Ausdehnung, getrennt nach pflanzlichen und tierischen Produkten, in den letzten Jahren ausgefallen ist.

Die Tabellen 1 und 2 zeigen einen nichtparametrischen Weg, um zu solchen Grenzwerten zu gelangen. Von den sechs wichtigsten Tierarten und den fünf wichtigsten Ackerkulturen (Weizen, Gerste, Zuckerrüben, Kartoffeln, Mais) wurden aus den Jahren 1992-2001 jährliche prozentuale Rückgänge gesammelt und – getrennt nach pflanzlichem und tierischem Bereich – in aufsteigende Reihenfolge gebracht. Mehrjährige Kulturen des Pflanzenbaus wurden ebenso wenig betrachtet wie Nischenprodukte (Enten, Hanf...).

Die Tabellen zeigen für den tierischen Bereich eindeutig, dass die Flexibilitätsbeschränkungen asymmetrisch sind:

Die Rückgänge der Produktion sind im Durchschnitt weit geringer als die Anstiege. Somit kann nachgewiesen werden, dass der Charakter von Produktionsentscheidungen im tierischen Bereich dem Charakter von Investitionen entspricht. Dies ist auch angesichts der zentralen Bedeutung von Gebäudeinvestitionen im tierischen Bereich wenig erstaunlich.

Tabelle 1. Jährliche Rückgänge einzelner Kultur- bzw. Tierarten in der Schweizer Agrarproduktion, 1992-2001 (aufsteigend)

Tier, 1992- 01

-0.002, -0.002, -0.003, -0.007, -0.008, -0.010, -0.010, -0.011, -0.015, -0.017, -0.020, -0.022, -0.022, -0.023, -0.029, -0.035, -0.036, -0.038, -0.046, -0.078

Pflanze, 1992 - 01

-0.002, -0.002, -0.003, -0.007, -0.007, -0.009, -0.009, -0.011, -0.012, -0.014, -0.022, -0.030, -0.032, -0.032, -0.041, -0.047, -0.058, -0.065, -0.066, -0.104

Quelle: BLW, eigene Berechnungen

Tabelle 2. Jährliche Produktionsausdehnungen einzelner Kultur- bzw. Tierarten in der Schweizer Agrarproduktion, 1992-2001 (aufsteigend)

Tier, 1992- 01

0.001, 0.003, 0.004, 0.005, 0.009, 0.011, 0.015, 0.015, 0.020, 0.022, 0.024, 0.031, 0.033, 0.037, 0.040, 0.049, 0.065, 0.067, 0.068, 0.087

Pflanze, 1992 - 02

0.002, 0.005, 0.006, 0.013, 0.016, 0.019, 0.019, 0.019, 0.021, 0.030, 0.031, 0.034, 0.034, 0.037, 0.043, 0.043, 0.046, 0.064, 0.071, 0.200

Quelle: BLW, eigene Berechnungen

Weniger eindeutig ist die Situation im pflanzlichen Bereich. Zunächst scheint die Situation bei jährlichen Rückgängen kaum anders auszusehen als bei den jährlichen Steigungen, was für symmetrische Flexibilitätsbeschränkungen sprechen würde. Allerdings ist zu bemerken, dass die Fläche im Ackerbau im Betrachtungszeitraum zugunsten des Grünlandes um 8 % sank. Dies ließ a priori wenig Raum für umfangreiche Anbauausdehnungen. Im Zusammenhang mit einer Quotenausdehnung bei Zuckerrüben dehnten die Landwirte die Zuckerrübenfläche 1996 jedoch innerhalb eines Jahres um 20 % aus. Dies deutet darauf hin, dass für kurzfristige Produktionsausdehnungen ausreichend Flexibilität bei den Landwirten vorhanden ist, während dies (siehe auch unten) für kurzfristige Produktionseinschränkungen nicht festgestellt werden kann. Insofern soll im Folgenden davon ausgegangen werden, dass für die Schweizer Landwirtschaft Produktionsentscheidungen als Investitionsentscheidungen modelliert werden können. Dies führt dazu, dass in einem nächsten Schritt festzulegen wäre, auf welches Niveau die Produktionsrückgänge beschränkt sind.

Es sollten im Modell Flexibilitätsbeschränkungen gewählt

werden, die die Prognosegüte in maximal 5 % aller Fälle nicht beeinträchtigen. Geht man nun davon aus, dass sich die Produktion einer Kultur- bzw. Tierart durchschnittlich nur in jedem zweiten Jahr vermindert (und in den übrigen Jahren ansteigt), bedeutet das, dass ein Grenzwert für den jährlichen Rückgang gefunden werden sollte, der sich höchstens mit 10 % der jährlich beobachteten Rückgänge in Übereinstimmung bringen lässt. Für die Schweiz wird anhand von Tabelle 1 deutlich, dass für den tierischen Sektor ein maximaler jährlicher Rückgang (Maximalwert) von 3,8 % 90 % aller jährlichen Rückgänge abbilden könnte. Wird angenommen, dass sich die landwirtschaftlichen Betriebe in der Schweiz bezüglich der Langfristigkeit ihrer Entscheidungen alle identisch verhalten, entspräche dies Investitionen mit einer Abschreibungsdauer von 26 Jahren. Für den pflanzlichen Bereich liegt der entsprechende Wert bei 6,5 %, was einer Abschreibungsdauer von 15 Jahren entspräche.

Eine weitere interessante Frage ist, ob die anhand der Schweizer Situation generierte Hypothese auch auf andere Länder und damit auf andere Agrarsysteme übertragbar ist. Aus Tabelle 3 wird ersichtlich, dass die aufgestellte Hypothese, Produktionsentscheidungen würden als Investitionsentscheidungen wahrgenommen und behandelt, für die schweizerische Landwirtschaft zwar bestätigt werden kann, und auch für die Situation in Deutschland in etwas abgeschwächtem Masse zuzutreffen scheint, dass jedoch bei weitem nicht von einer „universellen Gültigkeit“ der Hypothese gesprochen werden kann. Die jährlichen Anbauschwankungen der einzelnen Kultur- und Tierarten etwa in den Niederlanden sind so umfangreich, dass diese eindeutig auf einer jährlichen Basis getroffen werden.

Tabelle 3. Maximalwerte* vier europäischer Staaten

	Maximalwert Tier	Maximalwert Pflanze
Schweiz	3,8 %	6,5 %
Deutschland	4,9 %	8,6 %
Belgien	7,0 %	12,1 %
Niederlande	16,1 %	26,6 %

* Bandbreite, innerhalb derer sich 90% der jährlichen Rückgänge einer Kultur- bzw. Tierart in den entsprechenden Ländern zwischen 1990 und 2001 befinden.

Quelle: BLW, eigene Berechnungen

Der Begründungsansatz für diese augenfälligen Diskrepanzen ist schwerlich in ökonomischen Unterschieden zu suchen. Auch die politischen Rahmenbedingungen können nur einen geringen Erklärungsbeitrag leisten, da diese zwischen der Schweiz und Deutschland deutlich unterschiedlicher sind, als zwischen den Niederlanden und Deutschland. Ähnliches gilt für topographische und klimatische Restriktionen. Vielmehr werden zu einem grossen Teil kulturelle Unterschiede den Ausschlag für die unterschiedlichen Verhaltensmuster geben. Dies bestätigt ein Blick in wirtschaftskulturelle Untersuchungen. So wird den Niederländern im ökonomischen Bereich „weak uncertainty avoidance, indicating an openness to new situations“ nachgesagt (HOVIUS, 2000: 71). Die Schweiz dagegen ist ein Staat mit einer sehr kontinuierlichen Entwicklung, die in der Wirtschaftswelt im Allgemeinen und in der Landwirtschaft im

Besonderen ihre deutlichen Spuren hinterlassen hat. Und von anderen Ursachen, aber ähnlichem Ergebnis schreibt RANDLESOME (2000: 9): „German business practitioners are on the whole resistant to change“ und prägt für die deutsche ökonomische Kultur den Begriff des „long-termism“.

4. Implikationen für die Struktur von Optimierungsmodellen

Die Wahl des optimalen Produktionsmixes wird in der klassischen landwirtschaftlichen Betriebslehre interpretiert als Frage des Tangentialpunktes zwischen Transformationskurven und der Isoerlösgeraden (BRANDES et al., 1997). Die Dualitätstheorie (VARIAN, 1985) bildet auf dieser Grundlage die Gewinnfunktion des Mehrproduktbetriebes, die in ökonomischen Optimierungsmodellen üblicherweise jährlich maximiert wird.

In dynamischen Modellen wurden Lösungen gefunden, wie technisch auf Langfristigkeit angelegte Entscheidungen wie etwa der Bau von Stallgebäuden in die Modellstruktur integriert werden können (LEHMANN, 1984; BERNEGGER, 1985).

Auch wenn jedoch diese und ähnliche technische Restriktionen vollständig in den Optimierungsmodellen abgebildet sind, ist es ein bekanntes Problem, dass die Modelle im Ergebnis zu einer Spezialisierung auf besonders wettbewerbsfähige Produktlinien führen, die nicht der Realität entsprechen (BAUER, 1989). Zur Lösung dieses Problems wurden mehrere Strategien verfolgt, von denen hier nur die beiden wichtigsten benannt werden sollen:

- Besonders starke Verbreitung hat die Methode der Positiven Mathematischen Programmierung (PMP) gefunden (HOWITT und MEAN, 1983; HOWITT, 1995). Ein nichtlineares Element in der Kostenfunktion sorgt erstens dafür, dass sich die Modellergebnisse des Ausgangsjahres an die tatsächliche Situation im Ausgangsjahr anpassen können, und zweitens, dass die Grenzkosten auch für die Prognose vom Produktionsniveau abhängen. Aus ökonomischer Hinsicht trägt die PMP den steigenden Grenzkosten bei Ausdehnung der Produktion Rechnung.
- Noch weiter zurück liegt die Beobachtung, dass durch die Beschränkung der von Jahr zu Jahr möglichen Veränderungen bestimmter Größen die Vorhersagegenauigkeit von Optimierungsmodellen zum Teil erhöht werden kann (HENDERSON, 1959; DAY, 1963). Zur Ermittlung eines angemessenen Niveaus solcher Beschränkungen der Modellflexibilität existieren zahlreiche, an der Vergangenheit orientierte Verfahren (MILLER, 1972).

Die in den vorangegangenen Abschnitten entwickelte Hypothese betrifft von diesen beiden Ansätzen den zweiten. Werden alle landwirtschaftlichen Produktionsentscheidungen entsprechend der Hypothese als Investitionsentscheidungen interpretiert, so ergeben sich die maximal möglichen Rückgänge von Kulturen oder Tierarten approximativ als Kehrwert aus den Abschreibungszeiträumen. Das bedeutet: Wenn für die Investition in die Produktionslinie Mastgeflügel, sowohl für die Investition in Gebäude, als auch für die in das entsprechende Humankapital und andere Faktoren, einzelbetrieblich eine 26-jährige Abschreibungs-

frist angenommen wird, ergibt sich daraus (statisch betrachtet) bei der Annahme eines gleichmässigen Investitionsverlaufs, dass der jährliche Rückgang der Geflügelmast im gesamten Agrarsektor auf 3.8 % beschränkt ist. Für die jährliche Steigerung der Produktion ergibt sich aus der Hypothese jedoch keinerlei Einschränkung. Insofern ergibt sich aus der Annahme, dass die Landwirte ihre Produktionsentscheidungen als Investitionsentscheidungen betrachten, eine neue, asymmetrische Variante der Flexibilitätsbeschränkung.

5. Anwendung

5.1 Das schweizerische Optimierungsmodell SILAS

Die Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT) entwickelt und unterhält im Auftrag des schweizerischen Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW) seit 1996 das Sektorale Informations- und Prognosesystem für die Landwirtschaft Schweiz (SILAS). Das Modell wird als entscheidungsunterstützendes System bei der Planung der Haushaltsmittel für den schweizerischen Landwirtschaftssektor eingesetzt. Darüber hinaus wird das System zur Analyse der Auswirkungen von neuen agrarpolitischen Massnahmen auf die regionale und sektorale Produktion, den Faktoreinsatz in der Landwirtschaft und das Einkommen genutzt. Diese Aufgabenstellungen bilden den Hintergrund für die Ziele, die bei der Weiterentwicklung des Systems verfolgt werden: Das Modell soll Produktions- und Einkommenskennzahlen über einen kurz- bis mittelfristigen Zeitraum von vier bis sieben Jahren möglichst wirklichkeitsnah prognostizieren. Darüber hinaus soll das System permanent auskunftsfähig und rechenbereit sein und über eine aktuelle Datengrundlage verfügen (MALITIUS et al., 2001).

Konzeptionell orientiert sich SILAS an regional differenzierten Prozessanalysemodellen, wie sie von HENRICHSMEYER et al. (1996) aufgebaut wurden. Diese Modellansätze sind charakterisiert durch die Modellierung von sogenannten „Regionshöfen“, die Abbildung sämtlicher Verflechtungsbeziehungen bei der Produktions-, Vorleistungs- und Produktionsfaktorentstehung und -verwendung und die Abgrenzung des Sektors nach dem Konzept der landwirtschaftlichen Gesamtrechnung (vgl. JACOBS, 1998).

Das schweizerische Modell SILAS verwendet zur Regionshofbildung acht nach erschwerenden Produktions- und Lebensbedingungen abgegrenzte Landwirtschaftszonen, auf die sich sehr viele agrarpolitische Massnahmen abstützen (BLW, 2002). Dadurch ist es möglich, das schweizerische Direktzahlungssystem sehr genau zu modellieren, welches sich durch regional abgestufte Direktzahlungsansätze und Beitragsrestriktionen auszeichnet. Darüber hinaus kann das relativ homogene Produktionspotential der einzelnen Zonen sehr realistisch im Modell abgebildet werden, da die Mehrzahl der statistischen Daten in dieser Regionalisierung vorliegen.

Das Modell SILAS bildet im pflanzlichen Bereich alle wichtigen Kulturarten und ökologischen Ausgleichsflächen der Schweizer Landwirtschaft ab, die um knappe Ressourcen konkurrieren. Es zeichnet sich durch einen starken Detaillierungsgrad im ökologischen Bereich aus (Untertei-

lung der Ackerbau- und Grünlandaktivitäten nach Intensitätsstufen). Dieser ist notwendig, um die ökologischen Auflagen für den Erhalt von Direktzahlungen modellieren zu können (vgl. MALITIUS et al., 2001).

Mittels eines Düngungsmoduls werden zum einen alle Anforderungen im Modell abgebildet, welche die Betriebe hinsichtlich einer ausgeglichenen Nährstoffbilanz erfüllen müssen, um Direktzahlungen zu erhalten.¹ Zum anderen ist ein bedarfsgerechter Einsatz von in der Praxis üblichen Düngemitteln abgebildet und der sektorale Handelsdüngemittelverbrauch geschätzt. Ein Futtermittelsmodul gewährleistet eine modellinterne Berechnung bedarfsgerechter, kostenminimaler Futtermitteln für alle Tiere und eine sektorale Hochrechnung des Handelsfuttermittelverbrauchs und der -kosten. Ein Arbeitsmodul optimiert den Fremdarbeits-einsatz in Abhängigkeit des regionsspezifischen Arbeitszeitbedarfs und der verfügbaren Familienarbeitskräfte.

Bilanzgleichungen auf regionaler bzw. sektoraler Ebene stellen eine inländische Verwertung von allen landwirtschaftlichen Zwischenprodukten sicher. Da der schweizerische Agrarsektor für landwirtschaftliche Zwischenprodukte vom umliegenden EU-Markt abgeschottet ist, werden keine Handelsbeziehungen mit Drittländern modelliert. Die Zielfunktion optimiert die Bruttowertschöpfung² aller acht Zonen simultan, weshalb eine optimale regionale Allokation der Produktion sichergestellt ist.

Zusammenfassend lässt sich das Modellsystem SILAS wie folgt charakterisieren:

- Prozessanalytischer Ansatz
- Komparativ-statisch
- Kurz- bis mittelfristiger Prognosehorizont von vier bis acht Jahren
- Konsistenz zur landwirtschaftlichen Gesamtrechnung
- Regionale Untergliederung der Produktion in acht Produktionszonen nach dem Regionshofkonzept
- Differenzierte Abbildung des Direktzahlungssystems der Schweizer Landwirtschaft und der ökologischen Auflagen für den Erhalt von Direktzahlungen
- Regionale bzw. sektorale Bilanzierung aller im Produktionsprozess anfallenden landwirtschaftlichen Zwischenprodukte
- Modellendogene Optimierung der Futtermitteln und des Fremdarbeitseinsatzes
- Simultane Optimierung aller Regionshöfe nach der Methode der positiven mathematischen Programmierung (PMP)

Datengrundlagen für die regionalen In- und Outputkoeffizienten der pflanzlichen und tierischen Aktivitäten bilden die Buchhaltungsdaten der FAT sowie arbeitswirtschaftliche und technische Normdaten. Im Rahmen der Datenaufbereitung erfolgt eine Konsistenzprüfung aller regionaler Koeffizienten mit den Werten aus der Sektorstatistik (vgl.

JACOBS, 1998). Bezüglich der Entwicklung der Produkt- und Faktorpreise werden periodisch Experten aus der Landwirtschaftsverwaltung befragt. Diese Vorgehensweise wurde gewählt, da die Preisbildung bei den wichtigsten Produkten in der Schweiz in grossem Masse von marktstützenden und zollpolitischen Massnahmen beeinflusst wird. Variablen hinsichtlich der Entwicklung des technischen Fortschritts werden mittels Trendfortschreibung prognostiziert.

5.2 Modellierung von Flexibilitätsbeschränkungen

Aufgrund der Hypothesen über die Bestimmungsgründe von Produktionsentscheidungen in der Schweizer Landwirtschaft und der Ergebnisse der empirischen Überprüfung mittels Vergangenheitsdaten stellt sich die Frage, ob durch die Modellierung von Produktions- als Investitionsentscheidungen das Anpassungsverhalten der schweizerischen Betriebe an veränderte Rahmenbedingungen in einem kurz- bis mittelfristigen Zeitraum besser prognostiziert werden kann. Für die Modellierung dieses Entscheidungsverhaltens wurde die Methode der rekursiv-dynamischen Programmierung in Kombination mit so genannten „Flexibility Constraints“ (Flexibilitätsbeschränkungen) und damit beide in Abschnitt 5 beschriebenen Instrumente zur Einschränkung der Modellflexibilität gewählt. Als Begrenzungskoeffizienten wurden die in Kapitel 3 hergeleiteten Werte verwendet, d.h. es wurde von 15- bzw. 26-jährigen Abschreibungsfristen ausgegangen. Die Begrenzungskoeffizienten gelten für alle Regionshöfe.

Diese Flexibilitätsbeschränkungen wurden sowohl in eine Modellvariante mit quadratischer Zielfunktion (PMP) als auch in eine mit linearer Zielfunktion (LP) integriert. Ziel ist es erstens zu untersuchen, ob dadurch die Anbau- und Tierbestandsprognosen in Modellen mit PMP verbessert werden. Zweitens soll überprüft werden, ob LP-Modelle durch den Einbau von Flexibilitätsbeschränkungen eine mit der PMP-Methode vergleichbare Prognosegüte aufweisen und eventuell sogar auf die quadratische Zielfunktion verzichtet werden kann. Das Basisjahr der Berechnungen stellt das Jahr 1999 dar. Der Prognosezeitraum reicht bis 2007. Bei den Modellvarianten mit PMP wurde das Basisjahr 1999 zur Modellkalibrierung für die Berechnung der PMP-Terme genutzt. Zur Beurteilung der Prognosegenauigkeit werden Flächen- und Tierbestandsergebnisse mit bereits verfügbaren Daten aus der schweizerischen Sektorstatistik (2000 und 2001) verglichen. Anhand der Abweichungen können Aussagen über die Prognosegenauigkeit der Modellvarianten im kurzfristigen Bereich gemacht werden.

Zusammenfassend wurde mit folgenden Modellvarianten gearbeitet:

Variante 1: Quadratische Zielfunktion (PMP), ohne Flexibilitätsbeschränkungen

$$\text{Max } Z_t = \mathbf{p}_t \mathbf{x}_t - \mathbf{c}_t \mathbf{x}_t - \frac{1}{2} \mathbf{x}_t \mathbf{Q} \mathbf{x}_t$$

unter der Bedingung

$$\begin{aligned} \mathbf{A} \mathbf{x}_t &\leq \mathbf{b} \\ \mathbf{x}_t &\geq [\mathbf{0}] \end{aligned}$$

¹ Durch die Formulierung der Auflagen auf Zonenebene können deren tierbestandsbeeinflussende Wirkungen unterschätzt werden, da die Auflagen vor allem in spezialisierten Viehhaltungsbetrieben sehr restriktiv wirken, die durch das Regionshöfekonzept im Modell nicht abgebildet sind.

² Abzüglich der Kosten für Fremdarbeitskräfte.

Variante 2: Quadratische Zielfunktion (PMP), mit Flexibilitätsbeschränkungen³

$$\text{Max } Z_t = p_t x_t - c_t x_t - \frac{1}{2} x_t Q x_t$$

unter der Bedingung

$$A x_t \leq b$$

$$x_t \geq (1 - \beta) x_{t-1}$$

$$x_t \geq [0]$$

Variante 3: Lineare Zielfunktion (LP), mit Flexibilitätsbeschränkungen⁴

$$\text{Max } Z_t = p_t y_t - c_t x_t$$

unter der Bedingung

$$A x_t \leq b$$

$$x_t \geq (1 - \beta) x_{t-1}$$

$$x_t \geq [0]$$

Z_t = Zielfunktionswert für das Jahr t

p_t = Produktpreisvektor für das Jahr t

x_t = Vektor der Produktionsaktivitäten (Kultur- und Tierarten) für das Jahr t

x_{t+1} = Vektor der Produktionsaktivitäten (Kultur- und Tierarten) für das Vorjahr t-1

y_t = Vektor der Zu- und Verkaufsaktivitäten im Jahr t

c_t = Vektor der variablen Kosten im Jahr t

A = Koeffizientenmatrix der Kapazitätsbeschränkungen

b = Vektor der verfügbaren Kapazitäten

β = Vektor der Begrenzungskoeffizienten der Flexibilitätsbeschränkungen

Q = Matrix der PMP-Terme.

6. Modellergebnisse

Die Berechnungen zeigen, dass durch die Modellierung von Anbau- als Investitionsentscheidungen in Form zusätzlicher Flexibilitätsbeschränkungen die Prognosegenauigkeit von PMP-Modellen im kurzfristigen Bereich etwas verbessert werden kann (Tabelle 4). Sowohl im Pflanzenbau als auch

Tabelle 4. Modellergebnisse für das Jahr 2000 und Vergleich mit der Statistik 2000

	Einheit	Statistik 2000	Abweichung Modellergebnisse/Statistik im Jahr 2000 (ha)		
			PMP ohne Flexibilitätsbeschränkungen	PMP mit Flexibilitätsbeschränkungen	LP mit Flexibilitätsbeschränkungen
Anbauflächen					
Gerste	ha	45'741	7'360	7'273	-29
Hafer	ha	5'227	1'029	1'025	431
Triticale	ha	10'306	-1'610	-1'604	-2'741
Kartoffeln	ha	14'153	1'182	950	-1'343
Körnermais	ha	22'006	-612	-1'068	-1'791
Kunstpflanzen	ha	115'490	-2'683	-4'004	-7'038
Raps	ha	13'112	-1'772	761	755
Silomais	ha	40'486	-767	-1'329	20'421
Weizen	ha	94'109	1'519	-189	-6'293
Zuckerrüben	ha	17'725	1'022	662	-1'250
Naturwiesen u. Weiden	ha	622'171	-3'033	-2'892	-15'612
Übrige Kulturen	ha	25'713	-2'337	-283	549
Total (abs.)	ha	1'026'239	24'927	22'039	58'254
Abweichung	%		2.43%	2.15%	5.68%
Tiere					
Milchkühe	GVE	670'763	2'636	1'549	-5'568
Mutterkühe	GVE	42'220	-4'149	-3'989	-4'149
Mastschweine	GVE	444'894	-4'479	-3'606	1'076
Zuchtsauen	GVE	80'280	-6'049	-5'902	-5'113
Mastkälber	GVE	29'998	2'757	2'789	2'105
Mastbullen	GVE	42'194	-2'643	-4'939	-4'939
Mastrinder	GVE	27'604	1'317	3'162	3'792
Legehennen	GVE	21'397	-4	230	10'274
Mastpoulets	GVE	138'466	-7'188	-5'262	-5'262
Schafe u. Ziegen	GVE	48'488	-715	-460	-730
Total (abs.)	GVE	1'546'304	31'936	31'888	43'007
Abweichung	%		2.07%	2.06%	2.78%

Quelle: BLW, 2001; SBV, 2001

³ Die Modellkalibrierung im Ausgangsjahr erfolgt ohne Flexibilitätsbeschränkungen. Aus diesem Grund wirken sich die Flexibilitätsbeschränkungen nicht auf die Schattenpreise für die Berechnung der PMP-Terme aus.

⁴ Um das Problem der Kalibrierung des Ausgangsjahrs an der Realität zu lösen, wurde das lineare Modell im Ausgangsjahr ebenfalls mit Bounds auf Flächennutzung und Tierbeständen gelöst.

in der Tierhaltung ist die Prognose mit Variante „PMP mit Flexibilitätsbeschränkung“ am treffsichersten, wenn diese mittels der Abweichungen von den statistischen Werten gemessen wird. Allerdings kann mit dieser Methode nur eine geringe Erhöhung der Treffsicherheit gegenüber der Variante „PMP ohne Flexibilitätsbeschränkung“ erzielt werden. Es ist ebenfalls nicht auszuschließen, dass sich

durch den Einbau von Flexibilitätsbeschränkungen die Prognosen für einzelne Kulturen oder Tiere verschlechtern. Allerdings werden diese Verschlechterungen durch Verbesserungen in anderen Bereichen kompensiert. Die Ergebnisse zeigen, dass die Variante „LP mit Flexibilitätsbeschränkungen“ sowohl im pflanzlichen als auch im tierischen Bereich am schlechtesten abschneidet. Insgesamt zeigen die Angebotsreaktionen dieser Variante das typische Verhalten der Überspezialisierung, die durch die Flexibilitätsbeschränkungen in zeitlich verzögerter Form abgebildet wird.

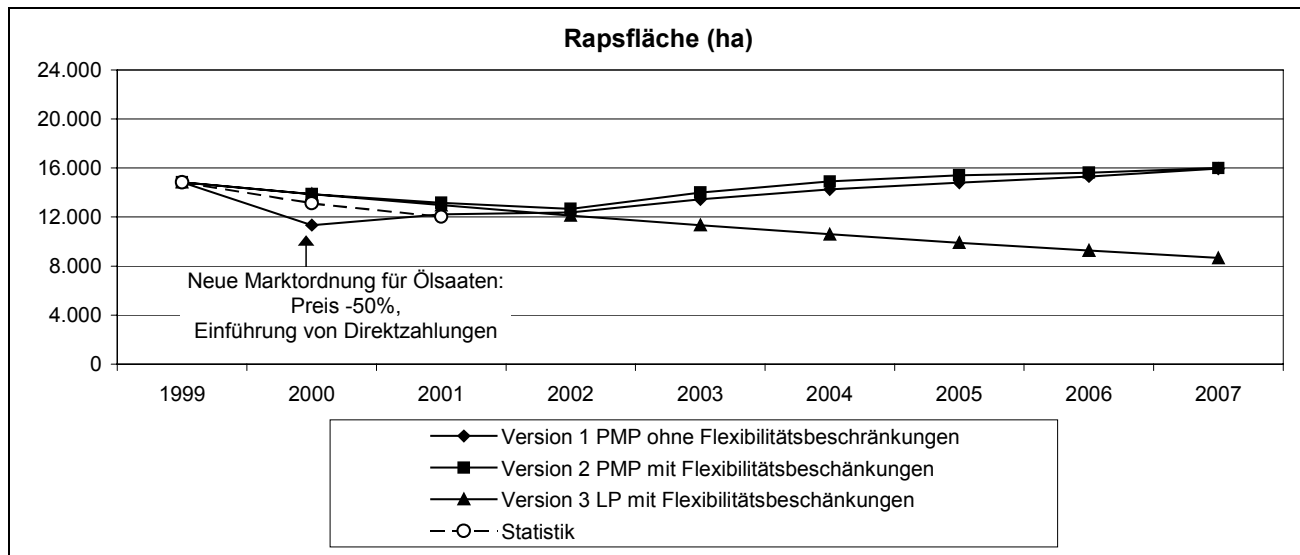
Ein Einbau von Flexibilitätsbeschränkungen in PMP-Modellen ist vor allem bei Kulturen wie beispielweise Raps vorteilhaft, die kurzfristig infolge neuer politischer Rahmenbedingungen einen überdurchschnittlichen Angebotsrückgang aufweisen. Abbildung 1 verdeutlicht, dass eine Rapspreissenkung um 50 % in Kombination mit der Einführung von Flächenbeiträgen, wie in der Schweiz im Jahr 2000 der Fall, bei einer Modellsteuerung mit PMP ohne Flexibilitätsbeschränkungen (Variante 1) eine diskontinuierliche Angebotsreaktion hervorruft. Im Vergleich dazu weist die tatsächliche Angebotsreaktion von Raps in 2000 einen kontinuierlichen Flächenrückgang auf, der durch PMP in Verbindung mit Flexibilitätsbeschränkungen (Variante 2) bedeutend besser prognostiziert wird. Verändern sich dagegen die politischen Rahmenbedingungen nur geringfügig oder gar nicht, verläuft die Angebotsreaktion bei alleiniger Anwendung der PMP-Methode sehr kontinuierlich. In diesem Fall bietet die Methode zusätzlicher Flexibilitätsbeschränkungen zusammen mit PMP keine

nennenswerten Vorteile gegenüber einer reinen PMP-Version (Abbildung 2). Bei der Verwendung einer linearen Zielfunktion nimmt die Anbaufläche von Raps kontinuierlich im Rahmen des vorgegebenen Rückgangs um jährlich 6,5 % ab. Da bei den Berechnungen bis 2007 die Preise und Direktzahlungen für Ölsaaten ab 2001 jedoch als konstant unterstellt werden, ist eine stetige Abnahme der Rapsanbaufläche in der Schweiz sehr unwahrscheinlich. Deshalb wird die Angebotsreaktion bei Raps im linearen Modell als nicht plausibel betrachtet. Die regionalen Ergebnisse verdeutlichen, dass die sektoralen Ergebnisse nicht durch regionale Überlagerungen zustande kommen, da die Begrenzungskoeffizienten auf Regionshofebene gelten.

7. Schlussfolgerungen

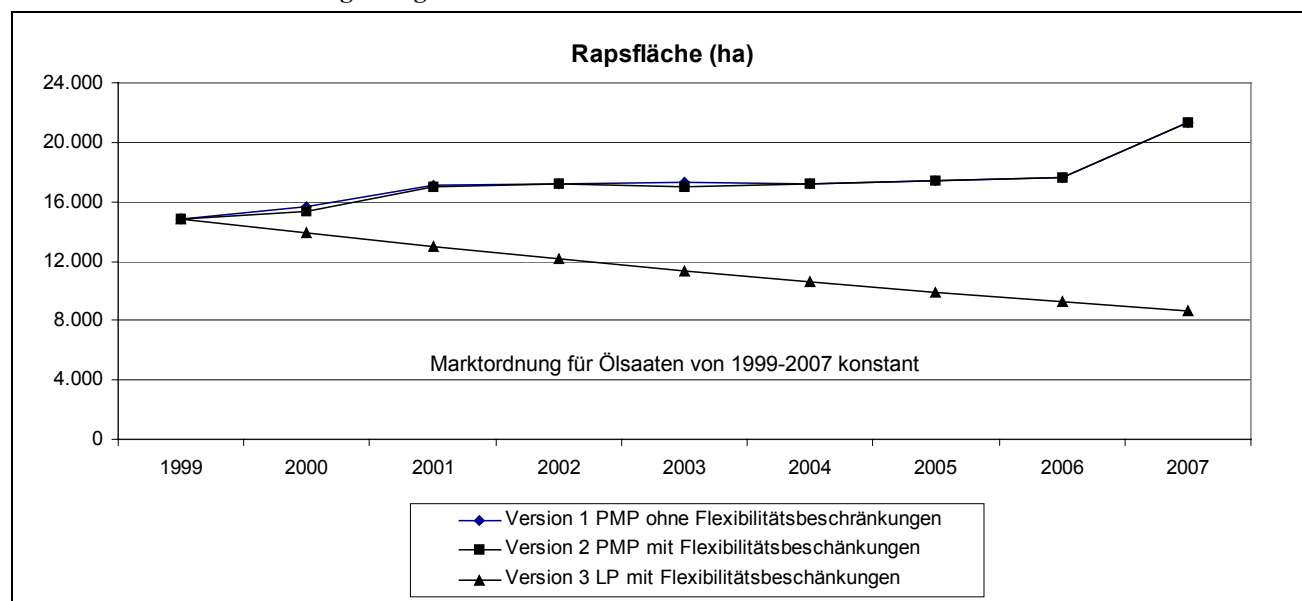
Durch Flexibilitätsbeschränkungen, die von langfristig festgelegten Produktionsentscheidungen der Landwirte ausgehen, kann in Verbindung mit PMP die Prognose diskontinuierlicher Angebotsreaktionen, die sich bei sehr grundsätzlichen Politikveränderungen ergeben können, verhindert werden. In der Politikberatung hilft die Annahme, dass Produktionsentscheidungen nicht auf jährlicher Basis getroffen werden, Anpassungsreaktionen im Agrarsektor nicht zu überschätzen. Die Methode bietet zudem den Vorteil, dass sie auf dem empirisch beobachteten Anpassungsverhalten der Landwirte basiert und damit nachvollziehbar und kommunizierbar ist. Die Ergebnisse zeigen jedoch auch sehr deutlich, dass die Modellsteuerung durch die

Abbildung 1. Prognose der Rapsanbauflächen in der Schweiz bei einer Veränderung der Marktordnung in 2000



	Regionale Veränderung der Rapsfläche von 1999/2000 in %			
	Statistik 2000	PMP ohne Flexibilitätsbeschränkungen	PMP mit Flexibilitätsbeschränkungen	LP mit Flexibilitätsbeschränkungen
Ackerbauzone	-14,9%	-23,7%	-6,5%	-6,5%
Erweiterte Übergangszone	-11,2%	-26,6%	-6,5%	-6,5%
Übergangszone	-10,2%	-21,5%	-6,5%	-6,5%
Hügelzone	-5,5%	-21,4%	-6,5%	-6,5%
Bergzone 1	-4,1%	-13,8%	-3,9%	-6,5%
Bergzone 2	--	--	--	--
Bergzone 3	--	--	--	--
Bergzone 4	--	--	--	--

Quelle: Bundesamt für Landwirtschaft; eigene Berechnungen

Abbildung 2. Prognose der Rapsanbauflächen in der Schweiz unter der Annahme, dass keine Veränderung der Marktordnung erfolgt

	Regionale Veränderung der Rapsfläche von 1999/2000 in %		
	PMP ohne Flexibilitätsbeschränkungen	PMP mit Flexibilitätsbeschränkungen	LP mit Flexibilitätsbeschränkungen
Ackerbauzone	6,2%	4,1%	-6,5%
Erweiterte Übergangszone	4,6%	2,2%	-6,5%
Übergangszone	7,0%	4,6%	-6,5%
Hügelzone	3,5%	0,5%	-6,5%
Bergzone 1	8,7%	6,2%	-6,5%
Bergzone 2	--	--	--
Bergzone 3	--	--	--
Bergzone 4	--	--	--

Quelle: Eigene Berechnungen

zusätzliche Berücksichtigung der Flexibilitätsbeschränkungen in Verbindung mit PMP nicht beeinflusst wird. Bei Kulturen, bei denen die Angebotsreaktion in die falsche Richtung geht, wird die Prognosegenauigkeit kaum beeinflusst. Dennoch kann festgehalten werden, dass durch die Nutzung von Flexibilitätsbeschränkungen die kurzfristige Prognosegenauigkeit des Modells verbessert wird.

Während sich die technischen Werkzeuge zur Gestaltung von Optimierungsmodellen in den letzten Jahren nur noch langsam weiterentwickelt haben, zeigen die hier dokumentierten Erfahrungen neue Potenziale für die Verbesserung der Prognosegenauigkeit auf. Die Berücksichtigung kulturell bedingter Verhaltensnormen macht die „Rezepte“ zur Erstellung von Prognosemodellen zwar in geringerem Masse universell übertragbar, wird jedoch in vielen Fällen dazu beitragen können, die Prognosen der Realität anzunähern und daher die Folgen agrarpolitischer Veränderungen besser abschätzen zu können.

Literatur

- AEREBOE, F. (1917): Allgemeine landwirtschaftliche Betriebswirtschaftslehre. Paul Parey, Berlin.
- BAHNER, T. (1995): Landwirtschaftliche Betriebsgestaltung nach persönlichen Zielen. Agrarwirtschaft 44 (10): 343-350.

- BAUER, S. (1989): Historical Review, Experiences and Perspectives in Sector Modelling. In: Bauer, S. und W. Henrichsmeyer: Agricultural Sector Modelling. Vauk, Kiel.
- BERNEGGER, U. (1985): Die Strukturentwicklung der Berglandwirtschaft am Beispiel des Kantons Graubünden. Zürich.
- BRANDES, W., G. RECKE und T. BERGER (1997): Produktions- und Umweltökonomik. Ulmer, Stuttgart.
- BLW (Bundesamt für Landwirtschaft) (Hrsg.) (2001): Agrarbericht 2000. Mattenhofstrasse 5, 3003 Bern.
- (2002): Die Abgrenzung der landwirtschaftlichen Erschwerniszonen in der Schweiz. Hauptabteilung Direktzahlungen und Strukturen. Sektion Produktionskataster. Mattenhofstrasse 5, 3003 Bern.
- DAY, R.H. (1963): Recursive Programming and Supply Predictions. Amsterdam.
- Dörner, D. (1989): Die Logik des Misslingens. Rowohlt, Reinbek.
- HENDERSON, J. (1959): The Utilization of Agricultural Land: A Theoretical and Empirical Inquiry. In: Review of Economics and Statistics 41: 242-259.
- HENRICHSMAYER, W., F. ISERMAYER, E. NEANDER und D. MANEGOLD (Hrsg.) (1996): Weiterentwicklung des gesamtdeutschen Agrarsektormodells RAUMIS96. Endbericht, Bonn / Braunschweig.
- HOVIUS, A. (2000): The Netherlands. In: Crane, R.: European Business Cultures. Harlow, Pearson.

Agrarwirtschaft 52 (2003), Heft 7

- HOWITT, R.E. (1995): Positive Mathematical Programming. In: American Journal of Agricultural Economics 77: 329-342.
- HOWITT, R.E. and P. MEAN (1983): A positive approach to micro-economic programming models. Discussion Paper. Chicago.
- JACOBS, A. (1998): Paralleler Einsatz von Regionen- und Betriebsgruppenmodellen in der Agrarsektoranalyse. In: BMELF (Hrsg.): Angewandte Wissenschaft, Reihe A, Heft 470, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup.
- KASPER, W. und M. E. STREIT (1999): Institutional Economics – Social Order and Public Policy. Edward Elgar, Cheltenham.
- LAMNEK, S. (1993): Qualitative Sozialforschung (2 Bde.). Beltz, Weinheim.
- LAUR, E. und O. HOWALD (1956): Landwirtschaftliche Betriebslehre für bäuerliche Verhältnisse. 14. Aufl. Wirtz & Cie, Aarau.
- LEHMANN, B. (1984): Ein dynamisches Simulationsmodell als Instrument zur Wirkungsanalyse agrarwirtschaftlicher Massnahmen im Talgebiet. Zürich.
- MALITIUS, O., G. MACK und M. MORESINO (2001): The Swiss agricultural model SILAS: an example of quantitative decision support systems for policy makers. In: Agricultural sector modelling and policy information systems. Vauk, Kiel.
- MAYRING, P. (2000): Qualitative Inhaltsanalyse. Deutscher Studien Verlag, Weinheim.
- MILLER, T.A. (1972): Evaluation of Alternative Flexibility Restraint Procedures For Recursive Programming Models Used for Prediction. In: American Journal of Agricultural Economics 54: 68-76.
- RANDLESOME, C. (2000): Germany and Europe. In: Crane, R.: European Business Cultures. Harlow, Pearson
- ROSSIER, R. (2001): Family Concept and Farm Development Options. XIX European Congress on Rural Sociology, Dijon, September 3-7, 2001.
- SCHNEIDER, K. und H.-D. SCHMALT (2000): Motivation. Kohlhammer, Stuttgart.
- STEFFEN, G. und D. BORN (1987): Betriebs- und Unternehmensführung in der Landwirtschaft. Ulmer, Stuttgart.
- STOFFEL, C. (2003): Einflussfaktoren auf Produktionsentscheidungen in landwirtschaftlichen Familienbetrieben – eine explorative Studie. Stuttgart (Diplomarbeit).
- VALLAT, J. (1991): Methoden der Betriebslehre: Kritik und Erneuerungsvorschläge. Überlegungen zu den Mängeln der klassischen Methoden der landwirtschaftlichen Betriebslehre und Vorschläge zu deren Erneuerung. LBL-Schriftenreihe Bd. 14. Lindau.
- VARIAN, H.R. (1985): Mikroökonomie. Oldenbourg, München.

Kontaktautor:

DR. HABIL. STEFAN MANN

Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik Tänikon, CH-8356 Ettenhausen, Schweiz

Tel.: +(41)-52-368 32 38, Fax: +(41)-52-365 11 90,

e-mail: stefan.mann@fat.admin.ch