AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

SCHRIFTEN DER GESELLSCHAFT FÜR WIRTSCHAFTS- UND SOZIALWISSENSCHAFTEN DES LANDBAUES E.V.

Mußhoff, O., Hirschauer, N.: Eine normative Analyse des Wechselverhaltens zwischen konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweise. In: Hagedorn, K., Nagel, U.J., Odening, M.: Umwelt- und Produktqualität im Agrarbereich. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 40, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (2005), S. 435-445.

Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Bd. 40, 2005: 435 - 445

EINE NORMATIVE ANALYSE DES WECHSELVERHALTENS ZWISCHEN KONVENTIONELLER UND ÖKOLOGISCHER WIRTSCHAFTSWEISE

*Oliver Mußhoff und Norbert Hirschauer**

1 Einleitung

In der Regierungserklärung vom Februar 2001 hat die Bundesministerin für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Renate Künast, vor dem Hintergrund der Überschussproduktion und der BSE-Krise unter dem Motto „Klasse statt Masse" angekündigt, den Anteil der ökologisch bewirtschafteten Fläche in Deutschland bis zum Jahr 2010 auf 20 % steigern zu wollen. Obwohl ökologisch wirtschaftende Betriebe in Relation zu konventionell wirtschaftenden vergleichbaren Betrieben in den zurückliegenden zwanzig Wirtschaftsjahren einen höheren durchschnittlichen Gewinn bzw. eine höhere Gesamtkapitalrentabilität erzielten, stellen die Landwirte nicht in gewünschtem Umfang um. Am Ende des Wirtschaftsjahres 2002/03 betrug der Flächenanteil des ökologischen Landbaus gerade 4.1 % (AGRARBERICHT DER BUNDESREGIERUNG, 2003). In den Jahren nach der sog. „Agrarwende" ist die ökologisch bewirtschaftete Fläche um durchschnittlich 13 % angewachsen. Schreibt man diese Entwicklung bis zum Wirtschaftsjahr 2009/10 fort, so werden dann anstelle der angestrebten 20 % Flächenanteil nur 9.6 % erreicht. Um einen Flächenanteil entsprechend der Zielvorgabe zu erzielen, müsste die ökologisch bewirtschaftete Fläche um jährlich 25.4 % - also doppelt so stark wie in den letzten Jahren - ansteigen. Als Erklärungsansätze für die Zurückhaltung der Landwirte werden das mit der ökologischen Produktion verbundene Risiko (SCHNEEBERGER et al., 2002), Pfadabhängigkeiten (LATACZ-LOHMANN et al., 2001), hohe Umstellungskosten (HADATSCH et al., 2000) und mehrdimensionale Zielsetzungen der Landwirte (SCHULZE-PALS, 1994) angeführt.

Der Wechsel zwischen konventionellem und ökologischem Landbau weist den Charakter einer Investition auf (WAIBEL et al., 2001), deren Durchführungszeitpunkt nicht vorgegeben ist, sondern durch den Landwirt gewählt werden kann. Mit der „Umstellungsinvestition" sind Kosten verbunden, die zumindest teilweise irreversibel bzw. versunken sind. Dabei kann es sich um Anschaffungen für zusätzliche Maschinen sowie um Investitionen im Stall- und Lagerbereich handeln. Zudem können Weiterbildungskosten zur Aneignung des entsprechenden Know-hows oder Transaktionskosten für die Erschließung neuer Vermarktungswege anfallen. Gemindert werden die Umstellungskosten durch Liquidationserlöse für nicht mehr benötigte Maschinen des konventionellen Landbaus sowie durch Investitionsbeihilfen. Durch eine Umstellung verändern sich die zukünftigen Ein- und Auszahlungsströme. Nach der Umstellung auf Ökolandbau sind infolge des Verbots synthetischer Pflanzenschutz- und Düngemittel nur geringere Erträge zu erzielen. Um die Stickstoffversorgung der Pflanzen zu sichern, müssen außerdem im Produktionsprogramm nicht bzw. nur eingeschränkt marktfähige Produkte aufgenommen werden. Schärfere Anforderungen an eine artgerechte Tierhaltung bedingen zudem, dass oftmals weniger Tierplatzkapazitäten zur Verfügung stehen als bei konventioneller Bewirtschaftung. Als Ausgleich erhalten ökologisch wirtschaftende Betriebe in den ersten fünf Jahren nach der Umstellung eine Umstellungsprämie und danach eine Beibehaltungsprämie. Außerdem können Ökoprodukte nach einer Übergangszeit von zwei Jahren i.d.R. zu deutlich höheren Preisen veräußert werden als konventionelle Produkte. Der durch die Umstellung ausgelöste Zusatzzahlungsstrom ist aufgrund schwankender Erträge und Marktpreise sowohl konventionell als auch ökologisch erzeugter Produkte stochastisch.

* Dr. Oliver Musshoff und Dr. Norbert Hirschauer, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, Luisenstrasse 56, 10099 Berlin, oliver.musshoff@agrar.hu-berlin.de.
Oliver Musshoff dankt der Klaus-Tschira-Stiftung, gemeinnützige GmbH, für die finanzielle Unterstützung.

Die Umstellungsinvestition ist wie jede andere Investitionsentscheidung durch Unsicherheit hinsichtlich der Rückflüsse, (teilweise) Irreversibilität der Kosten und zeitliche Flexibilität hinsichtlich der Durchführung gekennzeichnet. Aus normativer Sicht führt die Berücksichtigung von Flexibilität dazu, dass man eine Umstellung erst dann durchführen sollte, wenn die Rentabilität der Umstellung zu keinem späteren Zeitpunkt höher ist. Mit anderen Worten: Die Berücksichtigung der Opportunitätskosten der unverzüglichen Umstellung kann dazu führen, dass noch nicht umgestellt werden sollte, auch wenn die Umstellungskosten gedeckt sind und damit der Kapitalwert positiv ist. Vielmehr kann die Umstellungsschwelle nach oben verschoben sein. Wird neben der zeitlichen Flexibilität auch Unsicherheit berücksichtigt, dann verstärkt sich dieser Effekt, weil man eine positive Entwicklung der Rahmenbedingungen abwarten kann, ohne bei einer eventuell negativen Entwicklung zu einer Umstellungsdurchführung verpflichtet zu sein. Die kombinierte Berücksichtigung von Unsicherheit, Irreversibilität und Flexibilität stellt methodisch ein dynamisch-stochastisches Planungsproblem dar, das unter der Bezeichnung „neue Investitionstheorie" Eingang in die Literatur gefunden hat. Mit Blick auf das Umstellungsverhalten lassen sich hiermit folgende Fragestellungen angehen:

- Stellt die neue Investitionstheorie einen Erklärungsansatz für die empirisch vielfach zu beobachtende Zurückhaltung bei der Umstellung auf den Ökolandbau dar?
- Stellt der von der Bundesregierung angestrebte Umfang des ökologischen Landbaus im Jahr 2010 unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen ein realistisches Ziel dar?

Der Versuch einer Antwort auf die genannten Fragestellungen ist schwierig. Prinzipiell bräuchte man als Grundlage solider Normkalkulationen Informationen über betriebsindividuelle Umstellungskosten sowie die stochastischen Deckungsbeitragsentwicklungen bei konventioneller und ökologischer Bewirtschaftung. Auf derartige Daten kann hier nicht zurückgegriffen werden. Allerdings wird in diesem Beitrag für einen fiktiven durchschnittlichen Betrieb verdeutlicht, wie man im Rahmen einer dynamisch-stochastischen Planung grundsätzlich vorgehen müsste, um Unsicherheit, Irreversibilität und zeitliche Flexibilität zu berücksichtigen. Die Ergebnisse für den Durchschnittsbetrieb erlauben lediglich vorsichtige Schlussfolgerungen bezüglich des zu erwartenden Umstellungsverhaltens der Landwirte insgesamt.

2 Methodische Vorgehensweise und Modellannahmen

2.1 Modellierung der Rückflüsse der Umstellungsinvestition

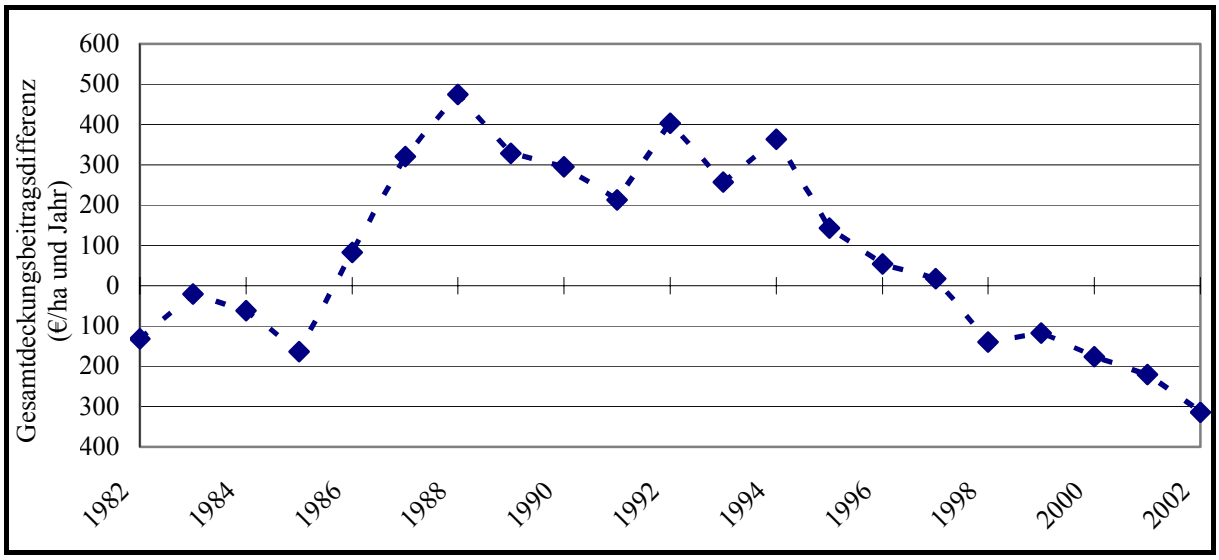
Datenbeschreibung

Die Rentabilität einer Umstellung hängt neben den Umstellungskosten von der Entwicklung der Gesamtdeckungsbeiträge im konventionellen und ökologischen Landbau ab. Beide Entwicklungsverläufe sind mit Unsicherheit behaftet. Im Folgenden wird direkt die durch die Umstellung ausgelöste Differenz des Gesamtdeckungsbeitrages zwischen ökologischer und konventioneller Wirtschaftsweise als Zufallsvariable modelliert. Dies ermöglicht eine Komplexitätsreduktion. Gleichzeitig werden implizit Unsicherheiten in den Gesamtdeckungsbeitragsentwicklungen bei konventioneller sowie ökologischer Wirtschaftsweise und ihre Korrelationen berücksichtigt.

Eine ökologische Wirtschaftsweise ist allerdings oftmals mit mehr Arbeitskräften und mit weniger disproportionalen Spezialkosten verbunden als eine konventionelle. Obgleich beide Kostenkomponenten keinen Niederschlag im Deckungsbeitrag finden, wird hier auf die Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz abgestellt, da sich beide Kostenänderungen tendenziell ausgleichen. Grundsätzlich wären natürlich explizit diejenigen zukünftigen Zahlungsstromänderungen zu berücksichtigen, die durch die Umstellungsinvestition ausgelöst werden. Im Rahmen einer Investitions- und damit Zahlungsstrombetrachtung wäre jedoch der Rückgriff auf die Erfolgsgröße „Gewinn" nicht sachgerecht, da hierbei kalkulatorische Abschreibungen bereits enthalten sind.

Um Annahmen bzgl. des zukünftigen Entwicklungsmusters der Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz abzuleiten, wird eine Zeitreihe durchschnittlicher jährlicher Gesamtdeckungsbeiträge je Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche verwendet, die von einer Gruppe ökologisch wirtschaftender Betriebe und einer (hinsichtlich Flächenausstattung, Betriebstyp und natürlicher Standortbedingungen) vergleichbaren Gruppe konventioneller Betriebe im Zeitraum von 1982 bis 2002 in Deutschland erzielt wurden (AGRARBERICHT DER BUNDESREGIERUNG, verschiedene Jahrgänge). In diesem Zusammenhang ist problematisch, dass gerade in den ersten Jahren die Stichprobengröße relativ klein war und die Stichprobenzusammensetzung wechselte. Außerdem ist zu beachten, dass die Deckungsbeiträge auf einem Mix verschiedenster pflanzlicher und tierischer Produktionsverfahren basieren, der so in realen Betrieben nicht vorkommt. In Abbildung 1 ist die Zeitreihe für die Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz grafisch veranschaulicht.

Abbildung 1: Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz zwischen ökologischer und konventioneller Bewirtschaftungsweise



Technischer Ablauf der Zeitreihenanalyse

Im Zusammenhang mit der Modellierung der zukünftigen Wertentwicklung von Zufallsvariablen finden stochastische Prozesse zunehmend Beachtung. Der Begriff „stochastischer Prozess“ impliziert, dass man Annahmen über die Wahrscheinlichkeitsverteilungen von Zufallsvariablen zu verschiedenen zukünftigen Zeitpunkten trifft. Mittels Zeitreihenanalyse wird der Versuch unternommen, die in Abbildung 1 enthaltenen Verteilungsinformationen zu gewinnen, indem die Art des „richtigen“ bzw. „besten“ stochastischen Prozesses identifiziert wird. Dazu wird zunächst zur Prüfung auf Stationarität der Dickey-Fuller-Test angewendet (vgl. DICKEY und FULLER, 1981). Ergebnis dieses Tests ist, dass die Entwicklung der Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz mit 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit nicht stationär ist. Ein nicht-stationärer stochastischer Prozess ist bspw. der arithmetische Brownsche Prozess (ABP). Für die Modellierung der Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz ist dieser Prozess insbesondere deshalb geeignet, weil er einen Vorzeichenwechsel für die Zufallsvariable und somit sowohl negative als auch positive Deckungsbeitragsdifferenzen ermöglicht. Mathematisch lässt sich ein ABP in diskreter Zeit wie folgt darstellen:

$$D_t = \alpha + \beta \cdot D_{t-1} + \sigma \cdot \varepsilon_t \text{ , mit } \beta = 1 \qquad (1)$$

Dabei kennzeichnet α die Drift, σ die Standardabweichung der absoluten Wertänderungen der Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz D_t, und ε_t eine standardnormalverteilte Zufallszahl (White-Noise). Um die einzelnen Prozessparameter zu schätzen und ihre statistische Signifi-

kanz zu prüfen, findet die Maximum-Likelihood-Methode Anwendung. Die Drift α ist gemäß t-Test nicht signifikant verschieden von Null (p-value = 0.38). Die Standardabweichung σ beträgt 137 €/ha und Jahr. Bei einem ABP ist die Wahrscheinlichkeitsverteilung für die zukünftige Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz ausschließlich vom letzten Beobachtungswert abhängig (Markov-Eigenschaft).

Kritische Auseinandersetzung mit den Ergebnissen der Zeitreihenanalyse

Mittels Zeitreihenanalyse wurde versucht, die in der Zeitreihe für die Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz eines durchschnittlichen Betriebes enthaltenen Informationen bestmöglich zu erfassen. Aber auch nach den statistischen Tests, die für die Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz auf einen ABP hindeuten, verbleiben Zweifel hinsichtlich einer realitätsgetreuen Modellierung ihrer (zukünftigen) stochastischen Entwicklung. Diese Zweifel können aus folgenden Gründen nicht endgültig ausgeräumt werden:

- Die Identifizierung der Art des stochastischen Prozesses, dem die Deckungsbeitragsdifferenz in der Vergangenheit folgte, ist nicht eindeutig. Beispielsweise weisen DIXIT und PINDYCK (1994: 77) darauf hin, dass die Identifizierung eines (stationären) Mean-Reverting-Prozesses oft nur bei Vorhandensein sehr langer Zeitreihen möglich ist. Eine 21 Beobachtungswerte umfassende Stichprobe kann also u.U. zu gering sein, um einen Mean-Reverting-Prozess zu identifizieren.
- Bei den Berechnungen wird von konstanten Prozessparametern ausgegangen. Beispielsweise wäre aber eine konstante Standardabweichung im Lichte sich permanent ändernder politischer Rahmenbedingungen unplausibel.
- Selbst wenn die Art des Prozesses, dem die stochastische Variable in der Vergangenheit folgte, mit Sicherheit bekannt wäre, verbliebe bei einem relativ langen Prognosezeitraum immer noch Unsicherheit hinsichtlich des zukünftigen Prozesses.

Mit anderen Worten: Es ist durchaus möglich, dass sich der stochastische Prozess in der Zukunft ändert (nicht vorhandene Zeitstabilität). Das Auslaufen bestimmter Maßnahmen zur Förderung des konventionellen Landbaus bzw. das Auflegen neuer Förderprogramme für den Ökolandbau könnten bspw. einen Strukturbruch in der Zeitreihe für die Gesamtdeckungsdifferenz bedingen. Eine Prozessänderung könnte auch aufgrund von zwischenbetrieblichen Wechselwirkungen bzw. Wettbewerb stattfinden (langfristiges Marktgleichgewicht); d.h. wenn die Nachfrage nach Ökoprodukten nicht in dem Maße wächst wie das Angebot, fällt das Preisniveau der Ökoprodukte in der Zukunft und der stochastische Prozess der Vergangenheit hat keine Aussagekraft mehr.

2.2 Modellierung der Umstellungsentscheidung

Es wird folgende einzelbetriebliche Entscheidungssituation betrachtet: Ein bislang konventionell wirtschaftender Betrieb hat während eines Zeitraums von $T = 100$ Jahren (Approximation an einen unendlich langen Zeitraum) die Möglichkeit, zwischen ökologischer und konventioneller Bewirtschaftungsweise zu wechseln. Über einen Wechsel kann jährlich entschieden werden. Allerdings ist man nach einer Umstellung auf Ökolandbau für fünf Jahre an die neue Bewirtschaftungsweise gebunden. Bei einer Rückumstellung zum konventionellen Landbau innerhalb dieser Frist müssten gewährte Umstellungsprämien zurückgezahlt werden. Der Betrieb verfolgt ausschließlich das Ziel der Gewinnmaximierung[1]. Formal-mathematisch lässt sich das Entscheidungsproblem wie folgt darstellen:

[1] Neben dem Ziel der Maximierung des Gewinns können ökonomische Entscheidungsträger noch andere, u.U. auch nicht-monetäre Zielstellungen verfolgen. Davon wird im Folgenden jedoch abstrahiert. Im Rahmen dieses Theorieansatzes wäre es aber durchaus möglich, auch außerökonomische Ziele z.B. über die Berechnung von Trade-Offs zu integrieren.

$$\underset{D^{\ddot{o}*},\, D^{k*}}{\text{maximiere}}\, F_0 = \sum_{t=0}^{T} R_t \cdot (1+r)^{-t} \text{, mit}$$

$$R_t = \begin{cases} -I^{\ddot{o}}, & \text{wenn } D_t \geq D^{\ddot{o}*} \wedge R_{t-1} = 0 \\ -I^k + D_t, & \text{wenn } D_t \leq D^{k*} \wedge R_{t-1} \neq 0 \wedge \ldots \wedge R_{t-5} \neq 0 \wedge R_{t-1} \neq -I^k + D_{t-1} \\ D_t, & \text{wenn } R_{t-1} \neq 0 \wedge R_{t-1} \neq -I^k + D_{t-1} \\ 0, & \text{andernfalls} \end{cases} \tag{2}$$

In Worten: Zu maximieren ist der Zielfunktionswert F_0 (Wert der Umstellungsmöglichkeit), der sich als Gegenwartswert der zukünftigen Investitionsrückflüsse R_t berechnen lässt, die in den Produktionsperioden t ($t = 0,1,...,T$) zu erzielen sind. r kennzeichnet den Diskontierungssatz. R_t entspricht Auszahlungen in Höhe der Umstellungskosten auf Ökolandbau $I^{\ddot{o}}$, wenn die stochastische Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz D_t die Auslöseschwelle $D^{\ddot{o}*}$ in der Periode t erreicht ($D_t \geq D^{\ddot{o}*}$) und bislang konventionell gewirtschaftet wird ($R_{t-1} = 0$). R_t entspricht Auszahlungen in Höhe der Umstellungskosten zur konventionellen Bewirtschaftungsweise I^k zuzüglich den Rückflüssen aus (vorerst) letztmaliger ökologischer Bewirtschaftung, wenn D_t die Auslöseschwelle D^{k*} unterschreitet ($D_t \leq D^{k*}$), in den zurückliegenden fünf Perioden ökologisch gewirtschaftet wurde ($R_{t-1} \neq 0 \wedge ... \wedge R_{t-5} \neq 0$) und die Umstellung nicht bereits in der Vorperiode vorgenommen wurde ($R_{t-1} \neq -I^k + D_{t-1}$). Wird ökologisch gewirtschaftet, entspricht R_t den durch die ökologische Wirtschaftsweise ausgelösten zusätzlichen Rückflüssen D_t. Andernfalls ist R_t gleich Null (konventionelle Bewirtschaftung).

Es wird unterstellt, dass die zukünftigen Umstellungsrückflüsse die einzige unsichere Größe darstellen. Dabei wird auf die durchschnittliche Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz der umgestellten Betriebe abgestellt (vgl. Abbildung 1). Da bekanntermaßen die Jahre nach der Umstellung aufgrund von Lernkosten weniger rentabel sind, wird der Gegenwartswert der anfänglichen Mindererlöse im Modell zu den Umstellungskosten gezählt. Ferner sind die Investitionskosten als Kosten einer dauerhaften Umstellung zu berechnen. Zur Diskontierung zukünftiger Rückflüsse wird der risikofreie Zinssatz herangezogen, der als mittlere Umlaufrendite börsengehandelter deutscher Bundeswertpapiere mit Restlaufzeiten von 15 bis 30 Jahren berechnet wurde. Die mittlere Rendite r von 1988 bis 2001 beträgt 6.75 % p.a. (DEUTSCHE BUNDESBANK, 2002). Die Verwendung des risikolosen Zinssatzes ist nur dann gerechtfertigt, wenn die Landwirte für eine unsichere Investition keinen Risikozuschlag fordern würden, also risikoneutral wären.

Bekanntermaßen sind ökonomische Entscheidungsträger jedoch mehr oder weniger risikoavers. Eine Möglichkeit, verschiedene Einstellungen gegenüber dem Risiko zu berücksichtigen, besteht darin, risikoangepasste (höhere) Diskontierungssätze zu verwenden. Damit werden unsichere zukünftige Zahlungsströme umso stärker diskontiert, je risikoaverser ein Entscheider ist. Mittels Variantenrechnungen wird untersucht, wie sich normative Entscheidungsregeln bei unterschiedlicher Risikoeinstellung ändern würden. Hier wird neben dem Zinssatz von 6.75 % zur Verdeutlichung auch ein Zinssatz in Höhe von 15 % p.a. betrachtet. Zu beachten ist, dass die Ableitung von normativen Entscheidungsregeln für den Wechsel zwischen konventionellem und ökologischem Landbau bei Berücksichtigung von Risikoaversion unter Rückgriff auf die Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz nur dann zielführend ist, wenn die Varianz der Gesamtdeckungsbeiträge im ökologischen und konventionellen Landbau un-

gefähr gleich ist. Andernfalls wäre eine Modellerweiterung dahingehend notwendig, dass die Dynamik der Gesamtdeckungsbeiträge beider Wirtschaftsweisen unter Berücksichtigung der eventuell vorliegenden Korrelation explizit modelliert und die Rückflüsse bei der risikoreicheren Wirtschaftsweise entsprechend stärker diskontiert werden.

2.3 Lösung des dynamisch-stochastischen Entscheidungsproblems

Es gilt die Umstellungsschwellen („Trigger") $D^{ö*}$ und D^{k*} zu bestimmen, die zum maximalen Wert der Umstellungsmöglichkeit F_0 führen (vgl. (2)). Läge keine zeitliche Flexibilität vor, dann würden die einfach abzuleitenden sog. „Marshallian-Trigger" gelten (vgl. DIXIT, 1992: 110): Die kritischen Barwerte für eine Umstellung auf Ökolandbau $V^{öM*}$ bzw. eine Rückumstellung V^{kM*} entsprechen den Umstellungskosten $I^{ö}$ bzw. $-I^{k}$. Ausgedrückt als kritische Deckungsbeitragsdifferenzen $D^{öM*}$ und D^{kM*} entsprechen die Marshallian-Trigger den jährlichen Kapitalkosten der Investition:

$$D^{öM*} = I^{ö} \cdot r \tag{3}$$

$$D^{kM*} = -I^{k} \cdot r \tag{4}$$

Zu beachten ist, dass (3) und (4) nur gelten, wenn die jeweils beobachtete Deckungsbeitragsdifferenz als beste Annahme in die Zukunft fortgeschrieben werden kann ($\alpha = 0$). Bei einer positiven (negativen) Drift α würden die kritischen Deckungsbeitragsdifferenzen unter (über) den jährlichen Kapitalkosten der Investition liegen. Die Umstellungsschwellen (= Strategien) gelten grundsätzlich unabhängig von der gegenwärtig beobachtbaren Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz.

Nun soll aber Unsicherheit über den stochastischen Prozess und zeitliche Flexibilität bei der Bestimmung der optimalen Umstellungsstrategie berücksichtigt werden. Mit anderen Worten: Es ist ein dynamisch-stochastisches Entscheidungsproblem zu lösen. Zwar kann mittels stochastischer Simulation mit relativ geringem Aufwand der Wert der Umstellungsmöglichkeit bei *gegebener* Umstellungsstrategie bestimmt werden, unabhängig davon, wie komplex die Verteilungen der Unsicherheitsvariablen sind. Allerdings beinhaltet die stochastische Simulation für sich genommen keinen Optimierungsalgorithmus. Deshalb wird zur Bestimmung der optimalen Umstellungsstrategie die stochastische Simulation mit Genetischen Algorithmen (GA) kombiniert. Die aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz entstammenden heuristischen GA (RECHENBERG, 1973; HOLLAND, 1975) können zur Lösung verschiedenster Optimierungsprobleme angewendet werden, selbst wenn keine algorithmischen Iterationsverfahren anwendbar sind. Dabei wird - kurz gesagt - durch Nachahmung der Prinzipien der natürlichen Evolution, d.h. durch „Ausprobieren" verschiedenster Umstellungsstrategien, diejenige bestimmt, die den maximalen Zielfunktionswert liefert. Es ergibt sich folgender Ablauf (BALMANN und MUßHOFF, 2001):

1. Für den ersten Testlauf bzw. in der ersten Generation werden beliebige Umstellungsstrategien im Sinne von kritischen Gesamtdeckungsbeitragsdifferenzen $D^{ö*}$ und D^{k*} ausgewählt.
2. Die einzelnen Strategien werden hinsichtlich des Zielfunktionswertes F_0 (Fitnesskriterium) getestet. Dazu kommt die stochastische Simulation zur Anwendung. Das bedeutet, dass die Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz z.B. 50 000 Mal in die Zukunft simuliert und in jedem Simulationslauf unter Berücksichtigung der vorgegebenen Strategie der Kapitalwert berechnet wird. Der Mittelwert der sich in den einzelnen Simulationsläufen einstellenden Kapitalwerte entspricht schließlich dem Wert der Umstellungsmöglichkeit bei gegebener Strategie.

3. Die Höhe des Zielfunktionswertes gibt Aufschluss über die „Güte“ der zugrunde gelegten Strategie. Je höher der Zielfunktionswert ist, desto „besser“ (fitter) ist die Strategie. Deshalb werden die fittesten Genome der aktuellen Generation in die folgende übernommen. Die relativ schlechteren Strategien werden hingegen verworfen und durch fittere, die verdoppelt werden, ersetzt (Selektion und Replikation). Da keine der relativ fitteren Strategien tatsächlich schon die optimale darstellen muss, sind nach jeder Generation wieder gänzlich neue Strategien zu generieren (Rekombination und Mutation). Nach Anwendung dieser Operatoren (Selektion/Replikation, Rekombination und Mutation) des GA ist die Zusammensetzung der in der nächsten Generation zu testenden Strategien bestimmt.
4. Die Schritte 2 und 3 werden solange wiederholt, bis die erhaltenen Strategien homogen und stabil sind.
5. Weil GA heuristische Suchverfahren darstellen, besteht keine Garantie, dass tatsächlich das globale Optimum im jeweiligen Optimierungslauf gefunden wird. Deshalb sollten mehrere Suchläufe mit unterschiedlichen Ausgangsstrategien durchgeführt werden.

Die MS-EXCEL-technische Umsetzung der Verfahrenskombination stochastische Simulation/Genetische Algorithmen ist in MUßHOFF und HIRSCHAUER (2003) detailliert beschrieben.

3 Modellergebnisse

Tabelle 1 beschreibt die optimale Strategie eines Landwirtes bzgl. des Wechsels zwischen ökologischer und konventioneller Bewirtschaftungsweise. Zu beachten ist, dass die ausgewiesenen Umstellungsschwellen nur dann auf betriebsindividuelle Verhältnisse bezogen werden dürfen, wenn das stochastische Entwicklungsmuster der durch die Umstellung zu erzielenden Rückflüsse gleich oder zumindest ähnlich ist wie das des durchschnittlichen Betriebes.

Tabelle 1: Umstellungsschwellen bei unterschiedlichen Umstellungskosten und Risikoeinstellungen

	Annahmen			Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6
	$I^{ö}$	I^{k}	r	$D^{öM*}$	$D^{ö*}$	$D^{ö*} - D^{öM*}$	D^{kM*}	D^{k*}	$D^{k*} - D^{kM*}$
1	1 000	∞	6.75 %	68	368	300	–∞	–∞	–
2	1 500			101	402	301	–∞	–∞	–
3	2 000			135	435	300	–∞	–∞	–
4	1 000	0 [a)]	6.75 %	68	213	145	0	-150	-150
5	1 500			101	275	174	0	-169	-169
6	2 000			135	329	194	0	-188	-188
7	1 500	500	6.75 %	101	303	202	-34	-213	-179
8	1 000	1 000		68	261	193	-68	-257	-189
9	1 500	500	15 %	225	391	166	-75	-241	-166
10	1 000	1 000		150	308	158	-150	-305	-155

[a)] Um die optimalen Umstellungsschwellen unter Verwendung von (2) bestimmen zu können, wurde mit $I^k = 0.00001$ gearbeitet.

In den Zeilen 1 bis 3 der Tabelle 1 ist für unterschiedliche Umstellungskosten auf Ökolandbau zunächst dargestellt, wie hoch die Umstellungsschwellen wären, wenn ein risikoneutraler Entscheider ($r = 6.75$ %) nach einer Umstellung auf Ökolandbau nicht in die konventionelle Produktion zurückwechseln könnte ($I^k = \infty$). Die Ergebnisse sind wie folgt zu interpretieren:

- Spalte 1: Bei Umstellungskosten auf Ökolandbau in Höhe von 1 000 €/ha sollte der klassischen Investitionstheorie folgend die Umstellung vorgenommen werden, wenn der erwartete Barwert der Umstellungsrückflüsse mindestens die Umstellungskosten deckt. Ab einer Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz von 68 €/ha und Jahr (vgl. (3)) wäre diese Bedingung erfüllt.
- Spalte 2: Berücksichtigt man bei der Bestimmung der kritischen Umstellungsschwelle, dass zeitliche Flexibilität vorliegt, dann ergibt sich eine höhere Umstellungsschwelle. Beispielsweise gilt bei Umstellungskosten auf Ökolandbau von 1 000 €/ha eine kritische Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz von 368 €/ha und Jahr.
- Spalte 3: Eine Umstellung auf Ökolandbau sollte *unabhängig von den Umstellungskosten* erst dann erfolgen, wenn die Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz etwa 300 € oberhalb der einfachen Umstellungsschwelle gemäß klassischer Investitionstheorie liegt[2]. Geringfügige Unterschiede sind in der Zufallszahlenziehung und dem Abbruchkriterium des GA begründet. Da für den Fall, dass keine Rückumstellung zur konventionellen Wirtschaftsweise möglich ist, über den Flexibilitätsaufschlag in Höhe von 300 € die Ergebnisse aller möglichen Variantenrechnungen bzgl. der Umstellungskosten ausgedrückt werden, kann für betriebsindividuelle Umstellungskosten ohne weiteres die relevante Umstellungsschwelle abgeleitet werden.

In den Zeilen 4 bis 6 sind die Ergebnisse für eine Situation angezeigt, in der unterstellt wird, dass eine Rückumstellung zur konventionellen Produktion kostenlos möglich ist. Wie in den Spalten 2 und 3 ersichtlich ist, sinken die Umstellungsschwellen auf Ökolandbau im Vergleich zum ersten Zeilenblock. Dies ist darin begründet, dass nun bei einer Umstellung auf Ökolandbau die Möglichkeit, an einer eventuell doch besseren Wirtschaftlichkeit der konventionellen Produktion zu partizipieren, nur für eine gewisse Zeit aus der Hand gegeben wird. Allerdings ist die Reduzierung der Umstellungsschwelle relativ zum ersten Zeilenblock bei höheren (versunkenen) Umstellungskosten geringer. Es resultiert kein konstanter absoluter Flexibilitätsaufschlag, weil die grundsätzliche Möglichkeit der Rückumstellung zu einer Asymmetrie in den Zahlungsströmen führt und somit die intertemporalen Opportunitätskosten einer Umstellung auf Ökolandbau bei unterschiedlichen Umstellungskosten nicht mehr gleich sind. Die Spalten 4 bis 6 verdeutlichen auch, dass die neue Investitionstheorie bzw. der intertemporale Opportunitätskostengedanke nicht nur einen Erklärungsansatz für die Umstellungszurückhaltung zum ökologischen Landbau, sondern auch für die Rückumstellung darstellt.

Die Zeilen 7 und 8 offenbaren, dass die Breite der sog. „Range of Inaction“, d.h. die Differenz zwischen der Umstellungsschwelle auf Ökolandbau und der Rückumstellungsschwelle, von der Summe der beiden Umstellungskosten abhängt. Egal, ob die Umstellungskosten $I^{ö}$ = 1 500 € und I^{k} = 500 € oder $I^{ö}$ = 1 000 € und I^{k} = 1 000 € betragen, ergibt sich dieselbe Breite der Range of Inaction von ca. 516 € Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz pro ha und Jahr. Zu beachten ist außerdem, dass die Umstellungsschwellen bei gleichen Wechselkosten zwischen ökologischer und konventioneller Wirtschaftsweise (Zeile 8) betragsmäßig nicht gleich sind. Eine Umstellung auf konventionellen Landbau ist bereits bei einer absolut geringeren Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz anzuraten, weil man diese Entscheidung unverzüglich wieder revidieren kann. Hat man dagegen einmal auf Ökolandbau umgestellt, dann ist man für mindestens fünf Jahre an diese Wirtschaftsweise gebunden.

[2] Zu beachten ist, dass sich ein konstanter absoluter „Flexibilitätsaufschlag“ nur in den Fällen ergibt, wo bei einer Erhöhung des Anfangswertes die Grenzen von Konfidenzintervallen parallel verschoben werden und demzufolge unabhängig von Niveau der Zufallsvariable die intertemporalen Opportunitätskosten gleich sind. Beispielsweise würde bei einem geometrischen Brownschen Prozess ein konstanter relativer Aufschlag (Investment-Multiple) resultieren, bei einem Ornstein-Uhlenbeck-Prozess ist der kritische Wert bei unterschiedlichen Investitionskosten nicht ohne weiteres aus dem klassischen Schwellenwert abzuleiten.

In den letzten beiden Zeilen der Tabelle 1 sind zur Verdeutlichung der Wirkung von Risikoaversion die Umstellungsschwellen für einen risikoaversen Entscheider dargestellt ($r = 15$ %). In Übereinstimmung zu der allgemein bekannten Aussage, dass Risikoaversion an sich Investitionszurückhaltung induziert, steigen betragsmäßig sowohl die klassischen Umstellungsschwellen $D^{öM*}$ und D^{kM*} als auch die Schwellen bei Berücksichtigung von Flexibilität $D^{ö*}$ und D^{k*} an. Allerdings sinkt bei der kombinierten Berücksichtigung von Risikoaversion und intertemporalen Opportunitätskosten der Flexibilitätsaufschlag ab. Oder anders formuliert: Die zeitliche Verzögerung einer an sich rentablen Investition ist bei einem höheren Diskontierungssatz weniger vorteilhaft.

Die Ergebnisse von Tabelle 1 verdeutlichen auch, dass die zu erwartende Umstellung von der (unbekannten) Verteilung der Umstellungskosten abhängt. Die Größenordnung der Umstellungsschwellen vermittelt aber bereits eine intuitive Ahnung darüber, dass in der Zukunft „eher wenig" Umstellungen auf Ökolandbau zu erwarten sind. Tabelle 2 gibt eine weitere Hilfestellung zur Einschätzung der zukünftigen Umstellungshäufigkeit. Sie zeigt, mit welcher Wahrscheinlichkeit unterschiedliche umstellungsauslösende Gesamtdeckungsbeitragsdifferenzen bei einer Fortsetzung des Entwicklungsmusters der Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz, wie es mit dem modellierten stochastischen Prozess implizit unterstellt wird, bis zum jeweiligen Zeitpunkt erreicht werden. Dazu wurde die Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz 50 000 Mal ausgehend von dem im Jahr 2002 beobachteten Wert von -315 €/ha und Jahr (vgl. Abbildung 1) bis zum Jahr 2010 simuliert.

Tabelle 2: Wahrscheinlichkeit des Erreichens unterschiedlicher umstellungsauslösender Gesamtdeckungsbeitragsdifferenzen

$D^{ö*}$	100	250	400	550	700	850
2003	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
2004	0.11 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
2005	1.51 %	0.17 %	0.02 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
2006	4.45 %	0.88 %	0.15 %	0.01 %	0.00 %	0.00 %
2007	7.96 %	2.27 %	0.47 %	0.06 %	0.00 %	0.00 %
2008	11.43 %	4.08 %	1.16 %	0.30 %	0.04 %	0.01 %
2009	15.01 %	6.01 %	2.00 %	0.60 %	0.14 %	0.03 %
2010	18.26 %	8.16 %	3.10 %	1.05 %	0.30 %	0.07 %

Wenn der unterstellte Prozess für die Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz stimmt, dann werden selbst geringe Umstellungsschwellen, die sich ihrerseits nur bei sehr niedrigen Kosten der Umstellungsinvestition ergeben, nur mit einer geringen Wahrscheinlichkeit erreicht. Wie die Modellrechnungen zeigen, wird selbst eine Umstellungsschwelle auf Ökolandbau von nur 100 € Gesamtdeckungsbeitragsdifferenz pro ha und Jahr, bis zum Jahr 2010 mit gerade einmal 18 % Wahrscheinlichkeit erreicht. Bei der Interpretation der Ergebnisse von Tabelle 2 ist zu beachten, dass die in Tabelle 1 angezeigten Umstellungsschwellen nur für einen Betrieb gelten, dessen Verfahrensmix nicht von dem eines durchschnittlichen Betriebes abweicht. Abgesehen von betriebsindividuellen Unterschieden weisen aber bspw. spezialisierte Veredlungsbetriebe im Vergleich zu Marktfruchtbetrieben auch tendenziell höhere Umstellungskosten auf und erzielen trotz höherer Produktionskosten nur relativ geringe Preisaufschläge. Die Umstellungsbereitschaft wird in Veredlungsbetrieben c.p. also geringer sein als in Marktfruchtbetrieben. Da keine betriebsindividuellen Zeitreihen für die Deckungsbeitragsdifferenzen und keine Informationen über die Verteilung der Umstellungskosten vorliegen, kann hier keine Aussage über die erwartete Anzahl der (nicht) umstellenden Betriebe getroffen werden. Allerdings können die in Tabelle 2 dargestellten Ergebnisse als deutliches Indiz dafür gewertet werden, dass die Bundesregierung ihr formuliertes Ziel, den Anteil des ökologischen Landbaus an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche bis zum Jahr 2010 auf 20 % zu steigern, wohl ohne weitere Eingriffe nicht erreichen wird. Stattdessen ist zu befürchten, dass bereits ökologisch wirtschaftende Betriebe in die konventionelle Produktion zurückwechseln.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Trotz der im historischen Vergleich relativen Vorzüglichkeit der Rentabilität der ökologischen Bewirtschaftungsweise verlassen nur wenige Landwirte die konventionelle Produktion. Versteht man die Wechselentscheidung zwischen konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweise als Investitionsentscheidung, dann gewinnt der Erklärungsansatz der sog. „neuen Investitionstheorie“ an Bedeutung: Investitionsentscheidungen sind i.d.R. durch Unsicherheit, versunkene Kosten und zeitliche Flexibilität gekennzeichnet. Demnach ist ein Wechsel nicht schon dann anzuraten, wenn der homogenisierte jährliche zusätzliche Deckungsbeitrag gerade die annualisierten Umstellungskosten deckt, so wie vom Kapitalwertkriterium nahe gelegt wird. Vielmehr ist zu fordern, dass der bei unverzüglichem Wechsel zu erzielende Kapitalwert die mit der unverzüglichen Umstellung verbundenen Opportunitätskosten, die darin bestehen, dass eine spätere Umstellung rentabler sein kann, mindestens kompensieren muss.

Die normativen Modellergebnisse verdeutlichen, dass die neue Investitionstheorie tatsächlich ein Erklärungspotenzial für die vielfach zu beobachtende Umstellungszurückhaltung besitzt. Wohl wissend, dass bei der normativen Analyse die empirischen Umstellungsschwellen unterschätzt werden, weil z.B. außerökonomisches „traditionalistisches“ Verhalten der Landwirte nicht berücksichtigt wurde, zeigen die Modellrechnungen, dass selbst sehr niedrige umstellungsauslösende Gesamtdeckungsbeitragsdifferenzen, die sich nur bei sehr niedrigen Umstellungskosten ergeben, nur mit einer sehr geringen Wahrscheinlichkeit erreicht werden, wenn man das stochastische Entwicklungsmuster der Deckungsbeitragsdifferenz (den stochastischen Prozess) fortschreibt.

Aus agrarpolitischer Sicht sind die Ergebnisse der Modellrechnungen insofern relevant, als sie die Aufmerksamkeit nicht nur auf die allgemein bekannten Determinanten einer Investitionsentscheidung (z.B. die Höhe der Rückflüsse und deren Unsicherheit bzw. die Höhe der Umstellungskosten) lenken, sondern auch auf die zeitliche Flexibilität der Investitionsdurchführung bei Unsicherheit. Was könnte die Bundesregierung also konkret tun, um ihr Ziel, 20 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche bis zum Jahr 2010 in ökologischer Bewirtschaftung zu haben, zu erreichen?

- Erhöhung der ökonomischen Vorzüglichkeit einer Umstellung: Dies könnte bspw. durch höhere Prämienzahlungen im ökologischen Landbau (Erhöhung der Investitionsrückflüsse und Verringerung der Unsicherheit des Umstellungserfolgs) oder höhere Investitionsbeihilfen bei einer Umstellung (Senkung der Investitionskosten) erfolgen.
- Reduzierung der zeitlichen Flexibilität der Umstellungsdurchführung: Die Bundesregierung könnte die Umstellungsbereitschaft auch fördern, indem sie Umstellungshilfen zeitlich limitiert. Letztlich würden dadurch die Opportunitätskosten über der Zeit gesenkt und die Umstellungsentscheidung in Richtung einer „Jetzt-oder-Nie-Entscheidung“ verschoben.

Zu betonen ist, dass immer auch zwischenbetriebliche Wechselwirkungen berücksichtigt werden müssen, wenn ein politischer Eingriff nachhaltig sein soll.

Um zu überprüfen, inwieweit sich die Auswirkungen der neuen Investitionstheorie im tatsächlichen Entscheidungsverhalten der Landwirte nachweisen lassen (positive Analyse), bedarf es einer ökonometrischen Herangehensweise. Versuche, die durch die kombinierte Wirkung von Unsicherheit, versunkenen Kosten und Flexibilität bedingten Hystereseeffekte ökonometrisch zu schätzen, sind bislang selten (vgl. z.B. ODENING et al., 2003 sowie die dort zitierte Literatur). Dies liegt nicht zuletzt auch daran, dass Umstellungsschwellen empirisch nicht direkt beobachtbar sind und man deshalb allenfalls auf Proxy-Größen (z.B. empirisch beobachtbare Deckungsbeitragsdynamiken) zurückgreifen kann, die ggf. ein „träges“ Entscheidungsverhalten andeuten. Außerdem muss nicht jede verzögerte Anpassung auf Opportunitätskosten über der Zeit zurückzuführen sein, sondern kann z.B. auch in der Risikoaversion oder in außerökonomischen Zielen begründet sein.

Literatur

AGRARBERICHT DER BUNDESREGIERUNG (verschiedene Jahrgänge): Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Bonn.

AGRA-EUROPE (2003): Ökolandbau in schwieriger Lage. Länderberichte 39: Deutschland, 27/03.

BALMANN, A. und O. MUßHOFF (2001): Analyse Realer Optionen mittels Genetischer Algorithmen. In: Kögl, H. et al. (Hrsg.): Information und Kommunikation im Dienst der ländlichen Entwicklung: Methoden - Anwendungen - Probleme, GIL-Jahrestagung, Rostock: 9-13.

DEUTSCHE BUNDESBANK (2002): Auskunft per E-mail.

DICKEY, D.A. and W.A. FULLER (1981): Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. In: Econometrica 49 (4): 1057-1072.

DIXIT, A.K. (1992): Investment and Hysteresis. In: Journal of Economic Perspectives 97 (3): 107-132.

DIXIT, A.K. and R.S. PINDYCK (1994): Investment under Uncertainty. Princeton University Press, Princeton.

HADATSCH, S., R. KRATOCHVIL, A. VABITSCH, B. FREYER und B. GÖTZ (2000): Biologische Landwirtschaft im Marchfeld. Potenziale zur Entlastung des Natur- und Landschaftshaushaltes. Umweltbundesamt, Serie: Monographien, Band 127, Wien.

HOLLAND, J.H. (1975): Adaption in Natural and Artificial Systems. MIT Press, Ann Arbor.

LATACZ-LOHMANN, U., G. RECKE und H. WOLFF (2001): Die Wettbewerbsfähigkeit des ökologischen Landbaus: Eine Analyse mit dem Konzept der Pfadabhängigkeit. In: Agrarwirtschaft 50 (7): 433-438.

MUßHOFF, O. und N. HIRSCHAUER (2003): Bewertung komplexer Optionen - Umsetzung numerischer Verfahren mittels MS-EXCEL und Anwendungsmöglichkeiten der Optionspreistheorie auf Sachinvestitionen -. PD-Verlag, Heidenau.

ODENING, M., O. MUßHOFF und S. HÜTTEL (2003): Empirische Validierung von Realoptionsmodellen. Working-Paper Nr. 67/2003, Humboldt-Universität zu Berlin, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus.

RECHENBERG, I. (1973): Evolutionsstrategie - Optimierung technischer Systeme nach Prinzipien der biologischen Evolution. Friedrich Frommann Verlag, Stuttgart.

SCHNEEBERGER, W., I. DARNHOFER and M. EDER (2002): Barriers to the adoption of organic farming by cash-crop producers in Austria. In: American Journal of Alternative Agriculture 17 (1): 24-31.

SCHULZE-PALS, L. (1994): Ökonomische Analyse der Umstellung auf ökologischen Landbau - Eine empirische Untersuchung des Umstellungsverlaufes im Rahmen des EG-Extensivierungs-Programms. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Heft 436, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup.

WAIBEL, H., H. GARMING und K. ZANDER (2001): Die Umstellung auf ökologischen Apfelanbau als risikobehaftete Investition. In: Agrarwirtschaft 50 (7): 439-450.