

# Die Umstellung auf ökologischen Apfelanbau als risikobehaftete Investition

HERMANN WAIBEL, HILDEGARD GARMING, KATRIN ZANDER

## Transition to Organic Apple Production as Risky Investment

Based on data of a survey among 18 organic apple producers in Northern Germany and complimentary expert judgements the rentability of transition from conventional to organic production is analysed. It is hypothesized that changing from conventional to organic production is an investment because specific capital items are necessary for such a step. It is further hypothesized that in view of the limited experience and the very restricted availability of extension materials such investment is particularly prone to risk.

The methodology applied to investigate the question of rentability and risk of the investment for the transition to organic apple production includes four steps. First, economic parameters of the 18 existing organic apple producers are being analyzed. Second, the net present value and the annuity of net benefits from transition to organic apple production is calculated. Third, the risk of such investment is analyzed by applying Monte-Carlo type stochastic simulation. This method was also used to investigate the relative advantage of different apple varieties. Finally, the effect of varietal diversification on the mean and the variance of income is investigated by using a MOTAD approach. Choices about varieties are especially important in organic apple production as this is a major tool to control pests and to achieve high prices on the market.

The analysis of the survey data confirmed the observation of previous studies that a distinction between extensive and intensive organic producers is reasonable. Results showed that only intensive apple producers are likely to be economically successful.

The results of investment analysis for a model farm representing the group of intensive producers showed that at a price above 1 DM per kg of apples and a yield of at least 15 t per ha put to transition is economical. Comparing these data with those from the current producers in Northern Germany, transition to organic apple may be recommended to conventional farmers if they are prepared to take the extra risk.

Results of the stochastic simulation confirms the result of the analysis under certainty. When risk is taken into account organic apple production remains an interesting option for farmers who are willing to learn and innovate. Comparing four apple varieties reveals that 'Topaz', a variety resistant to apple scab, is dominating all other varieties frequently grown by organic producers. Nevertheless, planting several varieties makes economic sense when risk is taken into account. Results of the MOTAD model show the trade-off between average annuity and its variance for different portfolios. At an annuity of less than 9 000 DM per ha high diversity can be observed. On the other hand, as income expectations rise, the number of varieties in the portfolio decline. In the extreme case of more than 11 000 DM only one variety, i.e. the variety 'Topaz' remains.

The paper also draws some preliminary conclusions as regards the possibilities for further economic studies on organic horticulture. It is concluded that aside from the severe data problem innovative model approaches are necessary to capture some of the real questions which are asked by the practitioners of organic farming as well as by policy makers. It appears that extending the neo-classic economic approaches by some elements of ecological economics can advance the analysis of organic farming.

Keywords: organic farming; apples; economic analysis; risk

## Zusammenfassung

Die Umstellung auf ökologischen Apfelanbau ist eine mit Risiko behaftete Investition. Auf der Grundlage von Daten aus 18 ökologisch

wirtschaftenden Apfelanbaubetrieben in Norddeutschland und von Expertenaussagen wurden nach einer Analyse einiger ökonomischer Kennzahlen der Betriebe vier Fragen untersucht. Erstens, wie stellt sich unter der zu erwartenden Datensituation die Rentabilität einer Umstellung dar. Zweitens, welchen Einfluss hat die Berücksichtigung von Unsicherheit in den wichtigsten Einflussgrößen. Drittens, welche Rolle spielt die Sortenwahl und viertens die Sortenkombination im Hinblick auf die Verminderung des Risikos.

Zur ersten Frage lässt sich als Orientierung festhalten, dass bei einem Preis von mehr als 1 DM pro kg und Erträgen über 15 t/ha eine Umstellung rentabel wird. Diese Werte werden von den besseren ökologisch wirtschaftenden Betrieben deutlich überschritten. Die Berücksichtigung von Risiko bestätigt, dass die Umstellungsinvestition auch dann rentabel ist, wenn man die Unsicherheit bei Preisen und ertragsbeeinflussenden Faktoren in Betracht zieht. Ein Vergleich der Sorten mit Hilfe des Kriteriums der stochastischen Dominanz zeigt, dass die schorfresistente Sorte 'Topaz' die Sorten 'Pinova', 'Elstar' und 'Jonagold' dominiert. Die Analyse der Sortenkombinationen macht deutlich, dass bei einer Annuität von weniger als 9000 DM die Sortenvielfalt maximal ist, wohingegen bei einer über 11 000 DM pro ha liegenden Annuität nur noch die Sorte 'Topaz' in der Lösung verbleibt.

In dem Beitrag werden die errechneten Ergebnisse kritisch reflektiert und daraus die Schlussfolgerung abgeleitet, dass neben einem eklatanten Mangel an Daten zur Durchführung aussagekräftiger agrarökonomischen Analysen im Ökoanbau methodische Weiterentwicklungen erforderlich sind. Insbesondere die Verbindung neoklassischer Ansätze mit dem Gedankengut der Ökologischen Ökonomie könnte hier einen Beitrag leisten.

Schlüsselwörter: Biologischer Landbau; Apfelanbau; ökonomische Analyse; Risiko

## 1 Einleitung

Die politischen Rahmenbedingungen für eine Umstellung auf den ökologischen Anbau sind günstig. Unter dem Schlagwort „Agrarwende“ verbindet sich die so genannte Neuausrichtung der Agrarpolitik mit dem Ziel einer verstärkten Förderung umweltverträglicher Formen der Landbewirtschaftung. Der interessierte Produzent muss dabei jedoch prüfen, ob eine Umstellung in seinem speziellen Fall rentabel ist. Häufig sind mit einer solchen Entscheidung Investitionen verbunden und es gilt, das für ein Wirtschaften unter den Rahmenbedingungen der EU-Verordnung zum ökologischen Landbau notwendige „Humankapital“ aufzubauen. Die für eine Umstellungsentscheidung erforderlichen Informationen sind dabei häufig unsicher und lassen sich nicht kostenfrei beschaffen. Ein besonderer Nachteil ist dabei der immer noch geringe Stellenwert des ökologischen Gartenbaus in der staatlichen Beratung. Es fehlt an wissenschaftlich aufgearbeiteten Erfahrungen über die technische und ökonomische Vorteilhaftigkeit von Maßnahmen in Betrieben, die bereits umgestellt haben. Oft sind Betriebsleiter<sup>1)</sup> auf informelle Angaben von bereits ökologisch wirtschaftenden Kollegen angewiesen oder müssen sich diese

1) Der Begriff „Betriebsleiter“ wird in diesem Beitrag neutral, d.h. stellvertretend für Betriebsleiterinnen und Betriebsleiter verwendet.

Informationen aus Einzelbeiträgen in Fachzeitschriften erarbeiten. Aus den genannten Gründen ist die Umstellung auf Ökolandbau eine mit Risiko behaftete Investition.

Nachfolgender Beitrag beschäftigt sich mit der Ökonomik der Umstellung auf ökologischen Landbau aus der Sicht eines Betriebszweiges des Gartenbaus, des ökologischen Apfelbaus. Aus methodischer und praktischer Sicht ist gerade die Betrachtung dieser Kultur von Interesse. Einmal handelt es sich beim Apfelbau um eine Dauerkultur, was Fragen hinsichtlich des im ökologischen Landbau geltenden Leitbildes einer ressourcenschonenden und nachhaltigen Wirtschaftsweise aufwirft. Aus dem Investitionscharakter leiten sich darüber hinaus besondere Anforderungen an die methodische Vorgehensweise ab. Die praktische Relevanz ergibt sich aus der angespannten Preissituation auf dem Markt für konventionelle Äpfel, die eine Umstellung grundsätzlich attraktiv macht. Auf der Vermarktungsseite ist die generell gute Sortenkenntnis der Verbraucher und eine daraus resultierende Preisdifferenzierung zu berücksichtigen, so dass der Erzeuger bei der Sortenwahl neben der Krankheitsresistenz gleichermaßen die Akzeptanz bei dem Verbraucher abschätzen muss.

In dem Beitrag wird zunächst die Situation des ökologischen Gartenbaus in Deutschland und in Europa auf der Grundlage der zur Verfügung stehenden Daten beschrieben. Im darauffolgenden Abschnitt werden die theoretischen Grundlagen für eine ökonomische Beurteilung des ökologischen Gartenbaus beleuchtet und darauf aufbauend das methodische Vorgehen für die empirische Analyse erläutert. Inhalt des vierten und fünften Abschnitts sind die Ergebnisse einer Fallstudie zur ökologischen Apfelproduktion in Norddeutschland unter besonderer Berücksichtigung der Umstellung auf ökologischen Apfelbau als risikobehaftete Investition und der sich daraus ableitenden wichtigsten Risikominimierungsstrategie, dem Sortenmanagement. Der Beitrag schließt mit einigen Überlegungen zur agrarökonomischen Forschung im ökologischen Land- und Gartenbau.

## 2 Zur Situation des ökologischen Gartenbaus in Deutschland und in der EU

Im Vergleich zur Landwirtschaft liegen für den ökologischen Gartenbau in Deutschland und in Europa bislang nur wenige wissenschaftliche Arbeiten vor. Dies gilt insbesondere für die betriebswirtschaftliche Forschung. Zum einen mag dies am geringen Interesse einiger gartenbaulicher Berufsstandsvertreter liegen, zum anderen aber an der im Vergleich zur Landwirtschaft noch schlechteren Datenbasis. Einige wertvolle Angaben finden sich in der Reihe "Organic Farming in Europe: Economics and Policy" von DABBERT et al. (1999–2001).

Die Vernachlässigung des ökologischen Gartenbaus in der Forschung ist keinesfalls gerechtfertigt, wenn man dessen relative Bedeutung heranzieht. So haben der ökologische Gemüse- und Obstbau bezogen auf die jeweilige konventionelle Fläche einen höheren Anteil als die ökologische Landwirtschaft (Tabelle 1)<sup>2)</sup>. Allerdings beschränkt sich der ökologische Gartenbau im wesentlichen auf die Sparten

Gemüse- und Obstbau. Die Anteile der Zierpflanzen- und der Baumschulfläche liegen deutlich niedriger. Für den Zierpflanzenbau ergab eine Umfrage von PANSCHOW (2000) unter 58 ökologischen Betrieben in Deutschland<sup>3)</sup>, dass die Produktion von Zierpflanzen in gartenbaulichen Gemischtbetrieben stattfindet, wobei nur ein Viertel der erhobenen Betriebe auf mehr als 50 % ihrer Betriebsfläche Zierpflanzen kultivieren. Die Zahl der ökologisch wirtschaftenden Baumschulen wird in Deutschland auf 40 bis 50 geschätzt. Davon sind 28 in der Arbeitsgemeinschaft Ökologische Baumschulen (AGÖB) organisiert. Über diese Betriebe liegen genauere Informationen vor. Die Betriebe bewirtschaften insgesamt etwa 250 ha, davon sind 170 Hektar Baumschulkulturfläche. Dabei findet sich häufig eine Kombination verschiedener Betriebszweige (SCHLÜTER, 2001). Die Hochrechnung der durchschnittlichen Fläche der organisierten Betriebe über alle Baumschulen in Deutschland ergibt einen Flächenanteil an der konventionellen Baumschulfläche von etwas über einem Prozent. Insgesamt betrug 1997/98 die ökologisch bewirtschaftete gartenbauliche Fläche 3,8 % der konventionellen Gartenbaufläche. Der Anteil der ökologischen Gartenbaufläche an der gesamten ökologisch bewirtschafteten Fläche in Deutschland beläuft sich auf 2,1 %.

Tabelle 1: Der ökologische Gartenbau in Deutschland (1997/98, in 1000 ha und in %)

Art der Flächenbewirtschaftung	2000 Land-wirtschaft	Land-wirtschaft	1997/98			
			Gemüse	Obst	Zier-pflanzen	Baum-schulen
Konventionell (1)	17389	17389	96,1	68,6	7,06	24,69
Ökologisch (2)	546	354	4,41 <sup>1)</sup>	2,71 <sup>1)</sup>	0,041	0,273
Anteil (2) an (1) (%)	3,1	2,0	4,6	4,0	0,6	1,1
Anteil an gesamter Öko-Fläche (%)	n.a.	n.a.	1,2	0,77	n.a.	n.a.

1) Nur AGÖL-Betriebe.  
 Quelle: PANSCHOW (2000); Statistisches Bundesamt (2000); AIPH/Union Fleurs (2001); Europäische Kommission (2001); SCHLÜTER (2001); SCHMIDT, WILLER (2001); HACCIUS et al. (2001).

Tabelle 2: Der ökologische Gartenbau in Europa (1997, in 1000 ha und in %)

Flächenbewirtschaftung	2000 Land-wirtschaft	Land-wirtschaft	1997	
			Gemüse	Obst und Dauer-kulturen
Konventionell (1)	135 521	135 521	1 326	5 704
Ökologisch (2)	3 777	1 757	22,9 <sup>1)</sup>	106,2 <sup>1)</sup>
Anteil (2) an (1) (%)	2,8	1,3	1,7	1,9
Anteil an ges. Öko-Fläche (%)	n.a.	n.a.	1,3	6,0

1) Zahlen von 1996 aus FOSTER, LAMPKIN (1999).  
 Quelle: FOSTER, LAMPKIN (1999); DABBERT (2000); Europäische Kommission (2001).

Auf europäischer Ebene beschränken sich die stark aggregierten, den Gartenbau betreffenden Daten auf den Gemüse- und Obstbau. Der Anteil der ökologischen Gemüse- und Obstfläche an der jeweiligen konventionellen Fläche ist auch auf europäischer Ebene höher als der der gesamten Landwirtschaft (Tabelle 2). Deutlich wird die auf europäischer Ebene besondere Bedeutung der Obst- und Dauer-

2) Für die Landwirtschaft insgesamt liegen anders als für den Obst- und Gemüsebau Zahlen aus 2000 vor. Um einen Vergleich der gartenbaulichen mit der landwirtschaftlichen Fläche zu ermöglichen, wurden auch für die Landwirtschaft die älteren Zahlen ausgewiesen.

3) Insgesamt sind bundesweit 124 ökologische Zierpflanzen erzeugende Betriebe in einer Liste des ARL L Wetzlar registriert. In dieser Gruppe von Betrieben sind auch der überwiegende Teil der etwa 30 Staudenbetriebe in Deutschland enthalten.

kulturen. Insgesamt wird für 1997 eine Gartenbaufläche (horticultural crops) von 149 571 ha für ganz Europa ausgewiesen (DABBERT, 2000). Dies entspricht einem Flächenanteil von 8,5 % an der gesamten ökologischen Fläche und liegt weit über den entsprechenden Werten für Deutschland. Vor allem die südeuropäischen Länder (Spanien, Italien, Griechenland, Portugal) verfügen über einen hohen Anteil der Gartenbaufläche an der gesamten ökologischen Fläche.

Betrachtet man die Absatzseite, so gehen Experten von einem weiter wachsenden Potenzial für Gartenbauprodukte aus. Derzeit ist vor allem für Obst und Gemüse ein deutlicher Nachfrageüberhang festzustellen (HAMM, MICHELSEN, 1999). Die Diskrepanz zwischen Nachfrage und Angebot mag darin begründet liegen, dass bei gartenbaulichen Kulturen die produktionstechnischen Anforderungen ungleich höher sind als beispielsweise bei Getreidekulturen. Sowohl für Obst als auch für Gemüse gilt, dass in der Regel die gesamte ökologische Erzeugung auch als Öko-Ware abgesetzt werden kann (MICHELSEN et al., 1999; DABBERT, 2000). Der Preisaufschlag für ökologisches Obst und Gemüse schwankt zwischen 20 und 150 % auf Verbraucherebene und zwischen 15 % und 70 % auf Erzeugerebene (MICHELSEN et al., 1999).

Die Vermarktungssituation in der ökologischen Erzeugung von Zierpflanzen und -gehölzen stellt sich wesentlich schwieriger dar. Für Zierpflanzen wird der Anteil, der als Bio-Ware verkauft werden kann, mit etwa 20 % angegeben und für den Baumschulbereich liegen die entsprechenden Zahlen bei ca. 35 %. Höhere Preise sind praktisch nur über den Direktabsatz zu erzielen, da der Handel bislang wenig in die Vermarktung von ökologischen Zierpflanzen und -gehölzen eingestiegen ist (BESSELMANN, 1998; SCHLÜTER, 2000).

Insgesamt ist festzuhalten, dass die statistische Datenbasis für den ökologischen Gartenbau noch unbefriedigender ist als für den Ökolandbau insgesamt. So nimmt die amtliche Statistik, wie beispielsweise die in regelmäßigen Abständen stattfindende Gartenbauerhebung, bisher keine Notiz vom ökologischen Gartenbau.

Betrachtet man das Marktpotenzial, so sind die Bedingungen für den ökologischen Anbau von Obst und Gemüse günstiger als bei landwirtschaftlichen Produkten. Aufgrund der hohen produktionstechnischen Anforderungen bei gleichzeitig noch geringem Interesse von Seiten der naturwissenschaftlich ausgerichteten Gartenbauforschung, erfordert die Umstellung auf ökologische Produktion im Gartenbau ein hohes innovatives Potenzial der Betriebsleiter und die Bereitschaft, ein vergleichsweise hohes unternehmerisches Risiko in Kauf zu nehmen.

### 3 Theoretisch-methodische Überlegungen zur Ökonomik der ökologischen Wirtschaftsweise am Beispiel des Apfelanbaus

Die Besonderheiten der ökologischen Wirtschaftsweise, die sich vor allem aus dem bei streng wissenschaftlicher Betrachtung nicht begründbaren Verzicht auf chemisch-synthetische Betriebsmittel ergeben, bedürfen einiger theoretischer Vorüberlegungen hinsichtlich der methodischen Vorgehensweise bei entsprechenden ökonomischen Analysen. DABBERT (2000) weist darauf hin, dass eine Voraussetzung für die agrarökonomische Forschung zum ökologischen Landbau die Akzeptanz der jeweiligen Wertvorstellung der

Ökobauern bzw. Ökoverbände und den auf der Inputebene ansetzenden Richtlinien ist. Ein einfacher Vergleich auf der Grundlage der üblichen Effizienzkriterien der neoklassischen Ökonomie hat den Nachteil, dass dem im Ökolandbau hervorgehobenen Ziel einer nachhaltigen Wirtschaftsweise nicht ausreichend Rechnung getragen werden kann.

#### 3.1 Der Betrieb als Organismus

Die Frage, ob sich die ökologische Landwirtschaft mit dem Instrumentarium der neoklassischen Ökonomie beurteilen lässt, leitet sich aus der Kritik an der neoklassischen Ökonomie in Bezug auf deren Beitrag zur Lösung von Umweltproblemen ab. Diese Diskussion geht auf die Überlegungen von NICOLAS GOERGESCU-ROEGEN, der vielleicht als der Begründer der Ökologischen Ökonomie (GOERGESCU-ROEGEN, 1971; COSTANZA, 1991; KRÄMER, 2000) bezeichnet werden kann, zurück. Im Kern geht es dabei um die Frage des Einflusses biologischer und physikalischer Gesetzmäßigkeiten auf Wirtschaftskreisläufe. Dies beinhaltet auch die Substitutionsmöglichkeiten von „Naturkapital“ durch externe Produktionsfaktoren vor dem Hintergrund des Leitbildes einer nachhaltigen Wirtschaftsweise (RADKE, 1999). Diese Fragen waren bereits Gegenstand der Überlegungen der Begründer der landwirtschaftlichen Betriebslehre in Deutschland, AEREBOE (1918) und BRINKMANN (1922). Beide verstanden den Betrieb als „Organismus“. Bei einer engen Verflechtung von ökologischen und ökonomischen Wirkungsmechanismen dominieren die auf eine vielseitige Betriebsorganisation hinwirkenden integrierenden gegenüber den differenzierenden, auf eine Spezialisierung wirkenden Faktoren (BRINKMANN, 1922). Bei dem damaligen Stand der volkswirtschaftlichen Entwicklung und dem Stand der Technik war der Erhalt der Bodenfruchtbarkeit über die Bereitstellung von Binnenleistungen (BRANDES, WOERMANN, 1971) Voraussetzung für den nachhaltigen wirtschaftlichen Erfolg des Betriebes. Veränderungen in den Verbrauchergewohnheiten, die Einführung chemisch-synthetischer Betriebsmittel, verbunden mit den etwa seit den sechziger Jahren greifenden agrarpolitischen Maßnahmen der EU-Agrarpolitik, haben eine fortschreitende Spezialisierung und Differenzierung landwirtschaftlicher Produktions-, Beschaffungs- und Absatzsysteme bewirkt. Damit ist auch der Organismusbegriff aus dem Vokabular der landwirtschaftlichen Betriebslehre praktisch verschwunden.

Andererseits finden die heute bekannten Probleme moderner Agrarsysteme in den hohen sozialen Kosten der Landwirtschaft ihren Ausdruck. Dazu gehören die in einschlägigen Untersuchungen nachgewiesenen negativen Wirkungen auf Umwelt und Gesundheit (z.B. SRU, 1985; ISERMANN, 1994; STOYKE, 1995; SRU, 1996; WAIBEL, FLEISCHER, 1998), die häufig als Folge des Einsatzes industriell produzierter Betriebsmittel auftreten<sup>4</sup>). Pflanzenbauwissenschaftler haben vor allem aus dem hohen Intensitätsniveau extern regelnder Faktoren im konventionellen Landbau eine ernsthafte Destabilisierung von Agrarökosystemen abgeleitet (HEITEFUSS, 1984; DIERCKS, 1984; BAEUMER et al., 1992).

4) Dazu gehören vor allem chemische Pflanzenschutzmittel und mineralische Düngemittel.

Im Gegensatz dazu wird die ökologische Landwirtschaft (WEINSCHENCK, 1986; DABBERT et al., 1999–2001) für europäische Verhältnisse als eine im Vergleich zur konventionellen Wirtschaftsweise umweltverträglichere Form der Landwirtschaft betrachtet. Das Leitbild des Ökoanbaus besteht darin, unter Verzicht auf chemisch-synthetische Betriebsmittel und durch die bewusste Steuerung interner Regelungsmechanismen, die im Vergleich zum konventionellen Anbau geringeren Erträge langfristig zu stabilisieren. Das bewusste Ausschöpfen der integrierenden Kräfte des Betriebes unter Heranziehen aller heute zur Verfügung stehenden wissenschaftlichen Erkenntnisse erhöht die Fähigkeit pflanzenbaulicher Systeme zur Selbstregulation (BAEUMER, 1990). Letzteres ist gerade im Apfelanbau von herausragender Bedeutung. Der konventionelle Apfelanbau ist besonders beim Pflanzenschutz durch eine hohe Abhängigkeit von externen Inputs geprägt. Auswertungen des Obstbauversuchs- und Beratungszentrums in Jork zeigen, dass die Aufwendungen für chemischen Pflanzenschutz trotz langjähriger Bemühungen, die integrierte Produktionsweise einzuführen, nicht gesunken sind (GÖRGENS, versch. Jg.; STEHR, versch. Jg.). Hohe Bestandsdichten verbunden mit nur wenigen, oft krankheits- und schädlinganfälligen Sorten haben die Apfelproduktion zu einem System mit einem hohem Grad an Fremdregulierung und steigendem Managementaufwand werden lassen. So sind beispielsweise im Obstbauggebiet an der Niederelbe bei einer Reihe von Schaderregern wachsende Resistenzprobleme zu beobachten (PALM, 2000). Im ökologischen Apfelanbau kommt es deshalb darauf an, das ökologische Gleichgewicht so weit wie möglich wieder herzustellen. Ein wichtiger Parameter ist dabei die Sortenwahl, die über die Notwendigkeit der im Ökoapfelanbau nur begrenzt möglichen kurativen Eingriffe gegen Schaderreger entscheidet (KELLERHALS et al., 1997).

Die dargestellte Beschreibung der Rahmenbedingungen einer Umstellung auf ökologischen Anbau macht deutlich, dass eine umfassende ökonomische Analyse die Berücksichtigung der vorhandenen ökonomisch-ökologischen Interdependenzen erfordert. Dazu bedarf es im Grunde eines bio-ökonomischen Modells, welches die langfristigen ökologischen Abläufe simuliert und über die Bedingungen, unter denen eine nachhaltige ökologische Apfelproduktion möglich wird, Auskunft gibt. Ein solcher Vergleich müsste auch die externen Kosten mit einschließen, weil zu Recht darauf hingewiesen wird, dass diese auch im ökologischen Landbau entstehen können (KOESTER, 2001)<sup>5</sup>.

Der hier vorliegende Beitrag kann den genannten Anforderungen nur teilweise gerecht werden, weil die dafür notwendigen Modelle noch nicht entwickelt sind und die erforderlichen Daten noch nicht vorliegen. Andererseits lässt sich, dem Vorschlag DABBERTS (1990) folgend, der „Organismusgedanke“ AEREBOES und BRINKMANNs für ökonomische Analysen des ökologischen Landbaus als Grundkonzept heranziehen. Unterstellt man dabei, dass auch Öko-Obstbauer Nutzenmaximierer im Sinne der Anthropozentrik<sup>6</sup> sind, dann können mit dem bekannten neoklassischen Instrumentarium erste Aussagen zur relativen Vor-

teilhaftigkeit des ökologischen Obstbaus getroffen werden. Neben den klassischen Effizienzparametern lassen sich aus den Berechnungen zusätzlich erste Erkenntnisse für die Nachhaltigkeit der Apfelproduktion ableiten.

### 3.2 Methodische Vorgehensweise

Eine Umstellung von konventionellem auf ökologischen Apfelanbau stellt einen Systemwechsel dar und ist unabhängig vom Motiv der Umstellung für den Entscheidungsträger mit Risiken und Kosten verbunden. Sofern das Ziel einer Umstellung darin besteht, den nachhaltigen Gewinn des Betriebes zu steigern oder mindestens zu erhalten und dabei gleichzeitig persönlich begründete ökologische Nebenbedingungen oder andere nicht-pekuniäre Ziele zu erfüllen, muss der Umstellung ein Vergleich der umstellungsbedingten Kosten mit den umstellungsbedingten Leistungen voraus gehen (Übersicht). Bei den Kosten ist zwischen Investitionsausgaben, laufenden Zahlungen und Nutzungskosten zu unterscheiden, und die Leistungen können kurzfristigen oder langfristigen Charakter besitzen.

Die Umstellungsentscheidung hat den Charakter einer Investition. Auf der Seite der investitionsbedingten Auszahlungen sind die Anschaffungspreise neuer Maschinen zu berücksichtigen. Zusätzlich können Investitionen für die Lagerhaltung erforderlich werden, da Ökobetriebe nicht bei staatlich geförderten Erzeugergemeinschaften (z.B. „Elbeobst“ im Alten Land) einlagern können. Hinzu kommt gegebenenfalls ein Ersatz von Sorten vor Erreichen der wirtschaftlich optimalen Nutzungsdauer, wenn in der Ausgangssituation die Sortenstruktur besonders ungünstig in Bezug auf die Anforderungen des ökologischen Obstbaus ist. Weiterhin sind Investitionen in Humankapital erforderlich. Ein umstellungswilliger, rational handelnder Betriebsleiter wird sich vor der Umstellung eingehend über die produktionstechnischen und betriebswirtschaftlichen Besonderheiten des Ökoanbaus informieren. Dies bedeutet den Erwerb und das Durcharbeiten von Fachliteratur, den Besuch von Vortragsveranstaltungen und zeitintensive Gespräche mit in der ökologischen Wirtschaftsweise bereits erfahrenen Betriebsleitern. Die damit verbundenen Aufwendungen entstehen größtenteils vor der Umstellung bzw. in der Anfangsphase und sind ebenfalls als Investitionsausgaben zu werten.

Zusätzlich ist im Vergleich zur konventionellen Wirtschaftsweise in den Anfangsjahren mit einem höheren Arbeitsaufwand zu rechnen. Andererseits steht zu erwarten, dass sich die Kosten für ertragssichernde Inputs aufgrund einer allmählich eintretenden Stabilisierung des Ökosystems im Laufe der Zeit verringern. Der tatsächliche Kostenverlauf dieses Prozesses hängt allerdings von den vom Betriebsleiter getroffenen Entscheidungen zur Systemregulierung, d.h. der Sortenwahl, der Standdichte und den ökologischen Begleitmaßnahmen, wie beispielsweise der Anlage von Hecken und Blühstreifen, ab. Die dadurch verursachten Auszahlungen haben ebenfalls Investitionscharakter. Sie zielen darauf ab, „Naturkapital“ (z. B. Nützlingspopulationen) aufzubauen und dadurch die Selbstregulierungskräfte des ökologischen Produktionssystems zu stärken.

5) Dabei wird der Einsatz von Kupfer- und Schwefelmitteln, die gerade im ökologischen Obstbau derzeit noch eine wichtige Rolle spielen, häufig als Beispiel genannt (KOESTER, 2001).

6) Dies schließt Unterschiede in den „außerökonomischen“ Restriktionen nicht aus.

### Übersicht: **Kosten und Leistungen einer Umstellung auf ökologischen Apfelanbau**

Kosten	Leistungen
<b>Investitionskosten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Maschinen</li> <li>Lager</li> <li>Sortenersatz</li> <li>Humankapital</li> <li>Anlage von Biotopstrukturen</li> </ul>	<b>Erlös</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Höhere Preise</li> </ul>
<b>Laufende Kosten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Höherer Arbeitsaufwand</li> <li>Höhere Maschinenkosten</li> <li>Pflege von Biotopstrukturen</li> </ul>	<b>Eingesparte Kosten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pflanzenschutzmittel</li> <li>Düngemittel (Handelsdünger)</li> </ul>
<b>Entgangener Gewinn (Nutzungskosten)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ertragseinbußen</li> <li>Flächenverlust (Brache und Biotope)</li> </ul>	<b>Höhere Stabilität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>geringere Ertragsvarianz</li> <li>bessere Selbstregulierung</li> </ul>
Quelle: WAIBEL, ZANDER (2000).	

Da im ökologischen Apfelanbau noch wenig über die Wirkungsmechanismen verschiedener Anbaumaßnahmen bekannt ist, wird es aus methodischer Sicht erforderlich, Risikobetrachtungen mit einzubeziehen. Besonderes Augenmerk wird auf den Einfluss der Sortenwahl auf das Produktions- und Vermarktungsrisiko gelegt. Aufgrund der komplexen Wechselwirkungen zwischen einzelnen Faktoren ist es schwer, das Verhalten der Apfelsorten auf dem eigenen betrieblichen Standort vorherzusagen. Sortenversuche werden zudem meist mit den Methoden des konventionellen oder integrierten Obstbaus durchgeführt, was die Unsicherheit der Ergebnisse für den Ökoanbau erhöht. Das Sortenverhalten unter ökologischen Anbaubedingungen zeigt sich häufig erst beim Probeanbau. Hinzu kommt, dass aufgrund der geringen Erfahrungen im Resistenzmanagement durch Sortenwahl bzw. Sortenkombinationen die Wechselwirkungen mit dem umgebenden Ökosystem weitgehend unbekannt sind und dadurch das Risiko des Durchbrechens von Resistenzen durch virulente Erregerrassen, z.B. beim Apfelschorf, mit in Betracht gezogen werden muss. Auch auf der Vermarktungsseite ergibt sich ein höheres Risiko dadurch, dass neue resistente Sorten mit geringerem Bekanntheitsgrad erst in den Markt eingeführt werden müssen.

Die Datenbasis dieser Arbeit beruht auf einer mündlichen Befragung unter 18 in der Öko-Obstbaugruppe Norddeutschland organisierten Apfelzeugern. Für die Befragung wurde gemeinsam mit Experten und Praktikern ein Fragebogen entwickelt. Dabei wurde der Schwerpunkt auf die technischen Input-Output-Koeffizienten gelegt. Zur Verifizierung wichtiger technischer Annahmen wurde eine Vor-Auswertung der Befragung im Rahmen eines Expertentreffens diskutiert (WAIBEL, ZANDER, 2000).

Zur Erfassung des Produktions- und Marktrisikos wurde in der vorliegenden Arbeit auf die Methode der stochastischen Simulation (BRANDES, ODENING, 1992) zurückgegriffen. Dies eröffnet die Möglichkeit, kumulative Verteilungsfunktionen für die Ergebnisse der Investitionsrechnung darzustellen. Für die Parameter der den Berechnungen zugrunde liegenden Verteilungen der wichtigsten exogenen Variablen (Preise, Erträge, Befall, verschiedene Kostenkomponenten) wurden die Angaben aus der Befragung und aus Diskussionen mit ausgewählten Betriebsleitern heran-

gezogen. Die Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Annuitäten der Umstellungsinvestition wurden mittels der Monte-Carlo-Simulation berechnet.

Mit demselben methodischen Instrumentarium konnte die Frage der Sortenwahl als die wichtigste Managemententscheidung im ökologischen Apfelanbau bearbeitet werden. Zu diesem Zweck wurde die Pflanzung jeweils einer bestimmten Sorte als Investitionsalternative betrachtet und anhand der Kriterien der stochastischen Dominanz auf ihre relative Vorzüglichkeit überprüft (WESSELER, 1997).

Da es in der Praxis nicht üblich ist, sich im Anbau auf eine einzige Apfelsorte zu beschränken, wurde in einem letzten Schritt versucht, risikoeffiziente Sortenkombinationen zu ermitteln. Analog zur Bestimmung risikooptimaler Aktienportfolios auf dem Kapitalmarkt (BRANDES, ODENING, 1992; KRUSCHWITZ, 1995) stellt die Diversifizierung von Produktionsverfahren ein Instrument zur Risikoverminderung dar. Bei negativer Kovarianz der Verfahren lässt sich auch die Gesamtvarianz vermindern. Für die Berechnungen fand das lineare Programmierungsmodell MOTAD (HAZELL, NORTON, 1986) Anwendung. Zur Schaffung der Datengrundlage für die Varianz-Kovarianz-Matrix wurden Zufallsstichproben aus den Berechnungsergebnissen der stochastischen Simulation gezogen<sup>7</sup>).

#### 4 Kennzahlen der Wirtschaftlichkeit von Ökoobstbetrieben

Die Analyse der Wirtschaftlichkeit des Ökoapfelbaus erfolgt in dem hier vorgelegten Beitrag zunächst über die Darstellung der Ist-Situation der befragten Betriebe. Zunächst werden die Deckungsbeiträge für zwei unterschiedliche Betriebsgruppen ausgewiesen. In einem zweiten Schritt wird für einen typischen Umstellungsbetrieb in einer Modellrechnung die Rentabilität der Umstellungsinvestition ermittelt.

##### 4.1 Deckungsbeiträge in der ökologischen Apfelproduktion

Aus den produktionstechnischen Daten der Erhebung von ökologisch wirtschaftenden Apfelbetrieben wurden durchschnittliche Deckungsbeiträge ermittelt. Der in naturalen Einheiten erhobene Betriebsmitteleinsatz wurde mit Hilfe von Preislisten (BÖO, 1997) in monetäre Größen umgerechnet. Für die Maschinenkosten wurden Verrechnungssätze der Maschinenringe herangezogen und für die Lagerkosten konnten nach Rücksprache mit den Produzenten pauschal 15 DM/dt Erntemenge Tafelobst veranschlagt werden. Der Stundenlohn für Saison-AK liegt bei 15 DM.

Wie sich bereits in anderen Untersuchungen gezeigt hat, (GEIER et al., 2000) sind die ökologisch wirtschaftenden Obstbetriebe in ihrem Produktionsergebnis sehr heterogen. Mit dem Ziel der Bildung möglichst homogener Gruppen wurden in Abhängigkeit vom Ertragsniveau zwei Gruppen gebildet. Die Grenze wurde bei 15 t/ha gezogen<sup>8</sup>), also bei etwa 50 % der im konventionellen Anbau erzielbaren Erträge. Dies entspricht einer in etwa gleichmäßigen Aufteilung der Stichprobe. Während das durchschnittliche Er-

<sup>7</sup> Zur formalen Beschreibung des Ansatzes siehe mathematischen Anhang.

<sup>8</sup> Im Folgenden werden Betriebe mit 15 t/ha und darunter als Ertragsgruppe 1 (EG 1), die mit darüber liegenden Erträgen als Ertragsgruppe 2 (EG 2) bezeichnet.

tragsniveau der unteren Ertragsgruppe bei 11,5 t/ha liegt, beträgt der Mittelwert der Erträge in der höheren Ertragsgruppe 22,1 t/ha. Im Durchschnitt aller Betriebe werden Erträge von 16,1 t/ha realisiert.

Die Kosten der Neuanlage berechnen sich aus den Kosten der Pflanzen (1200 Bäume je Hektar in Ertragsgruppe 1 und 1900 Bäume je Hektar in Ertragsgruppe 2 à 9,- DM) zuzüglich 6000,- DM für das Gerüst und den Kosten der übrigen Pflegemaßnahmen im Pflanzjahr und der Arbeitszeit für Saisonkräfte. Es errechnen sich insgesamt Kosten der Neuanlage von 19 648 DM in der Ertragsgruppe 1 und von 26 773 DM in der Ertragsgruppe 2. Als Näherungswert für die Rodekosten werden in Anlehnung an KUBUTSCH und SCHÜLER (1998) sowie KTBL (1995) für beide Gruppen Rodekosten in Höhe von 2000,- DM angesetzt. Die Kosten der Neuanlage werden in einer bestehenden Anlage auf die Jahre der Nutzung gleichmäßig umgelegt. Analog wird mit den Rodekosten verfahren (REISCH, ZEDDIES, 1977). Für das gebundene Kapital sind Zinsen für die Hälfte des Herstellungswertes der Pflanzungen zuzüglich der Rodekosten zu veranschlagen. Zusätzliche Kosten in Höhe des auf diesen Flächen nicht realisierten Deckungsbeitrages entstehen durch die nach der Umstellung auf Ökoanbau längere Brachezeit.

Bei den Outputdaten wurden Angaben über Erträge sowie die nach Qualität und Vermarktungswegen realisierten Preise erhoben. Von den in der Direktvermarktung und über die direkte Belieferung des Naturkosthandels erzielten Preisen erfolgte zur Deckung der Vermarktungskosten ein Preisabschlag in Höhe von 15 %.

Tabelle 3: Kosten ökologischer Apfelerzeugung

Kostenposition	Maßeinheit	Ertragsgruppe 1		Ertragsgruppe 2	
		Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
Pflanzenschutzmittel	DM/ha	948	746	1141	837
Düngemittel	„	147	126	337	133
Menge N	kg/ha	13,1	13,8	37,1	16,6
Maschinenkosten	DM/ha	2300	370	2915	1133
Lagerkosten	„	1102	774	2582	846
Saison-Löhne	„	1491	502	4069	1766
Anteilige Kosten der Neuanlage	„	824	276	1555	392
Anteilige Rodekosten	„	84	28	116	29
Zinsansatz	„	296	--	422	--
Kosten der Brache	„	582	893	1416	1136
Variable Kosten	„	7759	1038	14425	4588
desgl. DM/kg Erntegut	DM	0,76	0,23	0,67	0,20

Quelle: Eigene Berechnungen.

Die beiden Ertragsgruppen unterscheiden sich deutlich in ihrer Kostenstruktur, und es zeigen sich die erwarteten Unterschiede, wonach der Faktoreinsatz in der oberen Ertragsgruppe höher ist (Tabelle 3). Die Einteilung der Betriebe in die beiden Ertragsgruppen entspricht damit einer Unterscheidung nach Intensitätsniveaus. Eine solche Unterteilung findet sich auch bei GEIER et al. (2000). Bemerkenswert sind die trotz der deutlichen Ertragsunterschiede nahezu gleich hohen durchschnittlichen PSM-Kosten<sup>9)</sup>. Dies deutet auf eine erhebliche Unsicherheit der Betriebsleiter bezüglich der Pflanzenschutzmaßnahmen hin. Insgesamt ergeben sich für die intensiv wirtschaftenden Betriebe fast doppelt

so hohe variable Kosten. Durch die höheren Erträge errechnen sich aber geringere variable Durchschnittskosten.

Fast die Hälfte der Gesamtproduktion der untersuchten Betriebe wird über den Naturkost-(groß-)handel vermarktet. Die relativ geringe Bedeutung der Direktvermarktung (5,2 %) beruht auf dem stark spezialisierten Charakter der Apfelbetriebe. Mehr als ein Viertel der Gesamtproduktion ist Industrieware (Saft-/Muserzeugung). Knapp 20 % werden als Bioware über den konventionellen Lebensmitteleinzelhandel vermarktet.

Obwohl das durchschnittliche Preisniveau der beiden Gruppen identisch ist, ergeben sich aufgrund der unterschiedlichen Erträge große Abweichungen in den Erlösen (Tabelle 4). Dies führt trotz höherer Kosten zu deutlich höheren Deckungsbeiträgen der intensiver wirtschaftenden Betriebe. Die großen Standardabweichungen sind Ausdruck der erheblichen Unterschiede innerhalb der Gruppen. Die intensiver wirtschaftende Gruppe der Betriebe erwirtschaftet fast dreimal so hohe Deckungsbeiträge wie die extensivere Gruppe. Auch unter Berücksichtigung der aus dem Deckungsbeitrag noch zu entlohnenden Arbeitszeit (fest angestellte und Familien-AK mit 202 (EG 1) bzw. 203 Stunden je Hektar (EG 2)), schneidet das intensivere System günstiger ab.

Tabelle 4: Preise und Deckungsbeiträge

Kennzahl	Maßeinheit	Ertragsgruppe 1		Ertragsgruppe 2	
		Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
Durchschnittspreis	DM/kg	1,29	0,37	1,30	0,22
Erlös	DM/ha	13998	6329	29025	9882
Variable Kosten		7759	1038	14425	4588
Deckungsbeitrag		5617	5901	14600	8304

Quelle: Eigene Berechnungen.

Mit Hilfe dieser Berechnungen lässt sich die Situation bereits ökologisch wirtschaftender Betriebe abbilden. Die Berücksichtigung der wichtigen Phase der Umstellung erfordert weitere Berechnungen.

#### 4.2 Die Rentabilität der Umstellung als dynamische Investitionsrechnung

Auf Grundlage der aus der Befragung gewonnenen Daten wurde die Rentabilität der Umstellung auf ökologischen Apfelanbau mit Hilfe der Methode der dynamischen Investitionsrechnung überprüft. Ergänzend zu den Daten aus der Befragung wurde dabei auf Literaturangaben und eigene Plausibilitätsannahmen zurückgegriffen. Letztere wurden in Zusammenarbeit mit Obstbauexperten und erfahrenen Praktikern im Rahmen eines „Miniworkshops“ auf ihre Realitätsnähe hin überprüft, so dass davon auszugehen ist, dass der Rechnung ein typischer Umstellungsbetrieb zugrunde liegt. Die Modellrechnung orientiert sich dabei an der Gruppe der intensiv wirtschaftenden Ökobetriebe, weil angesichts der geringen Deckungsbeiträge der Ertragsgruppe 1 eine Umstellung unter den heutigen Rahmenbedingungen kaum rentabel sein dürfte.

Für die Modellrechnung wurde eine umstellungsbedingte Investitionsausgabe von 300 000 DM je Betrieb unterstellt. Dieser Betrag beinhaltet neben den Kosten für eine veränderte Zusammensetzung des Maschinenparks die Kosten für einen umstellungsbedingten Sortenersatz, entweder weil

9) Zu den Pflanzenschutzmitteln (PSM) werden biologische Insektizide, anorganische Fungizide, Pflanzenstärkungsmittel und Nützlinge gezählt.

die Sorten aufgrund ihrer Anfälligkeit für den ökologischen Anbau ungeeignet oder weil die Früchte in Öko-Qualität nicht zu vermarkten sind. Im Durchschnitt der Betriebe ist anzunehmen, dass 25 % der Bestände gerodet und wieder neu aufgepflanzt werden müssen. Kosten für den Neubau eines Lagers ergeben sich dann, wenn bislang bei der konventionellen Erzeugergenossenschaft eingelagert wurde und dies in Zukunft wegen der Andienungspflicht nicht mehr möglich ist. Bei einer durchschnittlichen Apfelfläche der untersuchten Betriebe von 13,4 ha ergibt sich bei einer Investitionssumme 300 000 DM je Betrieb ein Wert von 22 400 DM je Hektar.

In die Rechnungen zur Investition geht der zurechenbare Arbeitsaufwand in voller Höhe ein. Er beläuft sich auf durchschnittlich 101 Arbeitsstunden, die von fest angestellten und von Familienarbeitskräften geleistet werden. Hierfür werden in den Rechnungen 30 DM/Akh veranschlagt.

Die Nutzungsdauer der Maschinen wird mit 10 Jahren, die der übrigen Anlagegüter mit 20 Jahren angenommen. Biotopmaßnahmen werden meist zeitgleich mit dem Ersatz einer Sorte fällig. Stellvertretend für verschiedene „Biotopmaßnahmen“ wurden hier die Kosten einer dreireihigen Hecke von 80 m Länge je Hektar mit 600 DM/ha einschließlich Pflanzmaterial und Arbeitszeit berechnet. Die Pflegekosten einer Hecke werden mit 100 DM/ha und Jahr veranschlagt. Die Kosten für den Aufbau des für eine erfolgreiche Betriebsführung im Ökolandbau notwendigen Humankapitals (Informationskosten) bleiben unberücksichtigt, da keine Zahlen ermittelt werden konnten. Ebenso unberücksichtigt bleiben die Kosten der Erschließung neuer Vermarktungswege. Hier sind nach Betriebsleiterangaben vor allem zeitaufwendige Verhandlungen in Ansatz zu bringen. Darüber hinaus können in Einzelfällen vermarktungsbedingte Investitionen wie etwa Sortiermaschinen oder eine Verpackungsstation erforderlich werden.

Auf der Ertragsseite ergaben die Erhebungen bei den Ökoobstbetrieben, dass mit einem Ertragsabfall nach der Umstellung von etwa 40 % zu rechnen ist. Dabei erreichen die Erträge im ersten Jahr nach der Umstellung noch 75 % der konventionellen Erträge. In Anbetracht der zu erwartenden Änderungen auf dem Markt für Bio-Ware und hier besonders für Umstellungsware<sup>10)</sup>, wurde für die gesamte Umstellungszeit von drei Jahren der konventionelle Preis angesetzt.

Innerhalb der Sensitivitätsrechnungen werden für den Durchschnittsertrag Auf- bzw. Abschläge in Höhe von 30 % angenommen. Da es aufgrund der Marktsituation keinen Grund zu der Annahme gibt, dass sich der Preis im Planungszeitraum erhöhen wird, erfolgt die Sensitivitätsrechnung zum Produktpreis nur für Preisabschläge (10 %, 20 % und 30 %). Tabelle 5 zeigt Annuität und internen Zinsfuß der Investition. Die fett gedruckten Werte entsprechen dabei den durchschnittlichen Erträgen und Preisen aus der Befragung.

Die Ergebnisse zeigen, dass unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen die Umstellung auf den ökologischen Apfelanbau rentabel ist. Als Orientierung lässt sich fest-

halten, dass bei einem Preis von mehr als 1 DM pro kg und Erträgen über 15 t/ha aus wirtschaftlicher Sicht eine Umstellung empfohlen werden kann.

Tabelle 5: **Annuität [DM/ha] und interner Zinsfuß der Umstellungsinvestition**

Preis [DM/kg]	0,90	1,03	1,16	<b>1,30</b>		
Ertrag [t/ha]	22,1			15,5	<b>22,1</b>	28,7
i = 5 %	-842	1605	4052	-1535	<b>6689</b>	14910
i = 10 %	-2143	1482	2439	-3222	<b>4905</b>	13033
Interner Zinsfuß %	1,2	10,4	16,8	—	<b>22,5</b>	44,1

Quelle: Eigene Berechnungen.

## 5 Risiko und Umstellung auf ökologischen Apfelanbau

### 5.1 Berücksichtigung des Risiko bei der Umstellungsentscheidung

Mit Hilfe der stochastischen Simulation wurden für die wichtigsten Variablen Verteilungen und deren entsprechende Extremwerte zugrundegelegt. Auf der Kostenseite wurden als wichtigste unsichere Größen der Pflanzenschutzmitteleinsatz und die für Kulturarbeiten benötigte Arbeitszeit ermittelt. Auf der Ertragsseite wurden die Ertragshöhe, der Preis und der Anteil Tafelqualität als stochastische Variable betrachtet. Deterministische Variable, für die im Modell Durchschnittswerte eingesetzt wurden, waren die Investitionssumme, die Kosten für Düngung, Vermarktung, Maschineneinsatz und die Arbeitszeit für die Bodenbearbeitung.

Je nach Art der verfügbaren Informationen wurden Rechteckverteilungen (Angabe der oberen und unteren Grenze) oder Dreiecksverteilungen (Angabe von Minimal-, Modal- und Maximalwert) definiert. Die Simulation wurde mit dem Excel-Programm @risk mit einer Iterationsanzahl von 1000 Berechnungen durchgeführt.

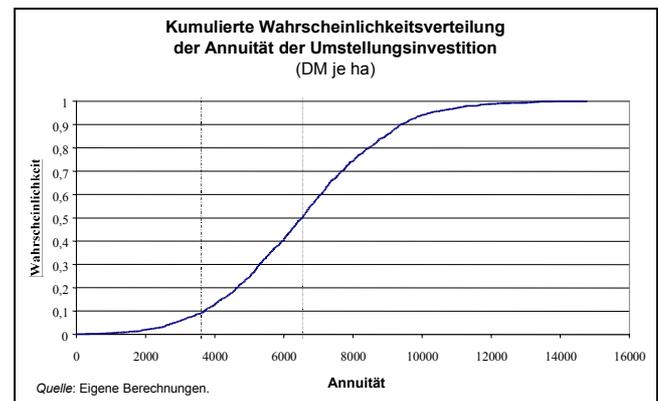


Abbildung 1

Der Mittelwert, in Abbildung 1 abzulesen als Annuität bei  $P(x \leq x_0) = 0,5$ , ist positiv und entspricht annähernd dem in deterministischen Modell errechneten Wert (vgl. Tabelle 5). Die Umstellungsinvestition ist also im Mittel der Fälle rentabel. Auch das Minimum der Wahrscheinlichkeitsverteilung liegt im positiven Bereich. Unter den auf der Basis von Literaturangaben und Expertenschätzungen getroffenen Annahmen kann auch bei Berücksichtigung von Risiko ein positives Betriebsergebnis erwartet werden.

10) Zur Zeit wird für Umstellungsware derselbe Preis gezahlt wie für anerkannte ökologische Ware, da die Nachfrage das Angebot übersteigt. Wenn jedoch in Zukunft größere Mengen an Umstellungsware auf den Markt gelangen, ist von einer entsprechenden Preisdifferenzierung auszugehen.

## 5.2 Risiko und Sortenwahl

Die Datenbasis für die Abschätzung der Sorteneigenschaften setzt sich zusammen aus Literaturrecherchen (ZIMMER, 1999; KTBL, 1995; WERNER-GNANN, 1999; STEHR, 2000; RUESS, 2001; SCHWARZ, RIMMELE, 1984; BÖSSER, 2001) und den Ergebnissen der oben genannten Befragung von 18 Ökoobstbetrieben in Norddeutschland. Darüber hinaus wurden telefonische Interviews mit 10 Praktikern sowohl im Alten Land als auch in Baden, im Rheinland, Österreich und am Bodensee sowie mit Beratern aus Jork, Auweiler, Neustadt und Ahrweiler durchgeführt.

Anhand der eingangs beschriebenen Hauptrisiken wurden die verschiedenen Apfelsorten für die weiteren Analysen in vier Kategorien eingeteilt: Zum einen neue Sorten mit unbekanntem Produktionseigenschaften, dabei wurde unterschieden zwischen schorrfresistenten und nicht resistenten Sorten. Gleichwohl gibt es unter den nicht resistenten Sorten solche, denen im Vergleich zu älteren Sorten eine größere Robustheit gegenüber Schaderregerbefall zugeschrieben wird. Ältere und gleichzeitig bekannte Sorten, die im konventionellen Anbau die Hauptsorten darstellen, sind in Bezug auf die Vermarktung relativ sicher. In Tabelle 6 sind die Merkmale von Sorten zusammengefasst, die für den ökologischen Anbau in Frage kommen. Diese vier Apfelsorten wurden nach Literaturangaben und Expertenbefragungen ausgewählt.

Tabelle 6: **Qualitative Abschätzung ökonomisch relevanter Sorteneigenschaften**

Sorteneigenschaft	Jonagold	Elstar	Topaz	Pinova
Ertrag	++	+/-	++	++
Alternanzneigung	-	++	-	-
Schnittaufwand/Wuchsstärke	+/-	+	+/-	+/-
Ausdünnungsbedarf	-	+	-	+
Anfälligkeit für Schorf	++	+	-	+/-
Erfahrungen mit Produktionseigenschaften	++	++	-	-
Preis	+	++	++	++
Bekanntheit beim Verbraucher	++	++	-	+/-

Quelle: Eigene Berechnungen.

Bekanntere Sorten mit sicherem Absatz zu relativ guten Preisen sind z.B. 'Elstar' und 'Jonagold', wobei 'Jonagold' sehr stark anfällig für Apfelschorf ist, während 'Elstar' zwar anfällig ist, von Experten und Praktikern aber als robust eingestuft wird. Die sonstigen Produktionseigenschaften weisen für 'Elstar' ein relativ hohes Ertragsrisiko aufgrund der ausgeprägten Neigung zur Alternanz aus. Das Ertragspotenzial liegt daher mit einem Mittelwert von 25 t/ha niedriger als das der anderen Sorten mit durchschnittlich 29 t/ha. Ein hoher Ertrag beinhaltet immer die Gefahr eines darauf folgenden Ertragsausfalles, daher wird der Fruchtansatz dieser Sorte gegebenenfalls durch Handausdünnung auf ein mittleres Niveau gebracht. Diese arbeitskostenintensive Strategie dient nicht nur dem Ausgleich von Ertragsschwankungen, sondern auch der Qualitätssteigerung. 'Elstar' bildet besonders bei hoher Behangdichte nur relativ kleine Früchte aus, für die keine optimalen Preise erzielt werden können. Gegenüber 'Jonagold' werden diese Nachteile jedoch durch einen besseren Preis und höhere Anteile der Tafelqualität ausgeglichen. Der Schnittaufwand von 'Elstar' ist höher als bei den Vergleichssorten. 'Jonagold' weist einen regelmäßig hohen und sicheren Ertrag auf bei gleichzeitig niedrigem Schnittaufwand. Mechanische Fruchtausdünnung ist meist nicht er-

forderlich. Aufgrund der hohen Schorfanfälligkeit besteht jedoch das Risiko hoher Verluste.

Die Sorten 'Pinova' und 'Topaz' sind erst seit kurzer Zeit auf dem Markt, haben jedoch in der Praxis schon Bedeutung erlangt: 'Topaz' als schorrfresistente Sorte ist in den letzten Jahren sowohl im Alten Land als auch im Bodenseegebiet und in Österreich verstärkt von Biobetrieben aufgepflanzt worden (DEIMEL, 1998; WERNER-GNANN, 1999). DIEREND und TENHUMBERG (2000) fanden 'Topaz' unter den sechs am häufigsten angegebenen Hauptsorten bei einer Befragung von 19 Ökoobstbetrieben. Die Produktionseigenschaften von 'Topaz' werden ähnlich 'Jonagold' eingeschätzt, es liegen jedoch nur wenig Erfahrungen mit älteren Anlagen vor, so dass in Bezug auf das Reaktionsspektrum dieser Sorte Unsicherheit besteht. 'Pinova' wird als zwar nicht schorrfresistente, jedoch unempfindliche Sorte mit guten Qualitäten und hohen Preisen eingestuft. Sie wird vor allem im Rheinland verstärkt für den konventionellen Anbau propagiert (BARTHELMES, 2000) und ist auch im Alten Land schon in ökologischen Betrieben vertreten. Sie wird als ertragreiche Sorte eingeschätzt, die jedoch Handausdünnung der Früchte erfordert.

Aus den Sorteneigenschaften, die in Tabelle 6 qualitativ dargestellt sind, folgen Wahrscheinlichkeitsverteilungen für unterschiedliche Ansprüche an betriebliche Ressourcen, wie Arbeitszeit für Kulturmaßnahmen und Ernte oder Pflanzenschutzmitteleinsatz, sowie für die Leistungen der Kulturen hinsichtlich Ertrag, Qualität und Preis. Weiterhin wird die Genauigkeit der Experteneinschätzung durch die mit der jeweiligen Sorte gesammelte Erfahrung beeinflusst. Daher wurden die Spannweiten bei den Variablen der noch relativ unbekannteren Sorten 'Topaz' und 'Pinova' weiter gefasst als bei 'Elstar' und 'Jonagold'. Von der Sortenwahl weitgehend unabhängig werden die Pflanzkosten und die Kosten für Setzlinge und Düngung, für Vermarktung, für Maschineneinsatz und die Arbeitszeit zur Bodenbearbeitung angenommen.

In Tabelle 7 werden die Eckdaten der Wahrscheinlichkeitsverteilungen der verschiedenen Parameter für die vier Apfelsorten zusammenfassend dargestellt. Die Verteilungsformen der stochastischen Variablen lehnen sich an das Investitionsmodell von WESSELER (1997) an.

Tabelle 7: **Annahmen zur stochastischen Simulation**

Sorte		Jonagold	Elstar	Topaz	Pinova	Verteilung
Erträge	t/ha	15-40	5-30	18-40	18-40	Gv
Anteil Tafelware	%	30-80	70-90	50-90	50-90	Gv
Preise	DM/kg	1-2,3	1,5-2,4	1,2-2,5	1,2-2,4	Dv
Schorfbehandlungen	Zahl	0-30	0-25	0-4	0-20	Dv
Pflückleistung	kg/Akh	150-210	130-140	130-210	130-200	Gv
Arbeitszeitaufwand	Akh/ha					
Schnitt		55-67	76-104	49-89	50-70	Gv
Ausdünnung		0	90-120	0	90-120	Gv

Gv: Gleichverteilung, Dv: Dreiecksverteilung.  
Quelle: eigene Darstellung

Der Vergleich der Investitionsalternativen der Pflanzung verschiedener Apfelsorten zeigt deutliche Unterschiede zwischen den Sorten. Die grafische Darstellung der Simulationsergebnisse verdeutlicht, dass sich die Annuitäten ausschließlich im positiven Bereich bewegen. Das bedeutet, dass auch unter Risikobetrachtung alle Sorten zum Anbau empfohlen werden können. Allerdings sind aus der berech-

neten Annuität noch die nicht dem Produktionsverfahren direkt zurechenbare Familienarbeitskraft und die anteiligen Gemeinkosten zu entlohnen. Für einen risikoaversen Entscheidungsträger stellen daher die Werte im unteren Bereich der kumulierten Häufigkeitsverteilung eine wichtige Information dar.

Die jeweiligen Erwartungswerte liegen zwischen DM 6300 und DM 11 300. Damit werden durch die Risikoanalyse die in der Studie von WAIBEL und ZANDER (2000) ermittelten Ergebnisse weitgehend bestätigt.

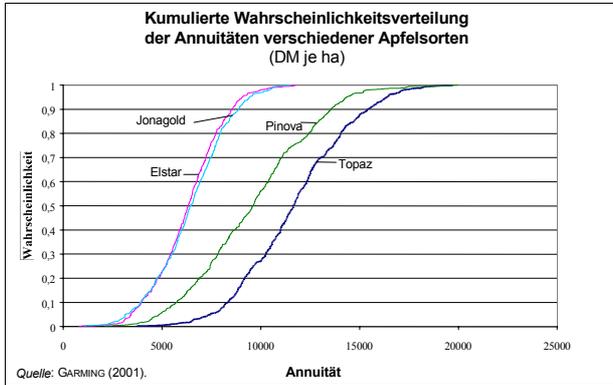


Abbildung 2

Abbildung 2 zeigt die Simulationsergebnisse als kumulierte Wahrscheinlichkeitsfunktion der Annuitäten. Der Verlauf der kumulierten Wahrscheinlichkeitsverteilungen lässt weiterhin Rückschlüsse über die Risikostruktur der Sorten zu: Die Spanne der Kurven gibt einen Hinweis auf die Anfälligkeit der Zielgröße gegenüber Zufallseinflüssen. Die traditionellen Sorten 'Elstar' und 'Jonagold' liegen im Ergebnis trotz der deutlichen Unterschiede im Ertragsverhalten und Pflegeaufwand sehr nahe beieinander. Dies kann als Hinweis darauf gewertet werden, dass sich unterschiedliche Produktionseigenschaften unter unsicheren Bedingungen ausgleichend auf das Betriebsergebnis auswirken. Die Kurven der Sorten 'Topaz' und 'Pinova' verlaufen flacher als die der Sorten 'Jonagold' und 'Elstar'. Darin drückt sich die unsicherere Informationslage über das Verhalten dieser neueren Sorten aus.

Anhand des Kriteriums stochastischer Dominanz ersten Grades können Schlussfolgerungen über die relative Vorzüglichkeit der Sorten getroffen werden: Die Sorte 'Topaz' ist am erfolgversprechendsten, sie dominiert die anderen drei Sorten deutlich. 'Pinova' dominiert 'Elstar' und 'Jonagold'. Über 'Elstar' und 'Jonagold' kann auch nach dem Kriterium der stochastischen Dominanz zweiten Grades keine Aussage getroffen werden, da sich die Kurven mehrfach schneiden.

### 5.3 Risiko und Sortenkombination

Die Ergebnisse der stochastischen Simulation zeigen deutliche Unterschiede in den Erwartungswerten und der Varianz der untersuchten Apfelsorten (Tabelle 8). Es zeigt sich, dass die Sorten mit geringeren Erwartungswerten auch eine geringere Standardabweichung bezüglich dieser Erwartungswerte aufweisen. Die im vorhergehenden Abschnitt erläuterten Charakteristika der Risiken der Apfelsorten lassen darauf schließen, dass durch eine Kombination von Sorten unterschiedlicher Risikostruktur die Gesamtvarianz

im Apfelanbau vermindert werden kann. Diese Hypothese, die auf das theoretische Konzept des Erwartungswert-Varianz-Modells zurückzuführen ist, wurde mit Hilfe des MOTAD-Ansatzes überprüft.

Tabelle 8: Erwartungswert und Standardabweichung der Annuität bei Investition in verschiedene Apfelsorten

Sorte	Jonagold	Elstar	Topaz	Pinova
Erwartungswert [DM/ha]	6611	5995	11318	9303
Standardabweichung [DM/ha]	1920	1710	2584	2704

Quelle: Eigene Berechnungen.

Ein Vergleich der Standardabweichungen weist die Sorten 'Jonagold' und 'Elstar' als relativ vorteilhaft gegenüber 'Topaz' und 'Pinova' aus, wie aus Tabelle 8 zu entnehmen ist. Allerdings steht den höheren Standardabweichungen der Sorten 'Topaz' und 'Pinova' auch ein deutlich höherer Erwartungswert gegenüber.

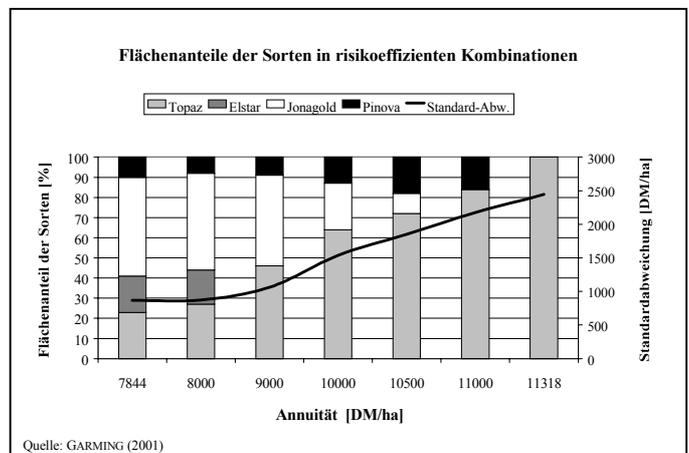


Abbildung 3

Bei der Kombination von Produktionsverfahren mit unterschiedlicher Varianz kann die Gesamtvarianz auch durch Hinzunahme von Verfahren mit höherem Risiko gesenkt werden falls die Verfahren eine negative Kovarianz aufweisen (HANF, 1986; BRANDES, ODENING, 1992). Durch die Matrix der absoluten Abweichungen in den einzelnen Beobachtungsfällen wird die Möglichkeit negativer Kovarianz im MOTAD-Modell berücksichtigt. Abbildung 3 stellt die normierten Flächenanteile der verschiedenen Apfelsorten, den Erwartungswert der Gesamtannuität und die dazu gehörige Standardabweichung dar. Es wird deutlich, dass eine steigende Annuität mit wachsendem Risiko erkauft werden muss und dabei auf Sortenvielfalt verzichtet wird. Bei einer Annuität von weniger als 9000 DM pro ha sind alle vier Sorten in der Lösung vertreten. Den größten Flächenanteil nimmt in diesem Bereich die Sorte 'Jonagold' ein, obwohl sie bei ähnlichem Erwartungswert eine höhere Varianz als 'Elstar' aufweist. Mit steigendem vorgegebenem Erwartungswert der Annuität gewinnt 'Topaz' an Bedeutung, bis im Maximum ausschließlich diese Sorte angebaut wird. Während Elstar nur bei geringen Erwartungswerten in der Lösung bleibt, ist 'Pinova' auch bei hohen Erwartungswerten Teil der Lösung. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Anbau mehrerer Sorten zur Risikoverminderung im ökologischen Apfelanbau beitragen kann, auch wenn damit schorfanfällige Sorten in das Anbauprogramm mit aufgenommen werden müssen. Jedoch wird damit die Annahme

der stochastischen Unabhängigkeit der verschiedenen Apfelsorten impliziert.

Auf der Grundlage dieser Berechnungen lassen sich allerdings keine Aussagen über die langfristigen ökologischen Wirkungen bestimmter Sortenanteile in einem zusammenhängenden Apfelanbaugebiet wie dem Alten Land machen. So ist beispielsweise mit einem raschen Durchbrechen der Schorffresistenz zu rechnen, wenn etwa die Sorte Topaz über einen längeren Zeitraum in großen Flächenanteilen angebaut würde.

## 6 Schlussfolgerungen und Ausblick

Im vorliegenden Beitrag wurden ökonomische Aspekte der ökologischen Apfelproduktion aus einzelbetrieblicher Sicht untersucht. Im Zentrum stand dabei die Frage nach der Rentabilität der Umstellung auf ökologische Wirtschaftsweise. Dieses Problem wurde zunächst mit Hilfe der dynamischen Investitionsrechnung untersucht. Da Beratungsinformationen im ökologischen Gartenbau nur spärlich vorliegen, so dass umstellungswillige Unternehmer mit besonders hoher Unsicherheit konfrontiert sind, wurde in einem zweiten Schritt das Investitionsrisiko mit Hilfe der Methode der stochastischen Simulation abgebildet. Dabei zeigte sich, dass eine Umstellung auf ökologischen Apfelanbau auch unter Risikoaspekten eine attraktive Strategieentscheidung für konventionelle Apfelproduzenten sein kann.

Die Besonderheit der ökologischen Produktion mit den deutlich verminderten Möglichkeiten kurativer Eingriffe bzw. der Fremdregulierung verlangt, die im Apfelanbau wichtige Sortenfrage zu untersuchen. Hinzu kommt die Notwendigkeit, das Vermarktungsrisiko, das von der Akzeptanz der Sorten beim Verbraucher abhängt und durch die Langfristigkeit der Investitionen verstärkt wird, zu vermindern. Unter Verwendung von Daten aus der Literatur sowie Experteninterviews wurden mit Hilfe des MOTAD-Ansatzes risikoeffiziente Sortenkombinationen ermittelt. Dabei zeigte sich, dass mit zunehmender Sortenspezialisierung die Varianz des Erwartungswertes sehr schnell ansteigt, so dass risikoaverse Betriebsleiter auf Sortenvielfalt setzen sollten.

Aus den hier durchgeführten Untersuchungen über die ökonomischen Fragen des ökologischen Apfelanbaus lassen sich auch Hinweise für die zukünftige agrarökonomische Forschung zum ökologischen Landbau ableiten. Die in diesem Beitrag vorgestellten Untersuchungen beschränken sich auf Analysen, die mit Hilfe des neoklassischen betriebswirtschaftlichen Instrumentariums auch dann möglich sind, wenn nur wenige Daten zur Verfügung stehen. Daraus folgt zunächst, dass es für die Zukunft darauf ankommt, die Informationsgrundlage hinsichtlich der produktionstechnischen Wirkungszusammenhänge zu verbessern. Erst dann wird es möglich sein, präzisere und weitreichendere Schlussfolgerungen hinsichtlich der Ökonomik des ökologischen Anbaus zu ziehen.

Andererseits darf aber auch nicht darüber hinweg gesehen werden, dass nicht allein die fehlenden Daten als Entschuldigung für die bislang nur spärlich vorhandenen ökonomischen Analysen bemüht werden dürfen. Bedingt durch die Vorgaben der jeweiligen ökologischen Anbauverbände und der EU-Ökoverordnung (VO (EWG) 2092/91), sind ökologisch wirtschaftende Betriebe stärker als ihre „konventio-

nellen Kollegen“ auf die Selbstregulierungskräfte der Agrarökosysteme angewiesen. Ein ausreichender Bestand an ‘Naturkapital’ und ein intaktes Ökosystem sind Voraussetzungen, die erfüllt sein müssen, wenn der ökologische Landbau nicht nur Landwirtschaft ohne chemisch-synthetische Betriebsmittel sein will, sondern eine intelligente, gleichermaßen effiziente wie ressourcenschonende, die ethischen Grenzen beachtende und an Verbraucherinteressen orientierte Form multifunktionaler Landwirtschaft. Dieser Anspruch macht Überlegungen konzeptioneller Art notwendig, beispielsweise darüber, wie sich der Einfluss von ökologischen Wirkungsmechanismen in ökonomischen Modellen realistischer darstellen lässt. Dafür reicht eine methodisch anspruchsvolle Erhöhung der Komplexität entsprechender ökonomischer Analysen allerdings nicht aus. So stoßen die traditionellen betriebswirtschaftlichen Instrumente der neoklassischen Ökonomie bei einer umfassenden Bewertung des ökologischen Anbaus an ihre Grenzen. Eine solch umfassende Bewertung ist jedoch notwendig, wenn Beratungs- oder gar Politikempfehlungen abgeleitet werden sollen, die gerade zu einer Zeit gefragt sind, wo sich politische Richtungsänderungen in der Agrarpolitik abzeichnen, bzw. diese bereits eingeleitet worden sind.

Damit stellt sich die Frage, welche theoretischen Anforderungen aus der Sicht der Agrarökonomie erfüllt sein müssen, damit eine diesen Ansprüchen genügende Bewertung des ökologischen Landbaus erfolgen kann. Das hier vorliegende Beispiel aus dem ökologischen Apfelanbau hat gezeigt, dass bislang nur die Oberfläche der vielfältigen relevanten Fragen bearbeitet wurde. Die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, die Verbesserung der phytosanitären Bedingungen, z.B. bei der Schorfbekämpfung, die es erlauben, auf den Einsatz von Kupfer- und Schwefelmitteln zu verzichten und die Verlängerung der „Nutzungsdauer“ der Sortenresistenz, die Auswirkungen räumlicher Verteilungen von Obstanlagen sowie die überbetrieblichen Wirkungen individueller Entscheidungen, sind Fragen mit weitreichenden ökonomischen Konsequenzen. HEINRICH VON BASSEWITZ, der Vorsitzende des Fachausschusses „Ökologischer Landbau“ des Deutschen Bauernverbandes bringt es auf den Punkt, wenn er sagt: „Derzeit ist jeder ökologisch wirtschaftende Betrieb ein Versuchsbetrieb“ (Agrar-Europe, 2001: S. 15) und so sei, basierend auf den Erfahrungen in der Zusammenarbeit mit den Betriebsleitern ökologischer Apfelanbaubetriebe in Norddeutschland hinzugefügt: „jeder Öko-Betriebsleiter ist gleichzeitig auch ein Forscher“. Gerade die diesem Beitrag zugrundeliegende Untersuchung (WAIBEL, ZANDER, 2000) hat gezeigt, dass die überwältigende Variation in den produktionstechnischen Maßnahmen dieser Betriebe keinen Zusammenhang mit deren Produktivität erkennen lässt. Ein weiteres bemerkenswertes Ergebnis war, dass ein Zusammenhang der Dauer der ökologischen Bewirtschaftung weder mit der Stabilität der Erträge noch mit dem Aufwand an „biologischen“ Pflanzenschutzmitteln nachgewiesen werden konnte.

Ein erster Schritt zur Verbesserung der Relevanz und Praxisnähe ökonomischer Analysen im ökologischen Landbau wird in der Intensivierung interdisziplinärer Modellbildung gesehen. In diesem Zusammenhang bedarf es auch einer Überprüfung der Produktionstheorie vor dem Hintergrund komplexerer Systemzusammenhänge. Als Beispiele

seien dazu die Pfad-Abhängigkeit intensiver Obstbausysteme von Pestiziden (COWAN, GUNBY, 1996) und die Integration von Schadensvermeidungsfunktionen in die Produktionsfunktion (LICHTENBERG, ZILBERMANN, 1986) genannt. Ein weiterer Schritt im Rahmen solcher Analysen, die über die rein betriebswirtschaftliche Betrachtungsebene hinausgehen, besteht in einer besseren theoretischen Durchdringung der Herausforderungen, die sich aus der derzeitigen Krise moderner Agrarsysteme in den industrialisierten Ländern ergeben. Allerdings lässt sich dies wohl kaum allein in dem vereinfachenden Modell „Staatsversagen versus Marktversagen“ abhandeln. Agrarökonomischen Arbeiten zum ökologischen Landbau eröffnen sich vielfältige Möglichkeiten, sie sollten daher mehr Aufmerksamkeit erhalten.

## 8 Mathematischer Anhang

Die Zielgröße des MOTAD-Modells ist die Minimierung der absoluten Abweichungen von einem vorzugebenden Erwartungswert, hier wird der Erwartungswert der Annuität betrachtet. Für jeden Beobachtungsfall  $t$  ist für eine Sorte  $j$  die simulierte Annuität  $c_{jt}$  bekannt. Die Beobachtungsfälle sind eine zufällig gezogene Teilmenge mit  $T = 100$  aus der Menge der Einzelberechnungen der stochastischen Simulation.

Der arithmetische Mittelwert der beobachteten Annuitäten geht als Erwartungswert

$$\bar{c}_j$$

der Sorte in das Modell ein.

Der Erwartungswert der Annuität der Sortenkombination  $E[A_{Kombi}]$  hängt von den Flächenanteilen  $X_j$  der Sorten in der Mischung ab.

$$(1) \quad E[A_{Kombi}] = f(X_j)$$

Er wird berechnet mit (2):

$$E[A_{Kombi}] = \lambda = \sum_{j=1}^n X_j \bar{c}_j$$

Die Zielfunktion minimiert die mittlere absolute Abweichung  $W$  der Sortenkombination, als eine Funktion der Flächenanteile:

$$(3) \quad W = f^*(X_j)$$

Für die Berechnung risikoeffizienter Kombinationen auf verschiedenen Annuitätsniveaus wird der Erwartungswert parametrisiert und entsprechend der Spannbreite der Annuitäten über die betrachteten Sorten in Variationsschritten von 1000 DM in das MOTAD-Modell als Restriktion eingeführt.

Eine weitere Restriktion betrifft die Fläche: Da hier die relativen Anteile der zur Verfügung stehenden Sorten relevant sind, wird die Fläche auf 1 normiert. Daraus ergibt sich folgendes Gleichungs- bzw. Ungleichungssystem: Zielfunktion:

$$(4) \quad \min W = \sum_{t=1}^T Z_t^-$$

$$\text{wobei } W = f(\lambda_i), f(X_j)$$

Nebenbedingungen:

(5)

$$\lambda_i \geq \sum_{j=1}^n X_j \bar{c}_j$$

mit  $\lambda_{i+1} = \lambda_i + 1000$ ,

$$(6) \quad \lambda_1 = 6000, \dots, \lambda_7 = 12000, i = 1, \dots, 7;$$

(7)

$$\sum_j X_j = 1$$

(8)

$$\sum_j (c_{jt} - \bar{c}_j) X_j + Z_t^- \geq 0$$

für alle  $t$ ,

(9)

$$X_j, Z_t^+, Z_t^- \geq 0$$

Die Restriktion für den Erwartungswert in Gleichung 5 muss als Ungleichung formuliert werden, um sicherzustellen, dass die zur Verfügung stehende Fläche von 1 (Gleichung 7) ausgeschöpft wird.

## Literaturverzeichnis

- AEREBOE, F. (1918): Allgemeine landwirtschaftliche Betriebslehre. 3. Aufl. Berlin.
- AIPH/Union Fleurs (2001): International Statistics Flowers and Plants 2001. Den Haag.
- Agra-Europe (2001): Der Ökomarkt kommt in Bewegung. Agra-Europe 28/01. Kurzmeldungen, S. 15.
- BAEUMER, K. (1990): Gestaltung integriert funktionierender Bodennutzungssysteme. In: DIERCKS, R.; HEITFUSS, R. (Hrsg.): Integrierter Landbau. München, Wien und Zürich, S. 60–68.
- BAEUMER, K.; CLAUPEIN, W.; WILDENHAYN, M. (1992): Extensivierung der Pflanzenproduktion: Ziele, Wege und mögliche Folgen. VDLUFA-Schriftenreihe, Bd. 35, S. 1–17.
- BARTHELMES, S. (2000): Das Pinova-Projekt. Monatsschrift 88, H. 3, S. 169.
- BESSELMANN, K. (1998): Ökoblumen: Die Vermarktung ist nicht leicht. Bioland H. 6, S. 28.
- BÖO (Beratungsdienst Ökologischer Obstbau) (1997): Marktübersicht für den Obstbau. Weinsberg.
- BÖSSER, N. (2001): Schnitt bei Apfelbäumen. Obstbau, 26 H. 2 S. 62–64
- BRANDES, W.; ODENING M. (1992): Investition und Finanzierung in der Landwirtschaft. Stuttgart.
- BRANDES, W.; WOERMANN, E. (1971): Landwirtschaftliche Betriebslehre. Band II. Spezieller Teil. Hamburg.
- BRINKMANN, T. (1922): Die Ökonomik des landwirtschaftlichen Betriebes. Grundriß der Sozialökonomik, VII Abteilung. Tübingen. S. 27–124
- COSTANZA, R. (1991): Ecological Economics. The science and management of sustainability. New York, Oxford.
- COWAN, R., GUNBY, P. (1996): Sprayed to Death: Path Dependence, Lock-In and Pest Control Strategies. The Economic Journal, 106, S. 521–542.
- DABBERT, S. (1990): Zur optimalen Organisation alternativer landwirtschaftlicher Betriebe – Untersucht am Beispiel organisch-biologischer Haupterwerbsbetriebe in Baden-Württemberg. Sonderheft der Agrarwirtschaft 124.
- DABBERT, S. (2000): Anforderungen des ökologischen Landbaus an die Agrarökonomie: Hinweise für die gartenbauliche Forschung. In: ZANDER, K., WAIBEL, H. (Hrsg.) Ökologischer Gartenbau. Arbeitsberichte zur Ökonomie im Gartenbau 83, Hannover.
- DABBERT, S.; LAMPKIN, N.; MICHELSEN, J.; NIEBERG, H.; ZANOLI, R. (Hrsg.) (1999–2001). Organic Farming in Europe: Economics and Policy. Stuttgart.
- DEIMEL (1998): Topaz – Der neue Stern am Bioapfelmarkt. Besseres Obst H. 8, S. 16–19.

- DIEREND, W.; TENHUMBERG L. (2000): Ökologische Obstbaubetriebe in Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen. *Erwerbsobstbau* 42, S. 157–165.
- DIERCKS, R. (1984): Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und die dabei auftretenden Umweltprobleme. *Materialien zur Umweltforschung*. Stuttgart.
- Europäische Kommission (2001): Die Lage der Landwirtschaft in der Europäischen Union. Bericht 1999. Brüssel.
- FOSTER, C.; LAMPKIN, N. (1999): *European Organic Production Statistics, 1993–1996. Organic Farming in Europe: Economics and Policy*. Vol. 3. Hohenheim.
- GARMING, H. (2001): Sortenwahl und Risiko im ökologischen Apfelanbau, Diplomarbeit am Institut für Gartenbauökonomie, Universität Hannover.
- GEIER, U.; FRIEBEN, B.; GUTSCHE, V.; KÖPKE, U. (2000): Ökobilanz der Apfelerzeugung in Hamburg. Vergleich integrierter und ökologischer Bewirtschaftung. Berlin.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. (1971): *The entropy law and the economic process*. Cambridge/MA. Zit. in: MAYUMI, K.; GOWDY, J.M. (Hrsg.): *Bioeconomics and Sustainability, Essays in Honor of NICOLAS GOERGESCU-ROEGEN*. Cheltenham.
- GÖRGENS, M. (1991–2001): Betriebsvergleiche. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes*.
- HACCIUS, M.; LÜNZER, I.; WILLER, H. (2001): Ökolandbau in Deutschland. Internetzugriff am 14.8.2001 ([http://www.soel.de/inhalte/oekolandbau/international\\_deutschland\\_ueber.html](http://www.soel.de/inhalte/oekolandbau/international_deutschland_ueber.html)).
- HAMM, U.; MICHELSEN J. (1999): Der Markt für Öko-Lebensmittel in Europa. *Agra-Europe* 43, Dokumentation S. 1–19.
- HANF, H. (1986): *Entscheidungslehre*. München, Wien, Oldenbourg.
- HAZELL, P.B.R.; NORTON, R.D. (1986): *Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture*. New York, London.
- HEITFUSS, R. (1984): NKU- Pflanzenschutz im Ackerbau. *Schriftenreihe des BMELF, Reihe A: Angewandte Wissenschaft*, H. 303. Münster.
- ISERMANN, K. (1994): Nährstoffbilanzen und aktuelle Nährstoffversorgung der Böden. In: BMELF (Hrsg.): *Berichte über Landwirtschaft. Sonderheft. Bodennutzung und Bodenfruchtbarkeit*. Bd. 5: Nährstoffhaushalt. Hamburg und Berlin. S. 15–54.
- KELLERHALS, M.; RUSTERHOLZ, P.; GOERRE, M.; HUSISTEIN, A.; RAPPILLARD, C.; WEIBEL, F.; HÄSELI, A. (1997): *Sortenempfehlungen für den biologischen Obstbau*. FiBL-Verlag. Frick.
- KOESTER, U. (2001): Grundsätze für eine Neuausrichtung der Agrarpolitik. *Agrarwirtschaft* 50, H. 4, S. 229–231.
- KRÄMER, M. (2000): Globale Gefährdung pflanzengenetischer Ressourcen: Perspektiven aus Sicht der ökologischen Ökonomie. Frankfurt.
- KRUSCHWITZ, L. (1995): *Finanzierung und Investition*. Berlin, New York.
- KTBL (1995): *Datensammlung Obstbau*. Münster - Hilstrup.
- KUBUTSCH, W.; SCHÜLER, C. (1998): Apfelanbau – ein lohnender Zuerwerb? *Bioland* H. 6, S. 30–31.
- LICHTENBERG, E.; ZILBERMANN, D. (1986): The Econometrics of Damage Control: Why Specification Matters. *American Journal of Agricultural Economics*, 68, S. 261–273.
- MICHELSEN, J.; HAMM, U.; WYNEN, E.; ROTH, E. (Hrsg.) (1999): *The European Market for Organic Products: Growth and Development. Organic Farming in Europe: Economics and Policy*. Vol. 7. Hohenheim.
- PALM, G. (2000): Resistenzmanagement beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Obstbau. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes*, 55, S. 73–83.
- PANSCHOW, I. (2000): Ökonomik des ökologischen Zierpflanzenbaus: Derzeitiger Anbauumfang in Deutschland und Fallstudie eines Schnittblumenbetriebes. Diplomarbeit am Institut für Gartenbauökonomie, Universität Hannover.
- REISCH, E.; ZEDDIEN, J. (1977): *Einführung in die landwirtschaftliche Betriebslehre*. Band 2: Spezieller Teil. Stuttgart.
- RUESS, F. (2001): Leistungsvergleich neuer schorfresistenter Apfelsorten. *Obstbau* 26 H. 1, S. 10–14.
- SCHLÜTER, D. (2000): Ökonomische Aspekte der Produktion und Vermarktung ökologisch kultivierter Gehölze. In: ZANDER, K.; WAIBEL, H. (Hrsg.): *Ökologischer Gartenbau. Arbeitsberichte zur Ökonomie im Gartenbau* 83. Hannover.
- SCHLÜTER, D. (2001): schriftliche Mitteilung vom 29.6.2001. AGÖB Badenstedt.
- SCHMIDT, G.; WILLER, H. (2001): *Organic Farming in Europe – Provisional Statistics 2001*. Organic Europe. Internetzugriff am 21.8.2001 [http://www.organic-europe.net/europe\\_eu/statistics.asp](http://www.organic-europe.net/europe_eu/statistics.asp).
- SCHWARZ, K.G.; RIMMELE, H. (1984): *Betriebswirtschaftliche Aufzeichnungen aus Neustadt*. Neustädter Hefte 13.
- SRU (1985): *Umweltprobleme der Landwirtschaft*, Stuttgart.
- SRU (1996): *Umwelt-Gutachten 1996. Zur Umsetzung einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung*. Stuttgart.
- Statistisches Bundesamt (2000): *Statistisches Jahrbuch für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten*. Wiesbaden.
- STEHNER, R. (1985–1990): *Betriebsvergleiche, Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes*.
- STEHNER, R. (2000): *Eignungsprüfung und Marktchancen neuer schorfresistenter Apfelsorten im Alten Land*. Dissertation Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin.
- STOYKE, C. (1995): Die Ökonomie einzelbetrieblicher Anpassungsmaßnahmen an Extensivierungsaufgaben in der Pflanzenproduktion. *Landwirtschaft und Umwelt. Schriften zur Umweltökonomie* Bd. 11. Kiel.
- WAIBEL, H.; ZANDER, K. (2000): *Kosten der Umstellung von konventionellem auf ökologischen Apfelanbau*. *Arbeitsberichte zur Ökonomie im Gartenbau* 82, Hannover.
- WAIBEL, H.; FLEISCHER, G. (1998): *Kosten und Nutzen des chemischen Pflanzenschutzes in der deutschen Landwirtschaft aus gesamtwirtschaftlicher Sicht*. Kiel.
- WEINSCHECK, G. (1986): Der ökologische oder der ökonomische Weg? *Agrarwirtschaft* 11, S. 321–327.
- WERNER-GNANN, B. (1999): Topaz als neuer Renner. *Obstbau* 24, H. 12, S. 658–659.
- WESSELER, J. (1997): Die Ökonomie der Einführung von Obstkulturen in der Cordillera Central von Nordluzon, Philippinen. Aachen.
- ZIMMER, J. (1999): Prüfung von schorfresistenten Apfelsorten an der SLVA Ahrweiler. *Erwerbsobstbau* 41, S. 185–191.

## VerfasserInnen:

Prof. Dr. HERMANN WAIBEL,

Dipl.-Ing. agr. HILDEGARD GARMING,

Dipl.-Ing. agr. KATRIN ZANDER,

Institut für Gartenbauökonomie der Universität Hannover, Herrenhäuser Str. 2, D-30419 Hannover, Tel.: (0511/) 762 2666 (E-Mail: [waibel@ifgb.uni-hannover.de](mailto:waibel@ifgb.uni-hannover.de))