



J. Hinrichs, O. Mußhoff und M. Odening

Nummer

**3\***

**Ökonomische Hysterese in der  
Veredlungsproduktion**

SUTRA – Working Paper

Berlin, Dezember 2004

\*aktualisierte Version: August 2005

# SUTRA-Working Paper

Die Reihe SUTRA-Working Paper wird herausgegeben von der DFG-Forschergruppe 497 „Strukturwandel und Transformation im Agrarbereich“. Sie enthält Beiträge von den Mitgliedern der Forschergruppe oder von externen Autoren zu Themen des Strukturwandels und der Transformation im Agrarbereich. Die Aufsätze wurden im Rahmen der Forschergruppe begutachtet; die dargestellten Ansichten sind jedoch die der Autoren und nicht notwendigerweise die der Herausgeber.

Die Forschergruppe wurde 2003 eingerichtet und umfasst 9 Teilprojekte. In ihr untersuchen Wissenschaftler an der Humboldt-Universität zu Berlin, an der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig und am Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung in Müncheberg – zusammen mit polnischen Wissenschaftlern – Strukturwandel und Transformation im Agrarbereich Deutschlands und Polens. Die Forschergruppe führt verschiedene Forschungsfelder zusammen, um so den Kenntnisstand zum Problem des Strukturwandels und der Transformation im Agrarbereich in einem übergreifenden, integrierenden und interdisziplinären Ansatz zu reflektieren und zu vertiefen. Das Forschungsvorhaben soll dazu beitragen, die wissenschaftlichen Grundlagen für die Analyse und Gestaltung komplexer Systeme zu vertiefen.

Internet: <http://www.agrar.hu-berlin.de/sutra/>

## Herausgeber und Teilprojektleiter

**Prof. Dr. Dr. h.c. Dieter Kirschke** (*Sprecher*)  
FG Agrarpolitik  
Institut für WISOLA  
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät  
Humboldt-Universität zu Berlin

**Prof. Dr. Wolfgang Bokelmann**  
FG Ökonomik der gärtnerischen Produktion  
Institut für WISOLA  
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät  
Humboldt-Universität zu Berlin

**Prof. Dr. Martina Brockmeier**  
Institut für Marktanalyse und Agrarhandelspolitik  
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft,  
Braunschweig

**Prof. Dr. Konrad Hagedorn**  
FG Ressourcenökonomie  
Institut für WISOLA  
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät  
Humboldt-Universität zu Berlin

**Prof. Dr. Elmar Kulke**  
FG Wirtschaftsgeographie  
Geographisches Institut  
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät II  
Humboldt-Universität zu Berlin

**Prof. Dr. Martin Odening** (*Stellv. Sprecher*)  
FG Allgemeine Betriebslehre des Landbaus  
Institut für WISOLA  
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät  
Humboldt-Universität zu Berlin

**Prof. Dr. Klaus Müller**  
Institut für Sozioökonomie  
Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungs-  
forschung, Müncheberg

und  
Institut für WISOLA  
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät  
Humboldt-Universität zu Berlin

**Prof. Dr. Uwe Jens Nagel**  
FG Landwirtschaftl. Beratung und  
Kommunikationslehre  
Institut für WISOLA  
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät  
Humboldt-Universität zu Berlin

**Prof. Dr. Dr. h.c. Harald von Witzke**  
FG Internationaler Agrarhandel und Entwicklung  
Institut für WISOLA  
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät  
Humboldt-Universität zu Berlin

## Redaktion

**Dr. Astrid Häger** (*Schriftleitung*)  
Email: [astrid.haeger@agr.ar.hu-berlin.de](mailto:astrid.haeger@agr.ar.hu-berlin.de)  
Tel.: +49-30-2093.6062, -6256

**Kerstin Oertel** (*Layout*)  
Email: [k.oertel@agr.ar.hu-berlin.de](mailto:k.oertel@agr.ar.hu-berlin.de)  
Tel.: +49-30-2093.6340

Humboldt-Universität zu Berlin  
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät  
Institut für WISOLA  
FG Agrarpolitik  
Luisenstraße 56  
10099 Berlin (Germany)  
Fax: +49-30-2093.6301

**ISSN 1614-1083 (Print-Version)**  
**ISSN 1614-1369 (Internet-Version)**

# Ökonomische Hysterese in der Veredelungsproduktion

J. Hinrichs, O. Mußhoff und M. Odening

## Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis .....	ii
Abbildungsverzeichnis .....	ii
Zusammenfassung .....	iii
Abstract.....	iii
1 Einführung .....	1
2 Ein empirisches Modell für das Investitions- und Desinvestitionsverhalten bei Unsicherheit und versunkenen Kosten .....	3
3 Daten und Modellspezifikation.....	6
4 Ergebnisse .....	14
5 Schlussfolgerungen.....	18
Literatur .....	19
Über die Autoren .....	21

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Zusammenfassung der Variablen.....	8
Tabelle 2:	Schätzergebnisse .....	15

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schweinebestand und –preise in Deutschland .....	1
--------------	--	---

## Zusammenfassung

Die Veredlungsproduktion in Deutschland reagiert nur verhalten auf die erheblichen Preisschwankungen des Schweinemarktes. Die Erzeugung von Mastschweinen ist im Zeitablauf relativ konstant und darüber hinaus sehr ungleichmäßig im Raum verteilt, obwohl die Veredlungsproduktion als standortunabhängig gilt. Relativ hohe Marktrisiken, versunkene Kosten und Flexibilität des Entscheiders bezüglich des Durchführungszeitpunkts von Kapazitätsanpassungen kennzeichnen die Rahmenbedingungen für Investitionsentscheidungen in der Veredlungsproduktion. Folglich erscheint die Realoptionstheorie als Erklärungsansatz für das beobachtete hohe Beharrungsvermögen der Produktion geeignet. Auf der Basis einzelbetrieblicher Paneldaten von spezialisierten Veredlungsbetrieben aus dem BMVEL Testbetriebsnetz wird ein Investitionsmodell geschätzt und das Vorliegen ökonomischer Hysterese getestet. Formal ähnelt das Schätzmodell einem Ordered-Probit-Modell. Die Ergebnisse zeigen, dass sich Unsicherheit und Flexibilität hemmend auf die Investitions- und Desinvestitionsaktivität auswirken.

**Schlüsselwörter:** Ökonomische Hysterese, Risiko, Realoptionstheorie, Veredlungsproduktion

## Abstract

German hog production responds only very limited to price fluctuations in the pork market. The hog production concentrates in a few regions though it does not depend on special natural conditions. Furthermore, the production volume does hardly vary over time. Relatively high market risks, sunk costs, and the flexibility of the decision maker to defer investments characterize decision problems hog production. Thus the real option approach is chosen to explain the inertia in production capacity. Using panel data of specialised hog farms from the German farm accountancy data network (FADN) an empirical investment model is estimated. Formally, the model has the structure of an ordered probit model. This approach allows to test for economic hysteresis in the adjustment of hog production capacity. The results confirm that uncertainty and flexibility widen the optimal range of inaction.

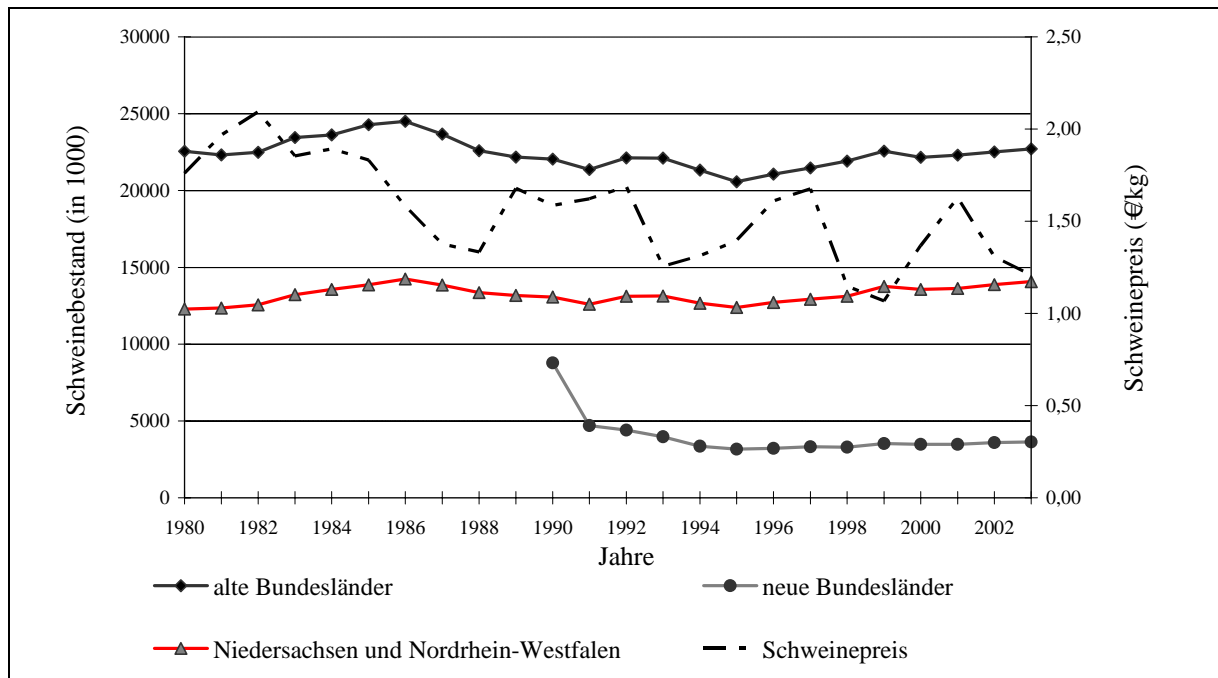
**Key words:** Economic Hysteresis, Risk, Real options, Hog production



# 1 Einführung

Der Schweinemarkt in der Europäischen Union ist im Vergleich zu anderen Agrarmärkten wenig reguliert. Es gibt keine Mengenbeschränkungen für die Produktion, wie z.B. bei Milch, und die Preisbildung für Schweine und Ferkel erfolgt weitgehend ohne staatliche Eingriffe. Die Erzeugerpreise weisen dementsprechend hohe Schwankungen auf. Darüber hinaus gilt die Erzeugung von Schweinen als standortunabhängig. Dies lässt zum einen erwarten, dass sich die Preisschwankungen in den Produktions- und Investitionsentscheidungen niederschlagen. Zum anderen könnte man vermuten, dass sich die Produktion bei ausreichender Rentabilität gleichmäßig im Raum verteilt. Beide Erwartungen bestätigen sich zumindest für die Schweineproduktion in Deutschland nicht. Die Produktion von Mastschweinen ist im Zeitablauf stabil, ungeachtet der hohen Preisschwankungen (Abbildung 1). Weiterhin macht Abbildung 1 deutlich, dass eine sehr hohe räumliche Konzentration zu verzeichnen ist, die ebenfalls zeitlich konstant ist. Über 53 % des Schweinebestandes in Deutschland befindet sich in den Bundesländern Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen. Politisch ist diese hohe Konzentration nicht sonderlich erwünscht. In Gebieten mit intensiver Veredlungsproduktion wird auf negative externe Effekte, insbesondere die Nitratbelastung des Grundwassers infolge des hohen Gülleanfalls, hingewiesen, während beispielsweise in den neuen Bundesländern im Hinblick auf die Auslastung vorhandener Schlachtkapazitäten und den Erhalt von Arbeitsplätzen in ländlichen Räumen ein höherer Viehbesatz als wünschenswert angesehen wird.

**Abbildung 1: Schweinebestand und –preise in Deutschland**



Quelle: STATISTISCHES BUNDESAMT (versch. Jgg.)

Offensichtlich weist die Produktion von Schweinen ein hohes Beharrungsvermögen auf. Unternehmen, die Mastschweine erzeugen, verbleiben auch bei relativ niedrigen Preisen in der Produktion. Demgegenüber werden in Phasen hoher Preise die Produktionskapazitäten nur geringfügig ausgeweitet, und es treten kaum neue Produzenten in den Markt ein. Die Produktion von Mastschweinen kann somit als ein Beispiel für ökonomische Hysterese angesehen werden. Hysterese bedeutet allgemein das Anhalten eines Effekts nach Wegfall der Ursache. Diesem Phänomen wird im Zusammenhang mit der Erklärung von ökonomischen Anpassungsvorgängen Aufmerksamkeit geschenkt. Einen Erklärungsansatz für das Zustandekommen von Hysterese, der in diesem Beitrag aufgegriffen wird, bietet die Realoptionstheorie<sup>1</sup>. Die Realoptionstheorie verknüpft Unsicherheit, versunkene Kosten und Flexibilität des Entscheiders in einem dynamischen Investitionsmodell. Der Grundgedanke besteht darin, dass im Fall (teilweise) irreversibler Entscheidungen Warten einen Wert besitzt, der den optimalen Durchführungszeitpunkt einer Maßnahme, z.B. einer Investition oder Desinvestition, beeinflusst. Investitionen oder Desinvestitionen werden als Optionen betrachtet, deren Ausübung einen Verlust an Flexibilität bedeutet, der bei der Entscheidung zu berücksichtigen ist. Dies führt dazu, dass die Rentabilitätsschwelle, die eine Investition oder einen Markteintritt (Desinvestition oder Marktaustritt) auslösen, höher (niedriger) ist, als bei statischer und deterministischer Betrachtung. Der Bereich der Rentabilität, in dem Inaktivität die beste Strategie darstellt, wird dadurch vergrößert.

Unsicherheit in Verbindung mit Entscheidungsspielräumen verstärkt den Hystereseeffekt, der allein von versunkenen Kosten ausgeht. In diesem Sinne begründet die Realoptionstheorie ein ausgeprägtes Beharrungsvermögen ökonomischer Strukturen (DIXIT und PINDYCK 1994). Auf die Relevanz der Realoptionstheorie für agrarökonomische Fragestellungen wird unter anderem in ODENING, WESSELER und WEIKARD (2001) hingewiesen. ODENING, MÜßHOFF und BALMANN (2005) bestimmen Trigger für Investitionen und Desinvestitionen in der Schweinemast. Ihre Ergebnisse zeigen, dass die Optionseffekte stark von den getroffenen Annahmen bezüglich der stochastischen Prozesse abhängen. Wie die meisten Untersuchungen können diese Ergebnisse allerdings nur das Erklärungspotenzial der Realoptionstheorie aufzeigen, denn es handelt sich um normative ex-ante Berechnungen. Untersuchungen, die den empirischen Erklärungsgehalt dieser Theorie ex-post überprüfen sind dagegen selten<sup>2</sup>. Die Zielsetzung des Beitrages besteht darin, den Einfluss von Unsicherheit und versunkenen Kosten und anderer, den Optionswert bestimmender Einflussgrößen auf das Investitions- und Desinvestitionsverhalten in der Schweinemast zu untersuchen. Dies erfolgt am Beispiel deutscher Veredlungsbetriebe auf der Basis einzelbetrieblicher Paneldaten. Die Kenntnis der Faktoren, die die Dynamik der Anpassungsprozesse in der Schweinemast bestimmen, ist aus

---

<sup>1</sup> Alternativ werden auch stochastische Adjustment-Cost-Modelle zur Erklärung der dynamischen Anpassung der fixen Faktorausstattung von Unternehmen herangezogen (CHAVAS 1994, OUDE LANSINK und STEFANO 1997). Trotz unterschiedlicher Ableitungen und Darstellungsweisen sind beide Modellklassen inhaltlich äquivalent (ABEL et al. 1996). In diesem Beitrag wird der Begriffsapparat der Realoptionstheorie bevorzugt.

<sup>2</sup> Für einen Überblick siehe ODENING, MÜßHOFF und HÜTTEL (2003) und die dort angegebene Literatur.



agrarpolitischer Sicht relevant, da sie zum einen die Prognose von strukturellem Wandel in diesem Bereich unterstützt und zum anderen erlaubt, die Wirkung von Instrumenten, mit denen auf diese Anpassungsprozesse Einfluss genommen wird, z.B. Investitionsförderung, besser abzuschätzen. In der Literatur existieren Arbeiten, die eine ähnliche Zielsetzung verfolgen. OUDE LANSINK und STEFANO (1997) leiten Investitions- und Desinvestitionsfunktionen für Marktfruchtbetriebe aus einem deterministischen Adjustment-Cost-Modell ab und zeigen mit einem Switching-Regression-Modell, dass Expansion und Kontraktion des Kapitalstocks mit unterschiedlicher Geschwindigkeit erfolgen. PIETOLA und MYERS (2000) erweitern das Adjustment-Cost-Modell um Unsicherheit in den Zustandsvariablen und schätzen dynamische Nachfragefunktionen für die fixe Faktorausstattung in der finnischen Schweineproduktion. Dabei zeigt sich, dass das Ausmaß der Unsicherheit die Geschwindigkeit der Faktor Anpassung beeinflusst. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt FOLTZ (2004) für amerikanische Milchviehbetriebe. Die angesprochenen Arbeiten basieren auf strukturellen ökonometrischen Modellen, die direkt aus dynamischen Investitionsmodellen abgeleitet sind. Auf die Vorzüge dieses Vorgehens ist in der Literatur hingewiesen worden (PROVENCHER 1997). Ein Nachteil besteht darin, dass die Grenzen des Bereichs der Inaktivität, der durch Optionseffekte hervorgerufen bzw. verstärkt wird, nicht geschätzt werden kann. Darüber hinaus ist es schwer, betriebsspezifische Determinanten, die das Investitionsverhalten beeinflussen, wie z.B. die Kapitalstruktur oder das Alter der Betriebsleiter, in strukturelle Modelle zu integrieren. Aus diesem Grund wird eine Analyse in reduzierter Form bevorzugt, bei der mit Hilfe eines Ordered-Probit-Modells Investitions- und Desinvestitionstrigger geschätzt werden. Ein vergleichbares Vorgehen wird von SCHATZKI (2003) zur Erklärung der Aufforstung landwirtschaftlich genutzter Flächen sowie von RICHARDS und GREEN (2003) zur Analyse des Sortenwechsels im Weinbau angewendet.

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: Im nächsten Abschnitt werden der theoretische Hintergrund zu Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit mit versunkenen Kosten und die Struktur des ökonometrischen Schätzmodells erläutert. Abschnitt 3 beschreibt die verwendeten Daten und die Spezifikation des empirischen Modells. Die Vorstellung der Ergebnisse erfolgt in Abschnitt 4. Der Beitrag endet mit Schlussfolgerungen zur Steuerbarkeit struktureller Anpassungsprozesse in der Schweineproduktion (Abschnitt 5).

## **2 Ein empirisches Modell für das Investitions- und Desinvestitionsverhalten bei Unsicherheit und versunkenen Kosten**

Es wird ein Landwirt betrachtet, der über folgende Optionen verfügt: zum einen kann er Kapital  $K$  in die Schweinemast investieren. Die Erweiterung des Kapitalstocks um eine Einheit ist mit einmaligen Kosten  $I$  verbunden und erwirtschaftet Rückflüsse  $R(t) - C$ , wobei  $R$  Erlöse und  $C$  variable Produktionskosten bedeuten. Zum anderen kann bereits investiertes Kapital zu einmaligen Kosten  $L$  desinvestiert werden. Für  $L < 0$  entspricht dies einem

Liquidationserlös. Es gilt  $|L| < I$ , d.h. die Investitionskosten sind teilweise versunken, und die Entscheidung über die Anpassung des Kapitalstocks ist zu einem bestimmten Grad irreversibel. Schon im neoklassischen, deterministischen Investitionsmodell führt die Existenz versunkener Kosten dazu, dass die gewinnmaximale Investitionsstrategie keine monotone Funktion der Investitionsrückflüsse  $R$  ist. Vielmehr existiert ein Bereich, in dem weder investiert noch desinvestiert wird. Dieser Bereich ist durch die Investitionsschwelle  $C + rI$  und die Desinvestitionsschwelle  $C - rL$  definiert. Darin ist  $r$  ein Zinssatz. Wenn die Investitionsrückflüsse nicht deterministisch sind, sondern einem stochastischen Prozess folgen, lässt sich zeigen, dass der optimale Investitionstrigger  $R_u$  größer und der Desinvestitionstrigger  $R_l$  kleiner ist als der entsprechende klassische Grenzwert (DIXIT und PINDYCK 1994). Das heißt, die optimale Anpassungsstrategie für den Kapitalbestand lautet:

$$(1) \quad \begin{aligned} dK &> 0 \text{ falls } R(t) > R_u > C + rI \\ dK &= 0 \text{ falls } R_l < R(t) < R_u \\ dK &< 0 \text{ falls } R(t) < R_l < C - rL \end{aligned}$$

Die intuitive Begründung für die Erweiterung des Bereichs der Inaktivität besteht darin, dass Investieren und Desinvestieren den Wert der Erweiterungs- bzw. der Kontraktionsoption vernichten. Dadurch entstehen zusätzliche Opportunitätskosten, die durch die Investitionsrückflüsse gedeckt werden müssen bzw. von diesen abzuziehen sind.

DIXIT (1989) leitet für den Spezialfall, dass die Erlöse  $R$  einem geometrischen Brown'schen Prozess folgen, sowie unter weiteren Annahmen eine analytische Lösung für den Investitions- und Desinvestitionstrigger ab. Im Allgemeinen lassen sich  $R_u$  und  $R_l$  aber nur numerisch bestimmen.

Das eben beschriebene, Grundmodell der neuen Investitionstheorie ist in der Literatur in verschiedener Hinsicht modifiziert worden. Sinkende Grenzerträge des investierten Kapitals haben beispielsweise zur Folge, dass die Investitions- und Desinvestitionstrigger nicht konstant, sondern eine Funktion des Kapitalstocks sind (DIXIT und PINDYCK 1994). Sind die Expansions- und Kontraktionsoption zeitlich befristet, so führt dies dazu, dass sich die Trigger mit kleiner werdender Optionslaufzeit, d.h. mit sinkender Flexibilität, den klassischen Grenzen nähern (ODENING, MUßHOFF und BALMANN 2005). Auch die Abschreibung des Kapitalstocks führt zu einer Verringerung der Investitionstrigger. TRIGEORGIS (1993, 1996) weist auf die Bedeutung der Finanzstruktur des Unternehmens sowie von Wettbewerb und Konkurrenz für die Existenz realer Optionen hin. Diese Ausführungen machen deutlich, dass der Investitionstrigger und der Desinvestitionstrigger eines Unternehmens zu einem bestimmten Zeitpunkt durch eine Vielzahl ökonomischer Variablen beeinflusst werden. Ganz allgemein lässt sich dieser Zusammenhang folgendermaßen beschreiben:

$$(2) \quad \begin{aligned} R_{uit} &= f_u(X_{uit}, \beta_u) \text{ und} \\ R_{lit} &= f_l(X_{lit}, \beta_l) \end{aligned}$$

Die Vektoren  $X_{uit}$  bzw.  $X_{lit}$  enthalten die Erklärungsgrößen des  $i$ -ten Unternehmens zum Zeitpunkt  $t$  und  $\beta_u$  bzw.  $\beta_l$  bezeichnen zu schätzende Parametervektoren. Der funktionale Zusammenhang zwischen den Triggern und den Erklärungsvariablen ist im Allgemeinen nichtlinear. Eine konkrete Beschreibung dieses Zusammenhangs einschließlich einer Definition der Variablen sowie eine Darstellung von Hypothesen über ihren Einfluss auf die Trigger  $R_u$  und  $R_l$  erfolgt in Abschnitt 3.

Der Investitionstrigger  $R_{uit}$  und der Desinvestitionstrigger  $R_{lit}$  können nicht direkt beobachtet werden. Beobachtbar ist nur das Investitionsverhalten selbst, das durch die diskrete Variable  $dK_{it}$  gemessen wird. Unter Berücksichtigung von (1) besteht folgender Zusammenhang zwischen den latenten Triggern und dem Investitionsverhalten:

$$(3) \quad \begin{array}{ll} \text{Desinvestition} & \Pr(dK_{it} < 0) = \Pr(R_{it} - R_{lit} + \varepsilon_{it} \leq 0) \\ & = \Pr(\varepsilon_{it} \leq R_{lit} - R_{it}) \\ & = \Phi_{\varepsilon}(R_{lit} - R_{it}) \\ \\ \text{Inaktivität} & \Pr(dK_{it} = 0) = \Pr(R_{it} - R_{lit} < \varepsilon_{it} < R_{uit} - R_{it}) \\ & = \Phi_{\varepsilon}(R_{uit} - R_{it}) - \Phi_{\varepsilon}(R_{lit} - R_{it}) \\ \\ \text{Investition} & \Pr(dK_{it} > 0) = \Pr(R_{it} - R_{uit} + \varepsilon_{it} \geq 0) \\ & = \Pr(\varepsilon_{it} \geq R_{uit} - R_{it}) \\ & = \Phi_{\varepsilon}(R_{uit} - R_{it}) \end{array}$$

Darin bezeichnet  $\varepsilon$  eine Zufallsvariable, und  $\Phi_{\varepsilon}$  die Standardnormalverteilung von  $\varepsilon$ . Da  $R_{lit} < R_{uit}$  gilt, weist (3) die Struktur eines Ordered-Probit-Modells auf. Im Unterschied zu einem gewöhnlichen Ordered-Probit-Modell sind die Grenzwerte  $R_l$  und  $R_u$ , die die verschiedenen Investitionsregime voneinander trennen, keine Konstanten. Sie hängen gemäß (2) von den Variablen des Modells ab. Unter der Annahme, dass die Störgrößen  $\varepsilon_{it}$  unabhängig und identisch normalverteilt sind, lautet die Log-Likelihood-Funktion für das Modell (3):

$$(4) \quad \begin{aligned} L^* = \log L(\beta | dK_{it}, X_{it}, R_{it}) &= \sum_{dK_{it} < 0} \log(\Phi_{\varepsilon}((R_{lit} - R_{it})/\sigma)) \\ &+ \sum_{dK_{it} = 0} \log(\Phi_{\varepsilon}((R_{uit} - R_{it})/\sigma) - \Phi_{\varepsilon}((R_{lit} - R_{it})/\sigma)) \\ &+ \sum_{dK_{it} > 0} \log(1 - \Phi_{\varepsilon}((R_{uit} - R_{it})/\sigma)) \end{aligned}$$

$\sigma$  bezeichnet die Standardabweichung. Durch Maximierung von (4) lassen sich Schätzwerte für die Parameter  $\beta$  finden.

Gegenstand der Analyse ist somit die grundsätzliche Entscheidung über eine Kapazitätsveränderung und nicht deren exakter Umfang, wie es beispielsweise im Modell von PIETOLA und MYERS (2000) zur Schätzung einer Faktornachfragefunktion der Fall ist. Das verwendete Schätzmodell basiert allein auf qualitativen Informationen über Veränderungen der Produktionskapazitäten. Im Folgenden wird beschrieben, welche Variablen in das Schätzmodell einfließen und wie der funktionale Zusammenhang zwischen den Erklärungsgrößen  $X$  und den Triggern  $R_u$  bzw.  $R_l$  spezifiziert wird.

### 3 Daten und Modellspezifikation

Eine Stichprobe aus den jährlich erhobenen Bilanzdaten des BMVEL Testbetriebsnetzes<sup>3</sup> bildet die Datengrundlage für die Schätzung der Modellparameter. Insgesamt steht ein Panel von 260 spezialisierten Veredlungsbetrieben über einen Zeitraum von 1996 bis 2003 zur Verfügung. Die Beschränkung auf spezialisierte Veredlungsbetriebe hat den Vorteil, dass einzelbetrieblich gemessene bilanzielle Veränderungen im Kapitalbestand kausal der Veredlungsproduktion als Investitionskosten zugeordnet werden können. Im Prinzip wäre auch die Aufnahme von Ackerbaubetrieben in die Stichprobe denkbar, da auch diese Betriebe grundsätzlich über eine Einstiegsoption in die Veredlungsproduktion verfügen. Allerdings ist die Entscheidungssituation von Ackerbaubetrieben nicht vergleichbar mit der von Veredlungsbetrieben. Bereits für diesen Markt produzierende Unternehmen verfügen in der Regel über mehr Erfahrung und über bessere Managementfähigkeiten in diesem Bereich. Insbesondere können sie die zukünftigen Produktionskosten und Erlöse in der Veredlungsproduktion besser einschätzen als Betriebe, die noch nicht aktiv sind. DIXIT und PINDYCK (1994, S. 267 ff.) zufolge ist bei einer marktbezogenen Betrachtung im Rahmen der neuen Investitionstheorie zwischen einer Markteintrittsentscheidung (entry decision) und einer Investitionsentscheidung (activation decision) zu unterscheiden. Beide sind mit irreversiblen Kosten verbunden, was dazu führt, dass der Investitionstrigger für ein im Markt befindliches Unternehmen ein anderer ist als für branchenfremde Unternehmen. Aufgrund dieser Überlegungen werden Ackerbaubetriebe und andere Betriebsformen nicht mit in die Untersuchungsstichprobe aufgenommen, da bei diesen Betrieben unterschiedliche Investitionstrigger zu erwarten sind. Letztlich können aus den Ergebnissen somit auch nur Schlussfolgerungen zum Investitionsverhalten von spezialisierten Veredlungsbetrieben gezogen werden, die sich hinsichtlich der quantitativen Effekte nicht ohne Weiteres auf die Gesamtheit der landwirtschaftlichen Betriebe übertragen lassen.

Die linke Seite des Ordered-Probit-Modells (3) beschreibt das Investitionsverhalten der Veredlungsbetriebe mit Hilfe der kategorialen Variablen  $dK$ . Um jeden Betrieb in jeder

---

<sup>3</sup> Die Daten wurden mit der Genehmigung des BMVEL in der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) durch Herrn Prof. Kleinhanß bereitgestellt.

Beobachtungsperiode einem der drei Zustände (Investition, Desinvestition und Inaktivität) zuordnen zu können, wird auf die Veränderung des durchschnittlichen Bestands an Mastschweinen und des Kapitalbestands des Unternehmens zurückgegriffen.<sup>4</sup> Der Kapitalbestand wird durch die Bilanzpositionen „Wirtschaftsgebäude“ und „Betriebsvorrichtungen“ gemessen. Nimmt der durchschnittliche Bestand an Mastschweinen im Jahresvergleich um mindestens 20 % zu und steigt gleichzeitig der Kapitalbestand, dann kann von einer Investition ausgegangen werden. Reduziert ein Betrieb den durchschnittlichen Bestand an Mastschweinen um 20 % oder mehr und bleibt der Kapitalbestand (nach Berücksichtigung der Abschreibungen) konstant oder verringert er sich, wird der Betrieb dem Desinvestitionsregime zugeordnet. Betriebe, für die keine der beiden Bedingungen zutrifft, werden als inaktiv eingestuft<sup>5</sup>. Diese Definitionen stellen die Auf- bzw. Abstockungsentscheidung in der Schweineproduktion in den Mittelpunkt. Die Ausdehnung der Produktion ist annahmegemäß mit zusätzlichen Investitionskosten verbunden, während eine Reduzierung der Produktion nicht notwendigerweise Liquidationserlöse aus dem Anlagevermögen nach sich zieht. Dahinter steht die Vorstellung ganz oder teilweise versunkener Kosten im Fall der Ausdehnung der Veredelungsproduktion.

Gemäß (3) ergibt sich das Investitionsverhalten aus der Differenz der Investitionserlöse und des Investitions- bzw. Desinvestitionstriggers. In dem Probit-Modell werden der Investitions- und der Desinvestitionstrigger eines Unternehmens durch eine Linearkombination von insgesamt 8 unabhängigen Erklärungsgrößen approximiert:

$$(5) \quad R_{uit} = \beta_0 + \beta_{u1} \cdot I_{it} + \beta_{u2} \cdot C_{it} + \beta_{u3} \cdot G_{it} + \beta_{u4} \cdot V_{it} + \beta_{u5} \cdot D_i + \beta_{u6} \cdot M_i + \beta_{u7} \cdot S_i + \beta_{u8} \cdot A_{it}$$

und

$$R_{lit} = \beta_0 + \beta_{l1} \cdot I_{it} + \beta_{l2} \cdot C_{it} + \beta_{l3} \cdot G_{it} + \beta_{l4} \cdot V_{it} + \beta_{l5} \cdot D_i + \beta_{l6} \cdot M_i + \beta_{l7} \cdot S_i + \beta_{l8} \cdot A_{it}$$

Die Auswahl der Variablen stützt sich auf die neue Investitionstheorie. Diese Variablen wurden entweder direkt aus den Bilanzdaten übernommen oder aus diesen abgeleitet. Tabelle 1 enthält eine Übersicht der Modellvariablen und ihre erwarteten Wirkungsrichtungen auf die Trigger und damit das Auf- bzw. Abstockungsverhalten. Im Folgenden sollen die Modellvariablen näher erläutert werden. Dabei ist voranzustellen, dass einige der Erklärungsgrößen auch im Rahmen der traditionellen Investitionstheorie eine Rolle spielen, wie etwa die Investitionskosten.

<sup>4</sup> Dies entspricht der Vorgehensweise von FOLTZ (2004), der den Kapitalstock in der Milchproduktion durch die Anzahl der gehaltenen Kühe approximiert.

<sup>5</sup> Um den Einfluss der gewählten Zuordnungsvorschrift auf die Ergebnisse zu prüfen, wurden Variantenrechnungen mit unterschiedlichen Zuordnungswerten durchgeführt. Eine grundsätzliche Veränderung der Parameterschätzwerte war dabei nicht festzustellen.

**Tabelle 1: Zusammenfassung der Variablen**

Variable	Durchschnitt	Standardabweichung	Hypothese der Wirkungsrichtung		Variablendefinition
			Investitions-trigger	Desinvestitions-trigger	
<i>R</i>	327,5 €	65,2			Erlöse aus dem Verkauf an Mastschweinen je Jahr und Stallplatz
<i>I</i>	515,3 €	644,4	↑	↓	Investitionskosten in Euro je Jahr und Stallplatz
<i>C</i>	148,0 €	31,3	↑	↑	Kosten für Ferkel je Jahr und Stallplatz
<i>G</i>	4,0 GVE/ha	2,0	↑	?	Anzahl der Großvieheinheiten je ha
<i>V</i>	19,7 %	22,4	↑	?	Fremdkapitalanteil in % der Bilanzsumme
<i>D</i>			?	?	Dummyvariable für Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen
<i>M</i>	1,2 %	4,7	↑	↓	Driftrate der Erlöse für Mastschweine; relative logarithmierte Wertänderung
<i>S</i>	26,3 %	6,4	↑	↓	Standardabweichung der relativen logarithmierten jährlichen Wertänderung der Erlöse für Mastschweine
<i>A</i>	7,9 Jahre	5,6	↑	↑/↓	absolute Abweichung des Betriebsleiteralters von 45 Jahren
↑ = Trigger steigt			↓ = Trigger sinkt		? = Wirkungsrichtung offen

Quelle: Eigene Berechnungen

(i) *Investitions-, Produktions- und Finanzierungskosten*

Entsprechend der klassischen und der neuen Investitionstheorie beeinflussen die durch eine Investition hervorgerufenen Kosten die jeweilige Investitionsentscheidung. Die Investitionskosten *I* pro Stallplatz und Jahr werden betriebsindividuell aus der Veränderung der Bilanzposten „Wirtschaftsgebäude“ und „Betriebsvorrichtungen“ abgeleitet. In diesen Bilanzposten sind die wesentlichen Kosten für die Erstellung von Bauwerken für die Mastschweineproduktion und die Kosten für Stalleinrichtungen und technische Vorrichtungen wie Fütterungsanlagen enthalten. Diese Quantifizierung der Investitionskosten hat gegenüber der Verwendung normativer Planungsdaten Vorteile: betriebliche Kostenunterschiede, die auf Erweiterungs- Umbau- oder Neubaulösungen oder auf economies of size zurückgehen, werden berücksichtigt. Hinsichtlich der Wirkung der Investitionskosten ist zu erwarten, dass

steigende Investitionskosten den Investitionstrigger erhöhen. In diesem Punkt besteht kein Unterschied zwischen klassischer und neuer Investitionstheorie. Allerdings unterscheiden sich beide Sichtweisen in Bezug auf die erwartete Wirkung der Investitionskosten auf den Exittrigger. Wie bereits in Abschnitt 2 angeführt wird der Exittrigger bei einer statischen Betrachtung nur durch die variablen Kosten und durch eventuelle Veräußerungserlöse bestimmt. Im Rahmen einer dynamischen Analyse kann dagegen die Produktionsaufgabeentscheidung auch durch die Investitionskosten beeinflusst werden und zwar negativ. Die Begründung für eine verzögerte Produktionsaufgabe ist darin zu sehen, dass im Fall einer Wiederaufnahme der Produktion erneut versunkene Kosten anfallen. Dieser Zusammenhang gilt allerdings nicht, wenn eine zeitweilige kostenlose Produktionsunterbrechung (temporary suspension) möglich ist.

Liquidationserlöse, die im Falle einer Desinvestition prinzipiell erzielbar sind, lassen sich nicht ermitteln. Es ist aber davon auszugehen, dass die Liquidationserlöse in der Regel Null sind. Ein Verkauf oder eine Verpachtung von Produktionsanlagen an andere Schweinemäster ist nur selten möglich, und eine anderweitige Nutzung scheidet meist aufgrund hoher Umbaukosten aus. Eventuell existierende regionale Unterschiede in den alternativen Verwendungsmöglichkeiten nicht selbst genutzter Produktionsanlagen werden indirekt in einer Regionsdummy  $D$  abgebildet (siehe unten).

Neben einer Veränderung der fixen Kosten spielen auch variable Kosten bei der Entscheidung über Ausdehnung oder Einschränkung des Produktionsumfanges in der Schweineproduktion eine Rolle. Höhere variable Kosten erhöhen sowohl den Entry- als auch den Exittrigger. Die Höhe der gesamten variablen Kosten wird in den zur Verfügung stehenden Daten nicht für einzelne Betriebe ausgewiesen. Stellvertretend für die proportionalen Spezialkosten werden die Ferkelkosten  $C$ , die einen bedeutenden Teil der variablen Kosten ausmachen, als Erklärungsgröße in das Modell aufgenommen.

Durch die direkten Investitionskosten  $I$  und die Ferkelkosten  $C$  werden nicht alle Kosten erfasst, die für eine Expansion oder Reduktion der Schweineproduktion relevant sind. Als weitere, die Kosten beeinflussende Variable werden die Großvieheinheiten je ha,  $G$ , in das Schätzmodell aufgenommen. Projektplanung und Baubeantragung werden ab einer administrativ vorgegebenen Grenze von 2 Großvieheinheiten je ha aufwändiger und teurer. Außerdem entstehen intensiv wirtschaftenden Betrieben erhöhte Kosten für den Erwerb von Gülleverwertungsrechten. Letztere können beispielsweise durch Güllebörsen oder durch Zupacht von Land erworben werden. Dabei ist festzustellen, dass die von Veredlungsbetrieben gezahlten Pachtpreise den Deckungsbeitrag aus der ackerbaulichen Nutzung der Flächen deutlich überschreiten. Infolgedessen ist ein mit zunehmendem Umfang des Tierbesatzes steigender Entrytrigger zu erwarten.

Die Auswirkungen der Finanzierung eines Unternehmens auf das Investitionsverhalten wird im Kontext des Realloptionsansatzes wenig diskutiert. Meist wird von einem vollkommenen Kapitalmarkt ausgegangen. Allerdings zeigen MAUER und OTT (1999) durch Erweiterung des klassischen Realloptionsmodells, dass die Finanzierungsstruktur Einfluss auf die optimale Investitionsstrategie hat, falls Informationsasymmetrie zwischen Unternehmen und Fremdkapitalgebern vorliegt. LAGERKVIST und OLSON (2001) weisen mit Hilfe eines Adjustment-Cost-Modells einen Zusammenhang zwischen Verschuldungsgrad und Investitionstätigkeit nach. Die Ausweitung der Fremdfinanzierung ist mit steigenden Anpassungskosten verbunden, da das finanzielle Ausfallrisiko steigt und durch Risikozuschläge kompensiert wird. Dies führt zu einer Verringerung des Investitionsumfanges. Um diese Hypothese im vorliegenden Fall zu prüfen, wird der Fremdkapitalanteil des Unternehmens als weitere Erklärungsgröße herangezogen.

Wie bereits angesprochen, ist von regionalen Unterschieden in den Kostenstrukturen schweineproduzierender Betriebe auszugehen. Dafür lassen sich verschiedene Gründe anführen: Erstens sind in intensiven Veredlungsregionen Flächen für die Gülleentsorgung knapper als in Regionen mit geringer Viehdichte. Die Kosten für Flächen zur Gülleverwertung sind dort entsprechend höher. Andererseits haben sich in diesen Gebieten effiziente Einrichtungen für den Handel mit Gülleverwertungsrechten etabliert, was kostensenkend wirkt. Zweitens, gemäß der Clustertheorie von PORTER (1993) zur Erklärung räumlicher Konzentration von Wirtschaftszweigen, bilden sich im zeitlichen Entwicklungsprozess Regionen heraus, in denen sich die spezifische Zulieferindustrie einer Branche sowie das zugehörige Humankapital (z.B. Beratung) akkumulieren. Diese sich selbst verstärkenden Effekte schlagen sich auch in einer Senkung von Produktionskosten nieder. Drittens ist die Ausgestaltung der einzelbetrieblichen Investitionsförderung bundeslandspezifisch. Um die Signifikanz dieser regionspezifischen Effekte zu prüfen, wird eine Dummyvariable  $D$  eingeführt. Mit Blick auf die Komplexität des Modells wird nicht für jedes Bundesland eine Dummyvariable verwendet, sondern nur zwischen Standorten mit intensiver und extensiver Veredlung differenziert. Referenzkategorie sind die weniger intensiven Veredlungsregionen, d.h. alle Bundesländer mit Ausnahme von Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen.

(ii) *Erlöse und Erlösentwicklung*

Die Investitionserlöse  $R_{it}$  werden durch die in der Gewinn- und Verlustrechnung aufgeführten Erlöse für verkaufte Mastschweine ermittelt. Unter der Annahme von 2,6 Umtrieben je Jahr wird der Erlös je Mastplatz errechnet. Diese Definition sagt aber noch nichts über die Vorstellung aus, wie sich die Erlöserwartungen der Landwirte bilden. Diesbezüglich wird angenommen, dass sich die Erlöse gemäß eines geometrischen Brown'schen Prozesses

$$(6) \quad dR = MRdt + SRdz$$



entwickeln. Darin kennzeichnen  $M$  und  $S$  die Drift bzw. die Standardabweichung der relativen logarithmierten Wertänderungen der Erlöse in der Schweinemast.  $dz$  beschreibt einen Wiener Prozess. Für diese Annahme sprechen zum einen die Nichtnegativität der Erlöse und zum anderen ein Test auf Nichtstationarität. Gemäß Dickey-Fuller- und Augmented-Dickey-Fuller-Test sind die durchschnittlichen jährlichen Erlöse, die in den Jahren 1980 bis 2003 in der Schweinemast erzielt wurden (vgl. ZMP, verschiedene Jahrgänge), mit 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit nicht stationär. Die Parameter für die Drift  $M$  und die Standardabweichung  $S$  dieses stochastischen Prozesses werden ex-post mittels der beobachteten Erlöse betriebsindividuell ermittelt. Ausgehend von der relativen logarithmierten Wertänderung der erzielten Erlöse  $R_{it}$  werden innerhalb des Beobachtungszeitraums betriebsindividuell konstante Parameter für die Standardabweichung  $S$  und die Drift  $M$  geschätzt.

Gemäß neuer Investitionstheorie beeinflussen die Parameter des stochastischen Prozesses den Optionswert und damit auch die Ein- und Austrittsschwellen: Ceteris paribus steigt der Investitionstrigger mit zunehmender Driftrate der Erlöse (DIXIT und PINDYCK 1994, S. 193ff.). Um die Gültigkeit dieser Hypothese zu prüfen, werden die betriebsindividuell ermittelten Driftraten  $M_i$  als Erklärungsgröße aufgenommen. Auf die Bedeutung der Unsicherheit der Erlöse wird im Folgenden eingegangen.

### (iii) *Unsicherheit*

Der Einfluss von Unsicherheit auf das Investitions- und Desinvestitionsverhalten wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Dabei geht es im Wesentlichen um drei Fragen: erstens, wie wird Unsicherheit gemessen? Zweitens, wie ist der theoretische Zusammenhang zwischen Unsicherheit und Investitionsverhalten? Drittens, ist der Rückschluss von einem empirisch festgestellten Unsicherheits-Investitions-Zusammenhang auf die Gültigkeit der neuen Investitionstheorie möglich?

#### a) *Risikomessung*

Idealerweise sollte ein ex-ante Maß für die Unsicherheit in dem Schätzmodell Verwendung finden, denn für die Entscheidung über Ausdehnung bzw. Einschränkung der Produktion ist das subjektiv erwartete, künftige Risiko maßgeblich. Um dieser Forderung zu entsprechen, bestimmen LEAHY und WHITED (1996) mit Hilfe eines Zeitreihenmodells zeitabhängige Prognosen für das Investitionsrisiko. Aufgrund der Kürze der zur Verfügung stehenden Datenreihen ist dieser Ansatz im vorliegenden Fall nicht möglich. Statt dessen muss eine ex-post-Messung der Unsicherheit erfolgen. Konkret wird die betriebsindividuell geschätzte Standardabweichung  $S_i$  des geometrischen Brown'schen Prozesses verwendet. Sie wird berechnet als Mittelwert aus den logarithmierten relativen Änderungen der beobachteten Erlöse  $R_{it}$ . Dieses Vorgehen impliziert eine im Zeitablauf gleichbleibende Erwartung hin-

sichtlich des Investitionsrisikos, was für längere Zeiträume unplausibel ist, für den Untersuchungszeitraum von 8 Jahren aber vertretbar erscheint. Nachteilig ist weiterhin, dass Korrelationen zwischen den Erlösen und Kosten nicht erfasst werden. Angesichts der Korrelation von Schweinepreisen und Ferkelpreisen dürfte die Risikohöhe tendenziell zu hoch ausgewiesen sein. Um einen Zusammenhang zwischen Unsicherheit und der Ausdehnung bzw. Einschränkung der Produktion statistisch nachweisen zu können, muss das Investitionsrisiko in den Beobachtungsdaten variieren. PIETOLA und MYERS (2000) unterscheiden beispielsweise zwischen zwei diskreten Risikoniveaus, die sie durch einen Wechsel der politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen begründen. Die Verwendung von Paneldaten bietet dagegen den Vorteil, betriebsindividuelle Risiken schätzen zu können. Tabelle 1 macht deutlich, wie unterschiedlich das betriebsindividuelle Risiko ist. Es tritt eine Standardabweichung von 6,4 Prozentpunkten vom Durchschnittswert (26,3 %) auf. Diese Variation wird durch Unterschiede in der Vermarktungsform, der Produktionsqualität sowie dem Produktions- und Risikomanagement hervorgerufen.

#### *b) Unsicherheits-Investitions-Zusammenhang*

Die meisten Arbeiten zur empirischen Validierung von Realoptionsmodellen gehen von einem negativen Zusammenhang zwischen Unsicherheit und Investitionstätigkeit aus (z.B. MOEL und TUFANO 2002). Sie stützen sich dabei auf die Feststellung, dass das Option-Multiple und damit der Investitionstrigger mit zunehmender Unsicherheit steigen (vgl. z.B. DIXIT und PINDYCK 1994, S. 155). Allerdings sind die Aussagen der Investitionstheorie in diesem Punkt nicht eindeutig. Beispielsweise zeigen HARTMANN (1972) und ABEL (1985), dass der Einsatz von Kapital mit steigender Unsicherheit zunimmt, wenn konstante Skalenerträge vorliegen und Substituierbarkeit zwischen Kapital und anderen Produktionsfaktoren gegeben ist. Unter diesen Bedingungen ist die Wertgrenzproduktivität des Kapitals eine konvexe Funktion der unsicheren Größen (Preise oder Kosten). Dadurch erhöht sich der Wert des eingesetzten Kapitals mit zunehmender Unsicherheit und die Investitionsbereitschaft steigt. CABALLERO (1991) kommt im Rahmen eines Adjustment-Cost-Modells zu derselben Aussage. PINDYCK (1993) relativiert dieses Ergebnis, indem er in einem Wettbewerbsmarkt Preise und Produktionsmengen endogenisiert. Unter den Bedingungen eines vollständigen Wettbewerbs ergibt sich wiederum die von den Realoptionsmodellen postulierte Investitionszurückhaltung bei Vorliegen von Unsicherheit.

#### *c) Rückschlussproblematik*

Eine weitere Schwierigkeit bei der Validierung von Realoptionsmodellen ist darin zu sehen, dass ein empirisch beobachteter negativer Zusammenhang zwischen Unsicherheit und Investitionsneigung nicht zwingend die Gültigkeit der neuen Investitionstheorie belegt, denn ein solcher Befund steht durchaus mit der klassischen Investitionstheorie in Einklang. Im Kontext der Erwartungsnutzentheorie verlangt ein risikoaverser Investor Risikozuschläge für

die Durchführung riskanter Projekte, die mit zunehmender Unsicherheit steigen. Dieses Problem einer mangelnden Diskriminierung zwischen den verschiedenen investitions-theoretischen Modellen ist in der Literatur bereits erkannt und aufgegriffen worden. LEAHY und WHITED (1996) versuchen Risikoaversion und optionsbedingte Effekte durch die Art der Risikomessung zu unterscheiden. Risikozuschläge sind im Rahmen des Capital Asset Pricing Models von der Kovarianz zwischen dem Projektrisiko und dem Kapitalmarktrisiko abhängig, während für die Höhe des Options-Multiples das Projektrisiko selbst maßgeblich ist. BULAN, MAYER und SOMERVILLE (2002) führen zur Diskriminierung der beiden Effekte die Wettbewerbsintensität der Branche als Kontrollvariable ein. Sie argumentieren, dass Risikoaversion als Ursache für Investitionszurückhaltung unabhängig von der Wettbewerbsintensität ist, während der Vorteil einer Investitionsverzögerung bei hohem Wettbewerb durch den Markteintritt von Konkurrenten erodiert wird (vgl. TRIGEORGIS 1996, ch. 9). Bei Gültigkeit der Realoptionstheorie sollte der Einfluss der Unsicherheit auf das Investitionsverhalten in Branchen mit starkem Konkurrenzdruck weniger ausgeprägt sein als bei geringem Wettbewerb. Ein methodisch ähnlicher Gedanke wird auch in dieser Untersuchung angewendet.

(iv) *Flexibilität*

Wie einleitend bereits erwähnt, ist Flexibilität eine Grundvoraussetzung für die Existenz realer Optionen. Eine Systematisierung verschiedener Formen von Flexibilität und der sich daraus ergebenden Optionstypen findet sich bei TRIGEORGIS (1993, S. 204). In dieser Analyse werden die Verzögerungsoption (option to defer) sowie die Veräußerungs- bzw. Stilllegungsoption (abandonment option bzw. suspension option) betrachtet. Gemäß Optionspreistheorie hängt der Zeitwert einer Option von ihrer Laufzeit ab: mit fortschreitender Zeit sinkt der Zeitwert exponentiell gegen Null, und am Verfallszeitpunkt besteht der Optionswert allein aus dem inneren Wert. Übertragen auf reale Optionen bedeutet dies, dass der Unterschied zwischen klassischem Kapitalwert und Optionswert davon abhängt, wie lange die Möglichkeit zu investieren bzw. zu desinvestieren gegeben ist. Entsprechendes gilt für die Triggerwerte. Die meisten Arbeiten zur neuen Investitionstheorie unterstellen implizit eine unendliche Laufzeit der Option und klammern so die Laufzeit als Erklärungsgröße aus. Im Gegensatz dazu soll in dieser Untersuchung der zeitliche Spielraum, der für die Wahrnehmung der Option zur Verfügung steht, explizit als Erklärungsgröße berücksichtigt werden. Dabei wird die zeitliche Flexibilität durch das Alter des Betriebsleiters approximiert. Jüngere Betriebsleiter verfügen über eine höhere zeitliche Flexibilität der Investitionsausübung, und es ist somit ein erhöhter Investitionstrigger zu erwarten. Mit zunehmendem Alter des Betriebsleiters sinkt seine zeitliche Flexibilität, woraus sich ein sinkender Triggererlös mit zunehmendem Alter ergibt. Dieser Zusammenhang wird jedoch durch einen zweiten Effekt überlagert: Erfahrungsgemäß kann für Mastschweineeställe von einer etwa 20-jährigen Nutzungsdauer ausgegangen werden. Ältere Betriebsleiter werden daher nicht im vollen Umfang in den Genuss der Investitionsrückflüsse kommen. Unterstellt man einen altersbedingten Rückzug aus der Produktion mit 65 Jahren, ist dies ab einem Alter von 45 Jahren der Fall. Man könnte

argumentieren, dass die Investitionsrückflüsse nicht unbedingt der Person des Betriebsleiters zugute kommen müssen. Häufig steht allerdings kein Hofnachfolger zur Verfügung oder die Regelung der Hofnachfolge ist ungewiss, so dass ein Planungshorizont, der weit über das durchschnittliche Rentenalter hinausgeht, in Familienbetrieben unrealistisch erscheint. Um diese beiden, mit dem Alter des Betriebsleiters zusammenhängenden Effekte zu differenzieren, wird nicht unmittelbar das Alter, sondern vielmehr die absolute Abweichung des Alters von 45 Jahren,  $A$ , in das Erklärungsmodell aufgenommen. Das bedeutet, bis zu einem Betriebsleiteralter von 45 Jahren sinkt die zeitliche Flexibilität auf ein Minimum, anschließend muss von einem steigenden Triggererlös auf Grund der verringerten Nutzungsdauer der Produktionsanlagen ausgegangen werden.

Durch die Berücksichtigung der zeitlichen Flexibilität als weitere, den Optionswert bestimmende Variable ergibt sich eine Möglichkeit, das zuvor angesprochene Interpretationsproblem hinsichtlich der Unsicherheit der Investitionsrückflüsse zu lösen: Im Rahmen der neuen Investitionstheorie besitzt Unsicherheit nur im Zusammenspiel mit Flexibilität einen Einfluss. Besteht keine Möglichkeit zu warten und die Investitions- bzw. Stilllegungsentscheidung zu verzögern, fallen Optionswert und traditioneller Kapitalwert zusammen. Daraus folgt, dass der Einfluss der Unsicherheit auf den Optionswert und damit auch die Entry- und Exittrigger mit zunehmender Flexibilität größer werden. Ist dagegen Risikoaversion die Ursache für eine Spreizung des „Range of Inaction“, so sollte der Zusammenhang zwischen Triggerwerten und dem Investitionsrisiko unabhängig von der Flexibilität sein. Um diesen Sachverhalt empirisch zu prüfen, wird das Modell zusätzlich für zwei getrennte Betriebsgruppen geschätzt, die sich bezüglich ihrer Flexibilität unterscheiden.

## 4 Ergebnisse

Zur Schätzung dynamischer Gleichgewichtsmodelle mit Paneldaten verwenden ARELLANO und BOND (1991) die Generalized Method of Moments (GMM). Die Schätzfehler des in diesem Beitrag verwendeten Modells weisen keine Autokorrelation zwischen den Variablen über die Zeit oder die Betriebe auf. Aus diesem Grund ist davon auszugehen, dass die Maximum Likelihood Schätzmethode asymptotisch effiziente Schätzwerte liefert. Die in Abschnitt 2 vorgestellte Log-Likelihood-Funktion wird mittels eines Genetischen Algorithmus maximiert, der bei 4000 Iterationen sehr stabile Ergebnisse liefert. Das Modell wurde darüber hinaus mit simulierten Daten getestet. Dabei konnten die in den Simulationen vorgegebenen Parameter exakt ermittelt werden.

Tabelle 2 enthält die Parameterschätzwerte. Insgesamt ergibt sich eine für Querschnittsdaten gute Modellanpassung: das von MCKELVEY und ZAVOINA (1975) für Probit Modelle entwickelte  $R^2$  weist einen Wert von 0,71 auf. Durch Multiplikation der Parameterschätzwerte mit den in Tabelle 1 angegebenen Durchschnittswerten der unabhängigen Variablen lassen

sich durchschnittliche Trigger berechnen. Die Werte lauten 553 für den Investitionstrigger  $R_u$  und 127 für den Desinvestitionstrigger  $R_l$ . Das bedeutet, dass die Unternehmen im Durchschnitt eine Erweiterung ihrer Produktionskapazität vornehmen, sobald die Erlöse aus der Erzeugung von Mastschweinen 553 Euro pro Stallplatz und Jahr überschreiten. Eine Einschränkung der Kapazität erfolgt bei Unterschreitung von 127 Euro. Um diese Ergebnisse einordnen zu können, sollen die klassischen Erlösober- und -untergrenzen exogen ermittelt werden. Dazu wurden die mittleren Investitionskosten der untersuchten Betriebe in Höhe von 604 Euro und eine Nutzungsdauer von 20 Jahren sowie ein Kalkulationszinssatz von 6 % angesetzt. Weiterhin wurden 260 Euro Direktkosten unterstellt, die aus KTBL-Daten abgeleitet wurden. Bei einem Arbeitsanspruch von 1,1 Arbeitskraftstunden je Mastplatz und Jahr, einer Arbeitsentlohnung von 15 Euro/Stunde und 2,6 Umtrieben errechnen sich dann klassische Vollkosten in Höhe von 338 Euro. Damit übersteigt der modellendogen berechnete Triggererlös die klassischen Vollkosten um 61 Prozent. Gleichzeitig werden bei einem Desinvestitionstrigger von 127 Euro nur knapp die Hälfte der Direktkosten gedeckt. Das bedeutet, dass zeitweilige operative Verluste toleriert werden, bevor eine Reduktion der Produktionskapazität erfolgt. Zusammen genommen bedeutet dies, dass sich der endogen berechnete Bereich optimaler Inaktivität ausgehend von klassischen Grenzwerten deutlich erweitert.

**Tabelle 2: Schätzergebnisse**

Variable	Investition		Desinvestition	
	Parameter	Schätzwert	Parameter	Schätzwert
$I$	$\beta_{u1}$	0,03*	$\beta_{l1}$	0,00
$C$	$\beta_{u2}$	1,18*	$\beta_{l2}$	0,01
$G$	$\beta_{u3}$	0,01	$\beta_{l3}$	-7,45*
$V$	$\beta_{u4}$	0,00	$\beta_{l4}$	-0,89*
$D$	$\beta_{u5}$	0,01	$\beta_{l5}$	-22,59*
$M$	$\beta_{u6}$	0,01	$\beta_{l6}$	-0,02
$S$	$\beta_{u7}$	3,01*	$\beta_{l7}$	-6,19*
$A$	$\beta_{u8}$	0,95*	$\beta_{l8}$	-0,00
	$\beta_0$	275,98*	$\beta_0$	275,98*

Quelle: Eigene Berechnungen \* = signifikant mit 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit

Auch die Wirkungsrichtung und die Signifikanz der einzelnen Erklärungsvariablen stehen weitgehend in Einklang mit den in Abschnitt 3 erläuterten Hypothesen der neuen Investitionstheorie. Die Investitionskosten  $I$  erhöhen erwartungsgemäß den Investitionstrigger. Der zugehörige Parameter  $\beta_{u1} = 0,03$  kann als (risikoloser) Zinssatz interpretiert werden. Der

Einfluss der Investitionskosten auf den Desinvestitionstrigger ist sehr gering und nicht signifikant. Dieser Befund ist nicht unplausibel, da eine Reduktion der Produktionskapazität nicht notwendigerweise mit einer Desinvestition verbunden ist, sondern auch durch eine zeitweilige Produktionsunterbrechung (temporary suspension) erreicht werden kann, die nur mit geringen versunkenen Kosten verbunden ist und deren Höhe nicht mit den Investitionskosten zusammenhängt. Ebenfalls in Einklang mit der Investitionstheorie stehen die positiven Koeffizienten, die für die variablen Kosten  $C$  geschätzt werden: Je höher die variablen Kosten sind, umso später wird die Produktion erweitert und umso früher wird sie eingestellt bzw. reduziert.

Die Hypothese, dass intensiv wirtschaftende Unternehmen aufgrund steigender Grenzkosten einen höheren Investitionstrigger aufweisen, als Betriebe mit geringem Viehbesatz, bestätigt sich nicht. Dies könnte auf Spezialisierungsvorteile und economies of size zurückzuführen sein. Gleichzeitig führt ein höherer Viehbesatz allerdings zu einem sinkenden Desinvestitionstrigger. Eine mögliche Erklärung besteht darin, dass für die Verwertung der anfallenden Gülle langfristige Verträge abgeschlossen werden, die im Falle einer Produktionseinschränkung nicht sofort aufgehoben werden können und damit temporär irreversibel sind.

Betriebe mit einem höheren Verschuldungsgrad unterscheiden sich im Umfang ihrer Investitionszurückhaltung nicht von geringer verschuldeten Betrieben. Der Parameterschätzwert  $\beta_{u4}$  ist sehr gering und nicht signifikant. Zusätzliches Fremdkapital scheint demzufolge ohne Kostenprogression akquirierbar zu sein. Dieses Ergebnis steht auf den ersten Blick im Widerspruch zu vorliegenden empirischen Arbeiten, die den Einfluss der Finanzierungsstruktur auf das Investitionsverhalten untersuchen (vgl. z.B. LAGERKVIST und OLSON 2001, BENJAMIN und PHIMISTER 2002, BARRY, BIERLEN und SOTOMAYOR 2000). Einschränkend ist zu sagen, dass der durchschnittliche Fremdkapitalanteil der investierenden Betriebe mit 19 % sehr niedrig ist. Für eine genauere Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Kapitalstruktur und Investitionsverhalten müsste zudem der Umfang der Investitionen sowie die Verfügbarkeit anderer Finanzierungsquellen (z.B. der Cash flow) berücksichtigt werden. Während der Investitionstrigger nicht durch den Verschuldungsgrad beeinflusst wird, verringert sich der Desinvestitionstrigger mit zunehmendem Fremdkapitalanteil. Mit Rentabilitätsüberlegungen ist dieser asymmetrische Einfluss der Verschuldung schwer zu erklären. Möglicherweise werden die höheren Kapitaldienstverpflichtungen von den stärker verschuldeten Betrieben als Grund angesehen, auch im Fall niedriger Erlöse die Produktion nicht einzuschränken.

Für Betriebe in den intensiven Veredlungsregionen Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen konnten keine signifikant erhöhten Trigger für eine Kapazitätserweiterung festgestellt werden. Das bedeutet, dass sich die im vorherigen Abschnitt angesprochenen Vor- und Nachteile, die mit einer räumlichen Konzentration verbunden sind, etwa die Waage halten. Bemerkenswert ist die signifikant geringere Auslöseschwelle für eine Kapazitätsreduktion. Der in intensiven Veredlungsregionen knappe Faktor Gülleverwertung würde im Falle einer Kapazitätsreduk-

tion auf Grund der bereits angesprochenen Irreversibilität der Verträge höhere Kosten hervorrufen als es für die Gesamtheit der Betriebe mit dem geschätzten Koeffizienten  $\beta_{13} = -7,45$  zum Ausdruck kommt. Darüber hinaus wirken im Falle einer Reduktion der Produktionskapazität geringere Produktionskosten auf Grund einer räumlichen Konzentration der Produktion senkend auf den Desinvestitionstrigger.

Während die Drift der erwarteten Erlöse keinen signifikanten Einfluss aufweist, hat das Ausmaß der Unsicherheit wesentliche Bedeutung für beide Trigger ( $\beta_{u7} = 3,01$ ,  $\beta_{17} = -6,19$ ). Die durchschnittliche Standardabweichung der Erlöse aus der Schweineproduktion beträgt für die analysierten Betriebe 26 %. Das bedeutet, der Investitionstrigger (Desinvestitionstrigger) erhöht (verringert) sich durchschnittlich um 79 Euro (163 Euro) verglichen mit einer Situation ohne Erlösrisiko. Damit trägt das Erlösrisiko in der Veredelungsproduktion zu einem großen Teil zum beobachteten Beharrungsvermögen in diesem Sektor bei.

Eine längere „Laufzeit“ der Expansionsoption, d.h. höhere zeitliche Flexibilität hinsichtlich der Durchführung der Kapazitätserweiterung, führt zu einem steigenden Trigger ( $\beta_{u8} = 0,95$ ). Dieser Befund steht in Einklang mit einem Standardergebnis der Optionspreistheorie. Die in der Stichprobe vorhandenen Unterschiede hinsichtlich der zeitlichen Flexibilität bieten die Möglichkeit, die Wechselwirkung von Flexibilität und Risiko auf die Entscheidung über Kapazitätsanpassungen in der Schweineproduktion zu untersuchen. Insbesondere kann die bereits angesprochene Frage aufgegriffen werden, ob der Einfluss von Unsicherheit dem Vorhandensein von Optionseffekten oder Risikoaversion zuzuschreiben ist. Zur Beantwortung dieser Frage wird das Modell für zwei Teilmengen von Betrieben geschätzt, von denen eine hohe, die andere geringe Flexibilität aufweist. Konkret umfasst die Gruppen eine Unterteilung nach dem Betriebsleiteralter. Als flexibel werden Betriebe eingestuft, die von einem Betriebsleiter mit einem Alter von weniger als 45 Jahren geführt werden. Die Gruppe der unflexiblen Betriebe setzt sich aus der verbleibenden Teilmenge von Betriebsleitern mit einem Alter von mindestens 45 Jahren zusammen. Gleichzeitig wird die Variable  $A$ , die die Flexibilität misst, entfernt. Es zeigt sich, dass tatsächlich eine Wechselwirkung zwischen Unsicherheit und Flexibilität besteht, wie von der Realoptionstheorie postuliert. Dies drückt sich in deutlich höheren (absoluten) Schätzwerten für die Koeffizienten der Standardabweichung in der Gruppe der flexiblen Unternehmen aus. Für die flexible Betriebsgruppe sind die geschätzten Parameter  $\beta_{u7} = 3,98$  und  $\beta_{17} = -6,96$  deutlich höher als für die Gruppe der unflexiblen Betriebe mit  $\beta_{u7} = 0,31$  und  $\beta_{17} = -0,74$ . Das bedeutet, die Reaktion der Unternehmen auf Erlösschwankungen wird nicht oder zumindest nicht ausschließlich durch die Höhe der subjektiven Risikoeinstellung des Betriebsleiters bestimmt.

## 5 Schlussfolgerungen

Ziel dieses Beitrages war es, am Beispiel der Schweineproduktion das Verständnis der Dynamik agrarstrukturellen Wandels zu schärfen. Als theoretischer Erklärungsrahmen wurde die neue Investitionstheorie gewählt, die auch als „theory of optimal inertia“ oder „tyranny of the status quo“ verstanden werden kann (DIXIT 1992). Aus der neuen Investitionstheorie lässt sich eine Vielzahl von Hypothesen ableiten, die empirisch überprüfbar sind. Viele der Hypothesen konnten im Rahmen des entwickelten ökonometrischen Modells für die untersuchten Betriebe bestätigt werden. Die geschätzten Schwellenwerte, die Kapazitätsanpassungen in der Schweineproduktion auslösen, liegen deutlich über bzw. unter den Schwellenwerten, die sich aus einer klassischen Kostenrechnung ableiten. Als wichtige Erklärungsgrößen haben sich die Höhe der (versunkenen) Investitionskosten, das Ausmaß des Risikos und die zeitliche Flexibilität erwiesen. Damit wird der Blick bei der Erklärung von Investitionszurückhaltung über vielfach angeführte Hemmnisse, wie z.B. bürokratische Hürden bei der Baubeartragung von Stallanlagen, hinaus gelenkt. Vor einer Überinterpretation der Ergebnisse muss aber aus verschiedenen Gründen gewarnt werden. Aus modelltheoretischer Sicht ist die Modellierung der (Des)Investitionstrigger als Linearkombination exogener Erklärungsgrößen zu kritisieren (PROVENCHER 1997). Auch die Datengrundlage schwächt die Belastbarkeit der Ergebnisse. So ist der betrachtete Zeitraum gemessen an der Nutzungsdauer von Stallanlagen relativ kurz. Es ist möglich, dass Betriebe, die inaktiv gewesen sind, kurz vor Beginn des Beobachtungszeitraums investiert haben. Darüber hinaus kann, ganz allgemein betrachtet, die neue Investitionstheorie nicht das Zustandekommen räumlicher Produktionscluster wie z.B. in Niedersachsen oder Nordrhein-Westfalen erklären. Sie hilft aber, die Persistenz derartiger Strukturen zu verstehen, sobald sie entstanden sind. Im Prinzip liefert die Realoptionstheorie auch einen Erklärungsansatz für den zögerlichen Wiederaufbau der Veredlungsproduktion in Ostdeutschland, allerdings lassen unsere Ergebnisse hierzu keine spezielle Aussage zu, da von vorn herein nur solche Betriebe untersucht wurden, die bereits in der Schweineproduktion aktiv sind.

Welche agrarpolitischen Schlussfolgerungen lassen sich aus den Untersuchungsergebnissen ziehen? Zunächst ist zu betonen, dass optionsbedingte Hysterese Ergebnis einer dynamischen Optimierung unter Unsicherheit ist. Mit anderen Worten, das vielfach festzustellende Beharrungsvermögen von Agrarstrukturen kann durchaus optimal sein und stellt an sich keinen Grund für staatliche Eingriffe dar, die zum Ziel haben, den Strukturwandel zu beschleunigen. Derartige Maßnahmen müssen zum Beispiel durch umwelt- oder regionalpolitische Zielsetzungen begründet werden. Weiterhin zeigen die Ergebnisse, dass ökonomische Anreize durch die Agrarpolitik deutlich ausfallen müssen, damit sie Kapazitätsanpassungen in der Veredlungsproduktion auslösen. Anreize, die beispielsweise von kapitalkostenreduzierenden Maßnahmen im Rahmen von Investitionsförderprogrammen ausgehen, sind gering im Vergleich zu den investitionshemmenden Faktoren, die von Unsicherheit und



Flexibilität ausgehen<sup>6</sup>. Umgekehrt sind hohe Kosten erforderlich, um Landwirte zur Abstockung von Kapazitäten zu motivieren, insbesondere dann, wenn die Anlagen noch eine Restlaufzeit besitzen und der Landwirt das Rentenalter noch nicht erreicht hat. Grundsätzliche Maßnahmen, die sich in diesem Zusammenhang bieten, und die teilweise schon durchgeführt wurden, sind gezielte Produktionsaufgabeprämien, Hilfe bei der Umwidmung spezifischer Anlagen oder der Kauf von Gülleverwertungsrechten.

## Literatur

- ABEL, A.B. (1985): A Stochastic Model of Investment, Marginal Q and the Market Value of the Firm. In: *International Economic Review* 26 (2), S. 305-322
- ABEL, A.B., DIXIT, A.K., EBERLY, J.C., PINDYCK, R.S. (1996): Options, the Value of Capital, and Investment. In: *Quarterly Journal of Economic* 111 (3), S. 753-777
- ARELLANO, M., BOND, S. (1991): Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. In: *Review of Economic Studies* 58 (2), S. 277-297
- BARRY, P.J., BIERLEN, R.W., SOTOMAYOR, N.L. (2000): Financial Structure of Farm Businesses under Imperfect Capital Markets. In: *American Journal of Agricultural Economics* 82 (4), S. 920-933
- BENJAMIN, C., PHIMISTER, E. (2002): Does Capital Market Structure Affect Farm Investment? A Comparison Using French and British Farm-Level Panel Data. In: *American Journal of Agricultural Economics* 84 (4), S. 1115-1129
- BMVEL (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft) (2003): Buchführung der Testbetriebe. Ausführungsanweisung zum BMVEL-Jahresabschluss. Referat 426
- BULAN, L., MAYER, C., SOMERVILLE, C.T. (2002): Irreversible Investment, Real Options, and Competition: Evidence from Real Estate Development (November 26, 2002). AFA 2004 San Diego Meetings; UBC Commerce Centre for Urban Economics and Real Estate Working Paper No. 02-01
- CABALLERO, R.J. (1991): On the Sign of Investment-Uncertainty Relationship. In: *The American Economic Review* 81 (1), S. 279-288
- CHAVAS, J.-P. (1994): Production and Investment Decisions under Sunk Cost and Temporal Uncertainty. In: *American Journal of Agricultural Economics* 76 (2), S. 114-127
- DIXIT, A.K. (1989): Entry and Exit Decision under Uncertainty. In: *Journal of Political Economy* 97 (3), S. 620-638
- (1992): Investment and Hysteresis. *Journal of Economic Perspectives* 6 (1), S. 107-132
- DIXIT, A.K., PINDYCK, R.S. (1994): *Investment under Uncertainty*. Princeton University Press, Princeton
- FOLTZ, J.D. (2004): Entry, Exit, and Farm Size: Assessing an Experiment in Dairy Price Policy. In: *American Journal of Agricultural Economics* 86 (3), S. 594-604

---

<sup>6</sup> Bemerkenswert erscheint in diesem Zusammenhang, dass die spezielle Förderung von Junglandwirten auch optionstheoretisch zu rechtfertigen ist.

- HARTMANN, R. (1972): The Effects of Price and Cost Uncertainty on Investment. In: *Journal of Economic Theory* 5 (2): 258-266
- LAGERKVIST, C.J., OLSON, K.D. (2001): Asymmetric information, capital structure and agricultural investment. Paper presented at the annual meeting of the American Agricultural Economics Association in Chicago.
- LEAHY, J.V., WHITED, T.M. (1996): The Effect of Uncertainty on Investment: Some Stylized Facts. In: *Journal of Money, Credit and Banking* 28 (1) S. 64-83
- MAUER, D.C., OTT, S.H. (1999): Agency Costs, Underinvestment and Optimal Capital Structure: The Effects of Growth Options to Expand. In: Brennan, M. J., Trigeorgis, L. (eds.): *Project Flexibility, Agency, and Product Market Competition: New Developments in the Theory and Application of Real Options Analysis*. Oxford University Press
- MCKELVEY, R. D., ZAVOINA, W. (1975): A Statistical Model for the Analysis of Ordinal Level Dependent Variables. In: *Journal of Mathematical Sociology* 4 (1), S. 103-120
- MOEL, A., TUFANO, P. (2002): When are Real Options Exercised? An Empirical Study of Mine Closings. In: *Review of Financial Studies* 15 (1), S. 33-64
- ODENING, M., MUBHOFF, O., BALMANN, A. (2005): Investment Decisions in Hog Production - An Application of the Real Options Approach. *Agricultural Economics* (Im Druck)
- ODENING, M., MUBHOFF, O., HÜTTEL, S. (2003): Empirische Validierung von Realoptionsmodellen. Working Paper 67/2003. Wirtschafts- und Sozialwissenschaften an der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität, Berlin
- ODENING, M., WESSELER, J., WEIKARD, H.P. (2001): New Investment Theory in Agriculture: Its Implications for Farm Management, Environmental Policy and Development. In: Peters, G.H., Pingali, P. (eds.): *Tomorrow's Agriculture: Incentives, Institutions, Infrastructure and Innovations*. Ashgate, Aldershot, S. 656-657
- OUDE LANSINK, A., STEFANO, S. E. (1997): Asymmetric Adjustment of Dynamic Factors at the Firm Level. In: *American Journal of Agricultural Economics* 79 (11), S. 1340-1351
- PIETOLA, K. S., MYERS, R. J. (2000): Investment under Uncertainty and Dynamic Adjustment in the Finnish Pork Industry. In: *American Journal of Agricultural Economics* 82 (11), S. 956-967
- PINDYCK, R.S. (1993): A Note on Competitive Investment under Uncertainty. In: *The American Economic Review* 83 (1), S. 273-277
- PORTER, M.E. (1993): Nationale Wettbewerbsvorteile. Wien. Ueberreuther
- PROVENCHER, B. (1997): Structural versus Reduced-Form Estimation of Optimal Stopping Problems. In: *American Journal of Agricultural Economics* 79 (5), S. 357-368
- RICHARDS, T. J., GREEN, G. (2003): Economic Hysteresis in Variety Selection. In: *Journal of Applied Agricultural and Applied Economics* 35 (1), S. 1-14
- SCHATZKI, T. (2003): Options, uncertainty and sunk costs: an empirical analysis of land use change. In: *Journal of Environmental Economics and Management* 46 (1), S. 86-105
- STATISTISCHES BUNDESAMT (versch. Jgg.): Fachserie 3: Land und Forstwirtschaft, Fischerei, Reihe 4.1
- TRIGEORGIS, L. (1993): Real Options and Interactions with Financial Flexibility. In: *Financial Management* 22 (3), S. 202-222
- (1996): *Real Options*. MIT-Press, Cambridge
- ZMP-Bilanz Vieh und Fleisch (verschiedene Jahrgänge): Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle, Bonn

## Über die Autoren

**Prof. Dr. Martin Odening** ist Fachgebietsleiter des Fachgebiets Allgemeine Betriebslehre des Landbaus der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin. Er ist stellvertretender Sprecher der DFG-Forschergruppe 497 und Leiter des Teilprojekts 1. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Investition und Finanzierung, Risikomanagement und Agrarstrukturwandel.

*Anschrift:*

Fachgebiet Allgemeine Betriebslehre des Landbaus,  
Institut für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus,  
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Luisenstr. 56, 10099 Berlin

Tel.: 030 – 2093 6487

Fax: 030 – 2093 6465

Email: [m.odening@agrار.hu-berlin.de](mailto:m.odening@agrار.hu-berlin.de)

<http://www.agrar.hu-berlin.de/sutra/tp1/main.htm>

**Jan Hinrichs** ist Doktorand am Fachgebiet Allgemeine Betriebslehre des Landbaus und bearbeitet Teilprojekt 1 der DFG-Forschergruppe 497.

*Anschrift wie oben*

Tel.: 030 – 2093 6437

Email: [hinrichs@agrار.hu-berlin.de](mailto:hinrichs@agrار.hu-berlin.de)

**Dr. Oliver Mußhoff** habilitiert am Fachgebiet Allgemeine Betriebslehre des Landbaus gefördert durch die Klaus-Tschira-Stiftung, gemeinnützige GmbH. Seine Arbeitsschwerpunkte sind die Optimierung unter Unsicherheit sowie die normative und positive Analyse der neuen Investitionstheorie.

*Anschrift wie oben*

Tel.: 030 – 2093 6315

Email: [oliver.musshoff@agrار.hu-berlin.de](mailto:oliver.musshoff@agrار.hu-berlin.de)





## **SUTRA–Working Paper**

**ISSN 1614-1083 (Print-Ausgabe)**

**ISSN 1614-1369 (Internet-Ausgabe)**

### **Bisher erschienen**

- |       |   |  |
|-------|---|--|
| Nr. 1 | Dieter Kirschke<br>Ernst Daenecke<br>Astrid Häger<br>Kerstin Kästner<br>Kurt Jechlitschka<br>Stefan Wegener | Entscheidungsunterstützung bei der Gestaltung von<br>Agrarumweltprogrammen:<br>Ein interaktiver, PC-gestützter Programmierungs-<br>ansatz für Sachsen-Anhalt<br><br>Mai 2004, 31 Seiten<br><a href="http://www.agrar.hu-berlin.de/sutra/workingpaper/wp1/wp1.htm">http://www.agrar.hu-berlin.de/sutra/workingpaper/wp1/wp1.htm</a> |
| Nr. 2 | Katrin Prager<br>Uwe Jens Nagel   | Communication processes in agro-environmental<br>policy development and decision-making<br>Case study Sachsen-Anhalt<br><br>Juli 2004, 13 Seiten<br><a href="http://www.agrar.hu-berlin.de/sutra/workingpaper/wp2/wp2.htm">http://www.agrar.hu-berlin.de/sutra/workingpaper/wp2/wp2.htm</a>  |
| Nr. 3 | Jan Hinrichs<br>Oliver Mußhoff<br>Martin Odening  | Ökonomische Hysterese in der Veredelungsproduktion<br><br>Dezember 2004, 21 Seiten<br><a href="http://www.agrar.hu-berlin.de/sutra/workingpaper/wp3/wp3.htm">http://www.agrar.hu-berlin.de/sutra/workingpaper/wp3/wp3.htm</a>  |