



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

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

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

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

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

Maart, S.C., Mußhoff, O., Odening, M., Schade, C.: Zum Desinvestitionsverhalten landwirtschaftlicher Unternehmer: Ergebnisse einer experimentellen Unternehmung. In: Weingarten, P., Banse, M., Gömann, H., Isermeyer, F., Nieberg, H., Offermann, F., Wendt, H.: Möglichkeiten und Grenzen der wissenschaftlichen Politikanalyse. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 46, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (2011), S. 109-122.

ZUM DESINVESTITIONSVERHALTEN LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERNEHMER: ERGEBNISSE EINER EXPERIMENTELLEN UNTERSUCHUNG¹

Syster Christin Maart², Oliver Mußhoff², Martin Odening³, Christian Schade⁴

Zusammenfassung

Die Beschreibung und Analyse agrarstrukturellen Wandels beschäftigt die Agrarökonomik seit langem. Anpassungsprozesse der Agrarstruktur gehen in den meisten Fällen mit Investitionen und Desinvestitionen einher. Dem Verständnis des Investitions- und Desinvestitionsverhaltens landwirtschaftlicher Unternehmerinnen und Unternehmer kommt deshalb eine besondere Bedeutung zu. In diesem Beitrag wird untersucht, inwiefern das klassische Kapitalwertkriterium und der Realloptionsansatz einen Erklärungsbeitrag für das Verhalten landwirtschaftlicher Unternehmer in Desinvestitionssituationen leisten können. Dazu wird ein Desinvestitionsplanungsproblem definiert, für das normative Benchmarks bestimmt werden können. Die Desinvestitionszeitpunkte, die Landwirte in einem anreizkompatiblen Experiment gewählt haben, werden mit den optimalen Desinvestitionszeitpunkten verglichen, die gemäß der klassischen Investitionstheorie und gemäß dem Realloptionsansatz bestimmt wurden. Bei der Bestimmung der normativen Benchmarks wird die individuelle Risikoeinstellung der Teilnehmer berücksichtigt. Die Ergebnisse zeigen, dass der Realloptionsansatz besser als das Kapitalwertkriterium geeignet ist, um das Desinvestitionsverhalten von Landwirten zu erklären.

Keywords

Desinvestition, Realloptionsansatz, Experimentelle Ökonomik

1 Einleitung

Der Strukturwandel in der Landwirtschaft wird wesentlich durch Investitions- und Desinvestitionsentscheidungen landwirtschaftlicher Unternehmerinnen und Unternehmer⁵ beeinflusst. Ein vielfach zu beobachtendes Phänomen in diesem Zusammenhang sind die aus komparativ-statischer Sicht zu zögerlichen Anpassungsprozesse wirtschaftlicher Strukturen. So ist bspw. bekannt, dass Bodenpreise oftmals systematisch über den auf heute bezogenen zukünftigen Rückflüssen aus der Landnutzung liegen (vgl. z.B. Turvey, 2003). In solchen Situationen ist unklar, warum Landwirte weiter produzieren, anstatt ihr Land zu verkaufen.

In der Literatur werden verschiedene Ursachen für dieses beobachtbare Beharrungsvermögen ökonomischer Strukturen diskutiert. Als Erklärungsansätze werden Kapitalmarktunvollkommenheiten, Risikoaversion sowie nicht-monetäre Ziele der Entscheidungsträger (z.B. Traditionen, Normen) angeführt. Eine weitere Erklärung liefert der Realloptionsansatz (ROA; vgl. z.B. Dixit und Pindyck, 1994). Der ROA analysiert irreversible Entscheidungen in einem dy-

¹ Für hilfreiche Kommentare, Anregungen und Kritik danken wir zwei anonymen Gutachtern. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danken wir für finanzielle Unterstützung.

² Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Fakultät für Agrarwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen, Platz der Göttinger Sieben 5, 37073 Göttingen, syster.maart@agr.uni-goettingen.de

³ Department für Agrarökonomie, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Humboldt-Universität zu Berlin, 10115 Berlin

⁴ Institut für Entrepreneurship / Innovationsmanagement, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Humboldt-Universität zu Berlin, 10117 Berlin

⁵ Dem Hinweis eines Gutachters folgend sei darauf hingewiesen, dass nur zur besseren Lesbarkeit im weiteren Verlauf dieses Beitrags auf die explizite Nennung der weiblichen Form verzichtet wird. Wo die männliche Form verwendet wird, ist implizit auch die weibliche Form gemeint.

namisch-stochastischen Kontext. Investitionen und Desinvestitionen, verstanden als Beschaffung bzw. Veräußerung von dauerhaften Produktionsmitteln, sind häufig mit versunkenen Kosten und Unsicherheit behaftet. Hinzu kommt, dass Entscheidungen zugunsten einer Investition oder Desinvestition oftmals zeitlich verschoben werden können. Der ROA bewertet diese Flexibilität und kommt zu Ergebnissen, die sich vom klassischen Kapitalwertkriterium (KWK) unterscheiden. Vereinfacht gesagt wird bei Vorliegen von zeitlicher Flexibilität die Investitionsschwelle im Vergleich zum KWK nach oben und die Desinvestitionsschwelle nach unten verschoben. Für den Begriff „(Des)Investitionsschwelle“ wird vielfach synonym (Des)Investitionstrigger verwendet oder einfach von kritischen Werten für den Investitionsrückfluss gesprochen. Letztlich muss - bezogen auf eine Desinvestition - der Liquidationserlös nicht nur die erwirtschafteten Rückflüsse, sondern auch die Opportunitätskosten bzw. den „Gewinn“ kompensieren, den man erzielen könnte, wenn man die Desinvestition verschieben würde. Dieser Effekt ist besonders ausgeprägt, wenn die Rückflüsse unsicher sind und die Entscheidung in hohem Maße irreversibel ist. Der ROA liefert damit für das Beharrungsvermögen ökonomischer Strukturen neue Argumente. Dixit (1992: 154) spricht in diesem Zusammenhang von „tyranny of the status quo“.

In der Agrarökonomik wird der ROA seit etwa 15 Jahren intensiver untersucht (vgl. z.B. Purvis et al., 1995; Odening et al., 2005). Zahlreiche normative Anwendungen verdeutlichen das Erklärungspotenzial des ROA für ökonomische Trägheit. Außerdem liegen einige Untersuchungen vor, die versuchen, den empirischen Erklärungsgehalt des ROA für beobachtbare Trägheit ökonometrisch zu bestimmen (vgl. z.B. Richards und Green, 2003; Hinrichs et al., 2008 und die dort angegebene Literatur). Eine ökonometrische Validierung, z.B. auf der Basis empirischer Daten realer Betriebe, ist aus mehreren Gründen problematisch: Wie bereits erwähnt, kann das Hinauszögern einer Entscheidung bzgl. investieren oder desinvestieren auch durch andere Faktoren als den Wert unternehmerischer Flexibilität erklärt werden. Die Schwierigkeit liegt in der Trennung unterschiedlicher Einflussfaktoren. Hinzu kommt, dass die Ergebnisse des ROA, wie (Des)Investitionstrigger und Optionswerte, nicht direkt messbar sind. Die experimentelle Untersuchung des ROA stellt einen Weg zur Erhebung von Daten unter kontrollierten Bedingungen dar. Es können Informationen aufgedeckt werden, die sonst verborgen geblieben wären. Damit kann die interne Validität der empirischen Forschung verbessert werden (vgl. Roe und Just, 2009).

Trotz der Relevanz des Themas gibt es bislang in der Agrarökonomik keine und in den allgemeinen Wirtschaftswissenschaften nur sehr wenige experimentelle Untersuchungen zum ROA. In einer Untersuchung von Oprea et al. (2009) wurden die Probanden über mehrere Runden mit unterschiedlichen Investitionsentscheidungen konfrontiert. Nach jeder Runde erhielten sie ein Feedback zu den erzielten Gewinnen der letzten Investitionen. Es wurde analysiert, ob durch Lerneffekte der optimale Ausübungszeitpunkt eher gemäß ROA gewählt wird. Rauchs und Willinger (1996) untersuchten, wie ein steigender Informationsstand über ein Investitionsvorhaben das Verhalten von Entscheidern beeinflusst. Die subjektive Bewertung einer Option wurde von Yavas und Sirmans (2005) analysiert, indem die Teilnehmer ein Angebot abgeben mussten, um das Recht zu erwerben, am Investitionsspiel partizipieren zu dürfen. In allen drei genannten Studien nahmen ausschließlich Studierende an den Experimenten teil. Außerdem wurden nur Investitionsentscheidungen betrachtet. In Sandri et al. (2009) wurde das Desinvestitionsverhalten von Nicht-Unternehmern und Unternehmern untersucht. Dabei wurde aber nicht auf Landwirte fokussiert, die sich möglicherweise durch ein besonderes (z.B. wertbeständigeres) Entscheidungsverhalten auszeichnen. Zudem wurde in dem Experiment zwar die Risikoeinstellung gemessen und als wesentliche Erklärungskomponente für Desinvestitionsentscheidungen identifiziert, aber bei der Bestimmung normativer Vorhersagen (Benchmarks), mit denen die im Experiment beobachteten Entscheidungen kontrastiert werden, Risikoneutralität unterstellt.

In diesem Beitrag wird das Desinvestitionsverhalten von landwirtschaftlichen Unternehmern untersucht, das in anreizkompatiblen Experimenten beobachtet wurde. Konkret wird überprüft, ob das intuitive Verhalten der landwirtschaftlichen Unternehmer, das sie in einem Experiment zeigen, mit dem rationalen Verhalten gemäß KWK oder gemäß ROA (besser) approximiert werden kann. Bei der Bestimmung der normativen Benchmarks wird die individuelle Risikoeinstellung der Teilnehmer explizit berücksichtigt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind u.a. für die Prognose von und die Einflussnahme auf agrarstrukturelle Anpassungsprozesse relevant. Sie könnten erklären, warum bestimmte aus komparativ-statischer Sicht ausreichende Anreize bei Landwirten nicht in gewünschtem Maße Desinvestitionen induzieren.

In Abschnitt 2 werden der theoretische Hintergrund zur Analyse von Desinvestitionsentscheidungen im Rahmen des KWK und des ROA sowie die wichtigsten normativen Aussagen erläutert. Auf dieser Grundlage werden Hypothesen bzgl. des Entscheidungsverhaltens landwirtschaftlicher Unternehmer abgeleitet. Abschnitt 3 beschreibt das Design des ökonomischen Experiments. Die Ergebnisdarstellung erfolgt in Abschnitt 4 anhand einer Überprüfung der Hypothesen aus Abschnitt 2. Der Beitrag endet mit einer Diskussion über Möglichkeiten und Grenzen des empirischen Nachweises des ROA und Perspektiven für die weitere Forschung (Abschnitt 5).

2 Theoretischer Hintergrund und Hypothesengenerierung

Das KWK geht implizit von einer „Jetzt-oder-Nie-Entscheidung“ aus, d.h. es berücksichtigt nicht den Wert unternehmerischer Flexibilität. Der ROA stellt Irreversibilität, Unsicherheit und Flexibilität als wesentliche Determinanten von (Des)Investitionsentscheidungen in den Vordergrund. Dabei setzt sich der Wert einer (Des)Investitionsmöglichkeit aus zwei Komponenten zusammen, nämlich dem inneren Wert und dem Wert des Wartens. Der innere Wert entspricht dem klassischen Kapitalwert. Der Grundgedanke der zweiten Komponente ist, dass unternehmerische Flexibilität bzgl. des Durchführungszeitpunktes von Entscheidungen besteht, die insbesondere unter Unsicherheit und Irreversibilität von Wert ist. Die Summe aus klassischem Kapitalwert und dem Wert des Wartens bezeichnet man als strategischen Kapitalwert oder Optionswert (Trigeorgis, 1996: 124).

Zur Verdeutlichung betrachten wir - ohne Verlust an Allgemeingültigkeit - eine einfache Desinvestitionssituation. Wir gehen von einem bereits bestehenden Projekt mit einer (Rest)Nutzungsdauer von drei Perioden aus. Das Projekt liefert gegenwärtig (Periode 0) einen Cash-Flow von X_0 (z.B. 10). Der Cash-Flow folgt einem binomialen arithmetischen Brownschen Prozess. Das bedeutet, dass in Periode 1 der Cash-Flow mit einer Wahrscheinlichkeit von p (z.B. 50%) um einen Betrag h (z.B. 5) steigt oder mit der Wahrscheinlichkeit $1-p$ um denselben Betrag sinkt. h entspricht der Standardabweichung der Unsicherheitsgröße. Der Cash-Flow kann in Periode 1 damit die Werte $X_0 + h$ und $X_0 - h$ annehmen. In Periode 2 sind ausgehend von den beiden potenziellen Werten in Periode 1 wieder jeweils zwei Cash-Flows möglich. Je nach Ausgangslage kann der Cash-Flow den Wert $X_0 + 2 \cdot h$ mit der Wahrscheinlichkeit p^2 , den Wert $X_0 - 2 \cdot h$ mit der Wahrscheinlichkeit $(1-p)^2$ oder den Wert X_0 mit der Wahrscheinlichkeit $2 \cdot p \cdot (1-p)$ annehmen. Bei Beendigung des Projekts ergibt sich ein Liquidationserlös L (z.B. 110) zusätzlich zu dem Cash-Flow der laufenden Periode. Wenn das Projekt beendet wird, kann es nicht wieder aufgenommen werden, d.h. die Entscheidung ist irreversibel.

Es wird angenommen, dass ein risikoneutraler Entscheider über die sofortige Beendigung des Projekts entscheiden muss. Wird sofort in Periode 0 desinvestiert, ist der Liquidationserlös unverzüglich zu realisieren. Wird nicht sofort desinvestiert, erzielt man den Liquidationserlös am Ende der Nutzungsdauer. Für die Bewertung eines Projekts sind dem KWK folgend der bei sofortiger Desinvestition zu erzielende Liquidationswert $L + X_0$ (z.B.120) und der bei Pro-

jektfortführung erwartete Barwert der Investitionsrückflüsse \hat{C} relevant. Der Wert des Projekts lässt sich wie folgt berechnen:

$$\begin{aligned}\hat{F}_0 &= \max(L + X_0; \hat{C}), \\ \text{mit} \\ \hat{C} &= X_0 + [p \cdot (X_0 + h) + (1 - p) \cdot (X_0 - h)] \cdot q^{-1} \\ &\quad + [p^2 \cdot (X_0 + 2 \cdot h) + 2 \cdot p \cdot (1 - p) \cdot X_0 + (1 - p)^2 \cdot (X_0 - 2 \cdot h) + L] \cdot q^{-2}\end{aligned}\quad (1)$$

\hat{F}_0 kennzeichnet den Kapitalwert, q entspricht $1 + r$ und r ist der risikolose Zinssatz pro Periode (z.B. 10%). Im Beispiel gilt $\hat{C} = 10 + 10 \cdot 1,10^{-1} + 120 \cdot 1,10^{-2} = 118,26$. Damit ist \hat{C} kleiner als $L + X_0 = 120$. Gemäß KWK wäre das Projekt also in Periode 0 zu beenden.

Setzt man den in Gleichung (1) definierten Projektfortführungswert \hat{C} und den Liquidationswert $L + X_0$ gleich und löst nach dem in Periode 0 zu beobachtenden Cash-Flow auf, so ergibt sich für den kritischen Cash-Flow \hat{X}_0 :

$$\hat{X}_0 = L \cdot r - h \cdot (2 \cdot p - 1) \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + q}\right)\quad (2)$$

Das Projekt sollte beendet werden, wenn der in Periode 0 beobachtete Cash-Flow unter den kritischen Cash-Flow fällt. Im Beispiel gilt $\hat{X}_0 = 110 \cdot 0,10 - 5 \cdot 0 = 11$. Da X_0 mit 10 kleiner ist als \hat{X}_0 , sollte unverzüglich desinvestiert werden. Daraus lässt sich folgende Hypothese ableiten:

H1: Das Desinvestitionsverhalten von Landwirten ist konsistent zum KWK.

Nehmen wir nun an, dass ein risikoneutraler Entscheider berücksichtigt, dass das Projekt unverzüglich in Periode 0 *oder* in Periode 1 beendet werden kann. Im letzten potenziellen Desinvestitionszeitpunkt (Periode 1) gilt das KWK analog zu den Gleichungen (1) und (2), da annahmegemäß keine unternehmerische Flexibilität bzgl. des weiteren Hinauszögerns der Desinvestition besteht. Wenn $p = 0,5$ ist und $(X_0 - h) < L \cdot r < (X_0 + h)$ gilt, dann sollte in Periode 1 bei einem ausgehend von Periode 0 absinkenden (ansteigenden) Cash-Flow desinvestiert (nicht desinvestiert) werden. In Periode 0 wird desinvestiert, wenn der zu erzielende Rückfluss den erwarteten Barwert des Projekts bei Fortführung überschreitet. Der Wert des Projekts in Periode 0 lässt sich unter Berücksichtigung der Desinvestitionsmöglichkeit in Periode 1 wie folgt berechnen:

$$\begin{aligned}\tilde{F}_0 &= \max(L + X_0; \tilde{C}), \\ \text{mit} \\ \tilde{C} &= X_0 + [p \cdot (X_0 + h) + (1 - p) \cdot (X_0 - h + L)] \cdot q^{-1} \\ &\quad + [p^2 \cdot (X_0 + 2 \cdot h + L) + p \cdot (1 - p) \cdot (X_0 + L)] \cdot q^{-2}\end{aligned}\quad (3)$$

\tilde{F}_0 bezeichnet den Optionswert, der mindestens so hoch ist wie der klassische Kapitalwert \hat{F}_0 . Im Beispiel gilt $\tilde{C} = 10 + 65 \cdot 1,10^{-1} + 62,5 \cdot 1,10^{-2} = 120,74$, d.h. \tilde{C} ist größer als $L + X_0 = 120$, so dass es vorteilhaft ist, das Projekt in Periode 0 fortzuführen.

Der kritische Desinvestitionstrigger in Periode 0 gemäß ROA kann bestimmt werden, indem man den Projektfortführungswert \tilde{C} und den Liquidationswert $L + X_0$ gleichsetzt und nach \tilde{X}_0 auflöst:

$$\tilde{X}_0 = L \cdot r - h \cdot \left(2 \cdot p - \frac{q}{p + q}\right)\quad (4)$$

Im Beispiel gilt $\tilde{X}_0 = 110 \cdot 0,10 - 5 \cdot 0,31 = 9,44$. Da X_0 mit 10 größer ist als \tilde{X}_0 , sollte mit der Desinvestitionsdurchführung gewartet werden.

Für den Unterschied zwischen beiden Desinvestitionstriggern gilt:

$$\hat{X}_0 - \tilde{X}_0 = \frac{-h \cdot (p-1) \cdot (2 \cdot p + q)}{(q+1) \cdot (p+q)} \geq 0 \quad (5)$$

Wenn $0 < p < 1$, ist \tilde{X}_0 kleiner als \hat{X}_0 . Ein Entscheidungsträger, der sich gemäß ROA verhält, toleriert also vor der Beendigung eines laufenden Projekts niedrigere Cash-Flows als ein Entscheider, der dem KWK folgt und den Wert des Wartens ignoriert. Damit ergibt sich folgende Hypothese:

H2: Das Desinvestitionsverhalten von Landwirten ist konsistent zum ROA.

Vielfach wird betont, dass Unternehmer risikoavers sind. Dies würde das Investitions- und Desinvestitionsverhalten beeinflussen. Die Berücksichtigung der Risikoeinstellung kann in der Investitionsplanung über sicherheitsäquivalente Zahlungsströme oder risikoadjustierte Diskontierungssätze erfolgen. Wenn $r^* > r$ (z.B. $r^* = 15\%$) der risikoadjustierte Diskontierungssatz ist, gilt gemäß KWK für den Desinvestitionstrigger:

$$\hat{X}_0^* = L \cdot r^* - h \cdot (2 \cdot p - 1) \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + q^*}\right) \quad (6)$$

q^* kennzeichnet dabei $1 + r^*$. Im Beispiel gilt $\hat{X}_0^* = 110 \cdot 0,15 - 5 \cdot 0 = 16,50$.

Auch im Zusammenhang mit dem ROA kommt die Risikopräferenz dann zum Tragen, wenn es nicht möglich ist, ein Replikationsportfolio von Vermögenswerten nachzubilden, das den stochastischen Ergebnissen des (Des)Investitionsprojekts entspricht (vgl. HULL, 2000: 201ff). Der Desinvestitionstrigger kann wie folgt berechnet werden:

$$\tilde{X}_0^* = L \cdot r^* - h \cdot \left(2 \cdot p - \frac{q^*}{p + q^*}\right) \quad (7)$$

Im Beispiel gilt $\tilde{X}_0^* = 110 \cdot 0,15 - 5 \cdot 0,30 = 14,98$.

Ein Vergleich der Gleichungen (2) und (4) mit den Gleichungen (6) und (7) zeigt, dass durch Risikoaversion der Desinvestitionstrigger sowohl dem KWK als auch dem ROA folgend erhöht wird. Je ausgeprägter die individuelle Risikoaversion ist, desto größer ist der Desinvestitionstrigger und desto früher wird desinvestiert. Die Hypothese lautet:

H3: Risikoaverse Landwirte desinvestieren früher.

3 Methodische Vorgehensweise

3.1 Design des Experiments

Das Experiment wurde in Anlehnung an SANDRI et al. (2009) aufgebaut und besteht aus drei Teilen: Im ersten Teil findet ein Realoptionsexperiment statt, in dem Landwirte für eine konkret spezifizierte Entscheidungssituation über die (Nicht)Durchführung einer Desinvestition entscheiden sollen. Im zweiten Teil wird eine Holt und Laury Lotterie (HLL) durchgeführt, die der Einschätzung der Risikoeinstellung der Teilnehmer dient. Im dritten Teil werden einige allgemeine Informationen zum Experimentteilnehmer erhoben (z.B. Bildungsstand und Alter). Das Experiment dauert insgesamt etwa 60 Minuten. Um die Teilnahmebereitschaft und Motivation der Probanden zu erhöhen, werden die hypothetischen Desinvestitionsentscheidungssituationen mit tatsächlichen Auszahlungen verbunden. Für das Realoptionsexperiment kann ein zufällig ausgewählter Teilnehmer in Abhängigkeit von seinen Desinvestitionsentscheidungen zwischen 300 und 1 000 € Preisgeld gewinnen. Für die HLL erhält der ausgewählte Proband zusätzlich eine Auszahlung, die von seiner geäußerten Präferenz für oder gegen

gen unterschiedlich riskante, sich gegenseitig ausschließende Handlungsalternativen abhängig ist.

In der HLL werden die Experimentteilnehmer mit zwei Handlungsalternativen konfrontiert (vgl. Holt und Laury, 2002): Sie können mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit p 2 € und mit einer Wahrscheinlichkeit $1 - p$ 1,60 € gewinnen (Handlungsalternative 1). Handlungsalternative 2 liefert mit der gleichen Wahrscheinlichkeit p , mit der bei der ersten Handlungsalternative 2 € erzielt werden, 3,85 € und mit der Wahrscheinlichkeit $1 - p$ 0,10 €. Die Wahrscheinlichkeiten werden systematisch variiert, so dass sich 10 verschiedene Ausgangssituationen ergeben: In der ersten Situation werden die 2 bzw. 3,85 € (1,60 bzw. 0,10 €) mit 10% (90%) Wahrscheinlichkeit, in der zweiten Situation mit 20% (80%) Wahrscheinlichkeit etc. erzielt. Bis zu einer Wahrscheinlichkeit von 40% zu 60% ist der Erwartungswert der (weniger riskanten) Handlungsalternative 1 höher als bei Handlungsalternative 2. Ab einer Wahrscheinlichkeit von 50% zu 50% besitzt die Handlungsalternative 2 den höheren Erwartungswert. Für jede Situation wird der Experimentteilnehmer gebeten, eine Entscheidung zugunsten der Alternative 1 oder der Alternative 2 zu treffen. Aus der Beobachtung, wann der Teilnehmer zur riskanteren Alternative wechselt, wird auf seine individuelle Risikoeinstellung geschlossen. Erfolgt ein Wechsel bspw. beim Übergang von einer Wahrscheinlichkeit von 20% zu 80% zu einer Wahrscheinlichkeit von 30% zu 70%, liegt der HLL-Wert (number of safe choices) bei 2. Ein risikoneutraler Entscheider würde jeweils die Alternative mit dem höheren Erwartungswert wählen. Er müsste also in den ersten vier Situationen Handlungsalternative 1 und danach Handlungsalternative 2 präferieren; ein HLL-Wert von 4 bedeutet Risikoneutralität. Ein HLL-Wert zwischen 0 und 3 kennzeichnet risikosuchende und ein HLL-Wert zwischen 5 und 9 kennzeichnet risikoaverse Entscheider. Die letzte Situation ist ein Test, ob die Teilnehmer die Problemstellung verstanden haben, denn hier ist eindeutig Handlungsalternative 2 zu präferieren.

Im Rahmen des Realoptionsexperiments wird zunächst die konkrete Entscheidungssituation beschrieben, in der über den Desinvestitionszeitpunkt entschieden werden soll. Dabei werden keine Verbindungen zu realistischen Desinvestitionssituationen im Agrarbereich hergestellt (kontextfreies Framing). Es wird eine Situation betrachtet, in der eine Desinvestitionsmöglichkeit über bis zu 10 Perioden hinausgezögert werden kann. Die Aufgabe des Projekts ergibt - unabhängig vom Desinvestitionszeitpunkt - einen Liquidationserlös von 11 000 Punkten. Wurde bis zur Periode 10 noch nicht desinvestiert, so erfolgt eine „Zwangsentzeignung“, d.h. der Teilnehmer bekommt in Periode 10 automatisch den Desinvestitionserlös von 11 000 Punkten. Die Zwangsentzeignung wird deshalb vorgenommen, um den Entscheidungszeitraum für alle Teilnehmer zu begrenzen. Der risikolose Zinssatz wird mit 10% pro Periode vorgegeben.

Die Cash-Flows aus dem bestehenden Projekt sind die einzige Unsicherheitsgröße und folgen einem binomialen arithmetischen Brownschen Prozess mit einer Driftrate von 0 und einer bestimmten Standardabweichung. Es werden zwei Volatilitätsszenarien betrachtet: Eine Standardabweichung von 500 Punkten und eine Standardabweichung von 200 Punkten. Mit welcher der beiden Standardabweichungen der jeweilige Teilnehmer konfrontiert ist, wird zufällig ausgelost. Der Cash-Flow in Periode 0 beträgt jeweils 1 000 Punkte. Zur Visualisierung der Entwicklung der unsicheren Cash-Flows wird ein Binomialbaum angezeigt (vgl. Abbildung 4), der die ausgehend vom jeweiligen Entscheidungszeitpunkt potenziell möglichen Cash-Flows und ihre Eintrittswahrscheinlichkeiten angibt. Die Abbildung 4 ist folgendermaßen zu lesen: In Periode 0 erhält der Teilnehmer 1 000 Punkte. In der nächsten Periode 1 können 1 500 oder 500 Punkte mit einer Wahrscheinlichkeit von jeweils 50% erzielt werden etc.

Entscheidet sich der Teilnehmer in Periode 0 zu desinvestieren, erhält er den anfänglichen Cash-Flow von 1 000 Punkten sowie den Desinvestitionserlös von 11 000 Punkten. Die Cash-

Flow-Entwicklung in den Folgeperioden ist für ihn nicht relevant. Desinvestiert ein Teilnehmer nicht in Periode 0, wird zufällig ausgelost, ob der Cash-Flow in Periode 1 ausgehend vom Wert der vorherigen Periode steigt oder fällt. Außerdem wird der Binomialbaum angepasst. Diese Anpassung bezieht sich zum einen darauf, dass nicht mehr relevante Umweltzustände ausgeblendet werden. Zum anderen werden die Eintrittswahrscheinlichkeiten für die einzelnen zukünftigen Cash-Flows geändert. Wird in Periode 1 desinvestiert, dann ist neben dem aktuellen Cash-Flow der Desinvestitionserlös zu erzielen. Die weitere Cash-Flow-Entwicklung ist irrelevant. Andernfalls wird erneut ausgelost, ob der Cash-Flow in Periode 2 steigt oder fällt etc.

Das Realoptionsexperiment umfasst 20 Wiederholungen, die sich - jeweils ausgehend von einem anfänglichen Cash-Flow in Höhe von 1 000 Punkten - in der realisierten Entwicklung der Cash-Flows unterscheiden. Das potenziell zu erzielende Preisgeld ist an die während des Experiments erzielten Punkte geknüpft. Das Ziel der Teilnehmer besteht daher darin, so viele Punkte wie möglich zu sammeln.

Abbildung 4: Darstellung der potenziellen Wertentwicklung der Unsicherheitsgröße mit Hilfe eines Binomialbaumes (Standardabweichung: 500 Punkte)

| Periode 0 | Periode 1 | Periode 2 | Periode 3 | Periode 4 | Periode 5 | Periode 6 | Periode 7 | Periode 8 | Periode 9 | Periode 10 |
|-----------|--------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
| | | | | | | | | | | 6 000 0,1% |
| | | | | | | | | | 5 500 0,2% | 5 000 0,98% |
| | | | | | | | 4 500 0,78% | 5 000 0,39% | 4 500 1,76% | 4 000 4,39% |
| | | | | | | 3 500 3,13% | 4 000 1,56% | 4 000 3,13% | 3 500 7,03% | 3 000 11,72% |
| | | | 2 500 12,5% | 2 000 6,25% | 2 500 15,63% | 3 000 6,25% | 3 500 3,13% | 3 000 9,38% | 2 500 16,41% | 2 000 31,25% |
| | | 2 000 25% | 1 500 37,5% | 2 000 25% | 1 500 37,5% | 2 000 31,25% | 2 500 16,41% | 2 000 27,34% | 1 500 24,61% | 1 000 20,51% |
| | 1 500 50% | 1 000 25% | 1 500 37,5% | 1 000 37,5% | 1 500 31,25% | 1 000 23,44% | 1 500 16,41% | 1 000 21,88% | 500 24,61% | 0 20,51% |
| | 500 50% | 0 25% | 500 37,5% | 0 25% | 500 31,25% | 0 23,44% | 500 27,34% | 0 21,88% | 500 24,61% | 0 20,51% |
| 1 000 | | | -500 12,5% | 0 25% | -500 15,63% | -1 000 6,25% | -1 000 15,63% | -1 000 10,94% | -500 16,41% | -1 500 11,72% |
| | | | | | | | | | | -2 000 4,39% |
| | | | | | | | | | | -2 500 0,98% |
| | | | | | | | | | | -3 000 0,98% |
| | | | | | | | | | | -4 000 0,1% |

Quelle: Eigene Darstellung

Nach der Beschreibung des Experiments wird über Kontrollfragen sichergestellt, dass die Experimentteilnehmer die Entscheidungssituation verstanden haben. Außerdem wird vor Beginn des Experiments eine Proberunde durchgeführt, die den Teilnehmern zusätzliche Intuition zu den Abläufen des Realoptionsexperiments vermitteln soll. Ein Feedback zu den erzielten Punkten wird lediglich in der Proberunde gegeben. Die zufälligen Entwicklungspfade für die Unsicherheitsgröße und ausbleibende Feedbacks vermeiden, dass durch Lerneffekte und Erfahrungswerte der vorherigen Runden die Entscheidungen der nächsten Wiederholung beeinflusst werden.

Das Experiment wurde im Jahr 2009 als Onlineexperiment durchgeführt. An dem Experiment haben 63 landwirtschaftliche Unternehmer teilgenommen. Über das Alumni-Netzwerk der Georg-August-Universität Göttingen und der Humboldt-Universität zu Berlin wurden aktive Landwirte eingeladen, an dem Onlineexperiment teilzunehmen. Die Landwirte wurden zusätzlich gebeten, ggf. weitere Berufskollegen auf das Experiment hinzuweisen. Für die Auswertung stehen damit 1 260 Entscheidungen (20 Wiederholungen für jeden der 63 Teilnehmer) zur Verfügung.

3.2 Bestimmung der normativen Benchmarks

Um die in Abschnitt 0 abgeleiteten Hypothesen untersuchen zu können, sind die normativen Benchmarks zu ermitteln. Zur Berücksichtigung der individuellen Risikoeinstellung der Teilnehmer bilden die Ergebnisse der HLL die Grundlage.

Wir gehen - HOLT und LAURY (2002) - folgend von einer Potenz-Risikonutzenfunktion aus, die abnehmende absolute und konstante relative Risikoaversion impliziert:

$$U(X) = X^{1-\theta} \quad (8)$$

Dabei kennzeichnet U den Nutzen und θ den Risikoaversionskoeffizienten. Für risikoaverse Entscheider gilt $\theta > 0$. Unter Maßgabe der in Gleichung (8) definierten Risikonutzenfunktion kann für jede der 10 Situationen der HLL ein kritischer Risikoaversionskoeffizient bestimmt werden, bei dem die beiden zur Auswahl stehenden Handlungsalternativen den gleichen erwarteten Nutzen haben. So ergibt sich bspw. für die Situation 1 ein kritischer Risikoaversionskoeffizient in Höhe von $-1,713$. In der HLL wird die Situation bestimmt, ab der ein Entscheider von der weniger riskanten zur riskanteren Handlungsalternative wechselt. Der sich daraus ergebende HLL-Wert korrespondiert mit einem bestimmten kritischen Risikoaversionskoeffizienten.

Die Potenz-Risikonutzenfunktion (Gleichung (8)) mit dem aus der HLL abgeleiteten Risikoaversionskoeffizienten θ kann genutzt werden, um das Sicherheitsäquivalent $S\bar{A}$ eines unsicheren Ergebnisses einer Handlung zu bestimmen:

$$X(U) = U^{\frac{-1}{\theta-1}} \Leftrightarrow X[E(U(X))] = E[U(X)]^{\frac{-1}{\theta-1}} = S\bar{A} \quad (9)$$

Dabei kennzeichnet $E(\cdot)$ den Erwartungsoperator. Es ist zu beachten, dass das Sicherheitsäquivalent vom Niveau der Unsicherheitsvariablen X abhängig ist.

Um bei der Bestimmung der normativen Benchmarks für die im Realloptionsexperiment untersuchte Desinvestitionsentscheidung die Risikoeinstellung des Entscheiders zu berücksichtigen, könnte man anstelle der unsicheren Cash-Flows auf die gemäß Gleichung (9) zu berechnenden Sicherheitsäquivalente zurückgreifen und darauf den risikolosen Zinssatz anwenden. Äquivalent dazu könnte man mit einem risikoadjustierten Diskontierungssatz und den erwarteten Cash-Flows arbeiten. Der Barwert des Sicherheitsäquivalents $S\bar{A}_0$ eines Wertes zu einem zukünftigen Zeitpunkt N kann wie folgt bestimmt werden:

$$S\bar{A}_0 = S\bar{A}_N \cdot (1+r)^{-N} = [E(X_N) - RP_N] \cdot (1+r)^{-N} \quad (10)$$

Dabei kennzeichnet RP die Risikoprämie. Ausgehend von Gleichung (10) kann man den Zu- oder Abschlag auf den risikolosen Zinssatz v ableiten:

$$\begin{aligned} [E(X_N) - RP_N] \cdot (1+r)^{-N} &= E(X_N) \cdot (1+r+v)^{-N} \\ \Rightarrow v &= (1+r) \cdot \left[\frac{E(X_N)}{E(X_N) - RP_N} \right]^{1/N} - 1 \end{aligned} \quad (11)$$

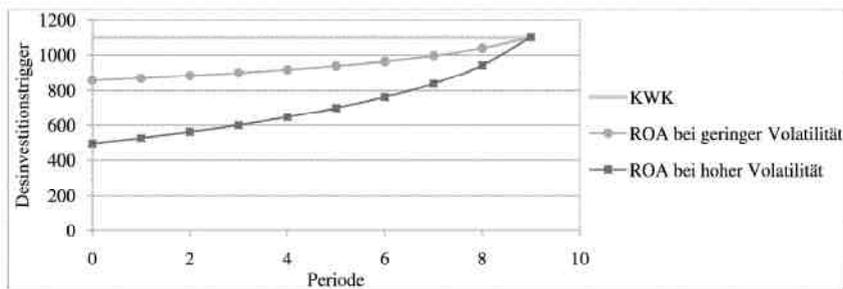
$r+v$ entspricht dem risikoadjustierten Zinssatz. Es ist zu beachten, dass der Zu- oder Abschlag v , der auf den risikolosen Zinssatz r vorzunehmen ist, sowohl vom Niveau der Unsicherheitsgröße als auch von der Länge des Diskontierungszeitraums abhängt.

Die normative Benchmark für das KWK kann gemäß Gleichung (6) berechnet werden. Der kritische Ausübungspfad gemäß ROA wird im Rahmen einer rückwärts-rekursiven dynamischen Programmierung ermittelt (vgl. z.B. TRIGEORGIS, 1996: 312). Dabei bildet der Binomialbaum, der die Entwicklung der unsicheren Cash-Flows beschreibt (vgl. Abbildung 4), den Ausgangspunkt. Die Tatsache, dass das Sicherheitsäquivalent und der risikoadjustierte Zinssatz nicht konstant sind, würde allerdings zu nicht rekombinierenden Binomialbäumen für den Barwert des Projekts führen. In nicht rekombinierenden Binomialbäumen wächst die Zahl der

potenziellen Umweltzustände exponentiell mit zusätzlichen Zeitschritten, so dass sie nicht handhabbar sind (vgl. z.B. HARDAKER et al., 2004: 203). Deshalb werden aus Vereinfachungsgründen zum einen die beiden potenziellen Cash-Flows, die im Realoptionsexperiment ausgehend vom Startwert in Höhe von 1 000 im jeweiligen Volatilitätsszenario möglich sind (1 500 oder 500 im Szenario mit einer Volatilität von 500 bzw. 1 200 oder 800 im Szenario mit einer Volatilität von 200), als Grundlage für die Bestimmung der Risikoprämie genutzt. Zum anderen wird der risikoadjustierte Zinssatz verwendet, der für einen mittleren Diskontierungszeitraum von fünf Perioden gilt. Damit ergeben sich 18 verschiedene Diskontierungssätze: Für jeden der neun relevanten HLL-Werte gilt in jedem der beiden Volatilitätsszenarien jeweils ein unterschiedlicher Zinssatz. Bei einem risikolosen Zinssatz von 10% liegt der risikoadjustierte Zinssatz im Szenario mit hoher Volatilität zwischen 6,4% (HLL-Wert = 1) und 14,5% (HLL-Wert = 9) und im Szenario mit geringer Volatilität zwischen 9,3% (HLL-Wert = 1) und 10,6% (HLL-Wert = 9).

In Abbildung 5 sind exemplarisch die desinvestitionsauslösenden Cash-Flows für einen *risikoneutralen* Entscheider dargestellt.

Abbildung 5: Normativ bestimmte Desinvestitionstrigger für einen risikoneutralen Entscheider

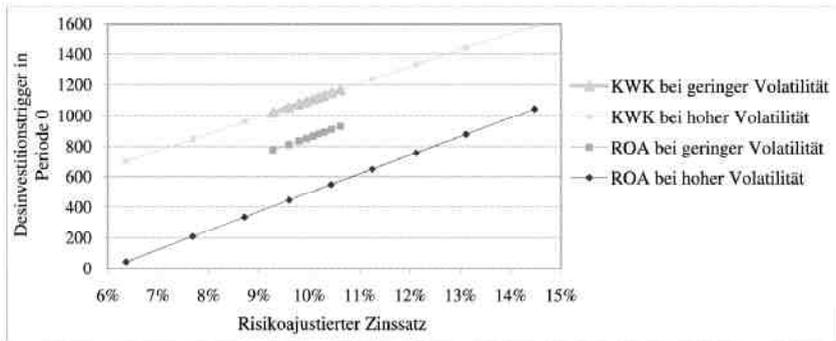


Quelle: Eigene Darstellung

Für das KWK entspricht der desinvestitionsauslösende Cash-Flow dem mit dem risikolosen Zinssatz verrenteten Liquidationserlös (vgl. Gleichung (2)) und beträgt 1 100 Punkte. Die Desinvestitionstrigger gemäß ROA liegen für einen risikoneutralen Entscheider z.T. deutlich unter denen des KWK. Die Desinvestitionstrigger steigen mit der Periodenzahl exponentiell an. Dies ist darin begründet, dass der Wert des Wartens mit kürzer werdender Restlaufzeit sinkt. Im letzten potenziellen Desinvestitionszeitpunkt (Periode 9) entsprechen sich die Trigger gemäß KWK und ROA. Der Ausübungspfad bei hoher Volatilität liegt - bildlich gesprochen - unterhalb des Pfades bei niedriger Volatilität. Die Ausführungen zur Benchmark eines risikoneutralen Entscheiders gelten analog auch für die Benchmarks risikoaverser und risikosuchender Entscheider.

In Abbildung 6 sind die desinvestitionsauslösenden Cash-Flows *in Periode 0* für unterschiedliche risikoadjustierte Zinssätze angezeigt. Es wird deutlich, dass der kritische Cash-Flow mit zunehmendem Diskontierungssatz und damit mit stärkerer Risikoaversion ansteigt, d.h. c.p. früher desinvestiert wird.

Abbildung 6: Normativ bestimmte Desinvestitionstrigger in Periode 0 für unterschiedliche risikoadjustierte Zinssätze



Quelle: Eigene Darstellung

Unter Rückgriff auf die normativen Benchmarks kann für jeden im Experiment realisierten Entwicklungspfad der Cash-Flows entscheiderspezifisch der optimale Desinvestitionszeitpunkt gemäß KWK und ROA ermittelt werden. Der optimale Desinvestitionszeitpunkt kann mit den tatsächlich gewählten Desinvestitionszeitpunkten der Experimenteinteilnehmer kontrastiert werden.

4 Ergebnisse

Tabelle 9 enthält die Mittelwerte und die Standardabweichungen ausgewählter für die Auswertung relevanter Größen.

Tabelle 9: Deskriptive Statistik

| Variablen | Hohe Volatilität (N=30) | | Geringe Volatilität (N=33) | | Gesamt (N=63) | |
|--|-------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|---------------|--------------------|
| | Mittelwert | Standardabweichung | Mittelwert | Standardabweichung | Mittelwert | Standardabweichung |
| Normativ bestimmter Desinvestitionszeitpunkt gemäß KWK | 0,913 | 2,525 | 0 | 0 | 0,435 | 1,801 |
| Normativ bestimmter Desinvestitionszeitpunkt gemäß ROA | 4,777 | 3,807 | 4,124 | 3,758 | 4,435 | 3,794 |
| Experimentell beobachteter Desinvestitionszeitpunkt | 6,412 | 3,448 | 6,091 | 3,734 | 6,244 | 3,603 |
| Risikoeinstellung des Teilnehmers ^{a)} | 4,930 | 1,946 | 5,090 | 1,684 | 5,020 | 1,800 |
| Alter | 30 | 10 | 31 | 11 | 30 | 10 |
| Prozentualer Anteil studierter Landwirte | 72,41 | – | 81,25 | – | 77,05 | – |
| Prozentualer Anteil weiblicher Teilnehmerinnen | 24,14 | – | 21,88 | – | 22,95 | – |

Quelle: Eigene Darstellung ^{a)} Im Experiment wurde ein HLL-Wert von 0 (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) für 0 (1, 2, 9, 15, 15, 9, 3, 7, 2, 0) Teilnehmer bestimmt.

Für jeden der 1 260 Pfade, die während des Experiments mit den 63 Landwirten realisiert wurden, wurde der optimale Desinvestitionszeitpunkt gemäß KWK und gemäß ROA bestimmt. Die Grundlage bildet die Benchmark, die sowohl vom Volatilitätsszenario als auch vom HLL-Wert und damit vom individuellen risikoadjustierten Zinssatz abhängig ist. Unter

den getroffenen Annahmen sollte gemäß KWK (ROA) im Szenario mit hoher Volatilität im Durchschnitt in Periode 0,913 (4,777) und im Szenario mit niedriger Volatilität in Periode 0,000 (4,124) desinvestiert werden.

Test H1

In Periode 0 liegt der tatsächlich beobachtete Cash-Flow bei 1 000 Punkten. Gemäß KWK sollte unter den getroffenen Annahmen bei einem risikoadjustierten Zinssatz von größer 9,09% unverzüglich desinvestiert werden. Ein Zinssatz in Höhe von 9,09% wird im Szenario mit hoher Volatilität bei einem HLL-Wert von größer 3 und im Szenario mit geringer Volatilität bei einem HLL-Wert von größer 0 überschritten. Mit anderen Worten: Im Szenario mit geringer Volatilität sollten alle Teilnehmer gemäß KWK unabhängig von ihrer Risikoeinstellung in Periode 0 desinvestieren. Im Szenario mit hoher Volatilität sollten risikosuchende Entscheider zunächst die weitere Entwicklung des Cash-Flows abwarten. Von den 30 Landwirten, die mit dem Szenario mit hoher Volatilität konfrontiert wurden, hätten 6 aufgrund ihrer Risikoeinstellung die Desinvestition nicht in Periode 0 vornehmen sollen.

Im Durchschnitt der 1 260 experimentell beobachteten Entscheidungen warten die Landwirte mit ihrer Desinvestitionsentscheidung im Vergleich zum gemäß KWK optimalen Verhalten 5,809 Perioden zu lang. Mit anderen Worten: Landwirte desinvestieren nicht schon dann, wenn der Liquidationserlös gerade den unter Rückgriff auf den risikoadjustierten Zinssatz berechneten Barwert der Investitionsrückflüsse überschreitet. Ein Mittelwertvergleich zeigt, dass die gemäß Kolmogorov-Smirnov-Test normalverteilten Abweichungen zwischen den im Experiment beobachteten und den normativ bestimmten Desinvestitionszeitpunkten signifikant verschieden von Null sind ($p\text{-value} < 0,001$; zweiseitiger t-Test). Das bedeutet, dass das Entscheidungsverhalten der landwirtschaftlichen Unternehmer nicht mit dem KWK in Einklang steht und die Gültigkeit von H1 nicht nachgewiesen werden kann. Die Landwirte folgen nur in 8,1% der Fälle dem KWK, d.h. desinvestieren in der gemäß KWK optimalen Periode. In 90,2% (1,7%) der Fälle desinvestieren die Teilnehmer im Vergleich zum KWK zu spät (zu früh).

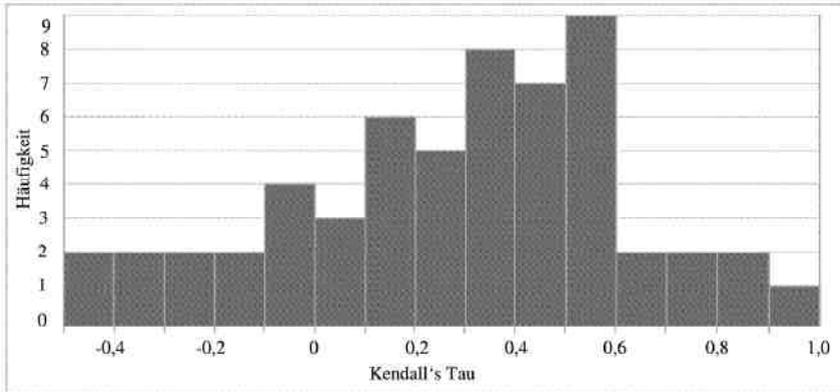
Test H2

Im Folgenden wird der ROA auf Konsistenz geprüft. Die durchschnittliche Abweichung der tatsächlichen von den optimalen Desinvestitionszeitpunkten gemäß ROA liegt bei 1,809 Perioden. Ein Mittelwertvergleich zeigt, dass die gemäß Kolmogorov-Smirnov-Test normalverteilten Abweichungen signifikant verschieden von Null sind ($p\text{-value} < 0,001$; zweiseitiger t-Test). Das Entscheidungsverhalten der Landwirte im Experiment kann also auch durch den ROA nicht zutreffend beschrieben werden, d.h. die Gültigkeit von H2 ist nicht nachzuweisen. Allerdings liegt die Trefferquote beim ROA bei 26,1%, d.h. in mehr als einem Viertel der Fälle folgen die Teilnehmer exakt der ROA-Benchmark. In 51,8% (22,1%) der Fälle wurde später (früher) desinvestiert als es nach dem ROA optimal wäre.

Um den Erklärungsgehalt des ROA weiterführend zu untersuchen, sind in Abbildung 7 die individuellen Rangkorrelationskoeffizienten (Kendall's Tau) zwischen den optimalen Desinvestitionszeitpunkten gemäß ROA und dem experimentell beobachteten Desinvestitionsverhalten dargestellt.⁶

⁶ Eine Rangkorrelationsanalyse zwischen dem optimalen Desinvestitionszeitpunkt gemäß KWK und dem experimentell beobachteten Verhalten ist zur Überprüfung der H1 nicht anwendbar. Der gemäß KWK optimale Desinvestitionszeitpunkt ist unter den getroffenen Annahmen nur für sechs Teilnehmer von Periode 0 verschieden. In den anderen 57 Fällen können keine Ränge gebildet werden.

Abbildung 7: Zusammenhang zwischen optimalem Desinvestitionszeitpunkt gemäß ROA und experimentell beobachtetem Verhalten für die einzelnen Individuen



Quelle: Eigene Darstellung

Der individuelle Kendall's Tau ist in 87,9% der Fälle positiv und zudem in 53,5% der Fälle mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% signifikant. Im Mittel aller Teilnehmer liegt der individuelle Kendall's Tau bei 0,291. Über alle 1 260 Spielentscheidungen ergibt sich ein Kendall's Tau von 0,170. Dieser Koeffizient ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1% signifikant. Es besteht also ein Zusammenhang zwischen beobachteten und optimalen Desinvestitionszeitpunkten gemäß ROA.

Mit Blick auf den Vergleich zwischen KWK und ROA ist Folgendes zu sagen: Die Trefferquote ist beim ROA mehr als dreimal so hoch wie beim KWK (26,1% vs. 8,1%) und signifikant verschieden ($p\text{-value} < 0,001$; zweiseitiger McNemar-Test). Außerdem ist die durchschnittliche Abweichung der tatsächlichen von den optimalen Desinvestitionszeitpunkten gemäß ROA viel kleiner als beim KWK (1,809 vs. 5,809 Perioden). Ein Mittelwertvergleich zeigt, dass die Abweichungen zwischen dem tatsächlichen und den gemäß KWK prognostizierten Desinvestitionszeitpunkten signifikant höher sind als beim ROA ($p\text{-value} < 0,001$; einseitiger t-Test). Zusammengefasst bedeutet dies, dass der ROA zwar nicht in der Lage ist, das Desinvestitionsverhalten, das Landwirte im Experiment zeigen, zutreffend zu beschreiben. Allerdings kann mit Hilfe des ROA das Desinvestitionsverhalten signifikant besser approximiert werden als mit dem KWK.

Test H3

Zur Einschätzung der individuellen Risikopräferenz dient die HLL. Zur Überprüfung der Hypothese, dass risikoaverse Entscheider früher desinvestieren, sind in Tabelle 10 die Ergebnisse einer multiplen linearen Regressionsanalyse angezeigt, bei der der HLL-Wert einen Regressor darstellt. Der tatsächliche Desinvestitionszeitpunkt, der im Durchschnitt der 20 Wiederholungen für den jeweiligen Experimenteilnehmer festgestellt wurde, stellt die abhängige Variable dar.

Es zeigt sich, dass die Konstante signifikant verschieden von Null ist. Weiterhin besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem individuell beobachteten Desinvestitionszeitpunkt und der Risikoeinstellung des Entscheiders. Das negative Vorzeichen des Koeffizienten für den HLL-Wert verdeutlicht, dass mit einem größeren HLL-Wert und damit mit steigender Risikoaversion früher desinvestiert wird. Dies bedeutet für H3, dass risikoaverse Entscheider tatsächlich früher desinvestieren als weniger risikoaverse. Der Einfluss des Alters, des Bil-

dungsstandes und des Geschlechts des Landwirts auf den tatsächlich beobachteten Desinvestitionszeitpunkt ist nicht signifikant. Dies gilt auch für die Volatilität.⁷

Tabelle 10: Erklärung der tatsächlichen mittleren individuellen Desinvestitionszeitpunkte (N=63)^{a)}

| Parameter | Koeffizient | t-Wert | p-Value |
|--|-------------|--------|---------|
| Konstante | 7,124 | 3,265 | 0,002 |
| HLL-Wert | -0,448 | -2,568 | 0,013 |
| Alter | -0,008 | -0,226 | 0,822 |
| Studium (0: nicht studiert, 1: studiert) | 0,987 | 1,126 | 0,265 |
| Geschlecht (0: weiblich, 1: männlich) | 0,552 | 0,753 | 0,455 |
| Volatilität | 0,287 | 0,472 | 0,639 |

Quelle: Eigene Darstellung

^{a)} $R^2 = 0,130$; F-Wert = 1,649.

5 Diskussion und Schlussfolgerungen

Desinvestitionen stellen wichtige unternehmerische Entscheidungen im strategischen Management landwirtschaftlicher Unternehmen dar. Dies gilt insbesondere, weil sie oftmals irreversibel sind. Die Analyse von Desinvestitionsentscheidungen ist auch für das Verständnis und die Prognose von (Agrar)Strukturwandel sehr bedeutsam. Trotzdem wurden Desinvestitionsentscheidungen bislang nicht umfassend untersucht. Der vorliegende Beitrag analysiert experimentell das Desinvestitionsverhalten landwirtschaftlicher Unternehmer. Dazu wird das in anreizkompatiblen Experimenten beobachtete Desinvestitionsverhalten mit normativen Benchmarks kontrastiert, die unter Berücksichtigung der individuellen Risikoeinstellung des Entscheiders aus dem KWK oder dem ROA abgeleitet wurden.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass landwirtschaftliche Unternehmer im Mittel sehr viel länger mit der Durchführung einer Desinvestition warten, als gemäß KWK zu erwarten wäre. Statistische Tests zeigen, dass Landwirte nicht in Einklang mit dem KWK handeln. Gleichzeitig wird deutlich, dass die Landwirte auch signifikant länger warten, als gemäß ROA anzuraten wäre. Allerdings bestehen signifikante Korrelationen zwischen den tatsächlichen Desinvestitionsentscheidungen landwirtschaftlicher Unternehmer und dem vorhergesagten Desinvestitionsverhalten gemäß ROA. Außerdem ist der ROA signifikant besser geeignet, das Desinvestitionsverhalten von Landwirten zu erklären, als das KWK. Weiterhin wird deutlich, dass die Landwirte umso eher desinvestieren, desto höher ihre individuelle Risikoaversion ist.

Auch wenn der ROA das Verhalten der landwirtschaftlichen Unternehmer besser erklärt als das KWK, ist eine im Vergleich zum KWK ausschließlich um den Wert des Wartens erweiterte Erklärung von Desinvestitionsentscheidungen nicht ausreichend. Damit stellt sich die Frage, welche weiteren Einflussfaktoren bei Desinvestitionsentscheidungen relevant sind. Eine Erklärung könnte im „Status quo bias“ liegen, d.h. darin, dass ggf. sogar negative Rückflüsse der Investition in Kauf genommen werden, um am bewährten und traditionellen Wirtschaften festhalten zu können (BURMEISTER und SCHADE, 2007). Ob dies auch für Landwirte zutrifft, wäre in weiterführenden Experimenten zu untersuchen. Außerdem wäre der Framing-Effekt zu analysieren. Dazu müsste man im Experiment eine realistische Desinvestitionssituation aus dem Agrarbereich beschreiben und die tatsächlichen Desinvestitionsentscheidungen im neutral geframten Experiment und im Experiment mit Kontextbezug vergleichen. Ebenfalls interessant ist die Frage, ob unterschiedliche Gruppen von Experimententeilnehmern (z.B.

⁷ Mit Blick auf die Wirkung der Volatilität auf den optimalen Desinvestitionszeitpunkt sind zwei Effekte zu beachten: Bei einer höheren Volatilität gelten niedrigere Desinvestitionstrigger. Gleichzeitig sind bei höherer Volatilität die Schwankungen der Unsicherheitsgröße größer, was die Wahrscheinlichkeit für das Erreichen niedrigerer Trigger erhöht.

Landwirte vs. Studenten, Entscheider in Industrie- vs. Entscheider in Entwicklungsländern) ähnliche Verhaltensmuster zeigen.

Literatur

- BURMEISTER, K. und SCHADE, C. (2007): Are Entrepreneurs' Decisions More Biased? An Experimental Investigation of the Susceptibility to Status Quo Bias. *Journal of Business Venturing*, 22: 340-362.
- DIXIT, A.K. (1992): Investment and Hysteresis. *Journal of Economic Perspectives*, 6: 107-32.
- DIXIT, A.K. und PINDYCK, R.S. (1994): *Investment under Uncertainty*. Princeton University Press, Princeton.
- HARDAKER, J.B., HUIRNE, R.B.M., ANDERSON, J.R. und LIEN, G. (2004). *Coping with Risk in Agriculture*. CAB International, Wallingford.
- HINRICHS, J., MUBHOFF, O. und ODENING, M. (2008): Economic Hysteresis in Hog Production. *Applied Economics*, 40: 333-340.
- HOLT, C. A. und LAURY, S. K. (2002): Risk Aversion and Incentive Effects. *American Economic Review*, 92: 1644 - 1655.
- HULL, J.C. (2000): *Options, Futures, and Other Derivatives*. Prentice-Hall, Toronto.
- ODENING, M., MUBHOFF, O. und BALMANN, A. (2005): Investment Decisions in Hog Finishing: an Application of the Real Options Approach. *Agricultural Economics*, 32: 47-60.
- OPREA, R., FRIEDMAN D. und ANDERSON, S. T. (2009): Learning to Wait: A Laboratory Investigation. *Review of Economic Studies*, 76: 1103-1124.
- PURVIS, A., BOGGESE, W.G., MOSS, C.B. und HOLT, J. (1995): Technology Adoption Decisions Under Irreversibility and Uncertainty: An Ex Ante Approach. *American Journal of Agricultural Economics*, 77: 541-551.
- RAUCHS, A. und WILLINGER, M. (1996): Experimental Evidence on the Irreversibility Effect. *Decision and Theory*, 40: 51-78.
- RICHARDS, T.J. und GREEN, G. (2003): Economic Hysteresis in Variety Selection. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 35: 1-14.
- ROE, B.E. und JUST, D.R. (2009): Internal and External Validity in Economics Research: Tradeoffs between Experiments, Field Experiments, Natural Experiments and Field Data. *American Journal of Agricultural Economics* 91: 1266-1271.
- SANDRI, S., SCHADE, C., MUBHOFF, O. und ODENING, M. (2009): Holding on for too Long? - An Experimental Study on Inertia in Entrepreneurs' and Non-entrepreneurs' Disinvestment Choices. SiAg Working Paper Nr. 2, Humboldt-Universität zu Berlin.
- TRIGEORGIS, L. (1996): *Real Options*. MIT Press, Cambridge.
- TURVEY, C.G. (2003): Can Hysteresis and Real Options Explain the Farmland Valuation Puzzle? In *Government Policy and Farmland Markets: The Maintenance of Farmer Wealth*, A.B. Moss and A. Schmitz, eds. Ames, IA: Iowa State University Press.
- YAVAS, A. und SIRMANS, C.F. (2005): Real Options. Experimental Evidence. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 31: 27-52.