

Optimaler Desinvestitionszeitpunkt für landwirtschaftliche Betriebe:

- Ergebnisse einer experimentellen Untersuchung -



Masterarbeit

im wissenschaftlichen Studiengang Agrarwissenschaften

an der Georg-August-Universität Göttingen,

Fakultät für Agrarwissenschaften

Studienrichtung: Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus

1. Prüfer: Prof. Dr. Oliver Mußhoff

2. Prüfer: Prof. Dr. Martin Odening

Abgabetermin: 10. Februar 2010

angefertigt im: Department für Agrarökonomie und RURALE Entwicklung,
Arbeitsbereich Landwirtschaftliche Betriebslehre

Matrikelnummer: 20 55 18 24

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1. Einleitung	1
2. Theoretischer Hintergrund und Hypothesengenerierung	3
3. Design des Experiments	7
4. Ergebnisse	10
5. Diskussion und Schlussfolgerung	16
Literatur	17

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung der potenziellen Wertentwicklung der Unsicherheitsgröße mit Hilfe eines Binomialbaumes (Standardabweichung 500)	8
Abbildung 2: Normativ bestimmte Desinvestitionstrigger	10
Abbildung 3: Zusammenhang zwischen dem optimalen Desinvestitionszeitpunkt gemäß ROA und dem experimentell beobachteten Verhalten	13
Abbildung 4: Normativ bestimmte und experimentell beobachtete Desinvestitionstrigger	13
Abbildung 5: Einfluss der individuellen Risikoeinstellung auf die Abweichungen zwischen den beobachteten Desinvestitionszeitpunkten und den Benchmarks	15

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Deskriptive Statistik	11
Tabelle 2: Gültigkeit der normativen Verhaltenshypothesen	11
Tabelle 3: Erklärung der tatsächlichen mittleren individuellen Desinvestitionszeitpunkte	15

OPTIMALER DESINVESTITIONSZEITPUNKT FÜR LANDWIRTSCHAFTLICHE BETRIEBE: ERGEBNISSE EINER EXPERIMENTELLEN UNTERSUCHUNG

Zusammenfassung

Die Beschreibung und Analyse agrarstrukturellen Wandels beschäftigt Agrarökonomen seit langem. Anpassungsprozesse der Agrarstruktur gehen in den meisten Fällen mit Investitionen und Desinvestitionen einher. Dem Verständnis des Investitions- und Desinvestitionsverhaltens der Landwirte kommt deshalb eine besondere Bedeutung zu. In diesem Beitrag wird untersucht, inwiefern der Realloptionsansatz einen Erklärungsbeitrag für das Verhalten landwirtschaftlicher Unternehmer in Desinvestitionssituationen leisten kann. Dazu wird ein vergleichsweise einfaches Desinvestitionsplanungsproblem definiert, für das normative Benchmarks bestimmt werden können. Die im Experiment beobachteten Desinvestitionszeitpunkte von Landwirten werden mit den optimalen Desinvestitionszeitpunkten gemäß klassischer Investitionstheorie und gemäß Realloptionsansatz verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass das Kapitalwertkriterium nicht geeignet ist, das beobachtete Desinvestitionsverhalten zu erklären. Allerdings können signifikante Korrelationen zwischen dem beobachteten Verhalten und den theoretischen Vorhersagen des Realloptionsansatzes nachgewiesen werden.

Keywords

Desinvestition, Realloptionsansatz, Experimentelle Ökonomik.

1. Einleitung

Der Strukturwandel in der Landwirtschaft wird wesentlich durch Investitions- und Desinvestitionsentscheidungen landwirtschaftlicher Unternehmer 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 annualisierten Rückflüssen aus der Landnutzung liegen (vgl. z.B. TURVEY, 2002). In solchen Situationen ist unklar, warum Landwirte weiter produzieren, anstatt ihr Land zu verkaufen.

Es wurden bereits verschiedene Ursachen für ökonomische Hysterese diskutiert. Zwei Erklärungsansätze stellen finanzielle Zwänge und nicht-monetäre Ziele (z.B. Traditionen, Normen) der Entscheidungsträger dar. Einen alternativen Erklärungsansatz liefert der Realloptionsansatz (ROA; vgl. z.B. DIXIT und PINDYCK, 1994). Der ROA analysiert irreversible Entscheidungen in einem dynamisch-stochastischen Kontext. Investitionen und Desinvestitionen sind häufig mit versunkenen Kosten und Unsicherheit behaftet. Hinzu kommt, dass Entscheidungs-

gen 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. 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 Agrarökonomie wird der ROA seit etwa 15 Jahren intensiver untersucht (vgl. z.B. PURVIS et al., 1995; ODENING et al., 2005). Zahlreiche vorliegende normative Anwendungen verdeutlichen das Erklärungspotenzial des ROA für ökonomische Hysterese. Außerdem liegen einige Untersuchungen vor, die versuchen, den Erklärungsgehalt des ROA für beobachtbare Hysterese ökonometrisch zu bestimmen (vgl. z.B. RICHARDS und GREEN, 2003; HINRICHS et al., 2008 und die dort angegebene Literatur). Eine empirisch-ökonometrische Validierung, z.B. auf der Basis realwirtschaftlich beobachtbarer Paneldaten, 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. Dabei können Variablen aufgedeckt werden, die sonst verborgen geblieben wären.

Trotz der Relevanz des Themas gibt es bislang in der Agrarökonomie 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 Teil-

nehmer ein Angebot abgeben mussten, um sich das Recht zu erwerben, am Investitionsspiel partizipieren zu dürfen. In allen drei genannten Studien nahmen ausschließlich Studierende an den Experimenten teil.

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 in einem Realoptionsexperiment mit dem rationalen Verhalten gemäß KWK oder gemäß ROA approximiert werden kann. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind u.a. für die Politikfolgenabschätzung im Zusammenhang mit Programmen zur Förderung der Hofauf- oder -übergabe 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. Neu ist u.a. die Erkenntnis, dass sich der Wert einer (Des-)Investitionsmöglichkeit aus zwei Komponenten zusammensetzt, 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 sind. 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 einen Cash-

Flow von X_0 (z.B. 10). Der Cash-Flow folgt einem arithmetischen Brownschen Prozess, der binomial modelliert wird. 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 jedem Wert in Periode 1 wieder zwei Cash-Flows möglich. Je nach Ausgangslage kann der Cash-Flow den Wert $X_0 + 2 \cdot h$ mit der Wahrscheinlichkeit p^2 , $X_0 - 2 \cdot h$ mit der Wahrscheinlichkeit $(1 - p)^2$ oder X_0 mit der Wahrscheinlichkeit $2 \cdot p \cdot (1 - p)$ annehmen. Bei Beendigung des Projektes 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 bzgl. der sofortigen Beendigung des Projektes entscheiden muss. Wird sofort in Periode 0 desinvestiert, ist der Liquidationserlös unverzüglich zu realisieren. Wird nicht sofort desinvestiert, erzielt man den Restwert am Ende der Nutzungsdauer. Dem KWK folgend sollte das Projekt beendet werden, wenn der bei Liquidation zu erzielende Wert $L + X_0$ (z.B. 120) den erwarteten Barwert der Investitionsrückflüsse bei Projektfortführung \hat{C} übersteigt. Der Wert des Projektes lässt sich wie folgt berechnen:

$$\max(\hat{C}; L + X_0) = \hat{F}_0,$$

mit

$$\hat{C} = X_0 + (p \cdot (X_0 + h) + (1 - p) \cdot (X_0 - h)) \cdot q^{-1} \quad (1)$$

$$+ (p^2 \cdot (X_0 + 2 \cdot h) + 2 \cdot p \cdot (1 - p) \cdot X_0 + (1 - p)^2 \cdot (X_0 - 2 \cdot h) + L) \cdot q^{-2}$$

\hat{F}_0 kennzeichnet den Kapitalwert, q entspricht $1 + r$ und r ist der Zinssatz pro Periode (z.B. 10%). Im Beispiel gilt $\hat{C} = 10 + 10 \cdot 1,1^{-1} + 120 \cdot 1,1^{-2} = 118,26$. 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 $\hat{X}_0 = 110 \cdot 0,1 - 5 \cdot 0 = 11$. Da X_0 mit 10 kleiner ist als \hat{X}_0 mit 11, sollte unverzüglich desinvestiert werden.

Damit ergibt sich folgende Hypothese:

H1: Das Desinvestitionsverhalten von Landwirten ist konsistent zum KWK.

Nehmen wir nun an, dass ein risikoneutraler Entscheider berücksichtigt, dass das Projekt unverzüglich oder in der nächsten Periode beendet werden kann. Im letzten potenziellen Desinvestitionszeitpunkt (Periode 1) gilt das KWK analog zu den Gleichungen (1) und (2), da keine unternehmerische Flexibilität bzgl. des weiteren Hinauszögerns der Desinvestition besteht. In Periode 1 sollte in dem Fall, in dem gilt $(X_0 - h) < L \cdot r < (X_0 + h)$, bei einem Absinken (Steigen) des Cash-Flows desinvestiert (gewartet) werden. In Periode 0 wird desinvestiert, wenn der dabei zu erzielende Rückfluss den erwarteten Barwert bei Projektfortführung überschreitet. Der Wert des Projektes in Periode 0 lässt sich unter Berücksichtigung der Desinvestitionsmöglichkeit in Periode 1 wie folgt berechnen:

$$\max(\tilde{C}; L + X_0) = \tilde{F}_0,$$

mit

$$\begin{aligned} \tilde{C} = X_0 + & (p \cdot (X_0 + h) + (1 - p) \cdot (X_0 - h + L)) \cdot q^{-1} \\ & + (p^2 \cdot (X_0 + 2 \cdot h + L) + p \cdot (1 - p) \cdot (X_0 + L)) \cdot q^{-2} \end{aligned} \quad (3)$$

\tilde{F}_0 bezeichnet den Optionswert, der mindestens so hoch ist wie der klassische Kapitalwert \hat{F}_0 .

Im Beispiel gilt $\tilde{C} = 10 + 65 \cdot 1,1^{-1} + 62,5 \cdot 1,1^{-2} = 120,74$, d.h. \tilde{C} ist größer als $L + X_0$, 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 Desinvestitionswert $L + X_0$ 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 $\tilde{X}_0 = 110 \cdot 0,1 - 5 \cdot 0,31 = 9,44$.

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 Projektes 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.

Mit Blick auf Gleichung (4) wird deutlich, dass das Ausmaß der Unsicherheit des Cash-Flows den ROA-Trigger beeinflusst. Unterstellen wir $h' > h$ (z.B. $h' = 10$), ergibt sich für den optimalen Desinvestitionstrigger:

$$\tilde{X}'_0 = L \cdot r - h' \cdot \left(2 \cdot p - \frac{q}{p+q}\right) \quad (6)$$

Im Beispiel gilt $\tilde{X}'_0 = 110 \cdot 0,10 - 10 \cdot 0,31 = 7,88$.

Ein Vergleich der Gleichungen (4) und (6) zeigt, dass $\tilde{X}_0 > \tilde{X}'_0$, wenn $p = 50\%$. Daraus folgt Hypothese 3:

H3: Landwirte, die sich am ROA orientieren, treffen ihre Desinvestitionsentscheidung in Abhängigkeit vom Ausmaß der Volatilität.

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. Es sei $r^* > r$ (z.B. $r^* = 15\%$) der risikoadjustierte Diskontierungssatz. Gemäß KWK gilt für den Desinvestitionstrigger:

$$\hat{X}^* = L \cdot r^* - h \cdot (2 \cdot p - 1) \cdot \left(1 + \frac{1}{1+q^*}\right) \quad (7)$$

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, die den stochastischen Ergebnissen des (Des-)Investitionsprojektes entsprechen (vgl. DIXIT und PINDYCK, 1994). Für den Desinvestitionstrigger gilt:

$$\tilde{X}^*_0 = L \cdot r^* - h \cdot \left(2 \cdot p - \frac{q^*}{p+q^*}\right) \quad (8)$$

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 (7) und (8) zeigt, dass durch Risikoaversion der Desinvestitionstrigger sowohl dem KWK als auch dem ROA folgend erhöht wird. Hypothese 4 lautet:

H4: Risikoaverse Landwirte desinvestieren c.p. früher.

Mit anderen Worten: Je größer die individuelle Risikoaversion ist, desto größer ist der Desinvestitionstrigger und desto früher wird desinvestiert.¹

¹ In einer Desinvestitionssituation wirken sich der vom Ausmaß der Unsicherheit beeinflusste Wert des Wartens und der von der Risikoaversion ausgehende Effekt unterschiedlich auf den Desinvestitionstrigger aus. Ein höheres Maß an Unsicherheit und damit ein höherer Wert des Wartens reduziert den Desinvestitionstrigger, während ein höheres Maß an Risikoaversion den Trigger erhöht.

3. Design des Experiments

Zur Untersuchung des Desinvestitionsverhaltens landwirtschaftlicher Unternehmer wurde im zweiten Halbjahr 2009 ein Onlineexperiment durchgeführt. An dem Experiment haben 63 landwirtschaftliche Unternehmer teilgenommen. Das Experiment besteht aus drei Teilen: Im ersten Teil findet ein Realoptionsexperiment statt. 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. Bildungsgrad und Alter). Das Experiment dauert insgesamt etwa 45 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 Experimentteilnehmer in Abhängigkeit von der Güte seiner Entscheidung zwischen 300 und 1 000 € Preisgeld gewinnen. Für die HLL erhält der ausgewählte Proband zusätzlich eine Auszahlung zwischen 0,10 und 3,85 €.

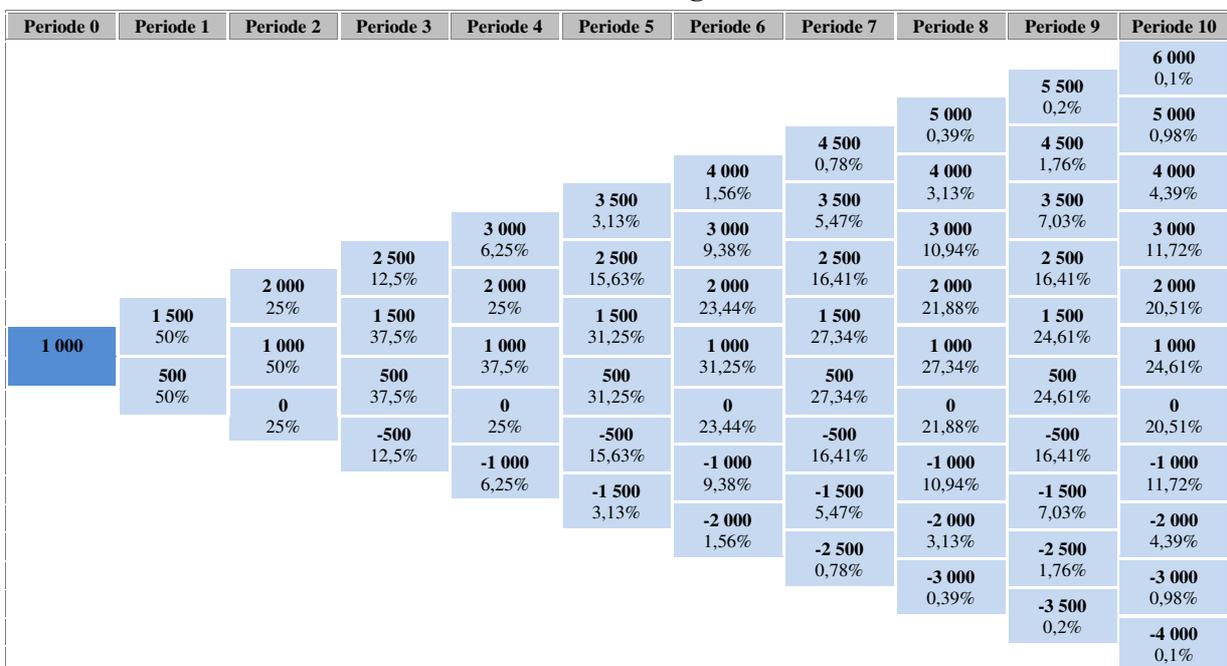
In der HLL werden die Experimentteilnehmer mit 2 Handlungsalternativen konfrontiert: Sie können mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit p 2 € und mit einer Wahrscheinlichkeit $(1 - p)$ 1,60 € gewinnen (Handlungsalternative 1). Handlungsalternative 2 liefert mit der gleichen Wahrscheinlichkeit p , mit 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. ab einer Wahrscheinlichkeit von 20 zu 80%, liegt der HLL-Wert bei 2. Ein HLL-Wert zwischen 1 und 3 bedeutet risikosuchend, ein HLL-Wert von 4 bedeutet risikoneutral und ein HLL-Wert zwischen 5 und 10 bedeutet risikoavers (vgl. HOLT und LAURY, 2002).

Über das Realoptionsexperiment soll das Desinvestitionsverhalten von Landwirten untersucht werden. Dazu wird zunächst die Entscheidungssituation konkret beschrieben. 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 Projektes ergibt - unabhängig vom Desinvestitionszeitpunkt - einen Liquidationserlös von 11 000 Punkten. Wurde bis zur Periode 10 noch nicht desinvestiert, so erfolgt eine „Zwangseinteilung“, d.h. der Teilnehmer bekommt dann automatisch den Desinvestitionserlös von 11 000 Punkten. Der Zinssatz wird mit 10% pro Periode angenommen.

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 ausgewählt. Der Cash-Flow in Periode 0 beträgt jeweils 1 000. Zur Visualisierung der Entwicklung der unsicheren Cash-Flows wird ein Binomialbaum angezeigt (vgl. Abbildung 1), der die ausgehend vom jeweiligen Entscheidungszeitpunkt potenziell möglichen Cash-Flows und ihre Eintrittswahrscheinlichkeiten angibt. Die Abbildung 1 ist folgendermaßen zu lesen: In Periode 0 erhält der Teilnehmer 1 000 Punkte. In der nächsten Periode 1 können 1 500 bzw. 500 Punkte erzielt werden mit jeweils einer Wahrscheinlichkeit von 50% etc.

Abbildung 1: Darstellung der potenziellen Wertentwicklung der Unsicherheitsgröße mit Hilfe eines Binomialbaumes (Standardabweichung 500)



Quelle: Eigene Darstellung

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 Teilneh-

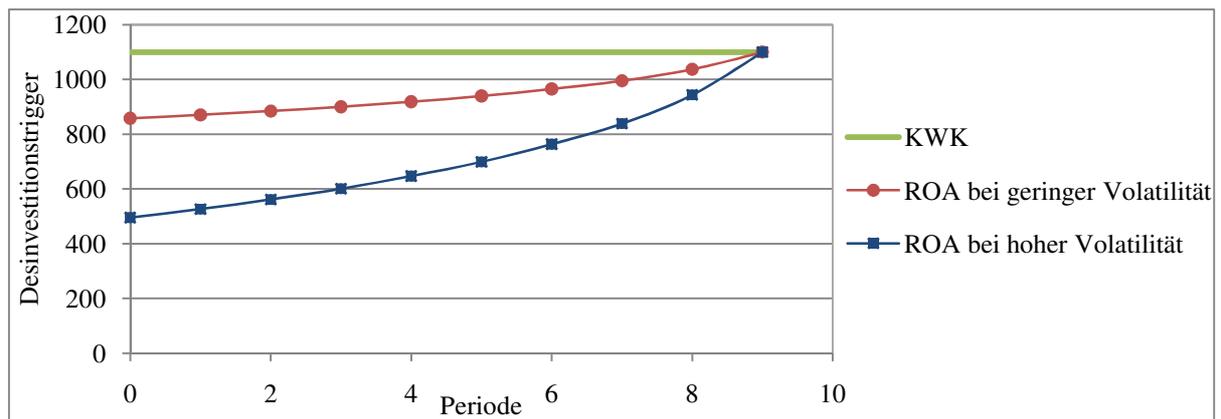
mer nicht in Periode 0, wird zufällig ausgelost, ob der Cash-Flow in Periode 1 ausgehend vom Wert der vorherigen Periode steigt oder fällt. Außerdem wird der Binomialbaum angepasst. Dies bezieht sich zum einen darauf, dass nicht mehr relevante Umweltzustände ausgeblendet werden. Zum anderen werden die Eintrittswahrscheinlichkeiten für die einzelnen zukünftigen Cash-Flows geändert. Wird in Periode 1 desinvestiert, ist die weitere Cash-Flow-Entwicklung irrelevant. Andernfalls wird erneut ausgelost, ob der Cash-Flow in Periode 2 steigt oder fällt etc.

Das Realoptionsexperiment umfasst 20 Wiederholungen, die sich 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.

Nach der Beschreibung des Experiments wird über Kontrollfragen sichergestellt, dass die Experimentteilnehmer die Rahmenbedingungen verstanden haben. Außerdem wird vor Beginn des eigentlichen Experiments ein Probedurchlauf durchgeführt, der den Teilnehmern zusätzliche Intuition zu den Abläufen des Realoptionsexperiments vermitteln soll. Ein Feedback bzgl. der erzielten Punkte 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. Für die Auswertung stehen 1 260 Entscheidungen (20 Wiederholungen für jeden der 63 Teilnehmer) zur Verfügung.

Um die in Abschnitt 2 abgeleiteten Hypothesen untersuchen zu können, sind die normativen Benchmarks zu ermitteln (vgl. Abbildung 2). Für das KWK gilt gemäß Gleichung (2), dass der desinvestitionsauslösende Cash-Flow 1 100 Punkte beträgt. Der kritische Ausübungspfad gemäß ROA wird im Rahmen einer rückwärts-rekursiven dynamischen Programmierung (vgl. z.B. TRIGEORGIS, 1996: 312) bestimmt. Den optimalen Desinvestitionstrigger gemäß ROA im Szenario mit hoher Volatilität zum vorletzten potenziellen Desinvestitionszeitpunkt (944 Punkte) haben wir implizit schon in Abschnitt 2 bestimmt, wo wir mit 1/100stel der im Experiment getroffenen Annahmen bzgl. der Cash-Flows und des Desinvestitionserlöses gearbeitet haben.

Abbildung 2: Normativ bestimmte Desinvestitionstrigger



Quelle: Eigene Darstellung

Die Desinvestitionstrigger gemäß ROA liegen z.T. deutlich unter denen des KWK. Sie 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 Trigger gemäß KWK gilt unabhängig vom Volatilitätsszenario. Die Trigger gemäß ROA sind vom Ausmaß der Volatilität hinsichtlich der Cash-Flows abhängig. Der Ausübungspfad bei hoher Volatilität liegt - bildlich gesprochen - unterhalb des Pfades bei niedriger Volatilität. Unter Rückgriff auf die normativen Benchmarks kann für jeden Entwicklungspfad der Cash-Flows der optimale Desinvestitionszeitpunkt gemäß KWK und ROA ermittelt werden, der mit den tatsächlichen Desinvestitionszeitpunkten der Experimentteilnehmer kontrastiert werden kann. In Periode 0 liegen die optimalen Desinvestitionstrigger mit 495 Punkten und 858 Punkten im Szenario mit hoher bzw. geringer Volatilität unterhalb des tatsächlich beobachteten Cash-Flows von 1 000 Punkten. Es sollte also nicht unverzüglich desinvestiert werden. In Periode 1 liegt der Desinvestitionstrigger gemäß ROA im Szenario mit hoher (geringer) Volatilität bei 527 (871) Punkten. Sinkt der Cash-Flow in Periode 1 auf 500 (800) Punkte, dann sollte gemäß ROA desinvestiert werden usw.

4. Ergebnisse

Tabelle 1 enthält die Mittelwerte und die Standardabweichungen ausgewählter für die Auswertung relevanter Größen. Der optimale Desinvestitionszeitpunkt gemäß ROA wurde im Rahmen einer stochastischen Simulation des binomialen arithmetischen Brownschen Prozesses bestimmt, bei der man in jedem der 10 000 Simulationsläufe unter Rückgriff auf die normative Benchmark die First-Passage-Time ermittelt. Unter den getroffenen Annahmen sollte gemäß ROA im Szenario mit hoher Volatilität im Durchschnitt in Periode 4,203 und im Szenario mit niedriger Volatilität in Periode 4,147 desinvestiert werden.

Tabelle 1: Deskriptive Statistik ^{a)}

Variablen	Hohe Volatilität (N=30)		Geringe Volatilität (N=33)		Gesamt (N=63)	
	Mittelwert	Standard-abweichung	Mittelwert	Standard-abweichung	Mittelwert	Standard-abweichung
Normativ bestimmter Desinvestitionszeitpunkt gemäß KWK	0	0	0	0	0	0
Normativ bestimmter Desinvestitionszeitpunkt gemäß ROA	4,203	3,836	4,147	3,777	4,174	3,804
Experimentell beobachteter Desinvestitionszeitpunkt	6,412	3,448	6,091	3,734	6,244	3,603
Abweichung zwischen Beobachtung und KWK	6,412	3,448	6,091	3,734	6,244	3,603
Abweichung zwischen Beobachtung und ROA	2,208	2,171	1,944	2,687	2,070	2,439
Korrelation zwischen Beobachtung und ROA (Kendall's Tau)	0,250	0,277	0,306	0,383	0,279	0,334
Risikoeinstellung des Teilnehmers ^{b)}	2,333	0,802	2,424	0,792	2,381	0,792
Alter des Teilnehmers	30	10	31	11	30	10
Prozentualer Anteil studierter Teilnehmer	72,41	–	81,25	–	77,05	–
Prozentualer Anteil weiblicher Teilnehmer	24,14	–	21,88	–	22,95	–

^{a)} N kennzeichnet die Anzahl der Probanden.

^{b)} 1: risikosuchend, 2: risikoneutral, 3: risikoavers.

Quelle: Eigene Darstellung

Von den 63 landwirtschaftlichen Unternehmern, die am Experiment teilgenommen haben, wurden 30 mit einer hohen und 33 mit einer niedrigen Volatilität für die Cash-Flows konfrontiert. 23% der Teilnehmer sind weiblich. Mit Blick auf das Durchschnittsalter von 30 Jahren (Altersspanne von 21 bis 65 Jahren) wird deutlich, dass an dem Experiment vor allem „Junglandwirte“ teilgenommen haben. Dies ist insbesondere deshalb nicht überraschend, da das Experiment Online programmiert wurde. In der folgenden Tabelle 2 sind die Hypothesen nochmals zusammengefasst, die im weiteren Verlauf überprüft werden.

Tabelle 2: Gültigkeit der normativen Verhaltenshypothesen

	Hypothesen	Gültigkeit
H1	Das Desinvestitionsverhalten von Landwirten ist konsistent zum KWK.	nicht nachgewiesen
H2	Das Desinvestitionsverhalten von Landwirten ist konsistent zum ROA.	nachgewiesen
H3	Landwirte, die sich am ROA orientieren, treffen ihre Desinvestitionsentscheidung in Abhängigkeit vom Ausmaß der Volatilität.	nachgewiesen
H4	Risikoaverse Landwirte desinvestieren c.p. früher.	nachgewiesen

Quelle: Eigene Darstellung

Test H1

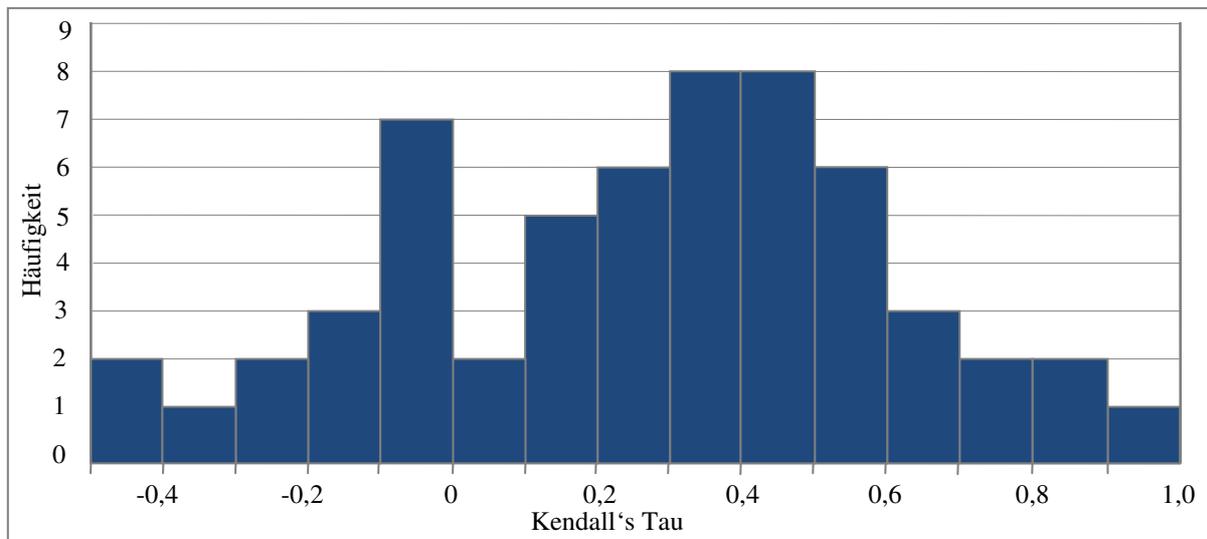
In Periode 0 liegen der annualisierte Desinvestitionserlös bei 1 100 Punkten und die tatsächlich beobachteten Rückflüsse bei 1 000 Punkten. Gemäß KWK sollte unter den getroffenen Annahmen also unverzüglich desinvestiert werden. Im Experiment handeln lediglich ein landwirtschaftlicher Unternehmer in allen 20 Wiederholungen sowie zwei weitere Landwirte in 17 der 20 Wiederholungen nach dem KWK. In 6,67% der Fälle folgen die Teilnehmer dem KWK insofern, als dass sie tatsächlich in Periode 0 desinvestieren. In den übrigen 93,33% der Fälle warten die Teilnehmer im Vergleich zum KWK zu lange. Im Durchschnitt der 1 260 experimentell beobachteten Entscheidungen wird in Periode 6,244 desinvestiert. Ein Mittelwertvergleich zeigt, dass die im Experiment beobachteten Desinvestitionszeitpunkte signifikant von Null verschieden sind ($p < 0,001$; zweiseitiger Test). Das bedeutet, dass das Entscheidungsverhalten der landwirtschaftlichen Unternehmer nicht mit dem KWK in Einklang steht. Landwirte desinvestieren im Vergleich zum KWK zu spät, d.h. nicht schon dann, wenn der Liquidationserlös gerade den Barwert der Investitionsrückflüsse überschreitet. Die Gültigkeit von H1 kann nicht nachgewiesen werden.

Test H2

Nachdem deutlich wurde, dass das KWK keinen signifikanten Erklärungsgehalt für das im Experiment beobachtete Desinvestitionsverhalten hat, wird im Folgenden der ROA auf Konsistenz geprüft. Die durchschnittliche Abweichung der tatsächlichen Desinvestitionszeitpunkte von den optimalen Desinvestitionszeitpunkten gemäß ROA ist mit 2,070 Perioden deutlich geringer als beim KWK. In 24,68% der Fälle folgen die Teilnehmer exakt dem ROA. In 55,08% (20,24%) der Fälle wurde später (früher) desinvestiert als es nach dem ROA optimal wäre. Um den Erklärungsgehalt des ROA zu untersuchen, sind in Abbildung 3 die individuellen Rangkorrelationskoeffizienten (Kendall's Tau) zwischen den optimalen Desinvestitionszeitpunkten gemäß ROA und dem experimentell beobachteten Desinvestitionsverhalten dargestellt.²

² Eine Rangkorrelationsanalyse zwischen dem optimalen Desinvestitionszeitpunkt gemäß KWK und dem experimentell beobachteten Verhalten ist zur Überprüfung der H1 nicht anwendbar. Der optimale Desinvestitionszeitpunkt gemäß KWK ist unter den getroffenen Annahmen konstant (jeweils Periode 0), d.h. es können keine Ränge gebildet werden.

Abbildung 3: Zusammenhang zwischen dem optimalen Desinvestitionszeitpunkt gemäß ROA und dem experimentell beobachteten Verhalten



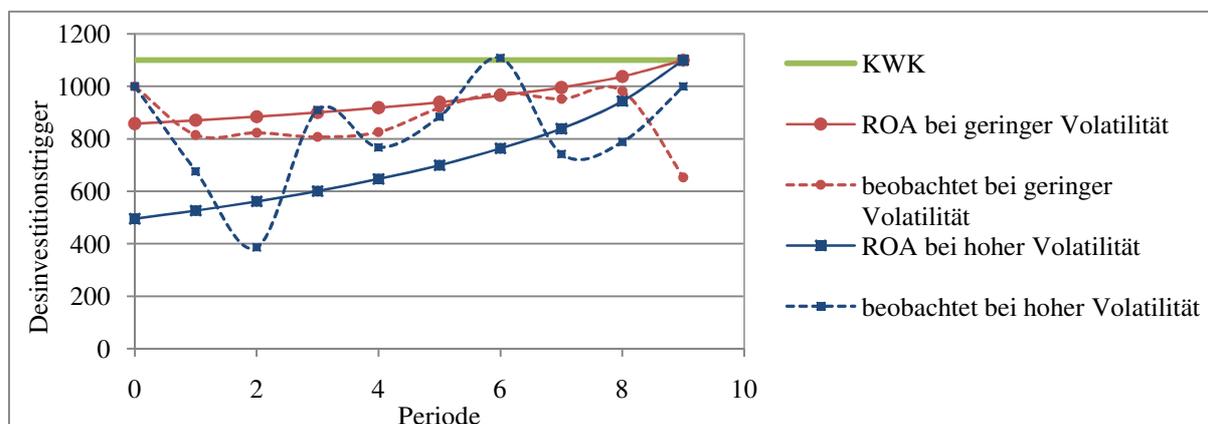
Quelle: Eigene Darstellung

Kendall's Tau ist in 74,14% der Fälle positiv und zudem signifikant. Damit kann die Nullhypothese „kein Zusammenhang zwischen beobachteten und optimalen Desinvestitionszeitpunkten gemäß ROA“ verworfen werden ($p < 0,01$; zweiseitiger Test). Landwirtschaftliche Unternehmer berücksichtigen bei der Entscheidung bzgl. der Beendigung eines laufenden Projektes den Wert des Wartens. Somit kann H2 angenommen werden.

Test H3

In Abbildung 4 sind die normativen Benchmarks und die Mittelwert der experimentell beobachteten Cash-Flows dargestellt, die die Teilnehmer bei ihrer Entscheidung, zu desinvestieren, in den unterschiedlichen Volatilitätsszenarien beobachtet haben. Es wird deutlich, dass sich die beobachteten Desinvestitionstrigger zu den unterschiedlichen potenziellen Desinvestitionszeitpunkten unterscheiden. Außerdem sind die Desinvestitionstrigger im Szenario mit hoher Volatilität tendenziell niedriger als im Szenario mit geringerer Volatilität.

Abbildung 4: Normativ bestimmte und experimentell beobachtete Desinvestitionstrigger



Quelle: Eigene Darstellung

Der im Experiment beobachtete mittlere Desinvestitionszeitpunkt der landwirtschaftlichen Unternehmer liegt im Szenario mit hoher Volatilität bei 6,412 und im Szenario mit geringer Volatilität bei 6,091 Perioden. Gemäß Mittelwertvergleich ist dieser Unterschied nicht signifikant ($p = 0,597$; zweiseitiger Test). Der mittlere optimale Desinvestitionspunkt gemäß ROA liegt bei 4,203 bzw. 4,147 Perioden. Insofern ist hier zunächst keine Inkonsistenz zwischen dem gemäß ROA erwarteten und im Experiment beobachteten Desinvestitionsverhalten festzustellen.

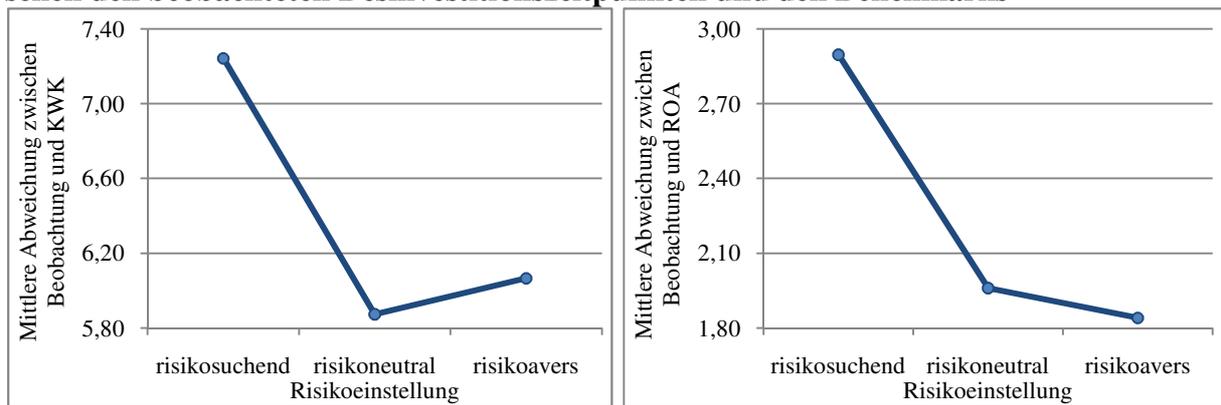
Würden sich die Teilnehmer im Experiment unabhängig vom tatsächlichen Ausmaß der Unsicherheit der Cash-Flows an dem Übungspfad bei hoher Volatilität orientieren, dann müsste ein signifikanter Unterschied zwischen dem beobachteten mittleren Desinvestitionszeitpunkt der Teilnehmer in den beiden Szenarien nachweisbar sein. Mit Hilfe einer stochastischen Simulation kann man nämlich bestimmen, dass sich ein mittlerer Desinvestitionszeitpunkt von 7,421 Perioden ergeben würde, wenn man im Szenario mit niedriger Volatilität den für das Szenario mit hoher Volatilität geltenden Übungspfad gemäß ROA zugrunde legt. Da sich im Experiment keine signifikanten Unterschiede in der Wahl des Desinvestitionszeitpunktes zwischen den beiden Volatilitätsszenarien nachweisen lassen, wird deutlich, dass landwirtschaftliche Unternehmer bei ihrer Desinvestitionsentscheidung ein unterschiedliches Ausmaß an Unsicherheit berücksichtigen und nicht an einer festen Benchmark „kleben“. Die H3 kann also angenommen werden.

Test H4

Um die individuelle Risikopräferenz der einzelnen landwirtschaftlichen Unternehmer einschätzen zu können, dient die Auswertung der Ergebnisse der HLL. Danach sind von den 63 Teilnehmern 57% als risikoavers, 24% als risikoneutral und 19% als risikosuchend zu klassifizieren. Es ist zu erwarten, dass sowohl gemäß KWK als auch gemäß ROA Entscheider mit zunehmender Risikoaversion früher desinvestieren.

Zur Überprüfung der Hypothese, dass risikoaverse Entscheider früher desinvestieren, sind in Abbildung 5 die Abweichungen zum KWK bzw. zum ROA den Risikopräferenzen der Teilnehmer gegenübergestellt. Im Durchschnitt desinvestieren risikosuchende Landwirte 7,242 (2,896) Perioden später als gemäß KWK (ROA) optimal wäre. Diese Abweichung beträgt für risikoaverse Landwirte nur 6,065 bzw. 1,840 Perioden.

Abbildung 5: Einfluss der individuellen Risikoeinstellung auf die Abweichungen zwischen den beobachteten Desinvestitionszeitpunkten und den Benchmarks



Quelle: Eigene Darstellung

Um das Desinvestitionsverhalten von Landwirten weiterführend zu verstehen, sind in Tabelle 3 die Ergebnisse einer multiplen linearen Regressionsanalyse angezeigt. Der tatsächliche Desinvestitionszeitpunkt, der im Durchschnitt für den jeweiligen Experimentteilnehmer festgestellt wurden, stellt die abhängige Variable dar.

Tabelle 3: Erklärung der tatsächlichen mittleren individuellen Desinvestitionszeitpunkte^{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

^{a)} N = 63; R² = 0,130; F-Wert = 1,649

Quelle: Eigene Darstellung

Es zeigt sich, dass die Konstante signifikant ist. Dies bestätigt nochmals, dass die Entscheider im Vergleich zum Kapitalwertkriterium eindeutig zu zurückhaltend desinvestieren. 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 bzw. steigender Risikoaversion früher desinvestiert wird. Der Einfluss des Alters, des Bildungsstandes, des Geschlechts sowie der Volatilität auf den tatsächlich beobachteten Desinvestitionszeitpunkt ist nicht signifikant. Zusammenfassend bedeutet dies für H4, dass risikoaverse Entscheider tatsächlich früher desinvestieren als weniger risikoaverse. Trotzdem überschreiten sogar risikoaverse Entscheider im Mittel noch den optimalen Desinvestitionszeitpunkt gemäß ROA.³

³ Auch für die Abweichungen zwischen den tatsächlichen Desinvestitionszeitpunkten von der ROA-Benchmark zeigt sich, dass bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit nur die Risikoeinstellung einen signifikanten Einfluss hat.

5. Diskussion und Schlussfolgerung

Um den Agrarstrukturwandel zu beschreiben und zu analysieren, ist ein Verständnis und eine Vorhersage einzelbetrieblichen Entscheidungsverhaltens von großer Bedeutung. Desinvestitionen stellen wichtige unternehmerische Entscheidungen im strategischen Management landwirtschaftlicher Unternehmen dar. Dies gilt insbesondere, weil sie oftmals irreversibel sind. Der vorliegende Beitrag untersucht experimentell das Desinvestitionsverhalten landwirtschaftlicher Unternehmer. Dazu wird das in anreizkompatiblen Experimenten beobachtete Desinvestitionsverhalten mit normativen Benchmarks kontrastiert, die aus dem KWK oder dem ROA abgeleitet wurden.

Es zeigt sich, dass landwirtschaftliche Unternehmer im Mittel viel länger mit der Durchführung einer Desinvestition als gemäß KWK und etwas länger als gemäß ROA warten. Statistische Tests zeigen, dass Landwirte nicht in Einklang mit dem KWK handeln. Demgegenüber kann die Hypothese, dass sich landwirtschaftliche Unternehmer konsistent zum ROA verhalten, nicht abgelehnt werden. Außerdem wird deutlich, dass das Ausmaß der Unsicherheit von Investitionsrückflüssen den Desinvestitionstrigger beeinflusst. Gleichzeitig zeigen die Ergebnisse des Experiments, dass die Landwirte umso eher desinvestieren, desto höher ihre individuelle Risikoaversion ist. Diese Ergebnisse sind z.B. für die Bewertung agrarpolitischer Maßnahmen, wie Förderprogramme zur Hofauf- oder -übergabe, relevant.

Auch wenn der ROA das Verhalten der landwirtschaftlichen Unternehmer besser erklärt als das KWK, wird eine ausschließlich auf den Wert des Wartens begründete Erklärung von Desinvestitionsentscheidungen nicht ausreichend sein. Damit stellt sich die Frage, welche weiteren Einflussfaktoren bei Desinvestitionsentscheidungen relevant sind. Eine Erklärung könnte im „Status quo bias“ liegen, d.h. darin, dass 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 könnte der Framing-Effekt untersucht werden. 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 wäre es, zu untersuchen, ob unterschiedliche Gruppen von Experimententeilnehmern (z.B. 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.
- HINRICHS, J., MÜBHOFF, 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.
- ODENING, M., MÜBHOFF, 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, *The Review of Economic Studies*, 76: 1103-1124.
- PURVIS, A., BOGGESS, 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. (2000) Economic Hysteresis in Variety Selection, *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 35: 1-14.
- SANDRI, S., SCHADE, C., MÜBHOFF, 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*. Cambridge: MIT Press.
- TURVEY, C.G. (2002): Can Hysteresis and Real Options Explain the Farmland Valuation Puzzle? Working Paper 02/11, Department of Agricultural Economics and Business, University of Guelph, Ontario.
- YAVAS, A. und SIRMANS, C.F. (2005): Real Options. Experimental Evidence. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 31: 27-52.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst zu haben und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt zu haben.

Göttingen, den 10. Februar 2010

Unterschrift Syster Christin Maart