

# Softwaretechnische Umsetzung zur Bewertung von Risikomanagementinstrumenten mit Optimierungsmodellen

Ulla Kellner, Oliver Mußhoff  
Georg-August-Universität Göttingen  
ulla.kellner@agr.uni-goettingen.de

**Abstract:** Landwirtschaftliche Betriebe unterliegen aufgrund unterschiedlichster Risiken hohen Einkommenschwankungen. Mit Hilfe der Verfahrenskombinationen „stochastische Simulation“ und „genetischer Algorithmus“ wird in diesem Beitrag die Wirkung unterschiedlicher Risikomanagementinstrumente für einen Durchschnittsbetrieb im Nordosten Deutschlands untersucht. Es zeigt sich, dass sich bei gegebener Risikoakzeptanz des Landwirts der Gesamtdeckungsbeitrag durch den Einsatz wetterindexbasierter Versicherungen erheblich erhöhen lässt.

## 1 Einleitung

Die Risiken für landwirtschaftliche Betriebe steigen. Marktrisiken erhöhen sich durch einen zunehmenden Abbau von Marktstützungsmechanismen in der EU. Gleichzeitig wird von einer zunehmenden Volatilität in den Naturalerträgen bedingt durch den Klimawandel ausgegangen. Zudem gibt es auch eine große Vielzahl von Instrumenten, mit denen diese Risiken gemanagt werden können. Dem Landwirt stehen dabei zum einen innerbetriebliche Instrumente wie die Diversifizierung des Produktionsprogramms oder das Halten von Liquiditätsreserven zu Verfügung. Zum anderen gibt es eine Vielzahl marktbasierter Risikomanagementinstrumente für landwirtschaftliche Betriebe. Neben Forward-Kontrakten zur Preisabsicherung stehen dem Landwirt unterschiedliche Versicherungen zur Auswahl. Im Ackerbau sind vor allem Schadensversicherungen gegen Extremwetterereignisse, wie Hagelschlag, weit verbreitet. Immer häufiger werden aber auch indexbasierte Versicherungen, wie Wetterderivate, diskutiert. Diese sind nicht an betriebsindividuelle Schadensindizes gekoppelt, sondern ursachenbezogen und beziehen sich auf Indizes wie Niederschlags- oder Temperatursummen [Be05].

Um den Nutzen zu bestimmen, den ein Landwirt aus Risikomanagementinstrumenten generieren könnte, muss der gesamte Betrieb als Modell abgebildet und die Risikoeinstellung des Entscheiders berücksichtigt werden. Dies kann bspw. im Rahmen eines Risikoprogrammierungsansatzes erfolgen. Wird die Varianz als Risikomaß verwendet, ergibt sich ein quadratisches Optimierungsproblem. Wenn die Unsicherheitsgrößen additiv verknüpft und normalverteilt sind, dann kann die Varianz der Zielgröße algebraisch bestimmt und das Optimierungsproblem kann z.B. mit Hilfe des MS-Excel Solvers gelöst werden. Ist das nicht der Fall, müssten numerische Verfahren zur Bestimmung der Varianz der Zielgröße angewendet werden. Problematisch ist die Annahme der Normalverteilung allerdings bei als Optionen ausgestalteten Risikomanagementinstrumenten, deren Zahlungsprofil asymmetrisch ist. Im vorliegenden Beitrag wird eine geeignete Methode zur Bewertung des Nutzens von Risikomanagementinstrumenten im Allgemeinen und Wetterderivaten im Besonderen erläutert, eine entsprechende Software zu deren Operationalisierung benannt und Ergebnisse eines Durchschnittsbetriebs exemplarisch diskutiert.

## 2 Modell und Datengrundlage

Zur Bestimmung des Nutzens von Risikomanagementinstrumenten wird ein erweiterter Risikoprogrammierungsansatz angewendet. Dabei wird zunächst aus dem vom Landwirt geplanten Produktionsprogramm das damit implizit akzeptierte Risiko ausgedrückt als Standardabweichung des Gesamtdeckungsbeitrags bestimmt. Anschließend wird dieses Risikoniveau als Obergrenze bei der Produktionsprogrammplanung berücksichtigt. Schließlich wird nach der Änderung des erwarteten Gesamtdeckungsbeitrags gefragt, die sich bei der vom Landwirt akzeptierten Standardabweichung durch das Risikomanagementinstrument ergibt.

Angesichts der oben genannten Problematik, auch Unsicherheitsgrößen bei den Optimierungsrechnungen zu berücksichtigen, die nicht normalverteilt sind, liegt es nahe, auf die stochastische Simulation zurückzugreifen. Mit relativ geringem Aufwand kann hiermit die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Zielgröße bestimmt werden, unabhängig davon, wie komplex das Modell und die Verteilungen auch sind [HL02]. Weil die stochastische Simulation für sich genommen aber keinen Optimierungsalgorithmus beinhaltet, kann sie zunächst nur eingesetzt werden, um die Verteilung des Gesamtdeckungsbeitrags bei gegebenem Anbauprogramm zu bestimmen. Dieses allein ist aber gerade dann problematisch, wenn die Verteilung des Gesamtdeckungsbeitrages die Optimallösung beeinflusst. Allenfalls durch einen Vergleich der Ergebnisse verschiedener Strategien ließe sich eine Optimierung vornehmen. Eine Enumeration und ein „Durchprobieren“ aller möglichen Anbauprogramme sind, aufgrund des hohen manuellen Aufwands, aber immer nur bei einer sehr begrenzten Anzahl an Handlungsalternativen möglich. Aus diesem Grund wird bei dem hier vorgestellten Ansatz die stochastische Simulation zur Abbildung der Verteilung mit einem genetischen Algorithmus (GA) zur Optimierung gekoppelt.

Die aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz entstammenden GA können zur Lösung verschiedenster Optimierungsprobleme angewendet werden, selbst wenn keine geschlossenen Lösungsverfahren existieren oder das Prüfen aller Möglichkeiten nicht praktikabel ist. Durch Nachahmung der Prinzipien der natürlichen Evolution, d.h. durch „Ausprobieren“ verschiedener potenzieller Lösungen, wird diejenige bestimmt, die den maximalen Zielfunktionswert liefert. Als Ausgangspunkt können in der ersten Generation Strategien beliebig ausgewählt werden. Die einzelnen Strategien werden hinsichtlich des Zielfunktionswertes (Fitnesskriterium) getestet und geordnet. Durch Anwendung der Operatoren des GA (Selektion, Crossover, Mutation) wird die Zusammensetzung der in der nächsten Generation zu testenden Strategien bestimmt. Dieser leicht zu automatisierende Prozess, der heuristisch zunehmend fittere Strategien generiert, wird solange wiederholt, bis keine weitere Verbesserung des Zielfunktionswertes möglich ist [PC98].

Die Verfahrenskombination „stochastische Simulation und genetische Algorithmen“ vereint die Vorteile beider Verfahren miteinander, d.h. größtmögliche Flexibilität hinsichtlich einer realistischen Modellierung der Unsicherheit wird mit der grundsätzlichen Möglichkeit zur Lösung von komplexen Optimierungsproblemen gekoppelt. Dieser Ansatz findet zwar in der Literatur bereits für die Abbildung des Risikos in der Landwirtschaft Verwendung, allerdings mussten bislang „manuell“ zu programmierende Softwarelösungen eingesetzt werden [MH08]. Da der Ansatz dann nur schwer auf eine Vielzahl von Betrieben anzuwenden ist, soll hier eine andere Software vorgestellt wer-

den. Der „RiskOptimizer“ der Firma Palisade ist ein Add-In in MS-Excel und für den Benutzer sehr eingabefreundlich. De facto ist ein normales MS-EXCEL-Optimierungstableau zu erstellen und die Unsicherheitsgröße mit entsprechenden Verteilungsfunktionen zu unterlegen.

Der gesamtbetriebliche Risikoprogrammierungsansatz wurde auf Daten eines Durchschnittsbetriebs angewandt. Die Aufzeichnungen der Erträge und Preise wurden dem Testbetriebsnetz des Deutschen Landwirtschaftsministeriums entnommen. Daraus konnte dann eine Zeitreihe von Einzeldeckungsbeiträgen der Jahre 1995-2008 mit neun verschiedenen Anbaufrüchten generiert werden. Als Hilfsaktivität wurde ein Wetterderivat als Risikomanagementinstrument berücksichtigt, welches als eine Put-Option ausgestaltet ist: Der Landwirt erhält eine mehr oder weniger hohe Auszahlung, wenn die Niederschlagssumme im Monat April unter das Niveau von 90 mm fällt. Die Auszahlung ist insgesamt dadurch begrenzt, dass Niederschläge nicht negativ sein können. Es wird angenommen, dass das Wetterderivat zu einem Preis in Höhe der fairen Prämie angeboten wird. Für alle insgesamt zehn untersuchten Deckungsbeitragszeitreihen ist die Normalverteilung nicht abzulehnen. Damit ergibt sich die Möglichkeit, die mit dem RiskOptimizer bestimmten Ergebnisse mit der GAMS-Lösung zu kontrastieren.

### 3 Ergebnisse

Aus Tabelle 1 wird deutlich, dass sowohl die Anwendung des RiskOptimizer als auch von GAMS zu ähnlichen Ergebnissen führt. Kleinere Abweichungen der Ergebnisse zwischen RiskOptimizer und GAMS treten immer auf und sind in der Zufallszahlenziehung und dem Abbruchkriterium des GA begründet.

Tabelle 1: Bestimmung der Wirkung von Wetterderivaten auf das betriebliche Risiko mit unterschiedlichen Lösungsverfahren (Angaben in €)

		Erwarteter Gesamtdeckungsbeitrags	Standardabweichung
Empirisch beobachtetes Produktionsprogramm		253.520	53.623
Risk-Optimizer	Optimierung ohne Wetterderivat <sup>a)</sup>	311.081	53.969
	Optimierung mit Wetterderivat <sup>a)</sup>	322.060	53.291
GAMS	Optimierung ohne Wetterderivat <sup>a)</sup>	310.670	53.623
	Optimierung mit Wetterderivat <sup>a)</sup>	319.980	53.623

<sup>a)</sup> Die Obergrenze für die Standardabweichung beträgt 53.623 €

Zu beachten ist aber, dass der RiskOptimizer über sehr viele „sensible“ Einstellmöglichkeiten, wie z.B. der Anzahl der Zufallszahlen, der Art der Zufallszahlenziehung, der Crossover-Rate, der Mutationsrate etc., verfügt. Beispielweise muss die Menge der Zufallszahlen, die bei vor der Anwendung der Operatoren des GA jeweils gezogen werden, auf eher unübliche 500 herunter gesetzt werden, um Ergebnisse zu erhalten. Die unterschiedlichen Einstellungsoptionen, deren Änderungsauswirkungen im Handbuch vielfach nicht beschrieben werden, erschweren den Umgang mit dem Tool. Hinzu kommt, dass es sich bei einem GA um ein heuristisches Suchverfahren handelt, bei dem Abweichungen zwischen den Ergebnissen nicht unüblich sind (z.T. hier bis zu 10.000€ Abwei-

chung). Bei den in der Tabelle 1 aufgeführten Ergebnissen des RiskOptimizers handelt es sich deshalb nur um das jeweils beste aus je 10 Optimierungsläufen. Weiterhin sind Laufzeiten von 24 Stunden und mehr zur Bestimmung einer Lösung zu beachten.

Die Ergebnisse zeigen außerdem, dass Diversifizierung und Wetterderivate unterschiedlich stark den Erwartungswert bei gleichbleibendem Risiko verändern. Zunächst konnte der Erwartungswert des Gesamtdeckungsbeitrags des Ackerbaubetriebs gegenüber dem empirisch beobachteten Produktionsprogramm durch das Risikomanagementinstrument „Diversifizierung“ bei gleichbleibender Standardabweichung um fast 60 T€ erhöht werden. Könnte der Betrieb auf ein Wetterderivat zurückgreifen, dann wäre eine weitere Erhöhung des erwartungswerteten Gesamtdeckungsbeitrags um 10 T€ möglich. Damit beträgt der Nutzen, den ein Landwirt aus dem Wetterderivat ziehen könnte, 10 T€

#### **4 Schlussfolgerungen**

Mit Hilfe eines gesamtbetrieblichen Risikoprogrammierungsansatzes, bei dem eine stochastische Simulation und ein genetischer Algorithmus gekoppelt sind, ist es möglich, die Wirkung verschiedener Risikomanagementinstrumente zu bestimmen. Zur Operationalisierung kann, wenn auch nicht ohne Schwierigkeiten, der kommerziell erhältliche RiskOptimizer angewendet werden. Für den betrachteten Beispielbetrieb konnte gezeigt werden, dass Wetterderivate bei gegebener Risikoakzeptanz eine Erhöhung des erwarteten Gesamtdeckungsbeitrags ermöglichen. Da die hier vorliegenden Daten von einem Durchschnittsbetrieb stammen, ist zu erwarten, dass sich bei der Verwendung von einzelbetrieblichen Daten ein noch größerer Nutzen ergäbe, da dann kein „natürlicher Hedge“ zwischen den einzelnen Betrieben entstünde. Aus methodischer Sicht ist darauf hinzuweisen, dass bei der hier verwendeten Standardabweichung als Risikomaß Verlustebenso wie Gewinnchancen in die Berechnung mit eingehen [Sc67]. Es wird damit nicht auf das für risikoaverse Entscheider bei asymmetrischen Verteilungen relevantere Verlustrisiko fokussiert. In weiteren Untersuchungen sollen deshalb andere Risikomaße, wie Quantilwerte, als Restriktion in das Optimierungsproblem aufgenommen werden.

#### **Literaturverzeichnis**

- [Be05] Berg, E.; et al.: Wetterderivate: Ein Instrument im Risikomanagement für die Landwirtschaft? In: Agrarwirtschaft 54, 3, S. 158-170, 2005.
- [HL02] Hiller, F. S.; Liebermann, G. J.: Operations Research, R. Oldenbourg Verlag, Wien, München, 2002.
- [MH08] Mußhoff, O., Hirschauer, N. : Hedging von Mengenrisiken in der Landwirtschaft – Wie teuer dürfen „ineffektive“ Wetterderivate sein? Agrarwirtschaft 57, 5, 2008, S. 269-280.
- [PC98] Paul, R. J; Chaney, T. S.: Simulation optimisation using genetic algorithm. In: Simulation Practice and Theory 6, 1998, S. 601-611.
- [Sc67] Schneeweiß, H. : Entscheidungskriterien bei Risiko. Ökonometrie und Unternehmensforschung VI. Berlin 1967. Springer Verlag.