

# **Evaluierung IT-gestützter Betriebsmodelle zur Abbildung einzelbetrieblicher Anpassungsstrategien an den Klimawandel auf typischen Ackerbaubetrieben**

Carsten H. Emmann und Ludwig Theuvsen

Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung  
Georg-August-Universität Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 5  
37073 Göttingen  
cemmann@uni-goettingen.de  
theuvsen@uni-goettingen.de

**Abstract:** In Zukunft müssen sich landwirtschaftliche Ackerbaubetriebe an die Folgen des Klimawandels operativ und strategisch anpassen, um langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben. Mit Hilfe von einzelbetrieblichen Simulations- und Optimierungsmodellen lassen sich schon im Vorfeld Auswirkungen der Umweltveränderungen quantifizieren sowie sinnvolle einzelbetriebliche Anpassungsmaßnahmen ableiten. Dazu werden in diesem Beitrag die drei Betriebsmodelle FarmBoss, MODAM und TIPI-CAL vorgestellt, die für die ökonomischen Analysen auf typischen Ackerbaubetrieben grundsätzlich Verwendung finden können. Es zeigt sich hierbei, dass für die Abbildung einzelbetrieblicher Anpassungsstrategien auch auf Expertenwissen (z.B. Berater, Landwirte) zurückgegriffen werden sollte.

## **1 Einleitung**

In Zukunft werden im Pflanzenbau die Kulturarten in verschiedenem Maße von Ernteverlusten, erhöhtem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, intensiverer Bodenbearbeitung und anderen Auswirkungen des Klimawandels betroffen sein, so dass sich die innerbetriebliche Wettbewerbsstellung der einzelnen Kulturen wie auch die relative Vorzüglichkeit der Pflanzenproduktion insgesamt verändern werden. Folglich müssen sich landwirtschaftliche Betriebe im Rahmen ihrer Entscheidungsfindung an die neuen Umweltbedingungen operativ (z.B. andere Fruchtfolge) oder strategisch (z.B. Aufnahme eines neuen Betriebszweiges) anpassen, um nachhaltig wettbewerbsfähig zu bleiben [SS02].

Mit Hilfe einzelbetrieblicher Simulations- und Optimierungsmodelle können die sich aus dem Klimawandel ergebenden Auswirkungen für typische Ackerbaubetriebe u.U. schon im Voraus analysiert werden. Die Frage der optimalen Anpassung landwirtschaftlicher Betriebe an veränderte externe Rahmenbedingungen (z.B. Produktions-, Politik- oder Technologieänderungen) erfährt in der Agrarökonomie besondere Aufmerksamkeit. Dabei steht der Einsatz von Simulations- und Optimierungsmodellen im Vordergrund,

die operative Maßnahmen unterstützen. Darüber hinaus wird in jüngerer Zeit das Augenmerk verstärkt auf strategische Entscheidungen landwirtschaftlicher Betriebe [Sc10] gelegt. Das Ziel des vorliegenden Beitrages ist es zu klären, inwieweit existierende IT-gestützte Simulations- und Optimierungsmodelle für ökonomische Analysen und die Generierung einzelbetrieblicher Anpassungsstrategien an eine klimabedingt veränderte Umwelt auf typischen Ackerbaubetrieben nutzbar sind, wobei Variablen aus vorangestellten Klima- und Wachstumsmodellen in die Betriebsmodelle separat integriert werden sollen. Dazu werden drei ausgewählte Betriebsmodelle im Hinblick auf Methodik, Anwendbarkeit, Zielsetzung erläutert und Unterschiede zwischen ihnen herausgearbeitet.

## **2 Betriebsmodellspezifikation und generelle Modellanforderungen**

Es existiert eine große Zahl an einzelbetrieblichen Prognose- bzw. Betriebsmodellen, die in ihrer Methodik und Zielsetzung teilweise stark divergieren. Die Modelle zielen darauf ab, landwirtschaftliche Unternehmen in einem Modell abzubilden, um beispielsweise betriebliche Entwicklungspfade aufzeichnen oder auf verschiedenen Ebenen Politik- und Technikfolgenabschätzungen durchführen zu können [Ge08]. Für die Abschätzung der künftigen betrieblichen Anpassungen kann dabei auf einzelbetriebliche Modelle zurückgegriffen werden, die entweder den Optimierungs- oder den Simulationsansatz verwenden. Bei der Anwendung der linearen Programmierung (LP) ist das Modellergebnis zwangsläufig eine Optimalsituation, wogegen bei Modellen, die die Simulationstechnik nutzen, zusätzlich zur Optimallösung mehrere Alternativlösungen betrachtet werden können. Aufgrund des zunehmenden Aufkommens von leicht handhabbaren Tabellenkalkulationsmodellen hat die Bedeutung dieser einzelbetrieblichen Simulationsmodelle, die in statische Modelle, deterministisch-dynamische Modelle und stochastisch-dynamische Modelle gruppiert werden können, zugenommen [He00]. Essentielle Anforderungen an ökonomische Modelle sind Einfachheit und Realitätsnähe, Plausibilität und Konsistenz, empirische Überprüfbarkeit sowie die Fähigkeit, den Ist-Zustand abzubilden. Da für realitätsnahe Ergebnisse alle Einflussfaktoren (z.B. Entwicklung von Preisen) möglichst umfassend berücksichtigt werden müssen, verlieren die Betriebsmodelle aufgrund zunehmender Modellkomplexität oftmals an Transparenz. In der Regel steht bei der Auswahl des Modells jedoch der Erkenntnisgewinn im Vordergrund, so dass aus diesem Grund eine einfache und nachvollziehbare Modellstruktur zu bevorzugen ist [Ge08].

## **3 Darstellung ausgewählter Betriebsmodelle**

**FarmBoss** (**Farm\_Betriebs\_Optimierungs\_und\_SimulationsSoftware**) ist ein deterministisches mehrperiodisches Betriebssimulationsmodell mit periodeninterner Optimierung des Gesamtbetriebes. Die Software greift für die ganzheitliche ökonomische Planung und Optimierung eines landwirtschaftlichen Unternehmens außer auf die LP auf Grundlagen der Produktions-, Investitions-, Erfolgs-, Finanz- und Bilanzplanung zurück. Über die drei Planungsebenen Deckungsbeitragsrechnung der Produktionsverfahren, LP des Gesamtbetriebes sowie Plan-Gewinn- und Verlustrechnung und Plan-Betriebszweigabrechnung können u.a. die einzelbetrieblichen Auswirkungen von veränderten Produkt-

und Faktorpreisen, Politikänderungen (z.B. Prämienkürzungen) und Produktionsfortschritten (z.B. technischer Fortschritt, Rationalisierung) auf die wirtschaftliche Entwicklung der Betriebe dargestellt werden [Ge08]. Ferner lassen sich für die definierten landwirtschaftlichen Betriebe, die jede beliebige Größe, Produktionsrichtung und Rechtsform annehmen sowie an jedem beliebigen Standort stehen können, durch das Variieren der externen und internen Rahmenbedingungen (z.B. Erzeugerpreise, Erträge, Pflanzenschutzkosten) Szenariorechnungen durchführen, so dass auch operative und strategische Anpassungsmaßnahmen (z.B. Bodenbearbeitungsintensität, Fruchtfolge, Feldberegnung) an eine veränderte Umwelt untereinander verglichen werden können [Ba10].

Mit dem komparativ-statischen und zugleich rekursiv-dynamischen Modellsystem **MODAM** (**M**ultiple-**O**bjektive **D**ecision **S**upport **T**ool for **A**groecosystem **M**anagement), das für Regionshöfen und Schläge einzelner Betriebe Verwendung finden kann, können über die Maximierung des Gesamtdeckungsbeitrags der tatsächlichen Betriebe bei gleichzeitiger Einhaltung der Fruchtfolgerestriktionen sowohl ökonomische als auch ökologische Ziele (z.B. im Hinblick auf Wassererosion, Nitrataustrag) simultan optimiert werden [TB08]. Dazu lassen sich mit Hilfe von Simulationen und der Szenariotechnik die Auswirkungen veränderter politischer Rahmenbedingungen oder auch von Klimaänderungen auf ökonomische Kennzahlen oder die Flächennutzung der landwirtschaftlichen Betriebe ermitteln. Aus den Informationen der Szenarienanalysen können ferner strategische Anpassungsmaßnahmen für die landwirtschaftlichen Betriebe abgeleitet und simuliert werden. MODAM setzt sich aus drei hierarchisch verknüpften Ebenen zusammen, wobei im Gegensatz zu FarmBoss und TIPI-CAL in der Partialanalyse auch ökologische Potenziale und Risiken der landwirtschaftlichen Produktionsverfahren quantifiziert werden können. Ein weiterer Vorteil von MODAM liegt darin, dass neben der Pflanzen- und der Tierproduktion der Betriebszweig Biogas frühzeitig in das Modell integriert wurde [Lo09]. Gegenwärtig gewinnt die Biogasproduktion auch auf typischen Ackerbaubetrieben als (Einkommens-)Alternative an Bedeutung [Ge08].

Bei **TIPI-CAL** (**T**echnology **I**mpact and **P**olicy **I**mpact **C**alculation **M**odel) handelt es sich um ein einzelbetriebliches, zehnjähriges, rekursiv-dynamisches Produktions- und Buchführungsmodell, das auf regionstypische Betriebe, die in Fokusgruppen beschrieben wurden, oder real existierende Betriebe Anwendung finden kann. Zurückzuführen ist das für verschiedene Betriebstypen und Standorte einsetzbare, international kompatible und expertengestützte Simulationsmodell auf die Forschungsarbeiten des IFCN (**I**nternational **F**arm **C**omparison **N**etwork), die auf ein Modell zur Politik- und Technikfolgenabschätzung für typische Betriebe angewiesen sind. Mit der Möglichkeit, die Betriebe bis zu zehn Jahre in die Zukunft zu simulieren, können mit den gewonnenen quantitativen Einzelbetriebsergebnissen in Verbindung mit Experteneinschätzungen (z.B. von Landwirten, Beratern) potentielle Auswirkungen von agrarpolitischen Maßnahmen, rechtlichen Rahmenbedingungen und neuen Technologien dargestellt werden. Hierzu benötigt das Simulationsmodell neben den einzelbetrieblichen Daten des Ist-Zustandes auch Projektionen von Preisen, Kosten, Erträgen und Preisentwicklung sowie die spezifischen Betriebsentwicklungs- und Anpassungsstrategien. Die Strategien werden folglich nicht von TIPI-CAL endogen errechnet, sondern von den Experten erörtert und über den Analysezeitraum angepasst [He00]. Der Vorteil ist hierbei, dass regionale Besonderheiten besser berücksichtigt werden können als bei einem reinen Optimierungsansatz [Ge08].

## 4 Fazit

Nur wenige Modelle können die betriebliche Entwicklung über einen relativ großen Zeitraum, der im Zusammenhang mit dem Klimawandel nötig ist, darstellen und zugleich landwirtschaftliche Unternehmen detailliert abbilden [He00]. Viele Modelle beschränken sich lediglich auf einzelne Betriebszweige, da bei ökonomischen Analysen i.d.R. spezielle Fragestellungen im Mittelpunkt stehen. Eine möglichst flexible Gestaltung der Modelle für einen vielseitigen Einsatz ist daher oftmals nicht gegeben. Ferner ist die „Halbwertszeit“ der Modelle i.d.R. nur gering, da sich die Hard- und Software ständig weiterentwickeln und die notwendige Pflege und Weiterentwicklung der Betriebsmodelle mit Beendigung von Forschungsvorhaben oft vernachlässigt werden [Ge08]. Für einzelbetriebliche Prognosen zu effizienten Produktionsstrukturen unter veränderten klimatischen Bedingungen sind tendenziell alle drei erläuterten Modelle geeignet, wenngleich diesbezüglich lediglich mit MODAM schon erste Erfahrungen am Beispiel eines Berliner Stadtgutes gesammelt werden konnten [Lo09]. Die Vorteile von FarmBoss liegen dagegen darin, dass ein beliebiger Planungszeitraum (1 bis n Jahre) gewählt werden kann und die notwendige Modellpflege und -weiterentwicklung für das relativ junge Betriebsmodell durch eine private Softwarefirma gewährleistet sind [Ge08]. Zusätzlich wurde in FarmBoss nachträglich das Produktionsmittel Feldberechnung integriert. Sofern es die Rahmenbedingungen (z.B. Wasserverfügbarkeit) zulassen, werden Bewässerungssysteme als eine der wesentlichen Anpassungsstrategien an den Klimawandel an Bedeutung gewinnen [Ba10]. Unabhängig von dem im Einzelfall zu bevorzugenden Modell scheint es sinnvoll, operative und strategische Anpassungsmaßnahmen der Betriebe mit Hilfe von Expertenwissen, das z.B. von Landwirten, Beratern oder Wissenschaftler beigesteuert wird, zu unterstützen bzw. zu evaluieren, um reale und auch plausible Verhaltensweisen eines Betriebsleiters bei Klimaänderungen abzubilden.

## Literaturverzeichnis

- [Ba10] Battermann, H. W.: Landwirtschaft im ökonomischen und gesellschaftlichen Kontext: Die Beispiele Pflanzenschutzdokumentation und Feldberechnung. Göttingen, 2010.
- [Ge08] Georg, T.: Zukünftige regionale Wettbewerbsfähigkeit des Zuckerrübenbaus und Entwicklungsperspektiven ausgewählter Rübenanbaubetriebe an Standorten Norddeutschlands und Osteuropas. Dissertation Georg-August-Universität Göttingen, 2008.
- [He00] Hemme, T.: Ein Konzept zur international vergleichenden Analyse von Politik- und Technikfolgen in der Landwirtschaft. Braunschweig-Völkenrode, 2000.
- [Lo09] Lotze-Campen, H. et al.: Klimawandel und Kulturlandschaft Berlin. Berlin, 2009.
- [Sc09] Schaper, C.: Strategisches Management in der Landwirtschaft: Wettbewerbsfähigkeit – Risikomanagement – neue Märkte. Göttingen, 2010.
- [SS02] Smit, B.; Skinner, M. W.: Adaption Options in Agriculture to Climate Change: A Typology. In: Mitigation and Adaption Strategies for Global Change, 7 (1), S. 85-114, 2002.
- [TB08] Thiering, J.; Bahrs, E.: Optionen für eine überregional nachhaltige Standortverteilung für die Biogasproduktion und -einpeisung. In: Yearbook of Socioeconomics in Agriculture, S. 21-38, 2008.