

Oliver Mußhoff, Norbert Hirschauer, Silke Hüttel

Die Bestimmung optimaler Anbaustrategien – wie berücksichtige ich das Risiko?

Nach wie vor bestimmen Landwirte ihr Produktionsprogramm ohne Einsatz expliziter Optimierungsmodelle. Dabei werden insbesondere Preis- und Ertragsunsicherheiten nicht ausreichend berücksichtigt. Eine realitätsgetreue Berücksichtigung der Unsicherheit hinsichtlich der Einzeldeckungsbeiträge ist aber technisch möglich. Gleichzeitig können dadurch – wie dieser Beitrag zeigt – die Planungsergebnisse erheblich verbessert werden.

Planung ist aufgrund ihrer Zukunftsbezogenheit immer mit Unsicherheit behaftet. Vor dem Hintergrund der Agrarreform 2003 und der Liberalisierung im Rahmen der WTO-Verhandlungen gewinnt die Berücksichtigung von Risiko in der landwirtschaftlichen Planung zunehmend an Bedeutung. Herkömmliche Optimierungsmodelle lösen Planungsprobleme aber in der Regel allein auf der Grundlage eines Durchschnittsszenarios. Allenfalls werden in einem nachgelagerten Schritt Variantenrechnungen durchgeführt, mit denen Wenn-dann-Aussagen gemacht werden. Diese können beispielsweise Auskunft darüber geben, bei welcher Produktpreiskonstellation Körnermais statt Weizen angebaut werden sollte. Diese Ergebnisse sind für die praktische Anbauplanung jedoch wenig hilfreich, da die Wahrscheinlichkeit solcher Konstellationen nicht berücksichtigt wird. Nicht zuletzt deshalb stützen die Landwirte ihre Anbauentscheidungen bisher hauptsächlich auf ihr Erfahrungswissen und auf ihre unternehmerische Intuition und nicht auf Ergebnisse von Optimierungsmodellen.

Im folgenden Beispiel wird exemplarisch das Produktionsprogramm eines großen Marktfruchtbaubetriebes in Brandenburg optimiert. Dabei werden die unbekannt zukünftigen Deckungsbeitragsentwicklungen berücksichtigt, indem auf der Grundlage von Vergangenheitsdaten Entwicklungsmuster (sog. „stochastische Prozesse“) bestimmt werden. Dazu bedarf es eines erheblichen ökonomischen Know-hows. Außerdem macht die Berücksichtigung derartiger Informationen eine Erweiterung klassischer Optimierungsverfahren erforderlich.

„Optimaler Gesamtdeckungsbeitrag“ – was ist das?

Im Allgemeinen wird unter der Optimierung des Produktionsprogramms die Maximierung des Gesamtdeckungsbeitrages unter Berücksichtigung von bestimmten Nebenbedingungen verstanden. Mit anderen Worten: Innerhalb gegebener Grenzen – beispielsweise darf die betriebliche Flächenausstattung nicht überschritten werden und Fruchtfolgebedingungen sind zu beachten – wird das aus ökonomischer Sicht bestmögliche Anbauprogramm ermittelt. Der Gesamtdeckungsbeitrag entspricht dabei den Anbauumfängen der einzelnen Fruchtarten multipliziert mit dem jeweils zu erzielenden Deckungsbeitrag je Hektar. Die Anbauumfänge der jeweiligen Produktionsverfahren sind also zunächst nicht bekannt, sondern werden erst im Ergebnis der Optimierung bestimmt.

Änderungen bei der Beschäftigung von Saisonarbeitkräften aus Osteuropa

Am 1. Januar 2005 ist das Zuwanderungsgesetz in Kraft getreten. Außerdem hat der Bundesrat im November 2004 eine neue Beschäftigungsverordnung erlassen. Beide wirken sich auf die Beschäftigung von Saisonarbeitkräften aus. Was Landwirte bei der Anforderung von Saisonarbeitkräften beachten müssen und welche neuen Vorschriften gelten, erläutert der Beitrag von Werner Bathge, Landwirtschaftskammer Hannover.

Einzeldeckungsbeiträge sind zufallsabhängig

Preisschwankungen am Markt und witterungsabhängige Erträge führen dazu, dass zum Zeitpunkt der Bestellung nicht bekannt ist, welcher Deckungsbeitrag durch das jeweilige Anbauverfahren tatsächlich zu erzielen ist. Allenfalls bekannt, beziehungsweise aus Vergangenheitsdaten ableitbar, sind Verteilungsinformationen hinsichtlich der Einzeldeckungsbeiträge.

Grundsätzlich gibt eine Zufallsverteilung darüber Auskunft, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein bestimmter Deckungsbeitrag erreicht wird. Eine in diesem Zusammenhang wichtige Maßzahl ist die Streuung. Eine große Streuung für einen Einzeldeckungsbeitrag besagt, dass die Rentabilität des Produktionsverfahrens in hohem Maße mit Unsicherheit verbunden ist, weil der Deckungsbeitrag stark vom durchschnittlich erwarteten Wert abweichen kann.

Allerdings wäre die alleinige Berücksichtigung der Streuung nicht ausreichend, um die zukünftige Entwicklung der Einzeldeckungsbeiträge realitätsgetreu abzubilden. Vielmehr ist auch zu berücksichtigen, dass Deckungsbeiträge einen Trend oder zyklische Schwankungen um ein Gleichgewichtsniveau aufweisen können. Beispielsweise ist der Deckungsbeitrag für Winterroggen im Durchschnitt der letzten Jahre in Brandenburg um 4 Euro pro ha und Jahr gefallen.

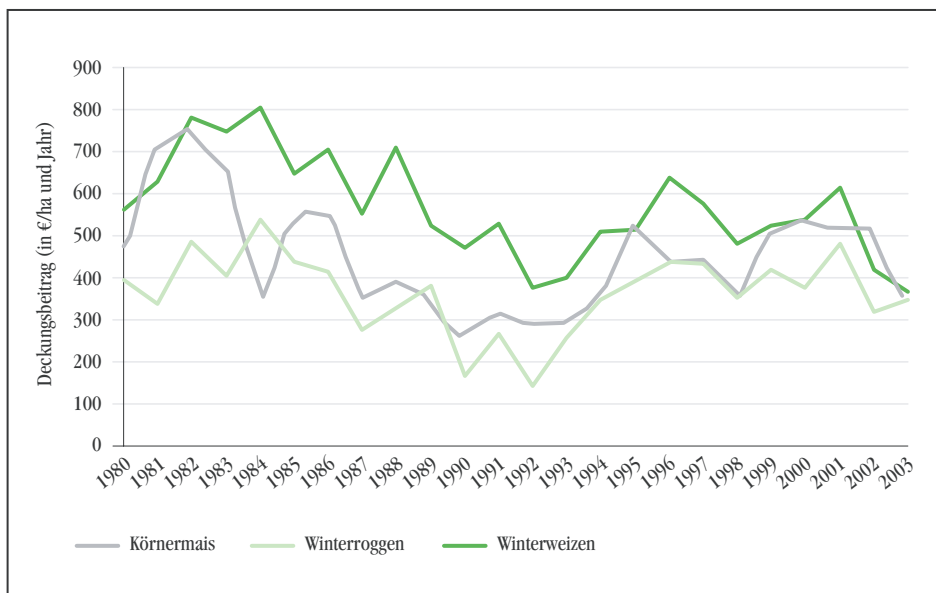
Sowohl Trends als auch zyklische Schwankungen und Informationen hinsichtlich der Streu-

Entwicklung der Besteuerung der Land- und Forstwirtschaft in 2004

2004 sind eine Vielzahl von steuerlichen Änderungsgesetzen beschlossen worden. Für die Land- und Forstwirtschaft von besonderem Interesse sind das Haushaltsbegleitgesetz und neue Umsatzsteuer-Richtlinien. Die wichtigsten Änderungen erläutern Henriette Breier und Bernhard Riegler vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft.



Abbildung 1: Zeitreihe der Deckungsbeiträge ausgewählter Produktionsverfahren



ung können über stochastische Prozesse berücksichtigt werden. Ferner ist zu beachten, dass die Deckungsbeiträge pflanzlicher Produktionsverfahren miteinander in Wechselbeziehung stehen, sie sind miteinander „korreliert“. Beispielsweise sind die Deckungsbeiträge von Zuckerrüben und Winterungen negativ korreliert. In Jahren mit hohen Deckungsbeiträgen der Winterungen ist eher ein geringer Deckungsbeitrag bei Zuckerrüben zu erwarten. Somit kann durch die gleichzeitige Umsetzung dieser beiden Verfahrensgruppen das Risiko in gewissem Maße ausgeglichen werden.

Die „richtige“ Berücksichtigung des Risikos

Um das Entwicklungsmuster der Einzeldeckungsbeiträge abzuleiten, werden 23-jährige Deckungsbeitragszeitreihen aus der Region „Brandenburg“ beziehungsweise – für die Zeit vor 1990 – von vergleichbaren Standorten in den alten Bundesländern genutzt (siehe Abbildung 1). Dies erfolgt mit Hilfe kommerziell erhältlicher Statistiksoftware. Aufgrund der Komplexität statistischer Testverfahren wird an dieser Stelle jedoch auf eine detaillierte Darstellung verzichtet. Konkrete methodische Hinweise zur erforderlichen Vorgehensweise finden sich bei MUSSHOF und HIRSCHAUER (in: Agrarwirtschaft 53 Heft 7 (2004), S. 264-279).

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass jeder Landwirt eine persönliche Risikoeinstellung besitzt. Risikoneutralen Landwirten ist die Streuung des Gesamtdeckungsbeitrages

gleichgültig, die mit einem bestimmten Produktionsprogramm verbunden ist. Sie orientieren sich allein am durchschnittlich zu erwartenden Gesamtdeckungsbeitrag. Die Mehrzahl der Landwirte ist aber risikoscheu. Risikoscheue Entscheidungsträger sind bereit, für die Reduzierung der Streuung des Gesamtdeckungsbeitrages auf einen bestimmten Teil des Erwartungswertes zu verzichten; also für mehr Sicherheit einen niedrigeren durchschnittlichen Gesamtdeckungsbeitrag zu akzeptieren. Dies kann als individuell akzeptierter „Preis für das Mehr an Sicherheit“ angesehen werden. Produktionsprogramme, für die zwar nicht der maximale, aber ein weniger unsicherer Gesamtdeckungsbeitrag zu erwarten ist, können also auch aus Sicht des einzelnen Landwirtes durchaus optimal sein.

Für risikoscheue Landwirte ist also nicht nur der durchschnittlich erwartete Gesamtdeckungsbeitrag, sondern auch seine Streuung ein maßgeblicher Entscheidungsfaktor. Die Streuung des Gesamtdeckungsbeitrages ist umso größer, je stärker die Einzeldeckungsbeiträge streuen und je stärker sie miteinander korreliert sind. Die adäquate Berücksichtigung von Unsicherheit ist schwierig. Zum einen liegt dies daran, dass die notwendigen Informationen (Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Einzeldeckungsbeiträge und individuelle Risikoeinstellungen der Landwirte) nicht ohne weiteres beschafft werden können. Zum anderen liegt dies daran, dass diese komplexen Informationen nicht in einfachen Optimierungsmodellen verarbeitet werden können.

Die Bestimmung der optimalen Anbaustrategie

Das Risiko kann aufgrund der hohen Kapazitäten moderner Rechner problemlos mittels so genannter „stochastischer Simulation“ abgebildet werden. Für die Optimierung können aus dem gleichen Grund „genetische Algorithmen“ eingesetzt werden.

Im Rahmen der stochastischen Simulation (Monte-Carlo-Simulation) werden mehrere tausend Variantenrechnungen durchgeführt, die man auch als Simulationsläufe bezeichnet. Für jeden einzelnen Simulationslauf werden die unsicheren zukünftigen Einzeldeckungsbeiträge durch eine Zufallsziehung bestimmt. Diese Zufallsziehung berücksichtigt das Entwicklungsmuster und damit die zukünftige Zufallsverteilung, die aus der historischen Deckungsbeitragszeitreihe abgeleitet wurde. Anschließend wird eine bestimmte Anzahl von grundsätzlich möglichen, aber ansonsten beliebigen Testproduktionsprogrammen festgelegt. Für jedes Produktionsprogramm wird dann für jeden Simulationslauf der Gesamtdeckungsbeitrag bestimmt. Bei Tausenden von Zufallsziehungen und damit Variantenrechnungen ergeben sich auch Tausende Gesamtdeckungsbeiträge für jedes einzelne Testprogramm. Hieraus lässt sich für jedes Testprogramm nicht nur der durchschnittlich erwartete Gesamtdeckungsbeitrag, sondern auch seine Verteilung ermitteln.

Die Bestimmung des optimalen Programms erfolgt kurz gesagt durch Nachahmung der Prinzipien der natürlichen Evolution; also durch „Ausprobieren“ und „Selektion“ einer großen Anzahl laufend veränderter Testanbaustrategien. Im Ergebnis wird das optimale Anbauprogramm gefunden, welches das (in Abhängigkeit von der Risikoeinstellung) bestmögliche Verhältnis von Erwartungswert und Streuung des Gesamtdeckungsbeitrages liefert.

Annahmen

Exemplarisch wird ein Marktfruchtbaubetrieb in Brandenburg betrachtet, der sein Anbauprogramm optimieren will. In Abbildung 2 sind die Annahmen in Form eines Optimierungstableaus dargestellt. Die einzelnen Positionen werden nachfolgend beschrieben:

- 1 Der Betrieb kann zwischen zehn Produktionsverfahren (Aktivitäten) wählen: Winterweizen, Sommerweizen, Winterroggen, Wintergerste, Sommergerste, Winterraps, Zuckerrüben, Körnermais, Non-Food-Raps und Stilllegung.

- 2 Anstelle des komplexen Entwicklungsmusters für die Deckungsbeiträge der einzelnen Produktionsverfahren sind hier der Durchschnittswert (Erwartungswert) und die gemäß historischem Entwicklungsmuster vorliegende Streuung (Standardabweichung) angezeigt. Die Zuckerrüben besitzen den höchsten Erwartungswert für den Gesamtdeckungsbeitrag. Die Streuung ist abgesehen vom mit Sicherheit bekannten Deckungsbeitrag der Stilllegung bei der Sommergerste am geringsten.
- 3 Die optimalen Umfänge der jeweiligen Aktivitäten sind gesucht und erst im Ergebnis der Optimierung bekannt.
- 4 Jede Aktivität beansprucht einen Hektar der Gesamtfläche. Der Betrieb verfügt über eine Flächenausstattung von 800 ha (siehe letzte Spalte). Die verfügbare Fläche ist konstant, das heißt weder (Ver)Pacht noch (Ver)Kauf von Fläche sind im Planungsjahr möglich.
- 5 Die einzelnen Produktionsverfahren verursachen einen unterschiedlich hohen Arbeitsaufwand, der zudem saisonal verschieden ist. Es werden zwei fest angestellte Mitarbeiter beschäftigt, die an Feldarbeitstagen bis zu zehn Stunden arbeiten. Die Anzahl der potenziellen Feldarbeitstage ist saisonabhängig und witterungsbedingt mit Unsicherheit behaftet. Dies wird in den Berechnungen über Dreiecksverteilungen berücksichtigt, deren Minimum

- (Maximum) 25 Prozent unter (über) den erwarteten Feldarbeitstagen liegt. In der letzten Spalte der Abbildung 2 ist nur die durchschnittlich erwartete Arbeitskapazität für den jeweiligen Zeitraum angezeigt.
- 6 Zusätzlich zu den im Betrieb in den definierten Arbeitsperioden verfügbaren 3.000 Arbeitskraftstunden ist die Einstellung von Saisonarbeitskräften möglich (Hilfsaktivitäten). Die Kosten je Saisonarbeitskraftstunde (SAkh) belaufen sich auf 15 Euro. Bezüglich der Höhe dieser Kosten besteht keine Unsicherheit. Folgende Fruchtfolgerestriktionen wurden berücksichtigt:
- 7 Fruchtfolgebedingt dürfen sowohl der Weizen- als auch der Gerstenanteil 40 Prozent (320 ha), und der Rapsanteil 12 Prozent (96 ha) der Gesamtfläche nicht übersteigen.

 - Die Bodenqualität ist auf einem Teil der Fläche so gering, dass auf 10 Prozent (80 ha) ausschließlich Roggenanbau beziehungsweise Stilllegung möglich ist.
 - Quotenbedingt können Zuckerrüben nur auf maximal 4 Prozent (32 ha) der Fläche angebaut werden.
 - Nur für maximal 33 Prozent (264 ha) der landwirtschaftlich genutzten Fläche gibt es Stilllegungsprämie.
 - Obligatorisch müssen 10 Prozent (80 ha) der Fläche stillgelegt werden. Alternativ ist der Anbau von nachwachsenden Rohstoffen (Non-Food-Raps o.ä.) möglich.

Ergebnisse

In Tabelle 1 sind optimale Anbauprogramme für einen Betrieb in Brandenburg dargestellt. Die Ergebnisse in Spalte 1 der Tabelle würden für einen risikoneutralen Entscheider gelten, der einfach den Erwartungswert für den Gesamtdeckungsbeitrag maximiert. Ein risikoneutraler Entscheider räumt demzufolge dem Winterweizen und Winterroggen im Produktionsprogramm einen sehr hohen Stellenwert ein. Ebenfalls in der Optimallösung befinden sich Sommergerste, Raps sowie Zuckerrüben. Die Flächenkapazität wird vollständig ausgenutzt. Die im Betrieb vorhandene (unsichere) Arbeitskraftkapazität reicht jedoch nicht bei allen Witterungsverhältnissen aus. Die erwarteten Kosten für Saisonarbeitskräfte betragen insgesamt 28.470 Euro. Der maximierte Erwartungswert für den Gesamtdeckungsbeitrag beträgt 303.417 Euro. Die Standardabweichung beträgt 76.465 Euro. Für den risikoneutralen Landwirt entspricht der erwartete Gesamtdeckungsbeitrag gleichzeitig dem „monetären Nutzen“ („Sicherheitsäquivalent“) der Anbaustrategie. Das Sicherheitsäquivalent bezeichnet den Wert einer absolut sicheren Einkommenssituation, die für den Landwirt gleich viel wert ist wie die unsichere Einkommenssituation. Da der risikoneutrale Landwirt gegenüber einer möglichen Streuung des Gesamtdeckungsbeitrages gleichgültig eingestellt ist, sind Erwartungswert und Sicherheitsäquivalent für ihn identisch.

Abbildung 2: Aufbau des Optimierungstableaus

	1 Aktivitäten										6 Hilfsaktivitäten					Faktorkapazitäten
	Winterweizen	Sommerweizen	Winterroggen	Wintergerste	Sommergerste	Winter-raps	Zucker-rüben	Körner-mais	Non-Food-Raps	Still-legung	SAkh März/April	SAkh Mai/Juni	SAkh Juli/Sept.	SAkh Sept./Nov.		
2 Erwartungswert der Einzeldeckungsbeiträge Standardabweichung gemäß historischem Entwicklungsmuster	359,7 111,4	312,4 108,8	344,5 104,6	238,8 112,0	323,5 82,7	482,5 270,0	1709,8 230,5	300,1 124,5	443,9 248,4	150,0 -	-15 -	-15 -	-15 -	-15 -		
3 Umfänge	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?		
4 Flächenanspruch	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	<=	800
5 Arbeitsanspruch																
März und April	0,3	2,6	0,9	0,3	2,6	0,4	3,0	2,6	0,4	0,0	-1	0	0	0	<=	600
Mai und Juni	0,8	0,5	0,2	0,5	0,5	0,9	0,9	0,8	0,9	0,0	0	-1	0	0	<=	700
Mitte Juli bis Mitte Sept.	2,4	2,4	2,2	2,1	2,0	3,5	0,0	0,0	3,5	2,0	0	0	-1	0	<=	900
Mitte Sept. bis Mitte Nov.	2,9	0,4	2,6	2,8	0,0	0,7	3,9	2,2	0,7	0,0	0	0	0	-1	<=	800
gesamt	6,4	5,8	5,3	5,7	5,1	5,4	7,7	5,6	5,4	2,0	-1	-1	-1	-1	<=	3 000
7 Fruchtfolgerestriktionen																
Weizen	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<=	320
Gerste	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<=	320
Raps	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	<=	96
Roggen und Stilllegung	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	>=	80
Zuckerrüben	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	<=	32
Stilllegung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	<=	264
Stilllegung und Non-Food-Raps	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	>=	80

Tabelle 1: Optimale Anbauprogramme für einen Betrieb aus Brandenburg

	Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3
	Berücksichtigung von Risiko		Vernachlässigung von Risiko
	risikoneutraler Landwirt	risikoscheuer Landwirt	
			–
Winterweizen (ha)	320	210	320
Sommerweizen (ha)	0	0	0
Winterroggen (ha)	232	116	352
Wintergerste (ha)	0	0	0
Sommergerste (ha)	120	253	0
Winterraps (ha)	16	16	16
Zuckerrüben (ha)	32	32	32
Körnermais (ha)	0	93	0
Non-Food-Raps (ha)	80	80	80
Stilllegung (ha)	0	0	0
SAkh (gesamt)	1 898	1 725	2 201
Flächenausnutzung	800	800	800
Erwartungswert des Gesamtdeckungsbeitrages (in €)	303 417	297 875	292 220
Streuung des Gesamtdeckungsbeitrages (in €)	76 465	67 540	–
Sicherheitsäquivalent (in €)	303 417	230 335	–

Die Ergebnisse in Spalte 2 der Tabelle würden für einen risikoscheuen Entscheider gelten, der nicht mehr den Erwartungswert, sondern das Sicherheitsäquivalent maximiert. Zur Berechnung des Sicherheitsäquivalentes wird vom Erwartungswert die mit einem bestimmten Faktor multiplizierte Streuung abgezogen. Je stärker risikoscheu der Landwirt ist, desto höher ist dieser Faktor. Gleichzeitig werden Produktionsprogramme, die bei gleichem Erwartungswert mit weniger Risiko verbunden sind, bevorzugt. In Spalte 2 ist beispielhaft das optimale Anbauprogramm für einen risikoscheuen Landwirt dargestellt, der zur Berechnung seines Sicherheitsäquivalentes vom Erwartungswert einmal die Standardabweichung abzieht. Im Vergleich zu Spalte 1 ist besonders auffällig, dass die Produktionsverfahren „Winterweizen“ sowie „Winterroggen“ an Bedeutung verlieren und die Sommergerste sowie der Körnermais an Bedeutung gewinnen. Winterweizen und Winterroggen werden teilweise aus dem Produktionsprogramm verdrängt, weil die Spezialisierung auf wenige Verfahren natürlich mit entsprechend hohem Risiko behaftet ist. Die Sommergerste ist im Produktionsprogramm eines risikoscheuen Landwirtes deshalb so bedeutsam, weil sie mit weniger Risiko hinsichtlich des Deckungsbeitrages verbunden ist als zum Beispiel der Winterweizen, der allerdings einen höheren erwarteten Deckungsbeitrag be-

sitzt (s. Abbildung 2). Im Ergebnis führt das optimale Anbauprogramm eines risikoscheuen Landwirtes im Vergleich zu dem eines risikoneutralen zu einem etwa zwei Prozent geringeren Erwartungswert (297.875 Euro) und zu einer fast 12 Prozent geringeren Streuung (67.540 Euro) des Gesamtdeckungsbeitrages. Sein Sicherheitsäquivalent beträgt 230.355 Euro (= 297.875 Euro – 67.540 Euro).

In Spalte 3 der Tabelle sind die Ergebnisse für einen Landwirt dargestellt, der das Entwicklungsmuster hinsichtlich der zukünftigen Einzeldeckungsbeitragsentwicklungen gar nicht richtig berücksichtigt, sondern einfach den gegenwärtig beobachteten Deckungsbeitrag auch für die Zukunft unterstellt. Infolge dieser Vernachlässigung von beschaffbaren Informationen ergibt sich im Vergleich zu den Spalten 1 und 2 ein deutlich anderes Produktionsprogramm und ein geringerer Gesamtdeckungsbeitrag.

Praktische Relevanz

Die dargestellten Ergebnisse belegen, dass die adäquate Berücksichtigung von Unsicherheit über ein stochastisches Entwicklungsmuster große Bedeutung für den Planungserfolg haben kann. Jedoch ist im Rahmen üblicher Optimierungsansätze eine realitätsgetreue Be-

rücksichtigung dieser Unsicherheiten kaum möglich. Durch die hier verwendete Methodik der Kombination von stochastischer Simulation mit genetischen Algorithmen kann dieses technische Problem behoben werden.

Bisher wurde unterstellt, dass ein Entwicklungsmuster, das aus vergangenen Beobachtungen abgeleitet wurde, auch für die Zukunft plausibel ist. Dies kann zwar häufig angenommen werden. Für den Deckungsbeitrag von Roggen ist dies aber beispielsweise zum gegenwärtigen Zeitpunkt kritisch zu hinterfragen, da die Roggenintervention zukünftig wegfällt. Zudem müssen bei den Berechnungen natürlich alle potentiellen Aktivitäten berücksichtigt werden. So wäre zum Beispiel zu überlegen, ob man das seit einigen Jahren mögliche Hedging an Warenterminbörsen im jeweiligen Betrieb als weitere Aktivität berücksichtigen müsste.

Die hier ausgewiesenen Optimierungsergebnisse stellen keine allgemeingültige Handlungsempfehlung bezüglich des optimalen Anbauprogramms in Brandenburg dar. Zum einen gelten immer unterschiedliche betriebsindividuelle Restriktionen. Zum anderen müssten bei den Berechnungen auch die individuellen Entwicklungsmuster der Deckungsbeiträge des jeweiligen Betriebs herangezogen werden. Darüber hinaus ist natürlich auch die tatsächliche Risikoeinstellung des jeweiligen Betriebsleiters zu berücksichtigen. Eine praktische Möglichkeit hierfür besteht darin, bei der Optimierung nur Programme zuzulassen, die maximal die Streuung des tatsächlichen Produktionsprogramms des jeweiligen Landwirtes haben. Eine diesbezügliche Anwendung findet sich bei MUSSHOF und HIRSCHAUER (in: Lecture Notes in Informatics P49 (2004), S. 221-224).

Das vorgestellte Optimierungsverfahren stellt sehr hohe Anforderungen an den Anwender. Die Entwicklung eines entsprechenden Tools wäre sicherlich hilfreich, um das Verfahren über die akademische Forschung hinaus auch für die landwirtschaftliche Beratung nutzbar zu machen.

Anschrift der Autoren

Dr. Oliver Mußhoff und Dr. Norbert Hirschauer,
 Fachgebiet Allgemeine Betriebslehre des
 Landbaus, Landwirtschaftlich-Gärtnerische
 Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin,
 Luisenstraße 56, 10099 Berlin,
 oliver.musshoff@agrar.hu-berlin.de
 Silke Hüttel, Bundesforschungsanstalt für Land-
 wirtschaft, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig