



**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](mailto: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.*

---

Ahrens, H.; Bernhardt, F.: Modellierung von Wirkungen alternativer umweltpolitischer Szenarien auf die Landwirtschaft – Regional differenzierte Fallstudie für den Freistaat Sachsen. In: von Alvensleben, R.; Koester, U.; Langbehn, C.: Wettbewerbsfähigkeit und Unternehmertum in der Land- und Ernährungswirtschaft. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 36, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (2000), S.231-238.

---



# MODELLIERUNG VON WIRKUNGEN ALTERNATIVER UMWELTPOLITISCHER SZENARIEN AUF DIE LANDWIRTSCHAFT – REGIONAL DIFFERENZIERTE FALLSTUDIE FÜR DEN FREISTAAT SACHSEN –

von

H. AHRENS und F. BERNHARDT\*

## 1 Einleitung

Für Entscheidungen über die künftige Ausgestaltung der Agrarumweltpolitik benötigen die Entscheidungsträger - in der Bundesrepublik vor allem auf der Ebene der Bundesländer - Informationen über Nutzen und Kosten möglicher zusätzlicher Maßnahmen zur Erhaltung und Entwicklung der Umweltressourcen. Bei theoretischer Betrachtung sind solche Maßnahmen solange voranzutreiben, bis der gesellschaftliche (im wesentlichen der ökologische) Grenznutzen den gesellschaftlichen Grenzkosten (im wesentlichen bestehend aus Wertschöpfungseinbußen veränderter Landnutzung) entspricht. Im folgenden werden Methodik und Ergebnisse einer Untersuchung diskutiert, die im Auftrage des Sächsischen Staatsministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten über Kosten zusätzlicher Umwelthanforderungen an die Landwirtschaft des Freistaates durchgeführt wurde.<sup>1</sup> Dabei sollte (a) von alternativen, plausiblen "Bündeln" erhöhter Umwelthanforderungen ausgegangen und (b) den differenzierten Standortverhältnissen Sachsens Rechnung getragen werden. Die Untersuchung wurde anhand eines mathematischen Optimierungsmodells durchgeführt, das künftig weiterentwickelt und für vertiefende Berechnungen verwendet werden soll.

Für die Standortdifferenzierung des Freistaates wurde auf die Gliederung nach den fünf "Agrarstrukturgebieten" zurückgegriffen: I. Sächsisches Heidegebiet, Riesa-Torgauer Elbtal; II. Oberlausitz, Sächsische Schweiz; III. Mittelsächsisches Lößgebiet; IV. Erzgebirgsvorland, Vogtland, Elsterbergland; V. Erzgebirgskamm.

## 2 Umweltszenarien

Es wurden zwei alternative "Umweltversionen" definiert. Sie sind in Tabelle 1 dargestellt. Bei jeder Version wurden einige Umwelthanforderungen für alle Agrarstrukturgebiete *einheitlich* vorgegeben, andere nach Agrarstrukturgebieten *differenziert*. Erstere wurden weitgehend aus dem sächsischen Agrarumweltprogramm nach VO (EWG) 2078/92 ("Umweltgerechte Landwirtschaft im Freistaat Sachsen (UL)") (Freistaat Sachsen, 1995) abgeleitet. Für letztere wurden die Flächen - im unteren Teil der Tabelle für *Gesamt-Sachsen* zusammengefaßt - agrarstrukturgebietsspezifisch ermittelt. Dabei wurden zunächst Zielwerte für die Flächen bestimmt und danach die bereits vorhandenen Flächen abgezogen (zur hierbei verwendeten Methodik vgl. BERNHARDT und AHRENS, 1999).

\* Prof. Dr. Heinz Ahrens und Dr. habil. Frieder Bernhardt, Institut für Agrarökonomie und Agrarraumgestaltung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Emil-Abderhalden-Straße 20, 06108 Halle (Saale)

<sup>1</sup> Das Thema des Forschungsvorhabens lautete "Kosten einer umweltgerechten Landbewirtschaftung und der Realisierung ökologischer Leistungen durch die landwirtschaftlichen Unternehmen im Freistaat Sachsen, unter besonderer Berücksichtigung der Ziele und Vorgaben der Agrarstrukturellen Vorplanung (AVP)". Die Autoren danken Herrn Dr. Wendt für seine Unterstützung bei der Erstellung des Modells und Herrn Prof. Dr. Dittrich für die Bereitstellung der auf die Agrarstrukturgebiete Sachsens bezogenen Daten.

**Tabelle 1:** Maßnahmen zum Schutz und zur Entwicklung der Umweltressourcen in der Agrarlandschaft des Freistaates Sachsen - Version I und II

Maßnahme	Einheit	Version	
		I	II
<b>Maßnahmen (I): für alle Agrarstrukturgebiete einheitlich</b>			
- Reduzierung des mineralischen Stickstoffeinsatzes auf dem Acker (um 20 %)	% der AF	30	50
- Begrenzung des Stickstoffeinsatzes auf der Weide (auf 120 kg N/ha)	% des GL	50	80
- Anwendung des Mulchverfahrens	% der AF	5	20
- Umwandlung von Intensivgrünland in Extensivgrünland	% des GL	8	15
- Anwendung der späten Schnittnutzung:			
- nach dem 15.06.	% des GL	10	20
- nach dem 30.06.	% des GL	10	20
- Ersatz von Winterweizen und Wintergerste durch Sommergetreide	% der LF	15	50
- Erhöhung des Zwischenfruchtanbaus (um ...%)	% der LF	5	15
- Erhöhung des Schafbesatzes gegenüber 1996	%	5	20
<b>Maßnahmen (II): nach Agrarstrukturgebieten differenziert</b>			
- Hecken, Baumreihen <sup>1)</sup>	Ha	3.119	10.260
- extensive Ackerrandstreifen <sup>2)</sup>	Ha	1.171	3.848
- Feldraine <sup>3)</sup>	Ha	293	963
- Feldgehölze <sup>4)</sup>	Ha	8	42
- Wald (zusätzlich) <sup>5)</sup>	Ha	13.263	33.035
- Umwandlung von Acker in extensives Grünland	Ha	20.708	88.309
- Streuobstwiesen <sup>6)</sup>	Ha	2.500	2.500
- Gewässerrandbepflanzung <sup>7)</sup>	Ha	1.318	1.318

1) Anlage, Jugendpflege und permanente Pflege (zusätzlich: permanente Pflege für Altbestände (rd. 1600 ha));

2) Verzicht auf Einsatz chemisch-synthetischer Betriebsmittel; 3) Flächenbereitstellung; 4) Anlage, Pflege; 5)

Aufforstung; 6) Pflege, Ersatz; 7) Bepflanzung.

Legende: AF = Ackerfläche; GL = Grünland; LF = landwirtschaftliche genutzte Fläche

Quelle: eigene Annahmen (s. Text).

### 3 Das Modell und die gerechneten Szenarien

Das Modell setzt sich aus fünf Regionshofmodellen - je eines für jedes Agrarstrukturgebiet - mit der für Betriebsmodelle üblichen Konfiguration zusammen. Maximiert wird der Deckungsbeitrag III (DB I - Arbeitskosten - Kosten der Stallplutzerhaltung und -bereitstellung - Schlepperkosten). Jedes Regionshofmodell enthält 67 Verfahren der Pflanzenproduktion und 19 Verfahren der Tierproduktion. Mithilfe von Stickstoffertragsfunktionen auf der Grundlage der Funktionen von KLEINHANS (1986) wird die optimale Intensität der Stickstoffdüngung ermittelt. Wir gehen nicht von einem vorgegebenen AK-Bestand aus. Es wird nur der jeweilige Arbeitsbedarf zugekauft, differenziert nach fest beschäftigten Arbeitskräften und Zeitkräften. Auf weitere Angaben sei hier verzichtet. Das Modell enthält rd. 6460 Variablen und 3830 Restriktionen. Es wurde mithilfe des Systems AIMMS (Advanced Interactive Mathematical Modelling Software) gerechnet, unter Anwendung des Löser für nichtlineare Probleme CO-NOPT.

Auf die Formulierung der beiden Bündel an Umweltanforderungen im Modell kann hier nicht im Einzelnen eingegangen werden. Die 20%ige Reduzierung des mineralischen Stickstoffeinsatzes wurde auf die Summe aller Fruchtarten angewandt. Bezüglich der Flurelemente (Hecken, Baumreihen) wurde unterstellt, dass sich deren Anlage gleichmäßig über 10 Jahre ver-

teilt und in den 3 folgenden Jahren Jugendpflege sowie danach permanente Pflege stattfindet; das Modell wurde für das 10. Jahr gerechnet. Ergänzend zu den in Tabelle 1 genannten Maßnahmen wurde auf Wunsch des Auftraggebers für jedes Agrarstrukturgebiet eine ausgeglichene Humusbilanz postuliert.

**Tabelle 2:** Übersicht über die gerechneten Modell-Szenarien

	Basisvariante		Zukunftsvariante	
	Mit Prämien	ohne Prämien	mit Prämien	ohne Prämien
"rein ökonomisch"	Referenzszenario <i>w0</i>	<i>w1</i>	<i>w2</i>	<i>w3</i>
Umweltanforderungen I	<i>v0</i>	(-)	<i>v2</i>	<i>v3</i>
Umweltanforderungen II	<i>u0</i>	(-)	<i>u2</i>	<i>u3</i>

Die gerechneten Szenarien sind in Tabelle 2 wiedergegeben. Die 'Basisvariante' wurde für das Jahr 1996 gerechnet, auf der Grundlage der Daten der Periode 1993/94 - 1995/96. Für die 'Zukunftsvariante' wurden höhere Tierleistungen und die Notwendigkeit von Investitionen (Rekonstruktion / Neubau) in Stallplätze unterstellt. Bei den Szenarien 'ohne Prämien' wird der Wegfall aller flächen- und tierbezogenen agrarpolitischen Transferzahlungen an die landwirtschaftlichen Betriebe sowie der Stilllegungsverpflichtungen unterstellt. Bei den Szenarien mit "rein ökonomischer" Ausrichtung wird darauf verzichtet, die in Tabelle 1 genannten Umweltauflagen zu stellen, im Gegensatz zu den Szenarien mit "Umweltauflagen I" oder "Umweltauflagen II".

#### 4 Modellergebnisse

Im Folgenden soll auf Auswirkungen der erhöhten Umweltauflagen eingegangen werden. Hierzu werden die Ergebnisse der Szenarien mit "rein ökonomischer" Ausrichtung mit denen der Szenarien mit "Umweltauflagen II" verglichen. (Die Ergebnisse der Szenarien mit "Umweltauflagen I" liegen im Allgemeinen "zwischen" denen der o.g. Szenarien.) Die kausale Interpretation der Veränderungen stößt z.T. auf die Schwierigkeit, dass das Modell relativ umfangreich ist und Sensitivitätstests zur Ermittlung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen bisher nur begrenzt durchgeführt worden sind. Einige der nachfolgenden Kausalaussagen wären weiter zu spezifizieren.

##### 4.1 Basisvariante mit Prämien

Das "rein ökonomische" Szenario der Basisvariante mit Prämien wird deshalb als "Referenzszenario" bezeichnet, weil es als gedanklicher Ausgangspunkt für alle anderen Szenarien dient. Es gibt nicht die Realität des Jahres 1996 wieder, sondern bereits eine unter den Annahmen des Modells "optimierte" Situation der sächsischen Landwirtschaft (bestmögliche Anpassung der Faktorausstattung; ähnlich KIRSCHKE et al., 1997, 1998). Die Realisierung der Umweltauflagen II hat im Modell vor allem folgende Konsequenzen (vgl. Tabelle 3): In der Anbaustruktur geht die Bedeutung des Getreides zurück, da die Ackerfläche infolge der teilweisen Umwandlung in Grünland und der Anlage von Landschaftselementen (Hecken, Baumreihen, Feldraine, Feldgehölze, Wald, Gewässerrandbepflanzungen) erheblich reduziert wird und der Anbau der stickstoffintensiven Früchte Winterweizen und Wintergerste eingeschränkt wird. Die Möglichkeit des Ölfuchtanbaus wird wegen des Rückgangs der Ackerfläche und der Verknappung des Stickstoffs sowohl in Bezug auf die Garantiefelder als auch auf die fruchtfolgetechnischen Begrenzungen nicht mehr ausgeschöpft. Der Feldfutteranteil dagegen nimmt zu. Dies betrifft vor allem mehrjährige Futterleguminosen, insbesondere den Luzerne-

**Tabelle 3: Auswirkungen erhöhter Umweltauforderungen: Gesamtsachsen - Modellergebnisse**

		Einheit	Basisvariante mit Prämien		Zukunftsvariante mit Prämien		Zukunftsvariante ohne Prämien	
			"rein ökonomisch" Referenzszenario w0	Umweltauforde- rungen II U0	"rein ökonomisch" w2	Umweltauforde- rungen II u2	"rein ökonomisch" w3	Umweltauforde- rungen II u3
PFLANZEN- PRODUK- TION	Getreide	% der LF	62,0	40,0	48,3	41,4	47,3	39,7
	Körner-Leguminosen	% der LF	1,7	1,7	1,7	1,7	0,7	0,6
	Ölfrüchte	% der LF	4,8	4,1	4,8	3,7	0,6	0,1
	Hackfrüchte	% der LF	1,5	1,5	1,6	1,5	14,2	6,0
	Feldfutter	% der LF	8,5	11,6	14,7	10,6	18,7	14,5
	dar. Silomais	% der LF	7,9	9,0	8,6	9,1	4,8	5,4
	Zwischenfrüchte	% der LF	4,6	6,9	-	6,3	0,1	5,1
	Brache	% der LF	3,6	2,7	11,0	2,7	0,6	0,6
	ACKERFLÄCHE insg.	% der LF	82,1	61,6	82,1	61,6	82,1	61,6
	GRÜNLAND insg.	% der LF	15,9	33,2	15,9	33,2	15,9	33,2
	dar. Extensiv <sup>1)</sup>	% der LF	10,1	25,4	10,0	26,8	10,4	27,8
	Fläch. F. Landsch.gest. <sup>2)</sup>	% der LF	-	3,2	-	3,2	-	3,2
	sonst. LF	% der LF	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
TIER- PRODUK- TION	Tierbestand insg.	VE/ 100 ha LF	61,6	61,3	44,9	53,0	57,4	57,4
	dav. Milchkühe	VE/ 100 ha LF	27,8	27,8	19,1	26,2	19,0	27,3
	dav. Mutterkühe	VE/ 100 ha LF	2,6	2,9	6,9	1,4	6,9	1,3
	dav. Sonst. Rinder	VE/ 100 ha LF	23,8	21,8	13,4	17,4	24,9	20,8
	dav. Schweine	VE/ 100 ha LF	7,4	7,4	5,5	6,6	6,6	6,6
	dav. Schafe	VE/ 100 ha LF	-	1,4	-	1,4	-	1,4
ARBEITSKR.	Beschäftigung	Voll-AK/ 100 ha	2,4	2,9	2,0	2,8	2,1	2,8
FINAN- ZIELLE GRÖSSEN	Deckungsbeitrag I <sup>3)</sup>	DM/ha LF	1726	1332	1696	1326	1055	907
	Ø Schattenpreis AF	DM/ha AF	1124	1314	867	1343	464	651
	Ø Schattenpreis GL	DM/ha GL	363	28	84	17	109	0
	Nettowertschöpfung <sup>4)5)</sup>	DM/ha LF	1691	847	1331	537	704	126
	Nettoeinkommen <sup>6)</sup>	DM/ha LF	381	-645	166	-911	-512	-1337

1) einschl. produktfrei; 2) ohne diejenigen Flächen für Landschaftsgestaltung, die sich durch Umwandlung von Ackerland in Grünland ergeben; 3) Leistung abzgl. variable Spezialkosten; 4) Nettowertschöpfung zu Faktorkosten Produktionswert - Vorleistungen + Subventionen - Produktionssteuern - Abschreibungen; 5) für Umweltauforderungen II": unter Berücksichtigung der (Vorleistungs-) Kosten für Flurelemente in Höhe von DM 454/ ha LF; 6) Nettowertschöpfung zu Faktorkosten - Arbeitskosten - Pachten und Mieten - Zinsen für Fremdkapital

Legende: LF = Landwirtschaftlich genutzte Fläche; VE = Vieheinheiten; AF = Ackerfläche; GL = Grünland; Landsch.gest. = Landschaftsgestaltung

anbau, der - allerdings ausgehend von niedrigem Niveau - mehr als eine Vervierfachung seiner Anbaufläche erfährt. Als Gründe hierfür kommen vor allem die Aufwertung des symbiotischen Stickstoffs aus Ernte- und Wurzelrückständen und der Rückgang der relativen Vorzüglichkeit des Silomaises angesichts der Stickstoffrestriktion in Betracht.

Der Anbau von *Zwischenfrüchten* wird - vorgabegemäß - ausgedehnt. Die *Brache* wird angesichts der wachsenden Knappheit an Ackerfläche bis auf das gesetzlich vorgegebene Minimum (obligatorische Flächenstillegung) reduziert. Die *Grünlandfläche* nimmt infolge der Umwandlung von Acker erheblich zu, ebenso der Anteil der extensiven Nutzung.

Die Reduzierung des mineralischen Stickstoffeinsatzes führt bei den angebauten Fruchtarten zu keiner nennenswerten Verringerung des Stickstoffeinsatzes bzw. der Erträge je ha, sondern "lediglich" zu der bereits gezeigten Veränderung der Anbaustruktur. (Dies dürfte zum einen auf die "Umallokation" von Stickstoff auf weniger stickstoffintensive Pflanzen, zum anderen auf eine Substitution von mineralischem Stickstoff durch Stickstoff aus anderen Quellen (organische Düngung, Leguminosen) zurückzuführen sein.) Dennoch ergeben sich hieraus positive Umwelteffekte. Durch die Änderung der Anbaustruktur wird eine Gesamteinsparung an Düngestickstoff erreicht; in diesem Zusammenhang sei auch auf die große Bedeutung des Stickstoffeinsatzes in Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen hingewiesen. Es kommt zu einer Ausdehnung des Anbaues von Klee- und Luzernegras, die keine Stickstoffdüngung erfahren, und positive Wirkungen auf die Umweltressourcen haben.

Der *Tierbestand* bleibt mehr oder weniger unverändert im Hinblick auf Umfang und Struktur. Dabei werden nun aber aus landschaftspflegerischen Gründen Schafe gehalten. Der Bedarf an *Arbeitskräften* steigt um ein Fünftel an. Offensichtlich wird der negative Beschäftigungseffekt der Extensivierung im Bereich der Pflanzenproduktion durch den AK-Bedarf für die Neuanlage und Pflege von Flurelementen überkompensiert. Dieser Effekt wäre größer, käme es nicht zu einer erheblich besseren Auslastung der fest beschäftigten Arbeitskräfte *in den Arbeitstälern*.

Der *Deckungsbeitrag* sinkt deutlich ab, auf etwa drei Viertel des Ausgangsniveaus. Entgegen den Erwartungen steigt der durchschnittliche Schattenpreis der Ackerfläche an. Offensichtlich wird der Effekt der Extensivierung durch den der Ackerverknappung überkompensiert. Der Schattenpreis des Grünlandes dagegen geht stark zurück, da durch Umwandlung von Ackerland zusätzliches Grünland entsteht und ein größerer Teil des Grünlands extensiv genutzt wird. Die *Nettowertschöpfung* der Landwirtschaft sinkt um rd. 840 DM/ha. Noch stärker - um 1030 DM/ha - geht, insbesondere infolge der gestiegenen Lohnkosten (Absolutbetrag), das *Nettoeinkommen* zurück und wird dabei negativ.

#### **4.2 Zukunftsvariante mit Prämien**

Bevor auf die Wirkungen der Umwelanforderungen eingegangen wird, sei das "rein ökonomische" Szenario der Zukunftsvariante mit Prämien ( $w_2$ ) mit dem der Basisvariante (Referenzszenario  $w_0$ ) verglichen. Der Übergang vom letzteren zum erstgenannten hat folgende Wirkungen (vgl. Tabelle 3):

Der *Tierbestand* sinkt wegen der erhöhten Stallplatzkosten, die offensichtlich durch die höheren Tierleistungen nicht kompensiert werden, beträchtlich. Dies betrifft im wesentlichen die Milchkuhhaltung und die Bullenmast. Die Milchquoten werden nicht mehr voll genutzt. (Allerdings ist der Rückgang der Milchkuhbestände in gewissem Umfang auch Ergebnis der Leistungssteigerung bei gegebenen Milchquoten.) Die Mutterkuhhaltung dagegen expandiert wegen der freiwerdenden Flächen.

In der Anbaustruktur geht der *Getreideanteil* trotz Prämien zurück. Getreide wurde sehr stark als Futtergetreide eingesetzt. Die sinkenden Tierbestände überkompensieren den Anstieg der Leistungen hinsichtlich der Nachfrage nach Futtergetreide. Es werden Flächen frei, die teil-



weise dem *Futterbau* dienen. Der Flächenanteil der *Brache* (Stilllegung) steigt aus ackerbaulichen Gründen auf das Dreifache.

Es wird eine geringere Zahl an *Arbeitskräften* benötigt, insbesondere in der Tierhaltung. Der Schattenpreis der Ackerfläche und des Grünlandes geht z.T. erheblich zurück. *Deckungsbeitrag* und *Nettoeinkommen* sinken unter das Niveau des Referenzszenarios ab.

Betrachten wir nun die Wirkungen der Umweltauflagen (Übergang von Szenario w2 zu Szenario u2): Sie entsprechen weitgehend denjenigen, die bereits in der Basisvariante aufgetreten sind (vgl. Tabelle 3). Zu beobachten ist auch hier (a) in der *Anbaustruktur* ein Rückgang des Getreideanteils, des Ölfruchtanteils und der Brache sowie - bei Umwandlung von Ackerland in Grünland - eine Ausdehnung der extensiven Grünlandnutzung, (b) beim *Arbeitsbedarf* eine Ausdehnung, (c) im *finanziellen Bereich* ein Rückgang des Deckungsbeitrags (bei steigendem Schattenpreis des Ackerlandes und sinkendem Schattenpreis des Grünlandes) sowie der Wertschöpfung und des Nettoeinkommens. Beim Nettoeinkommen tritt eine Einbuße in Höhe von rd.1080 DM/ha LF auf. Die Erhöhung der Umweltauflagen führt hier zu einer Ausdehnung der Milchviehhaltung bei gleichzeitigem Rückgang der Mutterkuhhaltung. Die Gründe hierfür sind in der Veränderung der Futterbasis zu suchen.

### 4.3 Zukunftsvariante ohne Prämien

In der Zukunftsvariante wirkt sich der Wegfall der Prämien (Übergang von w2 zu w3) folgendermaßen aus (vgl. Tabelle 3):

Die relative Vorzüglichkeit der Kulturen ändert sich beträchtlich, während gleichzeitig der Zwang zur Stilllegung entfällt. Der *Getreideanteil* bleibt dennoch mehr oder weniger unverändert. Getreide gehört demnach auch bei Wegfall der flächenbezogenen Transferzahlungen zu den stark anbauwürdigen Kulturen. Die *Hülsen- und Ölfrüchte* dagegen werden weitgehend aus der Anbaustruktur verdrängt, während der Hackfruchtanbau - das heißt der *Kartoffelanbau* - stark ausgedehnt wird. (Der Anteil der Zuckerrübenfläche an der LF beläuft sich auf 1,4 Prozent.) Auch der Anbau von *Feldfutter* (hier: Klee gras, Luzerne gras und Feld gras) gewinnt etwas an Wettbewerbsfähigkeit. Die *Stilllegungsfläche* wird fast bis auf Null Hektar reduziert. In der *Tierhaltung* kommt es zu einer Erhöhung des Bestandes an Mastrindern, da nun ein größerer Teil des Getreides verfüttert wird.

Was den *Deckungsbeitrag* betrifft, so geht dieser infolge des Prämienwegfalls stark zurück. Der Schattenpreis der Ackerfläche sinkt naturgemäß erheblich, während der des Grünlandes etwas ansteigt; letzteres korrespondiert mit der oben beschriebenen starken Ausdehnung der Tierhaltung. Das *Nettoeinkommen* der Landwirtschaft sinkt beträchtlich und wird negativ.

Gehen wir nun davon aus, dass die Umweltauflagen erhöht werden (Übergang von w3 zu u3), so ergeben sich tendenziell dieselben Effekte wie in der Zukunftsvariante *mit* Prämien (vgl. Tabelle 3). Das *Nettoeinkommen* der Landwirtschaft sinkt auf den Tiefstwert von rund - 1.340 DM/ha LF.

## 5 Diskussion

Abschließend sei auf einige Aspekte der Aussagefähigkeit der Modellergebnisse eingegangen. Das Modell trifft - wie andere Modelle auch - "Wenn-dann"-Aussagen im Hinblick auf eine bestimmte Fragestellung. Hieraus ergeben sich potentiell zwei Arten von Erkenntnissen:

- (a) Erkenntnisse darüber, wie sich relevante Variablen unter bestimmten Bedingungen in der Realität entwickeln würden ("prognostische" Funktion des Modells), und
- (b) Erkenntnisse über - sonst nicht ohne weiteres überschaubare - Funktionszusammenhänge und Wirkungsmechanismen innerhalb des abgebildeten Systems ("didaktische" Funktion des Modells).

Die prognostische Funktion des gewählten Modelltyps ist zwangsläufig durch verschiedene Annahmen eingeschränkt. So wird unterstellt, die Preise der Outputs seien unabhängig von den erzeugten Mengen (angebotsorientiertes Modell, vgl. auch die Ausführungen zum RAU-MIS-Modell in WEINGARTEN, 1995). In der Realität können demgegenüber erheblich veränderte Produktionsmengen - wie sie im Modell teilweise bei Rindfleisch oder Kartoffeln auftreten - u.U. höhere Preise erzielen oder nur zu niedrigeren Preisen abgesetzt werden. Das hätte entsprechende Rückwirkungen auf die relative Wettbewerbskraft der Produkte in den landwirtschaftlichen Betrieben. Andererseits dürften sich Mengenänderungen in Sachsen nur begrenzt auf die jeweiligen (überregionalen) Märkte auswirken (Situation des "kleinen Landes"). Anders verhält es sich unter der Annahme, auch in den übrigen Bundesländern würden ähnliche Umwelanforderungen an die Landwirtschaft gestellt.

Darüber hinaus wird im Modell eine relativ hohe Anpassungsflexibilität der Landwirtschaft angenommen. Schon durch die Modellierung sämtlicher Betriebe einer Region als *ein* Betrieb ergibt sich ein unvermeidlicher Aggregationsfehler (HANF, 1989, S. 20), wobei durch "die Aggregation der Produktionsprozesse und Einsatzfaktoren zu Sektorgrößen ohne gleichzeitige Einbeziehung der - auf einzelbetrieblicher Ebene oft entscheidenden - Beschränkungen durch Fruchtfolgebedingungen, unterschiedliche Bodenqualitäten etc., und durch Nichtberücksichtigung der Faktorbindung innerhalb der einzelnen Betriebe, [...] ein Ausmaß an Flexibilität unterstellt wird, das in der Realität nicht anzutreffen ist" (URFF und AHRENS, 1980, S.439).<sup>1</sup>

Wie bereits dargelegt, bestehen wegen des Verzichts auf "Kalibrierung" schon im Referenzszenario gewisse Abweichungen von der Realität. Auch in den Szenarienrechnungen wurde nur begrenzt von "flexibility constraints" Gebrauch gemacht. Die Tatsache, dass die Ergebnisse des Referenzszenarios von der tatsächlichen Situation abweichen, läßt erhebliche Vorsicht bei der Interpretation der Szenarienrechnungen angeraten erscheinen, soweit hierbei Vergleiche mit dem Referenzszenario angestellt (komparativ-statische Betrachtung) und prognostisch interpretiert werden sollen.

Ein Beispiel mag dies verdeutlichen. Im Modell führt die Realisierung erhöhter Umwelanforderungen zur *Entstehung zusätzlicher Arbeitsplätze* in der sächsischen Landwirtschaft. Dabei wurde auch für das Referenzszenario davon ausgegangen, in der Landwirtschaft würden jeweils nur die benötigten Arbeitskräfte beschäftigt. In Wirklichkeit besteht jedoch z.Z. in der sächsischen Landwirtschaft (noch) ein Arbeitskräfteüberhang. Würden die Umwelanforderungen heute oder in den nächsten Jahren realisiert, so käme es vor allem zu einer *besseren Auslastung vorhandener Arbeitskräfte* (u.U. einer Erhaltung von Arbeitsplätzen).

Ein besonderes Problem besteht bezüglich der Wahl der Bündel an Umwelanforderungen an die Landwirtschaft. Im Rahmen von "Wenn-dann"-Aussagen, also einer *positiven* Analyse, sind diese Bündel eigentlich nur Bestandteil der Prämissen zur Ableitung von Implikationen. Jedoch sollten sie auch "vernünftig" sein, sozusagen ökologischen Zielvorstellungen der Gesellschaft entsprechen (wenn auch mit unterschiedlichem Ausmaß der Zielrealisierung). Damit entsteht in gewissem Umfang eine *normative* Aufgabenstellung. Die ursprüngliche Absicht, hierfür auf die Agrarstrukturellen Vorplanungen (und die Regionalplanung) zurückzugreifen, erwies sich als wenig hilfreich. Auch in den Naturwissenschaften (einschließlich der Ökologie) gibt es, soweit wir sehen, keine allgemein akzeptierte Methodik zur Ermittlung der anzustrebenden Ausstattung einer Region mit Umweltressourcen. Diese Entscheidung zu treffen, ist letztlich keine naturwissenschaftliche, sondern eine *gesellschaftliche* Aufgabe.

Selbst wenn die Modellergebnisse aus den oben genannten Gründen mit Vorsicht zu interpretieren sind, so ermöglichen sie doch Aussagen über Größenordnungen agrarumweltpoli-

<sup>1</sup> Bei Agrarsektormodellen auf der Basis "typischer Betriebe", bei denen Anpassungsreaktionen mittels Gewichtungsfaktoren auf den gesamten Agrarsektor einer Region hochgerechnet werden, besteht *dieses* Problem nicht, dafür aber das des Stichprobenfehlers (HANF, 1989; BALMAN et al., 1998).

tisch induzierter Effekte in der Landwirtschaft sowie über die Veränderung dieser Effekte aufgrund einer Veränderung der umweltpolitischen Anforderungen. Darüber hinaus sind die Modellergebnisse, wie gezeigt wurde, geeignet, den Blick auf wichtige Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zu lenken. Es ist beabsichtigt, das Modell zu verbessern und mit seiner Hilfe weitere Berechnungen durchzuführen. Dabei soll auch versucht werden, Umweltindikatoren einzubeziehen, wie dies bereits in anderen Modellen geschehen ist (WEINGARTEN, 1995; CYPRIIS et al., 1999; KIRSCHKE et al., 1998).

### Literaturverzeichnis

- BALMAN, A.; LOTZE, H.; NOLEPPA, S. (1998): Agrarsektormodellierung auf der Basis "typischer Betriebe". Teil 1: Eine Modellkonzeption für die neuen Bundesländer, in: Agrarwirtschaft 47, H. 5, S. 222-230.
- BERNHARDT, F.; AHRENS, H. (1999): Ein Landnutzungsmodell für den Freistaat Sachsen, Zeitschrift für angewandte Umweltforschung, Jg. 12, H. 1, S. 41-56.
- CYPRIIS, C.; OSTERBURG, B.; SANDER, R.; SEIFERT, K. (1999): RAUMIS - Regionalisiertes Agrar- und Umweltinformationssystem für Deutschland, in: Berg, E., Henrichsmeyer, W.; Schiefer, G. (Hrsg.), Agrarwirtschaft in der Informationsgesellschaft. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Münster-Hiltrup, S. 503-506.
- Freistaat Sachsen, Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten (1995): Umweltgerechte Landwirtschaft im Freistaat Sachsen (UL), Hinweise zur Anwendung des Förderprogramms, Dresden.
- HANF, C.-H. (1989): Agricultural Sector Analysis by Linear Programming Models: Approaches, Problems and Experiences, Kiel.
- KIRSCHKE, D.; ODENING, M.; HAGEDORN, K.; VON WITZKE, H. (1997): Optionen für die Weiterentwicklung der EU-Agrarpolitik, Kiel.
- KIRSCHKE, D.; ODENING, M.; DOLUSCHITZ, R.; FOCK, TH.; HAGEDORN, K.; ROST, D.; VON WITZKE, H. (1998): Weiterentwicklung der EU-Agrarpolitik - Aussichten für die neuen Bundesländer, Kiel.
- KLEINHANSS, W. (1986): Schätzung von Grenzertragsfunktionen des Stickstoffeinsatzes für Getreide, Zuckerrüben und Kartoffeln auf der Basis von Düngungsversuchen. Ber. ü. Landw. 64, S. 236-268.
- URFF, W. v.; AHRENS, H. (1980): Zur Frage der Leistungsfähigkeit sektoraler Analyse- und Prognosemodelle, in: HENRICHSMEYER, W. (Hrsg.): Prognose und Prognosekontrolle. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Münster-Hiltrup, S. 513-515.
- WEINGARTEN, P. (1995): Das "Regionalisierte Agrar- und Umweltinformationssystem für die Bundesrepublik Deutschland" (RAUMIS). Ber. ü. Landw. 73, S. 272-302.