

**Modellierung von Wirkungen alternativer umweltpolitischer Szenarien  
auf die Landwirtschaft  
- Regional differenzierte Fallstudie für den Freistaat Sachsen -**

Referat

von

Heinz AHRENS  
Frieder BERNHARDT

Institut für Agrarökonomie und Agrarraumgestaltung  
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Ludwig-Wucherer-Str. 2, 06108 Halle/Saale  
Tel.: (0345) 5522-399/400; Fax: (0345) 5527-112

Vierzigste Jahrestagung der Gesellschaft  
für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues  
vom 4. bis 6. Oktober 1999 in Kiel

Tagungsthema:

“Wettbewerbsfähigkeit und Unternehmertum  
in der Land- und Ernährungswirtschaft”

**Modellierung von Wirkungen alternativer umweltpolitischer Szenarien  
auf die Landwirtschaft  
- Regional differenzierte Fallstudie für den Freistaat Sachsen -  
von  
H. Ahrens und F. Bernhardt<sup>1</sup>**

## 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 den Opportunitätskosten 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>2</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.

---

<sup>1</sup>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>2</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)" durchgeführt wurde. 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     |
| Maßnahmen (I): für alle Agrarstrukturgebiete einheitlich                    |          |         |        |
| - 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                       | % der AF | 8       | 15     |
| - Anwendung der späten Schnittnutzung:                                      | % des GL | 10      | 20     |
| nach dem 15.06.   | % des GL | 10      | 20     |
| ·nach dem 30.06.  | % des GL | 15      | 50     |
| - Ersatz von Winterweizen und Wintergerste durch Sommergetreide             | % des GL | 5       | 15     |
| - Erhöhung des Zwischenfruchtanbaues (um ...%)                              | % des GL | 5       | 20     |
| - Erhöhung des Schafbesatzes gegenüber 1996                                 | % der LF |         |        |
|   | % der LF |         |        |
|   | %        |         |        |
| Maßnahmen (II): nach Agrarstrukturgebieten differenziert                    |          |         |        |
| - 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).

Für die nach Agrarstrukturgebieten differenzierten Maßnahmen 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 Ermittlung der Zielwerte (ausführlicher BERNHARDT UND AHRENS, 1999):

- Bei *Hecken und Baumreihen* sowie *Feldrainen* und *Feldgehölzen* wurde von bestimmten, für Version I und II unterschiedlichen Flächenanteilen ausgegangen.
- Für die *extensiven Ackerrandstreifen* ist unterstellt, dass sie mit einer bestimmten Breite beidseits sämtlicher Hecken / Baumreihen angelegt werden.
- Bei den Zielwerten für die *Aufforstung* wurde auf den Regionalplan für das alle fünf Agrarstrukturgebiete umfassende Planungsgebiet "Oberes Elbtal/ Osterzgebirge" (Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge, 1996) zurückgegriffen und unterstellt, dass die Aufforstungsvorgaben für dieses Planungsgebiet etwa repräsentativ für Gesamt-Sachsen sind, und zwar sowohl bezüglich der angestrebten Anteile der Erstaufforstungsfläche an der LF als auch bezüglich der Verteilung auf die fünf Agrarstrukturgebiete. Die so berechneten Flächen wurden für Version II angesetzt, für Version I wurde ein bestimmter Abschlag vorgenommen.
- Für die *Umwandlung von Acker in extensives Grünland* wurde in gleicher Weise verfahren.
- Bei den *Streuobstwiesen* wurde der Zielbestand mit dem tatsächlich vorhandenen Bestand gleichgesetzt.
- Für die Abschätzung der Ausmaße der *Gewässerrandbepflanzungen* wurden zunächst auf der Grundlage (a) einer Mitteilung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landesentwicklung (1994) über das "Sächsische Fließgewässersystem" und (b) der "Sächsischen Gewässerkarte" (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie 1996) für jedes Agrarstrukturgebiet die Gesamtlänge der verschiedenen Fließgewässer kalkuliert und dann für die Gewässerrandbepflanzungen unterschiedliche Breiten unterstellt, in Abhängigkeit der Gewässerart (Hauptgewässer, Nebengewässer, Verbindungsgewässer, sonstige Gewässer).

Zur Ermittlung der bereits *vorhandenen* Flächen: Hierzu wurden verschiedene Quellen bzw. Annahmen verwendet. Bei den Waldflächen war die Ermittlung nicht erforderlich, da es sich ohnehin um *zusätzliche* Flächen handelt. Der Bestand an (a) Streuobstwiesen und (b) in extensives Grünland umgewandeltes Ackerland ließ sich anhand der Anträge der landwirtschaftlichen Betriebe auf Anpassungshilfe agrarstrukturgebietsspezifisch ermitteln. Für die anderen Landschaftselemente wurden auf der Grundlage von Expertenbefragungen grobe, agrarstrukturgebietsspezifische Annahmen über die bereits vorhandenen Bestände getroffen (BERNHARDT und AHRENS 1999).

### 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 - var. Kosten wirtschaftseigenes Futter - Arbeitskosten - Kosten der Stallplatzerhaltung und -bereitstellung - Schlepperkosten). Jedes Regionshofmodell enthält 67 Verfahren der Pflanzenproduktion und 19 Verfahren der Tierproduktion. Mithilfe von Stickstoffertragsfunktionen auf der Grundlage der Funktionen von KLEINHANSS (1986) wird die optimale Intensität der Stickstoffdüngung ermittelt. 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 gerechnet, unter Anwendung des Löser für nichtlineare Probleme CONOPT.

Auf die Umsetzung der beiden Bündel an Umwelanforderungen im Modell kann hier nicht im Einzelnen eingegangen werden. Die 20 %ige Reduzierung des mineralischen Stickstoffeinsatzes wurde auf die Summe aller Fruchtarten angewandt. Ergänzend zu den in Tabelle 1 genannten Maßnahmen wurde 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<br>w0 | w1           | w2               | w3           |
| Umwelanforderungen I  | v0                     | (-)          | v2               | v3           |
| Umwelanforderungen II | u0                     | (-)          | u2               | u3           |

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 sowie ergänzender Annahmen. 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 Umwelanforderungen zu stellen, im Gegensatz zu den Szenarien mit "Umwelanforderungen I" oder "Umwelanforderungen II".

### 4. Modellergebnisse

Im Folgenden soll auf Auswirkungen der erhöhten Umwelanforderungen eingegangen werden. Hierzu werden die Ergebnisse der

Szenarien mit "rein ökonomischer" Ausrichtung mit denen der Szenarien mit "Umweltanforderungen II" verglichen. (Die Ergebnisse der Szenarien mit "Umweltanforderungen 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 Umweltanforderungen II hat im Modell vor allem folgende Konsequenzen (vgl. Tabelle 3):

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

|                              |   | Einheit  | Basisvariante mit Prämien                    |                             | Zukunftsvariante mit Prämien |                             | Zukunftsvariante ohne Prämien |                             |
|------------------------------|---|--|--|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
|                              |   |  | " rein ökonomisch"<br>Referenzszenario<br>w0 | Umwelanforderungen II<br>u0 | " rein ökonomisch"<br>w2     | Umwelanforderungen II<br>u2 | " rein ökonomisch"<br>w3      | Umwelanforderungen II<br>u3 |
| PFLANZEN-<br>PRODUK-<br>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.<br>.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-<br>PRODUK-<br>TION     | Tierbestand insg.                         | VE/ 100 ha   | 61,6   | 61,3                        | 44,9                         | 53,0                        | 57,4                          | 57,4                        |
|                              | dav. Milchkühe                            | LF   | 27,8   | 27,8                        | 19,1                         | 26,2                        | 19,0                          | 27,3                        |
|                              | dav. Mutterkühe                           | VE/ 100 ha   | 2,6  | 2,9                         | 6,9                          | 1,4                         | 6,9                           | 1,3                         |
|                              | dav. sonst. Rinder                        | LF   | 23,8   | 21,8                        | 13,4                         | 17,4                        | 24,9                          | 20,8                        |
|                              | dav. Schweine                             | VE/ 100 ha   | 7,4  | 7,4                         | 5,5                          | 6,6                         | 6,6                           | 6,6                         |
|                              | dav. Schafe                               | LF   | -  | 1,4                         | -                            | 1,4                         | -                             | 1,4                         |
|                              |   | VE/ 100 ha<br>LF<br>VE/ 100 ha<br>LF<br>VE/ 100 ha<br>LF |  |                             |                              |                             |                               |                             |
| ARBEITSKR.                   | Beschäftigung                             | Voll-AK/<br>100 ha                                       | 2,4  | 2,9                         | 2,0                          | 2,8                         | 2,1                           | 2,8                         |

|                             |  |          |      |      |      |      |      |       |
|-----------------------------|--|----------|------|------|------|------|------|-------|
| FINAN-<br>ZIELLE<br>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                        | DM/ha GL | 363  | 28   | 84   | 17   | 109  | 0     |
|                             | GL                                     | DM/ha LF | 1691 | 847  | 1331 | 537  | 704  | 126   |
|                             | Nettowertschöpfung<br><sup>4) 5)</sup> | DM/ha LF | 381  | -645 | 166  | -911 | -512 | -1337 |
|                             | Nettoeinkommen <sup>6)</sup>           |          |      |      |      |      |      |       |

1) einschl. produktfrei; 2) ohne diejenigen Flächen für Landschaftsgestaltung, die sich durch Umwandlung von Ackerland in Grünland ergeben; 3) Leistung abzügl. variable Spezialkosten; 4) Nettowertschöpfung zu Faktorkosten (Produktionswert - Vorleistungen + Subventionen - Produktionssteuern - Abschreibungen); 5) für Umweltauflagen 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

Quelle: eigene Berechnungen



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 ein Verlust an Wettbewerbsfähigkeit eintritt (weitere Einschränkung des Anbaues von Winterweizen und Wintergerste). Die Möglichkeit des *Ölfruchtanbaus* wird wegen des Rückgangs der Ackerfläche und der Verknappung des Stickstoffs sowohl in Bezug auf die Garantief Flächen als auch auf die fruchtfolgetechnischen Begrenzungen nicht mehr ausgeschöpft. Der *Feldfutteranteil* dagegen nimmt zu. Dies betrifft vor allem die mehrjährigen Futterleguminosen, insbesondere den Luzerneanbau, 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 Silomais 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 Flächenstilllegung) 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 Luzernegrass, 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 Ackerknappung 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, das *Nettoeinkommen* zurück und wird dabei negativ.

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

Bevor auf die Wirkungen der Umweltauflagen eingegangen wird, sei das "rein ökonomische" Szenario der Zukunftsvariante mit Prämien (*w2*) mit dem der Basisvariante (Refe-

renz-szenario  $w_0$ ) 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 teilweise dem *Futterbau* dienen. Der Flächenanteil der *Brache* (Stillegung) 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  $w_2$  zu Szenario  $u_2$ ): 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 Grünlands) 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  $w_2$  zu  $w_3$ ) folgendermaßen aus (vgl. Tabelle 3):

Die relative Vorzüglichkeit der Kulturen ändert sich beträchtlich, während gleichzeitig der Zwang zur Stillegung 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, Luzernegras und Feldgras) gewinnt etwas an Wettbewerbsfähigkeit. Die Stillegungsfläche 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 Umwelanforderungen erhöht werden (Übergang von  $w_3$  zu  $u_3$ ), so ergeben sich tendenziell dieselben Effekte wie in der Zukunftsvariante *mit* Prämien (vgl. Tabelle 3). Hierauf braucht nicht im Einzelnen eingegangen zu werden. Das *Nettoeinkommen* der Landwirtschaft sinkt auf den Tiefstwert von rd. - 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>3</sup>

---

<sup>3</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 (HANF, 1989; BALMAN et al., 1998).

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 Umweltauforderungen 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 Umweltauforderungen heute oder in den nächsten Jahren realisiert, so käme es infolge der Umweltauforderungen vor allem zu einer *besseren Auslastung vorhandener Arbeitskräfte* (u.U. einer Erhaltung von Arbeitsplätzen).

Ein besonderes Problem besteht bezüglich der Wahl der Bündel an Umweltauforderungen 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 agrarumweltpolitisch induzierter Effekte in der Landwirtschaft sowie über die Veränderung dieser Effekte aufgrund veränderter umweltpolitischer Anforderungen. Darüber hinaus sind die Modellergebnisse, wie wir hoffen, 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; CYPRIS et al., 1999; KIRSCHKE et al., 1998).

## Literatur

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.

CYPRIS, 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 Gesell-

schaft 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.

Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/ Osterzgebirge (1996): Regionalplan Oberes Elbtal/ Osterzgebirge. Bearbeiter: Regionale Planungsstelle beim Umweltfachamt Radebeul, Radebeul.

Sächsisches Staatsministeriums für Umwelt und Landesentwicklung (1994): Das Sächsische Fließgewässersystem. Schriftliche Mitteilung von Höhne, U., Dresden.

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Landesvermessungsamt (1996): Sächsische Gewässerkarte, Dresden.

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.