# Aufbau eines partialsektoralen Modellsystems zur Integration agrarökologischer und agrarstruktureller Aspekte einer Region

Romy Greiner, Hohenheim

## 1 Einführung

Die gegenwärtige Diskussion um eine notwendige Revision agrarpolitischer Rahmenbedingungen bewegt sich in einem dreidimensionalen Spannungsfeld. Zwar führt eine deutliche Entlastung des EG-Finanzhaushalts durch eine drastische Reduzierung der EAGFL-Ausgaben die Prioritätenliste an, als Nebenziele werden jedoch eine Ökologisierung der Landbewirtschaftung sowie die Sicherung der Existenzfähigkeit bäuerlicher Familienbetriebe angestrebt.

Zielsetzung der vorgestellten Modellkonzeption ist es, die Wirkung von agrarpolitischen Handlungsalternativen auf die Umweltverträglichkeit der Landbewirtschaftungspraktiken in einer Region zu quantifizieren unter paritätischer Berücksichtigung der Wettbewerbsfähigkeit der ansässigen Landwirtschaft. Die regionale Betrachtungsweise wurde deshalb gewählt, da landwirtschaftliche Umweltrisiken aufgrund von landschaftlich geprägten natürlichen Standortbedingungen und von historisch entwickelten Produktionsstrukturen in Kombination mit den herrschenden wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen lokalen bis regionalen Charakter haben. Der regionale Ansatz bietet weiterhin die Möglichkeit, räumliche strukturelle Verflechtungen innerhalb der Landwirtschaft sowie zwischen Landwirtschaft und Regionalwirtschaft zu erfassen.

Die Wahl des Untersuchungsgebietes fiel auf den baden-württembergischen Kraichgau, da er als intensiv genutzte Ackerbaulandschaft einen Forschungsschwerpunkt des seit 1987 an der Universität Hohenheim bestehenden interdisziplinär angelegten DFG-Sonderforschungsbereichs 183 "Umweltgerechte Nutzung von Agrarlandschaften" darstellt.

## 2 Die Modellkonzeption

### 2.1 Generelle Überlegungen

Für die Wirkungsanalyse von Agrarpolitiken auf mikroökonomische, ökologische und agrarstrukturelle Parameter in einer Region bietet sich eine Abbildung der Zusammenhänge über ein Systemmodell an. Dabei kommen sowohl theoretische qualitative Ansätze als auch Simulationen in Betracht. Während eine nicht quantitative Vorgehensweise über die Diskussion intersystemarer Zusammenhänge und möglicher Wirkungen von exogenen Einflußvariablen auf definierte Zielgrößen auf tendenzielle Aussagen beschränkt bleibt, liefern Modellrechnungen Berechnungen derselben. Diese Vorgehensweise stellt hohe Anforderungen sowohl an die Datengrundlage als auch an die Existenz von mathematischen Formulierungen, welche die Systemzusammenhänge quantifizieren.

Eine umfassende Systematisierung und Abgrenzung von Modellen hinsichtlich ihrer Zielsetzungen, ihres Aufbaus, des abgebildeten Zeitraumes und ihrer mathematisch-methodischen Grundlagen gibt JAROSCH (1990). Übersicht1 zeichnet einen schematischen Überblick über die wesentlichen konzeptionellen Differenzierungsmerkmale.

Die Ausgestaltung eines Modells in den genannten Punkten wird sich einerseits nach dem Untersuchungsgegenstand und -zweck richten (vgl. BUTEWEG 1988, p. 63). Weitere wesentliche Einflüsse auf die Modellkonzeption gehen von der Datengrundlage, verfügbarer Hard- und Software, der personellen Projektausstattung und dem gegebenen zeitlichen Bearbeitungsrahmen aus (vgl. HÄUSLEIN 1989; p. 358 f.).

# Aufbau eines partialsektoralen Modellsystems zur Integration agrarökologischer und agrarstruktureller Aspekte einer Region

Romy Greiner, Hohenheim

## 1 Einführung

Die gegenwärtige Diskussion um eine notwendige Revision agrarpolitischer Rahmenbedingungen bewegt sich in einem dreidimensionalen Spannungsfeld. Zwar führt eine deutliche Entlastung des EG-Finanzhaushalts durch eine drastische Reduzierung der EAGFL-Ausgaben die Prioritätenliste an, als Nebenziele werden jedoch eine Ökologisierung der Landbewirtschaftung sowie die Sicherung der Existenzfähigkeit bäuerlicher Familienbetriebe angestrebt.

Zielsetzung der vorgestellten Modellkonzeption ist es, die Wirkung von agrarpolitischen Handlungsalternativen auf die Umweltverträglichkeit der Landbewirtschaftungspraktiken in einer Region zu quantifizieren unter paritätischer Berücksichtigung der Wettbewerbsfähigkeit der ansässigen Landwirtschaft. Die regionale Betrachtungsweise wurde deshalb gewählt, da landwirtschaftliche Umweltrisiken aufgrund von landschaftlich geprägten natürlichen Standortbedingungen und von historisch entwickelten Produktionsstrukturen in Kombination mit den herrschenden wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen lokalen bis regionalen Charakter haben. Der regionale Ansatz bietet weiterhin die Möglichkeit, räumliche strukturelle Verflechtungen innerhalb der Landwirtschaft sowie zwischen Landwirtschaft und Regionalwirtschaft zu erfassen.

Die Wahl des Untersuchungsgebietes fiel auf den baden-württembergischen Kraichgau, da er als intensiv genutzte Ackerbaulandschaft einen Forschungsschwerpunkt des seit 1987 an der Universität Hohenheim bestehenden interdisziplinär angelegten DFG-Sonderforschungsbereichs 183 "Umweltgerechte Nutzung von Agrarlandschaften" darstellt.

## 2 Die Modellkonzeption

### 2.1 Generelle Überlegungen

Für die Wirkungsanalyse von Agrarpolitiken auf mikroökonomische, ökologische und agrarstrukturelle Parameter in einer Region bietet sich eine Abbildung der Zusammenhänge über ein Systemmodell an. Dabei kommen sowohl theoretische qualitative Ansätze als auch Simulationen in Betracht. Während eine nicht quantitative Vorgehensweise über die Diskussion intersystemarer Zusammenhänge und möglicher Wirkungen von exogenen Einflußvariablen auf definierte Zielgrößen auf tendenzielle Aussagen beschränkt bleibt, liefern Modellrechnungen Berechnungen derselben. Diese Vorgehensweise stellt hohe Anforderungen sowohl an die Datengrundlage als auch an die Existenz von mathematischen Formulierungen, welche die Systemzusammenhänge quantifizieren.

Eine umfassende Systematisierung und Abgrenzung von Modellen hinsichtlich ihrer Zielsetzungen, ihres Aufbaus, des abgebildeten Zeitraumes und ihrer mathematisch-methodischen Grundlagen gibt JAROSCH (1990). Übersicht1 zeichnet einen schematischen Überblick über die wesentlichen konzeptionellen Differenzierungsmerkmale.

Die Ausgestaltung eines Modells in den genannten Punkten wird sich einerseits nach dem Untersuchungsgegenstand und -zweck richten (vgl. BUTEWEG 1988, p. 63). Weitere wesentliche Einflüsse auf die Modellkonzeption gehen von der Datengrundlage, verfügbarer Hard- und Software, der personellen Projektausstattung und dem gegebenen zeitlichen Bearbeitungsrahmen aus (vgl. HÄUSLEIN 1989; p. 358 f.).

Übersicht 1: Begriffliche Systematik der Charakteristika von Modellen
(erweitert nach: JAROSCH, J.; 1990; S. 37 ff.)

Charakterisierung und Unterscheidung von Modellen nach

* ihrer Zielsetzung
  - Analysemodelle
  - Entscheidungsmodelle
  - Prognosemodelle
  - Planungsmodelle

* ihrem methodischen Ansatz
  - positiv
  - normativ

* ihrer mathematischen Basis
  - ökonometrische Modelle
  - Programmierung/Algorithmen

* ihrer räumlich-sachbezogenen Abgrenzung
  - einzelbetrieblich ökonomisch
  - ökologisch-standortkundlich
  - strukturell
  - regional
  - (partial-)sektoral

* ihrer zeitlichen Abgrenzung
  - (komparativ) statisch
  - rekursiv dynamisch
  - dynamisch

* der Integration von Unsicherheit und Zufallswahrscheinlichkeiten
  - deterministisch
  - stochastisch

* der Art der Kopplung von disaggregiert formulierten Modellteilen
  - integriert
  - iterativ
  - hierarchisch

## 2.2 Das Modellsystem

Einen adäquaten Ansatz zur Untersuchung der angesprochenen interregionalen Zusammenhänge stellt die Dekomposition des regionalen Beziehungsgefüge innerhalb eines Systemmodells dar (vgl. HAZELL/NORTON 1986; p. 139 ff.). Die Teilprobleme können horizontal und vertikal disaggregiert formuliert werden. Hierunter ist die Entwicklung einzelbetrieblich-ökonomischer, ökologischer und agrarstruktureller partialanalytischer Komponenten und die anschließende Integration der Module zu verstehen. Diese Vorgehensweise ist vor allem unter den Aspekten der Übersichtlichkeit und Benutzerfreundlichkeit des Gesamtmodells von Vorteil. Die hierdurch erreichte Transparenz der systematischen Zusammenhänge und der zugrunde gelegten Präferenzen ermöglicht letztendlich, daß auf dem Hintergrund einer Nutzwertanalyse und damit eines Multi Criteria Decision-Making Prozesses (vgl.NORSE 1991; ROMERO/REHMAN 1987) auch Empfehlungen an die praktische Politik abgeleitet werden können.

Bei der ökologisch-ökonomischen Regionalanalyse geht die vorliegende Arbeit weiter als verschiedene bereits entwickelte Modellansätze, indem die theoretisch-abstrakt gehaltenen Modellentwürfe von WERNER (1989) oder MÜLLER (1990) aufgegriffen, weiterentwickelt, methodisch integriert und zur konkreten Partialanalyse einer



Landschaft herangezogen werden. Im Gegensatz zu den Konzeptionen von BAUER und BERGER (1991) oder KRAMER (1987) basiert die Konzeption nicht auf digitalisierten Regionalkartierungen, sondern das vorgestellte Modell kommt mit allgemein verfügbarem statistischen Datenmaterial aus. Diese Basis determiniert einerseits die spezifische Ausgestaltung der Modellteile und deren quantitative Verknüpfung und bewirkt andererseits eine hohe Übertragbarkeit auf andere Regionen. Abbildung 1 schematisiert die Struktur des Gesamtmodells.

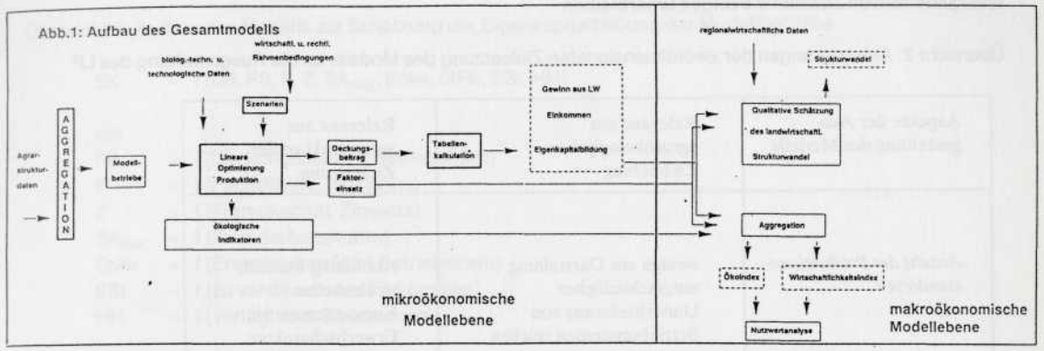


Abb. 1: Aufbau des Gesamtmodells

# 3 Die einzelbetriebliche Modellebene

## 3.1 Gruppenhöfe als Produktionsstandorte

Zunächst stellt sich das Problem der Aggregation von regionalen Produktionsstandorten. Im Gegensatz zu der THÜNENSCHEN Standortbetrachtung werden bei einer diskontinuierlichen Betrachtungsweise zur Erleichterung der Analyse Annahmen über die Art der Produktions- und Verbrauchsstandorte eines Wirtschaftsgebietes getroffen, so daß sich die Zahl der zu betrachtenden Standorte verringert (vgl. ÖNAL/McCARL 1989; p. 49). Die Aggregation von Produktionsstandorten hat einer Reihe von Anforderungen zu genügen, die auf DAY (1963) zurückgehen. Zwischen dem mit steigendem Aggregationsgrad sinkenden Rechenaufwand und dem zunehmenden Aggregationsfehler gilt es einen Kompromiß zu finden (vgl. WEINSCHENCK/HENRICHSMEYER 1966).

Im vorliegenden Fall wird aus den möglichen Aggregationsmethoden ein Gruppenhofansatz gewählt, wobei die durch das STATISTISCHE LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG nach sozialökonomischen Kriterien bereits zu Betriebsformen vorgruppierten Betriebe der Untersuchungsregion zielorientiert zu Produktionsstandorten aggregiert werden. Hierbei kommen wichtige agrarstrukturelle Merkmale (z.B. Erwerbscharakter, StBE, Kapazitätsausstattung) und ökologisch relevante Charakteristika der Betriebe (z.B. Nutzflächen- und Anbauverhältnisse, Viehbesatz) als Aggregationskriterien zur Anwendung. Als Aggregationsergebnis bilden 29 repräsentative Modellbetriebe die Landwirtschaft in dem Naturraum ab. Dieser zahlenmäßige Umfang der Modellbetriebe verursacht einen tolerablen Aggregationsfehler und ermöglicht gleichzeitig die Kristallisation strukturspezifischer Flächennutzungspraktiken (vgl. HANF 1989; pp. 14 u.20).

## 3.2 Das einzelbetrieblich-ökonomische Optimierungsmodell

Ein einzelbetriebliches Lineares Programmierungsmodell maximiert unter Berücksichtigung bestimmter Nebenbedingungen die Zielgröße Deckungsbeitrag der die regionale Erzeugungsstruktur abbildenden Produktionsstandorte, die durch spezifische Faktorausstattungen und unterschiedliche Produktionsfunktionen in den verschiedenen Betriebsbereichen charakterisiert sind.

Die mehrdimensionale Fragestellung der Arbeit führt zu hinsichtlich der Ausgestaltung der mikroökonomischen Modellebene kollidierenden Ansprüchen. Aus Übersicht 2 wird deutlich, daß für die Konzeptionskriterien jeweils der relativ höhere Anspruch wirksam werden muß.

Da vorausgesetzt werden kann, daß die Lineare Programmierung als mikroökonomische Standardmethodik hinlänglich bekannt ist, wird an dieser Stelle auf nähere Erläuterungen verzichtet. Für die Vorstellung der gesamten Modellkonzeption können weiterhin Ausführungen zu den modellendogen wirksamen Restriktionen und quantitativen Zusammenhängen unterbleiben.

Übersicht 2: Anforderungen der zweidimensionalen Zielsetzung des Modells an die Ausgestaltung des LP

| Aspekte der Ausgestaltung des Modells | Relevanz aus agrarökologischer Zielsetzung | Relevanz aus agrarstruktureller Zielsetzung |
|---|---|---|
| *Anzahl der Produktionsstandorte* | wenige zur Darstellung unterschiedlicher Umweltrelevanz von Betriebssystemen reichen | Abbildung wesentl. struktureller Komponenten wie Erwerbscharakter Betriebssystem, Faktorausstattung berücksichtigen |
| *Disaggregation pflanzenbaulicher Aktivitäten* | | |
| Intensitätsstufen | wichtige Differenzierung | wenig relevant |
| Produktionsfunktionen | wenig relevant | wesentliches Unterscheidungsmerkmal zwischen Produktionsstandorten |
| Integration zeitl. Effekte | essentiell zur Erfassung von feed-back-Effekten | wenig relevant |
| Ökoindikatoren | wesentlich | irrelevant |
| *Disaggregation tierischer Aktivitäten* | | |
| Produktionsfunktionen | wenig relevant, da von indirekter Bedeutung | wichtiges strukturelles Differenzierungsmerkmal |
| Interaktion mit planzenbaulichem Bereich | wichtig, da wesentliche Umweltwirkungen von Tierhaltung ausgehen | wenig relevant |
| *Disaggregation technischer Verfahren* | irrelevant mit Ausnahme der Bodenbearbeitung | wichtiges strukturelles Differenzungsmerkmal |



### 3.3 Kalkulation ökonomischer Erfolgsgrößen

Der Deckungsbeitrag als Output der LP-Rechnung geht als modellinternes Zwischenergebnis in ein einzelbetriebliches Kalkulationsmodell zur Schätzung weiterer betriebswirtschaftlich relevanter Erfolgsgrößen ein. Dies sind der Gewinn aus Landwirtschaft, das verfügbare Haushaltseinkommen und die Eigenkapitalbildung. Die Berechnung dieser auch als Indikatoren für die Stabilität landwirtschaftlicher Existenzen verwendeten Kenngrößen erfolgt durch ein deterministisches Gleichungssystem, das in Übersicht 3 dargestellt ist.

Übersicht 3: Aufbau des Modells zur Schätzung der Eigenkapitalbildung der Modellbetriebe

$$EK = f(DB, FS, P, Z, SA_{FAK}, Enlw, StFB, ESt, HH)$$

mit

$FS = f$ (Deckungsbeitrag, Betriebsform)
$P = f$ (Pachtfläche, Pachtzins)
$Z = f$ (Fremdkapital, Zinssatz)
$SA_{FAK} = f$ (Fremdarbeitskräfte)
$Enlw = f$ (Erwerbscharakter, Betriebsform)
$ESt = f$ (zu versteuerndes Einkommen)
$HH = f$ (verfügbares Einkommen)

[(EK) Eigenkapitalbildung, (DB) Deckungsbeitrag, (FS) feste Spezial- und Gemeinkosten, (P) Pachtzahlungen, (Z) Schuldzinsen, ($SA_{FAK}$) von Unternehmer zu leistende Sozialabgaben für Fremdarbeitskräfte, (Enlw) = nicht aus landwirtschaftlicher Tätigkeit stammende Einkünfte des Betriebsleiterhaushaltes, (StFB) Steuerfreibeträge, (Est) Einkommenssteuer, (HH) privater Haushaltsaufwand]

## 4 Die regionale Modellebene

### 4.1 Die Erstellung eines Nutzwertes regionaler landwirtschaftlicher Bodennutzung

Aufgrund der gegebenen Datengrundlage und dem aggregierten Niveau, auf dem auch die betriebswirtschaftlichen Berechnungen ablaufen, ist es nicht möglich, direkt standortabhängige Umweltwirkungen aus der Art und dem Umfang landwirtschaftlicher Bodennutzung zu berechnen. Es ist damit der von JAROSCH erläuterte Fall gegeben, in dem der Einsatz quantitativer ökologischer Standortmodelle (z.B. CREAMS, EPIC) in einem regional ausgerichteten Rahmenmodell ohne die entsprechende Wissensbasis über relevante ökologische Einflußgrößen wenig sinnvoll erscheint (JAROSCH 1991).

Es bietet sich alternativ als second-best Lösung die Integration agrarökologischer Aspekte über die modellendogene Berechnung von Indikatoren direkter und indirekter Art im LP an. Diese können anschließend in einen gesamtregionalen nutzwertanalytischen Ansatz einfließen. In der quantifizieten Form eines Ökoindexes werden agrarökologische Wirkungen der Bodennutzung einem aus den aggregierten betriebswirtschaftlichen Erfolgsgrößen gebildeten Wirtschaftlichkeitsindex gegenübergestellt und gemäß ihrer Priorität gewichtet.

Bevor jedoch methodische und inhaltliche Details zur Sprache kommen, ist die Nutzwertanalyse zu definieren als "die Analyse einer Menge komplexer Handlungsalternativen mit dem Zweck, die Elemente dieser Menge entsprechend den Präferenzen des Entscheidungsträgers bezüglich eines multidimensionalen Zielsystems zu ordnen" (ZANGEMEISTER 1970, p. 45). Mithin handelt es sich bei der Nutzwertanalyse um die Methodik der Wahl, um die in Kapitel1 dargestellte Fragestellung zu beantworten und alternative Agrarmarkt- und Agrarumweltpolitiken in einem zweidimensionalen Zielsystem gemäß den Präferenzen der Entscheidungsträger zu bewerten. Abbildung 2 zeigt die Vorgehensweise auf, die im folgenden präzisiert wird.

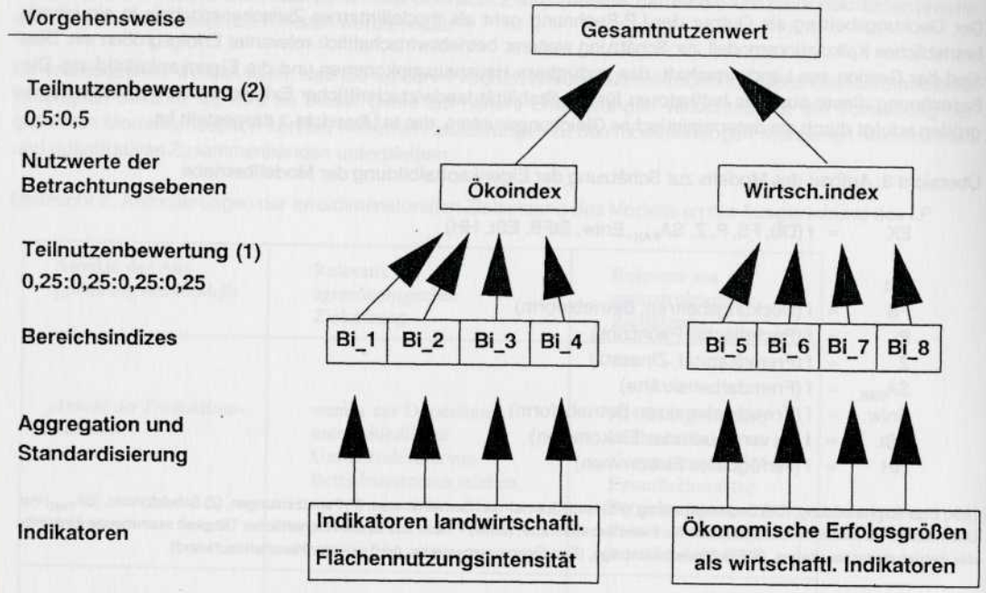


Abb. 2: Schematischer Aufbau des Gesamtnutzwertes der landwirtschaftlichen Bodennutzung in einer Region

### 4.2 Ökoindex und Wirtschaftlichkeitsindex

Außer den optimalen Deckungsbeiträgen der Produktionsstandorte - bei den in den Szenarien gegebenen exogenen Variablen - liefern die mikroökonomischen Modellergebnisse über speziell eingebaute Bilanzen weiterhin diverse für die Umweltwirkung landwirtschaftlicher Bodennutzung relevante Intensitätsparameter quantitativer Art.

Wie in Kapitel 3.2 dargestellt wurde, weist die Formulierung der modellbetrieblichen LPs einen hohen Disaggregationsgrad der Problemformulierung auf, wie er für standortkundliche Fragestellungen adäquat und für die aggregierte Betrachtungsebene angebracht erscheint. Die LP-Ergebnisse liefern neben der optimalen Faktorallokation der Produktionsstandorte auch die in Übersicht 4 ausgewiesenen ökologisch relevanten Bilanzwerte.

Aus diesen Indikatoren berechnen sich durch Aggregation und Standardisierung vier ökologische Bereichsindizes (vgl. KÖSTER 1986), für die gilt, daß

$$0 < BI < 1,$$

wobei 0 als Minimalwert das ökologische Negativum darstellt und 1 als Maximalwert für eine in dem repräsentierten Aspekt ökologisch unbedenkliche Bodennutzung steht.



Übersicht 4: Ökologische Parameter, die im Rahmen der einzelbetrieblichen Optimierung der Gruppenhöfe bilanziert werden

| Paramter | | Einheit |
|---|---|---|
| Nutzartenverhältnis | | AF/LF<br>GF/LF |
| Fruchtartenverhältnis | | Hackf. + Mais + Sonnenbl./AF<br>Getreide/AF<br>Leguminosen/AF<br>Brache/AF |
| Bodenbedeckungsgrad | Herbst<br>Winter<br>Frühjahr | % AF<br>% AF<br>% AF |
| Düngungsintensität | Ausbringung<br>Überschuß | kg N,P,K/ha LF<br>kg N,P,K/ha LF |
| Pflanzenschutz-intensität | | Anbauint./ha AF<br>App./ha LF<br>DM/ha LF |
| Viehbesatz | | DE/ha LF |

[(AF) Ackerfläche, (GF) Grünland, (LF) Landwirtschaftliche Nutzfläche, (Sonnenbl.) Sonnenblumenanteil, (Hackf.) Hackfrüchte, (N) Stickstoff, (P) Phosphat, (K) Kali, (Anbauint.) Anbauintensität, (App.) Applikationen von phytosanitär wirksamen Substanzen, (DE) Dungeinheiten]

Der erste Bereichsindex (BI_1) ist dem Aspekt der Bodenerosion gewidmet. Er berücksichtigt die durchschnittlichen Bodenbedeckungsgrade Herbst, Winter und Frühling und den Flächenanteil erosionsfördernder Kulturen. Der Beurteilung der Gesamtdüngungsmenge dient ein zweiter Bereichsindex (BI_2). Repräsentativ für die Palette der Makronährstoffe wird der potentiell auswaschungsgefährdete Stickstoff gewählt. Der dritte Bereichsindex (BI_3) basiert auf der Bilanzierung des Stickstoffkreislaufes der Produktionsstandorte. Der vierte Bereichsindex (BI_4) erfaßt die Pflanzenschutzintensität über die Anzahl der Applikationen pro Hektar. Die vier Bereichsindizes werden unter paritätischer Gewichtung zum Ökoindex (ÖI) zusammengefaßt, für den ebenfalls die o.g. Bedingung gilt.

Der Wirtschaftlichkeitsindex (WI) berechnet sich aus vier ökonomischen Bereichsindizes. Ihrer Berechnung und Standardisierung liegen die aggregierten betriebswirtschaftlichen Erfolgsgrößen als Indikatoren zugrunde (vgl. Kapitel 3.3). Es repräsentieren BI_5 den Deckungsbeitrag, BI_6 den Gewinn aus landwirtschaftlicher Tätigkeit, BI_7 das verfügbare Haushaltseinkommen und BI_8 die Eigenkapitalbildung. Sie werden gleichgewichtig zu dem Wirtschaftlichkeitsindex (WI) aggregiert. Die Änderung des WI unter verschiedenen wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen zeigt die Wirkung der Politiken auf die Wirtschaftlichkeit der regionalen Landwirtschaft auf.

### 4.3 Schätzung des landwirtschaftlichen Strukturwandels

Dieser Modellteil beruht zum gegenwärtigen Stand der Modellentwicklung auf einem qualitativ angelegten Schätzverfahren. Unter Berücksichtigung betriebswirtschaftlicher Erfolgsgrößen, regionalwirtschaftlicher

Kenngrößen und sozialer Kriterien als Determinanten landwirtschaftlichen Strukturwandels können vom allgemeinen Strukturwandeltrend abweichende, agrarpolitisch induzierte Entwicklungen geschätzt werden.

In einer anschließenden Projektphase ist geplant, diesen Modellteil quantitativ als Prognosemodell auszugestalten und das gesamte Systemmodell mit einem gegenwärtig in der Entwicklung befindlichen regionalwirtschaftlichen Rahmenmodell zu verknüpfen.

## Zusammenfassung

Die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen von Agrarpolitiken auf ausgewählte landwirtschaftliche Betriebe wurden bereits mehrfach simuliert. Das hier aufgezeigte Konzept eines Modellsystems schätzt die Effekte politischer Maßnahmen auf die gesamte Landwirtschaft einer Region. Es werden einerseits die Umweltverträglichkeit der Landbaupraktiken und andererseits die Wirtschaftlichkeit der Agrarstrukturen quantifiziert.

Das statische Analysemodell ist in Modulbauweise angelegt. Es basiert auf einem mikroökonomischen Bereich, in dem durch Aggregation agrarstruktureller Daten entwickelte Modellbetriebe linear optimiert werden. Aus seiner Zielgröße werden weitere betriebswirtschaftliche Erfolgsgrößen kalkulatorisch ermittelt. Als weitere Ergebnisse fallen Indikatoren landwirtschaftlicher Flächennutzungsintensität an.

Auf der regionalen Modellebene erfolgt die Aufbereitung dieser Kenngrößen durch die Bildung eines regionalen Nutzwertes landwirtschaftlicher Bodennutzung. Ein Ökoindex quantifiziert die Umweltverträglichkeit regionaler Landwirtschaft, während ein Wirtschaftlichkeitsindex ihre Wettbewerbsfähigkeit abbildet. Die Integration beider Betrachtungsrichtungen ermöglicht die komparative Bewertung ausgewählter Agrarpolitiken.

## Literatur

BAUER, S. u. G. BERGER; 1991: Agricultural and Ecosystem Research: Case study Rhine-Sieg. XXIVEAAE-Seminar, Viterbo.

BUTEWEG, J.; 1988: Systemtheorie und ökonomische Analyse. Ansätze einer neuen Denkweise vor neoklassischem Hintergrund. Cetaurus-Verlagsgesellschaft, Pfaffenweiler.

DAY, R.H.; 1963: On Aggregating Linear Programming Models of Production. Journal of Farm Economics, Vol.45, S. 797-813.

HANF, C.-H.; 1989: Agricultural Sector Analysis by Linear Programming Models. Approaches, Problems,Experiences. Forum, Nr. 20, Vauk Verlag, Kiel.

JAROSCH, J.; 1991: Evaluation of environmental policy stratigies in agriculture. An ecologic-economic approach. XXIV EAAE-Seminar, Viterbo.

JAROSCH, J.; 1990: Methodik, Einsatzmöglichkeiten und Anwendung ökologisch-ökonomischer Planungsmodelle. Landwirtschaft und Umwelt, Schriften zur Umweltökonomik, Band 6, Vauk-Verlag, Kiel.

HÄUSLEIN, A.; 1989: Wissensbasierte Ansätze zur Unterstützung der Modellbildung und Simulation im Umweltbereich. In: Jaeschke, A.; Geiger, W.; Page, B. (Hrsg.), Informatik im Umweltschutz, Informatik-Fachberichte 228, Springer Verlag, S. 358-367.

HAZELL, P. u. R.D. NORTON; 1986: The Economic Structure of the Sector Model. In: Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture, MacMillan, London, S. 135-163.



KÖSTER, A.; 1986: Quantifizierung ökologischer Leistungen des ländlichen Raumes. Spitzer, H. (Hrsg.), Regionalpolitik und Umweltschutz im Ländlichen Raum, Band 22.

KRAMER, M.; 1987: An inderdisciplinary model for system analysis in a region of intensive agriculture with special attention to econcomic problems. Beiträge des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften der Universität Osnabrück.

MÜLLER, K.; 1990: Möglichkeiten und Ansätze einer agrarumweltpolitischen Wirkungsanalyse im Rahmen eines Regionalmodells. Dissertation, Hohenheim.

NORSE, D.; 1991: Trade-Offs between the Environment and Agricultural Development. XXIV EAAE-Seminar, Viterbo, Januar 1991.

ÖNAL, H. u. B.A. McCARL; 1989: Aggregation of Heterogeneous firms in Mathematical Programming Models. Euro. R. agr. Eco., Vol.16, S. 499-513.

ROMERO, C. u. T. REHMAN; 1987: Natural resource management and the use of multiple criteria decision-making techniques: Areview. European Journal of Agric. Economics, Nr. 1, Jg. 14, S.61-89.

WEINSCHENCK, G. u. W. HENRICHSMEYER; 1966: Zur Theorie und Ermittlung des Räumlichen Gleichgewichts der landwirtschaftlichen Produktion. In: Berichte über Landwirtschaft, Band 44, S.201-242.

WERNER, R.; 1989: Methoden und Modelle zur Optimierung der Intensität der Landschaftsnutzung durch Landwirtschaft und erste Ergebnisse. De Haen,H. (Hrsg.), Landwirtschaft und Umwelt, Band 4, Vauk, Kiel.

ZANGEMEISTER, C.; 1970: Nutzwertanalyse in der Systemtechnik. A.u.M. Wittemann, München.