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

*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.*

SCHRIFTEN DER GESELLSCHAFT FÜR WIRTSCHAFTS- UND SOZIALWISSENSCHAFTEN DES LANDBAUES E.V.

Steffen G., Zeller, M.: Umweltbezogene Informationsbeschaffung und -planung in landwirtschaftlichen Betrieben. In: von Urff, W., Zapf, R.: Landwirtschaft und Umwelt – Fragen und Antworten aus der Sicht der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 23, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1987), S. 497-513.

UMWELTBEZOGENE INFORMATIONSBESCHAFFUNG UND -PLANUNG IN LANDWIRTSCHAFTLICHEN BETRIEBEN

von

Günther S T E F F E N und Manfred Z E L L E R, Bonn

---

1. Problemstellung

Die veränderten Betriebsorganisationen haben in der zurückliegenden Zeit zu einer vermehrten Inanspruchnahme von Umweltgütern geführt. Gleichzeitig ist bei der Bevölkerung ein stärkeres Umweltbewußtsein zu beobachten. Landwirte und Politiker sind gezwungen, knapper werdende Umweltgüter mit in ihren Entscheidungsprozeß einzubeziehen. Zur Verbesserung der Situation bieten sich vom Prinzip her mehrere Ansatzpunkte:

- Entwicklung eines stärker umweltorientierten technischen Fortschritts,
- Verbesserung des einzelbetrieblichen Informationssystems, das eine Integration ökologischer Werte in den Entscheidungsprozeß mit einschließt,
- Schaffen und Anwenden umweltpolitischer Instrumente zur Vermeidung negativer externer Effekte der Landbewirtschaftung.

Für die Entwicklung und den Einsatz dieser Maßnahmen sind generell bessere umweltbezogene Informationen notwendig. Im Augenblick beginnt man einerseits erst zu erkennen, wie vielschichtig und komplex die Folgen der Landbewirtschaftung auf die Natur sind; andererseits ist unser Wissen über Maßnahmen zur Förderung positiver und zur Beseitigung negativer Umwelteffekte noch gering.

Der derzeitige Informationsstand ist dadurch gekennzeichnet, daß die Zielsysteme der Planungsmodelle im wesentlichen auf monetäre Teilziele ausgerichtet sind und ökologische Werte nur begrenzt in den Entscheidungsprozeß einbezogen werden. Im Rahmen der Arbeit wird deshalb die Integration ökologischer Werte in das Konzept wirtschaftlichen Handelns vorgeschlagen.

Die verfügbaren einzelbetrieblichen Informationen über die Produktionssysteme erfassen häufig nur Ertrags- und Geldgrößen für die Deckungsbeitragsrechnung. Eine Erweiterung des Informationssystems zur Kennzeichnung von Produktionsverfahren durch ökologische Kennwerte ist Voraussetzung für die Bewertung von Umweltgütern durch eine Zielfunktion mit ökologischem Inhalt. Aus diesem Grunde wird in der Arbeit ein Vorschlag zur Erweiterung der betrieblichen Buchhaltung durch ökologische Kennwerte gemacht.

Der Beitrag liefert keine fertigen Ergebnisse zur Beurteilung oder Anpassung der Betriebe an umweltpolitische Erfordernisse. Das Anliegen geht primär dahin, den Anstoß zu verbesserten Informationen zu schaffen und Ansätze zur umweltbezogenen Informationsbeschaffung und Planung in den Betrieben darzustellen.

2. Informationen zur Nachbildung biotechnischer Systeme

Um eine umweltbezogene Planung und Entscheidung in Unternehmen zu unterstützen, sind folgende Systeme nachzubilden:

- Zielsysteme,
- Systemumwelt (Klima, ökonomische und institutionelle sowie soziale Umwelt),
- biotechnische Systeme (Boden, Wasser, Pflanze, Tier), Betrieb, Unternehmen.

Für die Zusammenfassung der einzelnen Elemente wird der Systemansatz verwandt, der primär für die Nachbildung biologischer Systeme und ihre Integration mit finanziellen Systemen geeignet ist. Hinzu kommen die besonderen Vorzüge für die Gestaltung dynamischer Prozesse, die im Rahmen ein- und mehrstufiger Entscheidungen gesteuert und geregelt werden müssen.

Die Darstellung der Anforderungen und des derzeitigen Informationsstandes beschränkt sich auf die biotechnischen Systeme, wobei innerhalb der pflanzlichen Produktion beispielhaft der Betriebsmitteleinsatz und die Fruchtfolgeplanung aufgezeigt werden. Daran anschließend werden Vorschläge zu einer Weiterentwicklung der Informationssysteme erarbeitet.

2.1 Anforderungen und derzeitiger Stand

Grundlage für die Informationsbeschaffung stellen Kenntnisse über die zu beurteilenden biotechnischen Systeme dar. Im Mittelpunkt der pflanzlichen Produktion steht das Boden-Wasser-Pflanze System mit seinen In- und Outputbeziehungen.

Zur Nachbildung der dynamischen biotechnischen Systeme genügt es nicht, nur einen Zustand zu messen. Es ist vielmehr erforderlich, verschiedene Zustände und ihre Transformationen im Zeitablauf zu erfassen. Diese Kenntnisse sind Voraussetzung für Entscheidungen zu verschiedenen Zeitpunkten, mit deren Hilfe eine bessere Anpassung des Betriebsmitteleinsatzes an die Zielfunktion angestrebt wird.

2.11 Der Betriebsmitteleinsatz

Der derzeitige Stand ist dadurch gekennzeichnet, daß die Informationen über naturale Produktionsfunktionen zur Beurteilung des Stickstoff- und Pflanzenbehandlungsmitteleinsatzes für Einzelbetriebe kaum vorliegen. Die geschätzten statischen Produktionsfunktionen dienen dazu, die Auswirkungen von Faktor- und Produktpreisveränderungen durch marktwirtschaftliche und staatliche Eingriffe beispielhaft aufzuzeigen.

Die einzelbetriebliche Ausrichtung dieses Informationssystems verlangt eine stärkere Standortdifferenzierung sowie den Übergang zu dynamischen Wachstumsfunktionen. Sie stellen beispielsweise die Voraussetzung für die Bestimmung optimaler Stickstoffmengen zu verschiedenen Zeitpunkten dar.

Von Heyland und Mitarbeitern ist dazu ein Bestandsführungsmodell entwickelt worden, in dem über die Saatstärke und die Stickstoffmenge zu verschiedenen Zeitpunkten entschieden werden soll. Die Beziehungen zwischen Bestandesdichte, angestrebtem Ertrag sowie der Stickstoffmenge sind auf der Grundlage von Regressionsansätzen formuliert (HEYLAND und KOCHS, 3). Aus diesem Erklärungsmodell ist durch Vorgabe einer Zielfunktion "Minimiere den Betriebsmitteleinsatz bei Vorgabe eines zu schätzenden Ertragsniveaus zu verschiedenen Zeitpunkten" ein Entscheidungsmodell zu entwickeln. Ziel dieses Ansatzes ist es, durch eine dem Bedarf angepaßte Stickstoffmenge zu einer weitgehend vollständigen Nutzung des

Düngers zu gelangen. An die Stelle einer gekrümmten Produktionsfunktion muß dann eine fast lineare Ertrags-Aufwands-Beziehung treten.

Umfangreiche Informationssysteme sind für die Handhabung des Schadschwellenkonzeptes zur Beurteilung des Herbizid- und Fungizideinsatzes erarbeitet worden. In der Regel wird dabei für einen Entscheidungszeitpunkt die notwendige Unkraut- bzw. Schaderregerpopulation aufgrund von Beziehungen zwischen Veränderung der Population und des Ertrages ermittelt. Ein Vergleich zwischen dem derzeitigen Zustand und dem ermittelten Sollwert unterstützt die Entscheidung, ob behandelt werden soll oder nicht.

Die Durchführbarkeit des Schadschwellenkonzeptes stößt an eine Reihe von Problemen (BERNHARD, 2; STEFFEN/BERG, 6), die in der Schaderregeridentifikation und dem damit verbundenen hohen Zeitaufwand zu sehen sind. Ein weiteres Problem ergibt sich dadurch, daß der Ablauf des Informations- und Entscheidungsprozesses nicht immer nachvollziehbar ist. Es fehlt der notwendige einzelbetriebliche Bezug.

Über die entscheidungsorientierten Probleme hinaus besitzt das Schadschwellenkonzept weiterhin ein hohes Informationsdefizit, weil die Informationen bisher nur für sichtbare Unkräuter und Schaderreger vorliegen und langfristige Auswirkungen im Rahmen einer Fruchtfolge schwierig abzuschätzen sind. Die Anwendung des Schadschwellenkonzeptes gestaltet sich schwieriger für solche Unkräuter und Schaderreger, die noch nicht erschienen sind, jedoch vor ihrem Auftreten bekämpft werden müssen.

2.12 Nachbildung von Fruchtfolgen

Noch differenzierter werden die Anforderungen an das Informationssystem zur Nachbildung von Fruchtfolgen und Anbausystemen. Zu ihrer Beurteilung sind außer den Marktleistungen die innerbetrieblichen Leistungen zu erfassen. Besondere Bedeutung kommt den Informationen zu, die die Substitution zwischen industriellen Vorleistungen und innerbetrieblichen Leistungen ermöglichen, wie dies z.B. bei der Substitution von Fungiziden durch Haferanbau oder von Nematiziden durch die Aufnahme von Roggen der Fall sein kann.

Zur Nachbildung von Fruchtfolgen sind Werte über Nährstofflieferungen und Unkrautvernichtung sowie Schaderregerreduzierung, aber auch über

Bodendurchlüftung und Wasserverbrauch zu messen. Dies hat zur Kennzeichnung des dynamischen Systems zu verschiedenen Zeitpunkten zu erfolgen.

Da es sich um stochastische Prozesse handelt, müssen die Informationen bei einer angestrebten Risikobewertung des Landwirtes deren Varianz berücksichtigen, da der Landwirt z.B. einen sicheren Ertrag und eine sichere Nährstoffversorgung, auch aus ökologischen Gründen, einer Maßnahme mit größeren Schwankungen vorzieht.

Für das Ausarbeiten von Verbesserungsvorschlägen ist es erforderlich, den derzeitigen Informationszustand zu kennzeichnen. Hier zeigt sich, daß die Informationssysteme zur Nachbildung von Fruchtfolgen und Anbausystemen sehr unvollkommen sind. Bisher stehen für die Planung zwar Kenntnisse über Minima- und Maximaanteile einzelner Früchte zur Verfügung. Sie sind jedoch ausschließlich auf das Ertragsmaximum ausgerichtet. Sie enthalten nur wenig Information über ökologische Werte.

Die derzeit angewandten Fruchtfolgebedingungen sind unter ökonomischem Druck sehr stark erweitert worden, weil durch den verstärkten Einsatz von Handelsdünger und Pflanzenbehandlungsmitteln das Ertragsmaximum auch bei hohen Anbauanteilen erhalten werden konnte. Die Berücksichtigung innerbetrieblicher ökologischer Leistungen fand nicht statt, da diese hinsichtlich ihres Wertes als sehr gering angesehen wurden.

Der ökologische Informationszustand ist dadurch gekennzeichnet, daß verschiedene Gruppen von Individuen zu einem oder mehreren Zeitpunkten gemessen werden. Der bisherige Auswertungsansatz der Ökologie beschränkt sich auf das Erfassen von Zuständen und Entwicklungen im Laufe der Zeit. Zweifellos gibt dies erste Informationen über Veränderungen, deren Auswertungen wie folgt aussehen können:

- Vergleich der Entwicklung verschiedener Gruppen von Bodenorganismen im Laufe der Zeit in einer Fruchtfolge,
- Vergleich der Entwicklung verschiedener Gruppen von Bodenorganismen in verschiedenen Fruchtfolgen.

Diese Aussagen sind weniger geeignet, den Landwirt zu überzeugen, die ökologischen Daten in sein Wertsystem zu integrieren. Sie sind vielmehr stärker darauf ausgerichtet, Politiker und bestimmte gesellschaftliche

Gruppen über ökologische Veränderungen zu informieren, die dann zu politischen Maßnahmen führen können und in den Tabubereich einzuordnen sind.

2.2 Vorschläge zur Weiterentwicklung

Ausgangspunkt für Entscheidung und Kontrolle stellt die Erfassung des Ist-Zustandes des zu beurteilenden biotechnischen Systems dar, die nach dem jetzigen Informationsstand stark auf naturale Größen ausgerichtet ist, welche die Grundlage für die Berechnung finanzieller Werte darstellen. Dies gilt sowohl für gesamtbetriebliche Berechnungen als auch für die Darstellung einzelner Betriebszweige im Rahmen der Kostenrechnung.

2.21 Information für die Zustandsbeschreibung

Der derzeitige Stand der pflanzenbaulichen Informationssysteme für einzelne Betriebszweige ist durch die Schlagkartei gekennzeichnet. Sie erfaßt im Regelfalle nur Erträge und Aufwendungen für Handelsdünger, Gülle und Pflanzenbehandlungsmittel, die zu einer einzelkostenfreien Leistung je Hektar Anbaufläche bei ausschließlicher Bewertung der auf den Märkten zugekauften und verkauften Produkte und Faktoren zusammengefaßt werden.

Diese zweifellos wertvolle Information für die Berücksichtigung finanzieller Teilziele sollte eine Ergänzung durch die Aufnahme ökologischer Werte für den Gesamtbetrieb und für einzelne Schläge erfahren. In Tabelle 1 sind Datensegmente für ein Datenbanksystem aufgeführt, das ökologische Werte berücksichtigt.

Die gesamtbetrieblichen Daten dienen der Beschreibung der Umweltkapazitäten auf der Grundlage der Gesamtflächen. Neben den Flächen, die als landwirtschaftliche Nutzflächen primär der Nahrungsmittelproduktion mit partiellen Koppelprodukten dienen, sind die Flächen mit ökologischen Leistungen zu betrachten. Feldraine, Ackerrandstreifen, Bachläufe und Hecken sowie Brachland sind dabei vorrangig zu erfassen. Mit ihrer Hilfe ist eine Überprüfung der Flächenanteile möglich, die im Rahmen eines Vernetzungskonzeptes zum Biotopschutz angestrebt werden.

Diese gesamtbetrieblichen Daten sind durch schlagspezifische Informationen zu ergänzen. Das Segment Boden erfaßt dabei die Nährstoffsituation der Ackerkrume und des Grundwassers sowie die Bodenstruktur und das Bo-

Tabelle 1: Informationssystem mit ökologischen Kennwerten

1. Gesamtbetriebliches Informationssystem mit Angaben über die Gesamtfläche, aufgeteilt nach:

   Fläche A: ... ha (dient hauptsächlich der Nahrungsmittelproduktion, Umwelt als Koppelprodukt)

   Fläche B: ... ha (dient hauptsächlich der Wassergewinnung (Wasserschutzzonen), Umwelt als Koppelprodukt)

   Fläche C: ... ha (liefert hauptsächlich ökologische Leistungen, z.B. Brachland, Feldraine, Bachläufe, Hecken usw.)

2. Schlagspezifisches Informationssystem, unterteilt nach Segmenten:

   Segment BODEN:

   Schlag : ...

   Meßtermin: ...

   Nährstoffe

   Gehalte in der Ackerkrume

   N-Gehalt : ...

   P_2O_5 " : ...

   K_2O " : ...

   CaO " : ...

   MgO " : ...

   Ph-Wert : ...

   Humusgeh.: ...

   im Grundwasser

   N-Gehalt : ...

   P_2O_5 " : ...

   Bodenleben:

   Dehydrogenaseaktivität: ...

   Bodenatmung : ...

   Individuenzahlen v. Bodenlebewesen: ...
   z.B. Carabidae, Collembolen

   Artenzahlen dieser Bodenlebewesen : ...

   Bodenbelastung (gemessen durch):

   Anteil überfahrener Fläche in % : ...

   Druckindex in kg/cm² : ...

   Segment WILDKRÄUTER:

   Schlag : ...

   Meßtermin : ...

   Anzahl der Wildkräuter: ...

   Anzahl der Arten : ...

   Segment SCHADERRREGER und NOTZLINGE

   Schlag : ...

   Meßtermin : ...

   Pilze : ...

   Nematoden : ...

   Insekten : ...

   Bakterien : ...

   Viren : ...

denlebewesen. Ein zweites Segment sollte die Wildkräuter erfassen. Ihre Anzahl und Artenvielfalt sind zu registrieren. Ein drittes Segment kann die Schaderreger, die Nützlinge und Schädlinge im Boden und in den Pflanzenbeständen festhalten. Dabei sind Nematoden, Insekten und verschiedene Pilzarten zu berücksichtigen. Weitere Informationen zum Problem der Bodenerosion sind in Form von Daten zum derzeitigen und zukünftigen Boden- und Nährstoffabtrag bei verschiedenen Anbausystemen zu ermitteln.

Die Vielzahl der aufgeführten Kennwerte ist zunächst für Versuchsbetriebe gedacht. Die Daten sollten mehr dazu dienen, Kausalitäten zwischen ökologischen Kennwerten und finanziellen Teilzielen herzustellen, um auf diese Weise zu einer Reduzierung der Zahl der Kennwerte im praktischen Betrieb zu gelangen.

In einer weiteren Entwicklungsstufe konzentriert sich dann die Ergänzung der Schlagkartei auf wenige ökologische Größen, die je nach Standort und ökologischen Knappheiten variieren können. Sie stellen somit eine Ergänzung der existenten Schlagkartei dar.

2.22 Umweltinformationen für die Steuerung und Regelung

Für eine umweltbezogene Planung und Entscheidung sind Informationen über komplementäre und konkurrierende Beziehungen zwischen ökologischen und finanziellen Werten von Maßnahmen notwendig.

Am informativsten wäre die Ermittlung von Produktionsfunktionen, die beispielsweise die funktionalen Zusammenhänge zwischen der Zahl und Art der Bodenlebewesen und dem Kulturpflanzenertrag beschreiben. Die mathematische Struktur dieser ceteris paribus-Betrachtung würde wie folgt aussehen:

$Y(t) = F\ (X_{1,t-1};\ldots;X_{1,t-i};\ldots;X_{1,t-n}/\ X_2,\ X_3\ldots X_m)$

$Y(t)$ = Ertrag einer Kulturpflanze in dt/ha zum Zeitpunkt t

t = Erntezeitpunkt

$X_{1,t-i}$ = Population eines Bodenlebewesens z.B. Regenwürmer als Nützlinge oder Rübennematoden als Schädlinge zu bestimmten weiter zurückliegenden Zeitpunkten

X_2, X_3, X_m = gegebene Systemparameter wie Düngung, Pflanzenschutz andere Bodenlebewesen usw.

Dieser Ansatz würde bei hinreichenden Informationen zur Bestimmung eines Regressionskoeffizienten zwischen der Veränderung eines oder mehrerer Schädlinge einerseits und der Veränderung des Kulturpflanzenertrages andererseits führen.

Das Ermitteln dieser Koeffizienten verlangt eine sehr differenzierte Versuchsanordnung für verschiedene Standorte und festgelegte Anbausysteme. Hinzu kommen die Schwierigkeiten, die die vielfältigen Wechselbeziehungen innerhalb des Edaphons mit Umweltstörgrößen wie pH-Gehalt, Luft- und Wassergehalt des Bodens, Bodentemperatur und Humusgehalt bei der Standardisierung der Versuche mit sich bringen und diese Art der Informationsgewinnung zumindest aus Kostengründen unrealistisch erscheinen lassen.

Ein großer Fortschritt würde sich bereits bei der Ermittlung von Erwartungswerten von Populationsdichten und Pflanzenerträgen ohne differenzierte Kenntnis der zugrunde liegenden Verteilungen (z.B. wie bei den Faustzahlen für Schadschwellenkonzepte) einstellen. Das Erfassen der stochastischen Beziehungen des gesamten biologischen Systems wäre dann im Rahmen von Forschungsarbeiten ein weiterer Schritt.

Für den Fall, daß es gelingen sollte, derartige dynamische Produktionsfunktionen zu schätzen, ist das Ermitteln von Extremwerten wie Minima- oder Maximabedingungen möglich. Jede Restriktion kann dabei als Nebenziel aufgefaßt werden. Eine Maximabedingung für Schädlinge für einen bestimmten Standort würde dann bedeuten, daß ein Besatz von x Nematoden im Boden oder in Strahlenpilzen ohne signifikante Ertragseinbußen duldbar ist. Ähnliche Ansätze ergeben sich bei Minimabedingungen für Nützlinge. Hier kann zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit bei gegebener Fruchtfolge und Bewirtschaftungsweise ein Besatz von mindestens x Regenwürmern je m^3 Boden notwendig sein.

Die aufgezeigten Konzepte dürften in dieser Differenziertheit nicht durchführbar sein. Das Ziel weiterer Entwicklungsarbeit könnte das Ermitteln von übergeordneten, aggregierten Beziehungen zwischen ökologischen Werten und finanziellen Teilzielen sein. Denkbar wäre z.B. die Überprüfung der Hypothese, daß die Zahl der Bodenlebewesen insgesamt einen positiven Zusammenhang zum Kulturpflanzenertrag besitzt.

Zu einer noch stärkeren Aggregation gelangt man, wenn anstelle differenzierter ökologischer Kennwerte Anbaubedingungen für bestimmte Früchte definiert werden, die nicht nur das Ertragsniveau, sondern auch ökologische Kennwerte mit erfassen. Dabei kann von der Hypothese ausgegangen werden, daß hohe Maximalanteile einer Frucht, die zu einer Spezialisierung führen, geringere ökologische Leistungen erbringen, sofern viele Betriebe eines Raumes die gleiche Organisation wählen, als niedrige Maximalanteile für einzelne Früchte, die zu einer größeren Vielseitigkeit führen.

Es wird deutlich, daß das Oberprüfen dieser Hypothesen, die zu einer Variation der Anbaubedingungen im Hinblick auf ökologische Werte führen, umfangreiche bodenkundliche, agrikulturchemische, bodenbiologische und pflanzenbauliche Untersuchungen zur Voraussetzung hat.

Eine Unterstützung können die Feld- und Laborexperimente durch Systemsimulationen erfahren. Sie haben den Vorteil, daß nach der Ermittlung aussagefähiger Kausalitäten innerhalb kürzerer Zeit erste Ergebnisse erarbeitet werden können, die allerdings eine enge Koppelung an das Feldexperiment verlangen. Diese Informationsquelle stellt die Grundlage für ein wirklichkeitsnahes Parameterschätzen sowie eine Validierung der Modelle dar. Durchführbar sind derartige Arbeiten nur durch enge Zusammenarbeit zwischen den naturwissenschaftlichen Disziplinen und den Fächern, die den Bau der Systemsimulationsmodelle durchführen.

3. Konzept eines Entscheidungssystems zur Integration der Umwelt

Bisher konzentriert sich die betriebswirtschaftliche Entscheidung auf finanzielle Wertgrößen. Ökologische Werte werden nur begrenzt mit eingeschlossen. Diese Vorgehensweise war solange vertretbar, wie die Bedürfnisbefriedigung ökologische Werte nicht mit einschloß und keine Umweltknappheit bestand. Die eingetretenen Nachfrageveränderungen sowie die zunehmenden Knappheiten zwingen zu einer Integration von Umweltgütern in den Entscheidungsprozeß.

3.1 Einbeziehen der Umwelt in ein Konzept wirtschaftlichen Handelns

Bei einer Eingliederung der Umwelt kann vom Begriff des Wirtschaftens ausgegangen werden, dessen Aufgabe darin besteht, menschliche Bedürfnisse durch planvolles Handeln bei Berücksichtigung knapper Produktionsfaktoren

bestmöglich zu befriedigen. Das Rationalprinzip sagt nichts über die Motive bzw. die Beweggründe wirtschaftlichen Handelns aus. Durch die Zieldefinition erfährt es eine Spezifizierung dadurch, daß bestimmte Teilziele (z.B. Gewinn, Macht, Risiko) erfaßt werden. Letztlich kann jedes Gut in den menschlichen Vorstellungen Inhalt eines Zielsystems sein, so daß - ausgehend vom Rationalprinzip - auch Umweltziele in das Konzept wirtschaftlichen Handelns integriert werden können. Die Entscheidungslehre braucht damit keine neuen Grundprinzipien, sondern lediglich die Erweiterung des Konzeptes des Wirtschaftens durch das Einbeziehen von Umweltgütern.

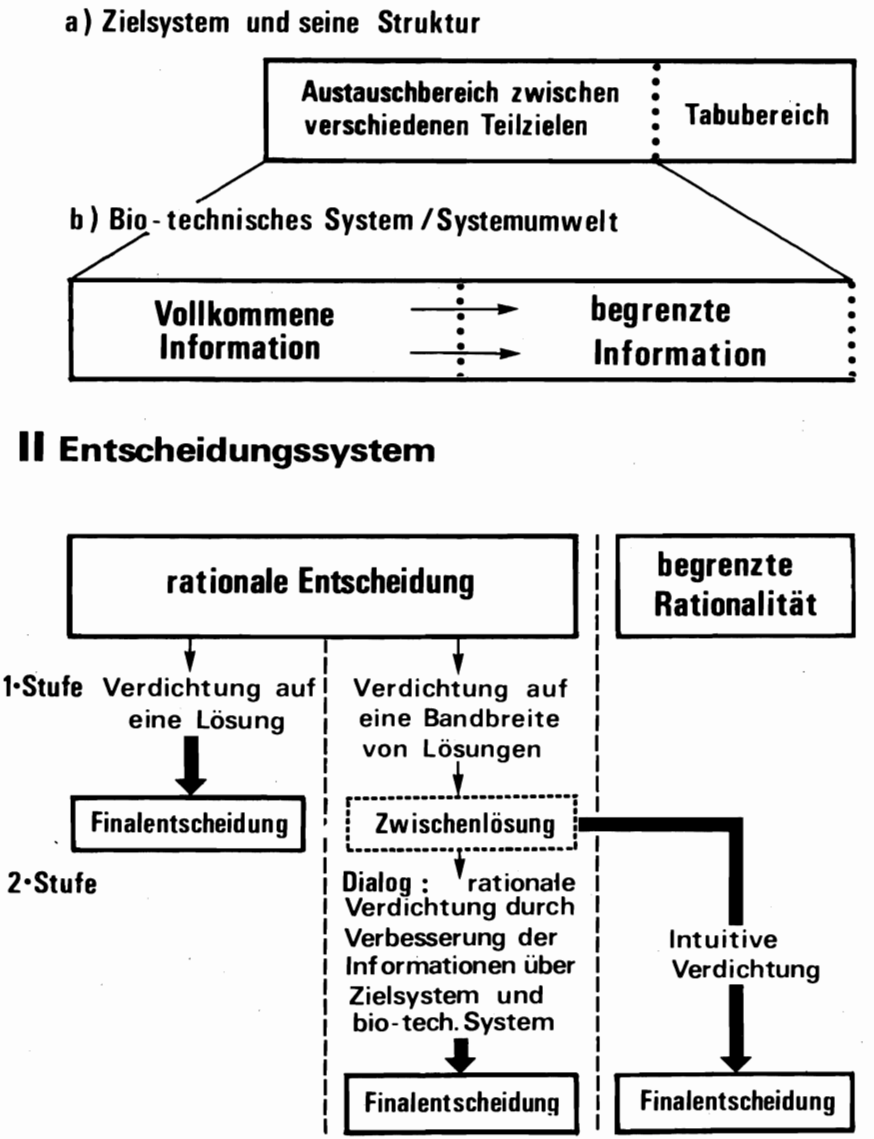
Es fehlt nicht an Kritik am Konzept der Bedürfnisbefriedigung des Menschen. So glaubt Lutz nicht an die freie Austauschbarkeit von Gütern unterschiedlicher Qualität, die auf der einen Seite lebensnotwendig sind und auf der anderen Seite einen Luxus befriedigen. Darüber hinaus sieht er einen Bereich von subjektiven existentiellen Notwendigkeiten ohne jede Austauschmöglichkeit (LUTZ, 4). Dieser Vorstellung kann man dadurch gerecht werden, daß man das Zielsystem in einen Austauschbereich und einen Tabubereich unterteilt (Abbildung 1).

Der Austauschbereich beinhaltet die vom Entscheidungsträger angegebenen Zielgrößen und Präferenzrelationen, welche als notwendige Bestandteile eines für eine rationale Entscheidungsfindung operablen Zielsystems genannt werden (BAMBERG/COENENBERG, 1). Dies ist der Bereich des Austauschprozesses zwischen finanziellen und ökologischen Zielen.

Zielkonkurrenz liegt beispielsweise vor, wenn eine Reduzierung des Handelsdüngers unter das finanzielle Optimum zu einer Verschlechterung der Einkommensverhältnisse bei gleichzeitiger Verminderung der Grundwasserbelastung führt. Ebenso kann der Übergang zu einer vielseitigeren Fruchtfolge zu einer Reduzierung des Einkommens bei gleichzeitiger Erhöhung der Populationsdichte einer Art oder Artenvielfalt führen. Komplementäre Beziehungen zwischen Umwelt und finanziellen Teilzielen liegen beispielsweise bei Maßnahmen vor, die durch einen verringerten Einsatz von Handelsdünger und Pflanzenbehandlungsmitteln zu einer Kostensenkung führen, gleichzeitig jedoch die Umweltbelastung verringern.

Der Tabubereich umfaßt Ziele und Werte, die der Moral und Ethik zuzuordnen sind, also unverzichtbare Werte darstellen, die unabhängig vom

Abbildung 1: Struktur eines Informationssystems und Folgerungen für die Rationalität im Entscheidungssystem



Austauschbereich zu sehen sind. Eingeordnet werden können hier Güter, die einen Wert an sich bedeuten, z.B. aus Ehrfurcht vor der Natur:

- bedrohte Tiere und Pflanzen im Mikro- und Makrobereich,
- erhaltungswürdige, landschaftspflegerische Elemente sowie Biotope zum Schutz von Boden und Klima,
- Moral einer artgerechten Haltung von Nutztieren.

Dieser Tabubereich ist zu trennen von Minima- und Maximabedingungen, die in Kombination mit finanziellen Teilzielen stehen. Arbeits- und Finanzkapazitäten, Marktkapazitäten, aber auch Fruchtfolgebedingungen und ökologische Kapazitäten sind hier einzuordnen. Diese Bedingungen beeinflussen die finanziellen Teilziele in komplementärer oder konkurrierender Form.

3.2 Berücksichtigung der begrenzten Rationalität in den Entscheidungsprozeß mit Umweltwerten

Zu einer Erschwerung bei der Anwendung des Rationalprinzips kommt es dadurch, daß in der Realität häufig eine unvollkommene Information über Zielsysteme und Handlungsalternativen besteht. Sie führt zu einer begrenzten Rationalität menschlichen Handelns. Simon (5) geht davon aus, daß

- ein Mensch aufgrund seiner begrenzten kognitiven Kapazität aus einem geschlossenen System nur eine begrenzte Zahl von Maßnahmen mit begrenztem Nutzen isolieren kann. Auf diese Weise kommt es zu einer Reduktion des Entscheidungsfeldes, in dem rationale Entscheidungen über Maßnahmen gefällt werden;
- die begrenzte Information dazu führen kann, daß eine Verdichtung auf eine Alternative durch eine rationale Entscheidung nicht ohne weiteres gelingt. Es verbleibt ein Band befriedigender Lösungen, aus denen entweder durch einen weiteren Informationsprozeß eine Alternative gefunden werden kann oder aber alle Alternativen als gleichwertige angesehen werden. Nur die Intuition kann dann zur Auswahl einer Lösung führen.

Aufgrund mangelnder Information ist die Abgrenzung zwischen den beiden Bereichen mit Unsicherheit belastet. Moralwerte sind darüber hinaus menschenspezifisch und nicht allgemeingültig formulierbar. Gewisse Eck-

punkte können christliche Gebote darstellen. Der Wertewandel hat darüber hinaus zu einer Verschiebung zwischen moralischen Vorstellungen und materiellen Werten geführt.

Für die praktische Durchführung der Entscheidung ist es notwendig, das Konzept wirtschaftlichen Handelns in ein Entscheidungssystem einzubauen. Abbildung 1 verdeutlicht die Struktur eines Informations- und Entscheidungssystems. Im Bereich rationaler Entscheidungen sind zwei verschiedene Entscheidungsabläufe zu unterscheiden:

- Im einfachsten Fall kann mit Hilfe verschiedener Planungstechniken eine Verdichtung auf eine eindeutige Lösung erreicht werden, die u.U. eine verbale Ergänzung findet, wenn nicht direkt quantifizierbare Ziele mit erfaßt werden sollen.

- Ein mehrstufiger Ablauf ergibt sich, wenn zunächst mit Hilfe von Planungstechniken eine Verdichtung auf eine Bandbreite von Lösungen vorgenommen wird, die eine Zwischenlösung mit befriedigenden Ergebnissen ausweist. In einem zweiten Schritt wird dann mit Hilfe eines Dialogsystems eine weitere Verdichtung der Informationen, möglicherweise unter Heranziehung neuer Informationen über Zielsystem und biotechnisches System durchgeführt. Der Abwägungsprozeß versucht, Gewichtungen vorzunehmen; Geldnutzen und Umweltnutzen sind dabei zu vergleichen. Am Ende dieses Prozesses ergibt sich dann ebenfalls eine eindeutige Lösung, über die in der Finalentscheidung befunden werden kann.

Das Ergebnis einer Verdichtung von Alternativen durch ein analytisches Verfahren oder einen Dialog, dessen Ablauf in Abbildung 2 dargestellt ist, ist für die Beurteilung verschiedener Fruchtfolgen mit finanziellen und ökologischen Kennwerten in Tabelle 2 aufgeführt.

Am Anfang stehen die bekannten Kennwerte wie Gewinn, Arbeitszeitbedarf oder Freizeitumfang sowie Finanzbedarf, Kennwerte, welche als Ergebnis einer simultanen Betrachtung bei Maximierung des Gewinnes unter Nebenbedingungen ermittelt werden.

Erste ökologische Informationen liefert die zweite Gruppe von Daten, die den Stickstoffaufwand sowie den Pflanzenschutzmittelaufwand ausweisen. Diese Werte können das Ergebnis einer Optimierung darstellen, das über

Abbildung 2: Sequentieller Informations- und Entscheidungsprozeß

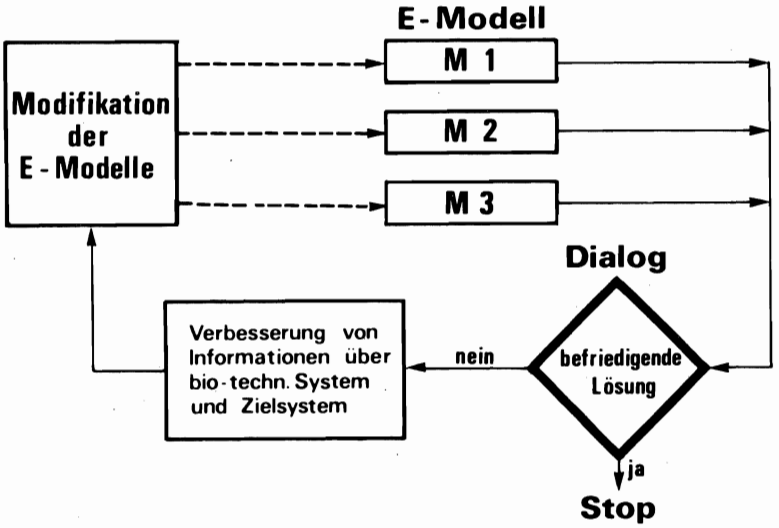


Tabelle 2: Ergebnisse eines Entscheidungsmodells zur umweltorientierten Fruchtfolgeplanung (beispielhafte Annahmen)

Fruchtfolge / finanzielle und ökologische Kennwerte	5-feldrige Fruchtfolge	4-feldrige Fruchtfolge	3-feldrige Fruchtfolge
Gewinn in DM	55 000	60 000	65 000
Freizeit (Arbeitsrest) in AKh	400	500	600
Finanzbedarf in DM	30 000	20 000	10 000
N aus Handelsdünger in kg/ha LF	80	110	130
Pflanzenschutzmittel in DM/ha LF	200	250	300
Schlagspezifische Werte			
Bodenaktivität	+-	+-	+-
Zahl der Kleinlebewesen (Populationsdichte)	+	++	+++
Artenvielfalt	+++	++	+

eine gesonderte Informationszeile ausgewiesen wird.

Im Mittelpunkt der ökologischen Kennwerte stehen Größen, die rein ökologische Tatbestände beinhalten. Sie besitzen einen Bezug zu ökologischen Knappheiten und weisen möglicherweise in Teilen eine Verbindung zu finanziellen Teilzielen auf. Es ist jedoch auch denkbar, daß diese ökologischen Kennwerte einen Wert an sich ausweisen, der die Größe des Tabubereiches kennzeichnet.

Die Tabelle ermöglicht durch die Gegenüberstellung von finanziellen und ökologischen Informationen einen vergleichenden Abwägungsprozeß zwischen den verschiedenen Fruchtfolgen. So weist z.B. der Obergang von der vier- zur dreifeldrigen Fruchtfolge einen Mehrgewinn von DM 5.000,-- bei Abnahme der Artenvielfalt auf. Bei Kenntnis der Substitutionsbeziehungen zwischen finanziellen und ökologischen Werten könnte mit Hilfe eines nutzentheoretischen Konzepts eine eindeutige Entscheidung getroffen werden. Als zweite Möglichkeit einer Bewertung ist das Satisfizierungsprinzip zu nennen.

Bei der Durchführung des Abwägungsprozesses ist zu berücksichtigen, daß den finanziellen Teilzielen eine besondere Bedeutung zukommt, da die Existenzfähigkeit des Unternehmens hiervon abhängig ist. Darüber hinaus bestehen beim Landwirt mehr oder weniger feste Vorstellungen über den Lebensstandard, der sich nicht verschlechtern sollte. Diese Überlegungen führen dazu, daß bei ungünstigen Preis- und Kostenverhältnissen, die dazu noch durch hohe Umweltauflagen verschärft werden, weniger Bereitschaft besteht, auf Einkommen zu verzichten, um dafür ökologische Werte zu erkaufen.

Spezielle Probleme bei der Interpretation von Nutzenrelationen ergeben sich bei der partiellen Bewertung von ökologischen Zielen, z.B. in der Form, daß der Deckungsbeitrag auf ökologische Werte, z.B. Kleinlebewesen, bezogen wird analog zu den Überlegungen, die bei anderen knappen Faktoren, z.B. Fläche oder Arbeit, angestellt werden. Zulässig erscheint uns die Berechnung derartiger Koeffizienten nur dann, wenn eine Substitution zwischen finanziellen und ökologischen Werten möglich ist, was eine gewisse Gleichwertigkeit der knappen Faktoren voraussetzt. Für den Fall, daß die ökologischen Werte im Tabubereich liegen und eine Austauschmöglichkeit mit finanziellen Werten nicht möglich ist, läßt

sich eine partielle Umweltverwertung zwar berechnen, ihre Aussagefähigkeit ist jedoch sehr gering.

LITERATURVERZEICHNIS

1. BAMBERG, G.; COENENBERG, G.A., Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, München 1974, S. 25 ff.
2. BERNHARD, U., Pflanzenschutzverhalten von Landwirten, Untersuchung der Bayer AG, Manuskript Leverkusen 1984.
3. HEYLAND, K.-U.; KOCHS, H.-J., Computerberatung zur schlagspezifischen Vorausschätzung der Stickstoffverfügbarkeit für Weizen, unveröffentlichtes Manuskript.
4. LUTZ, A.M., Beyond Economic Man. In: Koslowski, P.: Economics and philosophy, Tübingen 1985, S. 91 ff.
5. SIMON, H.A., Theory of bounded rationality. In: Decision and Organization (Hrsg.) McGuire, C.B.; Radner, R., Amsterdam 1972, S. 161-176.
6. STEFFEN, G., BERG, E., Die Beurteilung von Chancen und Risiken integrierter Produktionsverfahren aus entscheidungsorientierter Sicht. In: Agrarspectrum, Band 9, 1985, S. 89 ff.