



Verband Deutscher Landwirtschaftlicher
Untersuchungs- und Forschungsanstalten

Kongressband 2000
Stuttgart-Hohenheim
Generalthema

„Nachhaltige Landwirtschaft“
Teil VI

Beiträge zu den Themen

„Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit,
Ökolandbau, Freie Themen“

112. VDLUFA-Kongress

vom 18. bis 22. September 2000

VDLUFA-Schriftenreihe 55/2000

Ein Ziel- und Indikatorensystem zur Entwicklung von
Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige Landwirtschaft
im Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM)

A. Meyer-Aurich³, E. Osinski, U. Matthes, K. Weinfurter und G. Gerl

Einleitung

Die Forderung einer *nachhaltigen Landwirtschaft* ist vor dem Hintergrund der durch die Landwirtschaft entstandenen Umweltprobleme und der Sorge um die Lebensgrundlagen für nachfolgende Generationen entstanden. Seit dem Brundtlandreport (WCED, 1987) und der Umweltkonferenz in Rio de Janeiro 1992 ist sie im Zusammenhang mit der Forderung nach nachhaltiger bzw. dauerhaft umweltgerechter Entwicklung (sustainable development) durch nationale und internationale Verträge als allgemeines Leitbild festgelegt worden.

Es stellt sich nun die Frage, wie die Idee der nachhaltigen Landwirtschaft umgesetzt werden kann, bzw. welche Instrumentarien bereitgestellt werden müssen, um Landwirtschaft hinsichtlich Nachhaltigkeit bewerten und zielgerichtet steuern zu können. Hierzu ist eine Vielfalt von Indikatoren und Bewertungssystemen entwickelt worden, die für die Beurteilung der Nachhaltigkeit von landwirtschaftlichen Systemen herangezogen werden können. Im Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM) werden Zustände und Prozesse des Agrarökosystems seit 1990 intensiv analysiert. Diese Untersuchungen bieten eine gute Grundlage zur Analyse von Indikatoren bzw. Indikatorensystemen auf Ihre Genauigkeit und Anwendbarkeit für verschiedene Einsatzbereiche.

Anforderungen an nachhaltige Landwirtschaft

Die Einbettung nachhaltiger Landwirtschaft in das Paradigma der nachhaltigen Entwicklung erfordert einen ganzheitlichen Ansatz der ökologische, ökonomische und soziale Belange berücksichtigt. Dieser holistische Ansatz zwingt zu einer Auseinandersetzung mit den unterschiedlichen Ansprüchen, die an die Landwirtschaft gestellt werden. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass ökonomische, ökologische und soziale Belange in gleichem Maße verwirklicht werden; vielmehr muss das Konzept „nachhaltige Landwirtschaft“ als ein Weg verstanden werden, der aufzeigt, wie die unterschiedlichen Ansprüche an die Landwirtschaft befriedigt werden können. Die Wissenschaft ist daher gefordert, Instrumente zu entwickeln, mit denen gezeigt werden kann, inwieweit ökonomische, ökologische und soziale Aspekte der Nachhaltigkeit erreicht werden können und welche Konsequenzen die Erreichung von Teillaspekten

³ Andreas Meyer-Aurich, Technische Universität München, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaus, 85305 Freising-Weihenstephan, Email: meyer-aurich@weihenstephan.de

der Nachhaltigkeit für andere Bereiche hat. In diesem Prozess sollen Zielkonflikte identifiziert werden, um Lösungswege aufzeigen zu können.

Indikatoren für eine nachhaltige Landwirtschaft

Zur zielgerichteten Steuerung der Landwirtschaft werden Agrarumweltindikatoren benötigt, die die Auswirkungen der Landwirtschaft auf die Umwelt charakterisieren. Agrarumweltindikatoren stellen Informationen über das Agrarökosystem dar, die den Nutzen des Indikators zur Bewertung, Kontrolle oder Steuerung dienen sollen. Die Funktion des Agrarumweltindikators ist hierbei, Informationen über das Agrarökosystem entsprechend den Anforderungen der Nutzer zu verdichten und zu vereinfachen. Die Informationen können Parameter darstellen, die aus dem Ökosystem oder über den Betrieb bzw. das Management abgeleitet werden. Zur Strukturierung von möglichen Indikatoren im Agrarumweltbereich ist von der OECD das allgemein akzeptierte Driving Force-State-Response (DSR) Rahmenwerk entwickelt worden. Nach der OECD Klassifikation werden die Indikatoren, die den Zustand der Umwelt charakterisieren als State-Indikatoren bezeichnet. Indikatoren des Betriebes oder des Managements die auf die Umwelt wirken, werden als Driving Force-Indikatoren bezeichnet. Indikatoren, die das Verhalten der Akteure als Reaktion auf die Umwelt abbilden werden als Response-Indikatoren bezeichnet (OECD, 1997).

Die Nutzer von Agrarumweltindikatoren können Landwirte, Politiker oder die interessierte Öffentlichkeit sein. Die benötigten Informationen über das Agrarökosystem können je nach Nutzer und Verwendung sehr unterschiedlich sein. Die Landwirte müssen das Agrarökosystem gezielt steuern, um die betrieblichen Ziele zu erreichen. Die dafür benötigten Indikatoren sollen Auskunft über das Agrarökosystem oder über dessen Verhalten geben. Neben ökonomischen Erfolgsgrößen sind auch für die Landwirte Umweltindikatoren von Bedeutung, da viele Umweltprobleme der Landwirtschaft der Landwirtschaft selber auch schaden. Politik und Verwaltung benötigen Agrarumweltindikatoren, um den Zustand des Agrarökosystems zu überwachen, negativen Auswirkungen entgegenzuwirken und positive Auswirkungen zu unterstützen. Diese Nutzer von Agrarumweltindikatoren können das Agrarökosystem nur indirekt über den landwirtschaftlichen Betrieb bzw. die Änderung von Rahmenbedingungen (Steuern, Gesetze, Verordnungen) steuern. Einen Überblick über wichtige Einsatzbereiche von Agrarumweltindikatoren gibt Tabelle 1. Vier mögliche Einsatzbereiche, für die Agrarumweltindikatoren verwendet werden, können unterschieden werden (vgl. von Münchhausen und Nieberg, 1997).

Der Einsatz von Indikatoren als Entscheidungshilfe für das landwirtschaftliche Management hat eine große Bedeutung für eine umweltgerechte landwirtschaftliche Produktion. Verschiedene Informationssysteme geben dem Landwirt Hinweise über den optimalen

Einsatz von Hilfsstoffen und helfen damit den Einsatz von nicht notwendigen Betriebsmitteln zu vermeiden. Dies kann zum Beispiel durch moderne Methoden des Precision Farming erfolgen, aber auch klassische Methoden, wie die Erhebung von N-min Werten, würden in diese Kategorie fallen.

Tabelle 1: Einsatzmöglichkeiten von Agrarumweltindikatoren

| Einsatzmöglichkeiten | Messgröße/n/ Indikatoren | Steuergröße |
|--|--|--------------------------------|
| 1. Entscheidungshilfe für das landwirtschaftliche Management (z. B. Precision Farming) | Messgrößen wie Ertrag, Betriebs- und Bodenparameter, Zeigerarten, etc. | Landwirtschaftliche Management |
| 2. Monitoring, Controlling | | Beratung, Sanktionen Betrieb |
| 3. Erfolgskontrolle von Agrarumweltpolitiken | Geschätzte Modellparameter | Politikmaßnahmen |
| 4. POLITIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNGEN | | |

Ein weiterer Bereich, in dem Indikatoren angewendet werden können, sind Verfahren des Monitoring und Controlling mit denen die Umweltgerechtigkeit landwirtschaftlicher Betriebe bewertet wird. Beispiele hierfür bieten die Bewertungssysteme REPRO (Hülsbergen und Diepenbrock, 1997) und KUL (Eckert und Breitschuh, 1994), bei denen betriebliche Parameter sowie Boden- und Landschaftsparameter herangezogen werden, um kritische Bereiche in den Betrieben zu kennzeichnen und zu bewerten. Sie sollen Schwachstellen der Betriebe darlegen, um sie gezielt angehen zu können. Es ist allerdings auch denkbar, dass solche Systeme für eine Kontrolle der Umweltgerechtigkeit landwirtschaftlicher Betriebe verwendet werden. Schon jetzt sind die Landwirte verpflichtet, den Einsatz von Düngemitteln nach dem Ertrag zu kalkulieren und entsprechend zu dokumentieren. Darüber hinaus ist auch ein Controlling in Form von Öko-Audit denkbar (Koch, 1998). In Deutschland wird dies im landwirtschaftlichen Bereich bisher kaum angewendet. Erfahrungen mit dem Umweltkontrollingsystem "EMA" (Environmental Management for Agriculture) aus England zeigen jedoch, dass Öko-Audits durchaus auch in der Landwirtschaft angewendet werden und zu einer Verbesserung der Umweltsituation führen kann (Lewis und Bardon, 1998). Für die Evaluierung und Erfolgskontrolle von Agrarpolitiken werden Indikatoren benötigt, um diese vor allem im Zusammenhang mit den WTO Verhandlungen zu rechtfertigen (Bergsmidt und Plankl, 1999). Ein weiterer Einsatzbereich von Agrarumweltindikatoren ist die Politikfolgenabschätzung. Für diesen Zweck werden oft Modelle entwickelt, die das Entscheidungsverhalten landwirtschaftlicher Betriebe simulieren sollen. Dies wird in der Regel durch lineare Programmierungsmodelle realisiert, die die Reaktion von landwirtschaftlichen Betrieben auf eine

Änderung äußerer Rahmenbedingungen simulieren. Eine Integration von ökologischen Kenngrößen in Betriebsmodelle erfolgte zum Beispiel in den Modellsystemen RAUMIS (Weingarten, 1995) und MODAM (Zander und Kächele, 2000) auf unterschiedlichen Skalen.

Ziel- und Indikatorsystem nachhaltige Landwirtschaft im FAM

Die Verwendung von Agrarumweltindikatoren ist nur im Zusammenhang mit den zu verfolgenden Zielen in der Agrarlandschaft sinnvoll. Zur Einordnung von Indikatoren wurde daher im Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM) ein Ziel- und Indikatorsystem entwickelt, das die Indikatoren Teilzielen der nachhaltigen Landnutzung zuordnet. Die Teilziele stellen die Teilaspekte des normativen Konzeptes der nachhaltigen Landnutzung dar. Das Zielsystem soll den allgemeinen Anspruch der Nachhaltigkeit mit seinen unterschiedlichen Facetten und Aspekten konkreter Interessengruppen deutlich machen. Durch die Verbindung von Zielen mit den zu ergreifenden Maßnahmen und deren Folgenabschätzung können Nutzungskonflikte dargestellt werden, was eine Grundlage zu dessen Lösung ist. Das Zielsystem besteht aus insgesamt 14 Teilzielen, die in 6 Oberziele gruppiert sind. Jedem Teilziel sind Gruppen von Betroffenen zugewiesen, die von der Verwirklichung des Teilziels profitieren (Abb. 1).

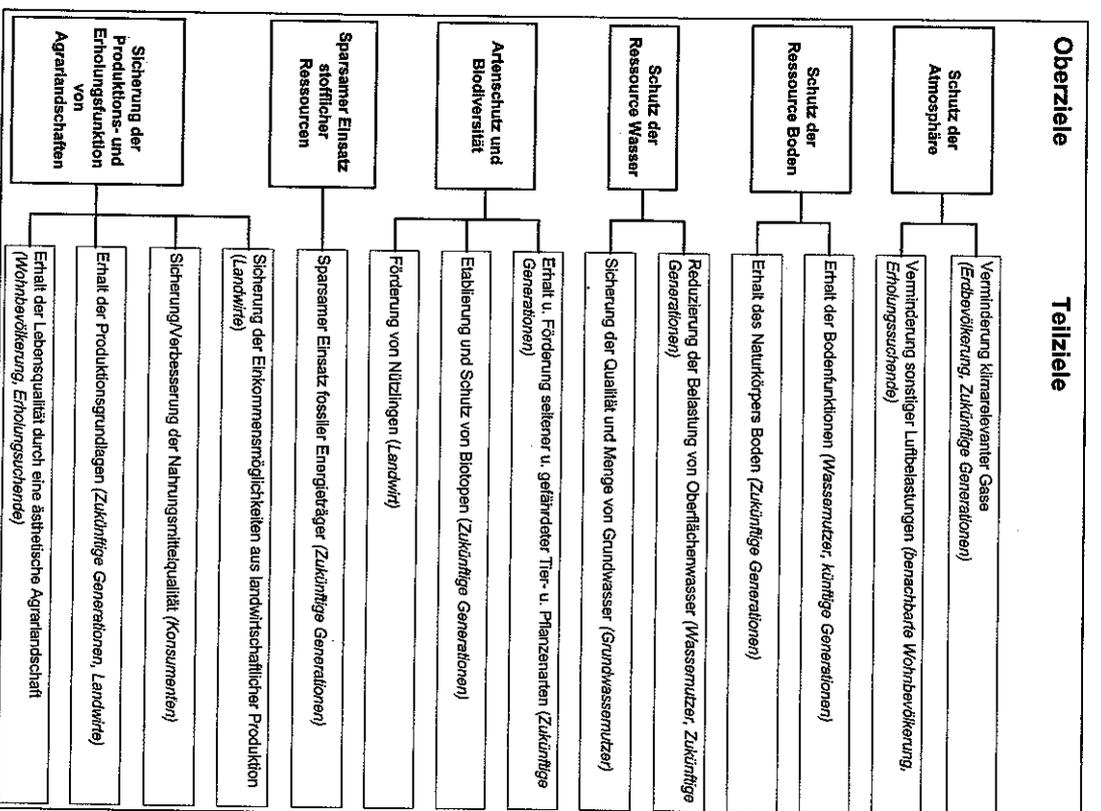


Abbildung 1: Zielsystem im FAM (in Klammern: Gruppe von Betroffenen, die von der Erreichung des Zieles profitieren)

Tabelle 2: Kennzeichnung der Indikatoren

| | |
|--------------------------|--|
| Attribut | Erläuterung |
| Indikator: | Indikatorname |
| Erläuterung: | Erläuterung, was der Indikator genau abbilden soll |
| Berechnung: | Bezieht sich auf zusammengesetzte Indikatoren und gibt den Verknüpfungsmodus der einzelnen Parameter wieder. |
| Messgrößen: | Was wird genau gemessen, welche Parameter erhoben? |
| Teilprojekte | Beteiligte Teilprojekte im FAM, die an dem Indikator arbeiten |
| Teilaspekt/Unterteil: | Die Teilziele sind innerhalb des Zielsystems in Teilaspekte bzw. Unterteile unterteilt. |
| Objektbezug: | Worüber macht der Indikator eine Aussage? |
| Raumbezug: | Für welchen Raum kann der Indikator eine Aussage machen? |
| Anwendungsbe- reich: | Wofür kann der Indikator verwendet werden? |
| DSR Framework | Einordnung in den Driving Force, State, Response-Rahmenwerk der OECD |
| Datenverfügbar- keit: | Kennzeichnung, wie Daten verfügbar gemacht werden können |
| Quelle: | Literaturstelle, die auf Entwicklung dieses Indikators verweist |
| Forschungsbeda- rf: | Kennzeichnung der Anforderung an Validierung bzw. Diskutierte Grenzwerte (mit Quelle) |
| Grenzwerte: | |

Jedem Teilziel wurden Indikatoren zugeordnet, die für eine Bewertung der landwirtschaftlichen Landnutzung herangezogen werden können. Die Indikatoren sind in einer Datenbank mit Attributen gekennzeichnet, um sie für bestimmte Fragestellungen gezielt suchen zu können (Tabelle 2). Durch eine Auswahl von Indikatoren aus jedem Teilziel können umfassende Informationen über die Nachhaltigkeit eines Nutzungssystems abgeleitet werden.

Tabelle 3 gibt beispielhaft einen Überblick über Indikatoren für das Oberziel „Schutz der Atmosphäre“, die in der Datenbank enthalten sind. Es ist erkennbar, dass die Indikatoren aufgrund von Objektbezug, Raumbezug und dem Anwendungsbereich für unterschiedliche Verwendungszwecke einsetzbar sind. Mit Hilfe der aus dem FAM verfügbaren Datengrundlage sollen die Indikatoren hinsichtlich Aussagegüte und Datenanforderungen geprüft und gegebenenfalls angepasst werden. Darüber hinaus ist die Einbindung der Indikatoren in betriebliche Optimierungsmodelle geplant, um Interaktionen von Landnutzung und Teilzielen der Nachhaltigkeit analysieren zu können. Auf diese Weise kann

gezeigt werden, wie sich die Verfolgung eines Teilzieles auf die Verwirklichung anderer Teilziele auswirkt. Die komplexe Darstellung dieser Interdependenzen soll ein Verständnis dafür vermitteln, dass die Verfolgung von Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft einen Diskussionsprozess über Teilaspekte der Nachhaltigkeit erfordert und letztendlich zu Handlungskompromissen führen muss.

Tabelle 3: Indikatoren zum Schutz der Atmosphäre

| Indikator: | NÖ-Freisetzung (Energie) | NÖ-Freisetzung (Satzung) | Messmethode aus Tabelle 2 | NÖ-Emissionen | GWP (CO ₂ -äq.) |
|-------------------------|---|--|---------------------------|---|--|
| Berechnung: | Dynamisches Modell | $NÖ_{Nk} = 0,022 \cdot N\text{-Düngung} + 1,194 \cdot N_{\text{in}} \cdot d^3$ | Satzung | $ES(18,417 \cdot Nk + 1,10 \cdot SO_2 + 8,51) \cdot (0,02 \cdot N + CO_2 \text{ (Geringer N)})$ $Nk + CO_2 \text{ (Geringer N)}$ | $CO_2 = 210$ $NO_2 = 21 \cdot CH_4$ |
| Messgrößen: | Kennzahlen Bodenstickstoff Maßnahmenkoeffizienten | N-Düngung in kg N/ha | Tierart GVE | Produktionsverfahren Berechnung | CO ₂ CH ₄ N ₂ O |
| Objektbezug: | Prozess, Veränderung | (Tropf-Spritz, Bandstreifen) | Berechnung, Region | Produktionsverfahren Berechnung | Betrieb, Sektor Berechnung, Region |
| Raumbezug: | Analyse der Prozess, Veränderung | Vergleich von mehreren, Vergleich von Anbausystemen | | | |
| Anwendungsbe- reich: | Stark reduzierend für Jahre (Boden, Klügel) Pflanz- und Fütterung (1998) | Düngemittel Aus verschiedenen bzw. statischen Erhebungen Bouwman (1994) | Haggen et al. (1996) | Mirad et al. (1997) | Conington und Reuter (2000) |
| Quelle: | | | | | |

Literatur

- Bergschmidt, A. und Plankl, R., 1999: Evaluierung der Agrarumweltprogramme gemäß der Beschlüsse der Agenda 2000. Ber Ldw, 77, 570-609.
- Bouwman, A. F., 1994: Direct emissions of nitrous oxide from agricultural soils. Report No. 77300404, National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven, The Netherlands.
- Desjardin, R.L. und Riznek, R., 2000: Agricultural Greenhouse Gas Budget in McRae, T., Smith, C.A.S. und Gregorich, L.J.: Environmental Sustainability of Canadian Agriculture. Report of the Agri-Environmental Indicator Project. Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Kanada.
- Eckert, H. und Breitschuh, G., 1994: Kritische Umweltbelastungen Landwirtschaft (KUL) – Eine Methode zur Analyse und Bewertung der ökologischen Situation von Landwirtschaftsbetrieben. Arch Acker Pfl Boden, 38, 149-163.
- Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Lim, B., Treanton, K., Mamaty, I., Bonduki, Y., Griggs, D.J., und Callender, B.A., 1996: Revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Vol 3: Reference Manual. IPCC, OECD, IEA, Paris.
- Hülshagen, K.-J. und Diepenbrock, W., 1997: Das Modell REPRO zur Analyse von Stoff- und Energieflüssen in Landwirtschaftsbetrieben. In: Diepenbrock, W., Katschmitt, M., Nieberg, H. und Reinhardt, G.: Umweltverträgliche Pflanzenproduktion: Indikatoren, Bilanzierungsansätze

- und ihre Einbindung in Ökobilanzen. Osnabrück, Zeller-Verlag S.159-184.
- Janzen, H.H., Desjardins, R.L., Asselin, J.M.R. und Grace, B., 1998: The Health of our Air – toward sustainable Agriculture in Canada. Minister of Public Works and Government Services Canada.
- Koch, T., 1998: Agrar-Öko-Audit auf der methodischen Grundlage der "Kritischen Umweltbewertung Landwirtschaft (KUL)" in Spindler, E.A.: Agrar-Öko-Audit - Praxis und Perspektiven einer umweltorientierten Land- und Forstwirtschaft, Springer-Verlag Berlin, u.a., S. 401-410.
- Lewis, K.A. und Bardou, K.S., 1998: A computer-based informal environmental management system for agriculture, *Environmental Modelling and Software*, 13, 123 – 137.
- Menzi, H., Frick, R. und Kaufman, R., 1997: Ammoniak-Emissionen in der Schweiz. Ausmass und technische Beurteilung des Reduktionspotentials. Schriftenreihe der FAL, 26, Zürich-Reckenholz, 107 S. und Anhang.
- Münchhausen, H. von, und Nieberg, H., 1997: Agrar-Umweltindikatoren: Grundlagen, Verwertungsmöglichkeiten und Ergebnisse einer Expertenbefragung. Diepenbrock, W., Kaltschmitt, M., Nieberg, H. und Reinhardt, G.: Umweltverträgliche Pflanzenproduktion: Indikatoren, Bilanzierungsansätze und ihre Einbindung in Ökobilanzen. Osnabrück, Zeller-Verlag S.13-30.
- OECD, 1997: Environmental Indicators for Agriculture. OECD, Paris.
- Priesack, E. und Fiessa, H., 1998: Modellierung der N₂O Freisetzung aus Agrarökosystemen und ihre Einbindung in Modelle zum N-Kreislauf. Abschlussbericht zum BMBF-Projekt 0339370E.
- Weingarten, P., 1995: Das regionalisierte Agrar- und Umweltinformationssystem für die Bundesrepublik Deutschland" (RAUMIS). Ber Ldw, 73, 272-302.
- World Commission on Environment and Development (WCED), 1987: Advisory Panel on Food Security, Agriculture, Forestry, and Environment. Food 2000: global policies for sustainable agriculture: a report of the Advisory Panel on Food Security, Agriculture, Forestry, and Environment to the World Commission on Environment and Development. Zed Books, London, New Jersey.
- Zander, P. und Kächele, H., 1999: Modelling multiple objectives of land use for sustainable development. *Agricultural Systems* 59, 311-325.