

Ein ökologisch-ökonomisches Informationssystem für die umweltgerechte Nutzung landwirtschaftlicher Nutzflächen

Jürgen Jarosch und Bernd Murschel

Synopsis

The increasing demand of informations concerning environmental effects of agricultural production requires an environment information system for land used by agriculture. Hence an ecological-economic model was developed which provides strategies for protection of groundwater, soil, and landscape resources. The system includes a simulation model which estimates the environmental effects of specific production activities. An economic model calculates the organization of farms under the assumption of profit maximization. The system can be applied at farm level as well as landscape level. Selected results show strategies to reduce soil erosion and nutrient discharge in groundwater and surface water.

information system, farm, landscape, soil and water conservation

Zusammenfassung

Der zunehmende Informationsbedarf über die Umweltwirkungen der landwirtschaftlichen Produktion erfordert die Bereitstellung eines Umweltinformationssystems für landwirtschaftliche Nutzflächen. Hierfür wurde ein ökologisch-ökonomisches Informationssystem erstellt, das zur Ermittlung von Grundwasser-, Boden- und Landschaftsschutzstrategien dient. Der Systemansatz beinhaltet ein standortkundliches Simulationsmodell, das den Grad der Umweltbelastung für spezifische Produktionsaktivitäten schätzt. Ein ökonomisches Teilmodell berechnet die Organisation landwirtschaftlicher Betriebe unter der Annahme der Gewinnmaximierung. Das System kann auf der einzelbetrieblichen und der landschaftsbezogenen Ebene eingesetzt werden. Das Einsatzgebiet des Systems deckt die Bereiche Bodenerosion, Nährstoff- und Pestizidaustrag mit Sediment und Oberflächenabfluß, Nitratauswaschung sowie gasförmige Stickstoffausträge ab. Die Anpassungsstrategien an veränderte ökonomische und ökologische Rahmenbedingungen integrieren intensitätssenkende und nutzungseinschränkende Maßnahmen. Die ausgewählten Ergebnisse zeigen Alternativen zur Reduzierung von Bodenabtrag und Nährstoffaustrag in Oberflächengewässer sowie Grundwasser auf.

1. Einleitung

Die von der Landwirtschaft verursachten Umweltbeeinträchtigungen erfordern in zunehmendem Umfang Maßnahmen des Boden-, Gewässer- und Artenschutzes. Für die Erarbeitung und Beurteilung dieser Maßnahmen ist ein geeignetes Instrumentarium zu erstellen. Bei der Entwicklung dieses Instrumentariums ist sowohl ökologischen als auch ökonomischen Vorgaben Rechnung zu tragen. Eine zentrale Vorgabe besteht in der Ermittlung problemgerechter Strategien, die die Umsetzung gewünschter bzw. erforderlicher Ziele ermöglichen. Insofern Maßnahmen landwirtschaftlich genutzte Flächen in größerem Umfang betreffen, sind die Auswirkungen auf die landwirtschaftlichen Betriebe zu berücksichtigen. Um die Akzeptanz der Maßnahmen von Seiten der Landwirte zu erhöhen, sollten die ermittelten Strategien zur Anpassung an ökologische Forderungen mit möglichst geringen Einkommenseinbußen für die Landwirte einhergehen.

2. Darstellung des ökologisch-ökonomischen Informationssystems

Das Gesamtmodell setzt sich aus einem standortkundlichen Simulationsmodell, einem geographischen Informationssystem und einem einzelbetrieblichen Optimierungsmodell zusammen. Für den standortkundlichen Modellteil findet das CREAMS-Modell Verwendung (KNISEL 1980). Das unter nordamerikanischen Bedingungen entwickelte Modell wurde von MURSCHEL (1991) unter mitteleuropäischen Bedingungen getestet, kalibriert und modifiziert. Das Modell wird zur Simulation von Wasserhaushalt, Bodenerosion, Stickstoffdynamik und Pflanzenschutzmittelverlagerung verwendet.

Die Berechnung der Belastungsparameter - Bodenabträge, Nährstoff- und Pflanzenschutzmittelausträge - erfolgt für unterschiedliche Produktionsverfahren und -intensitäten. Diese Belastungsparameter werden an das einzelbetriebliche Optimierungsmodell zur Charakterisierung der Umweltwirkungen der Produktionsverfahren übergeben.

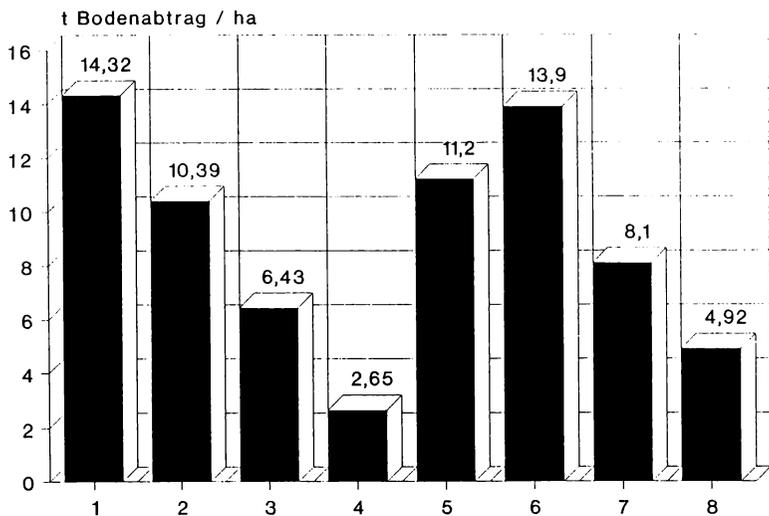
Das einzelbetriebliche Optimierungsmodell basiert auf dem Ansatz der linearen Programmierung. Das Modell kann unter Verwendung ökonomischer und ökologischer Zielfunktionen berechnet werden. Die Produktionsverfahren sind durch technische, ökonomische und ökologische Parameter gekennzeichnet: Die Restriktionen, die die Produktion begrenzen, setzen sich aus den Betriebskapazitäten (Fläche, Arbeit, Stallplätze, Eigenkapital u. a.) und Umweltrestriktionen zusammen. Die Restriktionen können zur Abbildung ökologischer Forderungen und umweltpolitischer Maßnahmen verwendet werden (JAROSCH 1990).

Einen zentralen Bereich nimmt die Bereitstellung der Datenbasis ein. Zum einen werden standortkundliche Daten - zu Boden, Klima, Topographie, Vegetation - und zum anderen produktionstechnische Informationen - zu Betriebsstruktur, Produktionsstruktur, Produktionsverfahren - benötigt. Ein geographisches Informationssystem, das u. a. Parzellenkarten, Bodennutzungskarten, Bodenkarten und topographische Karten umfaßt, wird zur flächendeckenden Erfassung von ausgewählten Untersuchungsgebieten verwendet. Die vorliegenden Informationen können zunächst zur Berechnung der Gefährdung einer Landschaft (beispielsweise durch Bodenerosion) verwendet werden. Zusätzlich liefert es die flächenbezogen differenzierte Informationsgrundlage für das standortkundliche und einzelbetriebliche Modell.

Die produktionstechnischen und ökonomischen Parameter werden über eine Betriebs- und Schlagkarteierhebung erfaßt und in einer mit dem geographischen Informationssystem verbundenen Datenbank gespeichert. Auf der Basis dieser Werte erfolgt die Spezifizierung der Betriebskapazitäten, Produktionsverfahren und -intensitäten.

3. Darstellung ausgewählter Ergebnisse

Im folgenden werden beispielhaft ausgewählte Ergebnisse des Simulationsmodells und des Gesamtmodells dargestellt. Die Ergebnisse des Simulationsmodells gelten für eine Zuckerrüben-Winterweizen-Wintergerste- bzw. eine Zuckerrüben-Winterweizen-Körnermais-Winterweizen-Fruchtfolge auf einem Ackerbaustandort Süddeutschlands. Für den Wasserhaushalt ergeben sich für die erste Fruchtfolge im 11jährigen Mittel ein Jahresniederschlag von 810 mm, ein Oberflächenabfluß von 21 mm und eine Versickerung von 247 mm. Für die Bodenerosion sind in Abb. 1 die durchschnittlichen Bodenabträge für die zweite Fruchtfolge dargestellt. Durch unterschiedliche bodenerhaltende Maßnahmen - Wintergersten(WG)-Reiheneinsaat in Mais, Minimalbodenbearbeitung (MBB), Mulchsaat von Zuckerrüben (ZR) und/oder Mais, Ableitungskanal oder Grasstreifen in Hangmitte, Streifenanbau von Winterweizen (WW) und Mais/Zuckerrüben - lassen sich die Bodenabträge im dargestellten Umfang reduzieren.



- | | |
|---------------------------|-------------------------------|
| 1 Ausgangssituation | 5 Grasstreifen 12m |
| 2 WG-Reihen in Mais | 6 Ableitungskanal |
| 3 MBB/Mulchsaat in Mais | 7 Streifen mit WW in Mais/ZR |
| 4 Mulchsaat in ZR u. Mais | 8 WW-Streifen und Konturanbau |

Abb. 1: Bodenabträge verschiedener Erosionsschutzmaßnahmen (Fruchtfolge: Zuckerrüben-Winterweizen-Körnermais-Winterweizen)

Abb. 2 zeigt die simulierten Herbizidverluste, die bei verschiedenen Anbauverfahren für die Fruchtfolge Zuckerrüben-Winterweizen-Körnermais-Winterweizen auftreten. Die Verluste sind alternativ für die Verwendung von Atrazin und Terbutylazin dargestellt.

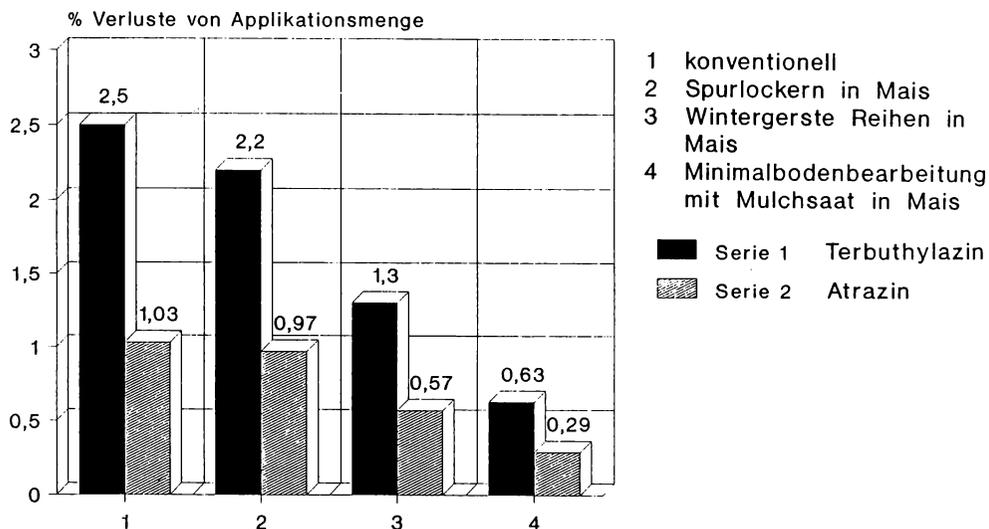


Abb. 2: Herbizidverluste mit dem Oberflächenabfluß und durch Bodenabtrag in der Fruchtfolge Zuckerrüben-Winterweizen-Körnermais

Ausgewählte Ergebnisse des Gesamtmodells sind für einen Beispielsbetrieb in Tab. 1 dargestellt (ZEDDIES & JAROSCH 1990). Ökonomische und ökologische Parameter charakterisieren die Betriebsorganisation, die für die Ausgangsorganisation ohne Umweltauflagen, die SchALVO-Beratungsempfehlung für Wasserschutzgebiete in Baden-Württemberg, einer Begrenzung der Nitratkonzentration im Sickerwasser auf 50 mg Nitrat/l und einer Kombination von SchALVO-Empfehlung mit reduzierter Bodenbearbeitung, dargestellt ist. Die Kennzahlen geben Anpassungsmöglichkeiten und Auswirkungen aus ökologischer, produktionstechnischer und ökonomischer Sicht wieder.

Tab. 1: Ergebnisse zur Reduzierung der Nitratauswaschung für einen Beispielsbetrieb

		Fläche ha	Deckungs- beitrag DM/ha od. Betrieb	Düngungs- ins- gesamt kg N/ha	minera- lisch kg N/ha	Ertrag dt/ha	Nitrat- konz. i. Sickerw. mg/l	Austrag mit Sediment u. Oberflächenabfluß Stickstoff kg N/ha	Phosphor kg P/ha
Ausgangs- situation	Gesamt- betrieb	62,00	190.519	-	148,6	-	90,4	25,5	17,4
	Mais (CCM)	15,24	- 1.188	195	101,3	107,6	107,8	29,7	20,9
	Z. Rüben	15,50	3.439	198	155,3	520,0	98,2	36,7	24,8
	W. Weizen	27,82	1.942	175	175,0	71,4	82,5	16,8	11,3
	W. Gerste	3,43	1.251	115	115,0	58,2	41,2	27,4	18,0
SchALVO - Beratungs- empfehlung	Gesamt- betrieb	-	176.994	-	61,1	-	50,48	24,6	17,8
	Mais (CCM)	19,05	- 952	90	15,0	86,20	50,80	27,5	20,9
	Z. Rüben	16,17	3.349	125	84,1	498,40	62,57	35,0	24,8
	W. Weizen	26,76	1.677	80	80,0	59,55	42,91	16,3	11,3
Zulässige Konzentration: 50 mg Nitrat/l Sickerwasser	Gesamt- betrieb	-	179.649	-	60,1	-	50,0	24,6	17,9
	Mais (CCM)	19,17	- 949	88	13,3	85,5	50,0	27,4	20,9
	Z. Rüben	16,72	3.251	90	50,5	482,2	50,0	34,3	24,8
	W. Weizen	26,09	1.822	101	101,0	63,8	50,0	16,4	11,3
SchALVO Beratungs- empfehlungen mit reduzierter Bodenbe- arbeitung	Gesamt- betrieb	-	161.339	-	56,5	-	45,6	10,6	7,2
	Mais (CCM)	19,05	- 1.101	90	15,0	86,2	50,8	7,4	5,4
	Z. Rüben	11,96	3.258	125	69,7	498,4	62,6	12,4	7,4
	W. Weizen	27,10	1.635	80	80,0	59,6	42,9	13,0	8,9
	W. Gerste	3,90	1.050	55	55,0	50,5	25,7	3,9	3,2

4. Schlußfolgerungen

Das dargestellte Informationssystem liefert Daten zur Beurteilung von Umweltschutzmaßnahmen aus ökologischer und ökonomischer Sicht. Umweltschonende Produktionsverfahren mit unterschiedlichem Zielerreichungsgrad hinsichtlich ökologischer Ziele und unterschiedlichen Einkommenswirkungen sind verfügbar. Zur besseren Abbildung der Wechselwirkungen zwischen Betrieben in einer Landschaft erfolgt eine Ausdehnung des Modelleinsatzes auf Kleinlandschaften und Regionen.

Literatur

- JAROSCH, J., 1990: Methodik, Einsatzmöglichkeiten und Anwendung ökologisch-ökonomischer Planungsmodelle. Landwirtschaft und Umwelt, Band 6, Kiel.
- KNISEL, W. G., 1980: CREAMS, A-field-scale-model for Chemicals, Runoff and Erosion of Agricultural Management Systems. USDA Conservation Research Report No. 26.
- MURSCHEL, B., 1991: Die Entwicklung eines bodenkundlichen Informationssystems zur umweltgerechten Nutzung von landwirtschaftlichen Nutzflächen: in Vorbereitung.
- ZEDDIES, J. & J. JAROSCH, 1990: Modelle und Ergebnisse zur Grundwasser-, Boden- und Landschaftsschutzplanung landwirtschaftlich genutzter Wassereinzugsgebiete. Zeitschrift für angewandte Umweltforschung, Jg. 3, H. 2: 164-173.

Adressen

Dr. Jürgen Jarosch
Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre
Universität Hohenheim

W - 7000 Stuttgart 70

Dipl.-Ing. agr. Bernd Murschel
Institut für Bodenkunde und Standortlehre
Universität Hohenheim

W - 7000 Stuttgart 70

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [20_1_1991](#)

Autor(en)/Author(s): Jarosch Jürgen, Murschel Bernd

Artikel/Article: [Ein ökologisch-ökonomisches Informationssystem für die umweltgerechte Nutzung landwirtschaftlicher Nutzflächen 81-85](#)