

Umwelt- und Betriebsmanagement mit dem Modell REPRO

Björn Küstermann, Harald Schmid, Karl Wenske, Kurt-Jürgen Hülsbergen

Lehrstuhl für Ökologischen Landbau
Technische Universität München
Alte Akademie 12
85350 Freising
kuestermann@wzw.tum.de

Abstract: Zur Analyse und Bewertung landwirtschaftlicher Betriebssysteme wurden zahlreiche Ansätze entwickelt. Bestehende Defizite berücksichtigt das Umwelt- und Betriebsmanagementsystem REPRO durch die prozessorientierte Beschreibung landwirtschaftlicher Betriebe anhand vernetzter Stoff- und Energieflüsse. Auf der Grundlage betrieblicher Standort- und Bewirtschaftungsdaten erfolgen die Analyse und Bewertung von Umweltwirkungen, das Aufzeigen von Schwachstellen sowie die schrittweise Optimierung von Produktionsprozessen.

1 Einleitung und Problemstellung

Landbewirtschaftung übt direkte und indirekte Einflüsse auf die Umwelt aus. Die Analyse und Bewertung dieser Umweltwirkungen ist Gegenstand zahlreicher Untersuchungen und Schwerpunkt unterschiedlicher Modelle [GHV03]. Defizite verfügbarer Ansätze sind die ungenügende räumliche und zeitliche Auflösung sowie die unzureichende Betrachtung landwirtschaftlicher Betriebe als Systeme [Hü03]. Mit steigenden Anforderungen in den Bereichen Umwelt- und Qualitätssicherung werden system- und prozessorientierte Softwarelösungen nachgefragt, die der Komplexität landwirtschaftlicher Betriebssysteme Rechnung tragen. Über die Dokumentation und Nachweisführung hinaus müssen diese innerbetrieblich zur Analyse und Bewertung der Umweltwirkungen, zum Aufzeigen von Schwachstellen sowie zur Optimierung von Produktionsprozessen einsetzbar sein.

2 Das Umwelt- und Betriebsmanagementsystem REPRO

Mit dem Modell REPRO entstand in Kooperation der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und der Technischen Universität München ein Umwelt- und Betriebsmanagementsystem für den Einsatz in Wissenschaft, Praxis und Beratung. Schwerpunkt ist die Darstellung landwirtschaftlicher Betriebssysteme anhand vernetzter Stoff- und Energieflüsse sowie die Analyse und Bewertung von Umweltwirkungen.

2.1 Technische Umsetzung / Hardwareanforderungen

Bei REPRO handelt es sich um eine Windows-basierte Software mit grafischer Benutzeroberfläche. Die technische Umsetzung erfolgte auf Basis der integrierten Programmierungsumgebung (IDE) Delphi in Object-Pascal.

Strukturelemente des Landwirtschaftsbetriebes werden als hierarchisch gegliederte Objekte betrachtet. Alle vom Programm verwalteten Daten sind über Schlüsselssysteme in miteinander verknüpften relationalen Paradox-Datenbanken abgelegt. Der Zugriff geschieht auf Basis sensibler Formulareinheiten sowie SQL-Anweisungen. Formulare, Daten- und Serviceunits werden vom Hauptprogramm über mr-Codes aufgerufen und bestimmen ihren Nachfolger durch Rückgabe dieser Codes.

Die Nutzung des Modells REPRO erfordert folgende Hard-/Softwareanforderungen:

- Pentium-Prozessoren > 200 MHz
- mind. 64 MB Hauptspeicher
- mind. 30 MB Speicherplatz.

2.2 Modellstruktur

Struktur und Funktion des Modells REPRO leiten sich aus dem Konzept, einen system- und prozessorientierten Analyse- und Bewertungsansatz zu implementieren ab. Zentraler Bestandteil ist das Betriebssystem (Abbildung 1). In diesem Modul werden auf der Grundlage betrieblicher Daten zu Standort, Pflanzenbau und Tierhaltung, Betriebsstruktur, Bewirtschaftungsintensität und Produktionsverfahren abgebildet.

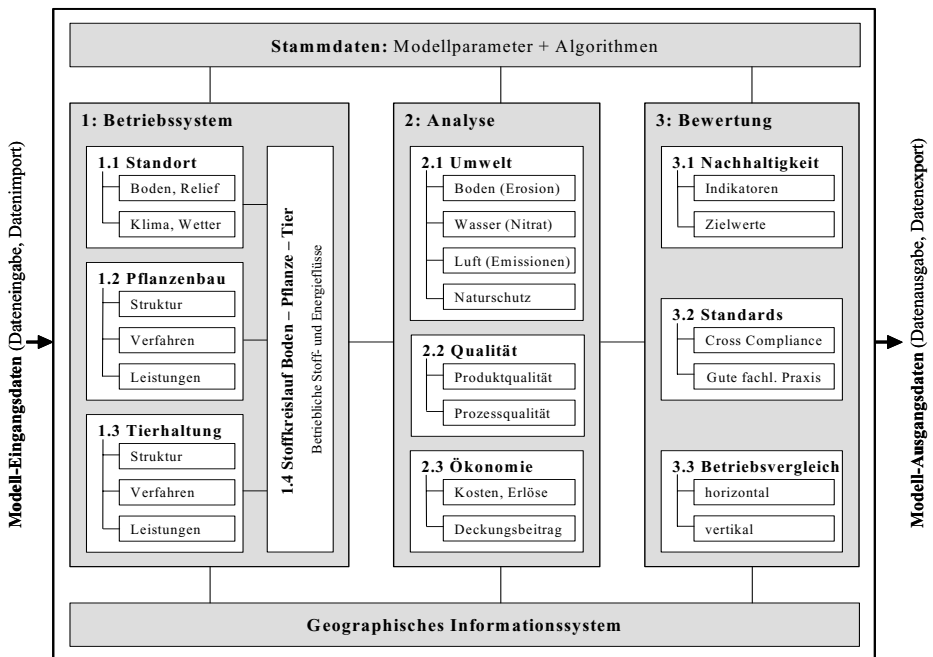


Abbildung 1: Struktur des Modells REPRO [Hü05, unveröffentlicht]

Eingangsdaten werden auf der kleinsten Untersuchungsebene – im Pflanzenbau der Teil-schlag, in der Tierhaltung der Stallbereich – erfasst und je nach Fragestellung modellin-tern aggregiert (z.B. Schlag-, Fruchtart- oder Betriebsebene). Die Dateneingabe kann manuell in übersichtlichen Programmmenüs oder durch den Import aus Ackerschlagpro-grammen, Herdenmanagern und GIS-Anwendungen erfolgen. Ein umfangreicher Stammdatenpool unterstützt den Nutzer in Form naturwissenschaftlich-ökologischer Modellparameter, ökonomischer Koeffizienten und ausgewählter Gleichungssysteme. Im Modul Betriebssystem entsteht der virtuelle Betrieb, der allen weiteren Analysen und Bewertungen zugrunde liegt. Nährstoff-, Humus-, Futter- und Energiebilanzen kenn-zeichnen das Betriebssystem; über Stoff- und Energieflüsse sind die Modellkomponen-ten miteinander verbunden – analog der Vernetzung einzelner Betriebszweige (Abb. 2). Auf diese Weise werden alle relevanten Stoffströme zwischen Boden – Pflanze (Dün-gung, Nährstoffentzug, ...), Pflanzenbau – Tierhaltung (Futter, Einstreu, organische Dün-ger, ...) sowie stoffliche Veränderungen (Futterkonservierung, Düngeraufbereitung, ...) beschrieben. Durch In- und Outputs über die Betriebsgrenze stehen die Betriebe in Wechselbeziehung mit ihrer Umwelt.

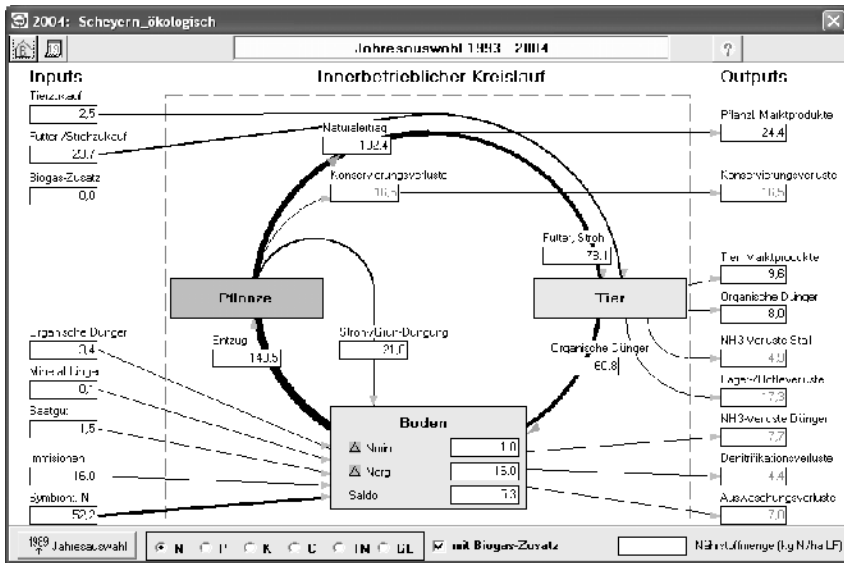


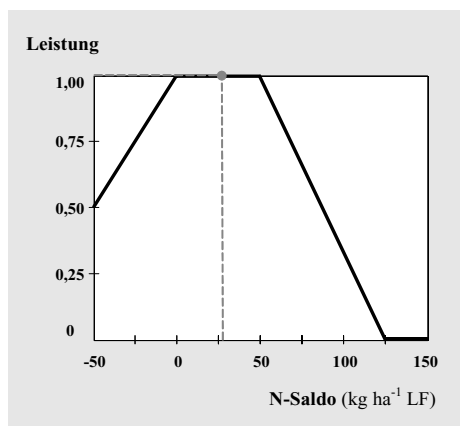
Abbildung 2: Betrieblicher Stickstoffkreislauf

Die Darstellung von Betriebssystemen umfasst neben der Abbildung von Stoff- und Energieflüssen weitere Bereiche (Abb. 1). Mit REPRO sind Aussagen zu Umweltwir-kungen (Emissionen, Erosion, ...), Produkt- und Prozessqualitäten (in der Entwicklung) sowie zur Ökonomie zu treffen. Dabei sind die Module Analyse und Bewertung eigen-ständige Programnteile und von der Datenerfassung und -verwaltung getrennt.

Ein Schwerpunkt im Modul Umweltanalyse ist die Quantifizierung relevanter Ver-lustprozesse (Nitrat, Ammoniak, Methan, ...). Hierzu werden Informationen aus verschie-denen Bereichen des Betriebes mittels unterschiedlicher Methoden – von einfachen Bilan-zierungen bis zu anspruchsvollen Simulationen zusammengeführt.

Neben der Analyse gegebener Situationen und dem Aufzeigen betrieblicher Schwachstellen gestattet REPRO die Szenariorechnung. So können geplante Veränderungen in Produktionsstruktur und -intensität bezüglich resultierender Umweltwirkungen beurteilt und Betriebssysteme schrittweise optimiert werden.

Die Gesamtbewertung der Nachhaltigkeit von Betriebssystemen setzt die vergleichende Betrachtung unterschiedlicher Einzelindikatoren voraus. Die in REPRO eingebundene



Normalisierungstechnik gestattet es, in verschiedenen Maßeinheiten angegebene Indikatoren in dimensionslose Werte zu überführen. Betriebliche Leistungen werden zwischen 0 und 1 bewertet, wobei 0 die ungünstigste, 1 die günstigste Situation (nachhaltige Entwicklung) darstellt. Die Bewertungsfunktionen für unterschiedliche Indikatoren sind frei programmierbar. Bei der Erstellung sind Optimalbereiche festzulegen, aber auch wie stark eine Abweichung vom Optimalbereich die Leistung vermindert.

Abbildung 3: Bewertung des „N-Saldo“

2.3 Anwendungsgebiete

Erfahrungen zur Anwendung von REPRO liegen im wissenschaftlichen und praktischen Bereich aus nahezu allen Bundesländern vor. In Forschung und Lehre stehen die Beschreibung von Betriebssystemen, die Abbildung innerbetrieblicher Wechselwirkungen und die Erweiterung des Systemverständnisses im Vordergrund. In der Praxis wird REPRO als Leitungs- und Beratungsinstrument zur Entscheidungsunterstützung und Betriebsoptimierung, z.B. als Grundlage für Ausgleichszahlungen in Trinkwassereinzugsgebieten [Jä01] eingesetzt. Weitere Anwendungsschwerpunkte sind die Evaluierung von Agrarumweltprogrammen sowie zukünftig die Zertifizierung der landwirtschaftlichen Produktion, gemeinsam mit der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.

Literaturverzeichnis

- [Hü03] Hülsbergen, K.-J.: Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. Shaker, Aachen, 2003.
- [GHV03] Goodlass, G., Halberg, N. and Verschuur, G.: Input output accounting systems in the European community. European Journal of Agronomy, 2003; (20), pp. 17 - 24.
- [Jä01] Jäger, A., Hülsbergen, K.-J., Sauer, U., Götze, K.: Trinkwasserschutz durch ökologischen Landbau. Wasserwirtschaft, Wassertechnik, 2001; (1), pp. 46-50.