

# **Ex-ante Bewertung landwirtschaftlicher Nutzungsänderungen unter Anwendung einer Entscheidungsunterstützungsmethode**

Andrea Werner, Dr. Andreas Werner

Universität Rostock  
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät  
Justus-von-Liebig-Weg 6  
18059 Rostock  
andrea.werner2@uni-rostock.de  
andreas.werner@uni-rostock.de

**Abstract:** Mit dem Anbau und der Kombination von Energie- und Marktfrüchten in Fruchtfolgen haben sich die Herausforderungen an modellbasierte, regionalspezifische Vorhersagen erhöht. Dies gilt im Besonderen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Umwelt und die Wirtschaftlichkeit. Mit der Entwicklung der Rechentechnik ist es nunmehr möglich Simulationen vormals niedrig skaliert Modelle differenzierter und zeitlich vertretbar durchzuführen. So ist die Forschung derzeit in der Lage auf Grundlage fundierter, umfangreicher Datenbanken ökologische und ökonomische Kenngrößen landwirtschaftlicher Nutzung zu simulieren. Die gegenwärtige Herausforderung besteht in der Verbindung von indikatorbasierten Modellen mit einer leitbildorientierten regionalen Entwicklung. Bestehen auf der einen Seite Schwierigkeiten, die unterschiedlichen Modelle in ihren verschiedenen Skalierungen und Darstellungen zu verwalten, so besteht auf der anderen Seite der Bedarf nach einem Bewertungsvorgehen, welches über die Datenskalierung und -verarbeitung sowie die Ergebnispräsentation in der Lage ist, regionale Entscheidungsgrundlagen für die Akteure aus Landwirtschaft und Politik zu generieren. Hier dargestellt ist ein methodischer Ansatz, wie unter Verbindung von drei anerkannten Einzelmodellen Entscheidungsgrundlagen für die langfristige und damit nachhaltige Entwicklung einer Region generiert werden können. Dieser rasterbasierte Ansatz wurde an einer Beispielregion angewandt. Die Entwicklung dieser Region wurde exemplarisch an mehreren Szenarien simuliert. Über einen Zeitraum von insgesamt 30 Jahren konnte die Leitbildrealisierung unter Nutzung des Analytischen Hierarchieprozesses dargestellt und bewertet werden.

## **1 Einleitung**

Die Vorhersage der Auswirkungen von Anbausystemen der Landwirtschaft ist die Basis für die Einführung und Umsetzung zielorientierter und nachhaltiger Formen der landwirtschaftlichen Nutzung [Pa03]. Damit derartige Vorhersagen realistisch und zugleich effektiv sind, müssen einerseits die Komplexität der Effekte, andererseits objektive und

subjektive Ansichten hinsichtlich der Bedeutung von Prioritäten berücksichtigt werden [AT00]. Nicht zuletzt erfordert der multi-dimensionale Charakter von Fruchtfolgen das Handling unterschiedlicher Maßstäbe und großer Datenmengen relevanter quantitativer und/oder qualitativer Informationen [Mu95].

Um auf regionaler Ebene die zukünftig zu erwartenden Auswirkungen des Fruchtfolgenanbaus unter Berücksichtigung von Energiefrüchten zu bewerten, wurde ein methodischer Ansatz zur Entscheidungsunterstützung entwickelt. Mit Hilfe dieser Methode können die Ausprägungen entscheidungsrelevanter Kriterien modellbasiert ermitteln, gewichtet und sinnvoll aufbereitet werden. Mehrere Szenarien des Fruchtfolgenanbaus können teilautomatisiert durchgerechnet werden. Im Ergebnis des Bewertungsprozesses erfolgt ein Ranking der Fruchtfolgen. Es gibt Informationen darüber, welche Fruchtfolgen sich am besten für die Erreichung des Leitbildes eignen. Aus der detaillierten Analyse können Rückschlüsse auf die regionalen Potentiale und Risiken gezogen werden. Damit kann die Anwendung der Methode eine umweltfreundliche Landnutzungsplanung unterstützen und die Transparenz von Entscheidungsvorgängen fördern. Die Visualisierung der Ergebnisse schafft eine Basis für die Ablehnung oder die Akzeptanz definierter Leitbilder durch die regionalen Akteure.

Die Erprobung und Verifikation der Methode, deren Ansatz und Ergebnisse hier am Beispiel eines Leitbildes vorgestellt werden, erfolgte an der Beispielregion „Ziethen“ (Brandenburg) mit 850 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche. Zur Anwendung kam ein Rastermodell bestehend aus 13.600 Einzelgrids mit einer Rastergröße von 25m x 25m. Aufgrund ihrer landschaftlichen Struktur, der vorhandenen typischen Charakteristika eines belasteten Agrarsystems und der vorhandenen Datenlage eignete sie sich besonders gut für die Zielstellung des Projektes.

## **2 Methodischer Ansatz**

Der ex ante Bewertungsvorgang führt zu einem dimensionslosen, globalen Prioritätenvektor welcher Auskunft darüber gibt, wie gut sich eine Fruchtfolge im Vergleich zu anderen Fruchtfolgen eignet, ein definiertes regionales Leitbild zu unterstützen. Der Analytische Hierarchieprozess (AHP) [Sa80] ist Kernbestandteil des Ansatzes. Er ermöglicht die Gewichtung entscheidungsrelevanter ökologischer und ökonomischer Ziele und Kriterien. Unter Nutzung des AHP können die Simulationsergebnisse normalisiert und die Fruchtfolgen vergleichbar gemacht werden.

Der methodische Ablauf erfolgt in fünf Arbeitsschritten. Als Ausgangspunkt der Bewertung wird im 1. Schritt ein regionales Leitbild festgelegt. Auf Basis dieses Leitbildes beginnt der Entscheidungsprozess mit der Entwicklung einer Hierarchie. Sie konkretisiert das Leitbild in Form funktionaler Ziele sowie ökologischer und ökonomischer Indikatoren. Anschließend werden Fruchtfolgen definiert, welche den Anforderungen des Leitbildes gerecht werden. Im Ergebnis werden Fruchtfolgen ausgewählt, die durch die lokalen Akteure getragen werden. Mit der Zielstellung, das Leitbild bestmöglich auszufüllen, werden im 2. Schritt diese Ziele und Indikatoren expertenbasiert unter Nutzung des AHP gewichtet. Im 3. Schritt werden prozessorientierte Ökosystemmodelle verwen-

det, um die Fruchtfolgen über einen Zeitraum von 30 Jahren unter Berücksichtigung eines Klimaszenarios des Regionalisierungsmodells WETTREG [Sp07] zu simulieren. Für die Einschätzung des Ertragsniveaus wurde das Modell YIELSTAT [Mi09] ausgewählt. Die Daten wurden als Eingangsdaten für das Modell HERMES [Ke06] genutzt. Die Erosionsrate wurde mit dem ABAG Modell [Re97] simuliert. Im 4. Schritt werden die quantitativen Indikatorenergebnisse der Simulationen unter Nutzung des AHP normalisiert. Durch Aggregation der Einzelergebnisse wird am Ende des Prozesses jede Fruchtfolge durch einen dimensionslosen, globalen Prioritätenvektor beschrieben, woraus sich ein Ranking der Fruchtfolgen ableiten lässt.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Verifikation der Methode vorgestellt. Exemplarisch wird ein Leitbild für die Entwicklung der Region, das Szenario „Bioenergieregion“, vorgestellt. Die in Abbildung 1 dargestellte Hierarchie wurde als Ausgangsbasis des Bewertungsprozesses verwandt. Den definierten Fruchtfolgen wurden unterschiedliche Nutzungstypen zugewiesen (Marktf Frucht, Biogasnutzung, Futtermittel).

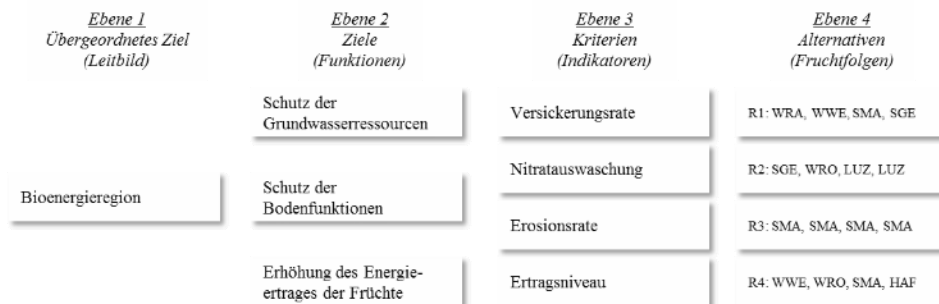


Abbildung 1: Entscheidungshierarchie des gewählten Leitbildes „Bioenergieregion“

### 3 Ergebnisse

Die Ergebnisse des Bewertungsprozesses wurden für jedes der 13.600 Grids generiert. Sie konnten in tabellarischer sowie grafischer Form dargestellt und analysiert werden. Die Abbildung 2 stellt die Ergebnisse von R2 und R3 der Simulationsjahre 2015 und 2025 vergleichend gegenüber. Sie wurden mit der Software Quantum Gis 1.6.0<sup>®</sup> generiert. Fruchtfolgenspezifisch können für jedes Grid die globalen Prioritätenvektoren abgefragt und dargestellt werden. Im Vergleich der Fruchtfolgen liefert die grafische Auswertung Informationen darüber, in welchen Landschaftsräumen welche Fruchtfolgen das Leitbild am besten ausfüllen. Ausgehend von der kleinräumigen, gridbasierten Analyse können unter Einbeziehung lokaler Akteure Anbauempfehlungen abgeleitet werden. So kann beispielsweise für den markierten Landschaftsausschnitt geschlussfolgert werden, dass sich R3 grundsätzlich als vorteilhafter darstellt als R2. Dafür kann R2 in anderen Bereichen der Untersuchungsregion empfohlen werden.

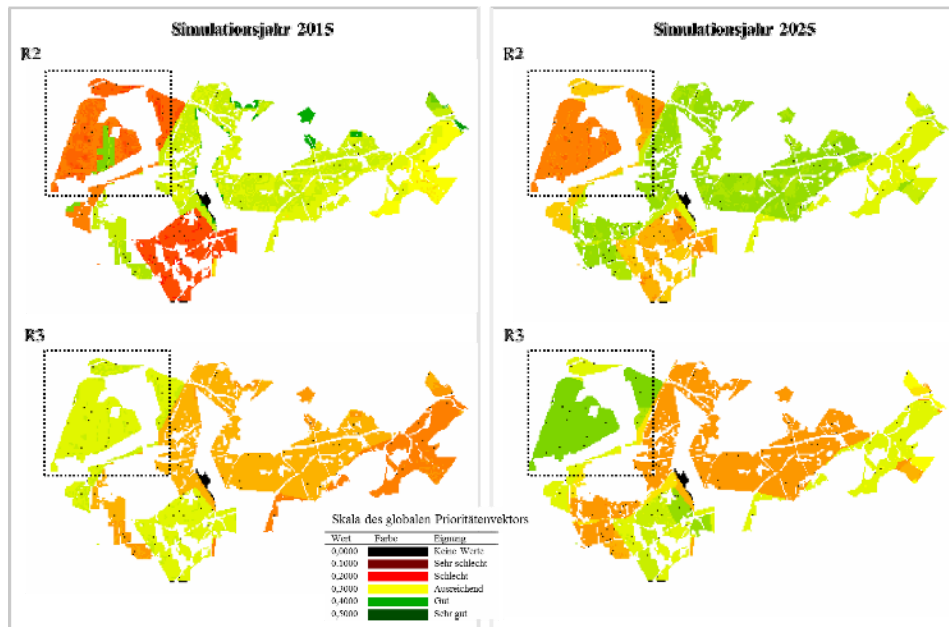


Abbildung 2: Visualisierung der gridspezifischen Ergebnisse der Untersuchungsregion „Ziethen“ bezogen auf das Leitbild „Bioenergieregion“

## Literaturverzeichnis

- [AT00] Andreoli, M.; Tellarini, V.: Farm sustainability evaluation: methodology and practice. *Agr. Ecosyst. Environ.* 77, 2000; S. 43-52.
- [Ke06] Kersebaum, K.C. et al.: Model-based evaluation of agro-environmental measures in the federal state of Brandenburg (Germany) concerning N pollution of groundwater and surface water. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 169, 2006; S. 352-359.
- [Mi09] Mirschel, W. et al: YIELDSTAT - ein Modell zur regionalen Ertragsschätzung. - In: Kage, H. et al.: Modellierung des Systems Nutzpflanze-Boden - Herausforderungen des 21. Jhr.: Kurzfassungen der Beiträge zum Workshop am 26. und 27. Februar 2009 in Kiel: 43-47; Göttingen (Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften), 2009.
- [Mu95] Munda, G. et al.: Qualitative multicriteria methods for fuzzy evaluation problems: An illustration of economic-ecological evaluation. *Eur. J. Oper. Res.* 82, 1995; S. 79-97.
- [Pa03] Pacini, C. et al.: Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming systems: a farm and field-scale analysis. *Agr. Ecosyst. Environ.* 95, 2003; S. 273-288.
- [Re97] Renard, K.G. et al.: Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Volume: 703, USDA, Washington, DC, USA, 1997.
- [Sa80] Saaty, T.L.: The analytic hierarchy process. McGraw-Hill, New York, 1980.
- [Sp07] Spekat, A. et al.: Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG. Dessau: UBA, Endbericht, 2007.