

Modellgestützte Generierung von Ertrags- erwartungskarten

Karl-Otto Wenkel, Wilfried Mirschel, Jans Bobert, Ralf Wieland

Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) Müncheberg
Institut für Landschaftssystemanalyse
Eberswalder Straße 84, 15374 Müncheberg
wenkel@zalf.de
wmirschel@zalf.de
bobert@zalf.de
rwieland@zalf.de

Abstract Die Festlegung realistischer teilflächenbezogener Ertragsziele nimmt innerhalb der *informationsgeleiteten Pflanzenproduktion* eine Schlüsselstellung ein, da hiervon das gesamte Produktionsverfahren abhängig ist. Ausgehend von einer vergleichenden Analyse und Bewertung potenziell möglicher Verfahren wird im Rahmen des Verbundprojekts Preagro II unter Nutzung des *Spatial Analysis and Modeling Tool* (SAMT) ein neues rechnergestütztes, räumlich explizit anwendbares und szenariotaugliches Fuzzy- Expertensystem entwickelt, das den Landwirt bei der Planung der konkreten teilflächenspezifischen Ertragsziele bzw. Ertragsserwartungswerte und der Erstellung von Ertragsserwartungskarten unterstützt. Konzept und Vorgehensweise bei der Erstellung des Fuzzy-Expertensystems zur Generierung von Ertragsserwartungskarten werden vorgestellt

1 Einleitung und Problemstellung

Die Entwicklung und Bereitstellung praxisanwendbarer Methoden zur prospektiven teilflächenbezogenen Planung der Ertragsziele (Ertragsserwartungswerte für die jährliche Anbauplanung) ist eine wesentliche Voraussetzung für die Weiterentwicklung und Breitenanwendung der Precision Farming Technologie. Speziell für die differenzierte teilflächenbezogene Aussaat-, Düngungs- und Pflanzenschutzplanung ist die Ertragsserwartungskarte die entscheidende Datengrundlage. Sie bestimmt wesentlich die räumliche Ausprägung dieser Maßnahmen und damit auch entscheidend die hierdurch zu erzielenden ökonomischen Effekte bzw. die mit den Maßnahmen verbunden ökologischen Wirkungen. Die Festlegung realistischer Ertragsziele ist somit ein kritischer Punkt im gesamten Produktionsverfahren. Werden die Planziele zu aggressiv festgelegt, besteht die Gefahr überhöhter landwirtschaftlicher Inputs (Saat- und Düngermengen, Pflanzenschutzintensität, ...) und damit Risiken für überhöhte Produktionskosten und die Umwelt. Werden die Ertragsziele zu konservativ geplant, besteht die Gefahr, dass die Vorteile günstiger Wachstumsbedingungen nicht ökonomisch verwertet werden können, was wiederum negative Einflüsse auf das gesamte Betriebsergebnis hat [Ro95]. Die Festle-

gung der Ertragsziele ist daher immer eine Risikoentscheidung des Landwirts und kann folglich nur von ihm unter Berücksichtigung der konkreten Standortbedingungen und der betrieblichen Situation getroffen werden. Erforderlich sind deshalb Methoden zur Planung teilflächenbezogener Ertragserwartungswerte, die den Landwirt bei der Risikoentscheidung bestmöglich unterstützen, ohne ihn bezüglich der Datenbereitstellung zu überfordern. Neben der Berücksichtigung der konkreten Standort- und Bodenfruchtbarkeitsbedingungen, der konkreten Sortenpotenziale, der Vorfrucht- Nachfruchteffekte sowie der erreichten Erträge zurückliegender Jahre müssen solche Methoden vor allem szenariotauglich sein (Analyse von möglichen Situationen: was wäre, wenn eine Maßnahme z.B. vom Zeitpunkt oder von der Intensität her geändert wird) und räumlich explizit arbeiten können. Des Weiteren müssen diese Methoden, wenn sie eine praktische Akzeptanz finden sollen, möglichst einfach, transparent, flexibel sowie anpassungs- und erweiterungsfähig sein.

2 Stand der Forschung

Die Generierung von zuverlässigen Ertragserwartungskarten im betrieblichen Maßstab setzt voraus, dass für die wichtigsten Fruchtarten Methoden für die Planung standortangepasster realistischer Ertragsziele zur Verfügung stehen, die auch mit einer eingeschränkten Datenverfügbarkeit funktionieren, die sensibel auf Standort- und Bodenfruchtbarkeitsunterschiede reagieren und weitere, die Ertragshöhe maßgeblich mitbestimmende Faktoren berücksichtigen. Gegenwärtig können solche Ertragserwartungskarten nur bedingt durch modellgestützte Ertragsberechnungen bzw. -schätzungen erstellt oder aus mehrjährigen Ertragshebungen vor Ort abgeleitet werden [We01], [We02].

Modellgestützte Ertragsschätzungen/-berechnungen sind gegenwärtig nicht für alle Fruchtarten möglich, sondern nur für ausgewählte ökonomisch wichtige Fruchtarten. Das ist gegenwärtig zum einen mit pflanzenphysiologisch basierten komplexen dynamischen Wachstums- bzw. Agroökosystemmodellen möglich, die in der Regel versuchen, die Prozesse der Biomasse- und Ertragsbildung funktional zu beschreiben [Mi03]. Teilweise werden auch vereinfachte generische Wachstumsmodelle eingesetzt, die fruchtartübergreifend angewendet werden können und die Ertragsbildungsprozesse für ganze Pflanzenbestände stark vereinfacht abbilden [Mi02]. Als dritte Möglichkeit sind aus der Literatur statistische Schätzverfahren (z.B. Regressionsmodelle) bekannt, die aber aufgrund der in der Regel begrenzten Berücksichtigung von Variablen nur grobe Abschätzungen liefern und somit auch nur bedingt szenariotauglich sind. Eine Übersicht über verschiedene Modellansätze zur Abschätzung von Biomasse und Ertrag auf unterschiedlichen Skalen ist z. B. bei [Mi04] zu finden.

3 Fuzzy-Expertensystem zur Erstellung von Ertragserwartungskarten mit SAMT

Mit der Integration von statischen Ertragsschätzmethoden und generischen Wachstumsmodellen in räumliche Modellierungen im Rahmen des im Institut für Landschaftssys-

temanalyse entwickelten *Spatial Analysis and Modelling Tool* (SAMT) [Wi04], das ohne spezifische Anpassungen auf Schlag- und Betriebsebene angewendet werden kann, sind die Voraussetzungen für eine räumliche Modellierung auf Schlag- und damit Teilflächenebene gegeben. Voraussetzung dafür ist, dass die notwendigen Inputdaten räumlich zur Verfügung stehen. Unter Nutzung des SAMT-eigenen Tools SAMT-FUZZY zur effektiven Erstellung von Fuzzy-Ansätzen besitzt SAMT insgesamt sehr gute Voraussetzungen für die Erstellung von Fuzzy-Expertensystemen und räumlichen Simulations- und Planungsmodellen.

Grundlage der Ertragswertungsabschätzung ist der Basis-Naturalertrag, der in einer Region unter den dort herrschenden durchschnittlichen Standort- und Klimabedingungen erzielt wird. Dieser Basis-Naturalertrag wird aus langjährigen Feld- und Sortenversuchen, über Praxiserhebungen oder mit pflanzenphysiologisch begründeten Wachstumsmodellen fruchtartspezifisch für den jeweiligen Standort- und Bodentyp definiert. Der Basis-Naturalertrag wird anhand von standortbezogenen meteorologischen Größen (Niederschlag, Temperatur, Strahlung, klimatische Wasserbilanz) und bodenbezogenen Standortmerkmalen (z.B. Hangneigung, Steingehalt, Durchwurzelungstiefe, Bodenwasserversorgung) auf den teilschlagspezifischen Ertrag korrigiert. Mit Daten aus der Sortenprüfung sowie der Agrarstatistik werden Trends in der züchterisch bedingten Ertragssteigerung (z. B. Anbau von Hybridsorten) erfasst und berücksichtigt. Dabei werden die Sorten hinsichtlich ihrer Ertragsleistung in Klassen eingeteilt. Unscharfe ertragsbeeinflussende Parameter, die vorwiegend auf dem Managementeinfluss beruhen (z.B. Vorfrucht, Aussattermin, Düngung, Intensität des Pflanzenschutzes, Bodenbearbeitung) werden in ihrem Einfluss auf die teilflächenspezifische Ertragsbildung mit Hilfe eines Systems von kaskadierten Fuzzyansätzen erfasst und bewertet. Die Kaskadierung ist notwendig, da das in SAMT integrierte Fuzzy-Tool zwecks einer übersichtlichen Ableitung, Formulierung und Verwaltung der Regeln nur drei Inputvariablen verarbeitet, hier aber mehr als drei ertragsbeeinflussende Größen berücksichtigt werden müssen.

Eine weitere Korrektur- und Eingriffsmöglichkeit besteht dann durch die Expertenkorrektur, die es dem Experten (z.B. Berater) vor Ort oder dem Landwirt selbst ermöglicht, seine Standorterfahrungen oder seine Managementüberlegung in das Gesamtsystem einfließen zu lassen. Eine schematische Übersicht über das Fuzzy-Expertensystem zur Erstellung von Ertragswertungskarten ist in Abbildung 1 wiedergegeben.

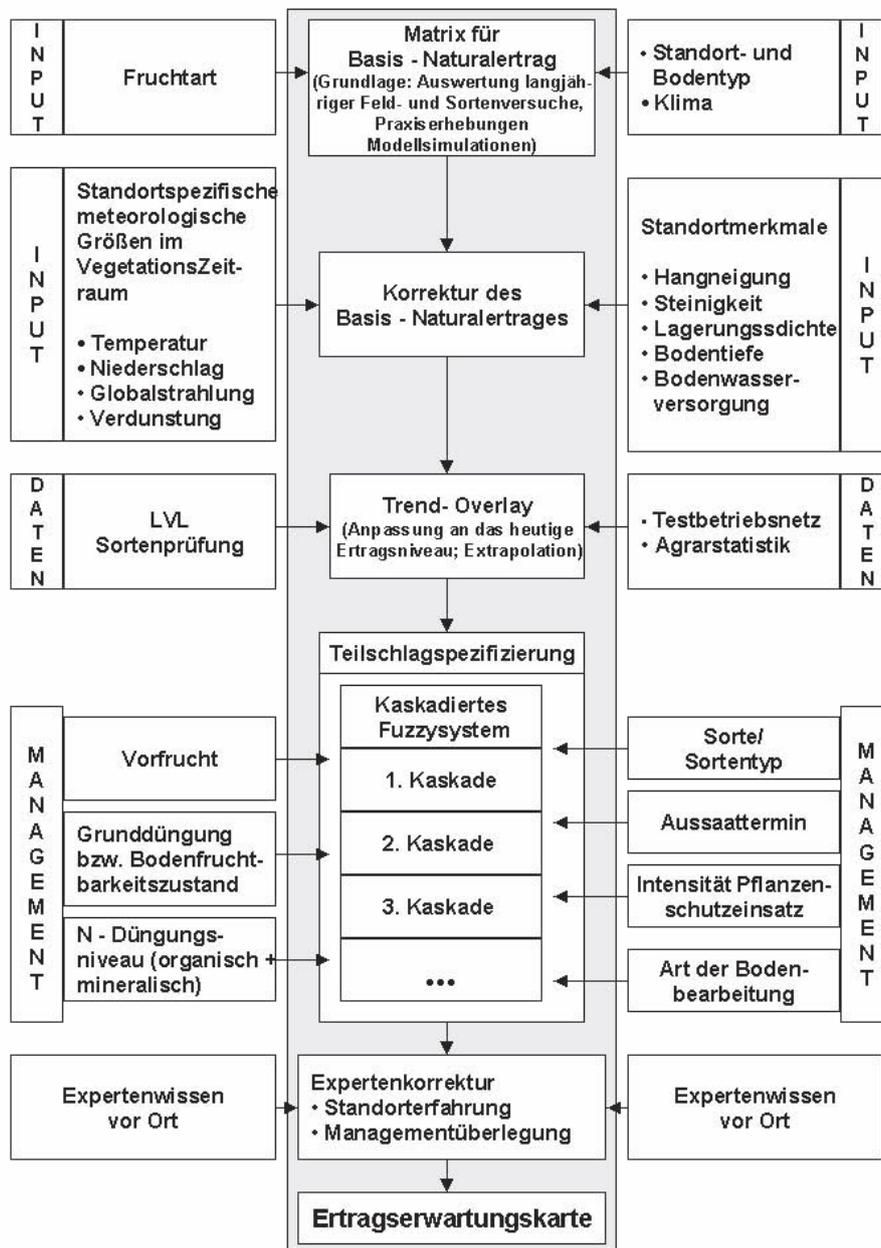


Abbildung 1: Fuzzy - Expertensystem zur Erstellung von Ertragswartungskarten

Literaturverzeichnis

- [Mi02] Mirschel, W.; Wieland, R.; Jochheim, H.; Kersebaum, K.C.; Wegehenkel, M.; Wenkel, K.-O. (2002): Einheitliches Pflanzenwachstumsmodell für Ackerkulturen im Modellsystem SOCRATES.- In: Gnauck, A.(Hrsg.): Theorie und Modellierung von Ökosystemen: Workshop Kölpinsee 2000. (Berichte aus der Umweltinformatik), Shaker Verlag Aachen, 2002, S. 225-243
- [Mi03] Mirschel, W.; Wieland, R.; Wenkel, K.-O. (2003): Bedeutung der Modellwahl bei der Ertragschätzung - Bauernschläue vs. Agrarwissenschaft.- In: Gnauck, A.(Hrsg.): Theorie und Modellierung von Ökosystemen: Workshop Kölpinsee 2001. (Berichte aus der Umweltinformatik), Shaker Verlag Aachen, 2003, S. 162-186
- [Mi04] Mirschel, W.; Schultz, A.; Wenkel, K.-O.; Wieland, R.; Poluektov, R.A. (2004): Crop growth modelling on different spatial scales - A wide spectrum of approaches -. In: Archives of Agronomy and Soil Science, Vol. 50(3), 2004, pp. 329-343
- [Ro95] Roth, R. (1995): Ertragsabschätzung für wichtige landwirtschaftliche Kulturen.- In: Bork, H.-R.; Dalchow, C.; Kächele, H.; Pior, H.-P. & Wenkel, K.-O. (Hrsg.): Agrarlandwirtschaftswandel in Nordost-Deutschland unter veränderten Rahmenbedingungen: ökologische und ökonomische Konsequenzen. Ernst&Sohn, 59-61
- [We01] Wenkel, K.-O.; Brozio, S.; Gebbers; R.I.B.; Schaak, G.; Simchen, H. (2001): German decision support systems for site-specific P, K, Mg-fertilization – state of the art and further developments. In : Grenier, G.; Blackmore, S. [Eds.] (2001): Third European Conference on Precision Agriculture, Montpellier (France), Agro Montpellier, pp 749-754
- [We02] Werner, A.; Kettner, E.; Pauly, J. (2002): Ertragspotentialkarten.- In: Werner, A.; Jarfe, A. (Hrsg.): Precision Agriculture – Herausforderung an integrative Forschung, Entwicklung und Anwendung in der Praxis. KTBL-Sonderveröffentlichung 038, KTBL Darmstadt, S. 201-210
- [Wi04] Wieland, R.; Mirschel, W.; Wenkel, K.-O.; Aijbefun, I. (2004): Räumliche Simulation mit SAMT.- In: Wittmann, J. (Hrsg.): Simulation in den Umwelt- und Geowissenschaften, Shaker Verlag, S. 161-181