

Regionale Abschätzung von Ertrag und Bedeckungsgrad mit Hilfe von SAMT

Wilfried Mirschel, Ralf Wieland, Karl-Otto Wenkel

Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung, Institut für Landschaftssystemanalyse,
Eberswalder Straße 84
D-15374 Müncheberg
wmirschel@zalf.de
rwieland@zalf.de
wenkel@zalf.de

Abstract: Eine statistisch ermittelte Naturalertragsmatrix bildet für Ackerkulturen und zwei Grünlandnutzungen die Grundlage für die Abschätzung eines Basisertrages. Dieser wird in Abhängigkeit von weiteren Standortmerkmalen und jahresspezifischen Wettergrößen sowie unter Berücksichtigung des zu erwartenden Züchtungsfortschritts korrigiert. Um regionale Unterschiede beim Niveau des Agromanagements zu berücksichtigen, werden die Ertragsschätzungen mit Fuzzy-Ansätzen kombiniert. Die Abschätzung des Bedeckungsgrades für eine Region wird mit Hilfe von temperatursummenabhängigen Stützstellenfunktionen realisiert. Die regionale Abschätzung von Naturalertrag und Bedeckungsgrad wird mit Hilfe des *Spatial Analysis and Modeling Tools* (SAMT) umgesetzt. Dabei werden die Ergebnisse am Beispiel des Quillow-Einzugsgebietes (Uckermark) präsentiert.

1 Einleitung / Zielstellung

Landschaft, Landschaftszustand und Landschaftsnutzung lassen sich mittels Landschaftsindikatoren erfassen, beschreiben und beurteilen. Das ist nicht nur retrospektiv möglich, sondern auch für den Blick in die Zukunft unbedingt notwendig, wenn man Auswirkungen von Landnutzungsänderungen bzw. Änderungen von Landnutzungsintensitäten hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit abschätzen und beurteilen will. Letzteres ist nur möglich, wenn für die Beschreibung der einzelnen Landschaftsindikatoren Algorithmen und Modelle zur Verfügung stehen, die eine Extrapolation nach vorn zulassen. Zu den Landschaftsindikatoren zählen Biomassebildung, Ertrag und Erosionsgefährdung. Für letzteren Indikator spielt die Bodenbedeckung durch Pflanzen eine maßgebliche Rolle. Aus diesem Grund sind für eine große Spannbreite zu berücksichtigender Boden- und Pflanzentypen sowohl für die Ertragsschätzung als auch für die Abschätzung des Bodenbedeckungszustandes durch Pflanzen einfache und robuste Modelle notwendig, die statistische, dynamische und Fuzzy-Ansätze kombinieren.

2 Modellbeschreibung

2.1 Ertrag und Bedeckungsgrad

Repräsentative Praxiserhebungen zu Erträgen auf Acker- und Grünland in den verschiedenen Standort-Klima-Regionen auf dem Gebiet der Neuen Bundesländer bis zu Beginn der 1990er Jahre bilden die Grundlage für die durch [Ki92] vorgelegte statistische Abschätzung von Basis-Naturalerträgen bei vergleichbaren Klimaverhältnissen. Diese Basis-Naturalertragsmatrix wird aus 13 Fruchtarten und zwei Grünlandnutzungsformen sowie 56 MMK-Standorttypen (MMK - Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung) gebildet. Die Basis-Naturalerträge werden in Abhängigkeit von weiteren MMK-Standortmerkmalen (Steinigkeitsgrad, Hangneigung, Hydromorphieflächentyp, Ackerzahl, Höhe über NN, Neigungsflächentyp,) sowie klimatischen Größen (wachstumswirksame Temperatur nach [Ad87], mesoskalige Klimazonierung [Ad87], klimatische Wasserbilanz (KWB)) mit Zu- und Abschlägen versehen. Die dabei zur Anwendung kommenden statistisch ermittelten Zu- und Abschlagsfunktionen gehen ebenfalls auf [Ki92] zurück, wurden aber in Abhängigkeit von der Standortdatenverfügbarkeit unterschiedlich stark modifiziert und erweitert. Bei der KWB werden dabei nicht die langjährigen, sondern dynamisch die jahresspezifischen Bedingungen berücksichtigt, wobei die potentielle Verdunstung mit dem dynamischen Ansatz nach Wendling berechnet wird. Da die Naturalertragsabschätzung auf einem Datenpool aus dem Zeitabschnitt bis zu Beginn der 90er Jahre basiert, repräsentiert sie damit das genetisch-züchterische und agrotechnologische Ertragsniveau dieses Zeitabschnittes. Da sowohl bei der Züchtung neuer Sorten als auch bei der Entwicklung neuer Agrotechnologien, z.B. bei Düngung und Pflanzenschutz, alljährlich bedeutende Fortschritte erzielt werden, ist das damit stetig ansteigende Ertragsniveau bei Ertragsabschätzungen, die über den Zeitraum Anfang der 1990er Jahre hinaus gehen, unbedingt zu berücksichtigen. Aus diesem Grund wird dem Ertragsschätzverfahren ein standort- und sortenübergreifender linearer Trend aufgesetzt, der im ersten Schritt für zukünftige Zeiträume unverändert extrapoliert wird. In der landwirtschaftlichen Praxis herrschen aber nicht überall mittlere Agromanagementbedingungen vor, sondern z.B. sowohl beim Düngungs- als auch beim Pflanzenschutzniveau sind betriebs- und regionalbedingt erhebliche ertragswirksame Abweichungen nach unten und nach oben die Realität. Zur Berücksichtigung dieser unscharfen Informationen wird das statistisch/dynamische Ertragsschätzverfahren mit einem Fuzzy-Ansatz kombiniert, der drei Inputs aufweist (geschätzter Ertrag bei durchschnittlichem Agromanagement (5 Klassen), N-Düngung (3 Klassen), Pflanzenschutz (2 Klassen)). Bei den Membership-Funktionen der einzelnen Inputgrößen wird von einer Trapezform ausgegangen. Regional sind reale Informationen zur Stickstoffdüngung und zum Pflanzenschutz in der Regel nicht verfügbar. Bei der Stickstoffdüngung werden deshalb die für das Fuzzy-Modell notwendigen Informationen auf der Grundlage von ertragsabhängigen Düngungsklassen erstellt. Darüber wird zusätzlich ein +/- 15 %-iges Rauschen gelegt. Die Pflanzenschutzinformationen werden durch eine randomisierte Verteilung von Werten aus (0,1) bereitgestellt („0“ – ohne Pflanzenschutz, „1“ - maximal vorbeugender Pflanzenschutz).

Die Bodenbedeckung durch Pflanzen wird als Bedeckungsgrad aus (0,1) abgebildet und unterliegt einer jahreszeitlichen Dynamik. Er ist eine Funktion der Ontogenese, die ihrerseits hauptsächlich durch die Temperatur getrieben wird. Der Bedeckungsgrad wird daher fruchtartspezifisch als Stützstellenfunktion der Temperatur (Taggradsumme über 0°C seit Aussaat) abgebildet. Zwischen den Stützstellen wird linear interpoliert. Grundlage bilden Bedeckungsgradkurven aus der operativen Berechnungseinsatzsteuerung, die mittels langjähriger Temperaturdaten von einer Zeitabhängigkeit in eine Temperaturabhängigkeit überführt wurden und somit eine Jahresspezifität beim Bedeckungsgrad ermöglichen. In der Uckermark z.B. erreicht Winterweizen die volle Bedeckung bei einer Temperatursumme von 653 °C, die Futtererbsen bei 397 °C und die Zuckerrüben bei 1109 °C.

2.2 Regionalisierung der Modelle

Die oben beschriebenen Modelle zur Abschätzung von Ertrag und Bedeckungsgrad auf regionaler Skala sind in das *Spatial Analysis and Modeling Tool (SAMT)*, das im Institut für Landschaftssystemanalyse des ZALF e.V. Müncheberg entwickelt wurde, integriert (in C++) und werden über SAMT regionalisiert. Dabei wird von einer Einteilung der zu betrachtenden Region in Raster ausgegangen. Sämtliche für die Modelle notwendigen Input-Grids werden über SAMT erzeugt und für die Modelle bereitgestellt. Integriert in SAMT ist auch eine Fuzzy-Toolbox, die eine sehr gut unterstützte Erstellung von Fuzzy-Ansätzen und eine sehr schnelle regionale Anwendung in SAMT realisiert. Eine detaillierte Beschreibung der Open Source Plattform SAMT ist bei [Wi04] zu finden.

3 Anwendungsbeispiel „Quillow-Einzugsgebiet“

Das in der Uckermark gelegene, zu 77 % agrarisch genutzte Einzugsgebiet des Quillow nimmt eine Fläche von ca. 168 km² ein, erstreckt sich beginnend westlich von Prenzlau bis kurz über die Landesgrenze nach Mecklenburg-Vorpommern und überdeckt damit mehr als 15 Gemeinden. Entsprechend der Vorgehensweise in SAMT wird das gesamte Gebiet rasterbasiert dargestellt (Rastergröße: 100m x 100m). Innerhalb einer Rasterzelle werden homogene Verhältnisse angenommen. Als Informationsgrundlage wird auf die MMK zurückgegriffen. Zusätzlich stehen Informationen zur Ackerzahl, zur mesoskaligen Klimazonierung [Ad04], zum Geländemodell (DGM 25) sowie zu den meteorologischen Standardgrößen der Station Prenzlau für die vergangenen Jahre seit 1950 als Real-Daten und für die zukünftigen Jahre bis 2049 als Szenario-Daten [Ge03] zur Verfügung. Für das Quillow-Einzugsgebiet wird an den Beispielen für Winterweizen und Zuckerrüben (Abbildung 1) die unterschiedliche räumliche Verteilung des standortabhängigen Naturalertrages für das Jahr 2000 dargestellt. Bei Winterweizen prägt sich in der räumlichen Verteilung des Naturalertrages die Bodenkarte durch, d.h. auf den sandigen Böden sind die niedrigsten und auf den besten Böden die höchsten Naturalerträge zu finden. Bei Zuckerrüben, die nur auf den Standorten mit den besseren Böden zum Anbau kommen, prägt sich dagegen der Wasserversorgungszustand, der durch die nach Osten hin abneh-

mende Jahresniederschlagsmenge ein West-Ost-Gefälle aufweist, durch. Für das Quillow-Einzugsgebiet ergibt sich bei Winterweizen für den Naturalertrag eine Ertragsspannweite zwischen Minimal- und Maximalertrag von 29,7 dt ha⁻¹ bei einem Ertragsmittel von 71,3 dt ha⁻¹. Bei Zuckerrüben beträgt die entsprechende Ertragsspannweite 156 dt ha⁻¹ bei einem gebietsbezogenen Ertragsmittel von 513,3 dt ha⁻¹.

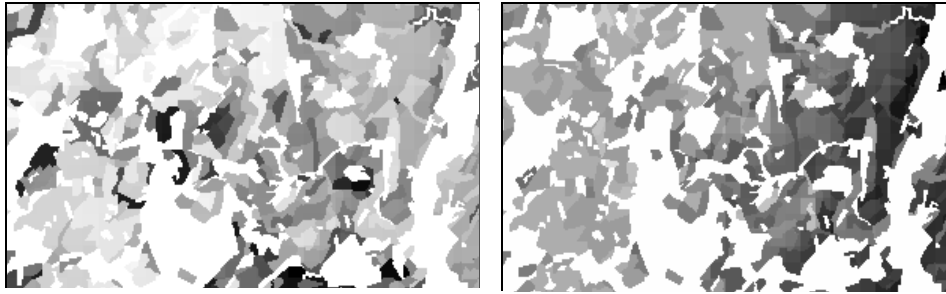


Abb.1: Regionale Verteilung des Naturalertrages im Jahr 2000 für Winterweizen (links) und Zuckerrüben (rechts) im Quillow-Einzugsgebiet (zunehmende Graustufe bedeutet abnehmender Ertrag; weiß: kein Anbau)

Ein Vergleich des Naturalertrages bei Winterweizen zwischen den Dekaden 1990-1999 und 2040-2049 zeigt, daß unter Ausklammerung des Züchtungstrends im Mittel für das Quillow-Einzugsgebiet mit einer rein klimaänderungsbedingten Abnahme des Naturalertrages um 7,7 % zu rechnen ist. Der Hauptgrund für diesen Rückgang ist dabei die Verschlechterung der für die Anbauperiode von Winterweizen relevanten klimatischen Wasserbilanz, die in 2040-2049 im 10jährigen Mittel um 95 mm a⁻¹ unter dem 10jährigen Mittel aus 1990-1999 liegt. Basierend auf der Anbaukarte 2000 des Quillow-Einzugsgebietes ergibt sich für den Bedeckungsgrad im Gebietsmittel, dass durch den relativ hohen Wintergetreideanteil in der Fruchtfolge der mittlere Bedeckungsgrad über den Winter ca. 0.5 beträgt, im Juni/Juli nahe 1 liegt und mit dem Abernten der einzelnen bis Oktober dann bis auf unter 0.2 absinkt

Literaturverzeichnis

- [Ad87] Adler, G.: Zur mesoskaligen Kennzeichnung landwirtschaftlich genutzter Standorte von Pflanzenbaubetrieben.- Z. Meteorologie 37, 1987, S. 291-298
- [Ge03] Gerstengarbe, F.W.; Badeck, F.; Hattermann F., Krysanova, V.; Lahmer, W.; Lasch, P.; Stock, M.; Suckow, F.; Wechsung, F.; Werner, P.C.: Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven.- PIK-Report Nr. 83, 2003, 79 S.
- [Ki92] Kindler, R.: Ertragsschätzung in den neuen Bundesländern.- Verlag Pflug und Feder GmbH, 1992, 230 S.
- [Wi04] Wieland, R.; Mirschel, W.; Wenkel, K.-O.; Ajibefun, I.: Räumliche Simulation mit SAMT.- Wittmann, J.; Wieland, R. (Hrsg.): Simulation in Umwelt- und Geowissenschaften – Workshop Müncheberg 2004, Shaker Verlag, 2004, (im Druck)