Regionale Ertragsabschätzung auf Kreisebene mit Hilfe von standortbezogenen Agrarökosystem-Modellen - Möglichkeiten und Grenzen -

WILFRIED MIRSCHEL, MÜNCHEBERG
HANS-JOACHIM POHLE, EBERSWALDE
KARL-OTTO WENKEL, MÜNCHEBERG
GÜNTER KÜHN, DEDELOW

Abstract

For winter rye and winter barley the applicability of complex locally parametrized agroecosystem models of the model family AGROSIM was tested for calculation of biomass growth and yield formation on regional practice and district level. The testing was realized for conditions of the Prenzlau and the Strausberg districts on the basis of a 10 years period (1980-1989). Necessary model modifications are described. Results of the comparison between calculated and real yields are described and discussed just as results of a sensitivity analysis for model inputs and initial values.

1 Problemstellung

Abschätzungen des Einflusses agrarpolitisch und klimatisch beeinflußter Landnutzungsänderungen auf landwirtschaftliche Ertragspotentiale bzw. in der Praxis realisierbare Erträge ganzer Landschaften bzw. Regionen sind aus raum-zeitlichen und ökonomischen Gründen nicht auf der Grundlage von Experimenten sondern nur mit Hilfe von management- und klimasensitiven Agrarökosystemmodellen möglich. Da solche Modelle in der Regel aber auf der Basis kohärenter Datensätze aus Klimakammer- und Feldversuchen erstellt und parametrisiert werden, beschreiben diese Modelle zunächst potentielle Ertragsergebnisse bzw. Erträge, die bei optimalen Anbaubedingungen erreichbar sind. Die Anbaubedingungen in der Praxis unterscheiden sich jedoch signifikant von denen im Feldversuch, so daß das Ertragsniveau in der Praxis im Vergleich zum Feldversuch deutlich geringer ist. Fruchtart-, standort- und jahresabhängig ist dabei bei Getreide mit Ertragsdifferenzen von 20 ... 40 %, gültig für die 80er Jahre, und 10 ... 20 %, gültig für die 90er Jahre, zu rechnen. Gründe dafür sind z.B. Bodenheterogenitäten, Schaderreger- und Pilzbefall, Lagerbildung, keine schlagweit ausreichende Wasser- und Nährstoffversorgung sowie Fahrspur- und Ernteverluste.

Bei einer Anwendung von komplexen Agrarökosystemmodellen zur Ertragsabschätzung unter Praxisbedingungen auf regionaler bzw. Kreisebene ist deshalb aufgrund des im Vergleich zu Feldversuchen geringeren Ertragsniveaus, einer zunehmenden Datenaggregation sowie der damit verbundenen Abnahme der Input- und Parameterverfügbarkeit zu untersuchen, inwieweit Modell- bzw. Parameteradaptationen notwendig werden.

Beispielhaft soll dies für Winterroggen und Wintergerste für die Altkreise Strausberg und Prenzlau, zwei von den Anbaubedingungen her sehr unterschiedlichen Agrarstandorten im Land Brandenburg, für einen 10jährigen, hinsichtlich des Witterungseinflusses mit einer großen Schwankungsbreite versehenen Zeitraum überprüft werden.

2 Modell- und Datengrundlage

Grundlage für die in der Problemstellung aufgezeigten notwendigen Untersuchungen bilden die Modelle für Wintergetreide aus der Agrarökosystem-Modellfamilie AGROSIM (Mirschel et al., 1995). Diese algorithmisch-mechanistischen, management- und klimasensitiven Agrarökosytemmodelle sind modular strukturiert, beschreiben bei einer Simulationsschritt-

weite von einem Tag auf der Basis von Raten- und Bilanzgleichungen die wichtigsten Prozesse im System Boden-Pflanzenbestand-Atmosphäre unter Feldbedingungen und sind standortparametrisiert. Diese Modelle benötigen nur Inputs und Parameter, die leicht verfügbar bzw. ableitbar sind und damit eine breite Anwendung möglich machen.
Für die Berücksichtigung einer möglichst großen Breite hinsichtlich des Witterungseinflusses sowie aus Gründen der Datenverfügbarkeit wurde für die Untersuchungen der Zeitraum von 1980 bis 1989 ausgewählt. Das Wetter ist in diesem Zeitraum in Nord-Ost-Brandenburg durch sehr unterschiedliche Jahreswitterungsverläufe geprägt. Die Jahresniederschläge schwanken zwischen 420 mm und 700 mm bei Niederschlagsverteilungen innerhalb der Vegetationsperiode zwischen ausgeglichen über Starkregen (verbunden mit Lagerbildung, 1987) bis sehr trocken. Die Jahresmitteltemperaturen schwanken zwischen 8,2 °C und 9,9 °C mit kahlfrostgeprägten Wintern bei Temperaturen unter -20 °C (Februar 1985) und Wintern mit einer geschlossenen Schneedecke bis März (1985/86). Die für die Untersuchungen notwendigen Wetterdaten entstammen dem Datenspeicher AGLANDIS (*A*grar*LAND*schafts*I*nformations*S*ystem, Baumann (1998)) des ZALF Müncheberg. Praxisschlagbezogene Informationen zum Winterroggen- und Wintergerstenanbau wurden kreisbezogen für den entsprechenden Zeitraum aus der Datenbasis des bis 1990 in der landwirtschaftlichen Praxis angewendeten Systems der flächendeckenden Schaderregerüberwachung (Ebert & Schwähn, 1980) herausgefiltert und aufbereitet. Die entsprechenden mittleren Kreisdaten für die Altkreise Strausberg und Prenzlau wurden vom Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Brandenburg bereitgestellt.

3 Parameter- und Modelladaptation der AGROSIM-Modelle

Aufgrund der auf regionaler Praxis- bzw. Kreisebene nur eingeschränkt verfügbaren Daten, die teilweise nur in aggregierter Form vorliegen, und nicht vorhandener Detailkenntnisse zu modellseitig nicht berücksichtigten Teilprozessen und Größen, wie z.B. phytosanitärer Bestandeszustand, Lagerbildung und Bestandesinhomogenitäten, besteht keine Möglichkeit einer Modelladaptation auf Teilprozeßebene. Damit läßt sich eine Adaptation der AGROSIM-Modelle für Wintergetreide für eine Anwendung zu oben genannter Zielstellung nur über die Einführung zusätzlicher produktionsniveauabhängiger Parameter realisieren, die die Wirkung der in den Modellen nicht abgebildeten Prozesse auf die Biomasse- und Ertragsbildung komplex erfassen.
In den AGROSIM-Modellen wurde ein auf (0,1) normierter Produktionsniveau-Faktor eingeführt, der multiplikativ an die Ertragsbildungsprozesse angekoppelt ist. Dieser unterliegt über die Jahrzehnte einer Veränderung und ist im Vergleich zu Winterroggen bei Wintergerste signifikant größer. Aufgrund der im Getreideanbau unter Praxisbedingungen in der Regel nicht integrierten Beregnung erfolgte in den AGROSIM-Modellen eine Erhöhung der Ontogenesesensibilität gegenüber Wassermangelstreß durch Korrektur entsprechender Modellparameter. Die Korrektur fällt aufgrund der geringeren Wasserstreßanfälligkeit des Winterroggens bei der Wintergerste deutlicher aus.

4 Beschreibung regionalisierter Modellstart- und Modellinputdaten

Die für Simulationsrechnungen mit Ertragsbildungsmodellen auf regionaler bzw. Kreisebene notwendigen Start- und Inputdaten sind überwiegend nicht verfügbar und müssen aus anderen zur Verfügung stehenden Datenquellen abgeleitet werden.
Bei den Tageswerten für die Witterung wird auf repräsentative Meßstationen zurückgegriffen. Für den Altkreis Prenzlau ist das die meteorologische Station Grünow, ergänzt um Strahlungswerte der Meßstation Neubrandenburg und für den Altkreis Strausberg ist das die Meßstation Müncheberg. Im Altkreis Prenzlau wurde bodenseitig einheitlich mit einer Salm-

Tieflehm-Fahlerde gerechnet und im Altkreis Strausberg mit einer Sand-Tieflehm-Fahlerde. Die dafür typischen Bodenprofile und gültigen Werte für Feldkapazität (FK), permanenten Welkepunkt und Trockenrohdichte wurden einem von Weise (1978) erstellten Tabellenwerk entnommen. Zur Aussaat wurde einheitlich von einer nutzbaren FK von 70 % und einem Niveau pflanzenverfügbaren Bodenstickstoffs von 45 kg N/ha ausgegangen. Die Bodentemperaturen wurden aus der Lufttemperartur abgeleitet. Grundlage für die Ableitung eines mittleren Anbaumanagements bildeten in beiden Altkeisen in der Praxis geführte Schlagkarteien.

5 Ergebnisse

Grundlage für die Überprüfung der Anwendbarkeit der modifizierten AGROSIM-Modelle auf regionaler Praxisschlagebene bilden 51 Wintergersten- und 56 Winterroggenschläge in den Altkreisen Prenzlau und Strausberg aus dem Zeitraum 1980-1989. Abbildung 1 zeigt einen Modell-Experiment-Vergleich bezüglich der Ertragshäufigkeit, getrennt für beide Getreidearten. Über beide Kreise beträgt für beide Fruchtarten die mittlere relativierte Ertragsabweichung 20 ... 25 %. Die Erträge werden dabei durch die AGROSIM-Modelle im Mittel um 1,6 dt/ha unterschätzt. Abbildung 1 zeigt aber auch, daß die Variationsbreite des Ertrages im Vergleich zu Winterroggen bei Wintergerste viel größer ist. Deutlich wird daraus die größere Ertragsstabilität bei Winterroggen gegenüber einer schwankenden Bodenwasserversorgung.

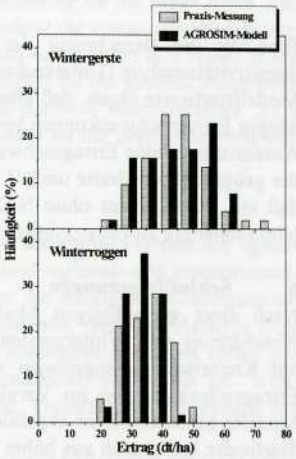
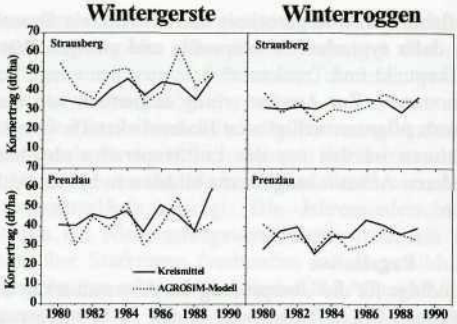


Abb.1:
Modell-Experiment-Vergleich bezüglich der Ertragshäufigkeit bei Wintergerste und Winterroggen in den Altkreisen Prenzlau und Strausberg (Zeitraum: 1980-1989)

Die Ergebnisse des Vergleiches zwischen den statistisch ermittelten Kreiserträgen und den mit Hilfe der adaptierten AGROSIM-Modelle berechneten Kreiserträge ist getrennt für Winterroggen und Wintergerste für die Altkreise Prenzlau und Strausberg über den Zeitraum von 1980 bis 1989 in Abbildung 2 dargestellt. Über beide Fruchtarten und Altkreise beträgt hier die mittlere absolute Abweichung 6,5 dt/ha, was im Mittel einer Abweichung von 16 % entspricht (Winterroggen: 14 %, Wintergerste: 19 %). Die Kreiserträge werden dabei durch die AGROSIM-Modelle im Mittel um 0,3 dt/ha überschätzt. Die große Differenz zwischen den statistischen und den mit AGROSIM berechneten Kreiserträgen im Jahr 1987 erklärt sich durch die in der Praxis bis zu 70 % der Flächen erfassende Lagerbildung der Getreidebestände, hervorgerufen durch einen Starkregen im Juli, bei dem ca. 120 mm Niederschlag fielen.
Die Übereinstimmung zwischen den mit den AGROSIM-Modellen berechneten Erträgen und den Realerträgen ist im Vergleich zur regionalen Praxisschlagebene bei der Kreisebene besser. Ein Grund ist sicher darin zu sehen, daß durch die dabei notwendige Verwendung verallgemeinerter bzw. gemittelter Inputs und Startwerte im Vergleich zu mittleren Kreiserträgen eine natürliche Prozeßvariabilität bereits vorher "weggemittelt" worden ist.

Abb. 2:
Mittlerer Kreisertrag bei Wintergerste und Winterroggen im Vergleich mit den entsprechenden Erträgen, berechnet mit den AGROSIM-Modellen (Altkreise Strausberg und Prenzlau, 1980-1989)



Eine für die Berechnung der mittleren Kreiserträge von Winterroggen durchgeführte Sensitivitätsanalyse (Untersuchung von Einzelwirkungen) hinsichtlich der Modellinputs und Modellstartwerte ergab, daß eine Verschiebung des Aussaattermins um ± 10 Tage jahresabhängig Ertragsschwankungen von 0,1 ... 3 dt/ha bedingen, daß eine um ± 30 % differierende Aussaatmenge eine Ertragsschwankung von 0,2 ... 0,7 dt/ha hervorruft, daß eine Differenz bei der geografischen Breite um ± 1 Grad Ertragsschwankungen von bis zu 1,5 dt/ha bedingt und daß ein Management ohne N-Düngung im Vergleich zu einer ausreichenden N-Düngung jahresabhängig zu Ertragsverlusten von 2 ... 15,3 dt/ha führt.

6 Schlußfolgerungen

Nach einer geringfügigen Modifikation können die AGROSIM-Modelle zur regionalen Abschätzung von Wintergersten- und Winterroggenerträgen unter Praxisbedingungen bzw. auf Kreisebene herangezogen werden. Dabei werden die witterungsbedingten jährlichen Ertragsschwankungen im Vergleich zu den statistischen Erträgen durch die AGROSIM-Modelle klimasensitiver abgebildet. Die für die Modellrechnungen notwendigen Inputs und Startwerte lassen sich aus höher aggregierten Daten bzw. anderen erreichbaren Datenquellen ableiten. Eine Integration der adaptierten AGROSIM-Modelle in Landschaftsmodelle für regionale Szenario- und Simulationsrechnungen ist möglich.

7 Literatur

BAUMANN, A. (1998): http://www.zalf.de/

EBERT, W.; SCHWÄHN, P. (1980): Ein operatives Überwachungs- und Prognosesystem auf EDV-Basis für Schaderreger der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion (II.Teil: Bestandesüberwachung). In: Arch. Phytopath. u. Pflanzenschutz, 16(1980), S. 413-421

MIRSCHEL, W.; POMMERENING, J.; WENKEL, K.-O. (1995): Pflanzenentwicklungs- und Wachstumsmodelle für Winterroggen und Wintergerste (AGROSIM-WR bzw. AGROSIM-WG). In: Wenkel, K.-O.; Mirschel, W. (Hrsg.): Agroökosystemmodellierung - Grundlage für die Abschätzung von Auswirkungen möglicher Landnutzungs- und Klimaänderungen. ZALF-BERICHTE, 24(1995), ZALF Müncheberg, S. 88 - 132

WEISE, K. (1978): Katalog zur hydrologischen Kennzeichnung von Bodenformen im Jungpleistozän der DDR. FZB Müncheberg, 42 S.