

Tagungsbeitrag zu: "Workshop der Kommissionen VI u. IV der DBG+DGP"  
Titel der Tagung: Anbau nachwachsender Rohstoffe: Wirkungen auf Bodeneigenschaften, Funktionen und Emissionen in Bezug auf Klima- und Gewässerschutz  
Veranstalter Kommission VI/IV der DBG und DGP), 7.-8.9.2010 in Müncheberg  
Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)  
<http://www.dbges.de>

## Ist Mais gleich Mais? Vergleich der Parametrisierung verschiedener Mais-Sorten am Modell MONICA

*Xenia Specka, Claas Nendel, Matthias Willms, K. Christian Kersebaum<sup>1</sup>*

**Schlüsselworte:** Energiepflanzen, Pflanzenwachstumsmodell, Parametrisierung, Sorten

### Einleitung

In den letzten Jahren hat Mais als Energiepflanze zur Verwendung in Biogasanlagen eine zentrale Rolle erreicht. Allerdings sind die Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus in vielen Bereichen unklar. Durch den Einsatz von Pflanzenwachstumsmodellen wird versucht, die Folgen des Anbaus von Energiepflanzen auf konkrete Fragestellungen z. B. Anbaugestaltung und Umweltwirkungen, zu untersuchen. Aufgrund pflanzenspezifischer Unterschiede verschiedener Fruchtarten ist es erforderlich, ein Modell für jede Fruchtart individuell zu parametrisieren. Aktuell werden verschiedene Mais-Sorten im Energiepflanzenanbau eingesetzt, darunter speziell für diese Nutzungsform gezüchtete Energiemais-Sorten. Die sortenspezifischen Unterschiede von Mais müssen auch in der Modellierung berücksichtigt werden. Unterschiede in den Wachstums- und Entwicklungseigenschaften der einzelnen Mais-Sorten erfordern eine sortenspezifische Parametrisierung. Die dazu erforderlichen pflanzenphysiologischen Daten sind jedoch nicht verfügbar. Ziel ist es daher, für das Modell MONICA

(Nendel et al. 2010a; 2010b) durch inverse Modellierung von experimentellen Daten verschiedene Parametersätze zu entwickeln, anhand derer sortenspezifische Eigenschaften abgeleitet werden können.

### Material und Methoden

MONICA (Model for Nitrogen and Carbon in Agro-ecosystems) ist eine Weiterentwicklung von HERMES (Kersebaum, 2007). Neben der Simulation von Pflanzenwachstum, Bodenwasser,  $N_{\min}$  und Stickstoffaufnahme wurde MONICA um die Berechnung des Kohlenstoffkreislaufs erweitert.

Für die Parametrisierung der Mais-Sorten wurden Daten aus dem Verbundprojekt „Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands“ (EVA), gefördert durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), verwendet. Im Rahmen von EVA wurden in sieben typischen Regionen Deutschlands einheitliche Fruchtfolgeversuche für verschiedene Energiepflanzen getestet. Der Anbau von Mais spielte dabei eine wesentliche Rolle. Trotz genauer Definition der Fruchtfolgen wurden keine Vorgaben über die Verwendung von speziellen Sorten gemacht. Die angebauten Sorten entsprachen jeweils den regionalen Empfehlungen. Aus diesem Grund enthalten die Daten der Parzellenversuche Informationen über den Anbau zahlreicher Mais-Sorten.

Zur Kalibrierung des Modells wurden Messdaten zu Trockenmasseertrag, Stickstoffkonzentration der oberirdischen Biomasse, Bodenbedeckungsgrad, Entwicklungsstadium (BBCH-Stadium), Bodenwassergehalt und Boden- $N_{\min}$  verwendet. Zur Bewertung der Modellergebnisse wurden verschiedene statistische Indizes verwendet, die auf den Unterschieden zwischen beobachteten und gemessenen Werten basieren. Folgende Indizes wurden eingesetzt:

- Mean Bias Error (MBE), (Addiscott et. al, 1987)
- Mean Absolute Error (MAE), (Shaefter, 1980)
- Root Mean Squared Error (RMSE)
- Index of Agreement (IoA), (Willmott et. al, 1980)
- Modelling Efficiency (EF), (Nash et.

<sup>1</sup> Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e.V. (ZALF), Institut für Landschaftssystemanalyse, Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg

al, 1970)

## Ergebnisse

Zunächst wurde eine Klassifikation der Mais-Sorten anhand ihrer Reifegruppe vorgenommen (Tabelle 1). Bei der Parametrisierung sollte überprüft werden, ob für Sorten innerhalb einer Reifegruppe nur ein Parametersatz für die Simulation verwendet werden kann.

Reifegruppe				
Früh	Mittelfrüh	Mittelspät	Spät	Sehr spät
Naxos	Monumental	Atletico	Fiacre	Mikado
	Maibi			Montoni
	Coxximo			
	Romario			
	Amadeo			

Tabelle 1: Klassifikation der Mais-Sorten auf Basis der Reifegruppe

Das Ergebnis der inversen Modellierung zeigte, dass bei gleicher Reifegruppe z. B. für die Sorten *Mikado* und *Montoni*, unterschiedliche Parametersätze optimal sind. Aus diesem Grund wurde dieser Ansatz verworfen.

Anschließend wurde eine Ertragsanalyse zur Ermittlung der durchschnittlichen Erträge der Sorten auf Basis der EVA-Versuchsdaten durchgeführt (Abb. 1).

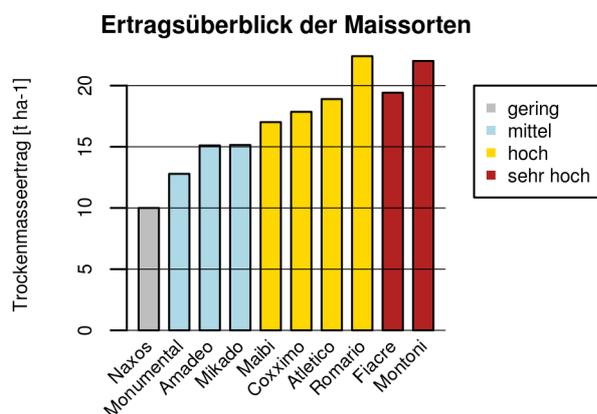


Abb. 1: Ergebnisse der Ertragsanalyse der Mais-Sorten mit farblicher Kennzeichnung des verwendeten Parametersatzes

Bei der Parametrisierung der unterschiedlichen Mais-Sorten wurden vier Parametersätze für das Modell MONICA entwickelt.

Als wesentliches Unterscheidungsmerkmal für die Anwendung eines Parametersatzes wurde der Trockenmasseertrag identifiziert. Für die Ertragsgruppen gering, mittel, hoch und sehr hoch wurden jeweils unterschiedliche Parameterbelegungen für MONICA entwickelt. Für die Sorte *Naxos* wurde ein individueller Parametersatz (gering) entwickelt, mit dem gute Simulationsergebnisse erzielt werden konnten. Mit Hilfe des Parametersatzes für eine mittlere Ertragsleistung konnten die Sorten *Monumental*, *Amadeo* und *Mikado* berechnet werden. Zur Berechnung der Sorten *Maibi*, *Coxximo*, *Atletico* und *Romario* wurde der Parametersatz für hohe Erträge verwendet. Ein weiterer Parametersatz wurde für die ertragsstarken und trockenstressresistenten Sorten *Fiacre* und *Montoni* entwickelt. Die Parametersätze unterscheiden sich erheblich in den Parametern Assimilationsrate, Trockenstressresistenz oder in der durch Temperatursummen beschriebenen ontogenetischen Entwicklung der Pflanze.

## Diskussion

Eine Bewertung der entwickelten Parametersätze bezüglich der Übereinstimmung der Simulationsergebnisse mit den Messdaten durch Auswertung der statistischen Indizes zeigte, dass nur der Parametersatz für hohe Erträge gute Ergebnisse bei der Ertragsschätzung, N-Konzentration der Pflanze, Bodenwassergehalt und Boden-N<sub>min</sub> erzielte. Die Parametersätze für mittlere und sehr hohe Erträge brachten gute Ergebnisse bei der Ertragsschätzung, zeigten jedoch Schwächen bei Simulation von N-Konzentration, Bodenwassergehalt oder Boden-N<sub>min</sub>.

Eine weiterführende Analyse des Zusammenhangs zwischen Trockenstress und Ertrag zeigte, dass bei den Simulationen der Sorten mit geringen Erträgen, die Pflanzen unter hohem Trockenstress litten. Dies lässt vermuten, dass die ermittelten Erträge der Sorten nicht repräsentativ sind, sondern die Pflanzen bei optimaler Versorgung mit Wasser einen erheblich höheren Ertrag erzielt hätten.

### Zusammenhang zwischen Trockenstress und Ertrag

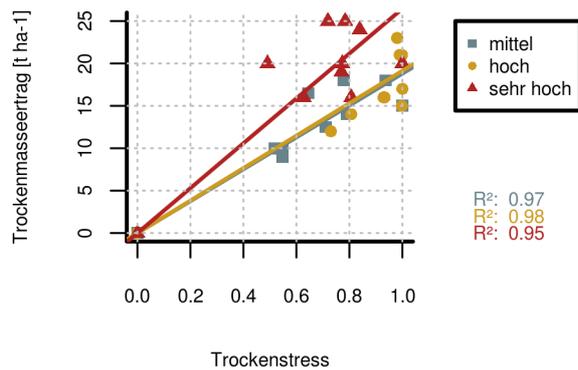


Abb. 2: Analyse des Zusammenhangs zwischen Trockenstress und Ertrag

In Abb. 2 ist zu erkennen, dass die mit mittlerem und hohem Ertrag klassifizierten Sorten einen gleichen optimalen Ertrag besitzen. Nur die Sorten mit einem sehr hohen Ertrag besitzen einen wesentlich höheren optimalen Ertrag.

### Fazit

Auf Basis der Messdaten des EVA Projekts konnten keine genetisch erklärbaren Abgrenzungen der vier Parametersätze für die untersuchten Mais-Sorten vorgenommen werden. Als Grund hierfür ist die nicht optimale Datenbasis aufzuführen, da zu wenige Messpunkte zur Kalibrierung des Modells zur Verfügung standen. Allerdings zeigte der Parametrisierungsversuch, dass mit Hilfe des Modells Umweltstressfaktoren identifiziert und quantifiziert werden können und damit eine verbesserte Grundlage für die Interpretation der Versuchsergebnisse geschaffen wird.

### Literatur

- Addiscott, T.M., Whitmore, A.P. (1987): Computer-simulation of changes in soil mineral nitrogen and crop nitrogen during autumn, winter and spring. *J. Agric. Sci.* 109, 141-157.
- Kersebaum, K.C. (2007): Modelling nitrogen dynamics in soil-crop systems with HERMES. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 77, 39-52.
- Nash, J.E., Sutcliffe, J.V. (1970): River flow forecasting through conceptual models, Part I – A discussion of principles. *J. Hydrol.* 10, 282-290.
- Nendel, C., K.C. Kersebaum, W. Mirschel, M. Wegehenkel and K.O. Wenkel

(2010a): Modelling effects of climate change on crop production and environment using the MONICA model. I. Algorithms. *Ecol. Model.*, *eingereicht*.

Nendel, C., M. Berg, K.C. Kersebaum, W. Mirschel, X. Specka and R. Wieland (2010b): Modelling effects of climate change on crop production and environment using the MONICA model. II. Testing predictability for crop growth, soil moisture and nitrogen dynamics. *Ecol. Model.*, *eingereicht*

Shaeffer, D.L. (1980): Model evaluation methodology applicable to environmental assessment models. *Ecol. Mod.* 8, 275-295.

Willmott, C.J., Wicks, D.E. (1980): An empirical method for the spatial interpolation of monthly precipitation within California. *Phys. Geogr.* 1, 59-73.