

Parametrisierung und Evaluierung zweier Phänologiemodelle für Winterweizen anhand umfangreicher, mehrjähriger, mehrortiger Versuchsdaten

* Tobias Johnen, Ulf Böttcher, Erich Jörg und Henning. Kage

Einleitung

Die Prognose des Eintretens phänologischer Stadien von Kulturpflanzenbeständen ist sowohl für viele praktische Fragestellungen als auch für die Modellierung von Pflanzenwachstum und Ertrag von großer Bedeutung. Es existieren mehrere verschiedene etablierte Modellansätze für Winterweizen. Zwei Phänologiemodelle, ein auf CERES-WHEAT (CW) (Ritchie und Otter, 1985) basierendes und ein von Wang und Engel (WE) (Wang & Engel, 1998 entwickeltes Modell wurden hinsichtlich ihrer Modellstruktur, Prognosegenauigkeit und Parametrisierbarkeit miteinander verglichen.

Material und Methoden

Die Neuimplementierung der Modelle als Module einer objektorientierten Klassenbibliothek ermöglichte eine Parameterschätzung unter gleichzeitiger Verwendung mehrjähriger und mehrortiger Versuchsdaten. CERES-WHEAT unterteilt die Entwicklung in sieben Phasen, WE hingegen nach dem Auflaufen in zwei Phasen. Die erste Phase umfasst die vegetative Entwicklung vom Auflaufen bis zur Blüte und die zweite von der Blüte bis zur Totreife. Der entscheidende Unterschied zwischen beiden Modellen sind die unterschiedlichen Temperaturfunktionen. CW benutzt einen linearen Ansatz, WE dagegen mit der Betafunktion einen nichtlinearen. Der Einfluss der Photoperiode wird bei WE durch eine negative Exponentialfunktion dargestellt und bei CW durch eine quadratische Funktion. Die Parametrisierung wurde mit Hilfe des Levenberg-Marquardt-Verfahrens und der Chi-Quadrat-Analyse durchgeführt. Die geschätzten Parameter sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Für die Modellkalibrierung wurden 56 Boniturdatensätze und für die Validierung 29 verwendet. Die 34 Standorte verteilen sich über ganz Deutschland von Schleswig-Holstein bis zum Oberrheingraben (nördlichster 54.5°N, südlichster Standort 48°N). Die Daten umfassen den Zeitraum der Jahre 1986, 1987 und 1997-2002, so dass der Einfluss unterschiedlicher Jahreswitterungen mit in die Parametrisierung einging. Sortenunterschiede konnten aufgrund fehlender Informationen bei der Parametrisierung nicht berücksichtigt werden. Sowohl für die Kalibrierungsdaten als auch für die unabhängigen Validierungsdaten liegen die Boniturdaten in unterschiedlicher zeitlicher Auflösung vor.

Ergebnisse und Diskussion

Tab. 1: Liste der geschätzten Parameter

Modell	CERES-WHEAT				Wang & Engel		
	Parameter				Parameter		
	phint [°Cd]	P9[°Cd]	P1D	P5	TempSumEmerge	Dv [d]	Dr [d]
	99.01	143.8	3	11.3	93.8	40.427	39.8

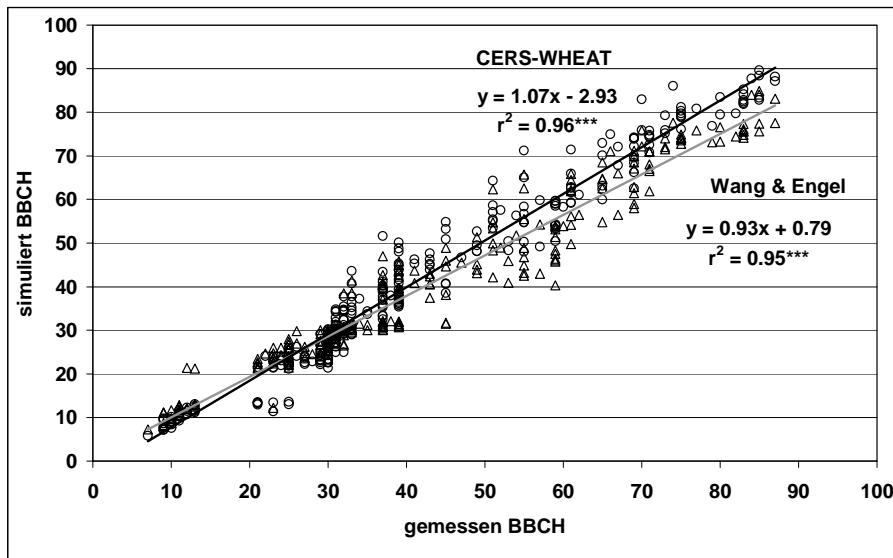


Abb. 1: Vergleich von simulierten zu gemessenen BBCH Werten

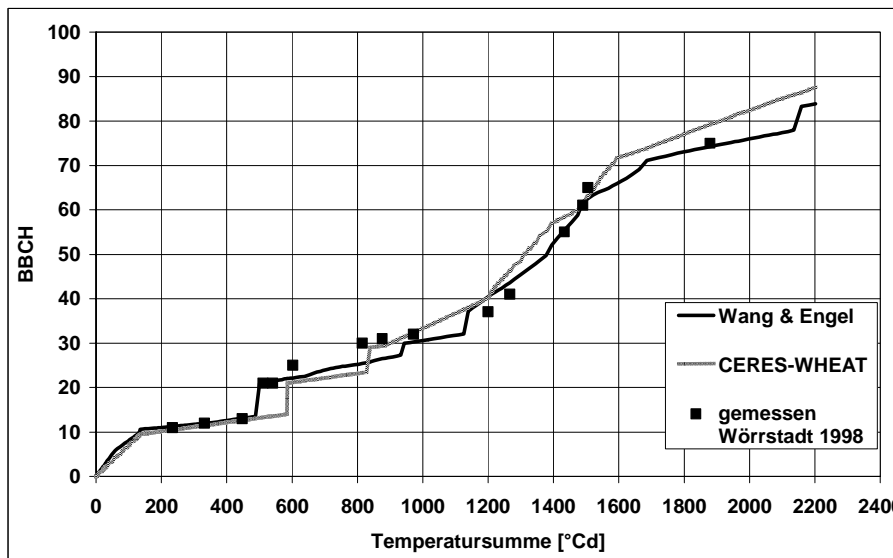


Abb. 2: Beispielhafter Simulationsverlauf Wang & Engel und CERES-WHEAT im Vergleich

Die Validierungsergebnisse zeigen, dass CW (RMSE BBCH 4.39) etwas besser abschneidet als WE (RMSE BBCH 4.94). CW unterschätzt die Entwicklung bis BBCH 30 und überschätzt sie ab BBCH 50 (Abb.1). WE beginnt die Entwicklung ab Mitte BBCH 25 zu unterschätzen. In dem beispielhaft ausgewählten Simulationsverlauf (Abb.2) wird deutlich, dass gerade zu den düngungsrelevanten Zeitpunkten BBCH 30 bis 40 CW (RMSE zwischen BBCH 2.5 und 5) deutlich geringere Schätzfehler als WE (RMSE BBCH 5-6) aufweist.

Literatur

- Ritchie, J.T., S. Otter 1985: Description and performance of CERES-Wheat: A user-oriented wheat yield model. 159-175. In ARS Wheat Yield Project. ARS-38. National Technology Information Service, Springfield, VA.
- Wang, E, T. Engel 1998: Simulation of Phenological Development of Wheat Crops. Agricultural Systems, Vol. 58, No. 1, 1-24.