

H. Kage,  
C. Alt  
&  
H. Stützel

Institut  
für  
Gemüse-  
&  
Obstbau

Universität  
Hannover

## Einleitung

Viele Pflanzenwachstumsmodelle beruhen auf dem Konzept der Lichtnutzungseffizienz (LUE). Neben empirischer Evidenz (Monteith, 1977) zeigen auch theoretische Untersuchungen (Haxeltine & Prentice, 1996), daß eine Linearität zwischen Trockenmassenzuwachs und aufgenommener Strahlungsmenge über einen weiteren Variationsbereich der Strahlungsintensität prinzipiell möglich ist. Dies gilt allerdings nur bei ganz bestimmten Anpassungen der Stickstoffverteilung im Bestand und der damit verbundenen photosynthetischen und Atmungsaktivität.

In der vorgestellten Arbeit wurde überprüft, ob die Annahme einer konstanten LUE für die Vorhersage der Trockenmasseproduktion von Blumenkohl geeignet ist, oder ob komplexere Modellansätze herangezogen werden müssen. Es wurden Ansätze überprüft, die entweder eine funktionelle Abhängigkeit der LUE von der Strahlungsintensität postulieren oder auf dem Photosynthese/Respiration-Ansatz beruhen. Diese verschiedenen Teilmodelle wurden mit bestehenden Modellmodulen zur Berechnung der Entwicklung und Stoffverteilung von Blumenkohl (Kage & Stützel, 1999b) innerhalb der HUME Modellumgebung (Kage & Stützel, 1999a) gekoppelt. Zur Parametrisierung und Evaluierung wurden Daten aus 16 Feldversuchen aus drei Versuchsjahren verwendet, wobei insbesondere der Evaluierungsdatensatz deutlich variierende mittlere Strahlungsintensitäten aufwies.

## Ergebnisse

### Verwendete Modellmodule

Modul	Kurzbeschreibung
LUE I	Konstante LUE, Strahlungsaufnahme nach Monsi & Saeki
LUE II	Wie LUE I, jedoch Annahme einer linear mit der Strahlungsintensität abnehmenden LUE $LUE=LUE_0 + a_{LUE} PAR$
ACOCK I	Analytische Integration der rechtwinkligen Hyperbel zur Beschreibung der Einzelblatt-photosynthese über den Bestand, numerische 3-Punkt Gaussintegration über den Tag, Atmungsberechnung entsprechend den SUCROS-Annahmen
ACOCK II	Wie ACOCK I, jedoch Annahme einer Abnahme der lichtgesättigten Photosyntheserate $P_{max}$ proportional zur Lichtintensität im Bestand

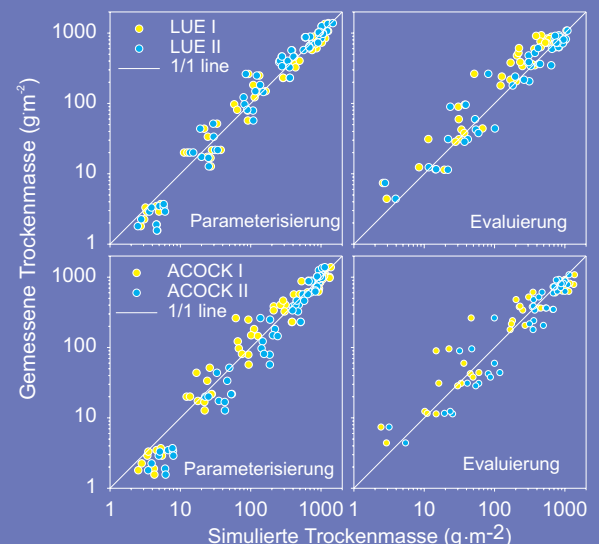
### Schätzwerte, Standardabweichung (Stabw.) und Grenzdifferenz (GD) der angepassten Modellparameter

Modul	Parameter	Schätzwert	Stabw.	GD
LUE I	LUE	3.15	0.04	0.09
LUE II	$LUE_0$	6.66	0.80	1.83
	$a_{LUE}$	-0.36	0.08	0.19
ACOCK I	$P_{max}$	1013	14	33
ACOCK II	$P_{max0}$	1438	29	66

LUE = Lichtnutzungseffizienz ( $g TM MJ PAR^{-1}$ ),  $LUE_0$ =Achsenabschnitt der LUE-Strahlungsintensitätsfunktion ( $g TM MJ^{-1}$ ),  $a_{LUE}$ = Abnahme der LUE pro  $MJ PAR (MJ PAR^{-1})$ ,  $P_{max}$ =maximale lichtges. Photosyntheserate eines Einzelblattes ( $\mu g CO_2 m^{-2} s^{-1}$ ),  $P_{max0}$ = wie  $P_{max}$ , jedoch bei Annahme einer Abnahme von  $P_{max}$  im Bestand

### Lineare Regression zwischen gemessener und berechneter Gesamttrockenmasse

Daten- gruppe	Modul	Slope	Intercept	$r^2$	n
Param.	LUE II	0.98 ( $\pm 0.03$ )	27.99 ( $\pm 17.20$ )	0.94	60
Param.	ACOCK II	1.04 ( $\pm 0.04$ )	-35.78 ( $\pm 22.56$ )	0.92	60
Param.	LUE I	0.95 ( $\pm 0.04$ )	23.22 ( $\pm 20.26$ )	0.92	60
Param.	ACOCK I	0.89 ( $\pm 0.04$ )	47.80 ( $\pm 22.81$ )	0.90	60
Evalua.	LUE II	0.88 ( $\pm 0.05$ )	39.39 ( $\pm 25.16$ )	0.90	43
Evalua.	ACOCK II	0.86 ( $\pm 0.05$ )	11.56 ( $\pm 28.78$ )	0.88	43
Evalua.	LUE I	1.07 ( $\pm 0.11$ )	108.79 ( $\pm 42.15$ )	0.78	43
Evalua.	ACOCK I	0.70 ( $\pm 0.05$ )	93.54 ( $\pm 28.53$ )	0.85	43



Vergleich gemessener und berechneter Gesamttrockenmasseproduktion

## Schlußfolgerungen

Die Differenzierung der Modellansätze ist im Evaluierungsdatensatz größer als im Parameterisierungsdatensatz. Eine konstante LUE (Ansatz LUE I) prognostiziert die Trockenmasseproduktion des unabhängigen Datensatzes nur relativ schlecht ( $r^2=0.78$ ), eine linear von der Strahlungsintensität abhängige Lichtnutzungseffizienz (LUE II) dagegen besser ( $r^2=0.90$ ). Der Photosynthese/Respiration basierte Ansatz ACOCK II, bei dem eine Abnahme der maximalen Photosyntheserate im Bestand angenommen wurde, war in seiner Abbildungsgüte ähnlich gut wie der LUE II Ansatz. Diese durch Modellanpassung und -evaluation erzielten Ergebnisse decken sich mit Untersuchungen zur N-Verteilung im Bestand (Alt, 1999).

### Literatur

- Alt, C. (1999): Modelling nitrogen demand in cauliflower (*Brassica oleracea* L. botrytis) using productivity nitrogen relationship. Diss. Univ. Hannover.  
 Haxeltine, A., and Prentice, I. C. (1996). A general model for the light-use efficiency of primary production. *Functional Ecology* 10, 551-561.  
 Kage, H. & Stützel, H. (1999a). HUME: An object oriented component library for generic modular modelling of dynamic systems. In "Modelling cropping systems" ( M. Donatelli, C. Stockle, F. Villalobos, J. M. Villar, ed.), S. 299-300. European Society of Agronomy, Lleida  
 Kage, H. & Stützel, H. (1999b). A simple empirical model for predicting development and dry matter partitioning in cauliflower (*Brassica oleracea* L. botrytis). *Scientia Horticulturae* 80, 19-38.  
 Monteith, J. L. (1977). Climate and the efficiency of crop production in Britain. *Phil.Trans.R.Soc.Lond.Ser. B* 281, 277-294.