

Modellierung von Zuwachsraten auf der Weide

T. PETERS, C. KLUß, T. REINSCH, R. LOGES UND F. TAUBE

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Grünland und Futterbau / Ökologischer Landbau, CAU-Kiel

tpeters@gfo.uni-kiel.de

Einleitung und Problemstellung

Das Ziel weidebasierter Milchproduktionssysteme ist eine hohe Futternutzungseffizienz, die durch die Anpassung der Tierbesatzdichte an ein nährstoff- und witterungsbedingt variierendes Futterangebot realisiert werden kann. Modelle, die die täglichen Veränderungen der Zuwachsraten auf Basis von Prognosen meteorologischer Faktoren in Verbindung mit Standorteigenschaften, Nährstoffversorgung sowie Nutzungsfrequenz vorhersagen, können als Entscheidungshilfe dienen. Unterschieden werden kann hierbei zwischen mechanistischen Modellen, die pflanzenphysiologische Funktionen einbeziehen und für die Bearbeitung meist wissenschaftlicher Fragestellungen dienen, und empirischen Modellen bei denen eine geringe Anzahl an Parametern benötigt wird um allgemeingültige Aussagen eines Systems zu treffen. Das semi-mechanistische Modell FoProQ (KORNHER et al., 1991) stellt einen Kompromiss hinsichtlich der Komplexität der abgebildeten Prozesse dar und bietet eine geeignete Grundlage für die Entwicklung von Tools zur Unterstützung von Managemententscheidungen in der landwirtschaftlichen Praxis. Der Output der Modellberechnungen hat sich unter verschiedenen klimatischen Bedingungen als zuverlässig erwiesen und findet in der landwirtschaftlichen Beratung für die Vorhersage des optimalen Schnitzeitpunktes für die Gras- und Maisernte zur Silageproduktion (LKSH, 2018; RATH et al., 2005), als auch bei der Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen (z.B. HERRMANN et al. 2005, KRUSE et al., 2008, GRANT et al., 2017) eine breite Anwendung. Für die Vorhersage der täglichen Veränderung der Zuwachsraten auf der Weide ist für Norddeutschland bisher kein Modell angepasst worden. Das Ziel des EIP-Projektes „Optimiertes Weidemanagement – smart grazing“ ist es daher, Daten des Graswachstums auf der Weide in Norddeutschland zu ermitteln um das FoProQ-Modell für Weideaufwüchse zu kalibrieren und als „smartgrazing“-Vorhersagetool für ein optimiertes Weidemanagement zur Verfügung zu stellen.

Material und Methoden

Das Ertragsmodul des FoProQ-Modells berechnet den täglichen Zuwachs W_t (kg Trockenmasse (TM) $ha^{-1} Tag^{-1}$) aus dem Produkt der vorhandenen Biomasse des Vortages (W_{t-1}) und der relativen Wachstumsrate (kg $kg^{-1} Tag^{-1}$). Letztere wird zunächst als optimal angenommen (rS) und im Weiteren beeinflusst durch einen Altersindex (AGE) und einem Umweltindex (GI).

$$W_t = W_{t-1} * rS * AGE_t * GI$$

AGE beschreibt die Auswirkungen der Pflanzenalterung in Abhängigkeit des Blattflächenindex. GI beschreibt den Einfluss der Witterung auf das Pflanzenwachstum und setzt sich aus einem abTemperaturindex (TI), einem Strahlungsindex (RI) und einem Index für das pflanzenverfügbare Bodenwasser (WI) zusammen. Diese Umweltindices können Werte zwischen 0 und 1 annehmen (0 = kein Wachstum, 1 = optimale Wachstumsbedingungen) und so jeweils Einfluss auf rS nehmen. Die Startwerte von rS und AGE sind spezifische Kenngrößen der Produktivität eines Bestandes und können somit für verschiedene Bestandestypen und Aufwüchse angepasst werden. Der Wachstumsbeginn im Frühjahr wird anhand der vorgegebenen mittleren Tagestemperatur, einer gewählten Basistemperatur und einem Temperatur-Schwellenwert berechnet.

Zur Modellkalibration werden Daten benötigt, die die typischen Aufwuchskurven für definierte Bestandestypen beschreiben, um die Startwerte für die Koeffizienten W_{t-1} und rS zu ermitteln. Dafür wurden über einen Zeitraum von zwei Jahren (2016-2017) intensive Messprogramme auf *Lolium perenne*-dominierten Dauergrünlandweideflächen in Abhängigkeit von Bodentyp, N-Düngung und Bewirtschaftungsweise (ökologisch und konventionell) durchgeführt. Basierend auf der Methode nach CORRALL & FENLON (1978) wurde eine wöchentlich gestaffelte Handbeprobung jeweils vier Wochen alter Bestände an 5 Standorten in Schleswig-Holstein durchgeführt, um die durchschnittlichen täglichen Wachstumsraten zu ermitteln. An drei weiteren Standorten wurden Ertragsbeprobungen im monatlichen Rhythmus durchgeführt. Eine Standortbeschreibung der wöchentlich beprobten und konventionell bewirtschafteten Standorte befindet sich in Tabelle 1. Für eine detaillierte Beschreibung der Datenerhebung und Ergebnisse siehe PETERS et al. (2016, 2017).

Tab. 1: Boden- und Witterungseigenschaften in den Beprobungsjahren 2016 und 2017

Bodenart	Schluffiger Lehm	Sandiger Sand	Lehmiger Sand
Textur % (Ton/Schluff/Sand)	30/50/20	5/9/86	14/27/59
nFK (0-30 cm)	84 mm	42 mm	80 mm
Niederschlag (2016)	875 mm	766 mm	650 mm
Niederschlag (2017)	1007 mm	1044 mm	888 mm
Durchschnittstemp. (2016)	9.9 °C	9.6 °C	9.6 °C
Durchschnittstemp. (2017)	9.8 °C	9.5 °C	9.8 °C

Ergebnisse und Diskussion

Im Vergleich zum langjährigen Mittel führten hohe Temperaturen zu Jahresbeginn und –ende in beiden Versuchsjahren zu einer zeitlichen Ausdehnung der Vegetationsperioden. Überdurchschnittlich hohe Jahresniederschläge in 2017 mit einer ausgeglichenen Verteilung und hohen Niederschlägen in den Sommermonaten führten zu günstigen Wachstumsbedingungen. Im Zusammenhang mit den optimalen experimentellen Bedingungen der simulierten Rotationsweide konnten so bei einer mineralischen N-Düngung (KAS) von $280 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ unter Versuchsbedingungen sehr hohe Zuwachsraten und durchschnittliche Jahreserträge von $17,6$, $16,9$ und $18,5 \text{ t TM ha}^{-1}$ für die Bodentypen schluffiger Lehm, sandiger Sand und lehmiger Sand ermittelt werden (Abb.1). Die Jahres-Erträge ohne N-Düngung waren durchschnittlich um 30 % geringer.

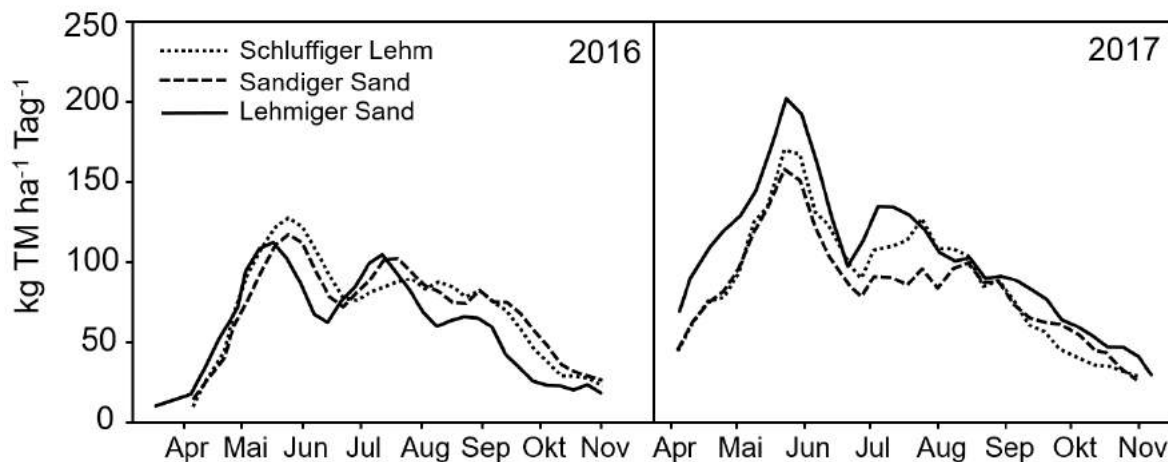


Abb. 1: Tägliche Wachstumsraten ($\text{kg TM ha}^{-1} \text{ Tag}^{-1}$) der intensiv beprobten und konventionell bewirtschafteten Flächen in 2016 und 2017 bei einer N-Düngung von $280 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$.

Abbildung 2 zeigt beispielhaft an einem Standort mit einer N-Düngung von 280 kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹ die simulierten Aufwüchse (Linien) und die auf der Weide gemessenen Erträge (Punkte) über die Vegetationsperiode. Die Serien 1 - 4 ergeben sich aus der wöchentlichen Beprobung von 4-Wochen alten Beständen nach Corral & Fenlon (1978). Das Model FoPoQ zeigt auch für kurze Aufwuchsphasen, repräsentativ für die Bedingungen eines intensiven Rotationsweidesystems, hohe Übereinstimmungen mit den gemessenen Werten (Abb.3), so dass die Voraussetzungen zur Weiterentwicklung eines Beratungstools für Weidebetriebe gegeben sind.

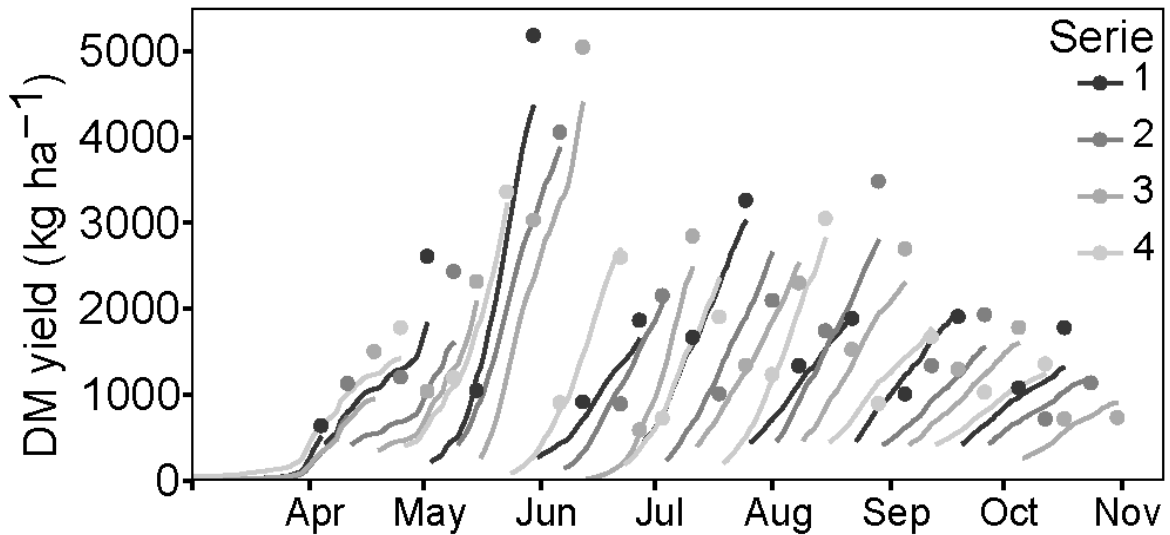


Abb. 2: Beispiel der mit FoProQ simulierten Aufwüchse (Linien) und gemessenen Erträge (Punkte) der Serien 1 bis 4 gemessen nach Corral & Fenlon (1978).

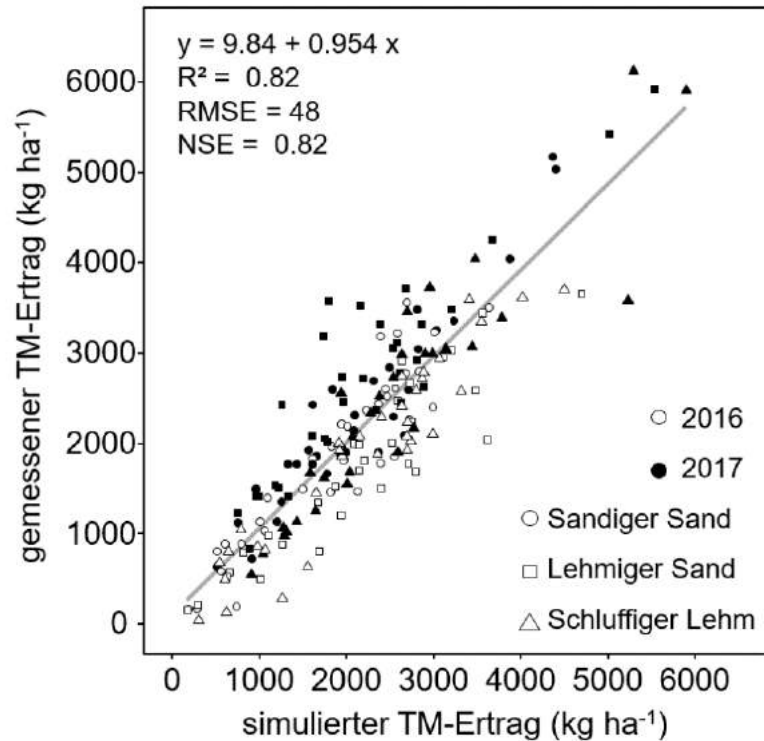


Abb. 3: Statistische Evaluation der FoProQ-Modellqualität zwischen simulierten und erhobenen Daten. Bewertung der Modellperformance mittels Bestimmtheitsmaß (R²), Root mean squared error (RMSE) und Nash-Sutcliffe model efficiency (NSE)

Schlussfolgerungen

Die ermittelten Zuwachsraten und Jahreserträge auf der Weide unterstreichen das Standort-Potential Schleswig-Holsteins für die (Re-)Implementierung intensiver Weidesysteme. Die Voraussetzung hierfür sind betriebsspezifische Parameter wie arrondierte Flächen, eine geeignete Tiergenetik sowie die Motivation des Betriebsleiters für ein systematisches Management der Weideflächen.

Die ersten Ergebnisse der Kalibration von FoProQ für die Modellierung des Graswachstums auf der Weide weisen auf das große Potential und der Eignung des Modells als Basis für das Vorhersagetool „smart grazing“ hin. Die nächsten Schritte beinhalten die Kalibration existierender Module zur Vorhersage der Futterqualität von Aufwüchsen auf der Weide.

Die Untersuchungen dieser Arbeit werden im Rahmen des Projektes "Optimiertes Weidemanagement - smart grazing" der Europäischen Innovationspartnerschaften (EIP agri) durchgeführt.

Literatur

CORRALL, A.J. & FENLON, J.S. (1978): A comparative method for describing the seasonal distribution of production from grasses. *J. agric. Sci.* 91, pp. 61 – 67.

GRANT, K., KLUß, C., TAUBE, F., HERRMANN, A. & HARTMANN, S. (2017): Satellitengestützte Erfassung von Schnitffrequenz und Grünlandertrag auf organischen Böden. *Tagungsband der 61. Jahrestagung der AGGF in Berlin/Paulinenaue 2017*, 57-60.

HERRMANN A., KELM M., KORNHER A. & TAUBE F. (2005): Performance of grassland under different cutting regimes as affected by sward composition, nitrogen input, soil conditions and weather - a simulation study. *European Journal of Agronomy* 22, 141–158.

KORNHER, A., NYMAN, P. & TAUBE, F. (1991): Ein Computermodell zur Berechnung der Qualität und Qualitätsveränderung von gräserdominierten Grünlandaufwüchsen aus Witterungsdaten. *Das Wirtschaftseigene Futter* 37, 232-248.

KRUSE, S., HERRMANN, A., KORNHER, A. & TAUBE, F. (2008): Evaluation of genotype and environmental variation in fibre content of silage maize using a model-assisted approach. *European Journal of Agronomy*. 210-223.

LKSH LANDWIRTSCHAFTSKAMMER SCHLESWIG-HOLSTEIN (2018): Dauergrünland, Reifeprüfung Grünland.

<https://www.lksh.de/landwirtschaft/pflanze/gruenland-und-ackerfutterbau/dauergruenland/>.

Abgerufen am 28.05.2018

PETERS, T., KLUß, C., REINSCH, T., LOGES, R. & TAUBE, F. (2016): Optimiertes Weidemanagement - smart grazing - Vorstellung eines EIP-Projektes zur Entwicklung eines Weidemanagementtools in Zusammenarbeit mit landwirtschaftlichen Praxisbetrieben. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V. Weidetagung Tagungsband. 23-26.

PETERS T., KLUß, C., REINSCH, T., LOGES, R. & TAUBE, F. (2017): Zuwachsdynamik von intensiven Rotationsweiden unter Berücksichtigung unterschiedlicher Standortbedingungen in Schleswig-Holstein. 61. Jahrestagung Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, 219-223.

RATH, J., HERRMANN, A. & HÖPPNER, F. (2005): MaisProg – Abreife und Ernte von Silomais schätzen. *Mais* 3/2005, 94-96.