

## **Einfluss des Schnittzeitpunktes auf Ertrag und Qualität von Futtergräsern**

A. Swieter<sup>1</sup>, B. Ohnmacht<sup>1</sup>, S. Moenickes<sup>2</sup> und J.-M. Greef<sup>1</sup>

<sup>1</sup>JULIUS KÜHN INSTITUT (JKI), INSTITUT FÜR PFLANZENBAU UND BODENKUNDE, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, e-mail: anita.swieter@jki.bund.de

<sup>2</sup>TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUSCHWEIG, INSTITUT FÜR GEOÖKOLOGIE

### **1. Einleitung und Problemstellung**

Neben Mais wird auch Gras als geeigneter Rohstoff zur Erzeugung von Biogas eingesetzt. Besonders auf Marginalstandorten, aber auch durch die Beschränkung der Maissilagevergärung in Biogasanlagen durch das Erneuerbar-Energien-Gesetz (EEG), gewinnt Gras als Biogaslieferant an Bedeutung. Mit dem Projekt „Entwicklung der Produktlinie Futterpflanzen als Biomasselieferant – Züchtung, Schnittzeitpunkt, Nutzungssystem, Konservierung und Einsatz von Futtergräsern in der Biogasproduktion“ soll in vier Teilprojekten die gesamte Produktlinie von der Züchtung bis zur Fermentation abgedeckt und die Gewinnung von Biogas aus Futtergräsern optimiert werden. Im Teilprojekt „Züchtung“ werden dafür leistungsfähige Experimentalhybride von Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne*) entwickelt. Im Teilprojekt „Nutzungssystem“ soll geprüft werden, inwieweit der Faktoreinsatz N-Düngung und Schnitzzahl beim Anbau verschiedener Futtergrasarten und -sorten reduziert werden kann. In einem weiteren Teil wird der Biogasertrag ausgewählter Grasarten und -sorten ermittelt und untersucht, ob dieser durch den Zusatz angepasster Mikroorganismen erhöht werden kann.

Im Teilprojekt „Schnittzeitpunkt“ soll für eine maximale Gasausbeute für verschiedene *Lolium perenne*-Sorten mit unterschiedlichen Reifezeiten, einschließlich der Hybriden, der optimale Schnittzeitpunkt ermittelt werden. Dazu soll ein Modell für die Ertrags- und Qualitätsentwicklung dieser Sorten entwickelt werden, das auch die entscheidenden Standorteigenschaften berücksichtigt. Für die Modellparametrisierung wurde im Rahmen dieses Teilprojekts ein Zeitreihenernterversuch angelegt, in dem die sortenspezifische Ertrags- und Inhaltsstoffentwicklung an unterschiedlichen Standorten untersucht wird. Anhand der Versuchsergebnisse soll zum einen geklärt werden, ob sich die Sorten in ihrer Entwicklung unterscheiden und zum anderen, ob sich eine Unterscheidbarkeit ggf. auch im Modell widerspiegelt.

### **2. Material und Methoden**

Der Zeitreihenernterversuch wurde 2010 mit acht *Lolium perenne*-Sorten in Braunschweig und an den Züchterstandorten Asendorf, Malchow und Steinach mit den Hauptnutzungsjahren 2011 und 2012 angelegt. Die Sorten unterscheiden sich in der Reifezeit um maximal 22 Tage (Tab. 1). Die Zeitreihenernten 2011 erfassten den ersten Schnitt in der Zeit vom 26.04. bis 10.06. und den dritten Schnitt in der Zeit vom 30.07. bis 02.09. mit je zehn Ernteterminen im Abstand von fünf bzw. vier Tagen. Der Versuch wurde als randomisierte Blockanlage mit zwei Wiederholungen angelegt. An jedem Erntetermin wurden das Entwicklungsstadium jeder Sorte nach der BBCH-Skala (MEIER, 1997) und der Mean Stage by Count-Methode (MOORE *et al.*, 1991), die Ertragsdaten (Frischmasse, Trockenmasse, Trockensubstanz) und die Qualitätsmerkmale (Rohprotein, Rohfaser, Zucker, enzymlösliche organische Substanz,

Rohasche) mit einem Nahinfrarot-Spektrometer (Modell 5000, Foss GmbH, Hamburg, Germany) ermittelt. Zusätzlich wurden an jedem Standort Wetterdaten (Tagesmitteltemperatur, Niederschlag, Bodenfeuchte) erhoben.

An die Ertragsdaten der Zeitreihenernte zum ersten Schnitt 2011 wurde mit dem Programm Matlab 2011b (Mathworks®, Natick, USA) ein logistisches Wachstumsmodell angepasst, das die zeitliche Änderung des Ertrags  $y$  [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ] mit der Wachstumsrate  $r_{\max}$  [ $\text{d}^{-1}$ ] und dem standortbezogenen Ertragsmaximum  $y_{\max}$  [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ] beschreibt. Zur besseren Sorten- und Standortdifferenzierung wurde es um eine Temperaturresponse  $\phi_{\text{Temp}}$  und eine Bodenfeuchteresponse  $\phi_{\text{BF}}$  erweitert:  $dy/dt=r_{\max}*\phi_{\text{Temp}}*\phi_{\text{BF}}*y*(1-y/y_{\max})$ . Die glockenförmige Temperaturresponse nach Oneill (KRENEK *et al.*, 2011) berücksichtigt die Optimumstemperatur  $T_{\text{opt}}$  und den Temperaturkoeffizienten  $Q_{10}$ . Als Bodenfeuchteresponse wurde eine Weibull-Verteilung mit einer kritischen Bodenfeuchte angenommen.

Als sortenspezifische Parameter wurden die Wachstumsrate  $r_{\max}$  und der Temperaturkoeffizient  $Q_{10}$  mit dem lokalen Optimierungsalgorithmus in Matlab angepasst. Die optimale Wachstumstemperatur  $T_{\text{opt}}$  wurde nach Erfahrungswerten für die frühen, mittleren und späten Sorten festgelegt. Die weiteren Parameter sind für alle Sorten identisch.

Tab. 1: *Lolium perenne*-Sorten im Zeitreihenernteversuch, ihre Reifezeit, die im Modell festgelegte optimale Wachstumstemperatur  $T_{\text{opt}}$  sowie die vom Wachstumsmodell angepassten Parameter  $r_{\max}$  (Wachstumsrate) und  $Q_{10}$  (Temperaturkoeffizient).

Sorte	Ährenschieben* [Tage nach 1.4.]	$T_{\text{opt}}$ [°C]	$r_{\max}$ [ $\text{d}^{-1}$ ]	$Q_{10}$ [°C <sup>-1</sup> ]
Lipresso	41	16	0,14±0,01	2,14±0,38
Abersilo	46	16	0,14±0,01	1,86±0,37
Aubisque	50	17	0,17±0,00	2,45±0,13
Respect	51	17	0,19±0,01	2,98±0,20
Fennema	52	17	0,18±0,01	2,67±0,19
Bargala	52	17	0,18±0,01	2,87±0,19
Aberavon	59	18	0,18±0,01	2,58±0,18
Sponsor	63	18	0,19±0,01	2,86±0,13

\* BSA (2009)

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Die spezifische Entwicklung der acht *Lolium perenne*-Sorten verlief am Standort Braunschweig zu Beginn des ersten Aufwuchses ähnlich, im Laufe der Zeitreihenernte wiesen die Sorten jedoch sehr unterschiedliche Entwicklungsstadien auf, wobei sich besonders die frühen Sorten Lipresso und Abersilo von den späteren Sorten Sponsor, Aberavon und Bargala abhoben (Abb. 1).

Bei der Trockenmasse zeigte die sortenspezifische Ertragsentwicklung während des ersten Aufwuchses ebenfalls zunehmende Unterschiede (Abb. 1), deren statistische Signifikanz auf Grund des geringen Stichprobenumfangs jedoch nicht ermittelt werden konnte. Sortenunterschiede, vor allem zwischen frühen und späten Sorten, zeigten sich jedoch im unterschiedlichen Erreichen bzw. Überschreiten des Ertragsmaximums während der Zeitreihenernte.

Bei der Inhaltsstoffentwicklung nahm bei den frühen Sorten der Rohproteingehalt schneller ab als bei den späten Sorten. Umgekehrt stieg bei den frühen Sorten der

Rohfasergehalt schneller an (Abb. 1). Dies deutet ebenfalls auf eine Unterscheidbarkeit, besonders der frühen von den späten Sorten hin.

Das erweiterte Wachstumsmodell konnte für alle Versuchsstandorte und Sorten gut an die beobachteten Trockenmasseerträge des ersten Aufwuchses angepasst werden (Abb. 2). Das Bestimmtheitsmaß des Modells  $R^2$  betrug im Mittel über die Sorten 0,99. Die Unterschiede in der Ertragsentwicklung zwischen frühen und späten Sorten wurden auch vom Modell durch tendenziell von den frühen zu den späten Sorten ansteigende Wachstumsraten bzw. Temperaturresponsen wiedergegeben (Tab. 1). Außerdem zeigte sich in der Ertragsentwicklung aller Sorten eine Differenzierung des Standortes Steinach (Niederbayern/ Donauebene) von den anderen im norddeutschen Tiefland gelegenen Standorten.

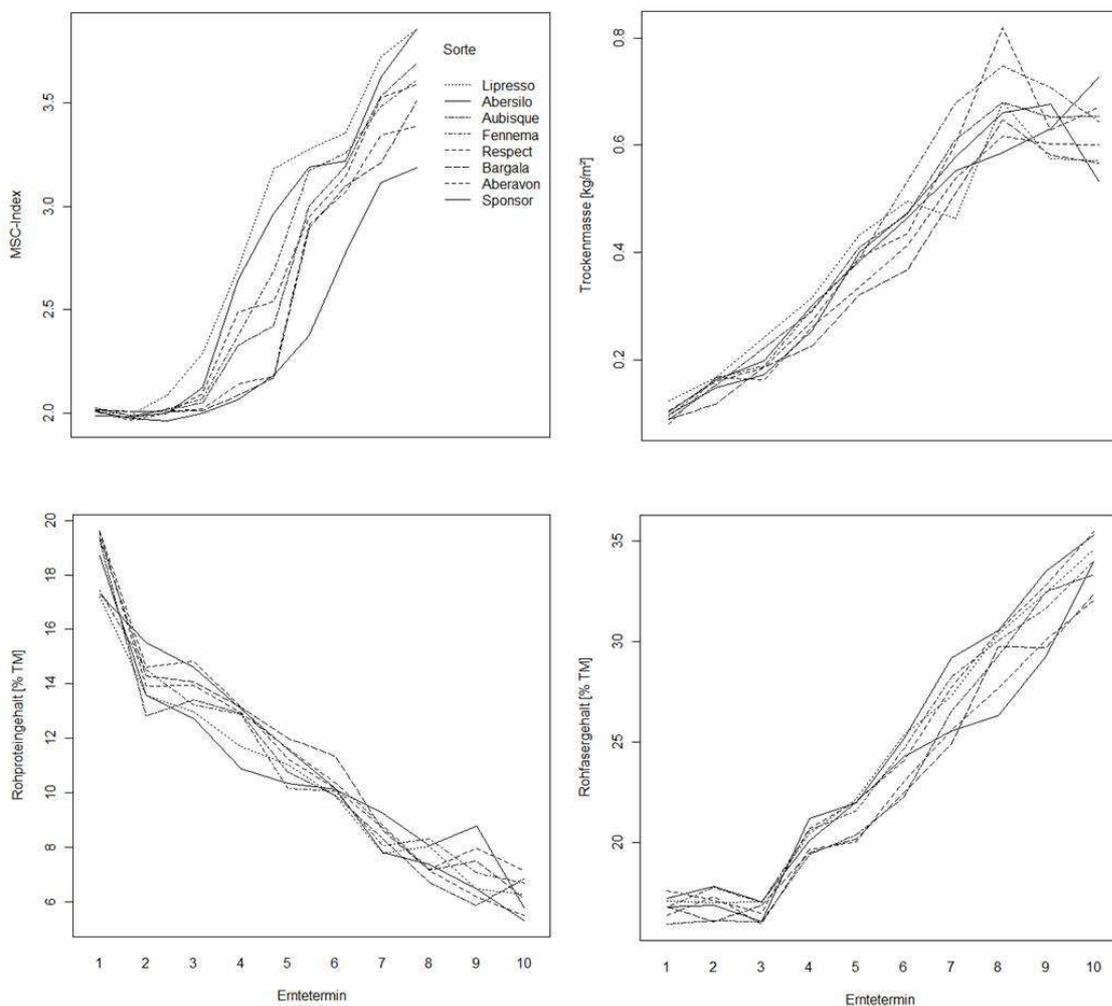


Abb. 1: Entwicklung des Mean Stage by Count (MSC)-Index (oben links), der Trockenmasseerträge (oben rechts) und der Inhaltsstoffe Rohprotein und Rohfaser (unten) der *Lolium perenne*-Sorten am Standort Braunschweig während des ersten Aufwuchses 2011 (Mittelwerte). Die Ernte erfolgte in einem Intervall von 5 Tagen ab dem 26.04.2011.

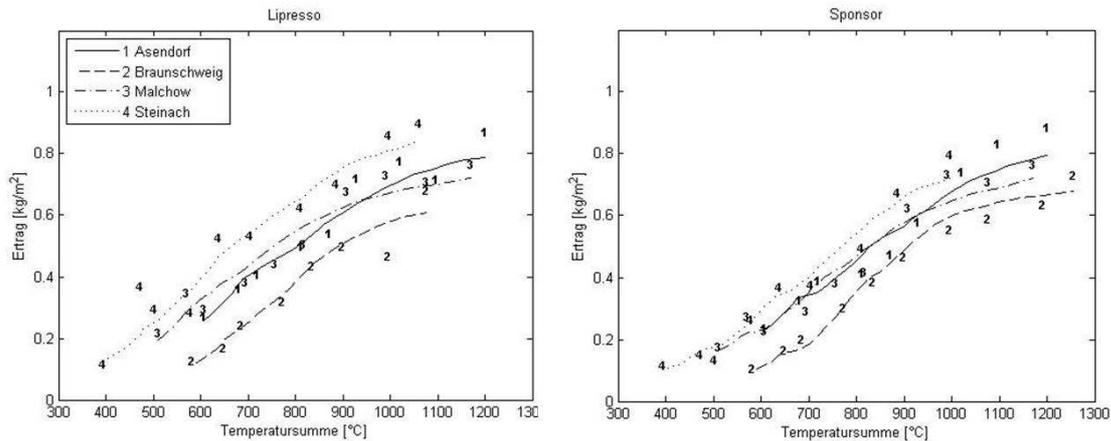


Abb. 2: Trockenmasseerträge und modellierte Ertragsentwicklung der frühen Sorten Lipresso und der späten Sorte Sponsor an den vier Versuchsstandorten über die Temperatursumme seit dem 01.01.2011.

#### 4. Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Ergebnisse des ersten Versuchsjahres zeigen, dass mit dem beschriebenen Wachstumsmodell eine gute Anpassung an die Ertragsdaten von *Lolium perenne*-Sorten mit unterschiedlicher Reifezeit erzielt werden kann. Es kann somit zur Sortendifferenzierung und Ermittlung sortenspezifischer Schnittzeitpunkte für eine optimale Biogasausbeute beitragen. Mit weiteren Datensätzen soll das Wachstumsmodell validiert und optimiert werden. Des Weiteren soll mit dem Modell eine Anpassung an die beobachtete Inhaltsstoffentwicklung wie Rohprotein- und Rohfasergehalt erfolgen.

Die Biogasausbeute von Futtergras liegt nach vorläufigen Ergebnissen aus dem Jahr 2011 aus dem Teilprojekt „Nutzungssystem“ bei ca. 380 l<sub>N</sub> Methan/kg oTS. Inwieweit neben einem optimierten Schnittzeitpunkt auch durch verbesserte Futtergrassorten und die Zugabe von grasspezifischen Mikroorganismen der Biogasertrag erhöht werden kann, werden die Ergebnisse der anderen Teilprojekte bis zum Ende der Projektlaufzeit 2013 zeigen. Ob eine im Versuchsjahr 2011 beobachtete Hemmung der Vergärung durch hohe Proteingehalte im kontinuierlichen Fermenter durch pflanzenbauliche Maßnahmen bzw. Sortenauswahl reduziert werden kann, könnte Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

#### 5. Dank

Wir danken den Kooperationspartnern EuroGrass Breeding GmbH & Co. KG, Norddeutsche Pflanzenzucht H.-G. Lembke KG und Saatzucht Steinach GmbH für die Bereitstellung der Versuchsdaten und des Probenmaterials. Das Forschungsvorhaben wurde vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. und der Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung e.V. (GFP) gefördert (Förderkennzeichen: FNR 22016209).

## Literatur

- BSA (2009): Beschreibende Sortenliste 2009-Futtergräser, Espargette, Klee, Luzerne. *Bundessortenamt* (Hrsg.), Hannover.
- KRENEK, S., BERENDONK, T.U. und PETZOLDT, T. (2011): Thermal performance curves of *paramecium caudatum*: A model selection approach. *Eur. J. Protistol.* 47, 124-137
- MEIER, U. (Ed.) (1997): BBCH-Monograph. Growth Stages of plants. *Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin, Wien*, 622 p.
- MOORE, K.J., MOSER, L.E., VOGEL, K.P., WALLER, S.S., JOHNSON, B.E. und PEDERSEN, J.F. (1991): Describing and quantifying growth stages of perennial forage grasses. *Agron. J.* 83, 1073-1077.