

Volker Carsten Hammen und Detlef Ehlert, Potsdam-Bornim

# Online-Ertragsmessung in Klee gras mit dem Pendulum Meter

Als Beitrag zur teilflächenspezifischen Bewirtschaftung ist für die kostengünstige Bestimmung der Pflanzenmasse in stehenden Halmkulturen ein mechanischer Sensor (Pendulum Meter) entwickelt worden. Zur Optimierung des Gerätes unter den speziellen Bedingungen eines Klee grasgemisches wurden relevante Einstellungsparameter dieses Sensors und die erzielte Messgenauigkeit ermittelt. Das Bestimmtheitsmaß des funktionellen Zusammenhangs von Ausschlagwinkel und Pflanzenaufwuchs ist für alle getesteten Parametereinstellungen mit Werten um 0,95 als gut einzuschätzen. Alle untersuchten Parametervarianten erreichten eine Standardabweichung von weniger als 1 Grad und einen Variationskoeffizienten unter 3%.

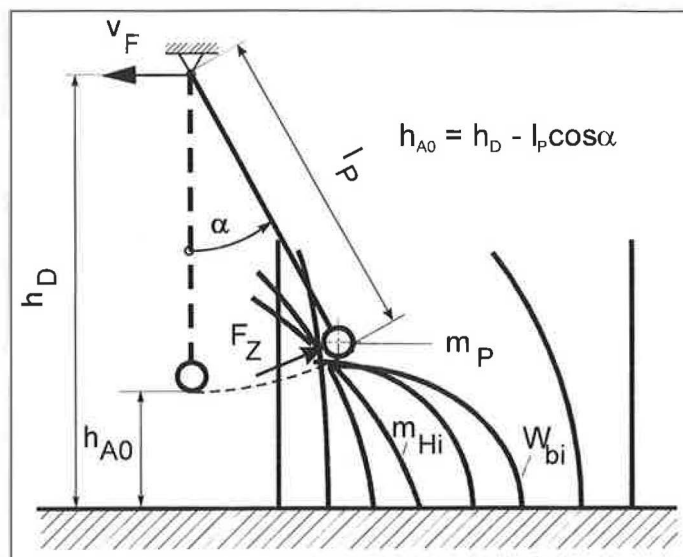


Bild 1: Bestimmung der Pflanzenmasse durch bewegtes Pendel

Fig. 1: Determining plant mass by moved pendulum

Zur Ermittlung des Frisch- und Trockenmasseertrages wurden von Gonzalez [1] durch Ermitteln der Pflanzhöhe und der elektrischen Leitfähigkeit sowie von Castle [2], Virkajärvi [3] und Scrivner [4] durch scheiben- und plattenförmige Messgeräte Versuche durchgeführt. Nachteile dieser diskontinuierlichen Methoden sind der hohe Zeit- und Arbeitsaufwand für das Erfassen großer Flächen.

Als kontinuierlich arbeitender Sensor ist das vorgestellte Pendulum Meter in der Lage, den Grasertrag und die räumliche Verteilung des Ertrages auf einem Feld mit wenig Aufwand an Kosten und Arbeitszeit zu ermitteln. Die räumliche Verteilung des Gras-

ertrages enthält wichtige Informationen, die für ein besseres Management und für den Schutz der Umwelt genutzt werden können.

## Material und Methoden

Beim horizontalen Bewegen eines pendelnd aufgehängten zylindrischen Körpers durch einen stehenden Pflanzenbestand (Bild 1) wird der Auslenkwinkel  $\alpha$  von den Parametern Drehpunkthöhe  $h_D$ , Pendellänge  $l_P$ , Pendelmasse  $m_P$ , Fahrgeschwindigkeit  $v_F$ , Halmmasse  $m_{Hi}$  (einschließlich der Massenträgheit), Widerstandsmoment  $W_{bi}$  der Sten-

Fortsetzung auf Seite 163

Dipl.-Ing. agr. Volker Carsten Hammen ist Doktorand und Dr.-Ing. Detlef Ehlert Abteilungsleiter der Abteilung „Technik im Pflanzenbau“ am Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam (Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr. Ing. J. Zaske), e-mail: dehlert@atb.potsdam.de

## Schlüsselwörter

Pflanzenmasse, Sensor, teilflächenspezifische Bewirtschaftung

## Keywords

Biomass, sensor, site-specific farming

Tab. 1: Bestimmtheitsmaße und Variationskoeffizienten für die Pendelvarianten

Table 1: Coefficients of determination and variation for pendulum

$h_{A0}$	$m_P$	$h_D$					
		0,3 m	0,4 m	0,5 m	0,6 m	0,7 m	0,8 m
0,1 m	1 kg	0,95 <sup>1)</sup>	0,95 <sup>1)</sup>	0,96 <sup>1)</sup>	0,96 <sup>1)</sup>	0,96 <sup>1)</sup>	0,96 <sup>1)</sup>
		0,98 <sup>2)</sup>	0,98 <sup>2)</sup>	0,99 <sup>2)</sup>	0,98 <sup>2)</sup>	0,98 <sup>2)</sup>	0,98 <sup>2)</sup>
		1,55 <sup>3)</sup>	0,86 <sup>3)</sup>	2,23 <sup>3)</sup>	1,92 <sup>3)</sup>	1,57 <sup>3)</sup>	1,25 <sup>3)</sup>
0,1 m	2 kg	-	-	0,96 <sup>1)</sup>	-	-	-
		-	-	0,98 <sup>2)</sup>	-	-	-
		-	-	1,57 <sup>3)</sup>	-	-	-
0,1 m	3 kg	-	-	0,96 <sup>1)</sup>	-	-	-
		-	-	0,98 <sup>2)</sup>	-	-	-
		-	-	1,32 <sup>3)</sup>	-	-	-
0,2 m	1 kg	-	0,98 <sup>1)</sup>	0,97 <sup>1)</sup>	0,98 <sup>1)</sup>	0,98 <sup>1)</sup>	0,98 <sup>1)</sup>
		-	0,98 <sup>2)</sup>	0,98 <sup>2)</sup>	0,98 <sup>2)</sup>	0,98 <sup>2)</sup>	0,98 <sup>2)</sup>
		-	1,86 <sup>3)</sup>	3,80 <sup>3)</sup>	3,57 <sup>3)</sup>	2,59 <sup>3)</sup>	2,20 <sup>3)</sup>

1) Bestimmtheitsmaß linearer Regressionsansatz, 2) Bestimmtheitsmaß Polynom 2. Grades, 3) Variationskoeffizient in %; - nicht untersuchte Variante

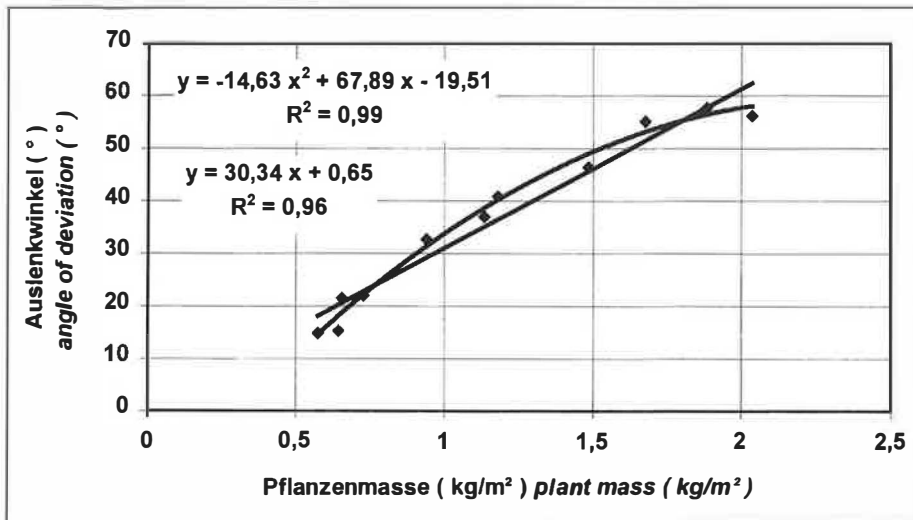


Bild 2: Beispiel für die Abhängigkeit des Auslenkwinkels von der Pflanzenmasse ( $h_D = 0,5\text{ m}$ ,  $m_P = 1\text{ kg}$ ;  $h_{A0} = 0,1\text{ m}$ )

Fig 2: Example of dependency of deviation angle from plant mass ( $h_D = 0,5\text{ m}$ ,  $m_P = 1\text{ kg}$ ;  $h_{A0} = 0,1\text{ m}$ )

gel, Reibung und Anzahl der berührten Pflanzen bestimmt.

Durch die Möglichkeit, die Konstruktionsparameter  $h_D$ ,  $l_P$ ,  $m_P$  und  $v_F$  während der Messung nahezu konstant zu halten, wird der Auslenkwinkel  $\alpha$  ausschließlich von den Pflanzenparametern  $m_{Hi}$ ,  $W_{bi}$ , Reibung und Anzahl der Stengel bestimmt.

Die Versuche zur Optimierung der Sensorparameter  $h_D$ ,  $l_P$ ,  $m_P$  in grasartigen Beständen erfolgten 1998 auf dem Berliner Stadtgut Wanzdorf in einem Gemisch mit Rotklee und Welschen Weidelgras im vierten Schnitt. Dazu wurde ein  $60 \cdot 1\text{ m}$  großer Streifen mit unterschiedlicher Aufwuchsmasse in zwölf Parzellen von je  $5\text{ m}$  unterteilt und in der jeweiligen Parametereinstellung bei fünf Wiederholungen abgetastet. Der zylindrische Abtastkörper bestand aus einem Kunststoffrohr mit einem Durchmesser von  $46\text{ mm}$  und einer Länge von  $1\text{ m}$  und war durch ein Kupferrohr mit dem Drehpunkt verbunden. Ein leichter vierrädriger Geräteträger trug das Pendulum Meter, einen Geschwindigkeitssensor, einen Parzellenmarkierer, Batterien, Messelektronik und einen Laptop.

Während der Überfahrten erfolgte parzellenbezogen bei einer Geschwindigkeit von  $2,5\text{ m/s}$  das Messen der Auslenkwinkels (Messfrequenz  $75\text{ Hz}$ ). Zur Aufwuchsermittlung wurden die Parzellen mit einem Balkenmäher kurz über dem Erdboden abgemäht und die Frischmassen durch Wägung ermittelt.

### Ergebnisse

Das Bestimmtheitsmaß der errechneten Beziehungen zwischen den Auslenkwinkeln und der Aufwuchsmasse für alle untersuch-

ten Einstellungen ist mit Werten um  $0,95$  als hoch einzuschätzen, der Unterschied zwischen der linearen und der quadratischen Regressionsrechnung hinsichtlich des Bestimmtheitsmaßes als gering (Bild 2, Tab. 1). Die errechneten mittleren Standardabweichungen aus den Wiederholungen für die zwölf Parzellen der untersuchten Parametereinstellungen betragen  $0,4$  bis  $1,0$  Grad. Eine steigende Auflagemasse verringerte geringfügig den Variationskoeffizienten, während die anderen Parametereinstellungen keinen eindeutigen Effekt zeigen.

Der Variationskoeffizient als das Verhältnis der mittleren Standardabweichung zum entsprechenden durchschnittlichen Auslenkwinkel ist mit Werten zwischen  $0,86\%$  und  $3,8\%$  als gering für Messungen bei Pflanzenparametern zu bewerten. Der Einfluss der Pendeleinstellungen wird hier besser sichtbar. Eine geringe Abtasthöhe und große Pendelmass verringern den Variationskoeffizienten, während klarer ein Einfluss der Drehpunkthöhe nicht erkennbar ist.

Zusammenfassend kann eingeschätzt werden, dass alle untersuchten Pendelparameter mit ihren entsprechenden Kalibrierkurven geeignet sind, um die Masseverteilung des Aufwuchses auf einem Schlag zu messen. Mit diesem Ergebnis wird deutlich, dass die Forderung nach dem Einhalten eng begrenzter optimaler Pendelparameter nicht erfüllt werden muss. Der technische und personelle Aufwand zur Messwertgewinnung ist relativ gering. Die anschließende Ergebnisdarstellung in einem geografischen Informationssystem bietet die Möglichkeit der Heterogenitätsbewertung des Schlages als Grundlage für eine teilflächenspezifische Bewirtschaftung.

### Literatur

- [1] Gonzalez, M.A., M.A.Hussey und B.E. Conrad: Plant Height, Disc and Capacitance Meters Used to Estimate Bermudagrass Herbage Mass. *Agronomy Journal* 82 (1990), S. 861 – 864
- [2] Castle, M.E.: A simple disc instrument for estimating herbage yield. *Journal of the British Grassland Society* 31(1976), S. 37 – 40
- [3] Virkajärvi, P. und K. Matilainen: Predicting herbage mass of Phleum pratense L. pastures with a disc meter. *Agricultural Science in Finland* 4 (1994), S. 397 – 405
- [4] Scrivner, J.H., D.M. Center and M.B. Jones: A rising plate meter for estimating production and utilization. *Journal of Range Management* 39 (1986), no. 5, S. 475 – 477

## NEUE BÜCHER

### Ein Verfahren zur Abstimmung der Streueinstellung auf die Mineräldüngersorte

Von Kurt Heppler. VDI-MEG-Schrift 324. Vertrieb: Institut für Agrartechnik (440), Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart. 1998, 111 S., 80 Abb., 37 Tab., 40 DM.

Voraussetzung für eine sachgerechte Ausbringung von Mineräldünger ist, dass die Streugeräte die Dünger exakt dosieren und über der Arbeitsbreite gleichmäßig verteilen. Aufgrund unterschiedlicher physikalischer Eigenschaften, selbst bei identischen Nährstoffgehalten, haben Mineräldünger bei den eingesetzten Streugeräten unterschiedliches Dosier- und Streuverhalten. Die Streugeräte müssen deshalb auf die Mineräldüngersorte justiert werden, um oben genannte Voraussetzungen zu erfüllen. Es wurden Prüfmethoden entwickelt, mit denen der Dünger vor Ort auf sein Dosier- und Streuverhalten untersucht werden kann. Die Ergebnisse dieser Prüfmethoden geben direkt Auskunft auf die optimale Streueinstellung. Das Verfahren wurde für fünf Serienstreuer entwickelt und verifiziert. Aufgrund der Ergebnisse ist eine Allgemeingültigkeit für alle Schleuderscheibenstreuer zu erwarten. Abschließend werden Möglichkeiten diskutiert, das Messverfahren im Ablauf zu automatisieren.

### Satellitengestützte Arbeitszeiterfassung und Ertragsermittlung in Rundballenpressen

Von Karl Wild. VDI-MEG-Schrift 325. Vertrieb: Institut für Landtechnik der TUM, Am Staudengarten 2, 85350 Freising-Weihenstephan. 1998, 250 S., 95 Abb., 24 Tab., 35 DM  
Eine Rundballenpresse wurde mit Sensorik und Erfassungstechnik zur automatisierten Ermittlung von Arbeitszeiten und lokalen Ertragsdaten ausgestattet. Kernstück bildeten GPS-Empfänger zur Ortung und Zeitmessung. Ihre Eignung für diese Aufgaben wurde überprüft. Zur finalen und kausalen Arbeitszeitanalyse wurde ein Computerprogramm entwickelt und die erzielbare Genauigkeit festgestellt. Die Ermittlung der Erträge erfolgte über dynamische Wägungen des Erntegutes in der Presskammer der Ballenpresse. Untersucht wurden Haupteinflussfaktoren auf die Gewichtsermittlung und geeignete Kompensationsmöglichkeiten. Auf Basis der Gewichts- und Positionsdaten konnten für eine Wiese Ertragskarten angelegt werden.