

## Eignung von Methoden zur Ermittlung des Massenaufwuchses von Grünland am Beispiel eines ökologischen Milchviehbetriebes

M. Ohm, J. Felix, M. Schüler, H.M. Paulsen, G. Rahmann  
Thünen-Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst

### 1. Einleitung

Grünland erfüllt wichtige ökologische Funktionen und ist ein bedeutungsvoller Bestandteil unserer Agrarlandschaft. Über die Rolle von Grünland für innerbetriebliche Nährstoffflüsse ist allerdings wenig bekannt. Ein Grund dafür ist, dass die Ermittlung der grünlandbezogenen Massenflüsse eine Herausforderung aufstellt, insbesondere bei Weidenutzung. Zur Bestimmung der Futtermenge auf der Weide müssen der Ertrag bei Auftrieb und Abtrieb der Tiere und der Zuwachs während der Beweidung bestimmt werden. In der vorliegenden Arbeit werden Möglichkeiten aufgezeigt, grünlandbezogene Erträge zu ermitteln und diese miteinander vergleichen. Als Techniken wurden ein Höhenmessgerät sowie direkte Schnittproben eingesetzt. Zur Bestimmung der Grünlanderträge bei Beweidung wurde ein Verfahren ohne Weidekörbe eingesetzt. Dabei dienen umliegende nicht beweidete Flächen analog zum Weidekäfig als Referenz für den Aufwuchs der nicht beweideten Fläche. Die Ertragsbestimmungen sind zum einen Grundlage für verbesserte Entscheidungen bezüglich des Grünlandmanagements. Zum anderen werden die Ertragsdaten für die Berechnung von Stoffströmen auf innerbetrieblicher Basis benötigt. Mit Hilfe von Stoffflussmodellen lassen sich dann Optimierungsmöglichkeiten aufzeigen (Steinshamm et al., 2004).

### 2. Material und Methoden

#### 2.1 Versuchsstandort

Die Versuche wurden auf den Versuchsflächen des Thünen-Institutes in Trenthorst (Schleswig-Holstein, 53°46'N, 10°30'N; 10-43 m ü. NN) durchgeführt. Der mittlere Jahresniederschlag liegt bei 706 mm und die mittlere Jahrestemperatur bei 8,8 °C (1978-2007). Im Jahr 2012 betrug der Niederschlag 536,7 mm, das sind 34 % weniger als im langjährigen Mittel. Insbesondere das Frühjahr war relativ trocken (Abb. 1).

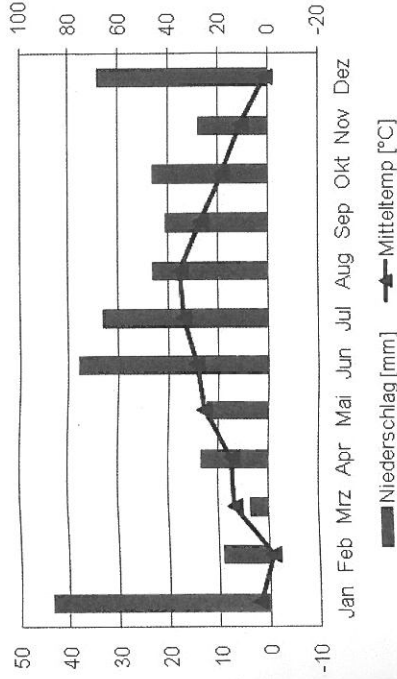


Abb. 1: Mittlere monatliche Temperatur und Niederschlag in Lübeck, Blankensee 2012 (Daten: DWD)

Die knapp 600 ha Versuchsflächen werden seit 2001 ökologisch bewirtschaftet. Die Bodentypen sind Pseudogley, Braunerden und Parabraunerden und die Bodenart sandiger Lehm bis toniger Lehm bei durchschnittlich 53 Bodenpunkten. Für die 80 Milchkühe (Rotbunte Doppelnutzung und Holstein-Frisian Schwarzbunt) werden 32,7 ha Dauergrünland zur Beweidung genutzt. Die Weidesaison läuft von Ende April bis Anfang Oktober. Die 13 Weideflächen sind durchschnittlich 2,5 ha groß und werden im Rotationsverfahren halbtags (7 h pro Tag) beweidet.

### 2.2 Ertragsermittlung

Die Erträge des Grünlandes wurden direkt durch eine Schnittprobe oder indirekt mit Hilfe eines Höhenmessgerätes (Rising-Platometer, FARMWORKS) bestimmt.

Bei der Messung mit dem Höhenmessgerät wird ein Stab senkrecht auf den Boden abgesetzt. Die daran befestigte bewegliche Platte senkt sich solange auf das Gras, bis der Widerstand des Grases das Plattengewicht trägt. Der Abstand zwischen Boden und Platte wird als Höhenwert ausgegeben. Um aus der Höhenangabe den Trockenmasseertrag ableiten zu können, musste das Gerät auf die spezifischen Weideeigenschaften geeicht werden. Dazu wurden an 396

322

Punkten die Höhe bestimmt (4 Messungen) und dann auf der gleichen Fläche eine Biomasseprobe (0,5 m x 1 m, 1 cm über der Bodenoberfläche) geschnitten. Diese Probe wurde zur Bestimmung der Trockenmasse 24 h bei 60 °C getrocknet.

Die Futteraufnahme pro Beweidung wurde wie folgt berechnet:  
(Auftriebsprobe - Abtriebsprobe) + (tägl. Zuwachsrates x Weidetage)

Zur Bestimmung der Differenz des Biomasseaufwuchses zwischen Auftrieb und Abtrieb wurde der Ertrag an vier GPS-Punkten mit dem Höhenmessgerät und der direkten Schnittprobe ermittelt (Abb. 2, links).

Für die Bestimmung der mittleren täglichen Zuwachsrates wurden benachbarte, temporär unbeweidete Flächen genutzt. Auf diesen wurden wöchentliche Höhenmessungen auf der Gesamtfläche durchgeführt. Hierzu wurden die Flächen im Zick-Zack abgelaufen (Abb. 2, rechts). Dabei wurde alle 10 m die Höhe des Bestandes gemessen und der automatisch ermittelte Mittelwert nach jeder Querstrecke notiert. Pro Fläche gab es etwa sechs Querstreifen mit jeweils 10 bis 20 Einzelmessungen.

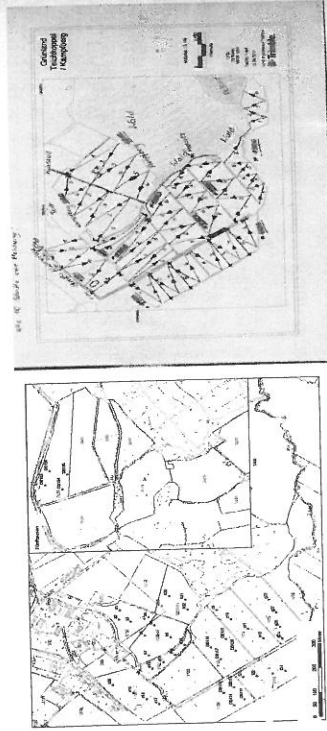


Abb. 2: Messung von vier GPS-Punkten pro Fläche (links) und Ablaufen der Flächen mit Höhenmessgerät (rechts)

### 2.3 Methodenvergleich

Bei 61 Messungen fielen die Ertragsbestimmungsmethoden (4 Punkte Höhenmessgerät und Schnittprobe sowie Höhenmessung der Gesamtfläche) auf  $\pm 1$  Tag. In diesem Fall wurden die Erträge und deren statistische Kennzahlen mitei-

ander verglichen. Der Variationskoeffizient dient dazu, die Streuung der Stichproben mit unterschiedlichen Mittelwerten zu vergleichen. Dazu wird das Verhältnis der Standardabweichung zum Mittelwert in Prozent ausgedrückt. Die Statistik wurde mit Excel 2010 und R 2.15.2 berechnet.

## 3. Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 Kalibrierung

Die Kalibrierung der mit dem Höhenmessgerät bestimmten Höhe (H) mit der Trockenmasse (TM) zeigte einen guten linearen Zusammenhang (Abb. 3). Für die Bedingungen der Versuchsstation ergab sich daraus folgende Funktion:  $TM = 100,41 \times H + 1$  ( $r^2 = 0,7549$ ;  $n = 396$ ). Die Funktion wurde zur Berechnung des Ertrages des Grünlandes mit Hilfe des Höhenmessgerätes genutzt.

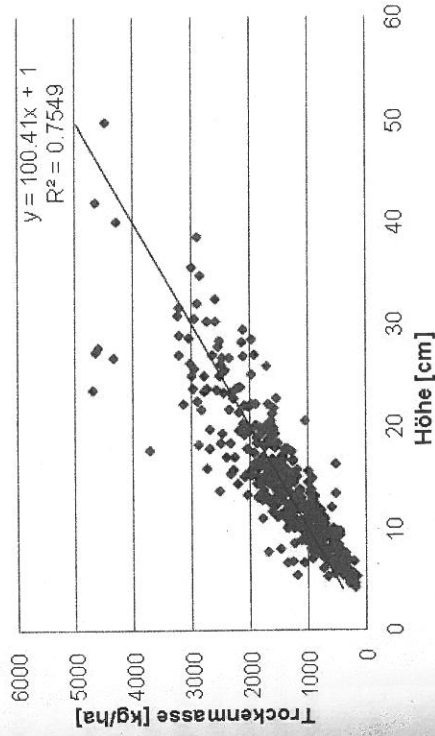


Abb. 3: Kalibrierung der Höhenmessung (H) des Rising-Platemeters [cm] mit der Trockenmasse (TM) [kg/ha],  $n = 396$

### 3.2 Zuwachsrates

Die mittlere tägliche Zuwachsrates zeigte über die Weidesaison hohe Schwankungen (Abb. 4). Ein negativer Wert entsteht, wenn das Gras eine geringere Widerstandskraft gegenüber der Platte hat, als in der Vorwoche. Dies kann durch Trockenheit und Hitze passieren. Die Ertragsmessung am 25.07.2012 wurde am heißesten Tag des Monats (30,3 °C, DWD) durchgeführt.

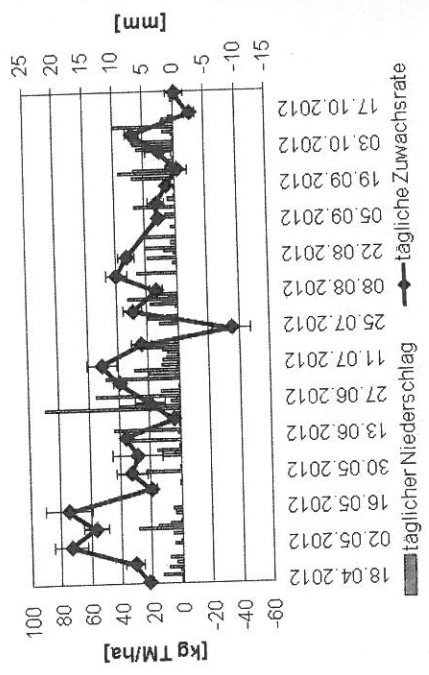


Abb. 4: Mittlere tägliche Zuwachsrate berechnet anhand der wöchentlichen Höhenmessung der benachbarten, unbeweideten Flächen 2012

3.3 Ertragsleistung der Flächen

Es ergaben sich Ertragsleistungen pro Fläche zwischen 3680 kg TM/ha und 5970 kg TM/ha (Abb. 5).

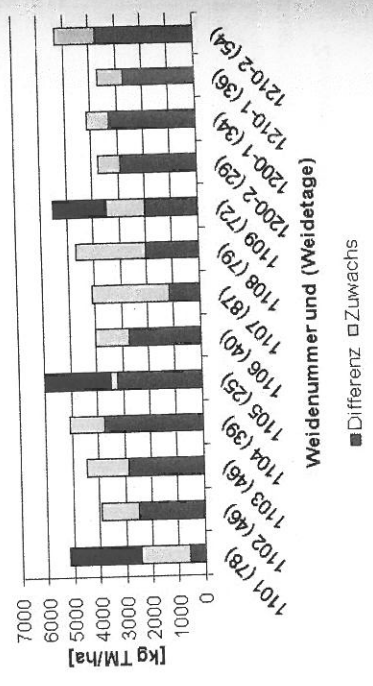


Abb. 5: Gesamtertragsleistungen der Flächen 2012 berechnet aus der Differenz der Auftriebs- und Abtriebsprobe (dunkelgrau), dem täglichen Zuwachs (hellgrau) und der Erträge der Schnittnutzung (schwarz); in Klammern: Anzahl der Weidetage

Die Ertragsleistung der Weide setzt sich aus der gesamten jährlichen Futteraufnahme auf der Weide aus der Differenz der Abtriebs- und Auftriebsproben, dem täglichen Zuwachs an den Weidetagen sowie den Erträgen der Schnittnutzung zusammen (Abb. 5).

Die Ertragsvariation zwischen den Flächen lässt auf Standortunterschiede schließen und kann auf Optimierungspotential beim Weidemanagement hinweisen.

3.4 Methodenvergleich

Die unterschiedlichen Methoden der Ertragsbestimmungen zeigen ähnliche Erträge. Bei der Messung an vier Punkten pro Fläche mit einem Höhenmessgerät ergaben sich im Mittelwert 1543 (± 637) kg TM/ha und die direkte Beerntung durch Schnittprobe ergab einen Mittelwert von 1407 (± 644) kg TM/ha. Im Vergleich zur Schnittprobe ergab die Höhenmessung alle 10 Schritte quer über die Flächen einen um 5,3% niedrigeren Mittelwert von 1333 (± 522) kg TM/ha (Tab. 1). Der zeitliche Aufwand der Ertragsbestimmung variiert zwischen den Methoden stark. Nach der Kalibrierung wurde für die Höhenmessung am wenigsten Zeit pro Fläche benötigt: 7 Minuten bei der Messung von 4 GPS-Punkten, 13 Minuten für das Ablufen der Gesamtfläche im Zick-Zack. Das Schneiden der Biomasse an 4 GPS-Punkten benötigte 20 Minuten pro Fläche. Der zusätzliche Zeitbedarf für die Wiegung und Trocknung wurde nicht einberechnet.

Tab. 1: Kennzahlen der Ertragsbestimmung von Weideflächen mit drei verschiedenen Methoden

Methoden	Mittelw. kg TM/ha	Stabw. kg TM/ha	Min. kg TM/ha	Max. kg TM/ha	Zeitl. Aufwand (min)
4 Punkte Schnitt	1407	644	322	3246	20
4 Punkte Höhe	1543	637	514	3245	7
Gesamtl. Höhe	1333	522	600	2912	13

tion lässt auf Standortunterschiede schließen und kann auf Optimierungspotential beim Weidemanagement hinweisen.

Bei dem Vergleich der verschiedenen Methoden zeigten sich hinsichtlich der Ertragsabschätzungen ähnliche Ergebnisse. Allerdings war die Methode der direkten Schnittprobe sehr zeitintensiv im Gegensatz zur Höhenmessung mit einem kalibrierten Gerät. Beim Vergleich der Ertragsbestimmungen über vier Punkte mit denen über die Gesamtfläche wiesen die über die Fläche ermittelten Werte geringere Variationskoeffizienten auf. Bei der Ertragsbestimmung an lediglich vier Punkten können die Werte, z. B. durch das selektive Weideverhalten der Kühe oder durch heterogene Standortverhältnisse, sehr stark voneinander abweichen. Gerade bei heterogenen Grünlandbeständen ist die Repräsentativität der Ertragsbestimmung bei der Messung mit hoher Frequenz am besten gegeben.

**5. Ausblick: Anwendungsbeispiel**

Die ermittelten Massenflüsse sollen dafür genutzt werden, Nährstoffflüsse vom Grünland in den Stall detailliert in einem gesamtbetrieblichen Stoffflussmodell (Schüler und Paulsen, 2012) darzustellen. Für die Berechnung produktbezogener Umweltwirkungen (z. B. der eines Liters Milch) werden die Flächenleistungen (Abb. 5) auf die Futteraufnahme pro Kuh umgerechnet. Zeigen sich unterschiedliche Futteraufnahmen bei den Flächen, kann dies auf Standortunterschiede und Verbesserungsmöglichkeiten beim Management hinweisen. Sind Weidemanagemententscheidungen ein Faktor, der Flächenleistungen verbessern könnte, lassen sich veränderte Umweltwirkungen mit Hilfe einer Ökobilanz ermitteln (Schüler et al., 2013).

**6. Literaturangaben**

Hoppe T., Weißbach F., Schmidt L., 1995: Kontrolle des Weidemanagements durch Bestandshöhenmessung. VDLUFA Schriftenreihe Bd. 40, 153-160, Kongressband 1995 Garmisch-Partenkirchen, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

**Pflanzliche Produktion**

Um das Streuverhalten der Einzelmessungen zueinander zu vergleichen (vier Punkte bzw. etwa 6 Querstreifen) wurde der Variationskoeffizient genutzt. Die Zick-Zack Höhenmessung zeigte die geringsten Variationskoeffizienten. Die Methode mit Schnittproben an vier Punkten pro Fläche zeigte die höchsten Unterschiede (Abb. 6). Durch das selektive Weideverhalten der Tiere kam es zur heterogenen Biomasseverteilung (Valentine, 2001). Die ließ sich mit der Zick-Zack Messung gut abbilden. Werden lediglich 4 Punkte beprobt, muss große Achtsamkeit auf die Auswahl von repräsentativen Punkten gelegt werden.

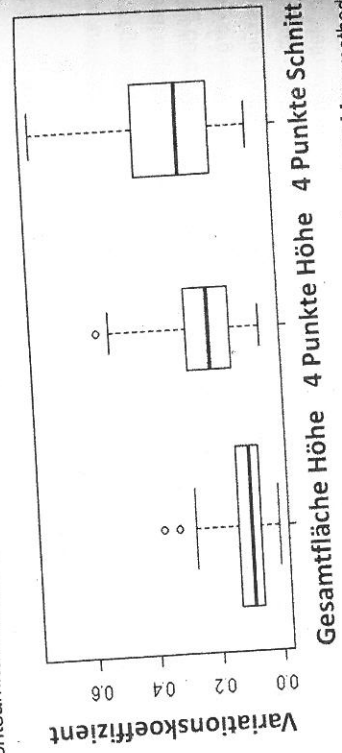


Abb. 6.: Vergleich der Variationskoeffizienten der einzelnen Messmethoden auf den Flächen

**4. Zusammenfassung**

Zwischen der mit dem Höhenmessgerät ermittelten Bestandeshöhe und Trockenmasseertrag bestand auf den ökologisch bewirtschafteten Weideflächen in Trenthorst ein guter linearer Zusammenhang. Das Höhenmessgerät ließ durch die einfache und schnelle Handhabung eine Vielzahl an Ertragsabschätzungen auf mehreren Flächen zu. Es eignete sich daher für die Ermittlung der täglichen Zuwachsraten auf unbeweideten, benachbarten Flächen. Diese Methode wurde statt Messungen in Weidekäfigen für die Ertragsbestimmung eingesetzt. Insgesamt kann die konsequente Anwendung der Höhenmessung hilfreich für die Optimierung des Weidemanagements sein (Hoppe et al., 1995). Diese liefert einen Überblick über die verfügbaren Futtermengen und den Zuwachs für ein angepasstes Weidemanagement.

Die mittleren täglichen Zuwachsraten schwankten über das Jahr stark. Die Ertragsleistungen zwischen den Flächen schwankten über 30 %. Diese Vari-

Schüler, M., Paulsen, H.M., 2012: An LCA based comparison of two different dairy breeds in an organic farm. 2nd Organic Animal Husbandry Conference Hamburg, Trenthorst, 12.-14. September, 2012.

Steinshamn, H., Thuen, E., Bleken, M.A., Brenøe, U.T., Ekerholt, G., Yri, C., 2004: Utilization of nitrogen (N) and phosphorus (P) in an organic dairy farming system in Norway. Agriculture, Ecosystems & Environment 104(3), 509-522.

Schüler, M., Ohm, M., Paulsen, H.M., 2013: Vom Massenfluss zur Ökobilanz – Quantifizierung des Umweltwirkungspotentials von verbessertem Weidemanagement. VDLUFA-Schriftenreihe Bd. 69, Kongressband 2013 Berlin, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Valentine, J.F., 2001: Grazing Management. 2nd Edition, California.

### Danksagung

Ein herzlicher Dank geht an Karina Schuldt und Felix Wolter für die Unterstützung bei der Datenermittlung!

## Agrarmeteorologische Charakterisierung des Bodenwasserhaushaltes am Standort Bernburg-Strenzfeld

M. Schmidt

Deutscher Wetterdienst, Leipzig

### 1. Einleitung

Informationen über den Wasserhaushalt an einem Standort sind ein wichtiges Managementwerkzeug. So wird der Ertrag und damit auch mittelbar der wirtschaftliche Erfolg unter anderem durch die vorherrschende Verdunstung und daraus folgend durch das den Pflanzen zur Verfügung stehende Wasser im Boden maßgeblich mitbestimmt. Genaue Kenntnis über die im Mittel zu erwartende Bodenfeuchte, Versickerung und Verdunstung sind also Grundlage für pflanzenbauliche Planungen und Maßnahmen. So kann zum Beispiel durch eine geeignete Sortenwahl, Variierung agrotechnischer Maßnahmen und Termine oder durch Bewässerungsmaßnahmen ein gewisser Einfluss auf den Bodenwasserhaushalt und damit auf den angestrebten Ertrag genommen werden. Problematisch ist hierbei, dass die Messung der Bodenwasserhaushaltsgrößen nicht ganz trivial oder relativ aufwendig und teuer ist. Flächendeckende lange Messreihen, die den Bodenwasserhaushalt repräsentativ in einer Region oder eines Standortes beschreiben, stehen leider nur für sehr wenige Orte zur Verfügung. Umso dringender erscheint es daher, dass für den Ackerbau- und Forstungsstandort Bernburg-Strenzfeld eine Klimatologie geschaffen wird, die die durchschnittlich zu erwartende Verdunstung, Bodenfeuchte, Versickerung und klimatische Wasserbilanz in den einzelnen Monaten und in den einzelnen Entwicklungsphasen der wichtigsten Markt- und Energiefrüchte charakterisiert.

### 2. Methodik

Die Berechnung des Bodenwasserhaushaltes für den Standort Bernburg-Strenzfeld ab 1961 erfolgte durch das Bodenwasserhaushaltsmodell METVER von Müller (1987). Dieses erprobte und robuste DWD-interne Modell hat den Vorteil, dass lediglich drei Messgrößen des Standortes auf der meteorologischen Seite als Tageswerte vorhanden sein müssen, um Aussagen zur poten-

*Langfassung zu den Kurzfassungen  
der Referate.*



Verband Deutscher Landwirtschaftlicher  
Untersuchungs- und Forschungsanstalten e. V.

# Kongressband 2013 Berlin

Vorträge zum Generalthema:

**Untersuchen, Bewerten, Beraten, Forschen:  
125 Jahre VDLUFA im Dienste  
von Landwirtschaft, Umwelt- und  
Verbraucherschutz**

VDLUFA-Schriftenreihe Band 69/2014  
VDLUFA-Verlag, Darmstadt  
ISBN 978-3-941273-15-3