

Mit Herbometer und *Pasturemeter* die Wuchshöhe von Weiden messen und die Grasmasse schätzen

Fredy Schori

Agroscope, Forschungsgruppe Wiederkäuer, 1725 Posieux, Schweiz

Auskünfte: Fredy Schori, E-Mail: fredy.schori@agroscope.admin.ch

<https://doi.org/10.34776/afs11-46> Publikationsdatum: 13. Februar 2020



Um Weiden optimal zu nutzen, ist es hilfreich, die vorhandene Grasmasse zu schätzen: Messung mit *Pasturemeter*. (Foto: Fredy Schori, Agroscope)

Zusammenfassung

Zur Optimierung der Weideführung bedarf es Wuchshöhenmessungen der Pflanzenbestände bzw. Schätzungen der nutzbaren Grasmasse in Trockensubstanz (TS) pro Fläche. In der vorliegenden Untersuchung wurden die Wuchshöhenmessungen eines Platten-Herbometers und des C-Dax-Pasturemeters zur Schätzung des TS-Grasertrages verglichen. Über mehrere Jahre wurden Messungen auf den Weiden des Schulbauernhofs in Sorens und des Agroscope-Versuchsbetriebs in Posieux vorgenommen. Mit beiden Geräten wurden 521 Wuchshöhenmessungen durchgeführt und bei 329 Messungen die TS-Grasmasse des gemessenen Grasstreifens mitbestimmt. Da der Herbometer im Gegensatz zum *Pasturemeter* den Pflanzenbestand komprimiert, resultieren unterschiedliche

Messwerte bei gleicher Wuchshöhe. Für den Einsatz in der landwirtschaftlichen Praxis wurden deswegen Umrechnungsformeln erarbeitet. Anhand der Herbometer- und *Pasturemeter*-Messwerte kann die TS-Grasmasse der Weiden ähnlich gut geschätzt werden ($R^2 = 0,8$ bzw. $0,77$), allerdings ist der Schätzfehler gross (Reststandardfehler 254 bzw. $272 \text{ kg TS ha}^{-1}$). Eine Differenzierung der Regressionen bezüglich des Standortes oder im Vegetationsverlauf verbesserte die Schätzgenauigkeit der TS-Grasmasse. Hingegen unterschieden sich die Regressionen für die einzelnen Pflanzenbestandstypen nur geringfügig, weshalb von Schätzgleichungen differenziert nach botanischer Zusammensetzung abgesehen wird.

Einleitung

Ein Landschaftsbild mit weidenden Milchkühen wird nicht nur von den Konsumentinnen und Konsumenten gerne gesehen, sondern Weidezugang verbessert auch das Tierwohl (Arnott *et al.* 2017) und die Aufnahme von Frischgras die Milchqualität (O’Callaghan *et al.* 2016). Ökonomische Vorteile entstehen unter anderem, wenn das vorhandene Weidegras effizient genutzt wird (Hanrahan *et al.* 2018). Zur Optimierung der Weideführung und folglich zur effizienten Nutzung der Biomasse bedarf es Messungen zur Wuchshöhe des Pflanzenbestandes oder zur Grasmasse (Beukes *et al.* 2019). Diese Indikatoren dienen zur Entscheidungsfindung bezüglich der Anpassung der Weidefläche, der Zufütterung von Rau- und Kraftfutter sowie der Reihenfolge der zu bestossenden Weideparzellen. Zudem bestehen Empfehlun-



Abb. 1 | Der Platten-Herbometer ermittelt die komprimierte Wuchshöhe von Wiesen und Weiden. (Foto: Fredy Schori, Agroscope)

gen für Umtriebsweidesysteme bezüglich der optimalen Wuchshöhe beim Bestossen der Parzellen sowie für den Parzellenwechsel. Kurzrasenweidesysteme können über durchschnittliche Wuchshöhen geführt werden.

Aktuell bestehen verschiedenste Möglichkeiten zur Messung der Wuchshöhen oder zur Schätzung der Grasmasse von Wiesen und Weiden. Zum Beispiel werden visuelle Methoden, verschiedene Weidemassstäbe, der Doppelmeter, der *Sward Stick* und steigende oder fallende Platten-Herbometer eingesetzt (Campbell und Arnold 1973; Mosimann und Troxler 1999; O’Donovan *et al.* 2002). Die Ergebnisse dieser Methoden bzw. Geräte weisen unterschiedliche Genauigkeiten auf (O’Donovan *et al.* 2002) und hängen oft von den ausführenden Personen ab (Earle und McGowan 1979). Zudem sind die Messungen arbeitsaufwendig, besonders für Betriebe mit grossen Weideflächen. Es existieren Geräte, die durch Fahrzeuge gezogen werden. Sie reduzieren den Arbeitsaufwand für die Messung der Wuchshöhe bzw. für die Schätzung der Grasmasse wesentlich, und die Messungen werden kaum durch den Fahrer beeinflusst. Ziel der Untersuchung war, die gemessenen Wuchshöhen zwischen einem Platten-Herbometer (*Rising Plate Meter*, HM) und dem *C-Dax-Pasturemeter* (PM) zu vergleichen. Des Weiteren wurden Schätzgleichungen für die Grasmasse mit beiden Geräten erstellt und einander gegenübergestellt. Schliesslich wurde der Einfluss der Faktoren Standort, Jahreszeit und botanische Zusammensetzung auf die Schätzung der Grasmasse ermittelt.

Material und Methoden

Von 2011 bis 2013 wurden während der Vegetationsperiode Messungen auf den Weiden des Schulbauernhof in Sorens (820 m ü. M., biologisch bewirtschaftet) durchgeführt. Zusätzlich wurden Messungen während der Jahre 2014 und 2015 auf den Weiden des Agroscope-Versuchsbetriebs in Posieux (640 m ü. M., bewirtschaftet gemäss ökologischem Leistungsnachweis) vorgenommen. Insgesamt besteht der Datensatz aus 521 Wuchshöhenmessungen exklusiv Ausreisser, aufgeteilt in 192 Messungen von Weideparzellen-Diagonalen und 329 Messungen von Grasstreifen. Von 2012 bis 2015 wurden während der Vegetationsperiode im Abstand von einer Woche bzw. zwei Wochen vier Grasstreifen der Weideparzellen geschnitten. Die vier verschiedenen Grasstreifen sollten den Wuchsbereich zwischen 40 bis 160 mm möglichst gut abdecken. Vor und nach dem Schnitt mit einem Motormäher, Mähbalkenbreite 1 m, wurden die

Tab. 1 | Anzahl bestimmter Pflanzenbestandstypen der geschnittenen Grasstreifen.

Standort	DF	A	AR	G	GR	Total
Posieux	5	56	31	17	65	174
Sorens	17	20	1	54	5	97
Total	22	76	32	71	70	271

DF: >50 % Kräuter, vor allem feinblättrige Kräuter

A: 50–70 % Gräser, weniger als die Hälfte der Gräser sind Raigräser

AR: 50–70 % Gräser, mehr als die Hälfte der Gräser sind Raigräser

G: >70 % Gräser, weniger als die Hälfte der Gräser sind Raigräser

GR: >70 % Gräser, mehr als die Hälfte der Gräser sind Raigräser

Wuchshöhen der Grasstreifen gemessen. Die Messungen der Wuchshöhe wurden nacheinander mit dem HM (Jenquip, Feilding, NZ, 1 Herbometereinheit [HE] entspricht 0,5 cm, Abb. 1) und dem PM (C-DAX Ltd., Palmerston, North, NZ, Einheit: mm, Abb. 2) ausgeführt. Der PM wird auf zwei Stahlkufen durch ein Quad über die zu messende Fläche mit bis zu 20 km h⁻¹ gezogen. Im hinteren Teil des PM befinden sich 18 Lichtstrahlen und auf der Gegenseite 18 Fotodioden parallel im Abstand von 20 mm. Mittels der Anzahl durch den Grasbestand unterbrochener Lichtstrahle wird die Wuchshöhe ermittelt. Pro Sekunde werden 200 Messungen durchgeführt. Zwischen 68 bis 195 HM-Einzelmessungen wurden pro Weideparzellen-Diagonale gemittelt. Bei den Grasstreifen wurde die Wuchshöhe mit 15 HM-Einzelmessungen pro Grasstreifen bestimmt. Das Schnittgut der Streifen wurde gewogen und von einer Stichprobe wurde der Gehalt an Trockensubstanz (TS) bestimmt. Die Schnitthöhe betrug im Durchschnitt 7,2 HE bzw. 48 mm (PM). Basierend auf den Flächenangaben der Streifen, durchschnittlich zirka 8 m², konnten die TS-Erträge pro ha geschätzt werden. Von 271 Grasstreifen wurde das Schnittgut einem von fünf Pflanzenbestandstypen (AGFF 2007) zugeordnet. Folgende Pflanzenbestandstypen wurden auf den Betrieben bestimmt: A (50–70 % Gräser, weniger als die Hälfte der Gräser sind Raigräser), AR (50–70 % Gräser, mehr als die Hälfte der Gräser sind Raigräser), G (>70 % Gräser, weniger als die Hälfte sind Raigräser), GR (>70 % Gräser, mehr als die Hälfte sind Raigräser) und DF (>50 % Kräuter, vor allem feinblättrige Kräuter). Die Häufigkeiten sind in Tabelle 1 aufgelistet. Während dreier Jahre geschah die Zuordnung ausschliesslich visuell vor dem Schnitt des Streifens durch einen erfahrenen Mitarbeiter. Während eines Jahres erfolgte die Zuordnung jeder vierten Probe durch das Aussortieren einer Stichprobe des Schnittgutes und der anschliessenden Wägung der Pflanzengruppen.

Die statistische Auswertung erfolgte mit R (R Core Team 2019). Der Vergleich der Korrelationskoeffizienten, der

Achsenabschnitte und der Steigungen der Regressionen stützte sich auf der Herangehensweise von Wuensch (2019) ab.

Resultate und Diskussion

Tabelle 2 enthält Angaben des verwendeten Datensatzes. Minimum, Maximum und Median der Wuchshöhen gemessen mit dem HM und PM sind aufgeführt. Des Weiteren sind Angaben zur Länge der geschnittenen Grasstreifen, zu den Graserträgen sowie zu den TS-Gehalten des Grases angegeben.

Vergleich der Wuchshöhen gemessen mit HM und PM

Die Resultate der Wuchshöhenmessungen zwischen HM und PM können nicht direkt verglichen werden. Einerseits sind die Masseinheiten der beiden Geräte unterschiedlich (0,5 cm versus 1 mm), und andererseits übt die Platte des HM bei der Messung einen Druck von zirka 6,8 kg m⁻² auf die Bestandesoberfläche aus. Der PM misst im Gegensatz zum HM den höchsten, nicht verdichteten Punkt des Bestandes und entspricht folglich eher einer Messung der Wuchshöhe mit der Doppelmetermethode (DMM, Mosimann und Troxler 1999). Dennoch korrelieren die HM- und PM-Resultate und erlauben für Praxisbelange eine Umrechnung der Werte.

$$y = 7,6 x + 1 \quad (n = 521, R^2 = 0,78, RSE = 15,6) \quad (1)$$

wobei y = PM-Wuchshöhe in mm, x = HM-Wuchshöhe in HE, RSE = Reststandardfehler.

Tab. 2 | Angaben zum Datensatz: Anzahl berücksichtigter Messungen, Minimum, Maximum und Median der Wuchshöhen vor und nach dem Schnitt, der Streifenlänge, des Grasertrags und des Trockensubstanzgehaltes des Grases.

Merkmale	n	Minimum	Maximum	Median
Wuchshöhen aller Messungen				
HM (HE)	521	5,0	28,6	11,2
PM (mm)	521	36	216	86
Wuchshöhen der Grasstreifen				
HM vor Schnitt (HE)	329	5,0	28,6	11,2
HM nach Schnitt (HE)	329	3,6	11,3	7,2
PM vor Schnitt (mm)	329	36	216	95
PM nach Schnitt (mm)	325	26	78	48
Streifenlänge (m)	329	6,5	13,6	8,4
Grasertrag (kg TS ha ⁻¹)	329	16	2633	552
Gras-Trockensubstanz (%)	329	11,2	44,1	17,6

HM: Platten-Herbometer, HE: Herbometereinheiten (1 HE = 0,5 cm), PM: Pasturemeter, TS: Trockensubstanz

Mosimann und Troxler (1999) fanden für die Umrechnung der Wuchshöhen zwischen dem HM und der DMM eine von der Formel 1 abweichende Regression ($y = 12,5x - 41$, $n = 40$, $y = \text{DMM} - \text{Wuchshöhe in mm}$, $x = \text{HM-Wuchshöhe in HE}$; Gleichung für den Vergleich angepasst), aber mit ähnlichem R^2 (0,81). Die Unterschiede der Regressionen können mit einer unterschiedlichen Kompression der HM, ungleichen Wuchshöhenmessungen zwischen der DMM und dem PM sowie anderen Versuchsbedingungen erklärt werden.

Die standortspezifischen Regressionen für Posieux und Sorens unterschieden sich bezüglich des Achsenabschnitts ($P < 0,001$) und der Steigung ($P = 0,01$):

Sorens:

$$y = 7,9x - 5 \quad (n = 334, R^2 = 0,80, RSE = 15,4) \quad (2)$$

Posieux:

$$y = 7x + 11 \quad (n = 187, R^2 = 0,76, RSE = 15,3) \quad (3)$$

wobei $y = \text{PM-Wuchshöhe in mm}$, $x = \text{HM-Wuchshöhe in HE}$, $RSE = \text{Reststandardfehler}$.

Nur zwischen den Pflanzenbeständen A und AR traten signifikante Unterschiede bezüglich der Steigung der Regressionen (7,1 für A und 8,7 für AR, $P = 0,04$) auf. Die grössten numerischen Differenzen der Achsenabschnitte (14,5 für A und -2,0 für AR) unterschieden sich nicht signifikant ($P = 0,14$). Da sich die Regressionen zur Umrechnung der Wuchshöhen ähneln, wird von einer Differenzierung nach Pflanzenbestand basierend auf der aktuellen Datengrundlage abgesehen.

Dagegen kamen signifikante Unterschiede bezüglich der Steigung der Regressionen zur Umrechnung der Wuchshöhe in Abhängigkeit der Jahreszeit (April bis Juni vs. September bis November, $P = 0,002$; Tendenz April bis Juni vs. Juli bis August, $P = 0,06$) vor.

April bis Juni:

$$y = 7,2x \quad (n = 206, R^2 = 0,82, RSE = 14,0) \quad (4)$$

Juli bis August:

$$y = 7,9x - 4 \quad (n = 202, R^2 = 0,79, RSE = 15,1) \quad (5)$$

September bis November:

$$y = 8,7x - 2 \quad (n = 113, R^2 = 0,80, RSE = 14,9) \quad (6)$$

wobei $y = \text{PM-Wuchshöhe in mm}$, $x = \text{HM-Wuchshöhe in HE}$, $RSE = \text{Reststandardfehler}$.

Für Betriebe, bei denen keine eigene Eichung vorhanden ist, können die standortübergreifenden Regressionen



Abb. 2 | Der C-Dax-Pasturemeter misst die Wuchshöhe von Wiesen und Weiden. (Foto: Fredy Schori, Agroscope)

(4–6) zur Umrechnung der Wuchshöhen verwendet werden. Die Umrechnung ermöglicht, Empfehlungen und Versuchsergebnisse, die mit anderen Messtechniken erhoben werden, zu vergleichen.

Schätzung der Grasmasse mit dem HM

Die Regression zur Schätzung der Grasmasse basierend auf den HM-Wuchshöhen sieht wie folgt aus:

$$y = 120x - 767 \quad (n = 329, R^2 = 0,80, RSE = 254) \quad (7)$$

wobei $y = \text{Ertrag in kg TS ha}^{-1}$ über 7,2 HE, $x = \text{HM-Wuchshöhe in HE}$, $RSE = \text{Reststandardfehler}$.

In der Abbildung 3 ist die Beziehung zwischen HM-Wuchshöhen und Graserträgen pro ha abgebildet. Obwohl 80 % des Ertrages durch die HM-Wuchshöhe erklärt wurde, wies der Reststandardfehler auf einen grossen Schätzfehler hin. Je nach Standort unterschieden sich die Regressionen zur Schätzung der Grasmasse basierend auf den HM-Wuchshöhen.

Sorens:

$$y = 115x - 779 \quad (n = 142, R^2 = 0,84, RSE = 233) \quad (8)$$

Posieux:

$$y = 130x - 820 \quad (n = 187, R^2 = 0,80, RSE = 250) \quad (9)$$

wobei $y = \text{Ertrag in kg TS ha}^{-1}$ über 7,2 HE, $x = \text{HM-Wuchshöhe in HE}$, $RSE = \text{Reststandardfehler}$.

Die Steigung der Regressionen für Sorens oder Posieux unterschieden sich signifikant ($P = 0,02$), aber nicht die Achsenabschnitte ($P = 0,33$). Die Pflanzenbestände der Wiesen und Weiden in Posieux waren dichter.

Bei der botanischen Zusammensetzung zeigte sich ein ähnliches Bild wie bei den Regressionen zur Umrechnung der Wuchshöhe. Die Regression zur Schätzung des Grasertrages für den Pflanzenbestandstyp AR scherte mit einem Achsenabschnitt von -1045 kg signifikant ($P = 0,03$, Vergleich DF vs. AR) und mit einer Steigung von 151 kg HE $^{-1}$ numerisch ($P = 0,14$, Vergleich DF vs. AR) aus. Die Pflanzenbestandstypen DF, G, GR und A wiesen Achsenabschnitte von -716 bis -835 kg und Steigungen von 115 bis 130 kg TS HE $^{-1}$ auf. Von differenzierten Regressionen je nach Pflanzenbestandstyp für die Ertragschätzung mit dem HM wird auf der bestehenden Datengrundlage abgesehen.

Indessen scheinen Pflanzenbestände im Vegetationsverlauf immer dichter zu werden ($P < 0,001$, Steigung April bis Juni vs. September bis November), was differenzierte Schätzgleichungen rechtfertigt.

April bis Juni:

$$y = 117x - 841 \quad (n = 125, R^2 = 0,88, RSE = 208) \quad (10)$$

Juli bis August:

$$y = 124x - 850 \quad (n = 108, R^2 = 0,86, RSE = 207) \quad (11)$$

September bis November:

$$y = 148x - 896 \quad (n = 97, R^2 = 0,82, RSE = 237) \quad (12)$$

wobei y = Ertrag in kg TS ha $^{-1}$ über 7,2 HE, x = HM-Wuchshöhe in HE, RSE = Reststandardfehler.

Schätzung der Grasmasse mit dem PM

Die Regression zur Schätzung der Grasmasse basierend auf den PM-Wuchshöhen sieht wie folgt aus:

$$y = 14,3x - 680 \quad (n = 329, R^2 = 0,77, RSE = 272) \quad (13)$$

wobei y = Ertrag in kg TS ha $^{-1}$ über 48 mm, x = PM-Wuchshöhe in mm, RSE = Reststandardfehler.

In Abbildung 4 ist die Beziehung zwischen PM-Wuchshöhen und Graserträgen pro ha abgebildet. Obwohl 77 % des Ertrages durch die PM-Wuchshöhe erklärt wurde, wies der Reststandardfehler auf einen grossen Schätzfehler hin.

Wie beim HM unterschieden sich nach Standort die Regressionen zur Schätzung der Grasmasse basierend auf den PM-Wuchshöhen.

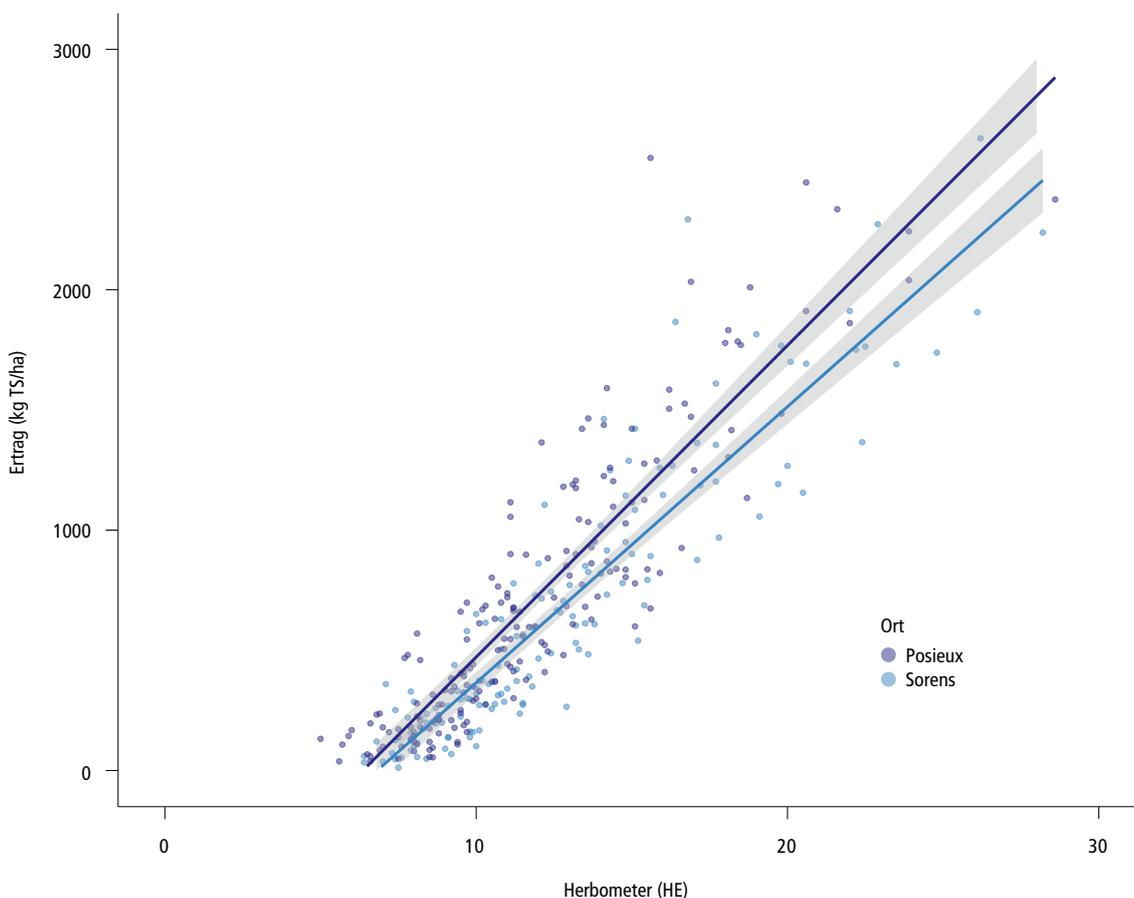


Abb. 3 | Grasertrag in Abhängigkeit der Herbometer-Wuchshöhe (1 HE = 0,5 cm) für die Standorte Posieux und Sorens: Regressionsgeraden und Vertrauensintervalle (grau).

Sorens:

$$y = 13,2 x - 637 \quad (n = 142, R^2 = 0,80, RSE = 262) \quad (14)$$

Posieux:

$$y = 15,9 x - 784 \quad (n = 187, R^2 = 0,78, RSE = 263) \quad (15)$$

wobei y = Ertrag in kg TS ha^{-1} über 48 mm, x = PM-Wuchshöhe in mm, RSE = Reststandardfehler.

Die Steigung sowie der Achsenabschnitt der Regressionen für Sorens und Posieux unterschieden sich signifikant (beide mit $P = 0,001$).

Die Steigungen der Regressionen für die Pflanzenbestände A, AR, G, GR und D lagen im Bereich zwischen 14,2 bis 16,3 $\text{kg TS ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$. Diese Extremwerte weichen nicht signifikant voneinander ab ($P = 0,34$, G vs. AR). Folglich macht eine Unterscheidung je nach Pflanzenbestandstyp zur Berechnung des TS-Ertrags anhand der PM-Wuchshöhen auf der bestehenden Datengrundlage keinen Sinn.

Im Gegensatz zum HM wurden mit dem PM keine signifikant unterschiedlichen Regressionen im Vegetations-

verlauf festgestellt. Somit werden zur Ertragsschätzung anhand der PM-Wuchshöhen entweder die standortübergreifenden oder -spezifischen Regressionen ohne Korrektur bezüglich des Vegetationszeitpunktes empfohlen.

Schätzgenauigkeit der Grasmasse

Die Korrelationskoeffizienten zwischen der HM- bzw. PM-Wuchshöhe und dem Grasertrag pro ha unterscheiden sich nicht ($r_{\text{HM}} = 0,895$ vs. $r_{\text{PM}} = 0,879$, $P = 0,31$). Mit ca. 80 % erklären die HM- bzw. PM-Wuchshöhen den gleichen Anteil an der Variabilität des Grasertrags. Nach King *et al.* (2010) führen HM- und PM-Messungen zur Schätzung der Grasmasse zu ähnlich grossen Fehlern. O'Donovan *et al.* (2002) fanden in ihren Untersuchungen R^2 von 0,92 bis 0,95 für die Schätzung der Grasmasse von Auge (Mittelwert von fünf Beobachtern), mit HM oder *Sward Stick*. In früheren Untersuchungen variierte R^2 zwischen den visuellen Einschätzungen und der gemessenen Grasmasse zwischen 0,27 und 0,93 (Campbell und Arnold 1979). Die aktuellste Studie (Klootwijk *et al.* 2019), bei welcher die Wuchshöhe zur Schätzung

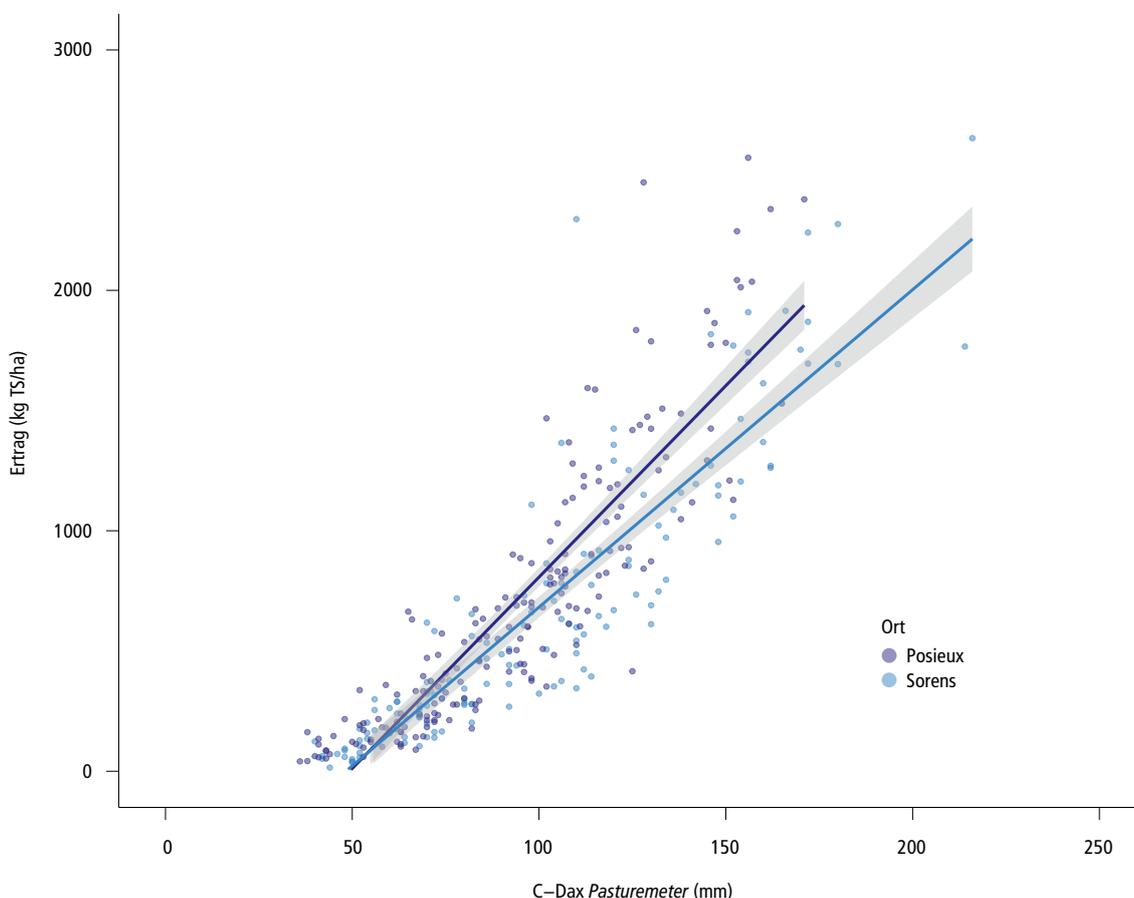


Abb. 4 | Grasertrag in Abhängigkeit der *Pasturemeter*-Wuchshöhe für die Standorte Posieux und Sorens: Regressionsgeraden und Vertrauensintervalle (grau).

der Grasmasse herangezogen wurde, erhielt für den HM ein R^2 von 0,81. Der RSE für HM von 222 kg TS ha⁻¹ (O'Donovan *et al.* 2002) entsprach in etwa demjenigen unserer Untersuchung (254 kg TS ha⁻¹, Formel 7), obwohl die durchschnittlich gemessene Grasmasse bei O'Donovan mit 2161 kg TS ha⁻¹ zirka viermal grösser war als in unserer Studie. Mit 370 kg TS ha⁻¹ war der RSE bei Earle und McGowan (1979) deutlich grösser, aber in dieser Studie wurde die gesamte Grasmasse über dem Boden geschätzt. Für die Beziehung zwischen PM-Wuchshöhe und Grasmasse erhielt Hansson (2011) R^2 von 0,63 bis 0,89. Der R^2 -Wert unserer Studie lag mit 0,77 im mittleren Bereich dieses Intervalls.

King *et al.* (2010) weisen darauf hin, dass beide Geräte, HM und PM, regional geeicht werden müssen, um die Schätzgenauigkeit der Grasmasse zu verbessern. Signifikant unterschiedliche Regression für Sorens und Posieux deuten ebenfalls darauf hin.

Es gibt kaum Untersuchungen, die den Einfluss der botanischen Zusammensetzungen bei der Schätzung der Grasmasse anhand der PM-Wuchshöhe untersucht haben.

O'Donovan *et al.* (2002) fanden wie wir unterschiedliche Regressionssteigungen im Vegetationsverlauf zur Schätzung der Grasmasse mit dem HM. Hingegen wurde die Schätzung der Grasmasse mit der PM-Wuchshöhe durch den Einbezug eines saisonalen Faktors nicht verbessert (Hansson 2011), was unsere Resultate ebenfalls bestätigten. Dem widersprechen Untersuchungen von King *et al.* (2010), die unter neuseeländischen Bedingungen

durch den Einbezug der Saison eine Verbesserung der Schätzung der Grasmasse erreichten.

Gemäss Earle und McGowan (1979) bringen nichtlineare Regressionen keine Verbesserung bezüglich der Schätzung der Grasmasse mit dem HM. In der vorgelegten Studie wurden zwischen linearen und nichtlinearen nur numerische Unterschiede festgestellt, aber keine signifikanten. Aus Gründen der Einfachheit wurde folglich der lineare Ansatz beibehalten. Trotzdem ist es vorstellbar, dass nichtlineare Ansätze bei hohen Pflanzenbeständen, die über den Empfehlungen für Weiden liegen, zu genaueren Schätzgleichungen führen können.

Schlussfolgerungen

Anhand der HM- und PM-Wuchshöhen können die TS-Grasmassen von Weiden ähnlich gut geschätzt werden. Allerdings ist der Schätzfehler gross, was bei der Interpretation und Anwendung der Resultate berücksichtigt werden muss. Obwohl keine genauen Messungen durchgeführt wurden, ist der Arbeitsaufwand für die Wuchshöhenmessungen mit dem PM deutlich kleiner und wird auf 10–20 % des Aufwandes mit dem HM geschätzt. Allerdings kostet der PM ca. 10 Mal mehr, je nach Ausführung um die Fr. 5000.–. ■

Dank

Ich danke den Mitarbeitern des Agroscope-Versuchsbetriebs in Posieux und des Schulbauernhofs in Sorens für die Durchführung der Messungen.

Literatur

- Arnott G., Ferris C. P. & O'Connell N. E., 2017. Review: welfare of dairy cows in continuously housed and pasture-based production systems. *Animal* **11** (2), 261–273.
- Beukes P. C., McCarthy S., Wims C. M., Gregorini P. & Romera A. J., 2019. Regular estimates of herbage mass can improve profitability of pasture-based dairy systems. *Animal Production Science* **59**, 359–367.
- Campbell N. A. & Arnold G. W., 1973. The visual assessment of pasture yield. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* **13**, 263–267.
- Earle D. F. & McGowan A. A., 1979. Evaluation and calibration of an automated rising plate meter for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* **19**, 337–343.
- Hanrahan L., McHugh N., Hennessy T., Moran B., Kearney B., Wallace M. & Shalloo L., 2018. Factors associated with profitability in pasture-based systems of milk production. *Journal of Dairy Science* **101** (6), 5474–5485.
- Hansson L., 2011. Herbage dry matter mass of pastures estimated through measures of sward height. Masterarbeit, Universität Kopenhagen. 65 S.
- King W. McG., Rennie G. M., Dalley D. E., Dynes R. A. & Upsdell M. P., 2010. Pasture mass estimation by the C-DAX pasture meter: regional calibrations for New Zealand. *Proceedings of the 4th Australasian Dairy Science Symposium*, S. 233–238, Zugang: <http://www.sciquest.org.nz/elibrary/edition/7793> [5.9.2019].
- Klootwijk C. W., Holshof G., van den Pol-van Dasselaar A., van Helvoort K. L. M., Engel B., de Boer I. J. M. & van Middelaar C. E., 2019. The effect of intensive grazing systems on the rising plate meter calibration for perennial ryegrass pastures. *Journal of Dairy Science* **102** (11), 10439–10450.
- Mosimann E. & Troxler J., 1999. Schätzung des Futterertrages durch die Messung der Pflanzenhöhe. *Agrarforschung* **6** (5), 189–192.
- O'Callaghan T. F., Faulkner H., McAuliffe S., O'Sullivan M. G., Hennessy D., Dillon P., Kilcawley K. N., Stanton C. & Ross P., 2016. Quality characteristics, chemical composition, and sensory properties of butter from cows on pasture versus indoor feeding systems. *Journal of Dairy Science* **99** (12), 9441–9460.
- O'Donovan M., Dillon P., Rath M. & Stakelum G., 2002. A comparison of four methods of herbage mass estimation. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* **41**, 11–27.
- R Core Team, 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Zugang: <https://www.R-project.org> [5.9.2019].
- Wuensch K. L., 2019. Comparing correlation coefficients, slopes, and intercepts. Zugang: <http://core.ecu.edu/psyc/wuenschk/docs30/CompareCorrCoeff.pdf> [24.4.2019].