



Schätzung des Futterertrages durch Messung der Pflanzenhöhe¹

Eric MOSIMANN und Jacques TROXLER², Station fédérale de recherches en production végétale de Changins (RAC), CH-1260 Nyon
Andreas MÜNGER und René VOGEL³, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP), CH-1725 Posieux

Die Kenntnis der Futtermenge oder der Bestandeshöhe auf Wiesen und Weiden ist ein wichtiges Hilfsmittel für die Planung und Kontrolle. Eine genaue Messung ist aufwendig, einfache Methoden und Hilfsmittel für die Schätzung sind in unserem Land noch wenig bekannt. Ein Vergleich verschiedener Instrumente zeigt, dass sie in der Praxis einsetzbar sind und interessante Informationen liefern können.

Für Angaben zur Produktion von Wiesland wird meist der Trockensubstanz(TS)-Ertrag gemessen; er dient auch als Grundlage für die Düngungsempfehlungen. Bei gemähten Wiesen kann er durch Erhebung des geernteten oder des gelagerten Futters festgestellt werden; auf Weiden ist eine direkte Messung praktisch ausgeschlossen. In Versuchen werden zu diesem Zweck meist Teilflächen geschnitten. Ein solches Vorgehen hat zwar den Vorteil der Genauigkeit, ist aber in der Praxis als Hilfsmittel des Weidemanagements ungeeignet.

Alternativen zum Motormäher oder zur Handschneidemaschine als Instrumente zur Ertragshebung sind von Frame (1993) beschrieben worden. Visuelle Schätzmethode, Messgeräte für die Grashöhe (Herbometer) und andere, die auch die Dichte des Grasbestandes berücksichtigen, können verwendet werden, um die Futterflächen zeitlich und räumlich zu kontrollieren.

Die Kurzrasenweide ist eine Technik, die in letzter Zeit auf den Milchproduktionsbetrieben des Mittellandes vermehrt eingeführt wurde (Thomet *et al.* 1999). Sie besteht darin, die Narbenhöhe bei 6 bis 8 cm zu halten, indem einerseits das Futterangebot (durch Anpassung der Weidefläche oder Düngung) und andererseits der Futterverzehr (durch die Bestossungsrate) gesteuert werden. Für die Praxis wird empfohlen, die Grashöhe regelmässig mit Lineal oder Doppelmeter zu messen; das Herbometer wäre eine Alternative zu dieser Methode.

Im Folgenden werden Anwendungen des Herbometers in mehreren Versuchen vorgestellt:

- Vergleich von Methoden zur Grashöhenmessung (Doppelmeter und Herbometer);
- Beziehung zwischen Grashöhenmessung und Ertragshebung;
- Bestimmung des Wachstumsverlaufes auf Wiesen;
- Erhebung des Futterangebotes auf Weideparzellen.

Die Versuche und ihre Zielsetzungen

Die Messungen der Vegetationshöhe waren Bestandteil verschiedener Versuche. Tabelle 1 gibt dazu weitere Informationen. Versuch 1 wurde im Sommer 1997 an vier Standorten als Vergleich verschiede-

ner Sorten von Englischem Raigras und von Weissklee unter den Bedingungen der Kurzrasenweide angelegt. Im Versuch 2, an der Forschungsanstalt Posieux durchgeführt, werden Kurzrasen- und Umtriebsweide verglichen. Im Rahmen von Versuch 3 wird seit mehreren Jahren die Wachstumskurve der Wiesen auf dem Versuchsbetrieb La Frêtaz nach der Methode von Corral und Fenlon (1977) erhoben. Versuch 4 schliesslich, 1998 auf der Weide von La Petite Ronde realisiert, hatte das Ziel, die Auswirkungen eines frühen Weidebeginnes auf das Futterangebot und die Tageszunahmen von Aufzuchtrindern festzustellen.

Die Messinstrumente und Berechnungsmethoden

Drei Messhilfsmittel standen für die Bestimmung der Höhe der Pflanzendecke zur Verfügung: Das Doppelmeter und zwei Modelle von Herbometern; ihre Funktion ist in Abbildung 1 beschrieben. Für die Erhebung des Futterertrages wurden in Versuch 2 Proben mit einem elektrischen Trimmer (10 cm Schnittbreite) ge-



Die Kontrolle des Futterangebotes ist entscheidend für eine wirtschaftliche Weidenutzung. (Foto: Andreas Münger)

¹Originalversion: «Estimation de la production des prairies par la mesure de la hauteur de la végétation», Revue Suisse d'Agriculture, im Druck.

²Mitarbeit von S. Burkhalter, R. Coucet und B. Manara

³Mitarbeit von J. Sturny und V. Genoud

Tab. 1. Beschreibung der Versuche

Versuch	Orte (Kanton, Höhe ü. M.)	Typ ¹	Hauptarten ²	Nutzung	Instrumente ³	
					Grashöhenmessung	Probenahme für die Ertragshebung
1	1.1 Saint-Livres (VD, 600 m)	KW	LOLPE, TRIRE	Weide Kühe	b	
	1.2 Uttewil (FR, 620 m)	KW	LOLPE, TRIRE	Weide Kühe	a und b	
	1.3 Matran (FR, 630 m)	KW	LOLPE, TRIRE	Weide Kühe	a und b	
	1.4 Servion (VD, 730 m)	KW	LOLPE, TRIRE	Weide Kühe	a und b	
2	Posieux (FR, 670 m)	KW	POATR, LOLPE, TRIRE	Weide Kühe	a und c	d
3	3.1 La Frêtaz (VD, 1200 m) südexponierte Parzelle	KW	POATR, LOLPE, TAROF, POAPR, TRIRE	Schnitt	a, b und c	e
	3.2 nordexponierte Parzelle	KW	AGRCA, FESRU, POATR, TRIRE, ALCVU	Schnitt	a und b	e
4	La Petite Ronde (NE, 1200 m)	NW	AGRCA, FESRU, POATR, DACGL, TRIRE	Weide Rinder	b	

¹Typ: KW = Kunstwiese; NW = Naturwiese

²Hauptarten: LOLPE = Engl. Raigras, TRIRE = Weissklee, POATR = Gem. Rispengras, POAPR = Wiesenrispe, TAROF = Löwenzahn, AGRCA = Gem. Straussgras, FESRU = Rotschwingel, ALCVU = Gem. Frauenmantel, DACGL = Knaulgras

³Instrumente: a = Doppelmeter, b = Herbometer F, c = Herbometer NZ, d = Handtrimmer, e = Motornäher

schnitten. In Versuch 3 wurden die Parzellen mit einem Motornäher geerntet, der mit einem Schnittbalken von 65 cm Breite ausgerüstet war.

Für die Schätzung des Futterertrages aufgrund der Vegetationshöhe wurden einfache lineare Regressionen vom Typ $y = ax + b$ angepasst, ein allgemein übliches Vorgehen für diese Art von Berechnungen (O'Sullivan *et al.* 1987; Prache *et al.* 1989).

Wöchentliche Messungen des Ertrages und der Vegetationshöhe, auf La Frêtaz 1997 und 1998 durchgeführt, wurden in tägliche Wachstumsraten umgerechnet (kg TS/ha/Tag und mm/Tag). Sie entsprechen einem gewichteten Mittelwert der vier Gruppen von Parzellen, die nacheinander im Wochenabstand gemäht wurden

(Corrall und Fenlon 1977); jede Parzelle wurde folglich alle 28 Tage geerntet.

Vergleich zwischen Messverfahren

Die gleichzeitig mit den verschiedenen Instrumenten durchgeführten Messungen der Grashöhe sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Der Vergleich zeigt, dass die Werte der zwei Herbometer gut korreliert sind (Zeile a). Es scheint allerdings, dass das neuseeländische Modell einen etwas höheren Druck auf die Vegetation ausübt als das französische, woraus sich eine Messdifferenz von 0,4 cm ergibt. Die Beziehung zwischen Herbometer- und Doppelmetermessungen ändert sich von Versuch zu Versuch (Zeilen b, c und d). Ein

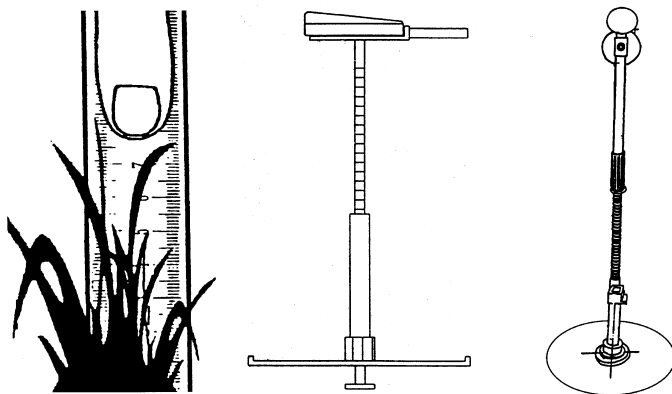
Grund dafür sind möglicherweise Unterschiede in der botanischen Zusammensetzung der untersuchten Parzellen. Im übrigen ist es bekannt, dass die Messungen mit der Doppelmetermethode stark von der visuellen Wahrnehmung der ausführenden Person abhängen.

Umrechnung von Höhenmessungen in Ertragsangaben

Die Resultate, die aus den Versuchen von Posieux und La Frêtaz stammen, sind in Tabelle 3 dargestellt. Schätzungen von Regressionsgleichungen berücksichtigen alle Messungen, die im Verlauf einer Wachstumssaison gemacht wurden. Mit dem Herbometer wurde jeweils direkt vor dem Schnitt gemessen.

Für einen einfachen Vergleich können die Ergebnisse in Tabelle 3 als Ertrag pro cm Grashöhe ausgedrückt werden. Dieser Wert entspricht der Dichte des Rasens in der geernteten Vegetationsschicht. Am höchsten ist er in Posieux mit 229 kg TS/ha/cm (Zeile a) und am geringsten auf La Frêtaz 1997 auf der südexponierten Parzelle (157 kg, Zeile c). Der Vergleich des letzteren Wertes mit dem von der nordexponierten Parzelle im gleichen Jahr (187 kg TS/ha/cm, Zeile b) legt nahe, dass ein Einfluss des Vegetationstyps vorhanden ist. Andere Autoren haben die gleiche Feststellung gemacht (Carlier *et al.* 1989; Duru et Ducrocq 1998). Kompakte Grasnarben auf der Basis von Gemeinem Straussgras und Rotschwingel erreichen höhere Dichtewerte als Wiesen mit Hauptanteilen von Gemeinem Rispengras, Löwenzahn und Englischem Raigras.

Die Schnitthöhen in Tabelle 3 wurden zwischen den Klingen des Gerätes und dem Boden gemessen. Sie entsprechen



	Doppelmeter	Herbometer F	Herbometer NZ
Modell	Diverse	ITCF - Frankreich quadratische Platte	Filip - Neuseeland runde Platte
Messmethode	Daumen dem Masstab entlang nach unten gleiten lassen, bis das erste Blatt berührt wird (Thomet <i>et al.</i> , 1999)	Der skalierte Masstab wird senkrecht auf den Boden gestellt und gibt die Höhe an, auf der die Platte auf der Vegetation aufliegt	
Aufzeichnung der Messungen	Eintragen der Werte auf ein Formular	Elektronische Messung und Speicherung der Werte	Mechanische Zähler für Summe und Anzahl der Messungen
Ablesegenauigkeit	cm	mm	cm

Abb. 1. Beschreibung der Instrumente für die Messung der Vegetationshöhe.

Tab. 2. Vergleich von Grashöhenmessungen (cm) mit verschiedenen Instrumenten

Versuch	Jahr	y	x	Regression	r ²	n	mittleres x
a 3.1	1998	Herbo. NZ	Herbo. F	$y = x - 0,4$	0,98	113	9,8
b 3.1 und 3.2	1997	Doppelmeter	Herbo. F	$y = 1,6 x - 0,6$	0,87	134	10,2
c 1.2, 1.3 und 1.4	1998	Doppelmeter	Herbo. F	$y = 1,5 x + 0,4$	0,71	288	5,3
d 2	1998	Doppelmeter	Herbo. NZ	$y = 2,5 x - 4,1$	0,81	40	7,0

Tab. 3. Schätzung des Ertrages aufgrund der Grashöhenmessung

Versuch	Jahr	Schnitt-höhe	Regression*	r ²	n	mittleres x (cm)	
a	2	1997	1 cm	$y = 229 x - 177$	0,55	177	6,4
b	3.2	1997	3 cm	$y = 187 x - 734$	0,86	36	7,9
c	3.1	1997	3 cm	$y = 157 x - 557$	0,91	98	10,6
d	3.1	1998	3 cm	$y = 177 x - 673$	0,92	36	13,0
e	3.1	1998	2 cm	$y = 179 x - 350$	0,97	36	12,4

*y = Ertrag (kg TS/ha), x = Messung Herbometer (cm)

recht gut dem Wert -b/a, der den Schnittpunkt der Regressionsgeraden mit der x-Achse darstellt. In Wirklichkeit schwankten die Restpflanzhöhen nach dem Schnitt, gemessen mit dem Herbometer auf La Frêtaz 1998, beträchtlich von einem Erntedatum zum nächsten. Im Versuch wurden zwei theoretische Schnitthöhen gewählt (2 und 3 cm). Auf den tief geschnittenen Parzellen lagen die Resthöhen zwischen 1,9 und 3,9 cm mit einem Mittelwert von 3 cm. Beim höheren Schnitt wurden 2,2 bis 4,8 cm gemessen, das Mittel lag bei 4 cm.

Vergleicht man die Ergebnisse von Versuch 3.1, so stellt man fest, dass das Jahr auf die Vegetationsdichte einen grösseren Einfluss hatte als die Schnitthöhe (Tab. 3, Zeile c gegenüber d, beziehungsweise d gegenüber e). Im weiteren ist anzumerken, dass unter Weidebedingungen je nach Weidesystem und Ausgeglichenheit der Parzelle (botanisch/topografisch) die Höhe der Restpflanze mehr oder weniger stark variieren kann. Das Verhältnis von Ertrag zu Höhe ändert sich auch im Verlauf der Weideperiode. Deshalb wird zum Beispiel in Neuseeland die Saison in fünf

Perioden mit jeweils eigenen Schätzgleichungen aufgeteilt.

Bestimmung von Wachstumskurven

Die Kurven in Abbildung 2 wurden einerseits durch Wägen des Aufwuchses, andererseits durch Messung mit dem Herbometer bestimmt. Sie zeigen einen analogen Wachstumsverlauf während der Saison. Berücksichtigt sind wiederum zwei Expositionen. Berechnet man das Verhältnis zwischen den Werten der beiden Kurven im Lauf der Monate, so kann man die Entwicklung der Vegetationsdichte aufzeigen (Tab. 4). Die Berechnung

Tab. 4. Mittlere Vegetationsdichte der Wiesen auf La Frêtaz 1997 (kg TS/ha/cm). Berechnung aufgrund der Zuwachsdaten der Abbildung 2

Monat	Südexposition (Versuch 3.1)	Nordexposition (Versuch 3.2)
Mai	103,0	138,0
Juni	115,5	98,3
Juli	78,6	79,1
August	69,6	83,4
September	46,7	71,2

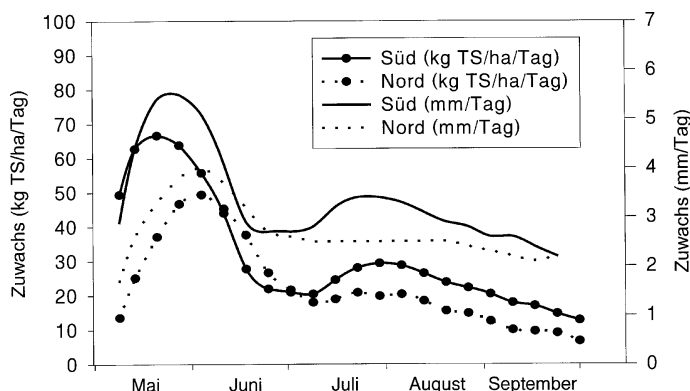


Abb. 2. Wachstumskurven 1997 auf La Frêtaz aufgrund von Ertragserhebungen und von Messungen der Grashöhe.

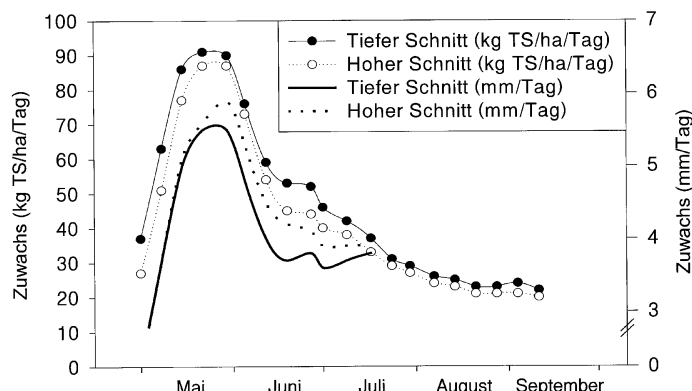


Abb. 3. Einfluss der Schnitthöhe auf den Wachstumsverlauf einer Wiese auf La Frêtaz 1998.

nimmt keine Rücksicht auf Veränderungen der Restpflanzhöhe nach dem Schnitt; die Werte zeigen aber gut, wie die Dichte der Vegetation über die Saison abnimmt.

Abbildung 3 gibt Aufschluss über den Einfluss der Schnitthöhe auf die Dichte der Grasnarbe. In diesem Versuch wiesen kurz geschnittene Parzellen ein geringeres Höhen- aber ein grösseres Massenwachstum auf. Daraus ist zu folgern, dass ein tiefer Schnitt zu einem kürzeren und kompakteren Rasen führt.

Grashöhenmessungen in Weideversuchen

Die Vegetationshöhen vom Jahr 1998 an den vier Standorten im Versuch 1 finden sich in Abbildung 4 zusammengefasst (Mittelwerte aller Parzellen). Die hohen Werte in den Monaten April und Mai sind auf die generative Entwicklung der Pflanzen in dieser Periode zurückzuführen. Eine Rolle spielten aber auch die ungünstigen Witterungsbedingungen mit hohen Niederschlägen, die den Weideanstieg und damit den Weidedruck beschränkten. Im weiteren Saisonverlauf bremste Sommertrockenheit das Wachstum der Vegetation. Die Parzelle im Versuch 1.4 wurde am 11. Mai für Silage gemäht und anschliessend als zusätzliche Weidefläche genutzt. Der schraffierte Bereich in Abbildung 4 stellt nach Thomet *et al.* (1999) die Zielhöhe von 6 bis 8 cm für Kurzrasenweide dar. Sie wurde mit der Gleichung c aus Tabelle 2 auf Herbometer-Messwerte umgerechnet.

Abbildung 5 zeigt auf, wie sich der Zeitpunkt des Weidebeginns im Frühling auf den Verlauf der Vegetationshöhe einer Sömmerungsweide auswirkt. Die Verschiebung des Auftriebs um eine Woche hatte bis gegen Mitte Juli einen Unterschied von mehr als 1 cm bei der durch-

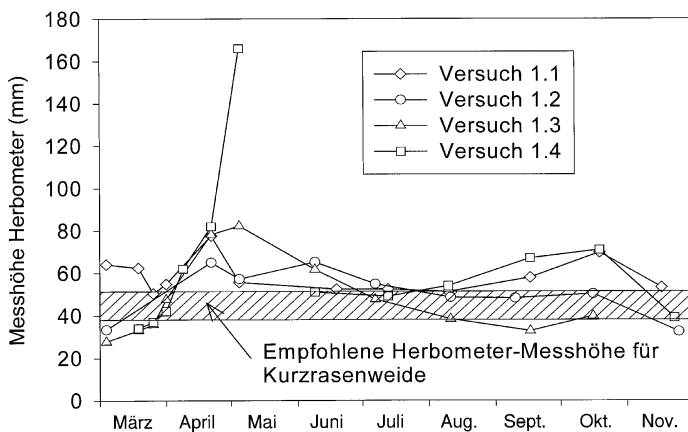


Abb. 4. Mittlere Vegetationshöhe auf Kurzrasenweiden 1998 (vier Standorte).

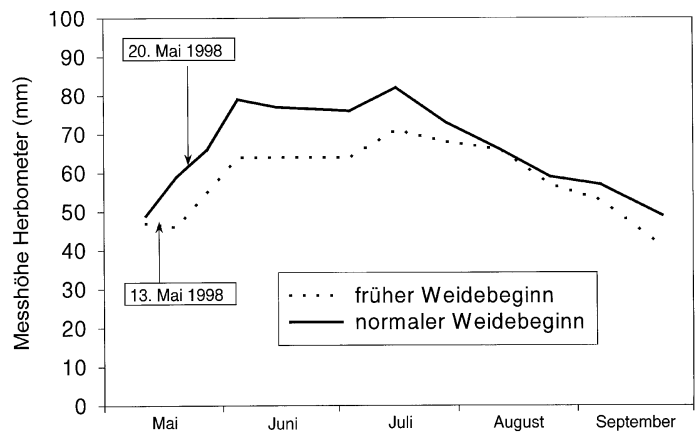


Abb. 5. Einfluss des Weidebeginns auf die Wachstumshöhe auf einer Sommerweide (La Petite Ronde 1998).

schnittlichen Grashöhe zur Folge. Im weiteren Saisonverlauf verringerte sich der Unterschied.

Diese beiden Beispiele (Abb. 4 und 5) verdeutlichen die Komplexität der Ertragsbildung auf Weideflächen. Wie bei anderen landwirtschaftlichen Kulturen steht die Produktivität in direktem Zusammenhang mit den Klimabedingungen. Auf der anderen Seite übt das weidende Tier einen schwierig abzuschätzenden Einfluss auf die Vegetation aus. Regelmässige Messungen der Grashöhe beziehungsweise Schätzungen der Futtermenge leisten einen Beitrag zum besseren Verständnis dieser Wechselwirkungen.

Folgerungen

- Das Herbometer eignet sich gut für Messungen der Vegetationshöhe auf Wiesenland. Es kann die gegenwärtig empfohlene Messmethode mit Massstab oder Doppelmeter gut ersetzen und hat den Vorteil, dass der Einfluss der Messperson geringer ist.

- Auf den beobachteten Mähwiesen- und Weideflächen sind die Messungen der Grashöhen gut mit den Ertragsmessungen korreliert. Bei der Umrechnung von Herbometer-Messwerten in kg TS pro Hektare sollte allerdings berücksichtigt werden, dass sich die Vegetationsdichte im Verlauf der Wachstumsperiode verändert.

- Messungen mit dem Herbometer erlauben es, die Wachstumskurve einer Grünlandfläche darzustellen.

- Durch regelmässige Erhebungen der Grashöhe ist eine Kontrolle des Futterangebotes auf der Weide möglich. Die Messungen erlauben auch, die Bedeutung ertragsbeeinflussender Faktoren zu beurteilen.

- Für die Weideplanung und als Entscheidungshilfe müssen noch Referenz-

werte für die Vegetationshöhe festgelegt werden.

LITERATUR

- Carlier L., Peeters A., Lambert J., Baert J. et Hendrickx C., 1989. Intérêt de l'herbomètre dans l'évaluation du rendement de différents types de prairies. Comparaison avec le capacimètre. *Herba* 2, 12-16.

- Corral A.J. and Fenlon J.S., 1977. A comparative method for describing the seasonal distribution of production from grasses. *Journal of Agricultural Sciences* 91, 61-67.

- Duru M. et Ducrocq H., 1998. La hauteur du couvert prairial: un moyen d'estimation de la quantité d'herbe disponible. *Fourrages* 154, 173-190.

- Frame J., 1993. Herbage Mass. In: Sward Measurement Handbook, British Grassland Society, 39-67.

- O'Sullivan M., O'Keefe W.F. and Flynn M.J., 1987. The Value of Pasture Height in the Measurement of Dry Matter Yield. *Irish Journal of agricultural Research* 26, 63-68.

- Prache S., Duby C. et Froment A., 1989. Utilisation d'un herbomètre à plateau pour estimer l'herbe disponible sur une prairie à fétuque élevée pâturée en continu par des ovins. In: Proceedings of the XVI International Grassland Congress, 1427-1428.

- Thomet P., Hadorn M., Perler O., Troxler J. and Jans F., 1999. Die Kurzrasenweide. *Merkblatt AGFF* (2. Auflage).

RÉSUMÉ

Estimation de la production des prairies par la mesure de la hauteur de la végétation

La hauteur de l'herbe a été mesurée en 1997 et 1998 dans diverses prairies de Suisse. Les résultats donnés par les herbomètres français et néo-zélandais sont très bien corrélés entre eux; ils le sont moins lorsqu'on les compare aux

valeurs obtenues avec un double-mètre. Les équations de conversion de la hauteur du couvert végétal en rendement en matière sèche (MS) ont été calculées dans deux lieux: des différences importantes dans les coefficients des équations ont été mises en évidence selon les types d'herbage observés, mais aussi d'une année à l'autre pour la même prairie. Par ailleurs, les mesures de hauteur et de rendement montrent que des coupes basses conduisent à des repousses plus courtes et plus denses. La densité des prairies exprimée en kg MS/ha/cm, a fortement diminué en cours de saison sur un des sites (La Frêtaaz). Il s'agit donc de tenir compte de divers paramètres lors de la transformation des mesures de hauteur d'herbe en valeur de rendement. En revanche, l'herbomètre se prête bien à la détermination de la courbe de croissance de l'herbe et peut aider à mieux gérer les surfaces pastorales dans le temps et dans l'espace.

SUMMARY

Estimation of herbage yield based on sward height

Sward height measurements were made on a variety of Swiss grassland plots in 1997-98. Between values measured with a French and a New Zealand rising plate meter (RPM), very good correlation was found whereas it was less strong with ruler measurements. For two different grassland types, regression analysis was applied to estimate dry matter (DM) yield using vegetation height. Equations differed considerably between herbage types, but also between years for the same plot. Height and yield measurements also give evidence that lower cutting leads to shorter and denser regrowth. At one location (La Frêtaaz) sward density (kg DM/ha/cm) declined strongly during the season. Therefore, when height measurements are converted into yield estimates, there should be sufficient differentiation for measuring conditions.

However, the rising plate meter is appropriate for the determination of grass growth curves and as an aid to better pasture management in terms of time and area.

KEY WORDS: herbage yield, sward height, rising plate meter