

Pflanzen

Modell für die Berechnung des Ertrages von Klee-Gras-Mischungen

Josef Lehmann, Erich Rosenberg und Hans-Ulrich Briner, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Reckenholz (FAL), CH-8046 Zürich

Auskünfte: Josef Lehmann, e-mail: josef.lehmann@fal.admin.ch, Fax +41 (0)1 377 72 01, Tel. +41 (0)1 377 72 79

Zusammenfassung

Die Qualität des Wiesenfutters lässt sich mit Hilfe des AGFF-Merkblattes 3 «Bewertung von Wiesenfutter, Nährstoffgehalt und Milchleistung» einschätzen. Eine ähnliche Methode fehlt, um das Ertragspotenzial (in dt Trockensubstanz pro Hektare) zu berechnen. Umfangreiches Zahlenmaterial aus vielen Versuchen bewog uns, zu versuchen, mit Modellrechnungen das Ertragspotenzial von Klee-Gras-Mischungen je nach Bewirtschaftungsintensität (Stickstoffdüngung und Nutzungshäufigkeit) und Standort (Niederschlagsverhältnisse und Höhenlage) zu schätzen.

Das umfangreiche Zahlenmaterial aus vielen Versuchen der letzten Jahre erlaubte uns, ein Modell zu entwickeln, um das Ertragspotenzial von Klee-Gras-Mischungen je nach Bewirtschaftungsintensität (Stickstoffdüngung und Nutzungshäufigkeit) und Standort (Niederschlagsverhältnisse und Höhenlage) zu ermitteln.

Als Grundlage dienten vor allem Ergebnisse aus Versuchen in Zürich-Reckenholz. Hier wurde in den Jahren 1989 bis 1992 und 1994 bis 1997 das Ertragspotenzial der wichtigsten Klee-Gras-

Mischungen bei unterschiedlicher Stickstoffdüngung und Nutzungsintensität untersucht. Angebaut wurden Mattenklee-Gras-Mischungen, Luzerne-Gras-Mischungen, Italienisch-Raigras-Klee-Mischungen und Gras-Weissklee-Mischungen.

Die Saat erfolgte jeweils im Frühjahr 1989 beziehungsweise 1994 auf dem Versuchsgelände Reckenholz (440 m ü.M.; 1010 mm mittlerer Niederschlag; 8,2°C mittlere Jahrestemperatur). Der Versuchsboden war ein schwach alkalischer, schwach humoser, sandiger Lehm, der

aufgrund der Bodenanalysen genügend mit Phosphor, Kalium und Magnesium versorgt war (Lehmann *et al.* 1994; Stutz *et al.* 1999; Schubiger *et al.* 1999).

Weitere Daten stammten aus Versuchsanlagen von anderen Standorten mit ähnlichen Mischungsvarianten oder Wiesenbeständen (Dietl 1981; Lehmann und Niklaus 1983; Lehmann und Meister 1990; Walther und Lehmann 1997).

So war es möglich, die folgenden Modellrechnungen für das Ertragspotenzial verschiedener Klee-Gras-Mischungen zu erstellen. Diese Modellrechnungen gelten nur für normal versorgte Braunerdeböden. Spezielle Bedingungen, wie zum Beispiel die Exposition eines Grundstückes (Sonn- oder Schattseite) usw. wurden nicht berücksichtigt.

Die Basisdaten

In Tabelle 1 sind die Nutzungsdaten, die Länge der Nutzungsintervalle und die entsprechenden Nutzungsstadien bei drei, vier, fünf und sechs Nutzungen zusammengestellt, wie sie für die Versuchsanlagen in Zürich-Reckenholz massgebend waren.

Tabelle 2 enthält den berechneten täglichen Ertragszuwachs (in dt/ha Trockensubstanz) verschiedener Mischungstypen bei unterschiedlicher Stickstoffdüngung und Nutzungshäufigkeit am Standort Zürich-Reckenholz.

Lückiger Bestand einer Gras-Weissklee-Mischung (SM 330) (vgl. Beispiel 1, Ertragspotenzial = 95 dt TS/ha und Jahr; effektiver Jahresertrag = 84 dt TS/ha und Jahr.



Tab. 1. Nutzungsdaten, Dauer der Nutzungsintervalle (= Anzahl Tage Wachstum) und Nutzungsstadien in Abhängigkeit der Nutzungshäufigkeit. Daten zu den Versuchsanlagen Zürich-Reckenholz

	Bei drei Nutzungen			Bei vier Nutzungen			Bei fünf Nutzungen			Bei sechs Nutzungen		
	Nutzungsdatum ca.	Anzahl Tage Wachstum	Nutzungsstadium **	Nutzungsdatum ca.	Anzahl Tage Wachstum	Nutzungsstadium **	Nutzungsdatum ca.	Anzahl Tage Wachstum	Nutzungsstadium **	Nutzungsdatum ca.	Anzahl Tage Wachstum	Nutzungsstadium **
1. Nutzung	10.6.	70 (+15)*	5 - 6	20.5.	50 (+15)*	3	10.5.	40 (+15) *	2	1.5.	30 (+15)*	1 - 2
2. Nutzung	15.8.	65	5 - 6	10.7.	5	4 - 5	20.6.	40	3	1.6.	30	2 - 3
3. Nutzung	20.10.	65	4	1.9.	50	4 - 5	1.8.	40	3 - 4	5.7.	35	3
4. Nutzung				20.10.	50	3	10.9.	40	3 - 4	10.8.	35	3 - 4
5. Nutzung							20.10.	40	2 - 3	15.9.	35	2 - 3
6. Nutzung										20.10.	35	2

* = Vegetationsbeginn 1. April (in milden und sonnigen Lagen rund 2 Wochen früher, d.h. 15 Tage Wachstum mehr)

** = Nutzungsstadien und entsprechende Nährwerttabelle siehe «Bewertung von Wiesenfutter, Nährstoffgehalt und Milchleistung, AGFF-Merkblatt Nr. 3»

Tab. 2. Basisdaten für den täglichen Ertragszuwachs (in dt TS/ha) verschiedener Mischungstypen bei unterschiedlicher Stickstoffdüngung und Nutzungshäufigkeit (Gültig für Standorte bis 500 m ü. M. = 200 Wachstumstage, ausgeglichene Niederschläge = 950-1050 mm pro Jahr)

Mischungstyp	Mattenklee-Gras-/Luzerne-Gras-Mischungen			Italienisch-Raigras-Klee-Mischungen				Gras-Weissklee-Mischungen			
	N0	N20	N40	N0	N20	N40	N60	N0	N20	N40	N60

3 Nutzungen/Jahr

1. Nutzung	0,90	0,90
2. Nutzung	0,90	1,00
3. Nutzung	0,40	0,40

4 Nutzungen/Jahr

1. Nutzung	0,80	0,90	0,90	0,80	0,90	0,90	0,70	0,70	0,80
2. Nutzung	0,80	0,90	0,90	0,80	0,80	0,90	0,65	0,75	0,75
3. Nutzung	0,80	0,80	0,90	0,70	0,70	0,70	0,60	0,65	0,60
4. Nutzung	0,20	0,30	0,30	0,20	0,30	0,30	0,20	0,25	0,30

5 Nutzungen/Jahr

1. Nutzung	0,70	0,80	0,80	0,70	0,80	0,90	0,50	0,60	0,70
2. Nutzung	0,60	0,80	0,90	0,60	0,70	0,80	0,65	0,80	0,85
3. Nutzung	0,70	0,80	0,80	0,70	0,70	0,80	0,60	0,65	0,70
4. Nutzung	0,50	0,60	0,50	0,50	0,50	0,50	0,40	0,45	0,45
5. Nutzung	0,20	0,30	0,30	0,20	0,30	0,30	0,20	0,30	0,30

6 Nutzungen/Jahr

1. Nutzung				0,60	0,80	0,90	0,90	0,45	0,50	0,65	0,70
2. Nutzung				0,60	0,70	0,90	1,00	0,70	0,80	1,00	1,05
3. Nutzung				0,70	0,70	0,90	1,00	0,60	0,60	0,75	0,85
4. Nutzung				0,70	0,60	0,80	0,80	0,60	0,60	0,70	0,65
5. Nutzung				0,30	0,30	0,30	0,40	0,25	0,30	0,40	0,35
6. Nutzung				0,20	0,20	0,30	0,30	0,20	0,20	0,30	0,30

* Stickstoffdüngung:
(in Form von Gülle oder Mineraldünger)
N0 = keine Stickstoffdüngung
N20 = 20 kg N/ha zu jedem Aufwuchs
N40 = 40 kg N/ha zu jedem Aufwuchs
N60 = 60 kg N/ha zu jedem Aufwuchs

Tab. 3. Korrektur des täglichen Ertragszuwachses in dt TS/ha (vgl. Tab. 2) in Abhängigkeit der jährlichen Niederschlagsmenge (Basis: ausgeglichen, 950 bis 1050 mm jährliche Niederschlagsmenge)

Niederschläge in mm/Jahr	trocken 750 - 850	mässig trocken 850 - 950	ausgeglichen 950 - 1050	mässig feucht 1050 - 1150	feucht 1150 - 1250
bei 3 Nutzungen: Korrektur: 2. Nutzung	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2
bei 4 Nutzungen: Korrektur: 2. und 3. Nutzung	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2
bei 5 Nutzungen: Korrektur: 2., 3. und 4. Nutzung	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2
bei 6 Nutzungen: Korrektur: 2.,3. und 4. Nutzung	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2

Tab. 4. Dauer der Vegetationsperiode (Anzahl Wachstumstage pro Jahr) **in Abhängigkeit der Höhenlage**

Höhenlage in m ü. M.	bis 500	500 - 700	700 - 900	900 - 1000
Anzahl Wachstumstage	200 (+15)*	200 - 180	180 - 160	160 - 140

3 Nutzungen/Jahr

1. Nutzung	70 (+15)*	70 - 60	60 - 50	50 - 45
2. Nutzung	65	65 - 60	60 - 55	55 - 45
3. Nutzung	65	65 - 60	60 - 55	55 - 50

4 Nutzungen/Jahr

1. Nutzung	50 (+15)*	50 - 45	45 - 40	40 - 35
2. Nutzung	50	50 - 45	45 - 40	40 - 35
3. Nutzung	50	50 - 45	45 - 40	40 - 35
4. Nutzung	50	50 - 45	45 - 40	40 - 35

5 Nutzungen/Jahr

1. Nutzung	40 (+15)*	40 - 36	36 - 32
2. Nutzung	40	40 - 36	36 - 32
3. Nutzung	40	40 - 36	36 - 32
4. Nutzung	40	40 - 36	36 - 32
5. Nutzung	40	40 - 36	36 - 32

6 Nutzungen/Jahr

1. Nutzung	30 (+15)*	30 - 28
2. Nutzung	30	30 - 28
3. Nutzung	35	35 - 30
4. Nutzung	35	35 - 30
5. Nutzung	35	35 - 32
6. Nutzung	35	35 - 32

* Vegetationsbeginn 1. April, in milden und sonnigen Lagen, besonders bei Pflanzenbeständen mit viel Italienischem Raigras kann mit Vegetationsbeginn 15. März gerechnet werden, d.h. **+15 Wachstumstage**

Einfluss der Niederschlagsverhältnisse

Das Leistungsvermögen von Wiesenbeständen ist sehr stark abhängig von genügend und gut verteilten Niederschlägen wäh-

rend der Vegetationszeit. Klee-Gras-Bestände benötigen pro Tag und Quadratmeter mindestens 3,5 Liter Wasser, also 700 Liter bei 200 Wachstumstagen, um einen Ertrag von 100 bis 110

dt Trockensubstanz pro Hektare zu erreichen. In Regionen mit 950 bis 1050 mm Niederschlägen pro Jahr ist dies in der Regel der Fall.

Im Frühjahr ist meistens genügend Wasser («Winterfeuchtigkeit») vorhanden und in den Herbstmonaten wird das Wachstum durch tiefere Temperaturen und ein geringeres Lichtangebot abgeschwächt, so dass nur selten Wasserknappheit auftritt. Sommeraufwüchse können jedoch arg unter Wassermangel leiden und in etwas trockenen Regionen sind Wachstumsdepressionen die Regel.

Tabelle 3 enthält die Werte, um welche der in Tabelle 2 angegebene Tageszuwachs in Abhängigkeit vom Mischungstyp, Stickstoffdüngung und Nutzungshäufigkeit je nach Niederschlagsverhältnisse zu korrigieren ist. Bei Beständen mit hohen Anteilen an Luzerne ist mit kleineren Korrekturwerten zu rechnen.

Einfluss der Höhenlage

Mit zunehmender Höhenlage ist mit einer Ertragsabnahme von 5 % je 100 m zu rechnen (Dietl 1979 und 1988; Lehmann und Niklaus 1983). Dies ist einerseits auf die tieferen Temperaturen, andererseits besonders auf die kürzere Vegetationszeit zurückzuführen. In Tabelle 4 sind die Angaben über die je nach Höhenlage verfügbare Anzahl Wachstumstage zusammengestellt. Gerechnet wurde für Standorte bis 500 m ü. M. mit dem Vegetationsbeginn 1. April. In milden, sonnigen Lagen und für Pflanzenbestände mit viel Italienischem Raigras beginnt das Wachstum jeweils rund zwei Wochen früher.

Einfluss des Nutzungsjahres

Die Basisdaten in Tabelle 2 beziehen sich auf erzielte Bruttoerträge im 2. und 3. Hauptnutzungsjahr. Im Ansaatjahr, bei Saat im Frühjahr (Monat April), kann man nur mit einem Ertrag rechnen, der rund 35 % unter dem einer normalen ganzjährigen Nutzung liegt. Das erste



Optimaler Bestand einer Italienisch-Raigras-Mischung (SM 240) (vgl. Beispiel 2, Ertragspotenzial = 172 dt TS/ha und Jahr; effektiver Jahresertrag = 172 dt TS/ha und Jahr.

Hauptnutzungsjahr liefert stets rund 10 % höhere Erträge als die folgenden Nutzungsjahre. Diese Korrekturen sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Einfluss der Pflanzenbestände

Alle, die Futter anbauen wünschen sich auf ihren Wiesen ausgewogene Pflanzenbestände mit einem hohen Anteil wüchsiger, qualitativ hochwertiger Futtergräser und Futterleguminosen. Mit den vorgestellten Modell-

rechnungen wird das Ertragspotenzial solcher Wiesenbestände ermittelt. Sobald jedoch der Anteil an Lücken oder sogenannten wenig ertragreichen Lückenbüßern zunimmt, sinkt das Ertragspotenzial massiv. Zu diesen Lückenbüßern zählen: das Gewöhnliche Rispengras, die Quecke, Hahnenfussgewächse (vor allem der Kriechende Hahnenfuss), Wiesenlöwenzahn, Sauerampfer, Blacke, Hirtentäschel usw. Das Ertragspotenzial kann bis zu 60 % absinken. Tabelle 6

Tab. 5. Korrektur des Bruttoertrages in Abhängigkeit des Nutzungsjahres

Saatjahr (Saat im April)	- 35 %
Erstes Hauptnutzungsjahr	+10 %
Spätere Nutzungsjahre	keine Korrektur

Tab. 6. Korrektur des Ertragspotenzials in Abhängigkeit des Pflanzenbestandes. Je höher der Anteil an reinen Lücken und Lückenbüßern ist, desto stärker sinkt der Futterertrag. Für Bestände mit mehr als 1/3 reine Lücken können keine zuverlässigen Angaben gemacht werden.

% Anteil Lücken und Lückenbüßern	Ertragsabzug in %
0	0
10	6
20	12
30	18
40	24
50	30
60	36
70	42
80	48
90	54
100	60

Tab. 7. Bruttoerträge in dt Trockensubstanz pro ha von Gras-Weissklee-Mischungen berechnet nach dem vorgestellten Modell (Versuchs-ort Zürich-Reckenholz: 450 m ü.M., 1010 mm Niederschlag, 2. Hauptnutzungs-jahr)

	Bruttoertrag pro Jahr in dt TS/ha			
	N0	N20	N40	N60
4 Nutzungen/Jahr				
1. Nutzung	35	35	40	
2. Nutzung	33	38	38	
3. Nutzung	30	33	33	
4. Nutzung	10	13	15	
Brutto-Jahresertrag	108	119	126	
5 Nutzungen/Jahr				
1. Nutzung	20	24	28	
2. Nutzung	26	32	34	
3. Nutzung	24	26	28	
4. Nutzung	16	18	18	
5. Nutzung	8	12	12	
Brutto-Jahresertrag	94	112	120	
6 Nutzungen/Jahr				
1. Nutzung	14	15	20	21
2. Nutzung	21	24	30	32
3. Nutzung	21	21	26	30
4. Nutzung	21	21	25	25
5. Nutzung	9	11	14	14
6. Nutzung	7	7	11	11
Brutto-Jahresertrag	93	99	126	133

Berechnung der Bruttoerträge

Anhand der folgenden zwei Beispiele wird gezeigt, wie die beschriebenen Modellrechnungen angewandt werden können:

Notwendige Angaben	Beispiel 1	Beispiel 2
1. Mischungstyp	Gras-Weissklee-Mischung SM 330	Italienisch-Raigras-Klee-Mischung SM 240
2. Stickstoffdüngung	20 kg N/ha je Aufwuchs	20 kg N/ha je Aufwuchs
3. Nutzungshäufigkeit	5 Nutzungen	5 Nutzungen
4. Niederschlagsmenge	900 mm	1200 mm
5. Höhenlage	600 m ü. M.	470 m ü. M., mild und sonnig
6. Nutzungsjahr	2. Hauptnutzungsjahr	1. Hauptnutzungsjahr
7. Pflanzenbestand	20 % Lücken und Lückenbüsser	dicht, ertragreich

In Abbildung 1 ist für diese Beispiele das Ertragspotenzial in dt Trockensubstanzertrag pro Hektare und Jahr ausgerechnet (vgl. Ziffern in grüner Farbe).

Tabelle 7 enthält die ebenso ermittelten Werte für dichte, ertragreiche Gras-Weissklee-Mischungen für den Standort Zürich-Reckenholz. Die Zahlen zeigen deutlich, daß die Erträge bei gleichem Stickstoffeinsatz, aber erhöhter Nutzungszahl sinken. Erhöhte Stickstoffgaben vermögen diesen Trend nur zum Teil zu korrigieren. Überintensive Bewirtschaftung führt aber auch zu höheren Anteilen an Lücken und sogenannten Lückenbüssern und kann dadurch enorme Ertragsseinbussen bewirken.

zeigt diesen Zusammenhang. Für Bestände mit mehr als 1/3 reine Lücken können mit diesen Modellrechnungen keine zuverlässigen Angaben gemacht werden.

Literatur

■ Dieltl W., 1979. Standortgemässe Verbesserung und Bewirtschaftung von Alpweiden. Tierhaltung Bd. 7, 67 S., Birkhäuser, Basel.

■ Dieltl W., 1981. Die Veränderung des Pflanzenbestandes und des Ertrages durch Beweidung von Dauerbeobachtungsflächen in Naturwiesen. Mitteilungen für die Schweiz. Landw. 29, 78-87.

■ Dieltl W., 1988. Der Beitrag des Bergbauern zum Schutz des Bodens und zur Pflege der Kulturlandschaft. CIPRA-Schrift 4, 61-73.

■ Lehmann J. und Niklaus U., 1983. Aufbau, Wahl und Saat der Mischungen für Kunstwiesen, deren Pflege und deren Erträge. Mitteilungen für die Schweiz. Landw. 31, 233-250.

■ Lehmann J. und Meister E., 1990. Anbauerfahrungen mit neuen Klee-Gras-Mischungen. Landw. Schweiz 3, 49-53.

■ Lehmann J., Schubiger F.X., Briner H. und Rosenberg E., 1994. Bewirtschaftungsintensität im Kunstfutterbau. Agrarforschung 1, 163-166.

■ Schubiger F. X., Bosshard H.R., Briner H. und Lehmann J., 1999. Ausnutzung des Güllestickstoffs durch Klee-Gras-Gemenge. Agrarforschung 6, 425-428.

■ Stutz C., Lehmann J., Rosenberg E. und Briner H., 1999. Ertragreiche Kunstwiesen nachhaltig bewirtschaften. Agrarforschung 6, 129-132.

■ Walther U. und Lehmann J., 1997. N-Düngung intensiver Kunstwiesen - wieviel Gülle? Agrarforschung 4, 217-220.

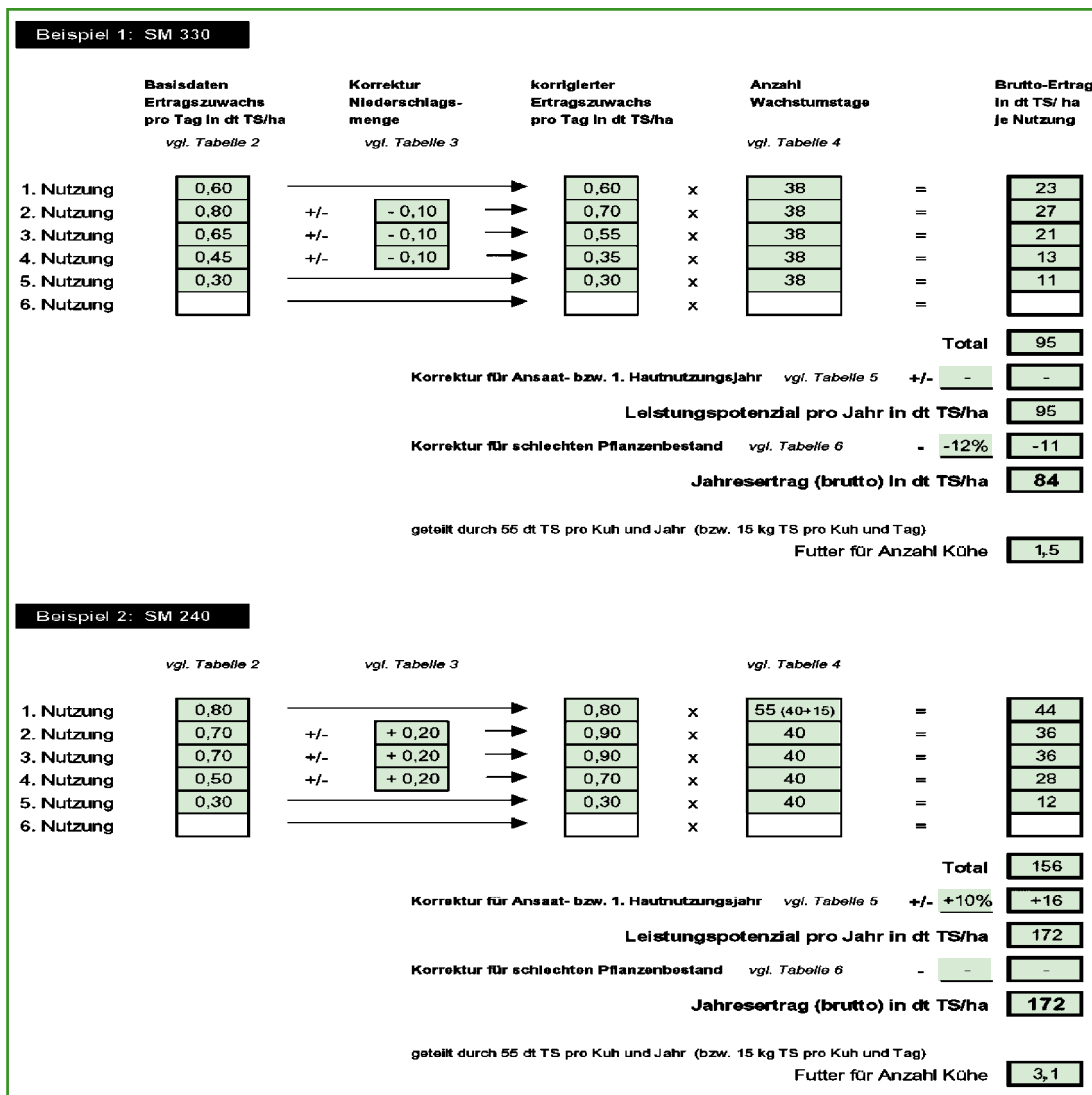


Abb. 1. Berechnung des Ertragspotenzials zweier Kunstwiesen an verschiedenen Standorten.

RÉSUMÉ

Influence de l'emplacement et du mode de conduite sur le rendement des mélanges trèfle-graminées - Présentation d'un modèle de calcul

La qualité des fourrages produits par les prairies peut être estimée assez précisément grâce à la fiche technique ADCF 3 «Estimation du fourrage des prairies, valeur nutritive et production de lait» (correspond à la fiche AGFF 3). Une méthode permettant, de manière similaire, le calcul du potentiel de rendement en dt de matière sèche par hectare n'est cependant pas disponible. Nous disposons par contre d'une base étendue de données provenant d'un nombre considérable de sites expérimentaux. Ceci nous a encouragé à tenter de développer un modèle d'estimation du potentiel de production des mélanges trèfle-graminées en fonction de l'intensité d'exploitation (fumure azotée et fréquence d'utilisation) et des conditions naturelles (pluviométrie et altitude).

SUMMARY

Influence of the location and the management on the yield of clover-grass mixtures - Presentation of a calculation model

The fodder quality of meadows can be estimated quite precisely owing to the AGFF-leaflet number 3 «Bewertung von Wiesenfutter, Nährstoffgehalt und Milchleistung». Though a similar method which could allow the calculation of the yield potential is not available, we have an extensive set of data originating from numerous experimental sites at our disposal. We therefore attempted to estimate the potential of production of clover-grass mixtures with a calculation model accounting for differences in cultivation intensity (nitrogen fertilisation and frequency of utilisation) and in ecological site conditions (rainfall pattern and altitude).

Key words: grass-clover mixtures, intensity of utilization, cutting frequency, fertilization, altitude, precipitation, yield