

Sonderdruck aus „Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau“

[Z. Acker- u. Pflanzenbau (J. Agronomy & Crop Science) 152, 100—115, 1983]

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdruckes, der photomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten.

Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

*Lehrstuhl für Grünland und Futterbau,
Technische Universität München, Freising-Weihenstephan*

**Ertragsbildung und Futterwert
von je zwei Sorten der Arten *Lolium perenne* L.,
Festuca pratensis Huds. und *Dactylis glomerata* L.
in Abhängigkeit von Witterungsfaktoren und Nutzungshäufigkeit
auf drei Standorten in Südkorea**

Von

F. MÜHLSCHLEGEL und G. VOIGTLÄNDER

*Lehrstuhl für Grünland und Futterbau,
Technische Universität München, Freising-Weihenstephan*

**Ertragsbildung und Futterwert
von je zwei Sorten der Arten *Lolium perenne* L.,
Festuca pratensis Huds. und *Dactylis glomerata* L.
in Abhängigkeit von Witterungsfaktoren und Nutzungshäufigkeit
auf drei Standorten in Südkorea**

Von

F. MÜHLSCHLEGEL und G. VOIGTLÄNDER

Mit 3 Abbildungen und 8 Tabellen

Eingegangen am 2. Dezember 1982

I. Einleitung und Problemstellung

Die genaue Kenntnis der Wirkungsart und -weise von Bewirtschaftungs- und Witterungsfaktoren auf Ertrag und Qualität von Futtergräsern ist besonders in Ländern mit extremen Witterungsverhältnissen wie Südkorea von grundlegender Bedeutung, wenn eine betriebswirtschaftlich rationelle und bedarfsgerechte Tierernährung angestrebt wird. In Südkorea war bislang eine intensive Rindviehhaltung auf Grundfutterbasis nicht möglich, da mit einheimischen Futterpflanzen eine entsprechende Tierernährung sowohl quantitativ als auch qualitativ nicht längerfristig gewährleistet war. Um dieses Problem zu untersuchen, wurden seit 1966 in Südkorea im Rahmen der Deutsch-Koreanischen Technischen Zusammenarbeit Versuche mit verschiedenen Gras- und Leguminosenarten des gemäßigten Klimagebietes durchgeführt (KGGRP 1974 und 1975). Den Grasarten *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Festuca pratensis* und *Pbleum pratense* wurde aufgrund der ersten Ergebnisse große Bedeutung beigemessen (BOMMER 1970), so daß die Untersuchung weiterer Anbau- und Sortenfragen ins Auge gefaßt wurde. Von besonderem Interesse war die Frage nach dem optimalen Nutzungszeitpunkt bzw. der Nutzungshäufigkeit, da neben Ertrag und Qualität des erzeugten Futters vor allem die

Ausdauer der Grasarten davon abzuhängen schien. Wegen der in den einzelnen koreanischen Regionen sehr unterschiedlichen Boden- und Witterungsverhältnisse war die Versuchsdurchführung auf mindestens drei Standorten notwendig. Entsprechende Versuchsergebnisse aus Deutschland oder anderen Ländern konnten aufgrund der klimatischen Besonderheiten nicht zur Klärung dieser Frage herangezogen werden. Die Untersuchungen waren nicht zuletzt geeignet, die allgemeinen Wechselbeziehungen zwischen Klima, Ertragsbildung und Futterwert aufzuzeigen und Ertrags- und Qualitätsschätzungen durchzuführen.

II. Material und Methoden

Die zweifaktoriellen Feldversuche wurden auf drei ökologisch sehr unterschiedlichen Standorten angelegt, die zweifellos als Grünland- oder Futterbauflächen geeignet waren. Die Versuchsglieder waren auf allen Standorten die gleichen, ohne Rücksicht auf die speziellen Klima- und Nährstoffansprüche der einzelnen Grasarten zu nehmen. Im einzelnen galt folgender Versuchsplan:

Faktor 1: Arten/Sorten

<i>Dactylis glomerata</i> :	Var. 1 = <i>Potomac</i> (früh)	Var. 2 = <i>Baraula</i> (spät)
<i>Lolium perenne</i> :	Var. 3 = <i>Reveille</i> (früh)	Var. 4 = <i>Semperweide</i> (spät)
<i>Festuca pratensis</i> :	Var. 5 = <i>Cosmos 11</i> (mittel)	Var. 6 = <i>N.F.G.</i> (mittel)

Faktor 2: Schnittsysteme

A = 5—7 Schnitte/Jahr; 1. Schnitt in Weidereife	(15—25 dt TM/ha)
B = 4—5 Schnitte/Jahr; 1. Schnitt in Siloreife	(25—35 dt TM/ha)
C = 3—4 Schnitte/Jahr; 1. Schnitt in Heureife	(35—45 dt TM/ha)

Die Versuche wurden in Spaltanlage mit jeweils vier Wiederholungen durchgeführt. Die Parzellengröße betrug 15 m². Als Grunddüngung wurden einheitlich 200 kg P₂O₅ und 200 kg K₂O je ha und Jahr verabreicht; die N-Düngung mit insgesamt 270 kg/ha und Jahr wurde in unterschiedlichen Teilgaben je nach Schnitthäufigkeit zu den einzelnen Aufwüchsen gegeben.

Tabelle 1 Angaben zu den Versuchsstandorten in Südkorea
Data concerning the experimental locations in South Korea

		Suweon	Cheju	Taekwalyong
Geographische Lage		37° 30' N, 127° E	33° 40' N, 126° E	38° N, 192° E
Höhe über NN		50 m	190 m	750 m
Bodentyp		erod. Regosol - rotg. Podsol	rotg. Podsol	oligotr. Braunerde
Bodenart		st. sL - lS	st. sL	sL
ø Porenvolumen %		48,1	55,0	57,2
ø Basensättigung %		46	70	31
ø pH-Wert 0-7 cm		4,9	4,5	3,8
Gehalte ¹⁾ in 100 g Boden vor Versuchs- anlage	P ₂ O ₅ mg	10,0	4,4	13,6
	K ₂ O mg	28,1	35,0	26,0
	Na ₂ O mg	4,0	7,2	5,5
	Ges. - C %	1,33	2,42	2,99
	Ges. - N %	0,11	0,21	0,28

¹⁾ Mineralstoffgehalte nach DL-Methode.

Tabelle 2 Durchschnittliche Niederschläge (mm) und mittlere Lufttemperatur (°C) der Versuchsstandorte im langjährigen Mittel der einzelnen Monate
 Average precipitations (mm) and mean air temperatures (°C) of the experimental locations (mean for individual months over several years)

Monate	Suweon		Cheju		Taekwalyong	
	φ Temp.	Σ Niederschl.	φ Temp.	Σ Niederschl.	φ Temp.	Σ Niederschl.
Januar	-3,5	33	5,1	73	-7,7	70
Februar	-1,3	34	5,4	65	-7,0	49
März	3,0	47	7,9	60	-1,9	62
April	11,0	107	13,1	100	6,2	90
Mai	16,7	80	17,2	89	12,8	99
Juni	20,6	93	20,7	148	15,1	103
Juli	24,6	384	22,8	237	19,8	308
August	25,2	352	26,8	243	20,0	291
September	19,8	168	22,5	137	13,4	210
Oktober	12,5	66	17,3	63	7,7	88
November	5,5	59	12,0	81	1,2	55
Dezember	-2,0	15	7,0	59	-5,8	34
φ Jan.-Dez.	11,0	1437	14,8	1355	6,1	1459
φ Apr.-Okt.	18,6	1250	20,1	1017	13,6	1189

Neben den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Böden unterscheiden sich die Standorte vor allem in den Witterungsverhältnissen. Hohe Temperaturen und hohe Niederschläge im Sommer sowie extrem tiefe Temperaturen und geringe Niederschläge im Winter prägen das Klima der beiden nördlichen Versuchsstandorte Suweon und Taekwalyong. Der im Süden auf einer Vulkaninsel gelegene Standort Cheju weist dagegen ein etwas ausgeglicheneres Meeresklima auf, obwohl auch hier die Sommertemperaturen zeitweise über 30 °C ansteigen. Tabelle 2 enthält die langjährigen Monatsmittelwerte für die mittlere Lufttemperatur und die Niederschläge der drei Versuchsstandorte. Die Vegetationszeit beträgt in Suweon durchschnittlich 200, in Cheju 250 und in Taekwalyong 170 Tage.

Um den Einfluß der Nutzungshäufigkeit auf die Ertrags- und Qualitätsbildung mit allen Vor- und Nachteilen zu erfassen, wurde ohne Rücksicht auf die biologischen Gesetzmäßigkeiten des Pflanzenwuchses der in den einzelnen Parzellen jeweils vorliegende Pflanzenbestand geerntet. Die Pflanzenmasse wurde zur Ermittlung der TS bei 105 °C, zur Ermittlung der Inhaltsstoffe und der in vitro-Verdaulichkeit bei 60 °C getrocknet. Die Gehalte an Nettoenergie und an verdaulichem Rohprotein wurden aus den Rohnährstoffen nach DIJKSTRA (1965) geschätzt. Die in den Abbildungen und Tabellen angegebenen Werte für Rohprotein, Rohfaser, Rohasche, Mengen- und Spurenelemente beruhen auf Laboranalysen, die in Anlehnung an die Standardmethoden des VDLUFA (1976) in den Labors des KGGRP¹ in Suweon und des Lehrstuhls für Grünlandlehre der TUM in Freising-Weihenstephan durchgeführt wurden. Die verschiedenen Fraktionen der wasserlöslichen Kohlenhydrate wurden nach einem von KÜHBAUCH (1973) beschriebenen Verfahren, die Ligningehalte mittels Detergentienanalyse nach GOERING und VAN SOEST (1970) ermittelt. Sämtliche Futterproben wurden am Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung der FAL in Braunschweig auf ihre in vitro-Verdaulichkeit nach TILLEY und TERRY (1963) untersucht, allerdings unter Verwendung des Pansensaftes von Rindern.

Die biometrische Auswertung erfolgte zum größten Teil mit SPSS-Programmen oder mit Programmen der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau. Bei der multiplen Regressionsanalyse wurde die Reihenfolge der Aufnahme bestimmter Variablen nach sachlogischen Gesichtspunkten vorgegeben.

¹ Korean-German Grassland Research Project, Suweon O.R.D.

III. Ergebnisse

1. Entwicklung der Pflanzenbestände

Die Pflanzenbestände entwickelten sich nach der im Frühjahr 1975 durchgeführten Aussaat auf allen Standorten zunächst relativ gut und bildeten, von einigen Parzellen abgesehen, in denen Insektenschäden auftraten, bis Ende des Jahres geschlossene Grasnarben. Es wurden 1975 je nach Standort und Variante drei bis sechs Nutzungen erzielt.

In den folgenden zwei Hauptnutzungsjahren konnte jedoch auf allen Standorten und bei allen Sorten eine starke Veränderung der Bestandesdichte und der Wuchsfreudigkeit festgestellt werden, die in den meisten Fällen zu einer erhöhten Lückigkeit und Verunkrautung der Bestände führte. Verantwortlich hierfür waren, zumindest in Suweon und Taekwalyong, die extrem tiefen Wintertemperaturen bei gleichzeitig geringen Niederschlägen, die zum Aufrieren und schließlich zum starken „Auswintern“ der Bestände, vor allem von *Lolium perenne*, geführt haben. Die Auswinterungen betrug bei dieser Art

Table 3 *TM-Erträge der Grasarten und Sorten im Mittel aller Schnittsysteme in den drei Versuchsjahren (dt/ha)*

DM-yields of grass species and varieties, on average over all defoliation systems in the three experimental years, dt/ha

Art / Sorte	Suweon	Cheju	Taekwalyong
		1975	
<i>D. g.</i> / Potomac	64,6	71,0	68,8
<i>D. g.</i> / Baraula	50,1	48,3	49,8
<i>L. p.</i> / Reveille	70,6	62,0	91,1
<i>L. p.</i> / Semperw.	66,4	64,6	89,0
<i>F. p.</i> / Cosmos 11	64,6	59,1	51,2
<i>F. p.</i> / N. F. G.	61,6	54,4	44,9
Durchschnitt	63,0	59,9	65,8
		1976	
<i>D. g.</i> / Potomac	158,1	133,6	94,7
<i>D. g.</i> / Baraula	141,0	110,6	83,4
<i>L. p.</i> / Reveille	95,5	125,3	46,0
<i>L. p.</i> / Semperw.	93,8	116,5	45,4
<i>F. p.</i> / Cosmos 11	90,3	128,9	11,8
<i>F. p.</i> / N. F. G.	118,1	105,1	78,3
Durchschnitt	116,1	120,0	59,9
		1977	
<i>D. g.</i> / Potomac	91,3	110,9	67,3
<i>D. g.</i> / Baraula	67,2	101,6	62,8
<i>L. p.</i> / Reveille	10,5	94,7	6,0
<i>L. p.</i> / Semperw.	15,2	92,7	10,8
<i>F. p.</i> / Cosmos 11	55,3	99,6	34,9
<i>F. p.</i> / N. F. G.	49,7	87,9	50,6
Durchschnitt	48,2	97,9	38,7

Grenzdifferenzen 1 % in dt/ha:

Ort × Jahr: 5,33; Ort × Sorte × Jahr: 13,06; Ort × Sorte: 7,54.

bis zu 95 %, bei *Dactylis glomerata* bis zu 40 % und bei *Festuca pratensis* 10 bis 20 %. Relativ hohe Temperaturen während der Sommermonate verursachten erneut in Verbindung mit hoher Schnitthäufigkeit ein verzögertes Wachstum der Gräser oder führten gar zum Wachstumsstillstand. Diese oft als Sommerdepression angesprochene Wuchshemmung war um so stärker, je häufiger die Pflanzenbestände vor oder während der Sommerzeit geschnitten wurden. Andererseits wurde durch eine zu späte Nutzung des ersten oder zweiten Aufwuchses eine mehr oder weniger starke Schädigung der Pflanzenbestände durch *Fusarium nivale*, *Puccinia graminis*, *Colletotrichum graminicola* u. a. hervorgerufen. Ein üppiges Graswachstum mit hohen Ertragszuwächsen wurde erst wieder im Herbst festgestellt, wenn die Bestände sich erholt hatten und die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse günstiger waren.

2. Trockenmasseerträge

Auf Grund der arten- und sortenspezifischen Eigenschaften der einzelnen Gräser wirkten sich die Bewirtschaftungs- und Witterungsfaktoren unterschiedlich auf Menge und Qualität des Erntegutes aus (Tab. 3).

So zeigten die spätreifenden Sorten meist eine stärkere Bestockung als die frühreifenden und waren für eine häufigere Nutzung besser geeignet; die früheren Sorten hingegen brachten, zumindest im Ansaat- und im ersten Hauptnutzungsjahr, bei geringer Schnitthäufigkeit meist höhere Erträge (siehe Abb. 1).

Im Durchschnitt aller Orte, Jahre und Schnittsysteme wiesen die Knaulgrasarten die höchsten TM-Erträge auf, gefolgt von den Wiesenschwingel- und den Weidelgrassorten. Die Ertragsunterschiede waren jeweils hochsignifikant.

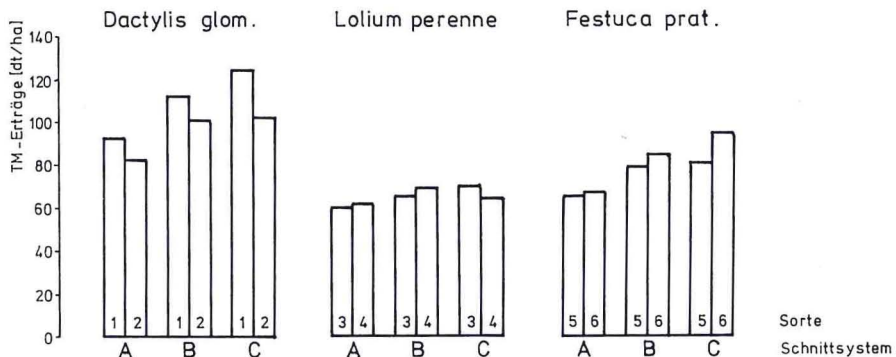


Abb. 1. Einfluß der Nutzungshäufigkeit auf die TM-Erträge (dt/ha) und je zwei Sorten der Arten *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne* und *Festuca pratensis* im Mittel der Hauptnutzungsjahre und der Standorte (A = 5—7 Schnitte/Jahr, B = 4—5 Schnitte/Jahr, C = 3—4 Schnitte/Jahr; 1 = Potomac, 2 = Baraula, 3 = Reveille, 4 = Semperweide, 5 = Cosmos 11, 6 = N.F.G.).

The effect of defoliation frequency on the DM-yields (dt/ha) of two varieties each of the species *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne* and *Festuca pratensis*, on the average over the main harvest years and locations (A = 5—7 cuts/year, B = 4—5 cuts/year, C = 3—4 cuts/year; 1. Potomac, 2. Baraula, 3. Reveille, 4. Semperweide, 5. Cosmos 11, 6. N.F.G.).

Das vergleichsweise schlechte Abschneiden der Weidelgräser ist vor allem auf das außerordentlich geringe Ertragsniveau im Jahr 1977 zurückzuführen, denn in den ersten beiden Versuchsjahren lag diese Art mit an der Spitze.

Mit einem durchschnittlichen Ertragsniveau von 60 bis 66 dt/ha im Ansaatjahr und 60 bis 120 dt/ha im ersten Hauptnutzungsjahr waren die erzielten Ertragsleistungen der drei Grasarten im Hinblick auf die relativ kurze Vegetationszeit zufriedenstellend. 1977 hingegen wurden für die ertragreichsten Sorten Ertragsrückgänge im Vergleich zum Vorjahr bis zu 92 % bei Weidelgras, bis zu 69 % bei Wiesenschwingel und bis zu 45 % bei Knaulgras festgestellt (siehe Tab. 4).

Tabelle 4 Relative Ertragsveränderungen von Knaulgras, Deutschem Weidelgras und Wiesenschwingel im Jahr 1977, ausgedrückt in Prozent des Ertrages von 1976
Relative yield changes in cocksfoot, ryegrass and fescue in 1977, expressed as % of yield in 1976

Art / Sorte	Schnittsystem	Suweon	Cheju	Taekwalyong
<i>Dactylis glom.</i> / Potomac	A	- 40,3	- 19,2	- 25,5
	B	- 38,7	- 17,9	- 11,2
	C	- 45,3	- 7,8	- 44,8
<i>Lolium per.</i> / Reveille	A	- 81,4	- 29,5	- 70,9
	B	- 92,4	- 28,9	- 83,8
	C	- 88,5	- 14,5	- 75,0
<i>Festuca prat.</i> / N. F. G.	A	- 69,5	- 26,3	- 37,1
	B	- 49,0	- 14,2	- 31,6
	C	- 56,0	- 9,8	- 37,7

A = 6—7 Schnitte/Jahr; B = 4—5 Schnitte/Jahr; C = 3—4 Schnitte/Jahr.

Die Ertragsverluste wurden in erster Linie durch die stark zunehmende Lückigkeit verursacht; sie wären sicherlich etwas geringer ausgefallen, wenn das in den Lücken aufgewachsene Unkraut, meist einheimische Arten wie *Digitalis spec.*, *Setaria spec.*, *Echinochloa crus galli* u. a., nicht regelmäßig entfernt worden wären.

Durch die unterschiedliche Schnitthäufigkeit wurden die Jahres-TM-Erträge meist signifikant beeinflusst. Mit Ausnahme von *Lolium perenne* nahmen die Erträge mit zunehmender Nutzungsfrequenz ab. Die späte Weidelgrassorte *Semperweide* hingegen erreichte 1976 in Suweon nur durch viermalige und in Cheju sogar nur durch siebenmalige Nutzung Höchstserträge. Diese Ausnahme darf allerdings als art- bzw. sortentypisch angesehen werden.

Der jährliche Ertragsaufbau der sechs Grassorten war stark von den vorherrschenden Witterungsverhältnissen der drei Standorte geprägt. So wurden auf dem südlich gelegenen Standort Cheju bis Mitte Juni schon fast 70 % des Jahresertrages gebildet, in Suweon waren es dagegen nur maximal 50 und in Taekwalyong gar nur 10 bis 20 %. Unterschiede im Zuwachsverlauf zeigten sich darüber hinaus sowohl bei den einzelnen Arten und Sorten als auch innerhalb der drei Schnittsysteme. Je nach Grasart und Wuchsdauer wurden im ersten Aufwuchs Zuwachsraten von 40 kg (z. B. *Lolium perenne*, Schnitt-

system A, Suweon) bis 180 kg TM/ha und Tag (z. B. *Dactylis glomerata*, Schnittsystem C, Suweon) erzielt.

3. Nährstoffträge

Die in den Hauptnutzungsjahren mit den Sorten *Potomac*, *Reveille* und *N.F.G.* erzielten Erträge an Nettoenergie und verdaulichem Rohprotein wurden in Tabelle 5 zusammengestellt.

Die Ergebnisse zeigen, daß je nach Art bzw. Sorte und Standort maximale Nährstoffträge sowohl bei geringer als auch bei hoher Schnitthäufigkeit erzielt werden können. So wurden in Cheju mit fünf bis sieben, in Suweon und Taekwalyong dagegen mit drei bis vier Nutzungen pro Jahr die höchsten Nettoenergieerträge gebildet.

Tabelle 5 Erträge an Nettoenergie und an verdaulichem Rohprotein in Abhängigkeit von der Nutzungshäufigkeit in den zwei Hauptnutzungsjahren (A = 5—7 Schnitte/Jahr; B = 4—5 Schnitte/Jahr; C = 3—4 Schnitte/Jahr)

Yields of net energy and of digestible crude protein, depending on defoliation frequency in the two main harvest years (A = 5—7 cuts/year; B = 4—5 cuts/year; C = 3—4 cuts/year)

Schnittsystem / Jahr	Suweon		Cheju		Taekwalyong		
	kStE / ha	kg v. RP / ha	kStE / ha	kg v. RP / ha	kStE / ha	kg v. RP / ha	
<i>Dactylis glomerata</i> , Sorte Potomac							
A	1976	6376	1374	5627	1647	3901	1182
	1977	3929	1046	4219	1214	2961	901
B	1976	7340	1159	5368	1346	4259	926
	1977	4326	968	4998	1244	4229	1073
C	1976	6364	1046	4489	1047	5399	1082
	1977	4682	908	3910	840	3333	777
<i>Lolium perenne</i> , Sorte Reveille							
A	1976	5157	963	6549	1494	1361	328
	1977	971	313	3060	904	382	145
B	1976	5286	893	5260	1420	2063	676
	1977	436	113	4542	814	488	107
C	1976	5311	778	4816	927	1866	386
	1977	676	185	4233	571	928	190
<i>Festuca pratensis</i> , Sorte N. F. G.							
A	1976	4115	750	5540	1561	3702	1074
	1977	1605	433	3383	945	2542	580
B	1976	6409	1025	4364	1168	4034	1009
	1977	3301	782	4408	842	3167	873
C	1976	5840	830	4923	930	4442	828
	1977	3371	593	3841	728	2840	575

Obwohl *Dactylis glomerata* im Trockenmasseertrag bis zu 58 % über *Lolium perenne* und bis zu 43 % über *Festuca pratensis* lag, waren die Energieerträge von Knautgras, wenn überhaupt, nur geringfügig höher als die der beiden anderen Arten. Der Ertrag an verdaulichem Rohprotein war auf allen Standorten bei häufiger Nutzung am größten.

Überraschend war das außerordentlich hohe Proteinertragsniveau, das ausschließlich auf die sehr hohen Rohproteingehalte in der Pflanzensubstanz zurückzuführen ist.

4. Nährstoffgehalte und Verdaulichkeit

Die in Tabelle 6 angegebenen mittleren Gehalte an Pflanzeninhaltsstoffen lassen die Problematik der Nährstoffversorgung auf den koreanischen Standorten deutlich erkennen. Das Energieniveau war auf Grund des hohen Rohfasergehaltes meist so gering, daß in der Praxis nur unter äußerst günstigen Verhältnissen, d. h. bei hoher Futteraufnahme und hoher Verdaulichkeit, der Bedarf einer Milchkuh hätte gedeckt werden können. Andererseits war der Rohproteingehalt relativ hoch, was ein zu enges Verhältnis von verdaulichem Rohprotein zur Nettoenergie (StE) zur Folge hatte. Nach KIRCHGESSNER (1982) sollte ein Nährstoffverhältnis von etwa 1 : 6,0 vorliegen, wenn neben dem Erhaltungsbedarf einer Kuh mit 650 kg der Bedarf für 15 kg Milch mit 4 % Fett gedeckt werden soll.

Typisch für die Futterqualität der koreanischen Standorte war fernerhin der verhältnismäßig geringe Gehalt an Mono-, Di- und Polysacchariden sowie der äußerst hohe Gehalt an Lignin. Hierin liegt nicht nur die Ursache für die geringe Verdaulichkeit des Futters, sondern zweifellos auch die Ursache für die geringe Ausdauer, die zunehmende Lückigkeit bzw. den zögernden Wiederaustrieb der Pflanzenbestände im Frühjahr und nach den einzelnen Nutzungen. Die geringe Bildung und Speicherung von löslichen Kohlenhydraten in den Gräsern war offenbar die Folge der relativ hohen Tag- und Nachttemperaturen (ALBERDA 1965). Diese bewirkten gleichzeitig eine stärkere Zunahme der Zellwandanteile und somit eine raschere Alterung der Pflanzen, was im hohen Lignin- und Rohfasergehalt deutlich zum Ausdruck kommt. Nach Untersuchungen von RÜEGG und NÖSBERGER (1977) ist das hohe Temperatur-

Tabelle 6 Nährstoffgehalte und Verdaulichkeit der Futtergräser im Mittel aller Sorten, Schnitte, Schnittsysteme und Jahre. *s* = Standardabweichung

Nutrient contents and digestibility of the forage grasses, on average over all varieties, defoliations, defoliation systems and years. *s* = standard deviation

Gehalte in der Trockenmasse	Suweon		Cheju		Taekwalyong	
	\bar{x}	<i>s</i>	\bar{x}	<i>s</i>	\bar{x}	<i>s</i>
Rohasche (%)	11,4	± 2,8	12,2	± 2,5	11,7	± 2,6
Org. Substanz (%)	88,6	± 2,8	88,5	± 3,7	89,0	± 3,8
Rohfaser (%)	24,9	± 4,8	27,8	± 4,2	24,7	± 4,7
Rohprotein (%)	16,8	± 4,0	16,9	± 3,7	18,9	± 4,2
verd. Rohprotein (%)	12,3	± 3,8	12,3	± 3,6	14,2	± 4,0
StE / 100 g TM	55,1	± 8,9	48,4	± 8,5	55,7	± 9,6
v. RP : StE	4,9	± 1,8	4,2	± 1,3	4,2	± 1,0
Mono- u. Disaccharide (%)	3,5	± 2,5	2,0	± 1,9	3,0	± 2,0
Fructosan (%)	2,7	± 3,8	1,5	± 1,9	1,8	± 2,0
Ges. NSKH* (%)	6,1	± 5,6	3,3	± 3,5	4,5	± 3,6
Lignin (%)	3,4	± 1,5	3,6	± 1,3	2,9	± 1,0
in vitro VQOS** (%)	70,8	± 8,8	67,6	± 8,9	72,8	± 6,9

* Nicht strukturierte Kohlenhydrate; ** in vitro-Verdaulichkeit der organischen Substanz.

niveau andererseits auch verantwortlich für die hohen Proteingehalte in den Gräsern.

5. Mengen- und Spurenelementgehalte

Während die Gehalte an Phosphor, Kalium und Natrium der koreanischen Futterproben etwa den Gehalten entsprachen, die auch auf deutschen Standorten gefunden werden (siehe Tab. 7, vgl. MÜHLSCHLEGEL 1981, DLG 1968), wichen die Ca- und Mg-Gehalte stärker von den in Deutschland gewohnten Werten ab. Die Gründe hierfür sind sowohl in der mineralischen Zusammensetzung des Bodens als auch in dessen niederem pH-Wert und der geringen Basensättigung mit minimaler Ca-Ionen-Austauschkapazität zu suchen (siehe Tab. 1).

Die Gehalte an Spurenelementen sind mit Ausnahme des Aluminiums als relativ günstig anzusehen. Sie lagen stets über dem Bedarf einer 650 kg schweren Milchkuh und waren meist wesentlich höher als die Gehalte entsprechender Proben aus Deutschland. Die Gründe hierfür lagen, abgesehen vom Molybdän, im niederen pH-Wert und im geringen Redoxpotential der koreanischen Böden. Diese Bodeneigenschaften führten auch zu den außerordentlich hohen Aluminiumgehalten, die auf eine negative Beeinflussung der Ertrags- und Stoffbildung schließen lassen. Nach FINCK (1976) kann sich ein Al-Gehalt über 100 ppm in der TM auf das Pflanzenwachstum toxisch auswirken.

Die in Tabelle 7 aufgeführten Standardabweichungen lassen erkennen, daß insbesondere die Gehalte an Spurenelementen großen Schwankungen unterliegen sind. Diese sind sowohl durch die unterschiedlichen Schnitzeitpunkte der verschiedenen Arten und Sorten als auch durch die großen Reifegradunterschiede der geernteten Pflanzenbestände bedingt. Wie Abbildung 2 zeigt, sind insbesondere bei Kupfer und Mangan, aber auch bei Natrium, den nicht-strukturierten Kohlenhydraten und Lignin Artenunterschiede bis über 100 % möglich.

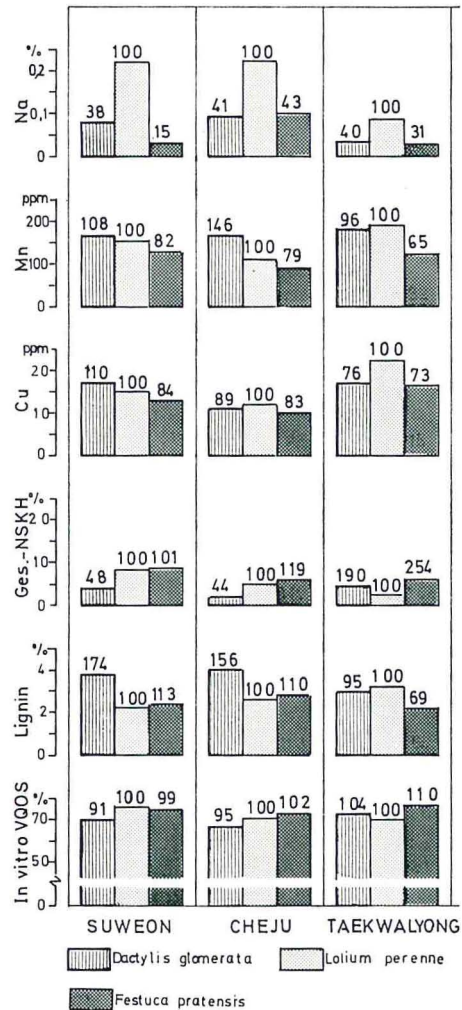
6. Bewertung der Einflußgrößen auf Ertrag und Qualität

Mit der aufbauenden Regressionsanalyse wurde versucht, die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Einflußfaktoren und dem Ertrag bzw. der

Tabelle 7 Mittlere Mengen- und Spurenelementgehalte im ersten Aufwuchs der Muttergräser
Average contents of major and trace elements in the first regrowth of the grasses

% i. d. Tm.	Suweon		Cheju		Taekwalyong	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
P (%)	0,33 ±	0,09	0,36 ±	0,08	0,32 ±	0,07
K (%)	2,94 ±	0,73	3,11 ±	0,79	3,35 ±	0,76
Ca (%)	0,50 ±	0,12	0,46 ±	0,11	0,34 ±	0,09
Mg (%)	0,30 ±	0,09	0,29 ±	0,06	0,24 ±	0,06
Na (%)	0,10 ±	0,12	0,12 ±	0,09	0,06 ±	0,05
Ca : P	1,59 ±	0,52	1,34 ±	0,32	1,11 ±	0,35
Cu (ppm)	16,1 ±	5,0	12,8 ±	7,1	18,0 ±	6,8
Mn (ppm)	174 ±	53	133 ±	49	199 ±	85
Zn (ppm)	34,2 ±	7,0	31,2 ±	14,6	37,8 ±	14,2
Mo (ppm)	0,31 ±	0,46	0,12 ±	0,21	0,20 ±	0,17
Al (ppm)	1857 ±	2050	1174 ±	1606	1319 ±	1008

Abb. 2. Einfluß der Grasart und des Standorts auf einige Qualitätsparameter des Ernteguts im Mittel aller Aufwüchse und Jahre
 The effect of the grass species and of location on some quality parameters of the harvested material, on average over all re-growths and years



Futterqualität quantitativ zu erfassen. In Abbildung 3 wurden die Ergebnisse der regressionsanalytischen Auswertung hinsichtlich Trockenmasseertrag, Nettoenergieertrag und *in vitro* Verdaulichkeit graphisch dargestellt. Mit den in die Analyse einbezogenen Bewirtschaftungs-, Witterungs- und Umweltfaktoren konnte die Varianz der Trockenmasse- und Nettoenergieerträge bis zu 80 %, die der *in vitro*-Verdaulichkeit dagegen nur bis zu 60 % erklärt werden. Während bei den TM- und Nettoenergieerträgen die Varianz nur im ersten Aufwuchs relativ gut durch die einzelnen Faktoren zu erklären war, war dies bei der *in vitro*-Verdaulichkeit hauptsächlich in den Folgeschnitten der Fall. Die Erträge wurden in erster Linie durch die Aufwuchsdauer, die Schnitthäufigkeit, die Lufttemperatur und die Globalstrahlung beeinflusst, die Verdaulichkeit darüber hinaus in besonderem Maße durch die Arten- und Sortenwahl. Die

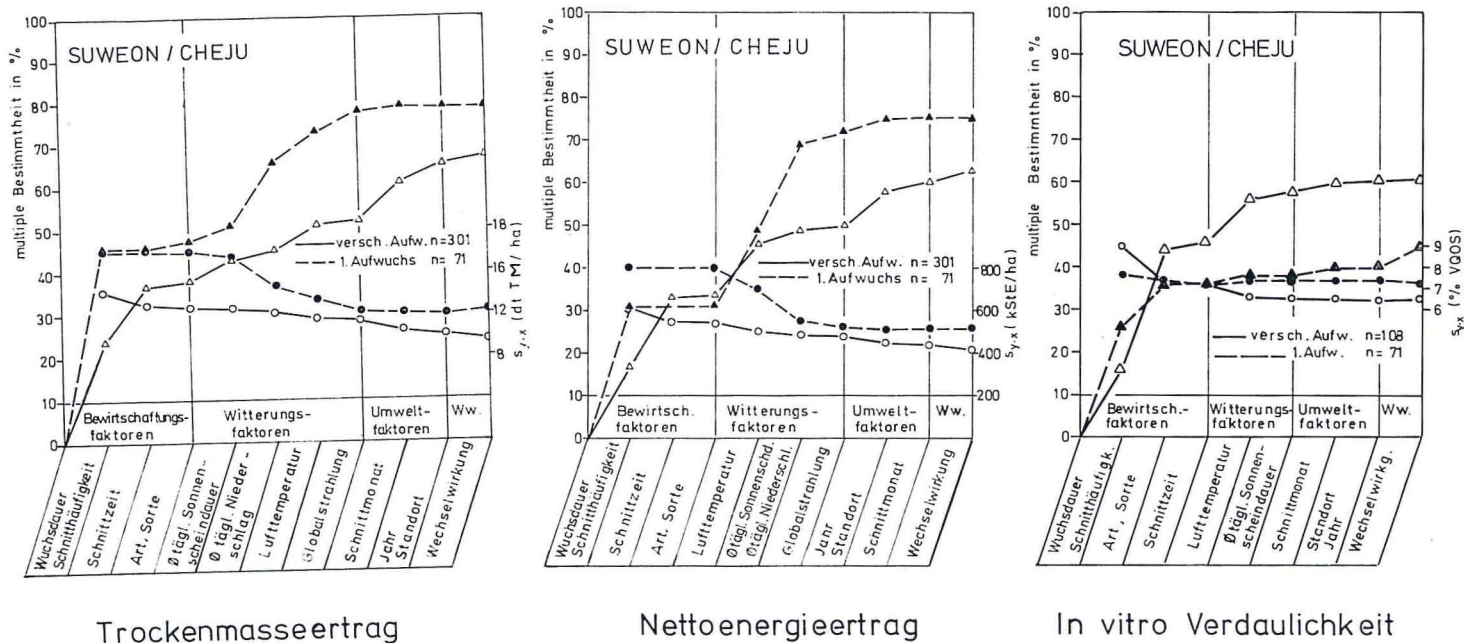


Abb. 3. Zunahme der multiplen Bestimmtheit (r^2) in Prozent zur Erklärung der Varianz der Trockenmasse- und Nettoenergieerträge sowie der *in vitro*-Verdaulichkeit durch Bewirtschaftungs-, Witterungs- und Umweltfaktoren

Progression of coefficient of determination (r^2), in %, to illustrate the variance of DM- and net energy yields, as well as *in vitro* digestibility, due to management, climatic, and environmental factors

Temperatur war hier nur mit etwa 10 % an der Varianz beteiligt, die Strahlung sogar nur mit 2 bis 3 %. Die Standortfaktoren spielten hinsichtlich Ertrag und Verdaulichkeit, sofern sie nicht schon durch Temperatur und Strahlung erfaßt wurden, nur eine untergeordnete Rolle. Diese beiden Witterungsfaktoren bestimmten vor allem auf den koreanischen Standorten den Ertrag in wesentlich stärkerem Maße, als dies auf deutschen Standorten der Fall gewesen wäre.

IV. Diskussion

Die Artenwahl für diese Versuchsanstellung in Südkorea mag, insbesondere im Hinblick auf *Lolium perenne*, nach den inzwischen vorliegenden Erfahrungen als unpassend angesehen werden. Wegen der unzureichenden Winterhärte wäre diese Art bestenfalls für die winterwärmeren Gebiete im Süden des Landes geeignet gewesen. Dennoch konnte aus den vorliegenden Versuchsergebnissen der drei Grasarten eine Reihe wertvoller Informationen gewonnen werden, die sich mit Einschränkung auch auf hier nicht geprüfte Grasarten und Sorten übertragen lassen. Eine langjährige, intensive Nutzung dieser Gräser sowohl im Rein- als auch im Mischbestand scheint unter den vorherrschenden Boden- und Klimaverhältnissen nicht möglich zu sein. Zwar läßt sich durch eine an Witterung und Jahreszeit angepaßte Nutzung die Persistenz und somit das Ertragsniveau in den ersten Jahren nach der Ansaat verbessern; eine Nachsaat nach drei bis vier Jahren mit den gewünschten Arten und Sorten wäre jedoch nicht zu umgehen, wenn ein Ertragsniveau über 80 dt/ha und eine hohe Futterqualität gewährleistet werden sollen.

Um eine möglichst lange Nutzungsdauer der grasreichen Pflanzenbestände zu erreichen, wäre eine schonende, d. h. der Witterung angepaßte und nach pflanzenphysiologischen Gesichtspunkten ausgerichtete Nutzung anzustreben. Die Gräser sollten stets erst dann geschnitten werden, wenn sie genügend Reservestoffe zum raschen Wiederaustrieb eingelagert haben. Dies würde be-

Tabelle 8 Vorschlag zur mehrjährigen Schnittnutzung von grasreichen Pflanzenbeständen auf klimatisch unterschiedlichen Standorten in Südkorea
A plan for longer utilization on herbaceous stands rich in grasses in climatically differing locations in South Korea

Schnitt Standort		1.	2.	3.	4.	5.
Taekwalyong	I	Silo-Heureife	Silo-Heureife	Weidereife	-	-
	II	Ährenschr.-Blüte	Ährenschr.-Blüte	20-25 cm	-	-
	III	30. Juni	15. August	30. Sept.	-	-
Suweon	I	Silo-Heureife	Siloreife	Weide-Siloreife	Weidereife	-
	II	Ährenschr.-Blüte	30-40 cm	25-40 cm	15-25 cm	-
	III	25. Mai	20. Juni	05. Sept.	10. Okt.	-
Cheju	I	Weidereife	Silo-Heureife	Siloreife	Weidereife	Weidereife
	II	15-25 cm	Ährenschr.-Blüte	30-40 cm	15-25 cm	15-25 cm
	III	20. April	15. Juni	30. Aug.	30. Sept.	05. Nov.

I = Erntestadium; II = Wuchshöhe bzw. Reifestadium; III = spätestes Schnittzeitpunkt.

deuten, daß die ersten beiden Schnitte in Suweon und Taekwalyong relativ spät, d. h. in der Silo- bzw. Heureife und nur die folgenden Nutzungen in der Weidereife durchgeführt werden sollten (siehe Tab. 8). Nach einer ebenso schonenden Nutzung im Ansaatjahr könnten so im darauffolgenden Hauptnutzungsjahr Hektarerträge bis über 150 dt Trockenmasse, 7000 kStE bzw. 1500 kg verdauliches Rohprotein erzielt werden. Dies würde einen Viehbesatz von 1,4 bis 2,5 RGV ermöglichen.

Als besonders kritisch sind die Nutzungen von Ende Juni bis Anfang August zu betrachten, wenn auf Grund der hohen Temperaturen starke Wuchsdepressionen in den Pflanzenbeständen auftreten. Die tägliche Zuwachsrate kann in dieser Zeit je nach Art und Sorte bis auf Null absinken; gleichzeitig besteht eine erhöhte Krankheits- und Schädlingsanfälligkeit sowie eine starke Unkrautkonkurrenz. Ähnliche Beobachtungen wurden auch im benachbarten Japan durch OCHI u. a. (1975), AGATA u. a. (1977) und KOSEKI (1977) gemacht. Dieser stellte ebenfalls fest, daß die stärkste Sommerdepression jeweils an Sorten von *Lolium perenne* und *Festuca pratensis* auftrat, während *Dactylis glomerata* und insbesondere *Festuca arundinacea* eine größere Hitze- und Trockenheitsverträglichkeit aufwies.

Der Einfluß von Temperatur, Strahlungsintensität und Strahlungsdauer auf Ertrag und Futterqualität wurde mittels Regressionsanalyse quantitativ erfaßt. Während auf deutschen Standorten diesen beiden Faktoren bestenfalls ein Varianzanteil von 5 bis 10 % zukommt (MÜHLSCHLEGEL 1981), entfallen auf den koreanischen Standorten bis zu 40 % auf diese Einflußgrößen. Umgekehrt spielen Wuchsdauer und Schnitthäufigkeit auf deutschen Standorten im Gegensatz zu den koreanischen die dominierende Rolle. Die insgesamt relativ geringe Varianzerklärung der *in vitro*-Verdaulichkeit läßt auf den starken Einfluß weiterer Faktoren schließen, die in dieser Auswertung nicht mit erfaßt wurden, so z. B. auf die je nach Art, Sorte, Jahreszeit und Standort unterschiedliche Anreicherung von Lignin, strukturierten oder nichtstrukturierten Kohlenhydraten. Aus den absoluten Werten dieser Qualitätsparameter lassen sich auf jeden Fall entsprechende Rückschlüsse ziehen.

Da aus der Literatur bisher nur wenig Feldversuche bekannt sind, die den Einfluß von Witterungsfaktoren auf die Qualitätsmerkmale der Gräser aufzeigen, gewinnt diese Versuchsanstellung an Bedeutung. Viele aus Gefäßversuchen bekannte Zusammenhänge von Einzelfaktoren (DEINUM 1966) konnten hiermit bestätigt werden, andere erwartete Gehaltsveränderungen an Inhaltsstoffen blieben dagegen infolge der vielfältigen, oft unzureichend bekannten Wechselwirkungen aus.

Zusammenfassung

Mit je zwei Sorten von *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne* und *Festuca pratensis* wurde in einem dreijährigen Feldversuch auf drei koreanischen Standorten der Einfluß der Schnitthäufigkeit auf die Trockenmasse- und Nährstoff-erträge sowie auf eine Reihe von Qualitätsparametern untersucht. Die Ertragsbildung der Gräser war sehr stark durch die extremen Temperaturen im Win-

ter und Sommer geprägt, so daß der Ertrag durch die Schnitthäufigkeit nur in zweiter Linie beeinflusst wurde. An erster Stelle standen zweifellos die Witterungsfaktoren Temperatur und Globalstrahlung. Mit zunehmender Schnitthäufigkeit wurden die Erträge im Mittel aller Arten, Sorten, Standorte und Jahre signifikant verringert, obgleich statistisch gesicherte Wechselwirkungen zwischen diesen Faktoren vorlagen.

Auf Grund starker Auswinterungen und Erschöpfung der Reservekohlenhydrate während der Sommermonate wurde vom zweiten Hauptnutzungsjahr an ein starker Ertragsrückgang mit gleichzeitiger Verschlechterung der Narbendichte festgestellt. Die Knaulgrassorten waren stets ertragreicher und ausdauernder als die Wiesenschwingel- oder gar die Weidelgrassorten.

Intensiver Futterbau auf der Basis der geprüften Grasarten und Sorten wäre in Korea trotz schonender Nutzung nur kurzfristig, d. h. nur zwei bis drei Jahre möglich, wenn keine regelmäßige Nachsaat dieser Arten ins Auge gefaßt wird.

Die verschiedenen Standortfaktoren bewirkten neben den Ertragsunterschieden eine deutliche Differenzierung der Futterqualität. Das Pflanzenmaterial der sommerwarmen Standorte Suweon und Cheju enthielt meist verhältnismäßig hohe Rohfaser-, Lignin- und Rohproteingehalte, aber äußerst geringe Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten und an Nettoenergie. Der Futterwert und die Verdaulichkeit war infolgedessen entsprechend gering.

Die Spurenelementgehalte waren infolge geringer Boden-pH-Werte verhältnismäßig hoch; die Aluminiumgehalte ließen auf Al-Toxizität schließen.

Mit Hilfe regressionsanalytischer Methoden wurden die Anteile der wichtigsten Einflußgrößen an der Varianz von Ertrag und *in vitro*-Verdaulichkeit quantitativ geschätzt. Bei den Trockenmasse- und Nettoenergieerträgen war eine Varianzerklärung bis zu 80 %, bei der *in vitro*-Verdaulichkeit nur bis zu 60 % möglich.

Unter Berücksichtigung der erschwerten Produktionsbedingungen erscheint eine Grünlandnutzung in Korea mit Gräsern des gemäßigten Klimabereichs dennoch möglich. Ein den jeweiligen Standorten angepaßter Nutzungsvorschlag wurde erstellt und diskutiert.

Summary

**Productivity and Fodder Value of Two Varieties Each of *Lolium perenne* L.,
Festuca pratensis Huds., and *Dactylis glomerata* L.,
depending on climatic conditions and frequency of defoliation
at three locations in South Korea**

Two varieties of each, *L. perenne*, *F. pratensis* and *D. glomerata* were tested in a 3-year field experiment at three locations in Korea for the effect of frequency of defoliation on the DM-yield and nutrient yields, as well as for a number of quality parameters. The productivity of the grasses was greatly affected by the extreme winter and summer temperatures, so that frequency of defoliation has only secondary influence on yield. Of the greatest importance were, no doubt, climatic conditions and global radiation.

With increasing frequency of defoliation, the yields were significantly reduced on average over all species, varieties, locations and years, although statistically significant interactions between these factors have been observed.

Because of severe winter kill and exhaustion of reserve carbohydrates during the summer months, starting with the second main harvest year a serious decline of yields with simultaneous deterioration of sward density was determined. The cocksfoot varieties were always higher yielding and more persistent than the fescues and even ryegrass varieties.

Intensive cultivation of forage plants, on the basis of the tested grass species, would be in Korea only in short duration even with sparing defoliation, i.e. only 2—3 years, if no regular reseeding of these species is considered.

The various habitat factors cause apart from yield differences also clear differentiation of fodder quality. The plant material at locations in Suweon and Cheju, which have warm summers, had relatively high crude fibre, lignin and crude protein contents, but exceedingly low content of water soluble carbohydrates and net energy. The fodder value and digestibility was, therefore, correspondingly low. The content of trace elements was relatively high, due to the low pH values of the soil; aluminium contents allow to conclude on Al-toxicity.

The proportions of the most important effects in the variance of yields and *in vitro* digestibility were quantitatively estimated using the methods of regression analysis. For DM-yields and net energy yields, a determination of variance of up to 80% was possible, but for *in vitro* digestibility, only 60%.

It would, however, still be possible to introduce grasses from the temperate climate into Korean grasslands, if the difficult production conditions are taken into account. A plan of management adapted to the respective climatic conditions in Korea is suggested and discussed.

Literaturverzeichnis

- AGATA, W., F. KUBOTA, and E. KAMATA, 1977: Dry matter production of forage plants. XIII. The estimation of climatic productivity of orchardgrass sward under the various stands. *J. Jap. Grassland Sci.* 23, 210—216.
- ALBERDA, TH., 1965: The influence of temperature, light intensity and nitrate concentration on dry-matter production and chemical composition of *Lolium perenne* L. *Netherl. J. Agric. Sci.* 13, 335—360.
- BOMMER, D., 1970: Bericht über Gutachterreise vom 18.—31. 10. 1970 nach Korea im Auftrag der GAWI, Frankfurt. Projekt FE 970 Ansong, Korea.
- DEINUM, B., 1966: Influence of some climatological factors on the chemical composition and feeding value of herbages. *Proc. X. Intern. Grassland Congr.*, Helsinki, 415—418.
- DIJKSTRA, N. D., 1965: Manual for the calculation of the nutritive value of roughages. *Bedrijfslabor. Grond- en Gewasonderzoek, Mariendaal, Netherland.*
- DLG, 1968: DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer. *Arb. DLG*, Bd. 17, 4. Aufl. DLG-Verlag, Frankfurt a. M.
- FINCK, A., 1976: Pflanzenernährung in Stichworten, 3. Aufl., Verlag Ferdinand Hirt, Kiel.
- GOERING, H. K., and P. J. VAN SOEST, 1970: Forage fibre analyses. *USDA Agric. Handbook No. 379*, 1—20.

- KGGRP, 1974/1975: Annual Report. Korean-German Grassland Res. Project, O.R.D., Livestock Exp. Sta., Suweon, Korea.
- KIRCHGESSNER, M., 1982: Tierernährung, 5. Aufl. DLG-Verlag, Frankfurt a. M.
- KOSEKI, J., 1977: Studies on summer depression of pasture species. II. Effect of nutrient uptake on the occurrence of summer depression. J. Jap. Grassland Sci. 23, 226—234.
- KÜHBAUCH, W., 1973: Veränderungen von Kohlenhydratfraktionen in Blättern und Stengeln einiger Knaulgrassorten während des Wachstums. Landw. Forschg. 26, 213—220.
- MÜHLSCHLEGEL, F., 1981: Ertragsbildung und Futterwert von je 2 Sorten der Arten *Lolium perenne* L., *Festuca pratensis* Huds. und *Dactylis glomerata* L. in Abhängigkeit von Witterungsfaktoren und Nutzungshäufigkeit auf 5 Standorten in Deutschland und Südkorea. Diss., TU München, Freising-Weihenstephan.
- OCHI, M., T. MUROGA, Y. SAITO, K. KIJIMA, and S. KAWANABE, 1975: Control of summer depression of pasture species; results of an experiment at the southern part of Japan. Bull. Nat. Grassland Res. Inst. 6, 40—57.
- RÜEGG, J., and J. NÖSBERGER, 1977: Influence of temperature on the phenological development, dry matter distribution, total nonstructural carbohydrates and crude protein of *Festuca pratensis* Huds. Angew. Bot. 51, 167—177.
- TILLEY, J. M. A., and R. A. TERRY, 1963: A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassland Soc. 18, 104—111.
- VDLUFA, 1976: Chemische Untersuchung von Futtermitteln. Methodenbuch, Bd. III, Verlag Neumann und Neudamm, Melsungen.

Anschriften der Verfasser: Prof. Dr. G. VOIGTLÄNDER und Dr. F. MÜHLSCHLEGEL, Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der Technischen Universität München, D-8050 Freising-Weihenstephan.