Sonderdruck

aus

Die Stoffproduktion der Pflanzendecke

GUSTAV FISCHER VERLAG · STUTTGART

Produktion und jahreszeitliche Produktionsverteilung von Grünlandvegetationseinheiten

Von Th. A. de Boer

Einleitung und Methodenbeschreibung

In den Niederlanden teilen wir das Grünland im Rahmen der größeren pflanzensoziologischen Einheiten nach ökologischen Artengruppen ein. Solche Artengruppen haben einen Zeigerwert für bestimmte Standortsfaktoren oder Kombinationen von Umweltsfaktoren. Je stärker der Einfluß eines dieser Faktoren oder Faktorenkombinationen ist, um so mehr wird die darauf positiv reagierende ökologische Artengruppe hervortreten. Der Mengenanteil dieser Artengruppe hat daher einen hohen Zeigerwert.

Wir drücken den Mengenanteil einer Zeigergruppe in % Trockengewicht aus. Bei der praktischen Anwendung der Methode wird der Prozentsatz geschätzt und zwar versucht man den durchschnittlichen Wert für die ganze Wachstumszeit zu gewinnen. Letzteres tut man, um die jahreszeitlich bedingten Unterschiede im Aspekt auszugleichen. Die Schätzungen werden an Hand wiederholter Bonitierungen ausgewählter Versuchsstellen in verschiedenen Grünlandtypen nachgeprüft.

Als Kartierungseinheit benutzt man die prozentuale Mächtigkeit einer Zeigergruppe (z. B. mehr als 40%, 30–40%, 15–30% und weniger als 15% Anteile der Zeigergruppe an der Gesamttrockensubstanz). Diese Bereiche sind wiederum auf Grund ökologischer Beobachtungen ausgewählt. Dadurch ist es möglich, diese als Einheiten für die Klassifikation der Grünländer in den Niederlanden und insbesondere für quantitative Aussagen über den Einfluß eines Standortsfaktors oder einer Faktorenkombination zu verwenden.

Soll die Grünlandvegetation einen Einblick gewähren in die betriebswirtschaftlichen Folgen einer in Aussicht genommenen landwirtschaftlichen Verbesserung der Umweltverhältnisse, so muß sie etwas über die Möglichkeiten der Ertragserhöhung des Grünlandes aussagen. Nun kann man über eine solche Ertragserhöhung tatsächlich Berechnungen aufstellen, wenn man weiß, wie die kartierten Einheiten sich ertragsmäßig verhalten.

Wenn man von dem Durchschnittsertrag von Grünland spricht, so muß man wissen, was man darunter verstehen soll. Meint man den Ertrag an Viehfutter, den man im Rahmen des Betriebes durch Weiden und Mähen durchschnittlich in einer Reihe von Jahren erhält (*den Reinertrag*), *so können eine Anzahl schwer meßbarer betriebstechnischer Faktoren* derart wirken, daß der Zusammenhang zwischen Ertrag und Vegetationskartierungseinheit durchbrochen wird. Wir denken hier an Faktoren wie Beweidungsverluste durch Auftrieb bei zu hohem Bestand oder zu nasser Witterung, und auch an starke Schwankungen der Stickstoffgaben oder des Verhältnisses zwischen Mähen und Beweiden einer bestimmten Fläche. Auch ist die Feststellung des Reinertrages schwer. Man kann ihn nur an Hand einer genauen Grünlandbuchführung berechnen mittels der Normen von GEITH. Das haben wir bei unserer Forschung auch gemacht; nachher sollen einige Ergebnisse davon erwähnt werden.

Einen besseren Zusammenhang zwischen Vegetationskartierungseinheiten und Ertrag bekommt man, wenn man den Ertrag durch ein standardisiertes Mähverfahren bei einheitlicher Düngung bestimmt. Wir suchen dazu in einer Grünlandfläche ein Stück von 600 m² mit homogenem Bewuchs, das zu der zu untersuchenden Vegetationseinheit gehört. Von diesen 600 m² steckt man in jedem der ersten sechs Jahre 100 m² derart ab, daß man kein Stück zweimal wählt. Auf die abgesteckten 100 m² bringt man Mitte Februar (wenn die Witterung es zuläßt) 60 kg P_2O_5 und 120 kg K_2O je ha in Form von Doppelsuperphosphat und vierzigprozentigem Kali. Ende März gibt man 30 kg N je ha in Form von Kalkammonsalpeter. Dann stellt man auf die Diagonalen und zwei halben Diagonalen regelmäßig zerstreut vier Käfige, die jeder 420 cm lang, 120 cm breit und 65 cm hoch sind. Der Bestand in den Käfigen bleibt frei von der Grünlandnutzung des Bauern und dient der Ertragsbestimmung.

Es wird zum erstenmal Anfang Mai gemäht und dann jeweils in Abständen von fünf Wochen. Nach dem ersten, zweiten, dritten und vierten Schnitt gibt man 10 kg N je ha in Form von Kalkammonsalpeter, so daß die gesamte N-Düngung 70 kg je ha beträgt. Es wird fünfmal gemäht. Von Ernteproben jedes Schnittes bestimmt man den Trockensubstanzgehalt, den Eiweißgehalt und den Stärkewert. Den in dieser Weise bestimmten Trokkensubstanzertrag nennen wir den standardisierten Rohertrag.

Einige Versuchsergebnisse

In den Niederlanden hat man viel Zahlenmaterial über den Ertrag von Grünland gesammelt. Wir haben es an Hand des Bewuchses nach Vegetationskartierungseinheiten eingeteilt. Viele Unterschiede zwischen den durchschnittlichen Erträgen verschiedener Vegetationskartierungseinheiten haben sich als signifikant herausgestellt An Hand einiger Beispiele wollen wir etwas über den Zusammenhang von Vegetationseinheiten und Ertrag zeigen.

Der standardisierte Jahresrohertrag

In einem Sandgebiet nördlich von Wageningen wurde in der oben beschriebenen Weise auf etwa 225 Versuchsparzellen der standardisierte Rohertrag der Jahre 1951, 1952 und 1953 bestimmt. An Hand der Grünlandvegetation dieser Parzellen haben wir Feuchtigkeitsvarianten und Pflegevarianten unterschieden (DE BOER und FERRARI 1957).

Tabelle 10 zeigt die durchschnittlichen Jahreserträge der Feuchtigkeitsvarianten in Doppelzentnern Trockensubstanz je ha.

Tabelle 10

Feuchtigkeitsvariante	A	B	C	D	E	F	G	
Zahl der Parzellen	12	11	19	42	55	41	45	Feuchtigkeits-
Durchschnittsertrag (1951 + 1952 + 1953)								variante
dz Ts./ha	71	106	107	120	126	120	100	↓
		0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	A
				1,0 %	0,1 %	5,0 %		B
				1,0 %	0,1 %	1,0 %		C
				5,0 %			0,1 %	D
							0,1 %	E
							0,1 %	F

Die Prozentangaben beziehen sich auf die Signifikanz der Ertragsunterschiede. 0,1 % bedeutet einen sehr signifikanten Unterschied 1 % und 5 % deutlich signifikant bzw. signifikant.

Vegetationskundlich betrachtet, gehören diese Feuchtigkeitsvarianten großenteils zum *Lolieto-Cynosuretum*. F und G sind aber Übergänge zu Gesellschaften des *Bromion racemosi*. Die Vegetationsmerkmale der Feuchtigkeitsvarianten sind folgende:

A. besteht zu mehr als 40 % aus einer Kombination von Trockenheitszeigern wie *Agrostis tenuis, Festuca rubra, Luzula campestris* ssp. *campestris, Achillea millefolium* und *Poa pratensis* (sehr trockenes Grünland).
B. besteht zu 30–40 % aus diesen Trockenheitszeigern (trockenes Grünland).
C. besteht zu 15–30 % aus diesen Trockenheitszeigern (mäßig trockenes Grünland).
D. enthält weniger als 15 % Trockenheitszeiger, weniger als 1 % Nässezeiger (wie *Alopecurus geniculatus, Glyceria fluitans* und *Carex nigra* und weniger als 30 % *Poa trivalis* + *Festuca pratensis* + *Cardamine pratensis*.
E. ist feuchtes Grünland mit 1–10 % Nässezeigern.
F. besteht zu 10–30 % aus Nässezeigern (nasses Grünland).
G. enthält mehr als 30 % Nässezeiger (sehr nasses Grünland).

In allen diesen Varianten kommen *Lolium perenne, Trifolium repens* und *Cynosurus cristatus* vor. Der Prozentsatz dieser Arten hängt von dem Pflegezustand ab. In sehr trockenem und sehr nassem Grünland kommen sie auch vor, aber dort ist ihr Prozentsatz im allgemeinen sehr gering.

Aus Tabelle 10 ist ersichtlich, daß in den Jahren 1951, 1952 und 1953 (deren Witterung normal bis feucht war) das feuchte Grünland (E) durchschnittlich den höchsten Ertrag aufwies. Sowohl nach der nassen wie nach der trockenen Seite hin nimmt der Ertrag ab. Da der Phosphorsäure- und Kaligehalt des Bodens im Durchschnitt der Feuchtigkeitsvarianten hoch genug war, ist das nicht auf Fruchtbarkeitsunterschiede zurückzuführen.

Auch Ertragsbestimmungen von anderen Versuchsparzellen während mehr als zehn Jahren zeigen einen maximalen Durchschnittsertrag des feuchten Grünlandes (Einheit E). Nur in sehr nassen Jahren, wie 1954, ist der maximale Rohertrag verschoben nach trockeneren Vegetationseinheiten.

Die Vegetation derselben Parzellen von Tabelle 10 haben wir nach dem Vorkommen der sogenannten Pflegezustandszeiger in Varianten eingeteilt, die sich durch den Einfluß der Pflege auf das Grünland unterscheiden. Tabelle 11 stellt die stan-

dardisierten Roherträge der Pflegevarianten in Doppelzentnern Trockensubstanz je Hektar dar.

Tabelle 11

Pflegevariante	I	II	III	IV	V	VI	
Zahl der Parzellen	12	93	49	16	34	23	
Durchschnittserträge (1951 + 1952 + 1953)							Pflege-variante
dz Ts./ha	131	125	115	95	102	63	→
			0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	I
			0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	II
				0,1 %	0,1 %	0,1 %	III
					1,0 %		IV
						0,1 %	V

Zur Bedeutung der Prozentsätze siehe Tabelle 10.

Die Einteilung nach Pflegevarianten gründet sich auf den Prozentsatz einer Gruppe von Pflanzenarten, deren bedeutendste sind: *Lolium perenne, Phleum pratense, Poa trivialis, Festuca pratensis, Poa pratensis* und *Trifolium repens*. Natürlich schwanken die Gewichtsverhältnisse dieser Arten, und in einigen Fällen fehlen auch eine oder mehrere in Abhängigkeit von dem Wasserversorgungszustand. Zum richtigen Verständnis ist zu bedenken, daß die Nutzung des Grünlandes in diesem Gebiet ziemlich einheitlich ist. Die meisten Flächen wurden alljährlich sowohl beweidet als auch gemäht. Allerdings dienten eine geringe Anzahl Flächen vorwiegend zur Weide. Die meisten von diesen gehören zu der am höchsten gewerteten Pflegevariante (Nr. I).

Die floristischen Merkmale der Pflegevarianten sind, wie folgt:

I. besteht zu mehr als 60 % aus Pflanzen der obengenannten Gruppe und gewöhnlich zu mehr als 30 % aus *Lolium perenne*.

II. besteht zu 46 bis 60 % aus Pflanzen der genannten Gruppe und gewöhnlich zu 16 bis 30 % aus *Lolium perenne*.

III. besteht zu 35 bis 45 % aus Pflanzen der bewußten Gruppe und enthält wenig *Lolium perenne*.

IV. besteht zu mehr als 35 % aus Arten, die auf mäßige bis schlechte Pflege hinweisen, wie *Anthoxanthum odoratum, Holcus lanatus, Agrostis stolonifera* und *Agrostis tenuis*.

V. ist nasses Grünland mit mehr als 30 % Nässezeigern (Variante G), in dem aber entweder *Festuca pratensis* und *Poa trivialis* oder *Alopecurus geniculatus* und *Ranunculus repens* stark in den Vordergrund treten. Wir haben festgestellt, daß dies die besser gedüngten und besser gepflegten und beim Vorherrschen der beiden zuletzt genannten Arten die vorwiegend beweideten nassen Flächen sind.

VI. ist das übrige Grünland der Feuchtigkeitsvariante G.

In der Tabelle 11 ist das sehr trockene Grünland, das zur Feuchtigkeitsvariante A gehört, außer acht gelassen. In dieser Tabelle sieht man einen deutlichen Zusammenhang zwischen den in der genannten Weise unterschiedenen Vegetationseinheiten und dem standardisierten Rohertrag. Je höher der Prozentsatz auf gute Pflege hinweisender Arten ist, um so höher ist auch der Ertrag. Ein Vergleich der Tabellen 10

und 11 lehrt, daß der Unterschied zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Durchschnittsertrag bei der Pflegereihe größer ist als bei der Wasserversorgungsreihe; das ist nicht verwunderlich, da keines der drei Jahre 1951, 1952 und 1953 trocken war.

Jahreszeitliche Verteilung des Ertrages

Da der Ertrag durch fünfmal jährliches Mähen bestimmt wurde, kann man dem Verlauf des Rohertrages in der Wachstumszeit nachgehen. Weil man nicht immer alle Parzellen am gleichen Tag mähen konnte, haben wir den Trockensubstanzertrag eines Schnittes immer umgerechnet in das durchschnittliche tägliche Wachstum in der Periode, die seit dem vorigen Schnitt verlaufen war.

Tabelle 12 und Abb. 17 zeigen den Ertragsverlauf der Feuchtigkeitsvarianten C, E und F in einem trocknen (1949) und einem nassen (1956) Jahr und im Durchschnitt der Jahre 1946 bis 1958 einschließlich. Es handelt sich um etwa 26 Ertragsparzellen, deren Entwicklung 13 Jahre hindurch verfolgt wurde. Alle niederländischen Weidegebiete sind mit einer Anzahl von diesen Parzellen vertreten.

Tabelle 12
Durchschnittliches Wachstum pro Tag in kg Trockensubstanz je Hektar

Feuchtigkeitsvariante	Jahr	1. Schnitt*	2. Schnitt	3. Schnitt	4. Schnitt	5. Schnitt	Zahl der Parzellen
C. (etwas trocken)	1949	91	55	26	21	18	8
	1956	46	77	39	51	29	8
	∅ 1946–1958	65	64	41	42	24	8
E. (feucht)	1949	67	59	35	38	26	10
	1956	38	67	48	39	24	10
	∅ 1946–1958	54	64	46	46	25	10
F. (naß)	1949	52	49	37	42	26	8
	1956	34	69	45	42	22	8
	∅ 1946–1958	44	57	44	44	21	8

* Erster Schnitt: Anfang Mai
Zweiter Schnitt: Mitte Juni
Dritter Schnitt: Ende Juli
Vierter Schnitt: Anfang September
Fünfter Schnitt: Mitte Oktober

1949 war der Niederschlag in den Monaten Juni, Juli und August bedeutend unternormal. Der Ertrag des 3. bis 5. Schnittes der trocknen Variante (C) war denn auch viel geringer als der derselben Schnitte der Varianten E und F.

Der Gesamtertrag dieser Schnitte blieb im Jahre 1949 bei der Variante C auch viel mehr hinter dem vieljährigen Durchschnitt zurück als bei den Varianten E und F.

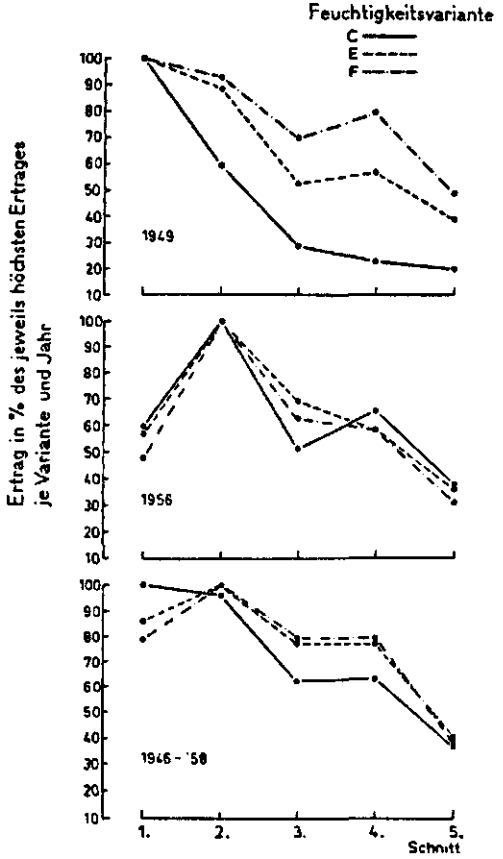

Abb. 17: Die Durchschnittserträge von Tabelle 12, umgerechnet in % der höchsten Erträge je Feuchtigkeitsvariante und Jahr, graphisch dargestellt.

Im Jahre 1956 war der Niederschlag in den Monaten Juni, Juli und August bedeutend übernormal. Da brachte nur der dritte Schnitt bei der Variante C weniger und alle anderen Schnitte mehr ein als die Varianten E und F. Beim Vergleich des Jahres 1956 mit dem Durchschnitt der Jahre 1946 bis 1958 sieht man, daß bei der Variante C der erste Schnitt (infolge des kalten trockenen Frühlings) 1956 weniger einbrachte und auch der dritte, die anderen aber bedeutend mehr. Bei den Feuchtigkeitsvarianten E und F sind die entsprechenden Unterschiede im allgemeinen gering. Die jahresbedingten Schwankungen des durchschnittlichen täglichen Wachstums sind also bei der feuchten und nassen Variante geringer als bei der etwas trockenen.

Ein Vergleich der Roherträge der Feuchtigkeitsvarianten lehrt, daß die Variante E durchschnittlich den höchsten Ertrag und die gleichmäßigste Verteilung des Ertrags über die Wachstumszeit aufweist. In sehr nassen Jahren bringen aber trockenere Einheiten am meisten ein. Freilich fragt sich, ob es sich um den durch Beweidung erzielten Reinertrag auch so verhält. Das kommt noch zur Sprache.

Die Pflegevarianten mit einem hohen Trockengewichtsprozentsatz an landwirtschaftlich hoch gewerteten Pflanzenarten liefern bei allen Feuchtigkeitsvarianten die höchsten Erträge.

Gleiche Versuchsergebnisse haben wir auch in anderen Gebieten und mit anderen Untersuchungen gefunden. Hier haben wir nur einige Beispiele gezeigt.

Reinertrag

Wie schon bemerkt ist der Reinertrag von den nach üblicher Praxis genutzten Grünlandflächen schwer feststellbar. Dennoch haben wir mehrmals versucht, auch Reinerträge von Vegetationskartierungseinheiten zu bestimmen. Als Beispiel geben wir hier die Ergebnisse einer Untersuchung in einem Flußtongebiet, wo zum Zwecke der Aufstellung eines regionalen Verbesserungsplanes unter anderem eine

Grünlandvegetationskartierung durchgeführt wurde. Von 200 durch das ganze Gebiet zerstreuten Parzellen wurde mittels einer Weidebuchhaltung im Jahre 1954 der Reinertrag an Stärkewert bestimmt. Um den Einfluß der verschiedenen Höhe der Stickstoffgaben möglichst auszuschalten, hat man die Erträge umgerechnet unter Zugrundelegung einer einheitlichen Gabe von 70 kg Reinstickstoff je Hektar (DE BOER und DE GOOYER 1958).

Tabelle 13 stellt den Zusammenhang zwischen fünf Feuchtigkeitsvarianten und dem durchschnittlichen Reinertrag an Stärkewert dar. Die Flächen wurden nur beweidet (wo auch Heuwerbung stattfindet, ist der Reinertrag viel höher und die Vergleichbarkeit viel geringer). Der durchschnittliche Düngungszustand der Feuchtigkeitsvarianten wich wenig voneinander ab.

Tabelle 13

Feuchtigkeitsvariante	∅ Reinertrag an Stärkewert (1954)	Zahl der Flächen
A + B	1975 kg/ha	8
C	2304 kg/ha	21
D	2630 kg/ha	32
E	2573 kg/ha	34

Die durchschnittlichen Ertragsunterschiede zwischen den Feuchtigkeitsvarianten waren in dem ziemlich nassen Jahr 1954 also groß. Entsprechend dem geringen Viehbesatz in diesem Gebiet waren die Erträge niedrig. Der geringe Ertragsunterschied zwischen den Varianten D und E geht wohl auch auf den geringen Viehbesatz zurück. In anderen Gebieten haben wir größere Unterschiede gefunden, und zwar war der Rohertrag von E größer als der von D, aber der dichte Viehbesatz führt, wenigstens in nassen Jahren, zu derartigem Zertreten der Narbe, daß der Reinertrag von E bedeutend niedriger war als der von D.

Tabelle 14 enthält die durchschnittlichen Reinerträge von 4 Pflegevarianten derselben Flächen in kg Stärkewert je ha.

Tabelle 14

Pflegevariante	∅ Reinertrag der Stärkewert (1954)	Zahl der Flächen
I	3090	11
II	2670	32
III	2300	41
IV	1550	31

Die floristischen Merkmale der Pflegevariante sind in diesem Flußtongebiet anders wie in dem Sandgebiet:

I. besteht zu mehr als 50% aus Pflanzen der Gruppe wie genannt auf S. 63 und mehr als 30% *Lolium perenne*

II. besteht zu mehr als 40% aus Pflanzen der obengenannten Gruppe und ebenso 15–30% *Lolium perenne*. Arten die auf mäßige Pflege hinweisen, wie *Agrostis stolonifera* und *A. tenuis, Holcus lanatus, Cynosurus cristatus* und *Festuca rubra* sind schon wichtig.

III. besteht zu mehr als 30% aus Pflanzen der genannten Gruppe von Arten, die hinweisen auf gute Pflege. Arten, die auf schlechte Pflege hinweisen wie *Agrostis canina* und *Prunella vulgaris* erscheinen schon.

IV. besteht zu weniger als 30% aus Arten guter Pflege. Arten, die auf schlechte und mäßige Pflege hinweisen, bilden den Hauptbestandteil.

Man sieht, daß der Unterschied zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Variantenertrag bei den Pflegevarianten größer ist als bei den Feuchtigkeitsvarianten. Die Pflegeunterschiede haben größere Umweltverschiedenheiten hervorgerufen als die Wasserversorgungsunterschiede. Aus Tabelle 14 kann man ferner sehen, daß mit abnehmendem Prozentsatz von Pflegezeigern und zunehmendem Prozentsatz von Armutszeigern eine deutliche Abnahme des durchschnittlichen Reinertrages an Stärkewert festgestellt wurde.

Schlußfolgerungen

Eine ziemlich einheitliche Grünland-Vegetationseinheit wie das *Lolieto-Cynosuretum*, läßt sich nach den Trockengewichtsverhältnissen von Zeigergruppen so unterteilen, daß die durchschnittlichen Reinerträge sowie die durchschnittlichen standardisierten Roherträge der einzelnen Teile (Vegetationskartierungseinheiten) signifikant verschieden sind. Auch ist der jahreszeitliche Ertragsverlauf dieser Vegetationskartierungseinheiten verschieden. Freilich gibt es einen Zusammenhang zwischen der Witterung einerseits und dem Jahresertrag sowie dem Ertragsverlauf andererseits. Dieser Zusammenhang ist bei den beschriebenen Vegetationskartierungseinheiten verschieden ausgeprägt; am ausgeprägtesten ist er bei den Feuchtigkeitsvarianten.