RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION TE HOORN

OVER DE VERTEERBAARHEID EN DE VOEDERWAARDE VAN VERSCH GRAS, GEMAAID IN VERSCHILLENDE GROEISTADIA

DOOR

N. D. DIJKSTRA EN E. BROUWER

(Ingezonden: 14 Januari 1939)

I. Inleiding

Eenigen tijd geleden brachten wij verslag uit over de verteerbaarheid van Nederlandsche hooisoorten [1]). Thans beschrijven wij een aantal proeven, welke ten doel hadden de verteerbaarheid van het *versche* gras te leeren kennen.

De meeste proeven werden genomen met *voorjaarsgras*, in 1936 op twee velden van de Proefzuivelboerderij gemaaid. Beide soorten werden in opeenvolgende stadia van ontwikkeling onderzocht.

De aldus verkregen uitkomsten werden met verdere gegevens aangevuld. Wij onderzochten n.l. eveneens voorjaarsgras (1936), afkomstig van twee proefvelden van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen, en wel in drie groeistadia. Met het oog op het vervoer moest dit materiaal evenwel vooraf te Groningen worden gedroogd. Voorts stonden ons nog ter beschikking de uitkomsten van verteringsproeven met voor ensilagedoeleinden bestemd herfstgras (1935), afkomstig van een derde veld der Proefzuivelboerderij. En tenslotte verzamelden wij uit de buitenlandsche literatuur nog de uitkomsten, verkregen met 148 grassoorten.

Zoowel de Nederlandsche als in hoofdzaak ook de buitenlandsche onderzoekingen werden met behulp van schapen verricht.

II. Techniek van het verteerbaarheidsonderzoek

In beginsel was de techniek dezelfde als in onze vorige verhandeling [1]) is beschreven, zoodat slechts op enkele punten de aandacht behoeft te worden gevestigd.

Proefdieren. Het onderzoek met behulp van jonge schapen (hamels) bleek aanmerkelijk eenvoudiger dan dat met stieren, welke voor het hooionderzoek hadden gediend. Door de kleinere hoeveelheden droge stof, welke

[1]) BROUWER, DIJKSTRA, *Versl. landbk. Onderz.* 44 (1938) 529; Jaarverslag Proefzuivelboerderij over 1938, blz. 7.

45360

schapen tot zich nemen, kan men het voeder n.l. gemakkelijker homogeniseeren en bemonsteren. Ook het verzamelen en bemonsteren van den mest is eenvoudiger, niet alleen door de kleinere hoeveelheden, maar ook door de vastere consistentie. Deze mest werd in gummizakken opgevangen (fig. 1).

Als regel werd elke grassoort met drie proefdieren onderzocht; bij uitzondering waren het er twee.

De voedering. Als regel werd om den anderen dag versch gras van de desbetreffende velden gemaaid. Dit gras, dat bestemd was om gedurende de volgende twee dagen te worden gevoederd, werd zorgvuldig gehakseld, dooreengemengd en bemonsterd, waarna direct een provisorische vochtbepaling werd verricht. Dit laatste achtten wij noodig om aan de hand daarvan de dagporties zóó groot te kunnen nemen, dat niet alleen gedurende elke afzonderlijke proefperiode (in den regel zeven dagen), maar ook gedurende al de perioden, welke betrekking hadden op hetzelfde perceel, dag aan dag practisch dezelfde hoeveelheid droge stof werd verstrekt, ondanks het feit, dat het droge-stofgehalte door de weersgesteldheid en den toenemenden ouderdom van het gras, voortdurend wisselde. Het gehakselde gras werd op een koele plaats bewaard, waarbij wij ons er steeds van overtuigden, dat geen broei intrad. Natuurlijk gold dit alles alléén voor het versche gras; het gedroogde gras uit Groningen werd in beginsel op dezelfde wijze behandeld als het hooi in onze vroegere proefserie; het fijne zeefsel werd ditmaal echter niet weggedaan, maar ook mee vervoederd.

Andere voedermiddelen dan gras werden niet toegediend.

Proefperioden. De eigenlijke proefperioden duurden bij het versche voorjaarsgras op een enkele uitzondering na zeven dagen, bij het herfstgras tien dagen en bij het gedroogde gras veertien dagen, behalve bij het eerstgemaaide van het nader te noemen proefveld 271 van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen, waarbij de hoeveelheid proefmateriaal zóó gering was, dat wij ons met een periode van tien dagen tevreden moesten stellen. Bij het onderzoek van het versche, ongedroogde gras van één en hetzelfde veld lieten wij de tusschenperioden vervallen, zoodat de proefperioden hier zonder onderbreking op elkaar volgden, waarbij de samenstelling van de droge stof uit den aard der zaak geleidelijk veranderde. Voor het overige hadden de voorperioden en tusschenperioden een duur van zeven dagen of langer; slechts bij het onderzoek van het eerste gras van het hieronder omschreven „Voorstuk" duurde de voorperiode door bijzondere omstandigheden 5½ dag; ongetwijfeld zijn hierdoor geen fouten ontstaan, aangezien het voedsel der desbetreffende proefdieren ook vóór den aanvang der voorperiode uit versch gras had bestaan.

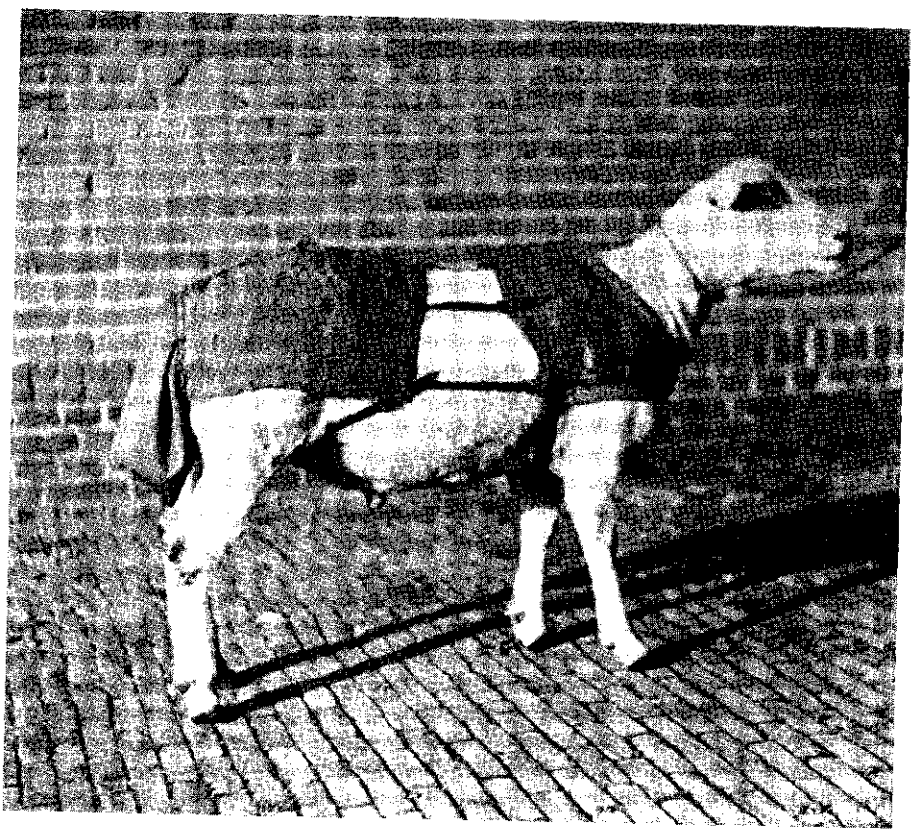


Fig. 1

Proefhamel met apparaat voor het verzamelen van den mest

III. Het gras

Het *versche voorjaarsgras van Hoorn* (1936) was afkomstig van twee, enkele honderden meters van elkaar verwijderde, vrij laag gelegen stukken groenland ten N.W. van Hoorn; deze worden afwisselend geweid en gehooid; de bodem bestaat hier uit veen. Beide velden („Voorstuk" en „Achterstuk") ontvingen in Januari 400 kg Thomasslakkenmeel per ha. Het Achterstuk (± 1,4 ha) is in Maart door schapen afgegraasd en werd half April begierd. Het Voorstuk (± 2,0 ha), dat niet werd afgegraasd, kreeg gier in het laatst van Maart.

Met het maaien werd begonnen zoodra het gras een voldoende hoogte had bereikt. Dit maaien werd voortgezet totdat het gewas grof was en legerde; de ondereinden waren toen wit of zelfs reeds rottend. Zoowel op het Voorstuk als op het Achterstuk werd telkens gras gemaaid van zeven maaiveldjes, die zoodanig gekozen waren, dat het gewas op deze veldjes ongeveer het gemiddelde van het geheele perceel vertegenwoordigde. Bij het Voorstuk duurde het eigenlijke verteerbaarheidsonderzoek onafgebroken van 17 Mei tot en met 12 Juli, bij het Achterstuk van 21 Mei tot en met 23 Juni.

Grasmonsters voor botanisch onderzoek werden genomen op 9 Juni; zij werden met het oog op andere proeven niet alleen van de maaiveldjes maar over de geheele velden genomen; toch zullen zij naar onze meening de samenstelling van het door de hamels gegeten materiaal vrij goed weergeven. Dit botanisch onderzoek werd welwillend verricht door het Rijkslandbouwproefstation te Groningen, waarvoor een woord van dank hier zeker op zijn plaats is.

In het Voorstuk maakten de goede grassen: Engelsch raai, ruw beemdgras, fiorien en veldbeemdgras, meer dan de helft van het gewas uit. Het gehalte aan meelraai bedroeg 10 %, terwijl er maar weinig andere minderwaardige grassen en zegge voorkwamen. Er groeide daarentegen vrij veel onkruid, meest kruipende boterbloem (ranunculus repens) en verder scherpe boterbloem (ranunculus acer), paardebloem (taraxacum officinale) en hondsdraf (glechoma hederacea). Ook klaver (trifolium) was aanwezig; maar tijdens de bemonstering was het aandeel van dit gewenschte bestanddeel gering.

Het Achterstuk had een geheel andere grasmat: half zooveel Engelsch raai, weinig fiorien, maar daarentegen zeer veel weide-vossestaart. Het gehalte aan onkruiden (hondsdraf en kruipende boterbloem) was veel geringer. De volledige botanische samenstelling is opgenomen in tabel 1.

Wat het *versche herfstgras* (1935) aangaat, dit was afkomstig van vrij hoogen kleigrond, vlak ten N. van Hoorn gelegen. Hier duurde het onderzoek onafgebroken van 25 September t/m 14 October. Van de uitkomsten werd ook

reeds melding gemaakt in een vroegere verhandeling [1]); in het achterstaande zullen deze uitkomsten in een ietwat anderen vorm worden weergegeven. Botanisch onderzoek werd hier niet verricht.

TABEL 1

Botanische samenstelling (%)

	Voor-stuk	Achter-stuk
Agrostis alba L., Fiorien	12	2½
Alopecurus geniculatus L., Geknikte Vossestaart	5	1½
„ pratensis L., Weide-Vossestaart	—	46
Anthoxanthum odoratum L., Reukgras	sp.	sp.
Cynosurus cristatus L., Kamgras	sp.	1
Dactylis glomerata L., Kropaar	—	sp.
Festuca pratensis Huds., Beemdlangbloem	sp.	1
„ rubra L., Rood Zwenkgras	—	1½
Glyceria fluitans R. Br., Vlotgras	sp.	sp.
Holcus lanatus L., Meelraai	10	10
Hordeum secalinum Schrb., Gerstgras	sp.	—
Lolium perenne L., Engelsch raaigras	22	11
Phleum pratense L., Timothee	10	—
Poa annua L., Straatgras	sp.	—
„ pratensis L., Veldbeemdgras	5	1½
„ trivialis L., Ruwbeemdgras	15	16
Triticum repens L., Kweek	5	sp.
Carex hirta	1½	2
Klavers	2½	1½
Onkruiden	10	4½
Ondetermineerbaar	sp.	sp.

Het *gedroogde voorjaarsgras uit Groningen* (1936) was afkomstig van twee proefvelden, n.l. n°. 271 en 272, nader omschreven in een verhandeling van het Rijkslandbouwproefstation aldaar [2]).

N°. 271 bestaat uit zeer goeden *zandgrond* in goeden cultuurtoestand onder Leutingewolde (Dr.). Het veld is goed ontwaterd, heeft niet spoedig last van droogte en verkeert in zeer goeden bemestingstoestand. Het wordt afwisselend geweid en gehooid. De voornaamste grassen waren: agrostis (± 20 %), lolium perenne (± 15 %), poa pratensis (± 15 %) en poa trivialis (± 10 %).

N°. 272 bestaat uit zwaren, in zeer goeden cultuurtoestand verkeerenden *kleigrond*, waarvan het maaiveld hoog boven den grondwaterstand ligt, onder Aduard (Gr.). De waterbeweging in den grond is zeer langzaam en geeft vrij spoedig tot verdrogen aanleiding. Ook dit land wordt afwisselend geweid

[1]) De Ruyter de Wildt, Brouwer, Dijkstra, *Versl. landbk. Onderz.* 44 (1938) 477; Jaarverslag Proefzuivelboerderij over 1937, blz. 259.

[2]) Frankena, Both, *Versl. landbk. Onderz.* (1939) (nog niet verschenen).

en gehooid. Het gras bestond voornamelijk uit lolium perenne (± 30 %), phleum pratense (± 8 %), cynosurus cristatus (± 10 %), agrostis alba (± 10 %) en poa trivialis (± 10 %).

Van het veld n°. 271 ontvingen wij gras, dat gemaaid was op 15 Mei, 5 Juni en 24 Juni, telkens van perceelen, welke waren bemest met 50 kg N en met 75 kg N per ha in den vorm van kalkammonsalpeter. Het gras van veld n°. 272 was gemaaid op 15 Mei, 5 Juni en 25 Juni en was eveneens afkomstig van perceelen, welke 50 en 75 kg N hadden ontvangen, wederom in den vorm van kalkammonsalpeter.

Om het gras van deze proefvelden voor bederf te vrijwaren werd het, vóórdat verzending naar Hoorn plaats vond, aan een graandrogerij in een kamer met geperforeerden bodem onder doorleiden van verbrandingsgassen gedroogd. De droogtijd bedroeg meestal minder dan 24 uur; de temperatuur steeg niet boven 50° C. Het gedroogde gras werd dadelijk in jutezakken per spoor naar Hoorn verzonden, waar het in deze zakken op een droge plaats werd bewaard, tot het voor de verteringsproeven moest worden gebruikt (October 1936 t/m Januari 1937).

IV. Verkregen uitkomsten

Wij laten thans in tabel 2 t/m 7 direct de verkregen uitkomsten volgen. De eerstgenoemde tabel heeft betrekking op de scheikundige samenstelling en de voederwaarde, de andere tabellen bevatten de verteringscoëfficienten, met behulp waarvan de zooeven genoemde voederwaarde werd becijferd. Bij de berekening van de zetmeelwaarde werd, evenals bij het hooionderzoek, niet het verteerbaar werkelijk eiwit maar de verteerbare eiwitachtige stof gebruikt. Voorts werd een celstofaftrek van 0,29 toegepast, ook voor het gedroogde materiaal, om aldus de voederwaarde van het *on*gedroogde product beter te benaderen. Vermoedelijk dient men een hoogeren aftrek in rekening te brengen, wanneer men de voederwaarde van het gedroogde gras als zoodanig wil leeren kennen. Op de toegepaste wijze van zetmeelwaardeberekening komen wij in het volgende hoofdstuk nog terug.

Wanneer wij de tabellen 3 t/m 7 der verteringscoëfficienten nader bezien, dan blijken bij nagenoeg alle proeven de individueele verschillen tusschen de proefdieren van weinig beteekenis te zijn geweest. Bij hamel V (Voorstuk) werd het eigenaardige verschijnsel waargenomen, dat, terwijl het dier gedurende de eerste vier perioden het eiwit even goed verteerde als de beide andere hamels, het van de vijfde periode af een minder goed verteringsvermogen voor de eiwitachtige stof en het werkelijk eiwit aan den dag legde dan de hamels I en III.

TABEL 2

Versch en kunstmatig gedroogd gras; scheikundige samenstelling (%) en voederwaarde

Maaitijd	N°.	Droge stof	Samenstelling der droge stof								
			Organische stof	Eiwitachtige stof	Vet- + zetmeelachtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddeelen	Werkelijk eiwit	Verteerbare eiwitachtige stof	Verteerbaar werkelijk eiwit	Zetmeelwaarde
Versch voorjaarsgras, Hoorn, Voorstuk, veengrond											
17 Mei t/m 24 Mei	2075	16,49	88,30	17,29	46,79	24,22	11,70	14,20	13,11	10,27	60,7
25 Mei t/m 31 Mei	2077	16,71	88,81	14,26	49,79	24,76	11,19	11,51	10,20	7,68	60,2
1 Juni t/m 7 Juni	2080	17,21	89,19	12,59	50,89	25,71	10,81	10,39	8,65	6,60	60,2
8 Juni t/m 14 Juni	2082	18,23	89,56	11,82	51,58	26,17	10,44	9,59	8,00	5,91	59,0
15 Juni t/m 21 Juni	2084	19,42	89,80	10,71	51,06	28,04	10,20	8,34	6,94	4,69	57,2
22 Juni t/m 28 Juni	2086	18,82	89,98	10,41	49,68	29,89	10,02	8,18	6,40	4,32	51,8
29 Juni t/m 5 Juli	2094	21,10	89,91	10,26	48,94	30,70	10,09	7,89	6,33	4,13	49,2
6 Juli t/m 12 Juli	2101	19,79	89,29	9,85	49,05	30,40	10,71	7,46	5,67	3,42	46,1
Versch voorjaarsgras, Hoorn, Achterstuk, veengrond											
21 Mei t/m 26 Mei	2076	15,40	88,53	17,53	44,14	26,86	11,47	14,24	13,29	10,17	56,4
27 Mei t/m 2 Juni	2078	16,22	88,50	15,22	45,24	28,04	11,50	12,31	11,16	8,37	53,3
3 Juni t/m 9 Juni	2081	17,17	88,71	13,61	45,85	29,25	11,29	10,86	9,47	6,84	50,9
10 Juni t/m 16 Juni	2083	19,13	88,87	12,52	45,43	30,92	11,13	9,86	8,30	5,77	47,0
17 Juni t/m 23 Juni	2085	20,72	88,78	11,80	45,02	31,96	11,22	9,20	7,69	5,23	44,9
Versch herfstgras, Hoorn, kleigrond											
25 Sept. t/m 4 Oct.	1537 *a*	14,21	85,76	20,83	41,42	23,51	14,24	16,37	15,91	11,85	54,8
5 Oct. t/m 14 Oct.	1551 *a*	14,17	85,43	19,58	42,32	23,53	14,57	15,59	14,84	11,13	54,3
Gedroogd gras, Groningen, proefveld 271, zandgrond											
15 Mei	2168 *a, b*	82,75	90,55	18,58	46,02	25,96	9,45	15,44	13,58	10,95	58,9
5 Juni	2139/40	84,48	91,84	12,12	50,52	29,20	8,16	10,08	7,78	6,07	53,0
24 Juni .	2207/08	84,28	92,62	9,36	48,88	34,38	7,38	7,62	4,95	3,42	43,2
Gedroogd gras, Groningen, proefveld 272, kleigrond											
15 Mei	2157/58	85,07	89,56	16,16	50,78	22,62	10,44	13,87	12,15	10,22	65,7
5 Juni	2199/200	83,92	90,14	11,77	47,63	30,74	9,86	9,56	7,59	5,69	56,0
25 Juni	2221/30	84,85	90,04	8,44	45,18	36,42	9,96	7,43	4,29	3,50	43,1

TABEL 3

Verteringscoëfficienten. Versch voorjaarsgras, Hoorn, Voorstuk, veengrond

		Levend gewicht (kg)	Opgenomen droge stof (kg per dag)	Verteringscoëfficienten						
				Droge stof	Organische stof	Eiwitachtige stof	Vet- + zetmeelachtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddeelen	Werkelijk eiwit
17 Mei t/m 24 Mei	Hamel I	± 67	0,854	76,7	79,1	77,3	80,1	78,4	58,7	74,0
	Hamel III	± 75	0,850	74,6	76,7	76,2	77,8	74,7	58,5	72,7
	Hamel V	± 88	0,808	74,2	77,0	74,0	78,6	75,9	52,4	70,1
	Gemiddeld	± 77	0,837	**75,2**	**77,6**	**75,8**	**78,8**	**76,3**	56,5	**72,3**
25 Mei t/m 31 Mei	Hamel I	± 67	0,849	73,7	76,2	70,9	77,5	76,8	53,4	65,8
	Hamel III	± 74	0,849	74,3	76,6	72,3	78,2	75,7	56,2	67,9
	Hamel V	± 87	0,848	74,4	77,0	71,2	78,9	76,4	53,3	66,5
	Gemiddeld	± 76	0,849	**74,1**	**76,6**	**71,5**	**78,2**	**76,3**	54,3	**66,7**
1 Juni t/m 7 Juni	Hamel I	± 67	0,845	73,8	76,1	67,0	78,1	76,7	53,9	62,1
	Hamel III	± 74	0,846	73,3	75,7	70,1	77,5	74,8	53,4	64,7
	Hamel V	± 86	0,846	75,0	77,5	69,0	79,1	78,7	54,1	63,7
	Gemiddeld	± 76	0,846	**74,0**	**76,4**	**68,7**	**78,2**	**76,7**	53,8	**63,5**
8 Juni t/m 14 Juni	Hamel I	± 66	0,846	72,2	74,4	66,1	76,3	74,3	52,7	60,0
	Hamel III	± 73	0,845	73,2	75,2	70,5	77,3	73,2	54,8	65,4
	Hamel V	± 85	0,845	72,7	75,1	66,4	77,1	75,2	51,8	59,4
	Gemiddeld	± 75	0,845	**72,7**	**74,9**	**67,7**	**76,9**	**74,2**	53,1	**61,6**
15 Juni t/m 21 Juni	Hamel I	± 66	0,845	71,6	73,5	65,1	75,3	73,5	54,3	56,9
	Hamel III	± 72	0,843	70,1	72,3	66,3	73,8	71,8	50,1	58,1
	Hamel V	± 84	0,842	71,3	73,7	62,9	75,3	74,8	49,9	53,5
	Gemiddeld	± 74	0,843	**71,0**	**73,2**	**64,8**	**74,8**	**73,4**	51,4	**56,2**
22 Juni t/m 28 Juni	Hamel I	± 65	0,837	67,3	69,3	63,1	70,4	69,7	49,0	55,5
	Hamel III	± 71	0,836	64,7	66,7	62,9	67,4	66,7	46,2	54,7
	Hamel V	± 83	0,834	64,3	66,8	58,5	68,3	67,3	40,7	48,3
	Gemiddeld	± 73	0,836	**65,4**	**67,6**	**61,5**	**68,7**	**67,9**	45,3	**52,8**
29 Juni t/m 5 Juli	Hamel I	± 65	0,833	64,3	66,2	63,3	66,2	67,2	45,8	54,3
	Hamel III	± 71	0,833	63,1	65,0	63,4	65,7	64,5	44,3	54,8
	Hamel V	± 82	0,758	61,6	63,7	58,4	64,1	64,8	42,0	48,1
	Gemiddeld	± 73	0,808	**63,0**	**65,0**	**61,7**	**65,3**	**65,5**	44,0	**52,4**
6 Juli t/m 12 Juli	Hamel I	± 65	0,827	60,7	63,6	59,1	64,2	64,1	36,0	48,3
	Hamel III	± 70	0,829	58,7	61,3	59,5	62,3	60,3	36,0	48,4
	Hamel V	± 81	0,774	58,7	60,8	54,2	62,3	60,5	39,9	41,1
	Gemiddeld	± 72	0,810	**59,4**	**61,9**	**57,6**	**62,9**	**61,6**	37,3	**45,9**

TABEL 4

Verteringscoëfficienten. Versch voorjaarsgras, Hoorn, Achterstuk, veengrond

		Levend gewicht (kg)	Opgenomen droge stof (kg per dag)	Verteringscoëfficienten						
				Droge stof	Organische stof	Eiwitachtige stof	Vet- + zetmeelachtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddeelen	Werkelijk eiwit
21 Mei t/m 26 Mei	Hamel II	± 69	0,816	72,8	75,3	76,2	75,3	74,7	52,4	72,0
	Hamel IV	± 69	0,832	69,3	71,6	75,3	71,0	70,0	51,4	70,7
	Gemiddeld	± 69	0,824	**71,0**	**73,4**	**75,8**	**73,2**	**72,4**	51,9	**71,4**
27 Mei t/m 2 Juni	Hamel II	± 68	0,823	68,3	70,7	73,1	70,3	70,1	48,9	67,5
	Hamel IV	± 68	0,837	67,4	69,9	73,5	69,8	68,2	48,1	68,3
	Hamel VI	± 77	0,741	67,9	70,1	73,2	70,8	67,3	50,5	68,1
	Gemiddeld	± 71	0,800	**67,9**	**70,2**	**73,3**	**70,3**	**68,5**	49,2	**68,0**
3 Juni t/m 9 Juni	Hamel II	± 68	0,810	64,9	67,5	69,6	67,6	66,2	44,4	62,3
	Hamel IV	± 68	0,827	64,7	67,2	71,0	66,9	66,0	44,1	64,3
	Hamel VI	± 76	0,753	65,2	68,1	68,1	68,8	67,1	41,5	62,3
	Gemiddeld	± 71	0,797	**64,9**	**67,6**	**69,6**	**67,8**	**66,4**	43,3	**63,0**
10 Juni t/m 16 Juni	Hamel II	± 67	0,810	61,8	64,4	66,3	63,8	64,4	40,1	58,9
	Hamel IV	± 68	0,832	61,2	63,9	67,8	63,8	62,3	39,5	60,5
	Hamel VI	± 76	0,756	59,5	62,5	64,9	62,6	61,3	34,6	56,0
	Gemiddeld	± 70	0,799	**60,8**	**63,6**	**66,3**	**63,4**	**62,7**	38,1	**58,5**
17 Juni t/m 23 Juni	Hamel II	± 66	0,780	59,8	61,9	66,1	60,9	61,8	42,3	57,3
	Hamel IV	± 67	0,827	57,7	59,7	66,3	58,6	58,8	41,4	58,4
	Hamel VI	± 75	0,750	60,5	62,9	63,2	62,6	63,3	40,7	54,8
	Gemiddeld	± 69	0,786	**59,3**	**61,5**	**65,2**	**60,7**	**61,3**	41,5	**56,8**

TABEL 5

Verteringscoëfficienten. Versch herfstgras, Hoorn, kleigrond

		Levend gewicht (kg)	Opgenomen droge stof (kg per dag)	Verteringscoëfficienten						
				Droge stof	Organische stof	Eiwitachtige stof	Vet- + zetmeelachtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddeelen	Werkelijk eiwit
25 Sept. t/m 4 Oct.	Hamel I	72	1,012	67,3	72,6	76,4	71,2	71,8	29,3	72,1
	Hamel II	71	0,751	68,5	73,3	76,4	72,7	71,8	33,2	72,7
	Gemiddeld	72	0,882	**67,9**	**73,0**	**76,4**	**72,0**	**71,8**	31,2	**72,4**
5 Oct. t/m 14 Oct.	Hamel I	71	1,048	68,2	73,2	76,6	71,7	72,9	37,0	72,3
	Hamel II	72	0,780	67,2	72,1	75,0	71,3	71,0	36,9	70,6
	Gemiddeld	72	0,914	**67,7**	**72,6**	**75,8**	**71,5**	**72,0**	37,0	**71,4**

TABEL 6

Verteringscoëfficienten. Gedroogd gras, Groningen, proefveld 271, zandgrond

		Levend gewicht (kg)	Opgenomen droge stof (kg per dag)	Verteringscoëfficienten						
				Droge stof	Organische stof	Eiwitachtige stof	Vet- + zetmeelachtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddeelen	Werkelijk eiwit
15 Mei	Hamel I	74	1,054	71,2	73,7	71,9	71,1	79,5	47,6	69,8
	Hamel II	81	1,058	72,8	75,0	73,1	72,5	80,9	51,5	70,7
	Hamel III	79	1,057	71,7	74,2	74,2	71,8	78,5	48,2	72,2
	Gemiddeld	78	1,056	**71,9**	**74,3**	**73,1**	**71,8**	**79,6**	49,1	**70,9**
5 Juni	Hamel I	72	1,073	66,0	67,6	63,3	67,5	69,7	47,5	59,1
	Hamel II	76	1,080	67,4	68,8	64,8	68,6	70,9	51,1	60,6
	Hamel III	76	1,079	64,9	66,1	64,5	65,5	67,8	50,7	60,9
	Gemiddeld	75	1,077	**66,1**	**67,5**	**64,2**	**67,2**	**69,5**	49,8	**60,2**
24 Juni	Hamel I	76	1,070	58,0	59,0	54,0	56,4	63,9	45,2	45,9
	Hamel II	83	1,075	57,1	57,9	51,0	56,6	61,7	45,9	43,0
	Hamel III	80	1,077	55,5	56,2	53,6	54,6	59,2	46,9	45,8
	Gemiddeld	80	1,074	**56,9**	**57,7**	**52,9**	**55,9**	**61,6**	46,0	**44,9**

TABEL 7

Verteringscoëfficienten. Gedroogd gras, Groningen, proefveld 272, kleigrond

		Levend gewicht (kg)	Opgenomen droge stof (kg per dag)	Verteringscoëfficienten						
				Droge stof	Organische stof	Eiwitachtige stof	Vet- + zetmeelachtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddeelen	Werkelijk eiwit
15 Mei	Hamel I	71	1,090	77,7	81,6	75,0	81,9	85,6	44,4	73,3
	Hamel II	76	1,088	77,1	80,9	73,7	81,8	83,9	44,8	72,0
	Hamel III	77	1,083	78,6	82,1	76,8	82,5	85,1	48,5	75,9
	Gemiddeld	75	1,087	**77,8**	**81,5**	**75,2**	**82,1**	**84,9**	45,9	**73,7**
5 Juni	Hamel I	75	1,068	70,4	72,8	64,3	71,5	78,0	49,2	59,2
	Hamel II	81	1,075	70,3	72,6	62,8	71,5	78,0	49,2	57,3
	Hamel III	80	1,073	70,1	72,2	66,4	70,8	76,5	50,9	62,0
	Gemiddeld	79	1,072	**70,3**	**72,5**	**64,5**	**71,3**	**77,5**	49,8	**59,5**
25 Juni	Hamel I	76	1,073	59,5	60,9	51,2	57,0	67,8	46,8	47,1
	Hamel II	84	1,081	59,1	60,5	49,7	57,3	66,9	47,2	46,1
	Hamel III	81	1,084	57,0	58,2	51,6	55,0	63,6	46,2	48,0
	Gemiddeld	80	1,079	**58,5**	**59,9**	**50,8**	**56,4**	**66,1**	46,7	**47,1**

Veranderingen in het gras bij het voortschrijden van het groeistadium

Deze zijn talrijke malen bestudeerd en komen ook in onze proefseries duidelijk tot uiting. Alvorens tot een nadere bespreking van dit punt over te gaan willen wij er nog op wijzen, dat de proef met het gras van het Voorstuk acht weken duurde, die met het gras van het Achterstuk slechts vijf weken.

Wat de *chemische samenstelling* betreft zij het volgende vermeld. Het *droge-stof-gehalte* in het gras van het Voorstuk steeg gedurende de proeven van 16,5 tot 21,1 %; begrijpelijkerwijze was deze stijging door weersinvloeden eenigszins onregelmatig. Bij het gras van het Achterstuk nam het droge-stofpercentage toe van 15,4 tot 20,7 %.

Het gehalte aan *eiwitachtige stof* in de droge stof daalde bij het Voorstuk van 17,3 tot 9,8 %, bij het Achterstuk van 17,5 tot 11,8 %. Dergelijke uitkomsten verkregen wij ook bij het kunstmatig gedroogde gras; bij proefveld 271 daalde het eiwitgehalte in 40 dagen van 18,6 tot 9,4 % en bij proefveld 272 in 41 dagen van 16,2 tot 8,4 %. In al deze gevallen verliep de daling gedurende de eerste perioden aanmerkelijk sneller dan gedurende de latere.

Het rijkst aan eiwit (± 20 %) was het herfstgras, dat voor ensileering werd benut. Een aanmerkelijke wijziging van de samenstelling werd bij dit herfstgras gedurende den betrekkelijk korten proeftijd niet waargenomen.

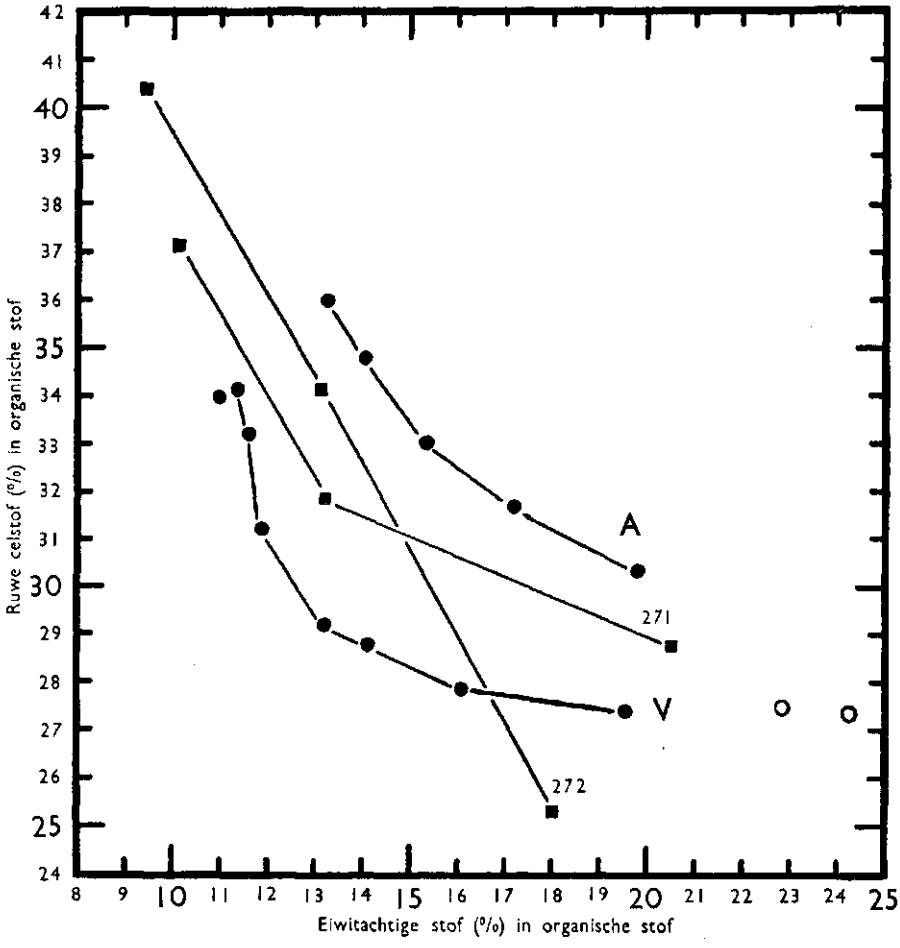


Fig. 2

Eiwit-celstof-diagram van de Hoornsche en Groningsche grassoorten

Horizontale as: eiwitachtige stof in de organische stof.
Verticale as: ruwe celstof in de organische stof.

De punten stellen de wekelijksche monsters van het Hoornsche voorjaarsgras voor (Voorstuk (V) en Achterstuk (A)), de twee nullen het Hoornsche herfstgras en de kwadraten het Groningsche voorjaarsgras (maaidata van dit laatste: proefveld 271: 15 Mei, 5 en 24 Juni; proefveld 272: 15 Mei, 5 en 25 Juni).

Men ziet, dat bij gelijk eiwitgehalte het celstofgehalte in het gras van Achterstuk (bovenste curve) steeds hooger is geweest dan in dat van Voorstuk (onderste curve).

Het *ruwe-celstof*-gehalte in de droge stof steeg voortdurend; bij het Voorstuk nam het toe van 24,2 tot 30,7 %, bij het Achterstuk van 26,9 tot 32,0 %, bij proefveld 271 van 26,0 tot 34,4 % en bij proefveld 272 van 22,6 tot 36,4 %.

Voorts stippen wij nog aan, dat het gehalte aan *minerale bestanddeelen* in de droge stof vrij constant bleef, maar niettemin eenige neiging tot dalen vertoonde, terwijl bij het *werkelijk eiwit* de daling weer veel sterker aan den dag trad en die van de eiwitachtige stof op den voet volgde.

Voor de beoordeeling van de kwaliteit aan de hand van eiwit- en celstofgehalte hebben wij indertijd bij het hooionderzoek gebruik gemaakt van een eenvoudig hulpmiddel, dat wij ook thans willen toepassen. Hiervoor werden de gehalten aan eiwitachtige stof en ruwe celstof berekend op de organische stof en daarna uitgezet in een diagram (fig. 2). Men zou dit een **eiwit-celstof-diagram** kunnen noemen. Rechts onder in het diagram vindt men de punten, welke de betere grassoorten (eiwitrijk, celstofarm) vertegenwoordigen, links boven vindt men de punten, welke op de slechtere soorten (eiwitarm, celstofrijk) betrekking hebben.

Onderzoekt men een veld op gezette tijden, dan zullen de eerste monsters rechts onder in het diagram een plaats vinden, terwijl de volgende monsters steeds verder naar links en naar boven komen te liggen. Dit wordt in de figuur zeer fraai gedemonstreerd aan de wekelijksche monsters van Voorstuk en Achterstuk. Hierbij valt op, dat de opeenvolgende, door dunne lijnen verbonden punten aanvankelijk ver van elkaar liggen, later minder ver. Dit wil dus zeggen, dat de samenstelling der organische stof aanvankelijk snel veranderde, later veel langzamer.

Voorts valt op, dat het meerendeel der curven in het diagram naar links beneden convex is. Dit beteekent, dat aanvankelijk het eiwitpercentage snel veranderde, het celstofgehalte minder snel. Naderhand echter was het omgekeerde het geval; toen daalde het eiwitpercentage minder snel, terwijl het celstofgehalte vlug hooger werd. Het zou aanbeveling verdienen aan een uitvoeriger proefmateriaal na te gaan, in hoeverre wij hier met een wetmatigheid te maken hebben en zoo ja welke gevolgtrekkingen men hieruit omtrent den meest gewenschten maaitijd kan maken. Immers wij zullen zien, dat bij het stijgen van het celstofgehalte de verteerbaarheid der organische stof snel afneemt.

Zeer belangwekkend is nog de vergelijking van de curven, betrekking hebbende op Achterstuk en Voorstuk. Deze loopen in het diagram op een aanmerkelijken afstand van elkaar. Dit wil zeggen, dat het gewas op beide perceelen van een verschillend chemisch type was. Bij gelijk eiwitgehalte was het celstofgehalte in het gras van Achterstuk altijd aanmerkelijk hooger dan in

dat van Voorstuk. Dat dit niet aan een verschillend gehalte aan leguminosen was toe te schrijven, blijkt uit tabel 1.

Bij de curven van het gras uit Groningen valt een dergelijk karakteristiek verschil niet te bespeuren. Toch zullen wij naderhand zien, dat hier bij de verteerbaarheid der organische stof typische verschillen aan den dag traden. Hieruit volgt al dadelijk, dat een eiwit-celstof-diagram ons nog niet alle inlichtingen kan geven, die wij zouden wenschen. Niettemin meenen wij, dat dergelijke diagrammen bij proefveldonderzoek nut kunnen afwerpen, vooral wanneer men bij de punten nog opbrengstcijfers, maaidata en dgl. plaatst.

Wij merkten zooeven bij de vergelijking van het gras van Voorstuk en van Achterstuk op, dat bij gelijk eiwitgehalte het celstofgehalte aanmerkelijk verschillend was, hetgeen dus wil zeggen, dat er bij gras van verschillende velden geen nauw verband tusschen het eiwit- en celstofgehalte bestond, evenals wij in onze vorige verhandeling [1]) bij een 57-tal verschillende typische Nederlandsche hooisoorten hadden gevonden. Behalve hooimonsters omvatte dit laatstbedoelde onderzoek ook 64 monsters versch gras, waaraan wij dezelfde vraag hebben getoetst.

Wanneer deze grasmonsters in een eiwit-celstof-diagram werden uitgezet, dan bleek er ook hier geen nauwe samenhang tusschen eiwitachtige stof en ruwe celstof te bestaan, hoewel het verband nauwer was dan bij het hooi. Bleek de correlatiecoëfficient bij de 57 hooimonsters slechts — 0,24 te bedragen, thans werd bij de 64 grasmonsters een correlatiecoëfficient van — 0,45 berekend. Bij het voorjaarsgras te Hoorn vonden wij — 0,56.

Deze correlatie werd nog nader onderzocht bij becijferingen met getallenmateriaal van buitenlandschen oorsprong, waarbij de correlatiecoëfficienten in de volgorde van de later toe te lichten tabel 9 (N°. 2, 3, 4, 5 en 6) — 0,65, — 0,65, — 0,84, — 0,53 en — 0,23 bedroegen. Hoewel ook uit deze uitkomsten blijkt, dat er bij versche grassen een minder los verband tusschen eiwitachtige stof en ruwe celstof bestaat dan bij de hooisoorten, vinden wij toch een bevestiging van onze slotsom, dat bij grassen van gelijk eiwitgehalte het ruwe-celstof-gehalte nog wel vrij veel kan verschillen en reeds daarom dus ook de voederwaarde.

Nog beter betrouwbaar wordt de vergelijking, wanneer wij overgaan tot de standaardafwijking van het celstofgehalte t.o.v. de regressielijn (celstof t.o.v. eiwitachtige stof). Bij een aantal groepen Nederlandsche en buitenlandsche hooimonsters werd hiervoor achtereenvolgens gevonden: 3,0, 3,6, 3,7, 2,4, 5,1 en 4,6. Bij een aantal groepen monsters versch gras was het: 2,4, 2,3, 2,4, 2,7, 2,9, 0,9 en 3,0. Over het algemeen was de standaardafwijking bij het

---

[1]) Brouwer, Dijkstra, *Versl. landbk. Onderz.* 44 (1938) 529.

gras dus kleiner; maar niettemin behield zij een niet te verwaarloozen grootte [1]).

Wij keeren naar de tabellen 2 t/m 7 terug. Wat de *verteerbaarheid* en de *voederwaarde* van het materiaal aangaat konden wij bevestigen, dat de eerste bij alle bestanddeelen met het voortschrijden van het groeistadium terugloopt. Bij de *organische stof* b.v. daalde de verteringscoëfficient bij het gras van het Voorstuk van 77,6 tot 61,9 %, bij het Achterstuk van 73,4 tot 61,5 %, bij proefveld 271 van 74,3 tot 57,7 % en bij proefveld 272 van 81,5 tot 59,9 %. Wat den verteringscoëfficient van de *eiwitachtige stof* betreft, deze daalde bij het Voorstuk van 75,8 tot 57,6 %, bij het Achterstuk van 75,8 tot 65,2 %, bij proefveld 271 van 73,1 tot 52,9 % en bij proefveld 272 van 75,2 tot 50,8 %. De verteerbaarheid van het herfstgras is gedurende den korten proeftijd vrijwel onveranderd gebleven.

In verband met het voorgaande is het niet vreemd, dat ook de *voederwaarde* (behalve bij het herfstgras) sterk terugliep. Het gehalte aan *verteerbare eiwitachtige stof* in de droge stof daalde bij het Voorstuk van 13,1 tot 5,7 %, bij het Achterstuk van 13,3 tot 7,7 %, bij proefveld 271 van 13,6 tot 5,0 % en bij proefveld 272 van 12,2 tot 4,3 %. De *zetmeelwaarde* in de droge stof verminderde bij het Voorstuk van 60,7 tot 46,1, bij het Achterstuk van 56,4 tot 44,9, bij proefveld 271 van 58,9 tot 43,2 en bij proefveld 272 van 65,7 tot 43,1. De zetmeelwaarde in de droge stof van het eiwitrijke herfstgras was tamelijk laag, nl. 54½; wij komen hierop nog terug.

Verteringscoëfficienten der ruwe celstof in vergelijking met die der zetmeelachtige stof

Voorts vestigen wij nog de aandacht op de verteringscoëfficienten der ruwe celstof in vergelijking met die der zetmeelachtige (+ vetachtige) stof. À priori zou men verwachten, dat de eerste aanmerkelijk lager zouden zijn dan de laatste. Immers door de onderverdeeling van de stikstofvrije bestanddeelen in twee categorieën: ruwe celstof eenerzijds en zetmeelachtige (+ vetachtige) stoffen anderzijds, beoogt men een scheiding in twee groepen, waarvan de tweede beter, de eerste minder goed door het organisme zou worden benut.

Niettemin zien wij, dat de beide verteringscoëfficienten bij de afzonderlijke proeven met versch gras nagenoeg gelijk zijn geweest. Een nader onderzoek naar de diepere beteekenis van de genoemde onderverdeeling voor de physio-

[1]) Het zal bekend zijn, dat zelfs bij een functioneel verband tusschen twee grootheden de correlatiecoëfficient van +1 of —1 kan afwijken, ingeval het verband kromlijnig is. Wij hebben ons er in meerdere gevallen van overtuigd, dat de door ons gevonden, betrekkelijk lage correlatiecoëfficienten in hoofdzaak wel degelijk daarop berusten, dat bij gelijk eiwitgehalte het celstofgehalte aanmerkelijke verschillen vertoonde en omgekeerd. Een dergelijke redeneering geldt ook voor de standaardafwijking t.o.v. de regressielijn.

logie der veevoeding, schijnt dus wel zeer gewenscht, zooals trouwens ook wel door anderen [1]) naar voren is gebracht. Dit klemt nog des te meer, wanneer wij het gedroogde gras uit Groningen in het oog vatten. Hier waren de verteringscoëfficienten van de celstof niet alleen niet lager, maar beslist hooger, herhaaldelijk zelfs aanmerkelijk hooger dan die der zetmeelachtige (+ vetachtige) stof. In hoeverre hierbij een invloed van het droogproces in het spel was, willen wij in dit opstel in het midden laten.

V. Verband tusschen samenstelling en voederwaarde

Het feit, dat de voederwaarde van de droge stof in het gras blijkens het voorgaande aan groote schommelingen onderhevig is, doet vanzelf de vraag rijzen in hoeverre het mogelijk is tot een betrouwbare schatting van deze voederwaarde te komen door de chemische samenstelling in aanmerking te nemen. Deze vraag is geheel gelijk aan die, welke wij ons bij het onderzoek van het Nederlandsche hooi hadden gesteld [2]). Evenals bij het hooi zijn wij bij de beantwoording niet uitsluitend op eigen onderzoekingen afgegaan, maar hebben wij bovendien de uitkomsten van buitenlandsche verteringsproeven met versch gemaaid gras benut en wel stonden de volgende gegevens tot onze beschikking:

1. 13 verteringsproeven (schapen) met voorjaarsgras te Hoorn;
2. 48 verteringsproeven (schapen), verricht door WOODMAN c.s. [3]) (Engeland);
3. 32 verteringsproeven (schapen), verricht door WATSON c.s. [4]) (Engeland);
4. 15 verteringsproeven (schapen), verricht door ISAACHSEN c.s. [5]) (Noorwegen);
5. 45 verteringsproeven (schapen), verricht door GRANDJEAN [6]) (Zwitserland);
6. 8 verteringsproeven (runderen), verricht door NEWLANDER c.s. [7]) (Ver. Staten).

In totaal waren er dus gegevens van 161 grassoorten.

Vóórdat met de verdere bewerking een aanvang werd gemaakt, werd zorgvuldig nagegaan of bepaalde proeven wellicht in meer dan één verhande-

[1]) CRAMPTON, MAYNARD, *Journ. of Nutr.* 15 (1938) 383.
[2]) BROUWER, DIJKSTRA, *Versl. landk. Onderz.* 44 (1938) 529.
[3]) WOODMAN, BLUNT, STEWART, *Journ. agr. Sc.* 16 (1926) 205;
WOODMAN, BLUNT, STEWART, *Journ. agr. Sc.* 17 (1927) 209;
WOODMAN, NORMAN, BEE, *Journ. agr. Sc.* 18 (1928) 266;
WOODMAN, NORMAN, BEE, *Journ. agr. Sc.* 19 (1929) 236;
WOODMAN, NORMAN, FRENCH, *Journ. agr. Sc.* 21 (1931) 267;
WOODMAN, NORMAN, *Journ. agr. Sc.* 22 (1932) 852.
[4]) WATSON, PROCTER, FERGUSON, *Journ. agr. Sc.* 22 (1932) 257;
WATSON, HORTON, *Journ. agr. Sc.* 26 (1936) 142;
WATSON, FERGUSON, HORTON, *Journ. agr. Sc.* 27 (1937) 224.
[5]) ISAACHSEN, ULVESLI, HUSBY, *Norges Landbrukshøiskole, Beretning* 32 (1932).
[6]) GRANDJEAN, *Schweiz. lw. Monhefte* (1933) H. 6, 7, 8 (afdruk);
GRANDJEAN, *Schweiz. lw. Monhefte* 15 (1937) H. 7, 8 (afdruk).
[7]) NEWLANDER, JONES, *Vermont Bull.* 348 (1932).

ling van denzelfden schrijver waren gepubliceerd, hetgeen inderdaad eenige malen het geval bleek te zijn. Bij ons statistisch onderzoek werd een dergelijke proef natuurlijk maar éénmaal in aanmerking genomen. Verder werden enkele, onder abnormale omstandigheden genomen proeven eveneens buiten beschouwing gelaten, zooals die met wintergras van WOODMAN c.s. [1]). Ook het herfstgras uit Hoorn en het gedroogde materiaal uit Groningen zijn niet in het bovenstaande staatje opgenomen en bleven bij het thans volgende statistische onderzoek in eerste instantie onbenut.

Voor de verdere verwerking van het getallenmateriaal werden de analysecijfers omgerekend op de organische stof en tevens werd het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof in deze organische stof becijferd. De verteerbare organische stof, welke eveneens een belangrijke plaats in het thans volgende onderzoek inneemt, behoefde uiteraard niet afzonderlijk te worden berekend, omdat het gehalte aan verteerbare organische stof in de organische stof gelijk is aan den verteringscoëfficient der organische stof. Voor de verkregen uitkomsten beschouwe men tabel 8.

TABEL 8

Het cijfermateriaal, omgerekend op procenten in de organische stof

N°.	Eiwitachtige stof	Ruwe celstof	Verteerbare eiwitachtige stof	Verteerbare organische stof
	Voorjaarsgras Hoorn			
1	19,6	27,4	14,8	77,6
2	16,1	27,9	11,5	76,6
3	14,1	28,8	9,7	76,4
4	13,2	29,2	8,9	74,9
5	11,9	31,2	7,7	73,2
6	11,6	33,2	7,1	67,6
7	11,4	34,1	7,0	65,0
8	11,0	34,0	6,4	61,9
9	19,8	30,3	15,0	73,4
10	17,2	31,7	12,6	70,2
11	15,3	33,0	10,7	67,6
12	14,1	34,8	9,3	63,6
13	13,3	36,0	8,7	61,5
	WOODMAN c.s.			
1	23,4	13,6	18,6	83,4
2	29,4	15,0	25,1	83,6
3	27,0	18,6	21,9	80,7
4	26,9	18,3	21,1	77,4
5	26,8	18,3	20,7	74,0
6	23,3	19,4	17,8	74,4
7	25,8	18,7	20,4	75,8
8	29,3	18,1	24,4	79,7
9	30,8	15,7	25,9	80,7
10	31,7	14,9	25,8	76,9
11	30,1	17,2	24,9	81,2
12	27,5	18,0	22,5	81,8
13	23,7	19,4	19,1	83,1
14	25,3	21,1	20,7	81,4
15	25,6	20,5	20,9	80,4
16	28,0	20,8	23,3	79,2
17	28,2	21,5	23,7	79,9
18	27,4	21,8	22,9	78,3
19	29,8	21,9	24,9	77,6
20	24,6	14,4	19,5	82,6
21	21,1	18,8	15,8	79,3
22	20,0	20,8	14,8	76,6
23	20,9	20,5	15,4	71,4
24	20,8	20,2	15,4	72,3
25	26,0	19,6	21,3	83,4
26	18,9	25,7	14,4	80,7
27	18,9	26,7	14,2	77,6
28	19,1	23,0	14,5	76,7
29	20,0	23,7	15,5	80,3
30	21,4	22,3	17,0	79,2
31	27,1	20,4	20,7	79,6

[1]) WOODMAN, OOSTHUIZEN, *Journ. agr. Sc.* 24 (1934) 574.

N°.	Eiwitachtige stof	Ruwe celstof	Verteerbare eiwitachtige stof	Verteerbare organische stof
32	16,9	25,4	11,3	76,0
33	17,8	26,0	12,2	74,0
34	18,1	23,6	13,2	76,7
35	20,8	25,6	15,5	75,5
36	21,6	21,3	16,4	78,9
37	28,1	15,5	23,0	82,3
38	23,8	17,0	18,9	81,4
39	24,4	18,1	19,2	78,6
40	27,1	18,6	21,5	78,0
41	25,1	18,9	20,0	78,3
42	26,8	18,4	21,6	79,3
43	25,0	16,8	20,1	82,1
44	21,5	18,7	16,8	81,3
45	21,1	20,6	16,5	79,5
46	22,8	19,7	18,1	78,6
47	25,2	20,3	20,2	78,1
48	23,2	17,9	18,3	77,6
		WATSON c.s.		
1	9,0	31,0	4,9	65,5
2	9,3	36,4	5,5	66,8
3	9,7	28,5	6,1	70,7
4	11,8	27,9	8,1	78,6
5	11,7	33,5	7,4	69,0
6	11,7	27,6	7,7	75,2
7	14,7	28,8	10,4	70,7
8	17,3	28,2	12,4	75,5
9	18,6	25,6	14,1	76,0
10	18,7	28,0	13,8	77,3
11	20,3	25,4	15,8	77,3
12	20,0	24,9	15,4	76,5
13	24,0	20,6	19,3	80,6
14	23,3	23,5	18,9	80,7
15	29,1	23,2	24,0	78,6
16	13,6	26,8	9,7	73,2
17	15,4	31,5	10,3	69,8
18	16,4	25,3	11,8	77,7
19	16,3	26,1	11,6	75,8
20	20,3	28,1	15,6	80,0
21	14,0	36,6	9,8	77,3
22	20,6	28,2	16,2	77,7
23	17,2	29,7	12,2	74,9
24	18,9	27,1	14,0	77,1
25	18,0	26,6	13,2	75,4
26	26,0	24,3	20,9	82,8
27	18,5	25,7	13,9	81,4
28	16,5	24,9	13,4	81,4
29	14,4	27,0	9,8	74,1
30	10,4	28,9	6,8	71,7
31	8,8	25,9	5,0	76,2
32	7,0	32,0	2,5	64,1

N°.	Eiwitachtige stof	Ruwe celstof	Verteerbare eiwitachtige stof	Verteerbare organische stof
		ISAACHSEN c.s.		
1	17,2	24,2	12,9	81,0
2	16,3	30,2	12,4	76,0
3	15,4	27,8	11,2	73,0
4	18,9	26,2	14,2	71,0
5	18,2	27,3	13,5	70,0
6	16,6	25,7	12,1	71,0
7	13,9	25,5	9,7	70,0
8	13,9	26,5	9,3	63,0
9	11,0	31,3	6,8	64,0
10	10,5	31,5	6,2	58,0
11	17,7	27,7	13,5	80,0
12	13,1	34,0	9,2	72,0
13	9,9	36,6	6,1	59,0
14	7,2	37,7	3,7	54,0
15	8,6	35,8	4,3	61,0
		GRANDJEAN		
1	25,5	20,6	20,0	81,9
2	27,1	19,3	22,2	81,7
3	27,0	20,4	22,1	80,4
4	22,8	23,3	18,0	80,6
5	25,5	21,0	20,5	79,8
6	23,7	24,8	19,7	83,8
7	26,5	21,0	22,1	83,0
8	26,1	19,4	21,7	83,8
9	18,6	22,5	15,0	85,8
10	21,7	22,5	17,3	83,8
11	18,9	23,6	14,9	81,8
12	19,2	26,2	15,1	77,1
13	17,3	22,9	14,2	84,2
14	23,1	28,5	18,8	78,6
15	20,3	26,7	15,6	67,4
16	19,2	27,1	14,8	72,9
17	18,7	24,5	15,3	74,6
18	24,1	24,1	20,1	80,5
19	22,7	25,0	18,1	79,0
20	25,4	23,3	20,4	73,1
21	20,9	22,0	17,6	85,9
22	19,4	27,2	15,7	83,5
23	13,1	30,8	9,5	78,5
24	17,9	31,9	13,5	75,7
25	18,4	29,2	14,1	78,7
26	21,6	29,6	17,0	77,2
27	18,0	31,0	13,8	75,8
28	22,1	29,1	17,8	78,2
29	23,6	29,5	19,4	81,5
30	21,3	29,0	16,6	79,3
31	21,2	29,6	16,3	79,4
32	23,3	26,4	19,1	82,9
33	26,6	17,1	22,1	83,8

N°.	Eiwitachtige stof	Ruwe celstof	Verteerbare eiwitachtige stof	Verteerbare organische stof
34	18,6	22,3	14,2	83,4
35	13,3	30,3	9,0	74,9
36	15,8	26,8	11,1	70,9
37	21,6	21,2	17,2	79,7
38	19,8	21,8	14,9	79,0
39	17,3	24,4	11,9	74,4
40	18,5	23,4	13,9	79,8
41	18,5	25,3	13,5	77,2
42	17,6	24,4	12,2	75,8
43	18,1	24,2	13,7	78,5
44	18,2	24,3	12,8	76,0
45	18,6	22,6	13,1	77,6
			NEWLANDER C.S.	
1	24,5	22,3	18.7	74,5
2	27,2	21,6	21,7	76,4
3	26,2	20,7	20,3	73,0
4	24,7	23,0	18,4	72,8
5	25,2	21,5	19,5	77,9
6	24,2	20,8	18,1	75,7
7	26,3	22,1	20,0	74,7
8	26,7	21,3	20,3	75,3

Correlaties

Wat de *voederwaarde* betreft, werden in eerste instantie beschouwd verteerbare eiwitachtige stof en verteerbare organische stof. Wat de *analyse* aangaat, werden het gehalte aan ruwe celstof en dat aan eiwitachtige stof in het oog gevat.

Allereerst werden nu de totale en de partiëele correlatiecoëfficienten berekend (tabel 9).

TABEL 9

Correlatie (totaal en partiëel) tusschen verteerbare eiwitachtige stof (ζ) en verteerbare organische stof (z) eenerzijds en eiwitachtige stof (x) en ruwe celstof (y) anderzijds

	Aantal soorten gras	Verteerb. eiwitachtige stof en eiwitachtige stof		Verteerb. eiwitachtige stof en ruwe celstof		Verteerb. organische stof en eiwitachtige stof		Verteerb. organische stof en ruwe celstof	
		$r_{\zeta x}$ totaal	$r_{\zeta x.y}$ partiëel	$r_{\zeta y}$ totaal	$r_{\zeta y.x}$ partiëel	r_{zx} totaal	$r_{zx.y}$ partiëel	r_{zy} totaal	$r_{zy.x}$ partiëel
1. HOORN (schapen) .	13	+ 0,998	+ 0,998	— 0,583	— 0,602	+ 0,545	+ 0,018	— 0,975	— 0,964
2. WOODMAN c.s. (schapen)	48	+ 0,992	+ 0,987	— 0,641	+ 0,070	+ 0,357	+ 0,110	— 0,433	— 0,282
3. WATSON c.s. (schapen)	32	+ 0,997	+ 0,995	— 0,667	— 0,330	+ 0,742	+ 0,539	— 0,681	— 0,390
4. ISAACHSEN c.s. (schapen)	15	+ 0,997	+ 0,994	— 0,821	+ 0,492	+ 0,848	+ 0,681	— 0,693	+ 0,078
5. GRANDJEAN (schapen)	45	+ 0,987	+ 0,982	— 0,511	+ 0,092	+ 0,392	+ 0,204	— 0,446	— 0,306
6. NEWLANDER c.s. (runderen)	8	+ 0,963	+ 0,961	— 0,269	— 0,178	+ 0,116	+ 0,051	— 0,297	— 0,280
Alle waarnemingen samen	161	**+ 0,995**	**+ 0,986**	**— 0,804**	**+ 0,056**	**+ 0,653**	**+ 0,259**	**— 0,665**	**— 0,306**

Het meest opvallend in deze tabel is de buitengewoon hooge correlatie, zoowel totaal als partiëel, tusschen eiwitachtige stof en *verteerbare eiwitachtige stof*. Zóó hooge waarden als hier werden gevonden (correlatiecoëfficienten om en bij + 0,99), worden bij biologisch materiaal slechts uiterst zelden aangetroffen.

Uit deze hooge correlatiecoëfficienten kan reeds thans worden besloten, dat het mogelijk moet zijn het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof vrij nauwkeurig uit het gehalte aan eiwitachtige stof te becijferen met behulp van een regressieformule. Ditzelfde volgt ook uit fig. 3, waarin van de 161 grassoorten op de horizontale as de gehalten aan eiwitachtige stof zijn uitgezet, op de verticale as die aan verteerbare eiwitachtige stof, alles in de organische stof.

Veel minder sterk was de correlatie tusschen *verteerbare organische stof* eenerzijds en eiwitachtige stof en ruwe celstof anderzijds; ook de schommelingen tusschen de verschillende proefseries waren hier veel grooter. Om tot een beter gedefiniëerde uitkomst te geraken werden alle series waarnemingen samen als één geheel beschouwd. Dit was o.i. geoorloofd, omdat bij uitzetten in een diagram geen principiëele verschillen tusschen de zes proefseries tot uiting kwamen. Bezien wij nu de op het geheele materiaal betrekking hebbende correlatiecoëfficienten in den ondersten regel van tabel 9, dan blijkt, dat de partiëele en totale correlatie met de eiwitachtige stof ongeveer even sterk *positief* waren als die met de ruwe celstof *negatief*. Hieruit volgt, dat het gehalte aan verteerbare organische stof ongeveer even nauwkeurig kan worden berekend uit de eiwitachtige stof als uit de ruwe celstof, althans bij gebruik van de eenvoudigste vormen van regressieformules.

Van meer practisch belang is de vraag welke correlatie er bestaat tusschen de *zetmeelwaarde* der organische stof eenerzijds en de beide meermalen genoemde chemische bestanddeelen anderzijds. Voor de becijfering van de zetmeelwaarde hebben wij weer, evenals bij het hooionderzoek, gebruik gemaakt van een vereenvoudigde rekenmethode. Wij gebruiken de volgende symbolen:

Z = zetmeelwaarde in de organische stof,
z = verteerbare organische stof (%) in de organische stof,
y = ruwe celstof (%) in de organische stof,
ζ = verteerbare eiwitachtige stof (%) in de organische stof.

De vereenvoudigde formule voor de zetmeelwaardeberekening luidt dan:

$$Z = z - 0{,}06\,\zeta - 0{,}29\,y.$$

Aldus geformuleerd stelt de zetmeelwaarde niets anders voor dan de verteerbare organische stof, waarop evenwel twee correcties zijn aangebracht,

n.l. één voor de verteerbare eiwitachtige stof en één voor de ruwe celstof. Hiervan is de laatste de belangrijkste en deze maakt, dat de correlatie tusschen zetmeelwaarde en celstof duidelijker naar voren treedt dan die tusschen

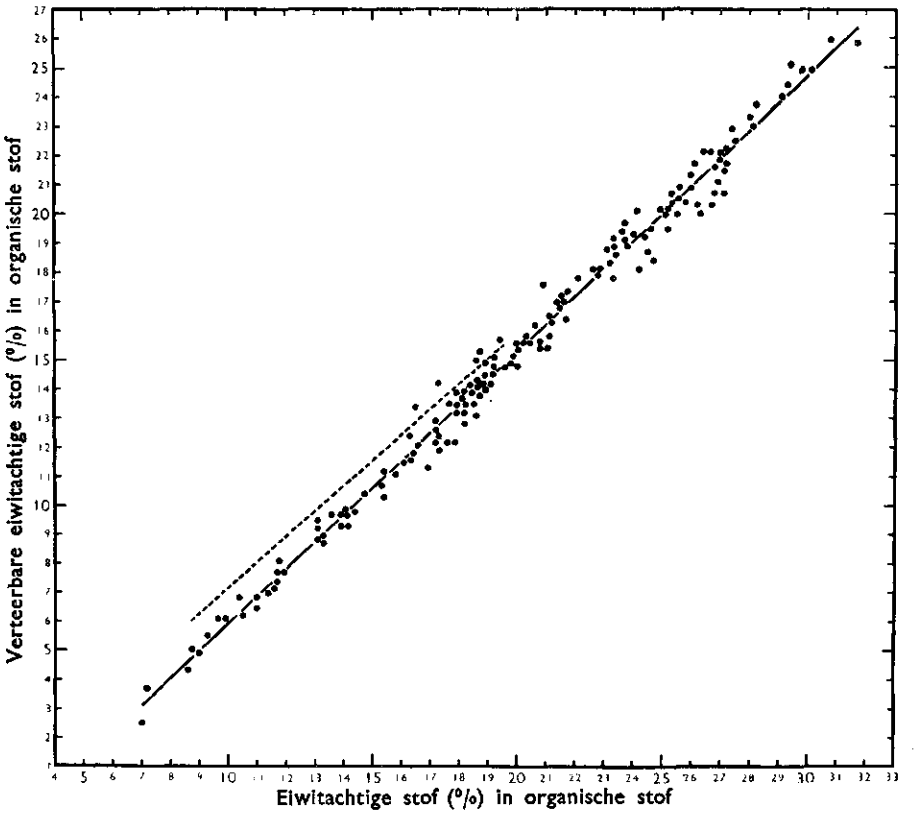


Fig. 3

Samenhang tusschen eiwitachtige stof (horizontale as) en verteerbare eiwitachtige stof (verticale as) bij 161 soorten versch gras, alles in de organische stof

De naar (1) geteekende regressielijn geeft den gemiddelden samenhang zoo goed mogelijk weer.

De stippellijn geeft hetzelfde verband aan tusschen pepsine-HCl-verteerbare eiwitachtige stof en eiwitachtige stof bij 64, niet in de figuur geteekende Nederlandsche grasmonsters.

zetmeelwaarde en eiwitachtige stof, niettegenstaande de correlaties tusschen de verteerbare organische stof en de beide genoemde bestanddeelen vrijwel gelijk waren. Een en ander komt duidelijk tot uiting in tabel 10; de totale correlatie tusschen zetmeelwaarde en eiwitachtige stof bedroeg + 0,70, die tusschen zetmeelwaarde en ruwe celstof — 0,77.

TABEL 10

Correlatie (totaal en partiëel) tusschen zetmeelwaarde (Z) eenerzijds en eiwitachtige stof (x) en ruwe celstof (y) anderzijds

	Zetmeelwaarde en eiwitachtige stof		Zetmeelwaarde en ruwe celstof	
	r_{Zx} totaal	$r_{Zx.y}$ partiëel	r_{Zy} totaal	$r_{Zy.x}$ partiëel
Zetmeelwaarde berekend met aftrek 0,29	+ **0,705**	+ **0,219**	— **0,768**	— **0,472**
Zetmeelwaarde berekend met aftrek 0,58	+ 0,751	+ 0,219	— 0,840	— 0,598

De invloed van den aftrek voor ruwe celstof wordt ook nog gedemonstreerd in den ondersten regel van tabel 10. Hier zijn de correlatiecoëfficienten berekend met zetmeelwaarden, waarbij een celstofaftrek van 0,58 was toegepast, zooals voor hooi gebruikelijk is en welken aftrek men ook voor kunstmatig gedroogd gras zou moeten toepassen, wanneer men zich strikt aan KELLNER's voorschrift zou willen houden; wij laten echter uitdrukkelijk in het midden in hoeverre dit laatste voor kunstmatig gedroogd gras gewenscht is. Men ziet uit het staatje, dat de correlatie tusschen zetmeelwaarde en celstof door den hoogeren celstofaftrek nog geaccentueerd wordt; de coëfficient voor de totale correlatie bedraagt thans — 0,84. Wij zijn op dit alles uitvoeriger ingegaan om duidelijk te laten uitkomen, dat het een aanvechtbare zaak is om hooi- en grassoorten alléén naar eiwitgehalte te klassificeeren. Juist omdat de celstof in de ruwvoeders bij de thans algemeen gebruikelijke wijze van zetmeelwaardeberekening een zoo belangrijke factor uitmaakt, is het principiëel beter om deze celstof bij de klassificatie der ruwvoeders nièt buiten beschouwing te laten.

Regressies

Verteerbare eiwitachtige stof t.o.v. eiwitachtige stof. Uit fig. 3 blijkt voldoende, dat hier met een formule voor rechtlijnige regressie kan worden volstaan. Wij vonden, wanneer

x = eiwitachtige stof (%) in de organische stof,
ζ = verteerbare eiwitachtige stof (%) in de organische stof:

$$\zeta = 15{,}32 + 0{,}939\ (x - 20). \qquad (1)$$

Als regel evenwel zullen niet de analysecijfers der organische stof, maar die der droge stof gegeven zijn. Duiden wij deze als volgt aan:

x' = eiwitachtige stof (%) in de droge stof,
m' = minerale bestanddeelen (%) in de droge stof,
ζ' = verteerbare eiwitachtige stof (%) in de droge stof, dan vonden wij [1]):

$$\zeta' = 13{,}78 + 0{,}939\ (x' - 18) + 0{,}035\ (m' - 10). \qquad (2)$$

De coëfficient van den term met m' is zóó klein, dat men dezen term gevoeglijk kan verwaarloozen, wanneer m' slechts weinig afwijkt van 10.

Beter nog kan men in dergelijke gevallen de thans volgende, eenvoudigere formule (3) aanwenden, welke eveneens worde toegepast, wanneer het gehalte aan minerale bestanddeelen (m') niet bekend is.

Voor de berekening van deze formule is gebruik gemaakt van een regressievergelijking, waarin het uit de 64, in hoofdstuk IV vermelde Nederlandsche grasmonsters berekende verband tusschen eiwitachtige stof en minerale bestanddeelen was vastgelegd, en waaruit was gebleken, dat het gehalte aan minerale bestanddeelen met het eiwitgehalte een weinig toeneemt [2]). Aldus vonden wij voor ζ':

$$\boldsymbol{\zeta' = 13{,}79 + 0{,}944\ (x' - 18).} \qquad (3)$$

Ook nu hebben wij ons afgevraagd, in hoeverre deze, met proefdieren verkregen uitkomsten, overeenstemmen met de bepalingen, in het laboratorium verricht met behulp van *pepsine en zoutzuur*.

Om op deze vraag een antwoord te kunnen geven hebben wij, met behulp van de te Wageningen verrichte analysen der 64 Nederlandsche grassoorten, een regressielijn berekend, die het verband aangeeft tusschen de eiwitachtige stof en de met behulp van pepsine en zoutzuur bepaalde verteerbare eiwitachtige stof, beide in de organische stof. Voor deze regressielijn (in fig. 3 als stippellijn aangegeven) vonden wij:

$$\zeta = 15{,}94 + 0{,}881\ (x - 20).$$

Deze lijn ligt vooral bij de lage eiwitwaarden niet onaanzienlijk boven die, welke met behulp van proefdieren was gevonden.

---

[1]) Voor de afleiding van deze formule uit (1) werd gebruik gemaakt van de betrekkingen:

$$\zeta = \frac{100\ \zeta'}{100 - m'}, \qquad x = \frac{100\ x'}{100 - m'}.$$

[2]) Wij berekenden voor dezen samenhang de volgende formule:

$$m' = 10{,}06 + 0{,}144\ (x' - 18).$$

Tevens bleek ons bij deze berekeningen, dat het gehalte aan minerale bestanddeelen eveneens afhankelijk is van het ruwe-celstof-percentage. Wij vonden hiervoor bij de 64 Nederlandsche grasanalysen de regressievergelijking:

$$m' = 11{,}28 - 0{,}185\ (y' - 22).$$

Door VAN ITALLIE en FRANKENA [1]) is reeds eenige jaren eerder een dergelijke regressievergelijking opgesteld (pepsine-HCl-verteerbare eiwitachtige stof t.o.v. eiwitachtige stof). Deze formule had echter betrekking op de droge stof, waardoor een directe vergelijking met de door ons gevondene niet mogelijk is. Wanneer wij echter onze formule met behulp van de zoo juist vermelde vergelijking voor m' op droge stof omrekenden, dan werd gevonden:

$$\zeta' = 14{,}34 + 0{,}883\ (x' - 18).$$

VAN ITALLIE c.s. vonden voor gras van de eerste snede:

$$\zeta' = 15{,}01 + 0{,}945\ (x' - 18)$$

en voor gras van de tweede snede:

$$\zeta' = 13{,}0 + 0{,}76\ (x' - 18).$$

Behalve de laatste geven deze, nog al iets van elkaar verschillende formules hoogere uitkomsten dan de op dierproeven berustende formule (3). Wanneer wij tevens herinneren aan den hoogen graad van betrouwbaarheid dezer formule (3) (correlatiecoëfficient om en bij + 0,99), dan volgt daaruit wel, dat men, althans bij voorjaarsgras, gerust op deze laatstgenoemde formule of eventuëel op formule (1) en (2) kan afgaan en dus de pepsinebepalingen achterwege kan laten.

Verteerbare organische stof t.o.v. eiwitachtige stof. Konden wij in het voorafgaande geval met rechtlijnige regressie volstaan, uit fig. 4 ziet men, dat dit hièr niet het geval is. Gaan wij nl. van links naar rechts in de figuur, dan ziet men, dat het gemiddelde gehalte aan verteerbare organische stof aanvankelijk snel stijgt, later echter langzamer, terwijl geheel rechts het algemeene niveau der punten ongeveer gelijk blijft.

In dergelijke gevallen pleegt men parabolische regressielijnen te berekenen. In ons geval werd het volgende gevonden, waarin

z = verteerbare organische stof (%) in de organische stof,
x = eiwitachtige stof (%) in de organische stof:

$$z = 44{,}774 + 2{,}7011x - 0{,}05210x^2, \qquad (4)$$

$$\text{of: } z = 77{,}95 + 0{,}617\ (x - 20) - 0{,}0521\ (x - 20)^2. \qquad (4a)$$

Deze parabool is in de figuur met een dunne lijn geteekend en geeft het algemeene beloop der punten zeer goed weer, behalve geheel rechts. Hier vertoont de curve een lichte daling, hetgeen onlogisch is. Veeleer moet men aannemen, dat het gehalte aan verteerbare organische stof voortdurend toeneemt, naar-

[1]) VAN ITALLIE, FRANKENA, *Landbk. Tijdschr.* 48 (1936) 373.

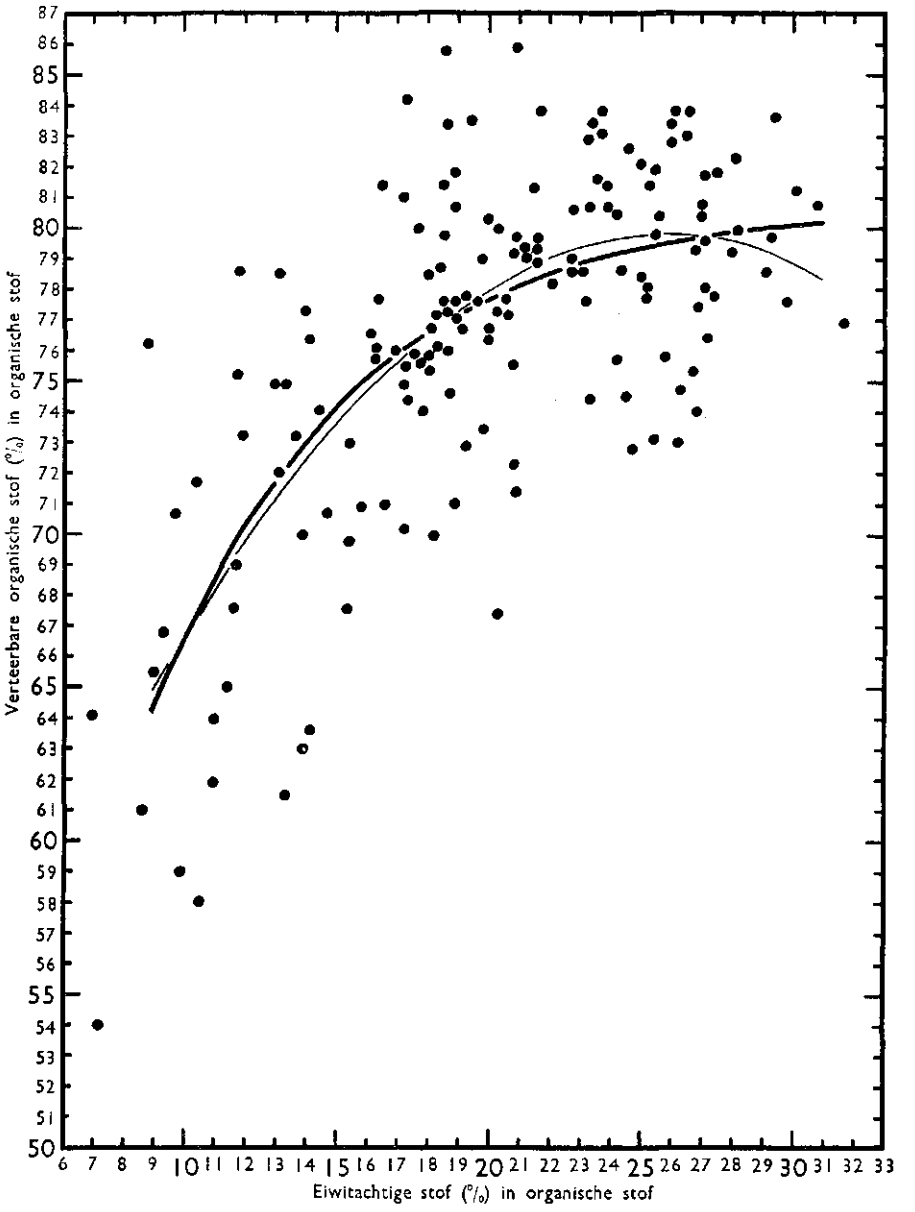


Fig. 4

Samenhang tusschen eiwitachtige stof (horizontale as) en verteerbare organische stof (verticale as) bij 161 soorten versch gras, alles in de organische stof

De naar (5) geteekende dikke regressielijn geeft den gemiddelden samenhang zoo goed mogelijk weer; iets minder goed voldoet de dunne regressielijn, geteekend naar (4—4*a*).

mate het eiwitgehalte hooger wordt. Wij hebben daarom de vergelijking van een tweede curve berekend, welke dit euvel niet vertoont, zooals eveneens uit de figuur is te zien. De vergelijking van deze, met een dikke lijn geteekende curve luidt:

$$z = 80{,}80 - 66{,}32 \times 10^{-\,0{,}06665x}. \qquad (5)$$

Evenals de vorige regressielijnen werd ook deze berekend met behulp van de methode der kleinste kwadraten. Terwijl de berekening bij rechtlijnige en parabolische regressie in éénmaal afloopt, kan men bij formules als de zooeven genoemde, tenzij men vereenvoudigingen aanbrengt, zijn doel slechts door achtereenvolgende benaderingen bereiken, hetgeen het rekenwerk zeer omslachtig maakt [1]). Dit zal wel de hoofdoorzaak zijn, dat curven van dit, biologisch zoo belangrijke type minder vaak worden aangewend. Verder kunnen wij hier op dit punt niet ingaan; wij verklaren ons echter gaarne tot verdere toelichting bereid.

Verteerbare organische stof t.o.v. ruwe celstof. Hierop heeft fig. 5 betrekking. Al dadelijk zien wij, dat ook hier een rechtlijnige regressie onvoldoende is en dat de parabolische (dunne lijn) wederom een daling aangeeft, dààr waar zonder eenigen twijfel in werkelijkheid nog langzame stijging plaats vindt (thans links in de figuur bij afnemend celstofgehalte). Wederom wordt de gang der verteerbaarheid beter weergegeven door het derde curvetype (dikke lijn). De gevonden vergelijkingen waren de volgende:

$$z = 67{,}012 + 1{,}5145\ y - 0{,}04393\ y^2, \qquad (6)$$

of ook:

$$z = 77{,}42 - 0{,}682\ (y - 25) - 0{,}0439\ (y - 25)^2 \qquad (6a)$$

en voorts:

$$z = 82{,}36 - 0{,}287 \times 10^{+\,0{,}0501y}. \qquad (7)$$

Om een indruk te krijgen omtrent de *nauwkeurigheid der afgeleide formules* werd de middelbare afwijking van één waarneming ten opzichte van de tot nu toe berekende parabolen (4—4*a*) en (6—6*a*) becijferd. Voor de beide formules (5) en (7) met x en y in den exponent werd dit nagelaten, omdat het

---

[1]) Noemt men de te berekenen constanten p, r en k, dan heeft men in het algemeen: $z = p + r \times 10^{kx}$. Door differentiatie vindt men:

$$\Delta z = \Delta p + 10^{kx}\ \Delta r + rx\ ln\ 10 \times 10^{kx}\ \Delta k,$$

welke formule lineair is in Δp, Δr en Δk en dus geschikt voor berekening volgens de methode der kleinste kwadraten. Is men nu uitgegaan van zekere beginwaarden p_0, r_0 en k_0, dan vindt men een betere benadering door p_0, r_0 en k_0 te corrigeeren met de berekende waarden Δp, Δr en Δk. Vervolgens herhaalt men de becijfering, uitgaande van de gecorrigeerde waarden enz..

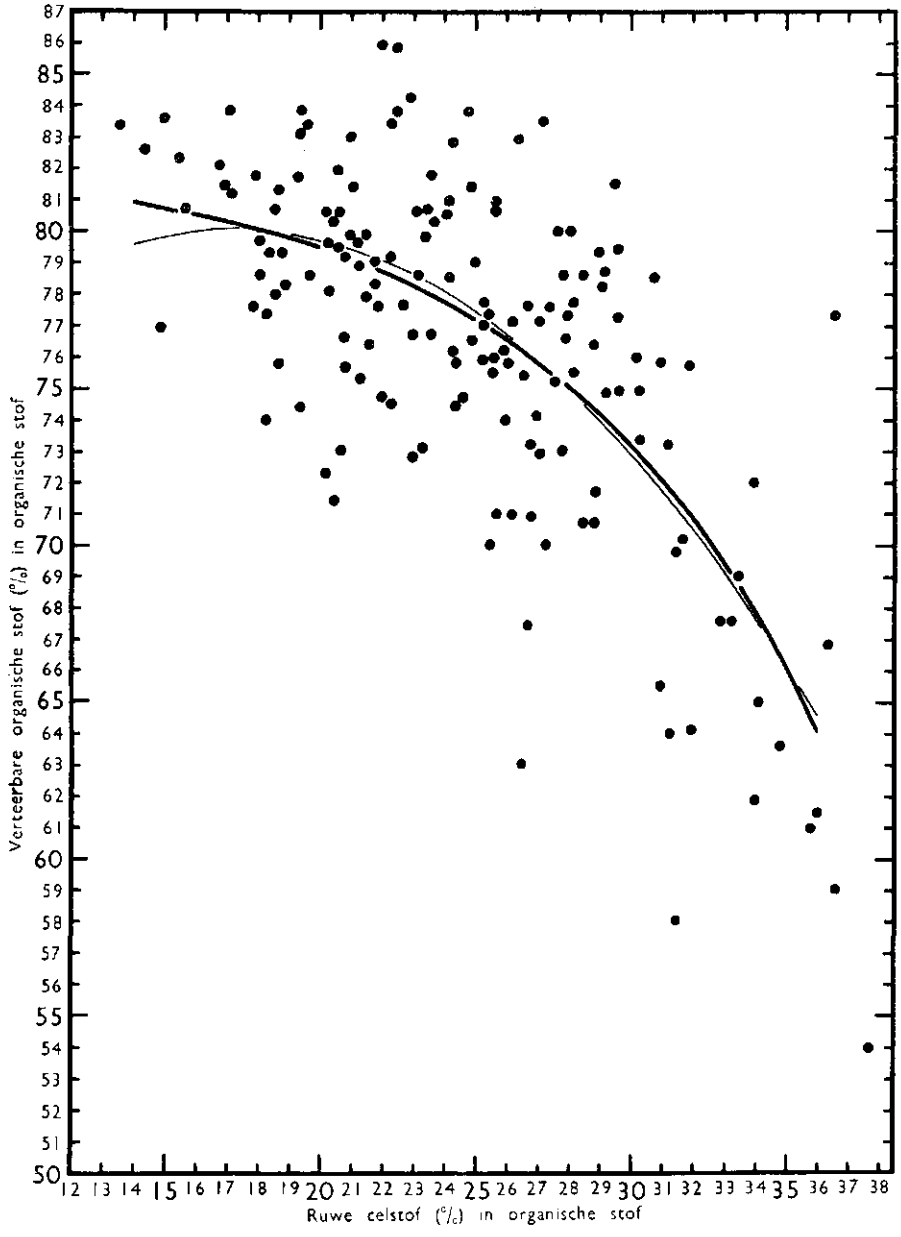


Fig. 5

Samenhang tusschen ruwe celstof (horizontale as) en verteerbare organische stof (verticale as) bij 161 soorten versch gras, alles in de organische stof

De naar (7) geteekende dikke regressielijn geeft den gemiddelden samenhang zoo goed mogelijk weer; iets minder voldoet de dunne regressielijn, geteekend naar (6—6*a*).

zeer veel rekenwerk zou vereischen en toch een vrijwel gelijk resultaat mag worden verwacht.

Voor de uitkomst werd het volgende gevonden:

	Standaardafwijking per waarneming
Ten opzichte van de parabool in x (4—4a)	3,98
„ „ „ „ „ „ y (6—6a)	4,10

Blijkbaar is het verschil slechts gering, maar toch ten gunste van (4—4a). Echter mag op grond van het voorafgaande worden verwacht, dat bij de zetmeelwaarde, waarop wij zoo aanstonds zullen ingaan, het verschil tusschen de standaardafwijkingen grooter en ten gunste van de formule in y zal zijn.

Zetmeelwaarde. Wij hebben reeds vermeld, dat deze voor de organische stof in versch gras tennaastenbij kan worden berekend met behulp van de vereenvoudigde formule:

$$Z = z - 0{,}06\ \zeta - 0{,}29\ y, \tag{8}$$

waarin Z = zetmeelwaarde in de organische stof,
z = verteerbare organische stof (%) in de organische stof,
ζ = verteerbare eiwitachtige stof (%) in de organische stof,
y = ruwe celstof (%) in de organische stof.

Voorts noemen wij weer:

x = eiwitachtige stof (%) in de organische stof.

Met behulp van deze eenvoudige betrekking nu berekenden wij vergelijkingen voor de zetmeelwaarde door substitutie in (8) van de hiervóór afgeleide formules (5), (7) en (1), terwijl tevens nog de volgende hulpvergelijkingen werden afgeleid en eveneens gesubstituëerd.

$$y = 40{,}017 - 0{,}7594\ x,$$
$$\zeta = 35{,}535 - 0{,}8134\ y.$$

Aldus werd het volgende gevonden, waarbij wij ons beperken tot de formules met de onafhankelijk veranderlijke in den exponent.

$$\boldsymbol{Z = 69{,}40 + 0{,}164\ x - 66{,}32 \times 10^{-\ 0{,}06665x}}, \tag{9}$$
$$\boldsymbol{Z = 80{,}23 - 0{,}241\ y - 0{,}287 \times 10^{+\ 0{,}0501y}}. \tag{10}$$

Wederom hebben wij ons afgevraagd welke *graad van nauwkeurigheid* met behulp van deze formules kan worden bereikt en hebben daarvoor de standaardafwijking van Z becijferd, waarvoor het volgende werd gevonden:

	Standaardafwijking van Z
Bij gebruik van de formule in x (9):	4,35
Bij gebruik van de formule in y (10):	3,99

De uitkomst is zooals werd voorspeld. De formule (10) in y geeft de kleinste standaardafwijking, derhalve de nauwkeurigste uitkomst, al is het verschil met het resultaat der formule (9) in x niet groot.

Teleurstellend is, evenals bij het hooi, dat de standaardafwijking ook bij gebruik van de beste formule nog een aanmerkelijke grootte bezit. Wij hebben daarom getracht voor z en Z formules te vinden, waarin x (eiwitachtige stof) en y (ruwe celstof) beide voorkomen, zonder echter een noemenswaard beter resultaat te bereiken.

Ten slotte hebben wij nagegaan hoe de formules (9) en (10) moeten luiden, wanneer de analysecijfers niet op de organische stof betrekking hebben, maar op de *droge stof*.

Noemen wij:

ω' = organische stof (%) in de droge stof,
m' = minerale bestanddeelen (%) in de droge stof,
x' = eiwitachtige stof (%) in de droge stof,
y' = ruwe celstof (%) in de droge stof,

dan gaat de algemeene formule:

$$Z = p + qx + r \times 10^{kx}$$

blijkbaar over in:

$$Z' = p\frac{\omega'}{100} + qx' + r\frac{\omega'}{100} \times 10^{k\frac{100x'}{\omega'}}$$

en overeenkomstig voor y en y' [1]).

Door te stellen $\omega' = 100 - m'$ komt men gemakkelijk tot formules met m' in plaats van ω'; maar deze zijn iets minder eenvoudig van vorm, zoodat wij aan de bovenstaande formuleering de voorkeur hebben gegeven.

Gebruiken wij nu voor p, q, r en k de getallenwaarden uit (9) en (10), dan krijgen wij:

$$Z' = 0{,}6940\omega' + 0{,}164x' - 0{,}6632\omega' \times 10^{-6{,}665\frac{x'}{\omega'}} \qquad (11)$$

$$\text{en } Z' = 0{,}8023\omega' - 0{,}241y' - 0{,}00287\omega' \times 10^{+5{,}01\frac{y'}{\omega'}}. \qquad (12)$$

[1]) Wij maakten hierbij gebruik van de betrekkingen:

$$Z = \frac{100\ Z'}{\omega'}, \qquad x = \frac{100\ x'}{\omega'}, \qquad y = \frac{100\ y'}{\omega'}.$$

Verteerbaar werkelijk eiwit. Hoewel men er steeds meer toe overgaat om bij voederrantsoenen met verteerbare eiwitachtige stof te rekenen, willen wij toch nog eenige aandacht aan het verteerbaar werkelijk eiwit schenken. Wij hebben hier echter geen buitenlandsch proefmateriaal in onze beschouwingen kunnen opnemen, zoodat de op het verteerbaar werkelijk eiwit betrekking hebbende formules op een minder breede basis berusten dan de voorafgaande en daarom pas aan het slot van dit hoofdstuk worden vermeld.

Wanneer wij trachtten tot een cijfer voor verteerbaar werkelijk eiwit te komen door het, met proefdieren bepaalde gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof te verminderen met het cijfer voor amide, dan gaf dit bij het versche voorjaarsgras uit Hoorn een vrij bevredigende uitkomst, nl. slechts $\pm$ 0,2 % te laag. Bij het gedroogde gras uit Groningen was het verschil echter iets grooter (0,2 — 0,5 %) en nog grooter was het bij het herfstgras. Al deze gegevens hebben weer betrekking op de gehalten in de organische stof.

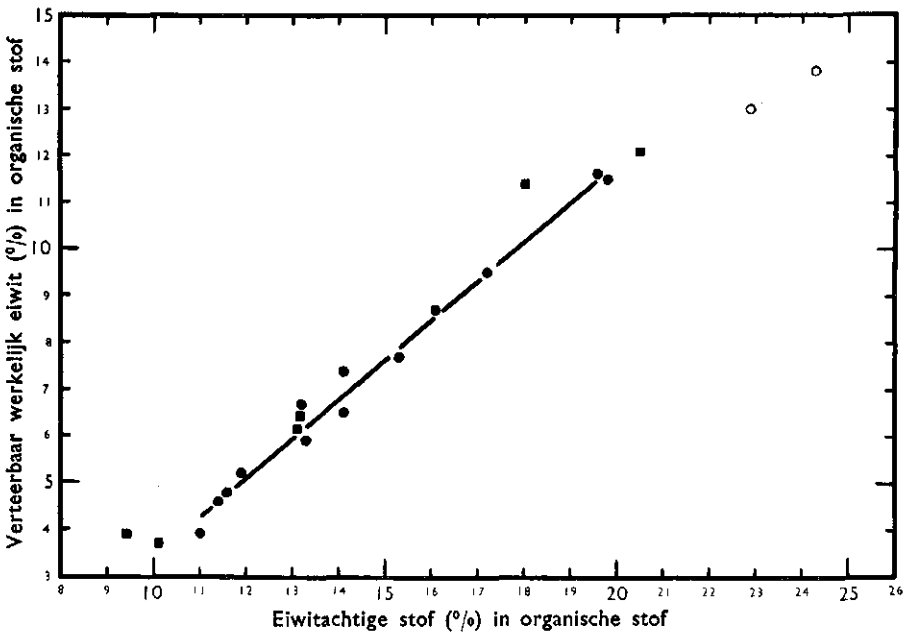


Fig.6

Samenhang tusschen eiwitachtige stof (horizontale as) en verteerbaar werkelijk eiwit (verticale as) bij het Hoornsche en Groningsche gras, alles in de organische stof

De geteekende regressielijn geeft den gemiddelden samenhang bij de 13 soorten voorjaarsgras uit Hoorn, vertegenwoordigd door de punten, zoo goed mogelijk weer. Ook de kwadraten, welke het Groningsche gras vertegenwoordigen, sluiten in het algemeen vrij goed bij deze lijn aan, terwijl de nullen, op het Hoornsche herfstgras betrekking hebbend, nog al iets lager liggen.

Een nog betere benadering verkregen wij met de thans volgende regressieformules, waarbij voor de berekening slechts gebruik werd gemaakt van de 13 proeven met voorjaarsgras van de Proefzuivelboerderij, ofschoon het, zooals wel uit fig. 6 en 7 is te zien, ongetwijfeld slechts weinig verschil zou hebben gemaakt, wanneer wij ook het gedroogde gras uit Groningen in de becijfering hadden betrokken.

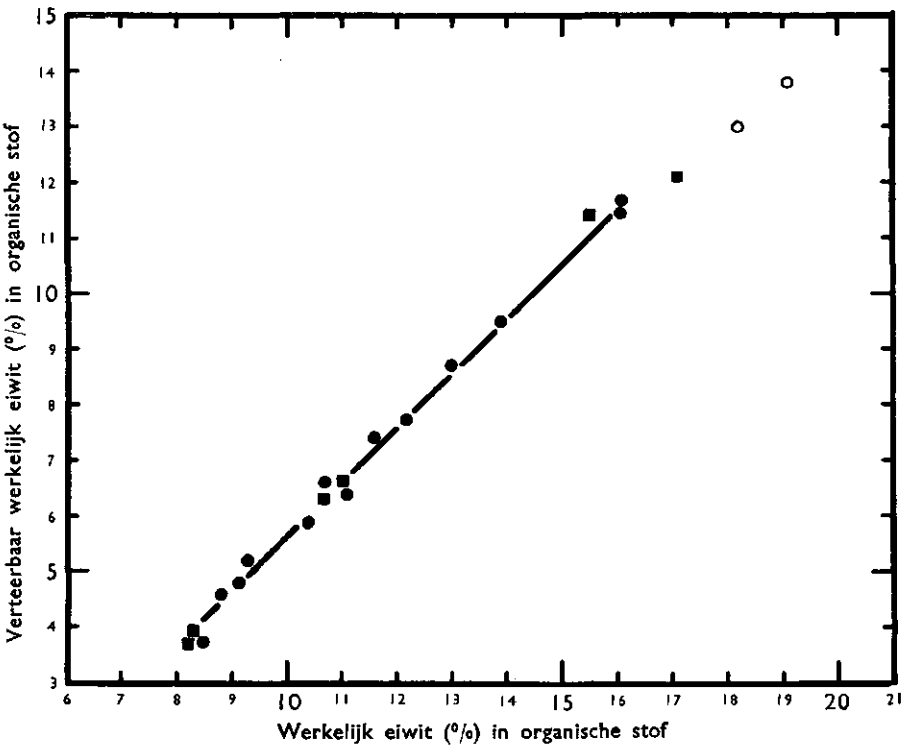


Fig. 7

Samenhang tusschen werkelijk eiwit (horizontale as) en verteerbaar werkelijk eiwit (verticale as) bij het Hoornsche en Groningsche gras, alles in de organische stof

De geteekende regressielijn geeft den gemiddelden samenhang bij de 13 soorten voorjaarsgras uit Hoorn, vertegenwoordigd door de punten, zoo goed mogelijk weer. Ook de kwadraten, welke het Groningsche gras, en de twee nullen, welke het herfstgras uit Hoorn vertegenwoordigen, sluiten vrij goed bij deze lijn aan.

Wij stellen weer:

x = eiwitachtige stof (%) in de organische stof,

x_w = werkelijk eiwit (%) in de organische stof,

ζ_w = verteerbaar werkelijk eiwit (%) in de organische stof.

De formules worden dan als volgt:

$\zeta_w = 11{,}85 + 0{,}843\ (x - 20)$,

$\zeta_w = 11{,}49 + 0{,}969\ (x_w - 16)$.

Hoewel de met deze vergelijkingen berekende waarden de werkelijk met proefdieren gevonden uitkomsten zeer goed benaderden, kunnen deze formules toch slechts een provisorisch karakter dragen, omdat een vergelijking met een uitgebreid materiaal van andere herkomst niet mogelijk was.

Ook hier zullen wij de formules op de *droge stof* omrekenen. Nemen wij weer aan:

x' = eiwitachtige stof (%) in de droge stof,

x'_w = werkelijk eiwit (%) in de droge stof,

m' = minerale bestanddeelen (%) in de droge stof,

ζ'_w = verteerbaar werkelijk eiwit (%) in de droge stof,

dan vinden wij:

$\zeta'_w = 10{,}67 + 0{,}843\ (x' - 18) + 0{,}050\ (m' - 10)$,

$\zeta'_w = 9{,}96 + 0{,}969\ (x'_w - 14) + 0{,}040\ (m' - 10)$.

Daar de coëfficienten vóór de termen met m' klein zijn, kunnen wij deze termen verwaarloozen, wanneer m' slechts weinig van 10 verschilt. Wij houden dan over:

$\zeta'_w = 10{,}67 + 0{,}843\ (x' - 18)$,

$\zeta'_w = 9{,}96 + 0{,}969\ (x'_w - 14)$.

VI. Overeenstemming tusschen de uitkomsten der formules en die der Nederlandsche verteerbaarheidsbepalingen

Alvorens de formules in een practisch beter bruikbaren vorm te brengen willen wij ze nog in het bijzonder aan de uitkomsten der Nederlandsche verteerbaarheidsbepalingen toetsen. Wij beschouwen hier weer de gehalten in de organische stof. Voor het verteerbaar werkelijk eiwit verwijzen wij naar het slot van het vorige hoofdstuk.

Verteerbare eiwitachtige stof. In fig. 8 zijn van alle Nederlandsche proeven op de horizontale as de gehaltecijfers voor de eiwitachtige stof en op de verticale as die voor de verteerbare eiwitachtige stof uitgezet, alles in de organische stof. De naar (1) geteekende regressielijn daarentegen heeft betrekking op de 161 in hoofdstuk V beschouwde Nederlandsche plus buitenlandsche grassoorten samen.

Wat het *Hoornsche voorjaarsgras* betreft ziet men, dat de daarop betrekking hebbende punten al zeer fraai bij de algemeene regressielijn aansluiten. Iets minder goed is dit het geval met het *Hoornsche herfstgras* en in het algemeen

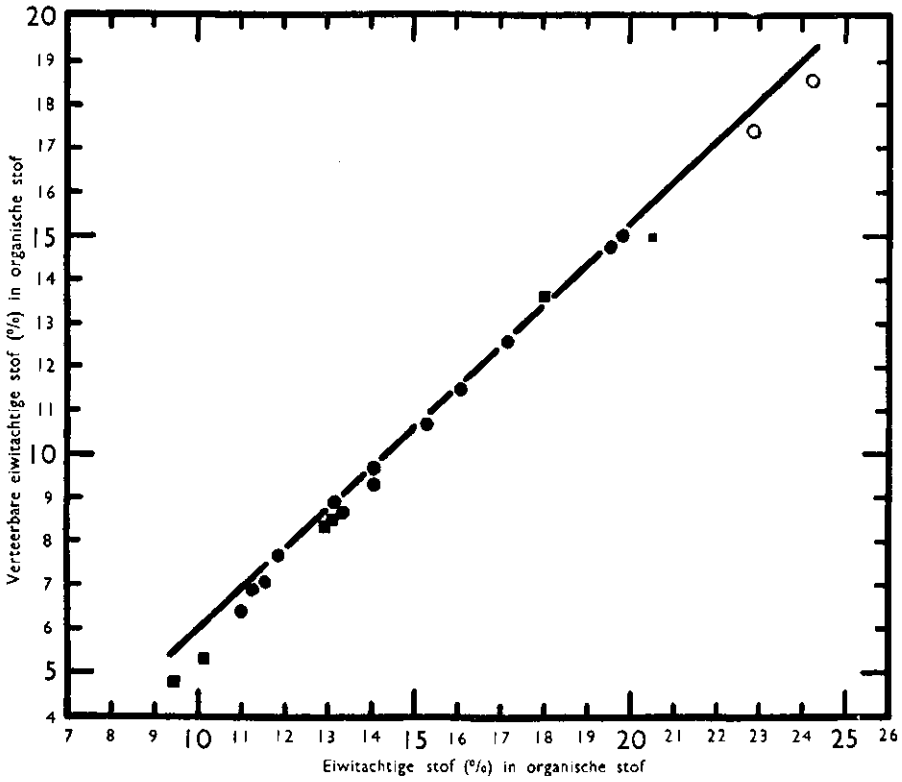


Fig. 8

Samenhang tusschen eiwitachtige stof (horizontale as) en verteerbare eiwitachtige stof (verticale as) bij het Hoornsche en Groningsche gras, alles in de organische stof

De naar (1) geteekende regressielijn geeft den genoemden samenhang bij 161 Nederlandsche en buitenlandsche grassoorten zoo goed mogelijk weer. Blijkbaar sluiten de punten, welke het voorjaarsgras uit Hoorn vertegenwoordigen, zeer goed bij deze algemeene regressielijn aan; bij het herfstgras, weergegeven door de nullen, was het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof iets lager dan de regressielijn aanwijst en in het algemeen was ditzelfde het geval bij de monsters gedroogd gras uit Groningen, weergegeven door de kwadraten.

ook met de *Groningsche monsters*. Wat de laatste betreft zou men kunnen denken, dat het drogen, ook bij lage temperatuur (beneden 50° C), niet geheel onschadelijk is geweest; toch is deze schade zóó gering, dat zij nauwelijks eenig gewicht in de schaal legt. Ook bij het *herfstgras* is het gehalte aan verteerbare

eiwitachtige stof niet belangrijk, maar toch wel iets lager geweest dan de regressielijn aangeeft. Wellicht berust dit hierop, dat de verteerbaarheid van het bij lagere temperatuur gegroeide gras in het algemeen iets minder goed schijnt te zijn; wij komen hierop zoo aanstonds terug. Niettemin bezat dit, voor ensileering bestemde herfstgras een hoog gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof.

Verteerbare organische stof. Een en ander is weergegeven in de figuur 9, waarin op de horizontale as de eiwitachtige stof, en in de figuur 10, waarin op de horizontale as de ruwe celstof der organische stof is uitgezet. De regressielijnen zijn geteekend naar de formules (5) en (7) en hebben dus beide weer betrekking op alle 161 grassoorten van hoofdstuk V.

Hadden wij bij deze 161 soorten al gezien, dat de formule in y (ruwe celstof), althans wat de zetmeelwaarde betreft, beter aan haar doel beantwoordt dan die in x (eiwitachtige stof), bij de Nederlandsche proeven treedt dit ook reeds bij de verteerbare organische stof naar voren, aangezien de spreiding t.o.v. de regressielijn in fig. 10 aanzienlijk kleiner is dan in fig. 9.

In fig. 9 maken wij nog opmerkzaam op het eigenaardige verloop van de verteerbare organische stof der afzonderlijke proefvelden bij dalend eiwitgehalte. Hiervoor hebben wij de punten, welke op het Voorstuk en eveneens die, welke op het Achterstuk betrekking hebben, door dunne lijnen verbonden. Gaat men in de figuur van rechts naar links, dan ziet men, dat bij het Voorstuk (bovenste dunne lijn) de verteerbare organische stof bij afnemend eiwitpercentage aanvankelijk (tusschen 20 en 14 %) weinig daalt, dan, bij 14 %, naar beneden buigt om bij 12 % nog veel sterker te dalen. Bij het Achterstuk heeft de afneming der verteerbare organische stof veel geleidelijker plaats gevonden, al is de curve ook hier naar boven bol, evenals trouwens de algemeene regressielijn zelf.

Voorts valt nog op, dat de verteerbaarheid der organische stof, bij gelijk eiwitgehalte, bij het Voorstuk steeds aanmerkelijk beter is geweest dan bij het Achterstuk, waarbij ongetwijfeld het verschillende celstofgehalte een rol heeft gespeeld.

In fig. 10, waar met dit celstofgehalte rekening is gehouden, ziet men dit verschil tusschen Voorstuk en Achterstuk dan ook niet. Alle punten liggen als het ware in één traject, dat vrij goed bij de algemeene regressielijn aansluit.

Op een paar bijzonderheden in fig. 10 wenschen wij nog de aandacht te vestigen. Het gedroogde gras van het op kleigrond gelegen proefveld 272 muntte nl. uit door een zeer hooge verteerbaarheid; de drie hierop betrekking hebbende vierkanten liggen nl. alle aanmerkelijk *boven* de algemeene regressielijn. De kwadraten daarentegen, welke het materiaal van het op zandgrond

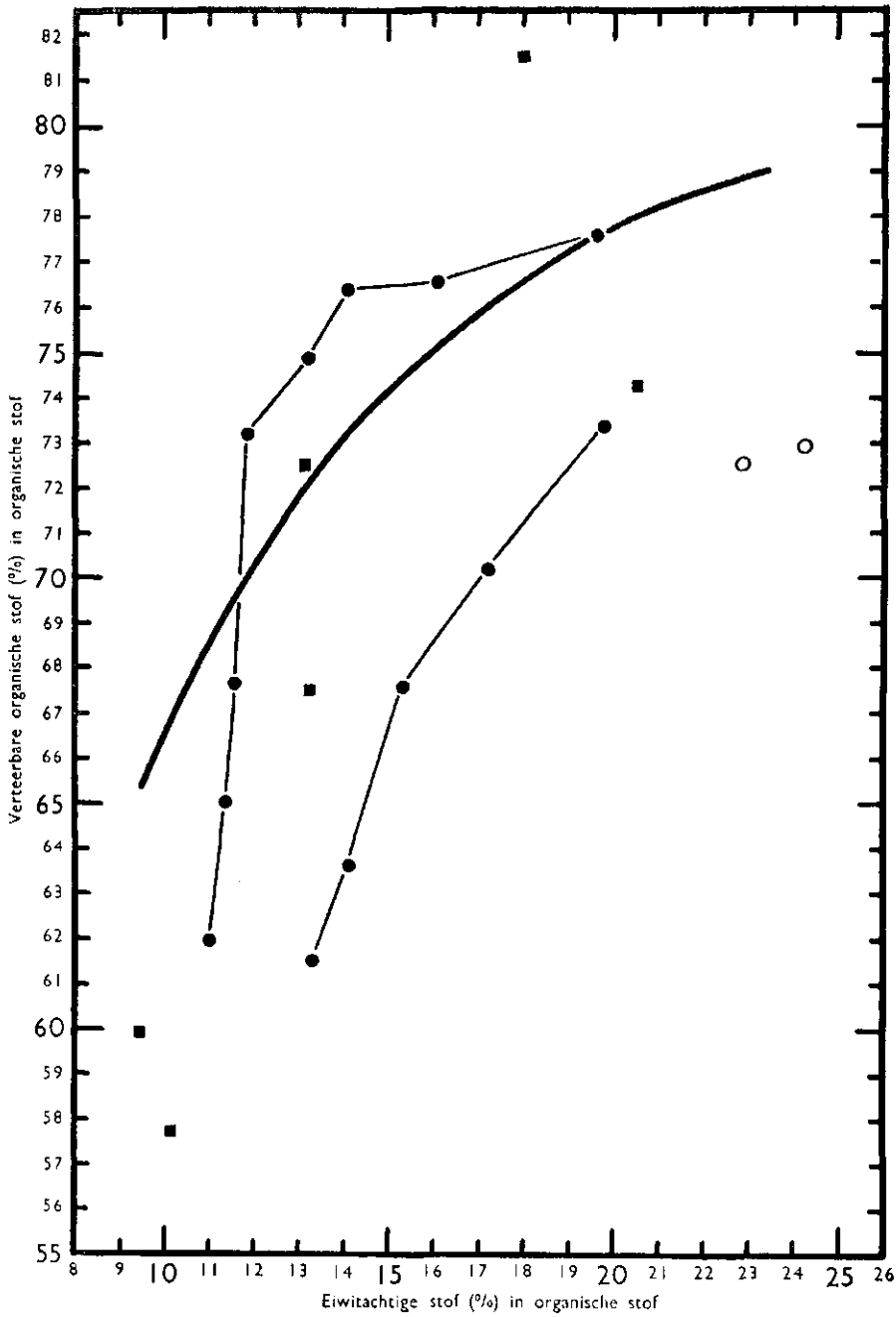


Fig. 9

Samenhang tusschen eiwitachtige stof (horizontale as) en verteerbare organische stof (verticale as) bij het Hoornsche en Groningsche gras, alles in de organische stof

De naar (5) geteekende dikke lijn geeft den genoemden samenhang bij 161 Nederlandsche en buitenlandsche grassoorten zoo goed mogelijk weer. Zoowel punten (voorjaarsgras Hoorn), kwadraten (kunstmatig gedroogd gras Groningen) als nullen (herfstgras Hoorn) sluiten niet fraai bij deze algemeene regressielijn aan.

De punten, welke door de bovenste dunne lijn zijn verbonden, hebben betrekking op het Voorstuk, die welke door de benedenste dunne lijn zijn verbonden, op het Achterstuk. Blijkbaar is bij gelijk eiwitachtige-stof-gehalte de verteerbaarheid der organische stof en c is ook het gehalte aan verteerbare organische stof bij het Voorstuk steeds aanzienlijk hooger geweest dan bij het Achterstuk.

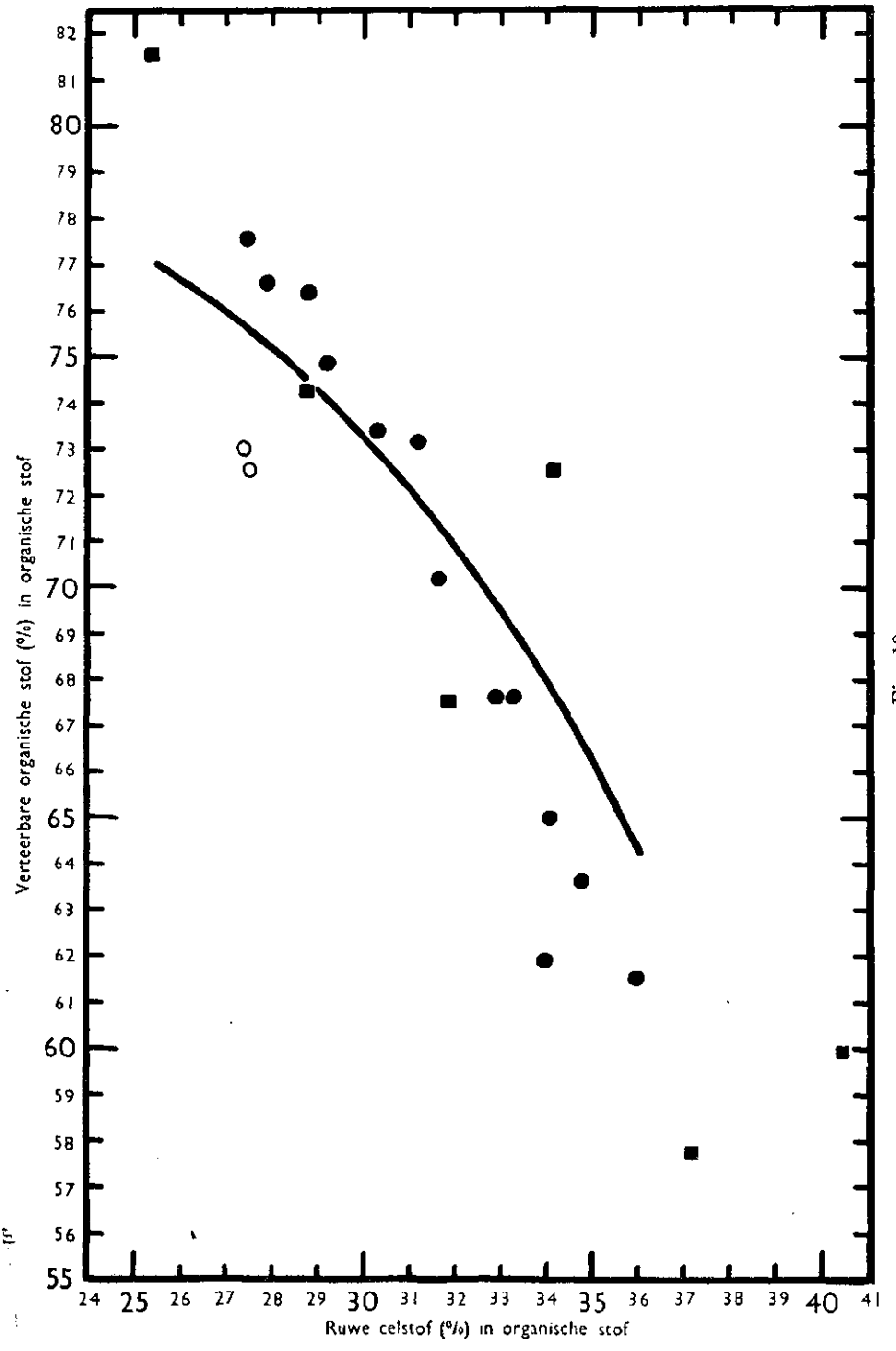


Fig. 10

Samenhang tusschen ruwe celstof (horizontale as) en verteerbare organische stof (verticale as) bij het Hoornsche en Groningsche gras, alles in de organische stof

De naar (7) geteekende regressielijn geeft den genoemden samenhang bij 161 Nederlandsche en buitenlandsche grassoorten zoo goed mogelijk weer. De aansluiting van punten (voorjaarsgras Hoorn), kwadraten (kunstmatig gedroogd gras Groningen) en nullen (herfstgras Hoorn) bij deze algemeene regressielijn is veel beter dan in fig. 9, waarin niet de ruwe celstof, maar de eiwitachtige stof op de absciswas uitgezet.

gelegen proefveld 271 vertegenwoordigen, liggen alle *beneden* de algemeene regressielijn; bij het meest linksche kwadraat is dit slechts weinig, bij de andere twee aanzienlijk meer. Voorloopig durven wij niet met zekerheid te besluiten of hier inderdaad een invloed van de *grondsoort* in het spel is; wij hopen aan dit punt ook verder aandacht te schenken.

Wat het herfstgras aangaat, hiervan was ook de verteerbaarheid der organische stof lager dan de regressielijn aanwijst, niettegenstaande het materiaal op kleigrond was gegroeid. De oorzaak dezer geringere verteerbaarheid moet men wellicht zoeken in het feit, dat bij lage temperatuur gegroeid gras in het algemeen iets minder goed verteerbaar is; enkele proeven met wintergras van WOODMAN c.s. [1]) pleiten althans voor deze opvatting. Deze schrijvers meenen, dat onder dergelijke omstandigheden de verhouting van de cellulose in een vroeger groeistadium plaats grijpt, hetgeen met een geringere verteerbaarheid gepaard moet gaan.

Zetmeelwaarde (fig. 11 en 12). Verteerbare organische stof en zetmeelwaarde gaan in zoo sterke mate parallel, dat wij voor de zetmeelwaarde aan onze zooeven getrokken conclusie slechts weinig hebben toe te voegen.

Wederom is de spreiding t.o.v. de algemeene regressielijn in die figuur, waarin de ruwe celstof op de horizontale as is uitgezet (fig. 12), aanmerkelijk kleiner dan in die, waarin de eiwitachtige stof op de abscis is afgepast (fig. 11).

Beperken wij ons verder tot fig. 12, dan ziet men ook hier drie kwadraten aanmerkelijk *boven* de regressielijn liggen, de drie andere er *beneden*; de eerste hebben weer betrekking op proefveld 272 (kleigrond), de laatste op proefveld 271 (zandgrond).

Wat het herfstgras betreft ziet men, dat ook de zetmeelwaarde lager is dan met het celstofgehalte overeenkomt. Het verschil is echter niet groot, n.l. ongeveer drie eenheden. Zoowel de zetmeelwaarde als het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof was bij het herfstgras dus een weinig lager dan men op grond van de chemische samenstelling zou verwachten.

Echter zijn er nog enkele andere factoren ten nadeele van het herfstgras. Zoo bevat het laatste dikwijls een hoog gehalte aan zand. In ons geval bedroeg het gehalte aan *minerale bestanddeelen* in de droge stof ± 14,4 %, terwijl het bij het voorjaarsgras ± 11 % was. Bovendien is ook het *vochtgehalte* hoog; in ons geval was er b.v. slechts 14,2 % droge stof.

Al deze factoren tezamen en misschien nog andere daarbij (biologische waarde van het eiwit enz.) kunnen ons verklaren, waarom het herfstgras door de practijk zoo weinig wordt gewaardeerd. Natuurlijk achten wij het

---

[1]) WOODMAN, OOSTHUIZEN, *Journ. agr. Sc.* 24 (1934) 574.

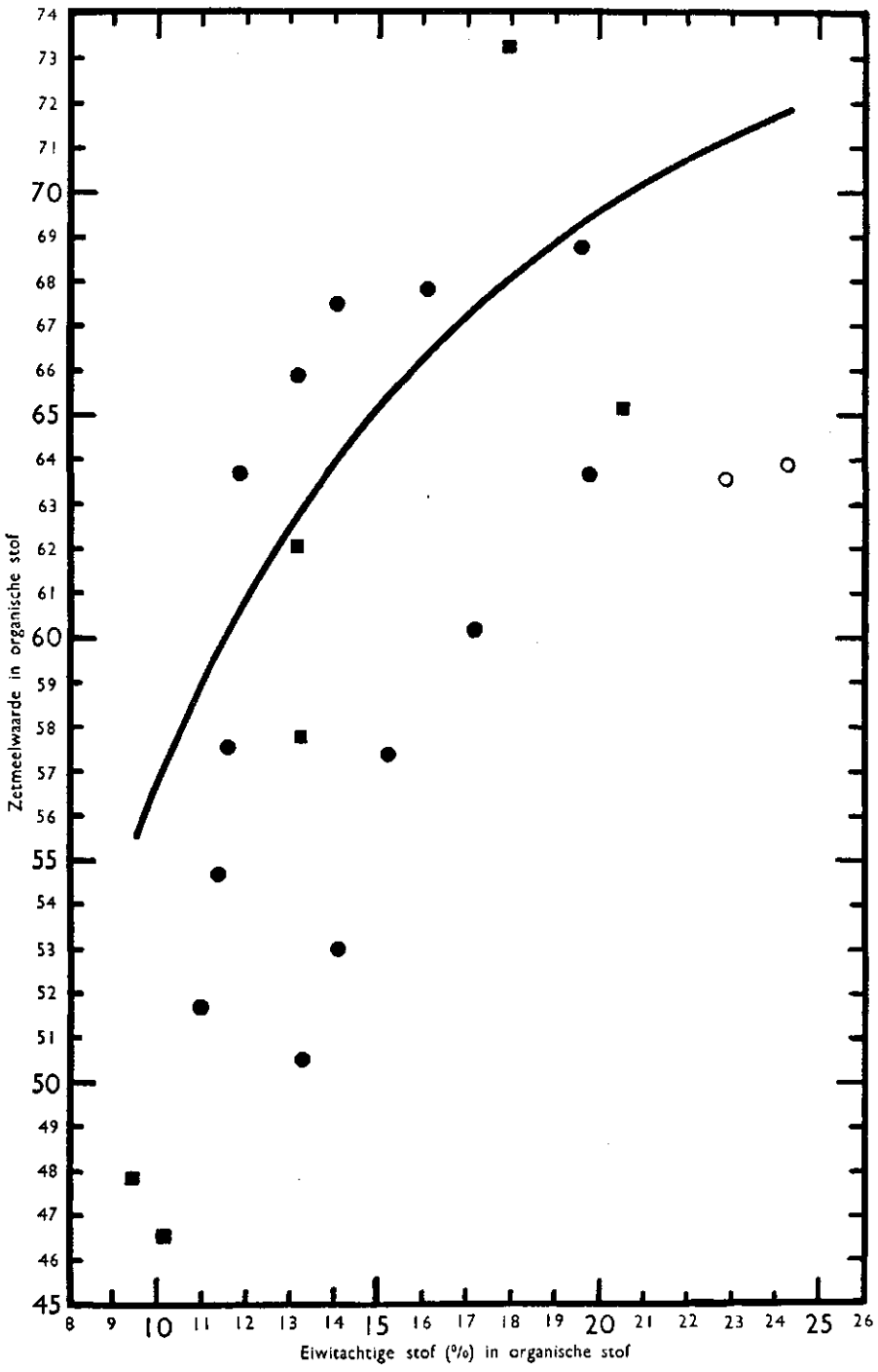


Fig. 11

Samenhang tusschen eiwitachtige stof (horizontale as) en zetmeelwaarde (verticale as) bij het Hoornsche en Groningsche gras, alles in de organische stof

De naar (9) geteekende regressielijn geeft den genoemden samenhang bij 161 Nederlandsche en buitenlandsche grassoorten zoo goed mogelijk weer. De aansluiting van puuten (voorjaarsgras Hoorn), kwadraten (kunstmatig gedroogd gras Groningen) en nullen (herfstgras Hoorn) bij deze algemeene regressielijn is veel minder goed dan in fig. 12, waarin niet de eiwitachtige stof, maar de ruwe celstof op de abscis is uitgezet.

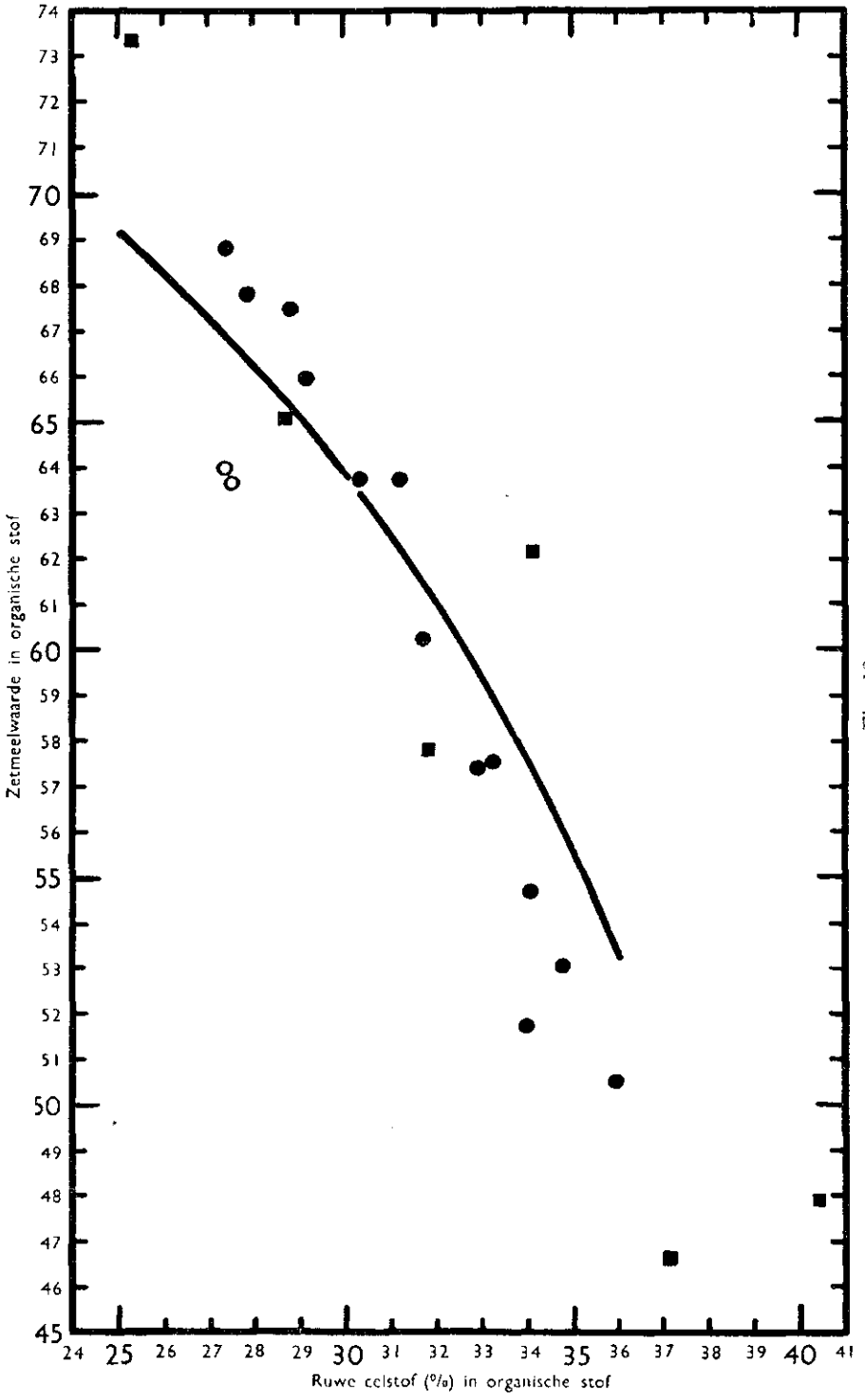


Fig. 12

Samenhang tusschen ruwe celstof (horizontale as) en zetmeelwaarde (verticale as) bij het Hoornsche en Groningsche gras, alles in de organische stof

De naar (10) geteekende regressielijn geeft den genoemden samenhang bij 161 Nederlandsche en buitenlandsche grassoorten zoo goed mogelijk weer. De aansluiting van punten (voorjaarsgras Hoorn), kwadraten (kunstmatig gedroogd gras Groningen) en nullen (herfstgras Hoorn) bij deze algemeene regressielijn is veel beter dan in fig. 11, waarin niet de ruwe celstof, maar de eiwitachtige stof op de abscis is uitgezet.

vraagstuk van het herfstgras hiermede niet afgedaan; veeleer staan wij op het standpunt, dat een veel uitgebreider onderzoek noodig zal zijn om de juiste verhoudingen te leeren kennen.

Alles saamgenomen blijkt wel, dat wij het gehalte van het *voorjaarsgras* aan verteerbare eiwitachtige stof met behulp van de afgeleide formules op zeer bevredigende wijze kunnen schatten. Ook wat de zetmeelwaarde betreft geven deze formules bij het voorjaarsgras een bruikbare uitkomst, al achten wij deze laatste zeer zeker voor verbetering vatbaar. Bij het tot nu toe onderzochte *herfstgras* waren de zetmeelwaarde en het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof iets lager dan de formules aangeven; zeer belangrijk was de fout echter niet; evenwel was het aantal onderzochte soorten herfstgras veel te klein om vaststaande conclusies te kunnen trekken.

VII. Practische toepassing der afgeleide formules

Ten behoeve van de practische toepassing hebben wij, evenals bij het hooionderzoek, getracht eenvoudige schaalnomogrammen van de afgeleide formules (3, 11 en 12) te vervaardigen. Wat de formule (3) voor de verteerbare eiwitachtige stof betreft was dit niet moeilijk; voor de zetmeelwaarde echter bleek de constructie van een eenvoudig schaalnomogram niet mogelijk, zooals ons werd bevestigd door Kapitein J. C. G. NOTTROT, schrijver van een leerboek der nomografie [1]).

Wij hadden dus onze toevlucht tot meer ingewikkelde schaalnomogrammen of andere grafische methoden kunnen nemen, maar hebben tenslotte gemeend, dat een wedergave in tabelvorm voor de practische toepassing het eenvoudigst zou zijn. Tabel 11 en 12 hebben hierop betrekking. In beide gevallen is verondersteld, dat de analysecijfers betrekking hebben op de *droge stof*.

Tabel 11 geeft de zetmeelwaardecijfers aan voor het geval dat in deze droge stof gegeven zijn de gehaltecijfers voor de *eiwitachtige stof* naast die der minerale bestanddeelen. In de laatste kolom vindt men bovendien de cijfers voor de verteerbare eiwitachtige stof. Wij hebben reeds vermeld, dat deze laatstgenoemde weinig met het mineraalgehalte variëeren, vandaar dat slechts één kolom is genomen. Wijkt het gehalte aan minerale bestanddeelen echter belangrijk van het normale af, dan kan men wellicht beter formule (2) aanwenden.

Tabel 12 geeft de zetmeelwaardecijfers voor het geval dat in de droge stof gegeven zijn de gehaltecijfers voor *ruwe celstof*, wederom naast die der minerale bestanddeelen. De waarden in deze tabel zijn op grond van hoofstuk V en VI

---

[1]) NOTTROT, *Leerboek der nomografie*, Groningen (1930).

TABEL 11

Versch gras. Voederwaarde der droge stof

Eiwitachtige stof (%) in de droge stof \ Minerale bestanddeelen (%) in de droge stof	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Eiwitacht. stof in droge stof	Verteerb. eiwitachtige stof in droge stof
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	43,7	43,4	43,1	42,8	7	3,4
8	—	49,7	49,4	49,1	48,8	48,5	48,2	47,9	47,6	47,3	47,0	46,7	46,4	46,0	45,7	45,4	8	4,3
9	52,7	52,4	52,0	51,7	51,4	51,1	50,8	50,4	50,1	49,7	49,4	49,0	48,6	48,3	47,9	47,6	9	5,3
10	55,0	54,7	54,3	54,0	53,6	53,2	52,9	52,5	52,1	51,8	51,4	51,0	50,6	50,2	49,8	49,4	10	6,2
11	57,1	56,7	56,3	55,9	55,5	55,1	54,7	54,3	53,9	53,5	53,1	52,6	52,2	51,8	51,3	50,9	11	7,2
12	58,8	58,4	58,0	57,6	57,2	56,7	56,3	55,8	55,4	55,0	54,5	54,0	53,6	53,1	52,7	52,2	12	8,1
13	60,3	59,9	59,4	59,0	58,6	58,1	57,6	57,2	56,7	56,2	55,7	55,2	54,8	54,3	53,8	53,3	13	9,1
14	61,7	61,2	60,7	60,2	59,8	59,3	58,8	58,3	57,8	57,3	56,8	56,3	55,8	55,2	54,7	54,2	14	10,0
15	62,8	62,3	61,8	61,3	60,8	60,3	59,8	59,3	58,8	58,2	57,7	57,2	56,6	56,1	55,6	55,0	15	11,0
16	63,8	63,3	62,8	62,2	61,7	61,2	60,6	60,1	59,6	59,0	58,5	57,9	57,4	56,8	56,2	55,7	16	11,9
17	64,7	64,2	63,6	63,1	62,5	62,0	61,4	60,8	60,3	59,7	59,2	58,6	58,0	57,4	56,9	56,3	17	12,8
18	65,4	64,9	64,3	63,8	63,2	62,6	62,1	61,5	60,9	60,3	59,8	59,2	58,6	58,0	57,4	56,8	18	13,8
19	66,1	65,5	65,0	64,4	63,8	63,2	62,6	62,1	61,5	60,9	60,3	59,7	59,1	58,5	57,9	57,2	19	14,7
20	66,7	66,1	65,5	65,0	64,4	63,8	63,2	62,6	62,0	61,4	60,8	60,1	59,5	58,9	58,3	57,6	20	15,7
21	67,2	66,7	66,0	65,4	64,8	64,2	63,6	63,0	62,4	61,8	61,2	60,5	59,9	59,3	58,7	58,0	21	16,6
22	67,7	67,1	66,5	65,9	65,3	64,7	64,0	63,4	62,8	62,2	61,5	60,9	60,3	59,6	59,0	58,4	22	17,6
23	68,2	67,6	66,9	66,3	65,7	65,0	64,4	63,8	63,2	62,5	61,9	61,2	60,6	60,0	59,3	58,6	23	18,5
24	68,6	67,9	67,3	66,7	66,0	65,4	64,8	64,1	63,5	62,8	62,2	61,5	60,9	60,2	59,6	58,9	24	19,4
25	68,9	68,3	67,6	67,0	66,4	65,7	65,1	64,4	63,8	63,1	62,5	61,8	61,2	60,5	59,8	59,2	25	20,4
26	69,2	68,6	68,0	67,3	66,7	66,0	65,4	64,7	64,0	63,4	62,7	62,1	61,4	60,8	60,1	59,4	26	21,3
27	69,6	68,9	68,2	67,6	67,0	66,3	65,6	65,0	64,3	63,7	63,0	62,3	61,7	—	—	—	27	22,3
28	69,8	69,2	68,5	67,9	67,2	66,6	65,9	65,2	64,6	63,9	—	—	—	—	—	—	28	23,2
29	70,1	69,4	68,8	68,1	67,5	66,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29	24,2
30	70,4	69,7	69,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	25,1

TABEL 12

Versch gras. Voederwaarde der droge stof

Ruwe celstof (%) in de droge stof	Minerale bestanddeelen (%) in de droge stof																Eiwitacht. stof in droge stof	Verteerb. eiwitachtige stof in droge stof
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	62,0	61,2	60,4	7	3,4
12	—	—	—	—	—	—	67,3	66,5	65,7	64,9	64,1	63,2	62,4	61,6	60,8	60,0	8	4,3
13	71,8	70,9	70,1	69,3	68,5	67,7	66,9	66,1	65,3	64,4	63,6	62,8	62,0	61,2	60,4	59,5	9	5,3
14	71,4	70,5	69,7	68,9	68,1	67,3	66,4	65,6	64,8	64,0	63,2	62,4	61,5	60,7	59,9	59,1	10	6,2
15	70,9	70,1	69,3	68,5	67,6	66,8	66,0	65,2	64,4	63,5	62,7	61,9	61,0	60,2	59,4	58,6	11	7,2
16	70,5	69,6	68,8	68,0	67,2	66,3	65,5	64,7	63,9	63,0	62,2	61,4	60,5	59,7	58,8	58,0	12	8,1
17	70,0	69,1	68,3	67,5	66,7	65,8	65,0	64,2	63,3	62,5	61,6	60,8	60,0	59,1	58,3	57,4	13	9,1
18	69,4	68,6	67,8	67,0	66,1	65,3	64,4	63,6	62,7	61,9	61,0	60,2	59,3	58,5	57,6	56,8	14	10,0
19	68,9	68,0	67,2	66,4	65,5	64,7	63,8	63,0	62,1	61,3	60,4	59,5	58,7	57,8	56,9	56,0	15	11,0
20	68,3	67,4	66,6	65,8	64,9	64,0	63,2	62,3	61,4	60,6	59,7	58,8	57,9	57,0	56,2	55,2	16	11,9
21	67,7	66,8	65,9	65,1	64,2	63,3	62,4	61,6	60,7	59,8	58,9	58,0	57,1	56,2	55,3	54,4	17	12,8
22	67,0	66,1	65,2	64,3	63,4	62,6	61,7	60,8	59,9	59,0	58,0	57,1	56,2	55,3	54,3	53,4	18	13,8
23	66,2	65,3	64,4	63,5	62,6	61,7	60,8	59,9	59,0	58,0	57,1	56,2	55,2	54,3	53,3	52,3	19	14,7
24	65,4	64,5	63,6	62,7	61,8	60,8	59,9	58,9	58,0	57,0	56,1	55,1	54,1	53,1	52,1	51,1	20	15,7
25	64,5	63,6	62,6	61,7	60,8	59,8	58,8	57,9	56,9	55,9	54,9	53,9	52,9	51,8	50,8	49,7	21	16,6
26	63,5	62,6	61,6	60,7	59,7	58,7	57,7	56,7	55,7	54,7	53,6	52,6	51,5	50,4	49,3	48,2	22	17,6
27	62,5	61,5	60,5	59,5	58,5	57,5	56,4	55,4	54,3	53,3	52,2	51,0	49,9	48,8	47,6	46,4	23	18,5
28	61,3	60,3	59,3	58,2	57,2	56,1	55,0	53,9	52,8	51,7	50,5	49,4	48,2	47,0	45,7	44,4	24	19,4
29	60,0	58,9	57,9	56,8	55,7	54,6	53,4	52,3	51,1	49,9	48,7	47,5	46,2	44,9	43,5	42,2	25	20,4
30	58,6	57,5	56,3	55,2	54,1	52,9	51,7	50,5	49,2	48,0	46,6	45,3	43,9	42,5	—	—	26	21,3
31	57,0	55,8	54,6	53,4	52,2	51,0	49,7	48,4	47,1	45,7	44,3	—	—	—	—	—	27	22,3
32	55,2	54,0	52,8	51,5	50,2	48,9	47,5	46,1	—	—	—	—	—	—	—	—	28	23,2
33	53,3	52,0	50,6	49,3	47,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29	24,2
34	51,1	49,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	25,1

ietwat beter betrouwbaar dan die in tabel 11. Bij voorkeur gebruike men dus tabel 12, temeer daar hierin ook weer de kolom voor verteerbare eiwitachtige stof is opgenomen.

Tenslotte merken wij nog op, dat bij de zetmeelwaarden uit de tabellen aan de cijfers achter de komma niet de minste beteekenis mag worden gehecht. Niettemin zijn zij opgenomen, zulks niet alleen om in overeenstemming te blijven met het algemeen gebruik, maar vooral om duidelijker te laten uitkomen hoe de zetmeelwaarde met het celstofgehalte, met het eiwitgehalte en met het mineraalgehalte verandert. Voor practisch gebruik kan men de zetmeelwaarde gerust tot op eenheden afronden.

VIII. Overzicht

Er werd met behulp van hamels een onderzoek ingesteld naar de voederwaarde van versch gras, gemaaid in verschillende groeistadia. De meeste proeven werden genomen met voorjaarsgras, in 1936 op twee velden van de Proefzuivelboerderij gemaaid. Bovendien werd voorjaarsgras (1936) onderzocht, afkomstig van twee proefvelden van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen; met het oog op het vervoer werd dit materiaal vóór de verzending aldaar in een graandrogerij bij lage temperatuur gedroogd. Ook enkele monsters versch herfstgras (1935) van de Proefzuivelboerderij waren in het onderzoek betrokken. Tenslotte werd nog gebruik gemaakt van de uitkomsten van buitenlandsche verteringsproeven, verkregen met 148 grassoorten.

Wat de *chemische samenstelling* betreft werd bevestigd, dat bij toenemenden ouderdom van het gras het gehalte aan eiwitachtige stof in de droge stof en in de organische stof afneemt en het percentage aan celstof toeneemt. Echter bestaat er niet een zeer sterke correlatie tusschen deze twee bestanddeelen; in monsters van verschillende herkomst kan bij gelijk eiwitgehalte het celstofgehalte nog wel aanmerkelijke verschillen vertoonen en omgekeerd.

In dit opzicht werden bij twee der maaivelden belangwekkende systematische verschillen gevonden. Weliswaar nam bij beide het eiwitgehalte bij het voortschrijden van het groeistadium af en het celstofgehalte toe; maar bij gelijk eiwitgehalte was het celstofgehalte bij het eene veld altijd aanmerkelijk hooger dan bij het andere. Het gras der beide velden was dus van een verschillend chemisch type.

Bij één en hetzelfde veld was het verband tusschen het gehalte aan ruwe celstof en dat aan eiwitachtige stof niet geheel rechtlijnig: in het algemeen nam aanvankelijk het eiwitgehalte sneller af dan het celstofgehalte toenam; later was het omgekeerde het geval. Verder onderzoek is hier gewenscht.

Al het bovenstaande kwam duidelijk naar voren, wanneer eiwitgehalte en celstofgehalte in een **eiwit-celstof-diagram** werden uitgezet.

Het is belangrijk om aandacht aan deze zaken te schenken, omdat, zooals verderop zal blijken, de voederwaarde van het gras van beide genoemde bestanddeelen afhankelijk is. Het streven moet er dus niet alleen op gericht zijn om gras (en hooi) te produceeren, dat eiwitrijk is; het moet tevens celstofarm zijn. Van het bijzondere geval, dat het gras ook tè eiwitrijk kan zijn, zooals voor grazend vee bij extreme stikstofbemesting, zien wij hierbij af. Voorts dient men natuurlijk ook de opbrengst per ha, het phosphorgehalte e.d. niet uit het oog te verliezen.

Wat de *verteerbaarheid* en de *voederwaarde* van het materiaal aangaat konden wij bevestigen, dat deze met het voortschrijden van het groeistadium van het gras terug loopen.

Tegen de verwachting was de verteerbaarheid van de ruwe celstof niet aanmerkelijk lager dan die der zetmeelachtige (+ vetachtige) stof. Bij het gedroogde gras uit Groningen waren de verteringscoëfficienten der ruwe celstof zelfs hooger. In hoeverre hier een invloed van het droogproces in het spel was, werd in het midden gelaten.

Er werd nagegaan op welke wijze de voederwaarde van de organische stof in het gras van de gehalten aan eiwitachtige stof en aan ruwe celstof afhangt. Hierbij bleek, dat het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof bijna alleen door het eiwitachtige-stof-percentage wordt bepaald; de zetmeelwaarde daarentegen hangt in hoofdzaak af van het celstofgehalte; in het laatstgenoemde geval is de samenhang echter minder nauw dan in het eerstgenoemde.

Deze uitkomsten werden vastgelegd in regressieformules, waarmede de vermoedelijke zetmeelwaarde en het vermoedelijke gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof in de organische stof kunnen worden berekend, wanneer een volledige of partiëele analyse dezer organische stof bekend is. Hieruit werden weer andere regressieformules afgeleid, welke direct kunnen worden aangewend, wanneer niet de gehaltecijfers in de organische stof, maar die in de droge stof gegeven zijn. Ten behoeve van de practische toepassing werden naar deze laatstgenoemde formules tevens tabellen berekend (zie hoofdstuk VII en de tabellen 11 en 12).

Aldus kan het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof in het *voorjaarsgras* op zeer bevredigende wijze worden geschat op grond van de scheikundige analyse. Ook wat de zetmeelwaarde betreft verkrijgt men bruikbare uitkomsten, al zijn deze laatste veel minder betrouwbaar. Bij het *herfstgras* waren de zetmeelwaarde en het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof iets lager dan de formules en tabellen aangeven.

ÜBER DIE VERDAULICHKEIT UND DEN FUTTERWERT DES IN VERSCHIEDENEN WACHSTUMSSTADIEN GEMÄHTEN FRISCHEN GRASES

ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde der Futterwert des in verschiedenen Wachstumsstadien gemähten frischen Grases mit Hilfe von Hammeln untersucht. Für die meisten Versuche wurde Frühlingsgras (1936) von zwei Grasflächen der Versuchswirtschaft in Hoorn benutzt. Auszerdem untersuchten wir das Frühlingsgras (1936) von zwei Versuchsfeldern der Rijkslandbouwproefstation in Groningen; in Hinsicht auf die Versendung wurde dieses Material in Groningen in einer Getreidetrocknerei bei niedriger Temperatur getrocknet. Weiter prüften wir einige Proben frisches Herbstgras (1935) der Hoornschen Versuchswirtschaft. Schlieszlich benutzten wir noch die aus der ausländischen Literatur gesammelten Ergebnisse von Verdauungsversuchen mit 148 Grasarten.

Was die *chemische Zusammensetzung* anbetrifft, so wurde bestätigt, dasz mit steigendem Alter des Grases der Rohproteingehalt der Trockensubstanz und der organischen Substanz abnimmt und der Rohfasergehalt zunimmt. Jedoch besteht keine starke Korrelation zwischen diesen beiden Bestandteilen; in Proben verschiedener Herkunft kann bei gleichem Rohproteingehalt der Rohfasergehalt erhebliche Unterschiede zeigen und umgekehrt.

In dieser Hinsicht wurden bei zwei der Grasfelder interessante systematische Differenzen aufgefunden. Zwar senkte der Rohproteingehalt sich in beiden Fällen beim Fortschreiten des Wachstumsstadiums während der Rohfasergehalt stieg, bei gleichem Rohproteingehalt jedoch war der Rohfasergehalt in dem Gras von einem der Felder immer erheblich höher als in dem des anderen. Das Gras der beiden Felder hatte also einen verschiedenen chemischen Typus.

Beim gleichen Felde war der Zusammenhang zwischen Rohproteingehalt und Rohfasergehalt nicht genau linear: im allgemeinen nahm der Rohproteingehalt anfänglich stärker ab als der Rohfasergehalt zunahm; später war der Gegenteil der Fall. Weitere Beobachtungen sind hier wünschenswert.

Obenstehendes trat deutlich hervor wenn Rohproteingehalt und Rohfasergehalt in ein Rohfaser-Rohprotein-Diagramm eingetragen wurden.

Es ist wichtig mit diesen Tatsachen zu rechnen weil der Futterwert des Grases von beiden Bestandteilen abhängig ist, wie sofort erwähnt werden soll. Man soll sich also nicht nur bestreben Gras (und Heu) zu produzieren, dasz eiweiszreich ist; es soll zugleich rohfaserarm sein. Wir setzen hierbei als bekannt

voraus, dasz das Gras in besonderen Fällen auch *zu* reich an Rohprotein sein kann, wie für weidendes Vieh bei extremer Stickstoffdüngung. Weiter sollen natürlich auch der Ertrag pro ha, der Phosphorgehalt u.s.w. nicht vernachlässigt werden.

Was die *Verdaulichkeit* und den *Futterwert* des Materials anbetrifft, so konnten wir bestätigen, dasz beide beim Fortschreiten des Wachstumsstadiums des Grases zurückgehen.

Auffällig war, dasz die Verdaulichkeit des Rohfasers nicht erheblich niedriger als die der stickstofffreien Extractivstoffe (+ Rohfett) war. In dem getrockneten Gras aus Groningen waren die Verdauungskoeffizienten des Rohfasers sogar höher. Vorläufig lassen wir unentschieden inwieweit dies dem Trocknungsprozesz zugeschrieben werden musz.

Es wurde geprüft in welcher Weise der Futterwert der organischen Substanz des Grases von dem Rohproteingehalt und dem Rohfasergehalt abhängig ist. Hierbei zeigte es sich, dasz der Gehalt an verdaulichem Rohprotein fast nur von dem Rohproteinprozent bestimmt wird. Der Stärkewert dagegen ist vorwiegend von dem Rohfasergehalt abhängig; in dem zuletztgenannten Fall ist der Zusammenhang jedoch weniger eng als in dem zuerstgenannten.

Diese Ergebnisse wurden in Regressionsformeln festgelegt, womit der vermutliche Stärkewert und der vermutliche Gehalt an verdaulichem Rohprotein der organischen Substanz berechnet werden können, sobald eine vollständige oder partielle Analyse dieser organischen Substanz bekannt ist. Hieraus wurden wieder andere Regressionsformeln abgeleitet, welche sofort angewandt werden können, wenn nicht die Gehaltzahlen in der organischen Substanz, sondern die in der Trockensubstanz vorliegen. Für die praktische Anwendung wurden nach den zuletztgenannten Formeln auch Tafeln berechnet (siehe Kapittel VII und die Tabellen 11 und 12).

In der erwähnten Weise kann der Gehalt an verdaulichem Rohprotein im *Frühlingsgras* in sehr befriedigender Weise auf Grund der chemischen Analyse abgeschätzt werden. Auch was den Stärkewert anbetrifft erhält man brauchbare Ergebnisse, obwohl diese viel weniger zuverlässig sind. Beim *Herbstgras* waren der Stärkewert und der Gehalt an verdaulichem Rohprotein etwas niedriger als die Formeln und Tafeln angeben.