

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION HOORN

DE VERTEERBAARHEID VAN STOPPELKNOLLEN

DOOR

N. D. DIJKSTRA

(Ingezonden 14 Juni 1944)

Inleiding

In het seizoen 1935—'36 werd door het Centraal Veevoederbureau in Nederland een onderzoek ingesteld naar de opbrengst en samenstelling van stoppelknollen, afkomstig van een negental practijkvelden op verschillende plaatsen van ons land. De verkregen gegevens werden uitgewerkt aan de Physiologische Afdeling van het Rijkslandbouwproefstation te Hoorn door FRENS¹⁾, waarbij tevens berekeningen werden gemaakt over de zetmeelwaarde.

Bij het uitwerken deed de moeilijkheid zich gevoelen, dat er over de verteerbaarheid van stoppelknollen (*Brassica Rapa rapifera*) weinig bekend was. Zoo kwamen er o.a. in den toenmaligen druk van het boek van KELLNER-FINGERLING²⁾ geen verteringscoëfficiënten van stoppelknollen voor. Wel vermeldde dit boek de volgende analyse van stoppelknollen, waaruit men eventueel de verteringscoëfficiënten zou kunnen terug rekenen.

Samenstelling der versche stof

Vocht	91,5 %	Minerale bestanddeelen	0,7 %
Eiwitachtige stof	0,9 %	Verteerbare eiwitachtige stof	0,6 %
Vetachtige stof	0,1 %	Verteerbare zetmeelachtige stof	5,5 %
Zetmeelachtige stof	6,0 %	Verteerbare ruwe celstof	0,3 %
Ruwe celstof	0,8 %	Verteerbaar werkelijk eiwit	0,2 %

Deze analyse komt al precies zoo voor in den eersten druk van het boek van KELLNER³⁾ en ook in het nog oudere boek van WOLFF⁴⁾.

Hoe WOLFF aan de cijfers voor verteerbare bestanddeelen komt, is niet

¹⁾ FRENS, *Over de voederwaarde van stoppelknollen en mergkool op stoppelvelden uit de practijk*. Uitgave van het Centraal Veevoederbureau in Nederland (1939).

²⁾ KELLNER-FINGERLING, *Grundzüge der Fütterungslehre*, 8e Auflage (1929).

³⁾ KELLNER, *Die Ernährung der landw. Nutztiere* (1905).

⁴⁾ WOLFF, *Landwirtschaftliche Fütterungslehre*, 7te Auflage (1899).

454077

geheel duidelijk, daar hij, zooals blijkt uit het boek van DIETRICH en KÖNIG ¹⁾, met stoppelknollen (Stoppelrüben) geen verteringsproeven heeft genomen. Waarschijnlijk heeft WOLFF daarom bij de berekening van de verteerbare bestanddeelen gebruik gemaakt van de door hem bepaalde verteringscoëfficiënten van „Turnipsrüben”. Nu wordt van deze knollen medegedeeld, dat zij „in Folge starker Latrinendüngung sehr stickstoffreich und verholzt waren” en „verhältnissmässig niedrige Verdauungskoeffizienten zeigten”. Dit is dan ook de reden geweest, waarom FRENS ²⁾ bij de berekening van de voederwaarde van stoppelknollen geen gebruik heeft gemaakt van deze cijfers, doch de berekeningen heeft uitgevoerd met behulp van de verteringscoëfficiënten, welke KELLNER-FINGERLING opgeeft voor „Steckrüben”.

Verteringscoëfficiënten			
Organische stof	97	Zetmeelachtige stof	99
Eiwitachtige stof	62	Ruwe celstof	100
Vetachtige stof	93	Minerale bestanddeelen	53

Deze verteringscoëfficiënten werden in 1890 bepaald door LEHMANN en VOGEL ³⁾ met behulp van 2 hamels. Ook DIETRICH en KÖNIG vermelden deze gegevens in hun boek. Zij noemen deze knollen wel „Steckrüben”, maar rangschikken ze onder den botanischen naam *Brassica Rapa rapifera*, en niet onder *Brassica Napus esculenta*, waaronder zij koolrapen verstaan, die in het Duitsch tegenwoordig veelal „Steckrüben” of „Wruken” worden genoemd. De mogelijkheid bestaat dus, dat deze gegevens inderdaad betrekking hebben op stoppelknollen, die blijkens BLOMEYER en SETTEGAST ⁴⁾ ook wel eens „Steckrüben” genoemd worden.

Behalve een opmerking in het handboek van MANGOLD ⁵⁾, waarin gezegd wordt: „In allgemeinen dürfte die Verdaulichkeit der Stoppelrübe jener der Runkeln und Wruken ebenbürtig sein”, hebben wij in de literatuur geen verdere gegevens over de verteerbaarheid van stoppelknollen gevonden.

Wel zagen wij enkele opgaven over „turnips”. Nu worden ook turnips tot *Brassica Rapa rapifera* gerekend, doch het is een variëteit, die wat grootte en lengte van vegetatieperiode betreft wel erg sterk van stoppelknollen afwijkt. Volgens BLOMEYER en SETTEGAST kan de grootte van den knol bij de verschillende variëteiten van *Brassica Rapa rapifera* variëren van \pm 5 g bij de „Teltower Speiserüben” tot 20 kg bij de grootste Engelsche turnips. Het spreekt vanzelf, dat al naar de grootte een verschillend lange vegetatieperiode noodig is; deze wisselt van 6—8 weken bij de kleine stoppelknollen tot 17—18 weken bij de groote turnips.

¹⁾ DIETRICH, KÖNIG, *Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel* (1891) Bd. II, blz. 1147.

²⁾ Persoonlijke mededeeling.

³⁾ LEHMANN, VOGEL, *Journal f. Landwirtschaft* 38 (1890) 165; gerefereerd in *Biedermann's Zentrablatt* 20 (1891) 12.

⁴⁾ BLOMEYER, SETTEGAST, *Die Kultur der landw. Nutzpflanzen* (1891) Bd. II, blz. 220.

⁵⁾ MANGOLD, *Handb. der Ernährung und des Stoffwechsels der landw. Nutztiere* (1929) Bd. I, blz. 339.

Van turnips hebben wij de volgende verteringscoëfficiënten gevonden:

Verteringscoëfficiënten				
	HENRY-MORRISON	LINDSEY c.s.	NILS HANSSON	ISAACHSEN en ULVESLI
Eiwitachtige stof	90	76	86	85
Vetachtige stof	88	66	—	81
Zetmeelachtige stof	97	96	95	97
Ruwe celstof	100	82	65	100
Werkelijk eiwit	—	—	40	79

De gegevens uit de 1e kolom zijn ontleend aan het handboek van HENRY-MORRISON ¹⁾, terwijl in de 2e rij de verteringscoëfficiënten zijn opgenomen, welke LINDSEY c.s. ²⁾ bij hun proefnemingen hebben gevonden.

Behalve deze Amerikaanse cijfers, vonden wij ook enkele gegevens uit Scandinavië. De cijfers uit het boek van NILS HANSSON ³⁾ zijn in de 3de kolom opgenomen, terwijl in de laatste rij de verteringscoëfficiënten vermeld staan, die in Noorwegen door ISAACHSEN en ULVESLI ⁴⁾ zijn gevonden als de gemiddelde waarden van twee verteringsproeven met knollen van „Dale's hybrid”. (In het boek van BLOMEYER en SETTEGAST wordt Dale's hybrid vermeld onder de groep van Tankard-turnips [„kruik-turnips”].)

Zooals uit deze tabel blijkt, was de overeenstemming tusschen de verteringscoëfficiënten van het voornaamste bestanddeel, de zetmeelachtige stof, zeer goed, de verteringscoëfficiënten van de eiwitachtige stof varieerden slechts van 76—90, terwijl bij de ruwe celstof de schommelingen wat grooter waren, nl. van 65 tot 100.

Daar de turnips in lengte van de vegetatieperiode en verder ook in grootte in het algemeen sterk afwijken van de stoppelknollen, wat stellig wel van invloed kan zijn op de verteerbaarheid, is het o.i. zonder verder onderzoek niet geoorloofd de verteringscoëfficiënten van turnips toe te passen op stoppelknollen. Zooals verder uit dit literatuuroverzicht blijkt, is er over de verteerbaarheid van de eigenlijke stoppelknollen nog slechts weinig bekend, zoodat het ons wel gewenscht leek deze nog eens opnieuw vast te stellen.

Over het loof van stoppelknollen was in de literatuur in het geheel niets te vinden, zoodat FRENS bij het uitwerken van de gegevens van het Centraal Veevoederbureau voor de verteringscoëfficiënten van het loof gebruik heeft gemaakt van de cijfers, die NILS HANSSON opgeeft voor het loof

¹⁾ HENRY-MORRISON, *Feeds and feeding* (1936) blz. 972—973.

²⁾ LINDSEY, BEALS, SMITH, *Massachusetts Stat. Bull.* 181(1917) 241.

³⁾ NILS HANSSON, *Husdjurens utfodring och vård* (1938) blz. 280.

⁴⁾ ISAACHSEN, ULVESLI, 24. *Beretning f. Fôringsforsokene ved Norges Landbruks-hoiskole* (1929).

van koolrapen, nl. 68 voor eiwitachtige stof, 40 voor vetachtige stof, 79 voor zetmeelachtige stof en 53 voor ruwe celstof. Deze waarden zijn opmerkelijk lager dan die, welke in het handboek van HENRY-MORRISON opgegeven worden voor het loof van turnips, nl. resp. 79, 65, 93 en 86. Laatstgenoemde waarden zijn waarschijnlijk ontleend aan de reeds gememoreerde proefnemingen van IAACHSEN en ULVESLI met Dale's hybrid, waarbij deze onderzoekers als gemiddelde waarden van twee verschillende proeven precies dezelfde cijfers hebben gevonden.

Zoals uit het bovenstaande blijkt, is onze kennis van de verteerbaarheid van het loof van stoppelknollen nog geringer dan die van de stoppelknollen zelf.

De verteringsproef met stoppelknollen en het daarbij behorende loof, waarover wij in het hier volgende verslag uitbrengen, had ten doel deze leemte, althans eenigszins, aan te vullen.

Het verteerbaarheidsonderzoek

Zoals bekend, bestaan er van stoppelknollen een groot aantal rassen, welke in kleur en vorm van elkaar kunnen verschillen. Het ras, waarmede wij onze proef genomen hebben, was *halflange blauwkop*.

De stoppelknollen waren gedeeltelijk op 31 Juli, gedeeltelijk op 7 Augustus 1943 gezaaid op een perceel tuingrond, dat op laagveen was gelegen.

Met het oog op de voeding duurde het oogsten van de stoppelknollen van 18 October tot 8 November 1943; drie maal per week werden zooveel knollen uit den grond getrokken, dat de hoeveelheid er van voldoende was voor voeding van de proefdieren gedurende de volgende 2 of 3 dagen. Vanzelfsprekend werd met het oogsten begonnen met het eerst gezaaide perceel. Dadelijk nadat de knollen uit den grond waren getrokken, werd het loof er af gesneden.

Zoowel bij het loof als bij de knollen werd de verteerbaarheid bepaald met behulp van hamels.

Het loof. Bij de proefneming met het loof werd gebruik gemaakt van de dieren A, B en C, waarvan de gewichten resp. 56, 57 en 64 kg bedroegen.

Als regel werd voor 2 dagen (alleen aan het einde van de week, met het oog op den Zondag, voor 3 dagen) loof gehaald. Dit loof, dat bestemd was om gedurende de volgende 2 of 3 dagen te worden gevoerd, werd zorgvuldig gehakseld, doorengemengd en bemonsterd, waarna direct een voorloopige vochtbepaling werd verricht. Dit laatste achtten wij noodig om aan de hand daarvan de dagporties zóó groot te kunnen nemen, dat gedurende de geheele proef dag aan dag practisch dezelfde hoeveelheid droge stof werd verstrekt, ondanks het feit, dat het droge-stof-gehalte o.a. door de weersgesteldheid voortdurend wisselde.

Het loof werd als uitsluitend voeder verstrekt; dit ging van het begin af heel goed en heeft nimmer aanleiding gegeven tot verteringsstoornissen. Het eenige opmerkelijke bij deze proef was, dat de mest in het algemeen

zeer droog was; het droge-stof-gehalte hiervan bedroeg gemiddeld gedurende de geheele proef bij de hamels A, B en C resp. ongeveer 53, 42 en 57 %.

Op 19 October hebben de dieren voor de eerste maal loof ontvangen en wel 7,00 kg per dier en per dag. Toen reeds na een paar dagen bleek, dat de dieren in staat waren deze hoeveelheid volledig op te nemen, hebben wij de hoeveelheid droge stof, die de dieren op dat oogenblik kregen, ook gedurende de verdere proef gehandhaafd, dit was 0,80 à 0,81 kg droge stof per dier en per dag.

De proef bestond uit een voorperiode van 7 dagen, gevolgd door 2 hoofdperioden (I en II), elk 7 dagen durende, die zonder onderbreking op elkaar volgden en waarbij de voeding geheel dezelfde bleef, zoodat ze eventueel tot één langere periode van 14 dagen zouden kunnen worden saamgevoegd.

De uitkomsten van de verteringsproeven zijn weergegeven in tabel 1.

TABEL 1

Loof van stoppelknollen (V 124). Samenstelling der droge stof (%) en verteringscoëfficiënten

	Droge stof	Organische stof	Eiwit-achtige stof	Werkelijk eiwit	Amiden	Vet- + zetmeel-achtige stof	Rauwe celstof	Minerale bestanddeelen	
Samenstelling									
Periode I (No. 3768) . . .	10,88	85,57	25,36	17,55	7,81	50,20	10,01	14,41	
Periode II (No. 3769) . . .	10,96	84,39	26,33	17,53	8,80	47,49	10,57	15,63	
Verteringscoëfficiënten									
Periode I	Hamel A . . .	81,7	89,2	86,5	81,4	97,9	94,0	71,9	37,0
	Hamel B . . .	80,6	88,8	87,5	83,0	97,8	93,5	68,9	31,8
	Hamel C . . .	81,1	89,3	87,2	82,9	96,8	93,5	73,5	32,1
	Gemiddeld . . .	81,1	89,1	87,1	82,4	97,5	93,7	71,4	33,6
Periode II	Hamel A . . .	80,6	88,8	86,4	80,2	98,6	93,6	73,2	36,5
	Hamel B . . .	82,3	89,6	88,3	83,6	97,6	93,2	76,7	42,6
	Hamel C . . .	81,6	89,2	87,8	83,0	97,4	93,4	73,8	40,8
	Gemiddeld . . .	81,5	89,2	87,5	82,3	97,9	93,4	74,6	40,0
Periode I en II gemiddeld	81,3	89,2	87,3	82,4	97,7	93,5	73,0	36,8	

Wanneer wij de *samenstelling* van het loof van stoppelknollen uit periode I en periode II met elkaar vergelijken, dan blijkt het gemiddelde droge-stof-gehalte van het gevoederde loof in beide perioden practisch aan elkaar gelijk te zijn geweest en bijna 11 % te hebben bedragen. Verder blijkt het gehalte aan eiwitachtige stof en ook dat aan minerale bestanddeelen in periode II iets hooger te zijn geweest dan in periode I en bijgevolg was het gehalte aan vet- + zetmeelachtige stof iets lager. Het gehalte aan werkelijk eiwit

was in beide perioden precies even hoog en ook in het ruwe-celstof-gehalte was weinig verschil.

Wanneer wij de samenstelling van het loof, dat bij deze proef is gebruikt, vergelijken met de gemiddelde samenstelling van het knollenloof 1935—'36 uit het onderzoek van het Centraal Veevoederbureau ¹⁾, dan blijkt het gehalte aan eiwitachtige stof bij ons materiaal hooger te zijn geweest (in de droge stof 25,8 tegen 22,7 %). Het grootste verschil vertoont echter de ruwe celstof; bij de proef van het C.V.B. werd in de droge stof 16,3 % ruwe celstof gevonden, terwijl bij ons onderzoek het gemiddelde gehalte er aan slechts 10,3 % bedroeg.

Voor de samenstelling van den 4en verbeterden druk (1942) van de „Verkorte tabel” van het C.V.B. leverde het C.I.L.O. te Wageningen een aantal analyses van stoppelknollen en -loof. Hierbij was het versche materiaal ingedeeld in 3 groepen, n.l. jong, gemiddeld en oud. Het eiwitachtige-stof-gehalte in de droge stof bedroeg bij deze 3 groepen resp. 25, 20 en 16 %. Volgens het eiwitgehalte zou ons materiaal dus in de eerste groep thuis behooren. Het opmerkelijke is echter, dat bij deze analyses de ruwe-celstof-gehalten weer veel hooger zijn dan de door ons gevonden waarden; als gemiddelde waarden werden bij de 3 groepen resp. 16,5, 17,0 en 17,5 % opgegeven.

Wat de *verteringscoëfficiënten* betreft, bestond er niet alleen een zeer goede overeenstemming tusschen de verteringscoëfficiënten van de afzonderlijke dieren, doch ook die in de perioden I en II waren volkomen aan elkaar gelijk, zoodat wij zonder bezwaar tot het berekenen van gemiddelden mochten overgaan.

Zooals uit de tabel blijkt, was de verteerbaarheid van alle organische bestanddeelen van dit knollenloof zeer hoog. Van de organische stof was 89, van de eiwitachtige stof 87, van de vet- + zetmeelachtige stof 93 à 94 en van de ruwe celstof gemiddeld 73 % verteerbaar.

De knollen. Daar het ons gewenscht leek de verteerbaarheid van de knollen in zoo versch mogelijken toestand, dus gelijktijdig met dien van het loof te bepalen, moesten wij hiervoor 3 andere dieren gebruiken en wel de hamels D, E en F, waarvan de gewichten tijdens de proef resp. ongeveer 82, 79 en 82 kg bedroegen.

Evenals het loof werden ook de versche knollen telkens voor slechts 2 of 3 dagen gehaald. De knollen, die bestemd waren om gedurende de volgende paar dagen te worden gevoederd, werden eerst zorgvuldig gewaschen, daarna in een bietenmolen in plakken en vervolgens in een haksel-machine in kleine stukken gesneden. Deze stukjes werden doorengemengd en vervolgens tijdens het afwegen der dagrantsoenen bemonsterd. In deze monsters werd ook nu weer direct een voorloopige droge-stof-bepaling verricht om in staat te zijn tijdens de geheele proef van dag tot dag dezelfde hoeveelheid droge stof aan de dieren te verstrekken.

De knollen werden in een hoeveelheid van ongeveer 7,00 kg (dit wisselde

¹⁾ FRENS, I.C.

al naar het droge-stof-gehalte van 6,90 tot 7,30 kg) gevoederd naast een grondrantsoen van 0,200 kg hooi, waarvan de verteerbaarheid in een aparte proef met dezelfde drie dieren was bepaald.

Dit hooi was eerst gehakseld, hierna werden door uitzeven de fijnere deelen er uit verwijderd en ten slotte werd het resteerende, grovere gedeelte goed doorengemengd. De proef, waarin de verteerbaarheid van het hooi werd bepaald, bestond uit een hoofdperiode van 10 dagen, voorafgegaan door een voorperiode van 9 dagen; de dagrantsoenen hooi bedroegen bij alle 3 hamels 1,000 kg.

TABEL 2

Hooi (V 127). Samenstelling der droge stof (%) en verteringscoëfficiënten

	Droge stof	Organische stof	Eiwit-achtige stof	Wenkelijk eiwit	Vet- + zetmeel-achtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddeelen
	Samenstelling						
Hooi (No. 3776)	84,34	89,11	10,71	8,52	46,81	31,59	10,89
	Verteringscoëfficiënten						
Hamel D	58,7	61,4	53,4	46,5	59,1	67,6	36,7
Hamel E	59,3	62,6	51,2	41,4	61,5	68,2	31,9
Hamel F	55,8	58,2	51,3	42,2	53,6	67,3	36,3
Gemiddeld	57,9	60,7	52,0	43,4	58,1	67,7	35,0

Zoals uit deze tabel blijkt, is de verteringscoëfficiënt van vet- + zetmeelachtige stof bij hamel F wat lager dan bij de beide overige dieren en als gevolg hiervan zijn ook de verteringscoëfficiënten voor droge stof en organische stof bij dezen hamel iets lager uitgevallen. Bij de berekening van de verteringscoëfficiënten van de stoppelknollen hebben wij bij elk der dieren gebruik gemaakt van diè verteringscoëfficiënten van het hooi, die met hetzelfde dier waren bepaald. Hoewel dus de gemiddelde verteringscoëfficiënt van het hooi voor de verdere berekening overbodig waren, hebben wij ze volledigheidshalve toch maar in tabel 2 opgenomen.

Op 22 October kregen de hamels voor de eerste maal stoppelknollen. Reeds na 2 dagen aten alle 3 dieren hun rantsoen volledig op. Naast het hooi ontvingen ze in de stoppelknollen 0,49 à 0,50 kg droge stof per dier en per dag.

Op 2 November werd met de hoofdperiode, die 10 dagen duurde, een aanvang gemaakt.

De uitkomsten van deze verteringsproef zijn in tabel 3 opgenomen.

TABEL 3

Stoppelknollen (V 125). Samenstelling der droge stof (%) en verteringscoëfficiënten

	Droge stof	Organische stof	Eiwit-achtige stof	Werkelijk eiwit	Amiden	Vet + zetmeel-achtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddeelen
	Samenstelling							
Stoppelknollen (No. 3770) .	6,96	89,39	18,79	7,46	11,33	59,91	10,69	10,61
	Verteringscoëfficiënten							
Hamel D	92,2	94,8	87,5	71,5	98,0	97,5	91,9	69,5
Hamel E	88,7	91,5	80,9	56,8	96,8	95,9	84,5	64,5
Hamel F	91,6	94,5	85,5	66,8	97,9	98,4	87,5	66,6
Gemiddeld	90,8	93,6	84,6	65,0	97,6	97,3	88,0	66,9

Wanneer wij de *samenstelling* van de stoppelknollen uit deze proef vergelijken met die van de knollen uit het onderzoek van het Centraal Veevoederbureau, dan blijkt ook bij de knollen, dat het bij onze proef gebruikte materiaal een veel hooger gehalte aan eiwitachtige stof bezat (in de droge stof 18,8 tegen 14,7 %), terwijl het ruwe-celstof-gehalte er van weer lager was (10,7 tegen 13,5 %).

Bij de analyses, die het C.I.L.O. verstrekke voor de *samenstelling* van de reeds genoemde „Verkorte tabel”, waren ook de stoppelknollen ingedeeld in 3 groepen, nl. jong, gemiddeld en oud. Het eiwitachtige-stofgehalte in de droge stof bedroeg bij deze 3 groepen resp. 16, 12 en 9 %, terwijl voor het ruwe-celstof-percentage resp. 10,5, 11,5 en 12,5 werd opgegeven.

Volgens deze opgaven behoort dus ook bij de knollen ons materiaal thuis in de 1ste groep, dus van het jonge materiaal.

Bij de bepaling van de *verteerbaarheid* was de overeenstemming tusschen de verteringscoëfficiënten van de afzonderlijke dieren in het algemeen nogal bevredigend, alleen bij de eiwitachtige stof en nog meer bij het werkelijk eiwit waren de verteringscoëfficiënten van hamel E eenigszins afwijkend. Toch waren de afwijkingen nog niet zoodanig, dat wij niet tot het berekenen van gemiddelden meenden te mogen overgaan.

Zooals verder uit tabel 3 blijkt, waren de stoppelknollen zeer goed verteerbaar. Van de organische stof was 94, van de eiwitachtige stof 85, van de vet- + zetmeelachtige stof 97 en van de ruwe celstof gemiddeld 88 % verteerbaar.

Verteerbare bestanddeelen en zetmeelwaarde

Met behulp van de *samenstelling* en verteringscoëfficiënten uit de tabellen 1 en 3 konden de verteerbare bestanddeelen en zetmeelwaarde

worden berekend van de bij deze proefneming gebruikte stoppelknollen en -loof. De zetmeelwaardeberekening van het loof vond op dezelfde wijze plaats als gedurende de laatste jaren aan dit Proefstation bij ruwvoeder voor herkauwers gebruikelijk is. Hierbij wordt de vetachtige stof niet bepaald, maar eenvoudig bij de zetmeelachtige stof geteld, terwijl verder bij de berekening gebruik gemaakt wordt van de verteerbare eiwitachtige stof in plaats van het verteerbaar werkelijk eiwit, zooals bij KELLNER's methode staat aangegeven. Voor den aftrek per kg ruwe celstof werd 0,29 kg zetmeelwaarde genomen; dit is de factor, dien KELLNER voor ruwe-celstof-arm groenvoeder aangeeft. Bij de zetmeelwaardeberekening van de knollen werd deze ruwe-celstof-aftrek niet toegepast, doch werd de verkregen einduitsomst vermenigvuldigd met 0,77, d.i. de factor voor onvolwaardigheid, dien KELLNER voor stoppelknollen aangeeft.

De verkregen resultaten zijn opgenomen in tabel 4.

TABEL 4

Voederwaarde van stoppelknollen en -loof

	Knollenloof				Stoppelknollen	
	Hoofdper. I		Hoofdper. II		Versch materiaal	Droge stof
	Versch materiaal	Droge stof	Versch materiaal	Droge stof		
Verteerbare eiwitachtige stof (%)	2,40	22,09	2,53	23,04	1,11	15,90
Verteerbaar werkelijk eiwit (%)	1,57	14,46	1,58	14,43	0,34	4,85
Zetmeelwaarde	7,84	72,0	7,76	70,8	4,43	63,6
Verteerbare organische stof (%)	8,29	76,2	8,25	75,3	5,82	83,7

Volledigheidshalve hebben wij in deze tabel ook opgenomen de voederwaarde van het versche materiaal, doch daar deze uit den aard der zaak geheel afhankelijk is van het droge-stof-gehalte, hebben deze cijfers bij een vergelijking met ander materiaal slechts weinig beteekenis; daarom zullen wij ons hier dan ook uitsluitend bepalen tot de voederwaarde van de droge stof. Zooals te verwachten was, bezat het knollenloof in de perioden I en II praktisch dezelfde voederwaarde, alleen was door een iets hooger eiwitgehalte het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof in periode II iets hooger.

Zooals uit de tabellen 1 en 3 blijkt, waren, geheel volgens de verwachting, zowel bij het loof als bij de knollen de amiden voor bijna 100 % verteerbaar. Bij dit materiaal is het dus overbodig om na te gaan op welke wijze het gehalte aan verteerbaar werkelijk eiwit afhankelijk is van b.v. het eiwitachtige-stof- of werkelijk-eiwit-percentages, want hier kan bij benadering het gehalte aan verteerbaar werkelijk eiwit worden verkregen door, volgens de traditioneele methode, van het verteerbare-eiwitachtige-stof-percentages het gehalte aan amiden af te trekken.

Wanneer wij nu de belangrijkste cijfers even in het kort samenvatten, dan kunnen wij zeggen, dat bij dit onderzoek voor het verteerbare-eiwitachtige-stof-gehalte van het loof 22—23 % en van de knollen 15,9 % werd gevonden, terwijl voor de zetmeelwaarde van het loof 71—72 en voor die van de knollen 63,6 werd berekend; alles in de droge stof.

Bij het beschouwen van deze cijfers, die erg hoog zijn, moet echter niet uit het oog worden verloren, dat bij deze proef jong, zeer eiwitrijk materiaal is gebruikt. Hierdoor is een rechtstreekse vergelijking met de cijfers, welke FRENS voor het materiaal uit het onderzoek van het C.V.B. berekende, niet goed mogelijk.

Nu is echter eenige jaren geleden door WIND¹⁾ een berekeningswijze voorgesteld om tot het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof en zetmeelwaarde bij stoppelknollen te geraken. Daar er, zooals uit de inleiding blijkt, over de verteerbaarheid van stoppelknollen en -loof zeer weinig bekend is, hebben de door WIND gegeven formules slechts een provisorisch karakter. Wij zullen nu deze voorloopige formules eens aan de door ons gevonden waarden toetsen.

Verteerbare eiwitachtige stof. Aan het C.I.L.O. te Wageningen werd in een 14-tal monsters stoppelknollen en in een 15-tal monsters -loof met behulp van pepsine en zoutzuur het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof bepaald. Nu werden in een diagram de gevonden cijfers uitgezet tegen het eiwitachtige-stof-percentages en vervolgens zoowel voor de stoppelknollen als voor het -loof een afzonderlijke regressielijn berekend. Tot de eigenlijke formules kwam WIND nu door, evenals aan het C.I.L.O. voor versch gras gebruikelijk was, de gevonden regressieformules voor met pepsine en zoutzuur bepaalde verteerbare eiwitachtige stof met 1,2 te verminderen.

Op deze wijze werden de volgende formules verkregen:

$$\begin{array}{ll} \text{voor stoppelknollen:} & \zeta_1 = 1,06 x_1 - 4,5; \\ \text{voor loof:} & \zeta_1 = 1,02 x_1 - 5,2, \end{array}$$

waarbij x_1 = gehalte aan eiwitachtige stof in de droge stof en ζ_1 = gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof in de droge stof.

Door nu deze formules op ons materiaal toe te passen, werden de volgende waarden berekend:

	Berekend	Gevonden	Vershil
Stoppelknollen	15,42	15,90	— 0,48
Loof, hoofdperiode I	20,67	22,09	— 1,42
Loof, hoofdperiode II	21,66	23,04	— 1,38

Zooals uit dit tabelletje blijkt, weken de door ons gevonden cijfers, vooral bij het loof, nogal iets van de op deze wijze berekende waarden af.

¹⁾ WIND, *Correspondentieblad voor den Rijkslandbouwvoortlichtingsdienst* 1941, blz. 329 (December).

Indertijd werd door ons voor versch gras de volgende formule ¹⁾ voor het verteerbare-eiwitachtige-stof-gehalte afgeleid:

$$\zeta_1 = 13,79 + 0,944 (x_1 - 18).$$

Wanneer deze formule op het materiaal van deze proef werd toegepast, werden de volgende waarden berekend:

	Berekend	Gevonden	Verschil
Stoppelknollen	14,54	15,90	— 1,36
Loof, hoofdperiode I	20,74	22,09	— 1,35
Loof, hoofdperiode II	21,65	23,04	— 1,39

Ook met deze formule werden dus uitkomsten verkregen, die nogal tamelijk van de gevonden waarden afweken. Opmerkelijk is echter, dat het verschil in alle gevallen precies even groot is; bijgevolg zou dus door een eenvoudige correctie de formule voor gras voor de stoppelknollen en -loof uit dit onderzoek pasklaar gemaakt kunnen worden. Gezien echter het zeer geringe aantal gegevens, durven wij deze formule hier niet te geven.

Zetmeelwaarde. Bij de berekening van de zetmeelwaarde van stoppelknollen nam WIND voor den verteringscoëfficiënt van vet- + zetmeelachtige stof 99 en voor dien van ruwe celstof 100. Met behulp van deze cijfers berekende hij voor de zetmeelwaarde in de droge stof 63,6 en voor die in de organische stof 72,7. Wij hebben bij onze proef voor de verteerbaarheid van de vet- + zetmeelachtige stof 97 % en voor die van de ruwe celstof 88 % gevonden, waarden die dus niet zoo erg veel van de aangenomen verteringscoëfficiënten van WIND afwijken; bijgevolg komt ook de door ons gevonden zetmeelwaarde van stoppelknollen zeer goed met de hierboven genoemde zetmeelwaarden overeen; wij vonden n.l. voor de zetmeelwaarde in de droge stof 63,6 en voor die in de organische stof 71,2.

Voor het loof van stoppelknollen komt WIND tot een zetmeelwaarde-berekening door de berekende zetmeelwaarde van een bepaald monster knollenloof te vergelijken met die, welke zou moeten worden toegekend aan een monster versch gras van dezelfde samenstelling. Nu heeft hij echter voor de berekening van de zetmeelwaarde van het knollenloof gebruik gemaakt van de verteringscoëfficiënten, die FRENS bij de bewerking van zijn materiaal bij gebrek aan betere gegevens maar heeft aangenomen (zie Inleiding). Deze verteringscoëfficiënten lijken ons echter, gezien de resultaten van dit onderzoek, erg laag te liggen. Bijgevolg komt WIND tot de conclusie, dat de zetmeelwaarde van knollenloof slechts 90,1 % zou bedragen van die van versch gras van dezelfde samenstelling. Er lijkt ons geen enkele reden te bestaan, waarom de zetmeelwaarde van knollenloof lager zou moeten liggen dan die van versch gras. Daar het ruwe-celstof-

¹⁾ DIJKSTRA, BROUWER, *Versl. v. landbk. Onderz.* 45 (1939) 22; *Jaarverslag der Proef-zuiwelboerderij over 1938*, blz. 128.

gehalte van ons knollenloof buitengewoon laag is; veel lager dan de laagste waarde, waarop de formule voor versch gras nog mag worden toegepast, waren wij helaas niet in staat de door ons gevonden waarden van knollenloof aan de formule of grafiek voor de zetmeelwaarde van versch gras te toetsen.

Samenvatting

Met behulp van hamels werd zoowel van stoppelknollen als van het daarbij behorende loof de verteerbaarheid bepaald. De stoppelknollen (half-lange blauwkop), die in het begin van Augustus op veengrond gezaaid waren, werden in de laatste week van October en in de eerste week van November op verteerbaarheid onderzocht.

Het *loof* was jong en zeer eiwitrijk; het bevatte in de droge stof gemiddeld 25,8 % eiwitachtige stof en slechts 10,3 % ruwe celstof. Het werd als uitsluitend voedsel aan 3 hamels verstrekt en wel in zoodanige hoeveelheden, dat elk dier van dag tot dag 0,80 à 0,81 kg droge stof ontving; alle 3 dieren hebben het loof steeds goed gegeten.

De verteringscoëfficiënten (tabel 1) van alle organische bestanddeelen van dit loof waren zeer hoog; ze bedroegen voor de organische stof 89, voor de eiwitachtige stof 87, voor de vet- + zetmeelachtige stof 93 à 94 en voor de ruwe celstof gemiddeld 73.

Ook de *knollen* waren jong en eiwitrijk; zij bevatten in de droge stof gemiddeld 18,8 % eiwitachtige stof en 10,7 % ruwe celstof. De knollen werden aan 3 hamels gevoederd naast een grondrantsoen van 0,200 kg hooi, waarvan de verteerbaarheid in een aparte proef was bepaald. Elk der dieren ontving naast het hooi zooveel stoppelknollen, dat de hoeveelheid droge stof hierin iederen dag 0,49 à 0,50 kg bedroeg; zoowel het hooi als de stoppelknollen werden steeds volledig opgenomen.

De verteringscoëfficiënten (tabel 3) van de bestanddeelen van de knollen waren zeer hoog; ze bedroegen voor de organische stof 94, voor de eiwitachtige stof 85, voor de vet- + zetmeelachtige stof 97 en voor de ruwe celstof gemiddeld 88.

Voor het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof in de droge stof werd bij het loof 22,6 % en bij de knollen 15,9 % gevonden.

Voor de zetmeelwaarde in de droge stof van het loof kon 71,4 en voor die in de knollen 63,6 worden berekend.

Zusammenfassung

Die Verdaulichkeit von Stoppelrüben

Sowohl die Stoppelrüben wie ihre Blätter wurden mit Hilfe von 3 Hammeln auf Verdaulichkeit geprüft.

Die *Blätter* waren jung und sehr eiweisreich; sie enthielten in der Trockensubstanz 25,8 % Rohprotein und nur 10,3 % Rohfaser.

Die Blätter der Rüben wurden von den Tieren gern aufgenommen.

Es zeigte sich, dass alle organische Bestandteile dieser Blätter sehr hoch verdaulich waren; die folgenden Verdauungskoeffizienten wurden

ermittelt: organische Substanz 89,2, Rohprotein 87,3, N-freie Extraktstoffe + Fett 93,5 und Rohfaser 73,0.

Auch die *Rüben* waren jung und eiweißreich; sie enthielten in der Trockensubstanz 18,8 % Rohprotein und 10,7 % Rohfaser.

Die Rüben wurden gefüttert neben einer Grundration von Heu, wovon die Verdaulichkeit mit denselben drei Hammeln bestimmt worden war.

Sowohl die Rüben wie das Heu wurden von den Tieren immer vollständig aufgenommen.

Auch die Verdauungskoeffizienten der Rüben waren sehr hoch; von der organischen Substanz war 93,6, vom Rohprotein 84,6, von der N-freien Extraktstoffen + Fett 97,3 und vom Rohfaser 88,0 % verdaulich.

Die mit Hilfe dieser Verdauungskoeffizienten berechneten Werte für verdauliche Rohprotein und Stärkewert waren bei den Blättern, der Reihe nach, 22,6 % und 71,4 und bei den Rüben waren sie 15,9 % und 63,6, alles in der Trockensubstanz.

Summary

The digestibility of stubble-rapes (late turnips)

The digestibility of the stubble-rapes as well as that of their leaves was determined by means of 3 wethers.

The *leaves* were young and rich in protein; they contained on dry-matter-basis 25,8 % protein and 10,3 % crude fibre.

The leaves were readily eaten by all the wethers.

The organic nutrients proved to have all high digestion coefficients: for organic matter 89,2, for protein 87,3, for N-free extractives + fat 93,5 and for crude fibre 73,0.

The *rapes* were young and rich in protein too; they contained 18,8 % protein and 10,7 % crude fibre, all on dry-matter-basis.

The rapes were given in addition to a basal ration of hay, the coefficients of digestibility of which were determined by means of the same 3 wethers.

The rapes were readily eaten by all the wethers too.

The digestion coefficients of the rapes were very high; the organic matter, protein, N-free extractives + fat and crude fibre were digested for 93,6, 84,6, 97,3 and 88,0 %, respectively.

We were able to compute the percentage of digestible protein and starch equivalent of the leaves on 22,6 and 71,4 %, respectively, and those of the rapes on 15,9 and 63,6 %, all on dry-matter-basis.