

## RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION HOORN

ONDERZOEK NAAR DE VOEDERWAARDE VAN  
NEDERLANDSCHE HOOISOORTEN EN NAAR HUN  
INVLOED OP DE EIWIT-, KALK- EN PHOSPHORSTOF-  
WISSELING BIJ JONGE RUNDEREN

DOOR

E. BROUWER en N. D. DIJKSTRA

(Ingezonden 16 Juli 1938)

## I. INLEIDING

In 1931, 1932 en 1933 werd in samenwerking met het Centraal Veevoederbureau een uitvoerig onderzoek ingesteld naar de samenstelling van verschillende typische Nederlandsche hooisoorten, geteeld op oude graslanden en bestemd voor rundveevoeding. Behalve monsters van het verse gras en van den grond, omvatte dit onderzoek 57 hooimonsters. Van een negental uitgezochte soorten, dateerende uit de jaren 1931 en 1932, werden ten behoeve van de physiologische afdeling van dit station flinke hoeveelheden gereserveerd om de verteerbaarheid met behulp van levende dieren te kunnen onderzoeken. Als voorwaarde was gesteld, dat dit hooi in alle opzichten als normaal kon worden beschouwd, terwijl de winning en bewaring onder gunstige omstandigheden (b. v. weinig of geen regen en geen overmatigen broei) moesten hebben plaats gevonden.

Het onderzoek werd niet, zooals gewoonlijk, verricht met behulp van schapen, maar met jonge stieren. Weliswaar worden de proeven daardoor zeer veel moeilijker en bewerkelijker; wij overwogen echter, dat de uitkomsten op de voeding van het rund van toepassing moesten zijn; ook wisten wij, dat er meermalen kleinere of grootere verschillen tusschen het verteringsvermogen van rund en schaaap zijn waargenomen. Natuurlijk hadden wij nog liever met vrouwelijke dan met mannelijke runderen gewerkt. Dat dit niet is geschied, vindt eenerzijds zijn oorzaak hierin, dat het afzonderlijk opvangen van mest en urine bij vrouwelijke dieren bezwaarlijk is, hetgeen gemakkelijk tot fouten aanleiding kan geven, terwijl anderzijds weinig of geen verschil tusschen het verteringsvermogen der geslachten mag worden verwacht. Wellicht hadden wij het ons nog iets gemakkelijker kunnen maken door met ossen in plaats van met stieren te werken. Naar men ons elders evenwel mededeelde, is de eetlust van de laatste veelal beter en een goede eetlust is uit den aard der zaak een allereerste voorwaarde voor dergelijke experimenten.

453576

Ofschoon het bij deze proeven voornamelijk om de verteerbaarheidsbepalingen te doen was, overwogen wij voorts, dat wij vermoedelijk omtrent de voederwaarde van het te onderzoeken materiaal een nog aanmerkelijk beter inzicht zouden kunnen krijgen, indien tevens zou worden nagegaan, hoeveel eiwit, kalk en phosphor door de proefdieren werd aangezet. Was het voor het onderzoek van de verteerbaarheid voldoende om voeder en mest quantitatief op te vangen en te analyseeren, voor het nagaan van den aanzet was het noodzakelijk, dat bovendien de hoeveelheden drinkwater en urine werden bepaald en onderzocht, hetgeen een belangrijke, maar geenszins onoverkomelijke uitbreiding van het werk beteekende.

## II. TECHNIEK VAN HET VERTEERBAARHEIDSEN STOFWISSELINGSONDERZOEK

Het beginsel, waarop de *verteerbaarheidsbepalingen* berusten, is uiterst eenvoudig. Immers, men heeft slechts te bepalen de hoeveelheden droge stof en droge-stof-bestanddeelen, welke in een zeker tijdsinterval worden opgenomen, alsook die, welke in den mest worden uitgescheiden, om de verlangde verteringscoëfficiënten zonder meer te kunnen berekenen. Neemt een stier b. v. in het hooi per dag 1000 g eiwit op en geeft hij in den mest 450 g weer af, dan is er derhalve 550 g van de 1000 g door den darmwand opgenomen, of 55 %; de verteringscoëfficiënt is dan ook 55. De moeilijkheid dezer proeven schuilt derhalve niet in het beginsel, waarop zij berusten, maar in de voortdurende zorg, waarmede de proefdieren en de werkzaamheden moeten worden omringd, wil men van betrouwbare uitkomsten verzekerd zijn.

Ditzelfde geldt voor den eiwit- (stikstof-), kalk- en phosphoraanzet of zooals men ook zegt de eiwit- (stikstof-), kalk- en phosphorbalansen. Deze worden berekend door de per dag in mest + urine gevonden hoeveelheden N, CaO en  $P_2O_5$  af te trekken van die in voedsel + drinkwater. Uiteraard komt men hierbij niet steeds tot positieve verschillen, dus ook niet steeds tot positieve balansen; er kan nl. in plaats van een aanzet ook een verlies aan N, kalk enz. intreden. In dit geval noemt men de balansen negatief. Is er noch aanzet noch verlies, dan spreekt men van stikstof-, kalk- of phosphorevenwicht. Zooals bekend worden de eiwitbalansen uit de stikstofbalansen berekend door vermenigvuldiging met 6,25.

Wij zullen nu allereerst de door ons gevolgde *werkwijze* nader omschrijven.

*Proefdieren.* Bij de eerste drie, door ons in het voorjaar van 1932 onderzochte hooisoorten (V 3, V 4 en V 5), dienden als proefdieren de stieren W ( $\pm 590$  kg), Jp ( $\pm 450$  kg) en Jb ( $\pm 310$  kg). Bij het onderzoek van de volgende drie hooisoorten (V 8, V 10 en V 11), dat in het voorjaar van 1933 werd inge-

steld, werd slechts gebruik gemaakt van twee dieren, nl. Jp ( $\pm 490$  kg) en Jb ( $\pm 470$  kg). Bij de verteringsproeven, genomen in den herfst van 1933, met de laatste drie hooisoorten (V 12, V 13 en V 14), gebruikten wij wederom drie stieren, nl. Jp ( $\pm 580$  kg), Jb ( $\pm 560$  kg) en H ( $\pm 410$  kg). Om mogelijke individuele verschillen uit te schakelen werd dus bij het onderzoek van alle 9 hooisoorten steeds gebruik gemaakt van dezelfde twee stieren Jp en Jb, waaraan dan in sommige perioden nog een derde stier (W of H) werd toegevoegd. De proefdieren werden vóór den aanvang en na het eind van elke hoofdperiode gewogen.

*Proefperioden.* Iedere verteringsproef bestond uit een hoofdperiode van 10 dagen (in twee gevallen 14 dagen, nl. bij V 5 voor de stieren W en Jb), voorafgegaan door een voorperiode van 7 à 10 dagen. Aldus werden voor de meeste hooisoorten drie proeven (elke proef met één stier) genomen. Bij die proeven, waarbij slechts gebruik werd gemaakt van twee proefdieren, werd, wanneer de hoeveelheid hooi dit toeliet (V 10 en V 11), de hoofdperiode verdubbeld, zoodat hier met elken stier twee stellen verteringscoëfficiënten werden bepaald en met beide dieren samen dus vier. Voor elk der hooisoorten bepaalden wij dus, op één uitzondering na, drie of vier stellen verteringscoëfficiënten. De overeenstemming tusschen de op elk der hooisoorten betrekking hebbende overeenkomstige cijfers kon bijna steeds goed, meestal zelfs zeer goed worden genoemd, zoodat wij onze uitkomsten als betrouwbaar meenen te mogen beschouwen.

*Behandeling van het hooi.* Bij het hooi waren alle maatregelen er op gericht om *a.* den dieren dag aan dag gelijke hoeveelheden droge stof en droge-stofbestanddeelen toe te dienen en *b.* betrouwbare monsters te krijgen. Hiervoor werd het hooi machinaal gehakseld. Het haksel was echter nog zóó inhomogeen, dat het bij wijze van tweede maatregel door zeven in drie gedeelten werd gesplitst: een grof gedeelte, een middelfijn gedeelte en een fijn gedeelte, waarvan de eerste twee, na elk voor zich zorgvuldig gemengd te zijn, als voldoende homogeen werden beschouwd om aan de gestelde eischen te kunnen voldoen. De kleinere derde fractie (fijn), die veel zand en hooizaad bevatte, en bovendien nog tamelijk inhomogeen was, werd verder niet gebruikt.

Van de beide andere gedeelten (grof en middelfijn) werden voor elke dagportie aliquote deelen in papieren zakken afgewogen, waarbij de totale dagportie voor elken stier zóó groot werd genomen, dat er geen of slechts geringe resten van overbleven. Om een storenden invloed van de dagelijksche schommelingen van het vochtgehalte in het hooi (als gevolg van de wisselende vochtigheid der lucht) uit te schakelen, werden alle voor de hoofdperiode van een proef bestemde dagporties op één dag afgewogen, waarbij het grove en het middelfijne gedeelte afzonderlijk en meestal ieder in duplo werden bemonsterd.



Aanvankelijk werden de monsters van het grove en middelfijne materiaal afzonderlijk geanalyseerd. Naderhand, vooral ook toen bleek, dat de samenstelling der droge stof minder verschilde dan was vermoed, werden de grove monsters met de bijbehorende middelfijne monsters, na drogen en malen, in de juiste verhouding gemengd. Ook daarna bleef contrôle op de monster-neming mogelijk, omdat, zooals gezegd, zoowel van grof als van middelfijn materiaal bijna steeds dubbelmonsters waren getrokken, zoodat na de menging duplo-mengmonsters resulteerden, wier samenstelling bij analyse practisch volkomen gelijk bleek te zijn.

*De voeding.* Gedurende voor- en hoofdperiode, dus gedurende de geheele proef, werd drie maal per dag gevoederd, nl. om 9, 12 en 17 uur. Ook op den dag, volgende op den laatsten dag der hoofdperiode, werd om nader te vermelden redenen nog hetzelfde voederrantsoen toegediend. Andere voeder-middelen dan hooi werden niet gegeven, uitgezonderd 30 of 45 g keukenzout per dag bij de latere proeven (V 10 H 2, V 11 H 2, V 12, V 13, V 14); echter ook zonder keukenzouttoediening bleek de urine altijd nog een zekere hoeveelheid Na en Cl te bevatten; bij V 5 was de natriumreactie echter practisch negatief. Een duidelijken invloed op de verteerbaarheid scheen dit bij deze korte proefperiodes echter niet te hebben. Volgens het onderzoek te Wageningen bedroeg het  $\text{Na}_2\text{O}$ -gehalte in de droge stof van dit hooi 0,13 % (in die van het gras was 0,08 % gevonden).

*Hooiresten.* Voor zoover er restjes werden overgelaten, werden deze van elk dier en van elken dag steeds den volgenden morgen even vóór negen uur verzameld. Deze resten werden gewogen en daarna die van de hoofdperiode, meermalen voor twee of drie dieren saamgevoegd, in een goed gesloten bus bewaard. Na afloop der hoofdperiode werd uit deze gezamenlijke resten een analysemonster genomen.

*Mest.* Deze werd gedurende de hoofdperiode quantitatief verzameld. Echter werd dit op den eersten dag der hoofdperiode nog nagelaten; daarentegen werd op den dag, volgende op de hoofdperiode, nog voortgegaan met het verzamelen, vandaar dat op dien dag ook nog aan de voeding de noodige aandacht werd geschonken. Er werd dus eenigermate rekening gehouden met den passagetijd van het voedsel in het darmkanaal, al is deze passagetijd in doorsnee ook langer dan één etmaal.

De mest werd niet in speciale apparaten opgevangen. De dieren waren namelijk zoodanig opgesteld, dat hun vaste uitwerpselen in een grooten houten bak vielen, van waaruit deze van tijd tot tijd in een groote bus met deksel werden overgeschept, totdat zij na afloop van elk etmaal (van precies 9 uur tot 9 uur) werden gewogen. Na de weging werd de mest van elk etmaal in een houten trog door kneden zorgvuldig gehomogeniseerd, waarna er een



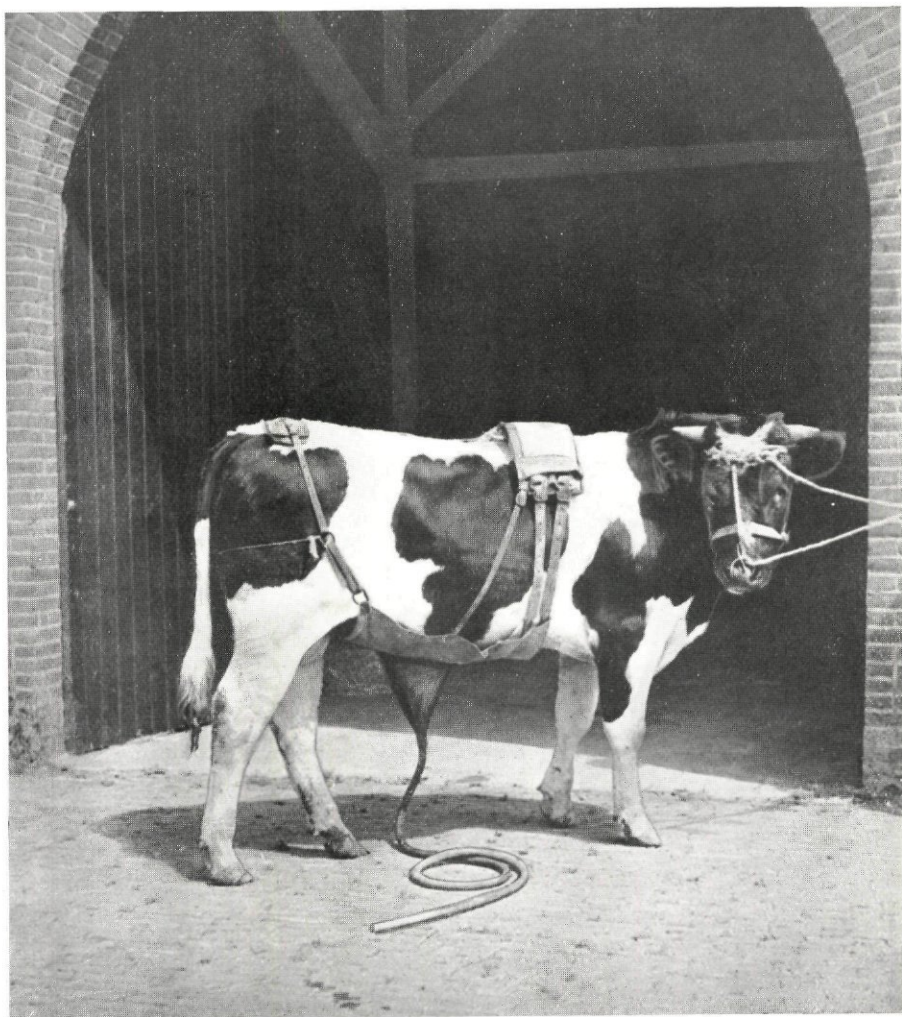


Fig. 1

*Apparatuur voor het oprangen van de urine*

## III. HET HOOI

## De onderzochte hooisoorten

Wij laten thans een beschrijving volgen van de onderzochte hooisoorten. Deze beschrijving is ontleend aan de verslagen van Ir. J. KOENRAADT, die met de dagelijksche leiding van het in den aanhef bedoelde onderzoek naar de chemische en botanische samenstelling van het Nederlandsche hooi was belast. Hij was het, die voor ons de soorten uitzocht, welke voor een dieper gaand stofwisselingsonderzoek het meest in aanmerking kwamen en tevens zoo goed mogelijk aan de vroeger gestelde voorwaarden voldeden.

Wij hebben hieraan toegevoegd onze bevindingen omtrent het hooi, zooals het te Hoorn aankwam.

1. **Maashooi (Limburg)**, afkomstig van een perceel van J. KORSTEN te Ool (bij Roermond).

Dit perceel behoort tot de **uiterwaarden van de Maas** en bestaat uit **humusrijke, beste klei**. Het wordt zeer vaak overstroomd, doch niet ieder jaar; soms echter ook wel twee maal per jaar. Daarbij blijft als regel *een laagje slib* (klei en zand) achter. Het land wordt *nooit* met *kunst-* of *stalmest* behandeld, steeds *twee maal per jaar gehooid* en *nooit geweid*.

Bij de monsterneming voor botanisch onderzoek op 17 Juni 1931 kwamen, naast  $\pm 35\%$  *ondergras*, zeer veel lange hooigrassen voor, die *tamelijk rijp tot doodrijp* waren. Hoewel het ondergras en ook eenige bovengrassen nog malsch waren, kreeg men over het geheel genomen wel den indruk, dat het materiaal *hard en stengelig* was.

Het gras werd op 19 Juni gemaaid. *Het hooien* vond onder *goede weersomstandigheden* plaats (zeer veel zon en geen regen). Het hooi, dat weinig of niet uitgespreid in de zon had gelegen en de oorspronkelijke groene kleur vrij goed behouden had, werd op 27 Juni in de schuur gereden.

Op 3 December 1931 kwam het hooi op den hooizolder te voorschijn. Het had *weinig of niet gebroeid*, had de groene kleur behouden, rook frisch en aangenaam en was niet schimmelig, stoffig, muf of murw.

*Het hooi, dat te Hoorn werd ontvangen* (11 December 1931), was grof en had weinig of niet gebroeid; het rook naar weidekruiden en was eenigszins stoffig.

2. **Beemsterhooi (Beemster, N. Holland)**, afkomstig van een perceel van J. KÖHNE te Midden-Beemster.

Het perceel bestaat uit **zeer goede, oude zeeklei**. De ontwatering en verzorging van het weiland zijn bijzonder goed. De beweiding is steeds zoodanig,

dat het gras gelijkmatig kort gehouden wordt. *Eenmaal in de twee jaar wordt gehooïd*, doch in dat geval wordt als regel nog voorgeweïd. De *bemesting* geschiedt om het andere jaar met stalmest en gier, terwijl bij hooge uitzondering wel eens een weinig zwavelzure ammoniak wordt gebruikt. In het proefjaar 1931 geschiedde de bemesting met gier en werd het land *met jongvee en schapen* tot omstreeks 18 Mei *voorgeweïd*.

Bij de monsterneming voor botanisch onderzoek op 25 Juni bleek het grasgewas voor een *zeer groot percentage uit ondergras* te bestaan (73 %). Het onderende van het gras was tamelijk sterk vuil-wit tengevolge van lichtgebrek; doch dit onderende was maar kort. Er waren slechts *zeer weinig grassen met bloeiwijzen*.

Het gras werd op 24 Juni gemaaid. Het hooi heeft *geen regen*, maar *steeds warm, droog, helder weder* gehad; het werd bij gunstig weer in de schuur gereden.

Het hooi heeft *normaal gebroeïd* bij niet te hooge temperatuur en was regelmatig bruin, terwijl aan de kanten van den hooiberg de kleur in groen overging. Het hooi was zacht, buigzaam en in het geheel niet stengelig, niet schimmelig en ook niet muf. Het is 14 Februari 1932 uit den berg tevoorschijn gekomen.

*Het materiaal, dat te Hoorn werd ontvangen* (17 Februari 1932), was fijn, licht bruin gebroeïd, niet schimmelig of muf en bezat een heerlijken geur.

3. **Hooi (Limburg)**, afkomstig van een perceel van WED. ERNST te **ELL** ( $\pm 7$  km ten Z. O. van Weert).

Het perceel bestaat uit **goeden zandgrond met een vrij hoog humusgehalte**. Wij hebben hier te maken met zeer oud weiland, dat *eenmaal in de drie jaren wordt gehooïd*. In het proefjaar 1931 geschiedde de *bemesting* met gier ( $\pm 24000$  l) en 600 kg Thomasmeel, alles per ha, terwijl in de beide voorafgaande jaren uitsluitend gebruik was gemaakt van kunstmest (Thomasmeel, kalizouten en zwavelzure ammoniak, eventueel kalksalpeter). De stikstofbemesting is zeer rijkelijk; maar de kalkbemesting is absoluut onvoldoende.

Bij de monsterneming voor botanisch onderzoek op 3 Juni bleek het gras voor slechts 23 % uit ondergras te bestaan, terwijl het toen nog geruimen tijd vóór den bloei der grassen was. Het gewas was welig gegroeïd, zacht, malsch en een weinig gelegerd.

Door slecht weer werd pas 11 Juni gemaaid, nog *even vóór den bloei der grassen*. Na twee dagen werd het gras op ruiters geplaatst, waarop het 14 dagen heeft gestaan. *Het weer* was gedurende het hooien *droog, warm en helder* (geen regen). Het hooi is hoegenaamd niet aan de werking van het zonlicht blootgesteld geweest (met uitzondering van een dun laagje aan den buitenkant der hoopen; dit was dan ook verkleurd).



Het hooi, dat zacht aanvoelend, doch stengelig was, had *weinig of niet gebroeid*. De kleur was regelmatig groen, terwijl de reuk indifferent was; schimmel en stoffigheid werden niet waargenomen.

*Het materiaal, dat te Hoorn werd ontvangen* (19 Februari 1932), bleek grof te zijn. Het had niet gebroeid en bezat een groene kleur. Voorts was het niet stoffig; maar hier en daar was de reuk toch iets aan den muffen kant.

4. **Hooi (Zuidholland)**, afkomstig van een perceel van C. ZWANENBURG te **Bodegraven**.

Het perceel bestaat uit **zand en veen, met wat klei gemengd**. Het ligt 's zomers  $\pm 80$  cm en 's winters  $\pm 40-50$  cm boven den waterspiegel. Het perceel kan in den winter drassig zijn; de doorlatendheid is echter ideaal. *Elk jaar* wordt de *eerste snede*, al of niet voorgeweid, *gehooïd* en daarna wordt met jongvee nageweïd. De *bemesting* geschiedt met stalmest, vermengd met sloot-aarde (zand en laagveen). In het proefjaar 1932 werd in April slechts stalmest gegeven en vervolgens werd het perceel met jongvee *zeer ongelijkmatig voorgeweïd* tot 14 Mei.

Bij de monsterneming voor botanisch onderzoek op 1 Juli was het gras aan den voet rottend en vuil-wit tengevolge van lichtgebrek. Wat het groei-stadium betreft, dient opgemerkt, dat, in verband met het ongelijke voorweiden, rijpe en jongere exemplaren van dezelfde grassoorten naast elkaar voorkwamen. Het gewas was *gedeeltelijk overrijp*.

Het gras werd op 1 Juli bij regenweer gemaaid; doch hierna was het weder tot 5 Juli droog en meestal warm. Op dezen dag werd het hooi op hoopen gezet, die 's avonds, tengevolge van een onweersbui, welke gepaard ging met veel regen en wind, vrijwel geheel uiteenwaaiden, waardoor het hooi over het geheele veld verspreid kwam te liggen en doornat regende. De volgende dagen werd het bij droog, warm weder opnieuw gedroogd en vervolgens in den hooiberg gereden. Van dit hooi kan dus worden gezegd, dat de *winning niet geheel onder gunstige omstandigheden* heeft plaats gevonden.

Het hooi heeft *weinig gebroeïd*. Het had in het midden een zeer geringen broeigeur en was aan de kanten stoffig, doch in het midden niet. Het was gedeeltelijk zacht, gedeeltelijk stengelig en breekbaar, terwijl de kleur vuil-wit-groen en niet volkomen gelijkmatig was.

*Het hooi, dat te Hoorn werd ontvangen* (28 November 1932), was vrij grof en tamelijk muf; het had weinig of niet gebroeïd.

5. **Hooi (Limburg)**, afkomstig van een perceel van L. VAESSEN te **Bocholtz** (Zuid-Limburg, aan de Duitsche grens).

Het perceel bestaat uit **Limburgsche klei**. Het grasland is 30 jaar oud en ligt op een plateau. Het wordt slechts *één keer in de 3 à 4 jaar gehooïd*; in de

overige jaren wordt het regelmatig beweide met melk- en jongvee. De zware *bemesting*, zoowel met kunstmest als stalmest, geschiedt rationeel. In het proefjaar 1932 ontving het perceel gedeeltelijk stalmest en 200 kg zwavelzure ammoniak, gedeeltelijk 600 kg 40 % kalizout, 700 kg Thomasmeel en 300 kg zwavelzure ammoniak, alles per ha.

Bij de monsterneming voor botanisch onderzoek op 19 Juni was het gras aan den voet iets rottend en vertoonde het over een lengte van  $\pm 8$  cm tekenen van lichtgebrek. Het was buitengewoon welig gegroeid en had de laatste 14 dagen min of meer gelegeerd. Het gras was *zeer stengelig* en ongeveer twee weken te laat gemaaid, maar toch nog *vrij malsch*. Het bevatte 72 % *bloeiend gras* en ruim 20 % niet-bloeiend gras.

Het gewas werd op 18 Juni gemaaid. Het *hooiweder* was koel en droog met weinig zon, derhalve uitermate *gunstig*. Met uitzondering van enkele regenbuien op 21 en 22 Juni, toen het hooi reeds op groote hoop en stond, heeft het geen regen gehad. Op 24 Juni werd het in de schuur gereden (één vracht reeds op 22 Juni).

Het hooi heeft *weinig of niet gebroeid*. De reuk was frisch met in het midden een zeer geringen broeigeur. Het bezat over het algemeen een heldere, wit-groene kleur; maar tengevolge van rotting en lichtgebrek was het iets twee-kleurig. Voorts was het stengelig, buigzaam en taai. Het was niet schimmelig, echter aan de zijde van den dorschvloer stoffig tengevolge van tarwe-dorschen.

*Het materiaal, dat te Hoorn werd ontvangen* (23 Januari 1933), was iets aan den groven kant en had een weinig gebroeid; het bezat dan ook een lichten broeigeur.

**6. Hooi (Friesland)**, afkomstig van een perceel van H. J. STATEMA te **Wijtgaard** ( $\pm 7$  km ten Z. van Leeuwarden).

Het perceel bestaat uit **oude, zware zeeklei**. De waterstand is gunstig en de ontwatering goed. Wij hebben hier te maken met zeer oud grasland, dat als regel *één maal in de twee jaren wordt gehooit*. Door bijzondere omstandigheden was het perceel echter ook gehooit in het jaar, voorafgaande aan het proefjaar 1932. In het jaar, dat aan een hooijaar voorafgaat, wordt bijna altijd in Juli *stalmest* op het land gebracht. Dit geschiedde óók in 1931; in dit jaar werd het perceel *met schapen nageweide* tot 1 December.

Bij de monsterneming voor botanisch onderzoek op 6 Juni bleek het gras voor 57 % uit *niet-bloeiende grassen* te bestaan. Het gewas, dat in hoofdzaak uit weidegrassen bestond, was *jong en malsch en gelijkmatig van lengte*. Het vormde een goed, dicht bestand; doch welig kon men het niet noemen.

Op 6 Juni werd gemaaid. Na 4 dagen, waarin het weder niet erg gunstig was voor een snelle hooibereiding (er viel weliswaar practisch geen regen,

doch het was koel, slecht-drogend weer), werd op 10 Juni gekeerd en geschud. Na enkele dagen, waarop vrij sterk drogend weer met minder goed, koud, donker weder afwisselde, werd het hooi op 14 Juni in de schuur gereden. Het *weer had dus gedurende de hooiwinning wellicht iets beter kunnen zijn*; toch heeft het hooi *weinig of geen regen* gehad.

Op 13 December kwam het hooi uit den hooiberg te voorschijn. In het midden had het *licht gebroeid*; hier was het lichtbruin van kleur en bezat het eenigen broeigeur. Aan den buitenkant had het een wit-groene kleur en had het niet gebroeid; hier was het iets stoffig. Voorts was het hooi zacht en weinig stengelig.

*Het materiaal, dat te Hoorn werd ontvangen* (9 Januari 1933), was fijn, had weinig gebroeid en bezat een frisschen geur.

7. **Hooi (Utrecht)**, afkomstig van een perceel van N. LOENEN te **Zegveld** ( $\pm$  4 km ten N. W. van Woerden).

Het perceel bestaat uit **oude rivierklei, die zeer weinig is**. Het maaiveld ligt van  $\pm$  30 cm tot 60 cm boven den waterspiegel. De *eerste snede* wordt *elk jaar gehooid* en daarna wordt nagenoeg altijd met jongvee nageweid. De *bemesting* geschiedt gewoonlijk slechts éénmaal in de twee jaren en wel met stalmest, al of niet met slootaarde (veen en zand) gemengd.

Bij de monsterneming voor botanisch onderzoek op 23 Juni 1932 was het gras *stengelig* en bezat het weinig bladmassa. Het was niet erg welig en *niet malsch*. Van de beide soorten, die de hoofdmassa van het bestand uitmaakten, verkeerde *lolium* perenne in een stadium, even vóór den bloei, terwijl *poa trivialis* reeds rijp zaad had met afrijpend stroo.

Het gras werd op 23 Juni bij koel, winderig weder gemaaid. *Gedurende het hooien* was het *sterk drogend, mooi weder*. Op 25 Juni is het hooi uitgeschud en reeds op 27 Juni werd het binnengehaald.

Slechts *in het midden* van den berg, waar *eenige broei* had plaats gehad, was het hooi lichtbruin van kleur. Overigens had het de groene kleur in hooge mate behouden. In het midden bezat het een lichten broeigeur, aan den kant was de geur neutraal. Het materiaal was grof, hard en stengelig en iets stoffig. Op 23 Februari 1933 kwam het uit den berg tevoorschijn.

*Het hooi, dat te Hoorn werd ontvangen* (14 Maart 1933), was tamelijk grof en had weinig of niet gebroeid. Voorts was het niet stoffig of schimmelig en het rook frisch.

8. **Hooi (Drente)**, afkomstig van een perceel van K. DOUWSMA te **Norg**.

Het perceel bestaat uit **bezand veen**. Het zand bevat hier en daar plekken met een oppervlakte van 0,1 tot 1 m<sup>2</sup>, die bestaan uit *taai, blauw leem*, dat bij droogte zeer hard wordt en een opvallend slechter grasbestand draagt. De



ontwatering van het weiland, dat 26 jaar oud is, kan goed genoemd worden. In het proefjaar 1932 was de *bemesting* als volgt: vroeg in het voorjaar werd stalmest gegeven, benevens 600 kg kalizout (20 %) en 600 kg Thomasslakken-meel, terwijl op 15 Mei nog 100 kg zwavelzure ammoniak werd aangewend.

Bij de monsterneming voor botanisch onderzoek op 20 Juni voelde het gras fluweelachtig zacht aan en was het tamelijk welig, *grofstengelig* en buigzaam. Verder was het aan den voet over een lengte van eenige cm vuil-wit door lichtgebrek. *Ongeveer 60 % verkeerde in bloei.*

Het gras is op 18 Juni gemaaid. De eerste paar dagen was het weder koel en de lucht bewolkt; daarna is het *mooi droog weer* geworden, waardoor het hooi slechts kort op het land is geweest. Het werd buiten in een berg op een laag oud stroo opgetast en van boven afgedekt, eveneens met een laag stroo.

Het hooi, dat op 1 Mei 1933 bemonsterd werd, bezat een frisschen hooigeur en een geelbruine kleur; het had dus *weinig of niet gebroeid*. Het was buigzaam, fluweelachtig zacht en grofstengelig. Van onderen was het een weinig muf; van boven was het niet ingeregend en aan den buitenkant was het over een dikte van slechts enkele cm rot, stoffig en schimmelig.

*Het hooi, dat te Hoorn werd ontvangen* (6 Mei 1933), was tamelijk grof en had weinig of niet gebroeid; ook was het niet stoffig of schimmelig.

9. **Kamperhooi (koehooi, Overijsel)**, afkomstig van een perceel van R. STEENBEEK op het **Kampereiland**.

Het perceel bestaat uit **zware klei**. De waterstand varieert van ongeveer 50 tot 100 cm beneden het maaiveld en de afwatering is goed geregeld. Vóór de afsluiting van de Zuiderzee werd het Kampereiland ongeveer éénmaal in de 5 à 6 jaar door zeewater overstroomd. Het observatieveld ontvangt *éénmaal in de 4 jaren 30 000 kg stalmest*; in het proefjaar 1932 verkeerde het in het vierde jaar. Het land wordt *telkenjare gehooïd*.

Bij de monsterneming voor botanisch onderzoek op 10 Juni bevatte het bestand *weinig ondergras*. Het was *stengelig, doch zacht aanvoelend* en voorts niet welig en niet gelegerd.

Op 10 Juni werd gemaaid en later op dezen dag werd het gras nog gekeerd. Daarna werd bij *schitterend droog weer* niet vóór 16 Juni in het hooi gewerkt. Op dien dag werd het in hoopen gezet en den volgende dag (17 Juni) ingehaald.

Het hooi, dat geen regen heeft gehad, *broeide weinig*. Op 27 April 1933 werd een monster genomen met behulp van een hooiboor. Dit monster bezat een aangename, vrij sterke kruidengeur. De kleur was donkergroen tot bruin (deze bruine kleur was echter niet van broei afkomstig), terwijl stoffigheid en schimmeligheid niet werden waargenomen. Voorts was het materiaal tamelijk grofstengelig, doch zacht aanvoelend en buigzaam.

*Het hooi, dat te Hoorn werd ontvangen* (8 Mei 1933), was niet grof, maar toch ook niet fijn. Het had licht gebroeid en bezat een heerlijken geur; toch was de kleur eigenlijk niet bruin.

### Botanische samenstelling

In tabel 1 is de botanische samenstelling van het gras der negen perceelen opgenomen. Ook de thans volgende gegevens zijn ontleend aan de verslagen van Ir. KOENRAADT.

*Perceel 1 (Maashooi, Limburg, Ool).* Het gewas bevatte zeer veel lange hooigrassen, zooals: *avena flavescens*, *poa trivialis*, *bromus mollis*, *arrhenatherum elatius*, *dactylis glomerata* en *triticum repens*. Wat deze grassen betrof, was het hooi tamelijk rijp tot doodrijp. Opvallend was het hooge percentage aan kruiden.

*Perceel 2 (Beemster).* Het gehalte aan *lolium perenne* en *poa trivialis* was zeer hoog, hetgeen als regel op alle goede weilanden het geval is. Opmerkelijk was het betrekkelijk hooge gehalte aan *festuca pratensis*, terwijl ook *agrostis alba et vulgaris* en *hordeum secalinum* in ruime mate aanwezig waren. Bij het bovengras was door geen enkele soort het bloeistadium bereikt.

*Perceel 3 (Limburg, Ell).* Ook bij dit perceel was het gehalte aan *poa trivialis* zeer hoog, terwijl *lolium perenne* in ruime mate aanwezig was. Naast deze goede grassen was er echter ook een hoog gehalte aan *holcus lanatus* en bovendien was er vrij veel *anthoxanthum odoratum*. Het maaïen geschiedde nog even vóór den bloei der grassen.

*Perceel 4 (Z. Holland, Bodegraven).* Naast betrekkelijk weinig *poa trivialis* en *lolium perenne*, bevatte het gras veel *holcus lanatus* en *agrostis alba*. Van *poa trivialis* was het stroo rijp en het zaad veelal uitgevallen; *holcus lanatus* was bijna geheel uitgebloeid en had rijpend stroo; *lolium perenne* had melkrijp zaad, terwijl de laat bloeiende *agrostis alba* in vollen bloei stond.

*Perceel 5 (Limburg, Bocholtz).* Het gehalte aan *lolium perenne* was uitermate hoog. *Lolium perenne*, *agrostis alba* en *poa trivialis*, onze meest bekende en beste weidegrassen, namen samen niet minder dan 81,9 % van het totaal in. Van deze grassoorten was *poa trivialis* uitgebloeid, *lolium perenne* bloeiend, terwijl bij *agrostis alba* nog geen bloeiwijzen werden gevonden.

*Perceel 6 (Friesland, Wijtgaard).* Het gehalte aan *poa trivialis* was zeer hoog, terwijl ook *lolium perenne* in ruime mate aanwezig was, evenals *agrostis alba*, *hordeum secalinum*, *festuca pratensis* en *festuca rubra*. Nagenoeg geen van deze grassen vertoonde bloeiwijzen; slechts van *poa trivialis* werd hier en daar langs de greppels een enkele bloeiwijze gevonden.

*Perceel 7 (Utrecht, Zegveld).* De gehalten aan *lolium perenne* en *poa trivialis* waren zeer hoog, terwijl *alopecurus geniculatus* in ruime mate aan-

TABEL 1 *Botanische samenstelling (%)*

| Grassoorten                         | Maashooi,<br>Limburg,<br>Ool | Beemster-<br>hooi,<br>N. Holland | Hooi,<br>Limburg,<br>Ell | Hooi,<br>Z. Holland,<br>Bodegraven | Hooi,<br>Limburg,<br>Bocholtz | Hooi,<br>Friesland,<br>Wijngaard | Hooi,<br>Utrecht,<br>Zegveld | Hooi,<br>Drente,<br>Norg | Kamper-<br>hooi,<br>Overijssel |
|-------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <i>Agrostis alba</i> (et vulgaris). | 1,7                          | 9,6                              | 1,8                      | 16,8                               | 11,8                          | 7,0                              | 2,1                          | 10,5                     | 4,0                            |
| " <i>canina</i> .                   | —                            | —                                | —                        | —                                  | —                             | —                                | —                            | —                        | 2,0                            |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i>        | 1,3                          | 1,0                              | 7,8                      | 4,4                                | 2,9                           | 2,5                              | 0,1                          | 3,5                      | 5,3                            |
| <i>Festuca arundinacea</i>          | —                            | —                                | —                        | 2,9                                | —                             | —                                | —                            | —                        | —                              |
| " <i>pratensis</i>                  | 1,1                          | 11,4                             | 1,8                      | 4,7                                | 0,4                           | 8,4                              | 0,2                          | 1,1                      | 6,1                            |
| " <i>rubra</i>                      | 4,2                          | —                                | 5,2                      | 2,4                                | 2,2                           | 9,1                              | —                            | 9,2                      | 1,8                            |
| <i>Holcus lanatus</i>               | 0,2                          | 1,2                              | 18,4                     | 26,6                               | 2,7                           | 2,5                              | 2,6                          | 40,9                     | 0,6                            |
| <i>Lolium perenne</i>               | 8,3                          | 31,5                             | 11,2                     | 8,9                                | 52,2                          | 14,2                             | 34,9                         | 6,7                      | 24,6                           |
| <i>Poa pratensis</i>                | —                            | 1,1                              | 4,8                      | 0,3                                | 0,2                           | 2,0                              | —                            | 7,2                      | 3,9                            |
| " <i>trivialis</i>                  | 7,0                          | 27,0                             | 36,6                     | 15,0                               | 17,9                          | 26,2                             | 29,5                         | 10,2                     | 10,3                           |
| <i>Alopecurus pratensis</i>         | —                            | —                                | 0,2                      | —                                  | —                             | 0,3                              | —                            | 3,5                      | —                              |
| " <i>geniculatus</i>                | —                            | —                                | —                        | —                                  | —                             | —                                | 7,6                          | 0,8                      | 4,6                            |
| <i>Arrhenatherum elatius</i>        | 12,0                         | —                                | —                        | —                                  | —                             | —                                | —                            | —                        | —                              |
| <i>Avena flavescens</i>             | 13,2                         | —                                | —                        | —                                  | 0,5                           | —                                | —                            | 0,4                      | —                              |
| <i>Bromus mollis</i>                | 0,6                          | —                                | 2,4                      | 0,6                                | 0,2                           | 4,2                              | 4,1                          | —                        | 4,1                            |
| <i>Cynosurus cristatus</i>          | 0,4                          | 1,9                              | —                        | 5,7                                | 1,2                           | 2,4                              | —                            | 3,2                      | —                              |
| <i>Dactylis glomerata</i>           | 7,7                          | —                                | 2,2                      | —                                  | 0,2                           | —                                | —                            | 0,9                      | —                              |
| <i>Hordeum secalinum</i>            | —                            | 8,0                              | —                        | —                                  | —                             | 7,5                              | 1,4                          | —                        | 14,2                           |
| <i>Phleum pratense</i>              | 3,4                          | —                                | —                        | —                                  | —                             | 1,2                              | —                            | —                        | —                              |
| <i>Aira caespitosa</i>              | —                            | —                                | —                        | —                                  | —                             | —                                | 0,2                          | —                        | —                              |
| <i>Glyceria aquatica</i>            | —                            | —                                | —                        | —                                  | 0,2                           | 0,1                              | 3,4                          | —                        | —                              |
| " <i>fluitans</i>                   | —                            | —                                | —                        | 1,1                                | —                             | —                                | —                            | —                        | —                              |
| <i>Triticum repens</i>              | 12,6                         | —                                | —                        | —                                  | —                             | —                                | —                            | —                        | —                              |
| <i>Phragmites communis</i>          | —                            | —                                | —                        | —                                  | —                             | —                                | —                            | —                        | 0,3                            |
| <i>Juncus</i>                       | —                            | —                                | —                        | —                                  | —                             | —                                | —                            | —                        | 0,1                            |
| <i>Scirpus</i>                      | —                            | —                                | —                        | —                                  | —                             | —                                | —                            | —                        | 0,3                            |
| <i>Carex</i>                        | —                            | —                                | —                        | 0,4                                | —                             | 0,4                              | —                            | —                        | 3,1                            |
| <i>Trifolium pratense</i>           | 4,1                          | —                                | —                        | 0,2                                | 1,0                           | —                                | —                            | —                        | —                              |
| " <i>repens</i>                     | 0,6                          | 4,3                              | 2,1                      | —                                  | 2,4                           | 2,9                              | 0,8                          | 0,4                      | 0,7                            |
| <i>Kruiden</i>                      | 21,0                         | 2,7                              | 4,6                      | 7,2                                | 2,8                           | 7,9                              | 12,8                         | 1,4                      | 13,7                           |
| Ondetermineerbaar                   | 0,6                          | 0,3                              | 0,9                      | 2,8                                | 1,1                           | 1,1                              | 0,2                          | —                        | 0,2                            |



wezig was. Opmerkelijk was het hooge gehalte aan kruiden. Van de hier genoemde grassen verkeerde *lolium perenne* in een stadium, even vóór den bloei, terwijl *poa trivialis* reeds rijp zaad en afrijpend stroo bezat.

*Perceel 8 (Drente, Norg).* Naast betrekkelijk zeer weinig *lolium perenne* en *poa trivialis*, bevatte het gewas zeer veel *holcus lanatus*. Verder kwamen nog *agrostis alba* en *festuca rubra* in ruime mate voor, terwijl ook *poa pratensis* in een opmerkelijk hoog percentage aanwezig was. Van deze grassen was *holcus lanatus* bloeiend, evenals *poa trivialis* en *poa pratensis*; *lolium perenne* was even vóór het bloeistadium, terwijl *agrostis alba* en *festuca rubra* nog geen bloeiwijzen vertoonden.

*Perceel 9 (Kampereiland).* Het gehalte aan *lolium perenne* was hoog, terwijl *poa trivialis* in ruime mate aanwezig was. Opmerkelijk waren het hooge gehalte aan *hordeum secalinum* en dat aan kruiden, alsmede het betrekkelijk hooge *carex*-percentage. Verder kwamen nog *festuca pratensis* en *anthoxanthum odoratum* in opmerkelijke hoeveelheden voor. Van deze grassen was *poa trivialis* kort vóór het bloeistadium, terwijl bij *lolium perenne* en *festuca pratensis* de bloeiwijzen althans waren verschenen.

### Chemische samenstelling

De hiervóór omschreven hooisoorten werden op vier na door IR. KOENRAADT ter plaatse bemonsterd, welke monsters aan het Rijkslandbouwproefstation voor Veevoederonderzoek te Wageningen werden geanalyseerd.

Voorts werden flinke hoeveelheden dezer negen hooisoorten, meestal tot balen geperst, naar Hoorn gezonden, alwaar de in de hoofdperioden door de proefdieren na hakselen en zeven te gebruiken porties (het grove en het middelfijne haksel) opnieuw werden bemonsterd, welke monsters aan de physiologische afdeeling werden geanalyseerd; zooals gezegd namen wij van elke hooisoort te Hoorn (slechts één geval uitgezonderd) meerdere monsters, zoowel van het grove als van het middelfijne materiaal.

In tabel 2 zijn de analysecijfers (% in de droge stof) uit Wageningen en die uit Hoorn naast elkaar geplaatst. Van de laatste waren ten behoeve van deze tabel voor elke hooisoort de gemiddelden berekend om het overzicht te vergemakkelijken. Van de vier hooisoorten, welke door IR. KOENRAADT niét waren bemonsterd, was van Hoorn uit een afzonderlijk monster van de *geheele* hoeveelheid (dus het fijne zeefsel inbegrepen) naar Wageningen gezonden; in de tabel zijn deze monsters met een ster (\*) gemerkt.

Volledigheidshalve zijn ook nog de analysecijfers opgenomen van het gras, waaruit het hooi was bereid; de desbetreffende monsters waren eveneens door IR. KOENRAADT genomen en te Wageningen onderzocht.



In de tabel zijn de te Hoorn bepaalde analysecijfers vet gedrukt, omdat zij betrekking hebben op de porties hooi, welke voor de verteringsproeven zijn gebruikt, zoodat wij nog herhaaldelijk daarnaar moeten verwijzen.

Vergelijken wij nu onze analysecijfers met die uit Wageningen, dan blijken er natuurlijk zekere verschillen te bestaan; echter kan men zeggen, dat de te Hoorn onderzochte porties, niettegenstaande het fijne zeefsel door ons was verwaarloosd, in chemisch opzicht een goede overeenstemming met het te Wageningen onderzochte materiaal vertoonen.

Bezien wij de *Hoornsche analyses* nader, dan moet allereerst worden opgemerkt, dat aan de cijfers voor droge-stof-gehalte, die om en bij 86 lagen, weinig waarde mag worden gehecht, omdat het hooi tijdens de bemonstering den hooiberg reeds geruimen tijd had verlaten.

Van de droge-stof-bestanddeelen zijn voor ons doel allereerst het gehalte aan *eiwitachtige stof* en dat aan *ruwe celstof* van belang, omdat deze bestanddeelen nauw met de qualiteit van het hooi samenhangen. Veelal worden de hooisoorten zelfs naar haar gehalte aan eiwitachtige stof ingedeeld; verderop zullen wij echter zien, dat het beter is om rekening te houden met beide, dus zoowel met eiwit als met celstof.

De schommelingen van beide bestanddeelen waren kleiner dan uit het aspect der hooisoorten, dat wisselde van fijn tot grof, was verwacht; de eiwitgehalten lagen namelijk tusschen 7,8 en 12,1 %, de ruwe-celstof-gehalten tusschen 30,6 en 36,4 %.

Om duidelijk te laten uitkomen, welke plaats de te Hoorn onderzochte hooisoorten tusschen de 57 te Wageningen onderzochte monsters van het geheele hooionderzoek innamen, werd de samenstelling der *organische stof* nader in oogenschouw genomen. Hiervoor werden in fig. 2 op de horizontale as de gehalten aan eiwitachtige stof, op de verticale as de ruwe-celstof-gehalten der organische stof van al de te Wageningen en Hoorn onderzochte monsters uitgezet; elk der te Wageningen onderzochte monsters is vertegenwoordigd door een nul, elk der te Hoorn onderzochte porties door een punt.

Allereerst valt op, dat er geen nauw verband bestaat tusschen eiwitachtige stof en ruwe celstof, in tegenstelling met hetgeen men wellicht zou verwachten. Bij berekening bleek de correlatiecoëfficiënt bij de 57 monsters slechts — 0,24 te bedragen. Dergelijke uitkomsten vonden wij eveneens bij onze becijferingen met getallenmateriaal van buitenlandschen oorsprong; de correlatiecoëfficiënten daarvan bedroegen in de volgorde van de later toe te lichten tabel 8 (N°. 2, 3, 4, 5 en 6): — 0,25, — 0,62, — 0,31, — 0,64 en + 0,18 <sup>1</sup>). Bij gelijk



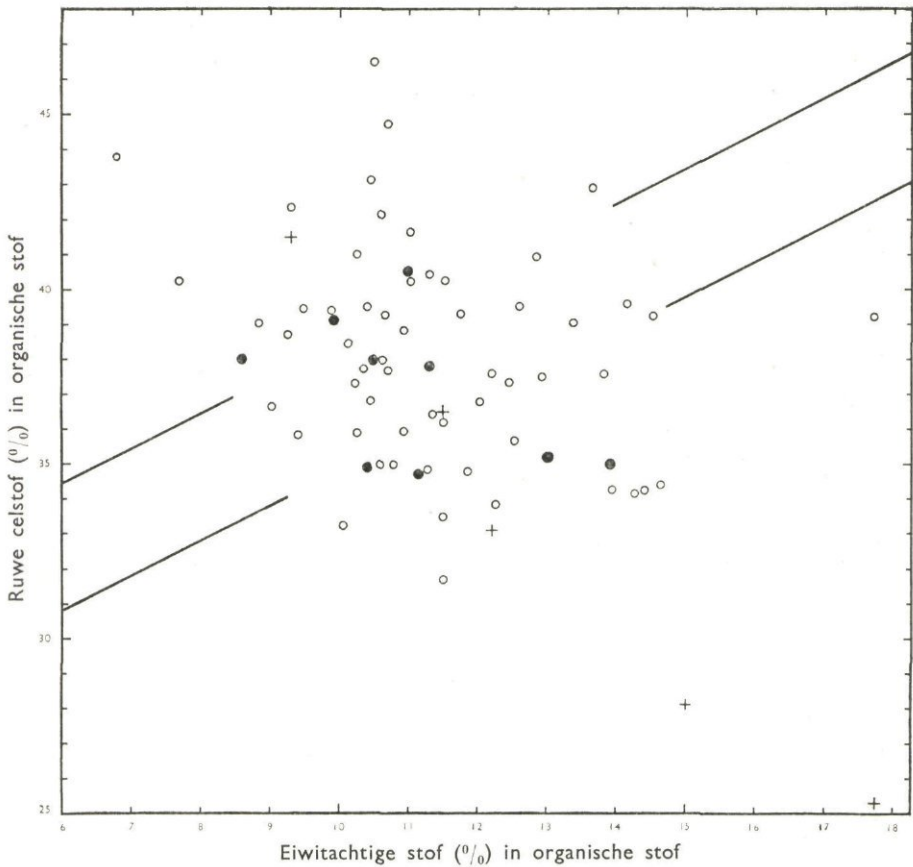


Fig. 2

*Samenhang tusschen eiwitachtige stof (horizontale as) en ruwe celstof (verticale as) in de organische stof van Nederlandsche hooisoorten*

De voor de verterings- en stofwisselingsproeven benutte hooisoorten zijn weergegeven door punten. Deze liggen vrij regelmatig verspreid tusschen de nullen, vertegenwoordigende de andere, niet op verteerbaarheid onderzochte Nederlandsche hooimonsters.

Voorts kan uit de figuur blijken, dat er geen nauwe correlatie tusschen eiwitachtige stof en ruwe celstof bestaat. Bij eenzelfde gehalte aan eiwitachtige stof komen nl. nog groote schommelingen van het ruwe-celstof-gehalte voor en bij eenzelfde celstofgehalte nog groote schommelingen van de eiwitachtige stof.

eiwitgehalte kan het ruwe-celstof-gehalte dus nog wel sterk verschillend zijn en bijgevolg ook de voederwaarde. Wij hebben ons ervan overtuigd, dat de geringe correlatie bij de Nederlandsche monsters niet veroorzaakt wordt door een wisselend gehalte aan leguminosen.

<sup>1)</sup> Men hechte aan de getallenwaarde dezer correlatiecoëfficiënten geen al te groote beteekenis; hun absolute waarde wordt namelijk in het algemeen groter, naarmate de fijnheid der onderzochte monsters meer uiteenloopt.

Om met beide (eiwit en celstof) beter rekening te kunnen houden, werden de 57 monsters in drie, even groote groepen verdeeld, als in de figuur door (onderbroken) lijnen is aangegeven, d. w. z. één groep met hoog eiwitgehalte en laag ruwe-celstof-gehalte, één groep met laag eiwitgehalte en hoog celstof-gehalte en ten slotte nog een tusschengroep.

De stand der bedoelde lijnen is zoodanig, dat met 1 % eiwit in de organische stof even veel rekening werd gehouden als met 1 % ruwe celstof. Dit is niet geheel willekeurig; uit desbetreffende berekeningen, welke wij hier niet zullen vermelden, meenen wij nl. te mogen besluiten, dat bij normale prijsverhoudingen van zetmeelwaarde en eiwit de geldswaarde van het hooi door 1 % *eiwit* méér, ongeveer even veel wordt verhoogd, als zij daalt door 1 % *ruwe celstof* meer. Langs de geteekende lijnen verandert de geldswaarde dus weinig of niet, loodrecht daarop echter wél; rechts onder vindt men nl. de beste hooisoorten, links boven de slechtste.

Blijkens de figuur lagen de te Hoorn onderzochte hooimonsters, geoordeeld naar de samenstelling der organische stof, vrij regelmatig over de verschillende Nederlandsche hooiqualiteiten verspreid. De gunstigste plaats hadden het Beemsterhooi en het hooi uit Friesland; onder de 57 monsters, vertegenwoordigd door de nullen, waren er blijkbaar slechts enkele, wier organische stof een nog gunstiger samenstelling vertoonde. Na de genoemde twee hooisoorten volgden (meer naar links) het hooi uit Utrecht (Zegveld) en het Kamperhooi; ook deze stonden nog boven het gemiddelde. De vijf overige hooisoorten, nl. die uit Z. Holland (Bodegraven), Drente (Norg) en Limburg (Maashooi, Ell en Bocholtz) vormden een derde groep en wel met een kwaliteit, welke *slechter* was dan het gemiddelde. Toch behoorden zij nog niet tot onze allerslechtste hooisoorten, aangezien ettelijke der 57 monsters, blijkens de verspreiding der nullen, een nog aanmerkelijk ongunstiger samenstelling bezaten.

Ondanks dit laatste kon de overeenstemming bij de Wageningsche en Hoornsche monsters tusschen de gemiddelde gehalten aan eiwitachtige stof en ruwe celstof in de organische stof, goed genoemd worden; bij de 57 te Wageningen onderzochte monsters vond men achtereenvolgens 11,4 en 38,1 %, bij de negen te Hoorn onderzochte porties was het 11,1 en 37,0 %.

Wij keeren terug naar de samenstelling der droge stof. Van de overige chemische bestanddeelen in de negen op verteerbaarheid onderzochte monsters zij vermeld, dat bij het *werkelijk eiwit* de verschillen slechts gering waren (gehalte 7,6 à 8,9 %); in één geval (N°. 1, Maashooi) bedroeg het gehalte slechts 6,5 %.

Grooter waren de schommelingen bij de *minerale bestanddeelen*. Het hoogste percentage (12,4 %) werd gevonden bij N°. 2 (Beemsterhooi), dan volgde

N°. 6 (Friesland) met 11,1 %, terwijl bij de overige soorten tusschen 7 en 10 % werd gevonden. De hoogste aschgehalten werden dus aangetroffen bij diè soorten, welke wij reeds thans als de beste kunnen beschouwen. In verband met de niet onaanzienlijke schommelingen in de aschgehalten zullen wij in deze verhandeling veelal de organische stof in plaats van de droge stof in onze beschouwingen betrekken, zooals ook reeds in fig. 2 is geschied.

De  $\text{CaO}$ -gehalten lagen in zes gevallen tusschen 0,8 en 0,9 %; slechts in drie gevallen was het lager, het laagst in hooi N°. 8 (Drente), waar het slechts 0,54 % bedroeg.

De  $\text{P}_2\text{O}_5$ -gehalten schommelden méér. De laagste gehalten troffen wij aan in N°. 1 (Maashooi; 0,58 %) en N°. 9 (Kamperhooi; 0,56 %).

#### IV. VERTEERBAARHEID EN VOEDERWAARDE VAN NEDERLANDSCHE HOOISOORTEN

Omtrent de *techniek der verteerbaarheidsbepalingen* zijn hiervóór reeds eenige algemeenheden gezegd. Ook hier zullen wij, wat deze techniek betreft, niet in bijzonderheden treden, maar de uitkomsten zonder meer mededeelen. Slechts aan één voorbeeld wordt de wijze, waarop deze uitkomsten zijn verkregen, nader gedemonstreerd en wel door tabel 3 en tabel 4. In de eerstgenoemde tabel vindt men de analyses van het hooi, van de niet gegeten hooirest en van den mest, terwijl in de laatstgenoemde tabel kan worden nageslagen, op welke wijze de verteringscoëfficiënten werden berekend.

TABEL 3

*V4 W ; samenstelling der droge stof van voeder en mest (%)*

|                         |          | Droge<br>stof | Eiwit-<br>acht.<br>stof | Vet- +<br>zetmeel-<br>acht.<br>stof | Ruwe<br>celstof | Minerale<br>bestand-<br>deelen | Werke-<br>lijk<br>eiwit |
|-------------------------|----------|---------------|-------------------------|-------------------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------|
| Hooi, grof gedeelte . . | N°. 635  | 86,22         | 12,08                   | 44,78                               | 30,87           | 12,28                          | 8,80                    |
| Hooi, middelfijn ged. . | N°. 636  | 87,02         | 11,35                   | 45,95                               | 31,32           | 11,38                          | 8,32                    |
| Hooirest . . . . .      | N°. 648  | 83,22         | 11,57                   | 35,32                               | 21,91           | 31,20                          | 8,99                    |
| Mest. . . . .           | N°. 646a | 13,38         | 16,09                   | 39,85                               | 24,81           | 19,25                          | 13,38                   |



TABEL 4

## V4 W; berekening der verteringscoëfficiënten

|                        | Ongedroogd<br>materiaal<br>(kg) per dag | Droge stof<br>(%) | Droge stof<br>(kg) | Organische<br>stof (kg) | Eiwitacht.<br>stof (kg) | Vet- +<br>zetmeelacht.<br>stof (kg) | Ruwe<br>celstof (kg) | Minerale<br>bestand-<br>deelen (kg) | Werkelijk<br>eiwit (kg) |
|------------------------|-----------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Grof hooi, 635 . . .   | 8,82                                    | 86,22             | 7,605              |                         | 0,9187                  | 3,4055                              | 2,3477               | 0,9339                              | 0,6692                  |
| Middelfijn hooi, 636   | 1,18                                    | 87,02             | 1,027              |                         | 0,1166                  | 0,4719                              | 0,3217               | 0,1169                              | 0,0854                  |
|                        |                                         |                   | 8,632              |                         | 1,0353                  | 3,8774                              | 2,6694               | 1,0508                              | 0,7546                  |
| Voederrest, 648 . .    | 0,074                                   | 83,22             | 0,062              |                         | 0,0072                  | 0,0219                              | 0,0136               | 0,0193                              | 0,0056                  |
| In voedsel . . . . .   |                                         |                   | 8,570              | 7,538                   | 1,0281                  | 3,8555                              | 2,6558               | 1,0315                              | 0,7490                  |
| In mest, 646a . . .    | 22,534                                  | 13,38             | 3,015              | 2,435                   | 0,4851                  | 1,2015                              | 0,7480               | 0,5804                              | 0,4034                  |
| Verteerd . . . . .     |                                         |                   | 5,555              | 5,104                   | 0,5430                  | 2,6540                              | 1,9078               | 0,4511                              | 0,3456                  |
| Verteringscoëfficiënt. |                                         |                   | 64,8               | 67,7                    | 52,8                    | 68,8                                | 71,8                 | 43,7                                | 46,1                    |

In tabel 5 nu is een *overzicht* gegeven van al de verkregen verteringscoëfficiënten.

TABEL 5

## Verteringscoëfficiënten

| Hooisoorten                   | Verterings-<br>proef | Stier                             | Droge stof                   | Organische<br>stof           | Eiwitacht.<br>stof           | Vet- +<br>zetmeelacht.<br>stof | Ruwe<br>celstof              | Minerale<br>bestand-<br>deelen | Werkelijk<br>eiwit           |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 1. Maashooi,<br>Limburg, Ool  | V 3                  | W<br>Jp<br>Jb<br><b>Gemiddeld</b> | 57,8<br>57,7<br>56,1<br>57,2 | 60,4<br>59,9<br>59,2<br>59,8 | 47,9<br>48,6<br>45,6<br>47,4 | 66,9<br>65,3<br>68,0<br>66,7   | 53,9<br>55,0<br>49,4<br>52,8 | 30,7<br>37,0<br>24,1<br>30,6   | 43,2<br>44,3<br>42,2<br>43,2 |
| 2. Beemsterhooi,<br>N.Holland | V 4                  | W<br>Jp<br>Jb<br><b>Gemiddeld</b> | 64,8<br>63,7<br>63,5<br>64,0 | 67,7<br>65,5<br>65,7<br>66,3 | 52,8<br>55,8<br>55,4<br>54,7 | 68,8<br>64,8<br>65,6<br>66,4   | 71,8<br>70,6<br>69,8<br>70,7 | 43,7<br>51,3<br>46,9<br>47,3   | 46,1<br>48,8<br>48,4<br>47,8 |
| 3. Limburg, Ell               | V 5                  | W<br>Jp<br>Jb<br><b>Gemiddeld</b> | 57,8<br>59,3<br>57,5<br>58,2 | 59,0<br>60,4<br>58,6<br>59,3 | 51,4<br>53,5<br>52,6<br>52,5 | 60,1<br>62,8<br>58,5<br>60,5   | 59,6<br>59,1<br>60,3<br>59,7 | 45,4<br>46,8<br>45,3<br>45,8   | 47,5<br>51,5<br>50,3<br>49,8 |
| 4. Z.Holland,<br>Bodegraven   | V 8                  | Jp<br>Jb<br><b>Gemiddeld</b>      | 56,5<br>55,5<br>56,0         | 58,1<br>56,8<br>57,4         | 47,0<br>48,1<br>47,6         | 58,3<br>56,4<br>57,4           | 61,1<br>59,9<br>60,5         | 38,0<br>41,8<br>39,9           | 43,6<br>44,5<br>44,0         |

| Hooisoorten                  | Verterings-<br>proef | Stier | Droge stof | Organische<br>stof | Eiwitacht.<br>stof | Vet- +<br>zetmeelacht.<br>stof | Ruwe<br>celstof | Minerale<br>bestand-<br>deelen | Werkelijk<br>eiwit |
|------------------------------|----------------------|-------|------------|--------------------|--------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------|
| 5. Limburg,<br>Bocholtz      | V 10 H 1             | Jp    | 58,3       | 59,1               | 47,5               | 60,1                           | 61,0            | 51,6                           | 42,3               |
|                              |                      | Jb    | 59,4       | 60,4               | 50,4               | 63,3                           | 59,6            | 50,6                           | 46,1               |
|                              | H 2                  | Jp    | 58,2       | 58,8               | 45,6               | 59,6                           | 61,5            | 52,5                           | 41,3               |
|                              |                      | Jb    | 59,7       | 60,6               | 52,3               | 60,6                           | 63,0            | 51,5                           | 47,9               |
|                              | Gemiddeld            |       | 58,9       | 59,8               | 49,0               | 60,9                           | 61,2            | 51,6                           | 44,4               |
| 6. Friesland,<br>Wijtgaard   | V 11 H 1             | Jp    | 61,0       | 63,6               | 49,2               | 64,1                           | 68,2            | 38,0                           | 45,5               |
|                              |                      | Jb    | 64,0       | 67,0               | 54,6               | 68,0                           | 70,1            | 39,5                           | 51,6               |
|                              | H 2                  | Jp    | 62,0       | 64,5               | 52,4               | 64,7                           | 68,7            | 41,2                           | 45,3               |
|                              |                      | Jb    | 63,0       | 65,7               | 54,5               | 65,7                           | 70,1            | 40,7                           | 47,9               |
|                              | Gemiddeld            |       | 62,5       | 65,2               | 52,6               | 65,6                           | 69,3            | 39,9                           | 47,6               |
| 7. Utrecht, Zegveld          | V 12                 | Jp    | 61,2       | 62,5               | 49,8               | 64,8                           | 62,7            | 46,8                           | 45,3               |
|                              |                      | Jb    | 62,1       | 63,6               | 51,6               | 65,9                           | 63,7            | 45,3                           | 47,7               |
|                              |                      | H     | 59,7       | 61,1               | 44,6               | 65,0                           | 60,0            | 43,9                           | 40,5               |
|                              | Gemiddeld            |       | 61,0       | 62,4               | 48,7               | 65,2                           | 62,1            | 45,3                           | 44,5               |
| 8. Drente, Norg              | V 13                 | Jp    | 58,6       | 59,2               | 47,4               | 56,9                           | 65,3            | 50,3                           | 43,9               |
|                              |                      | Jb    | 58,7       | 59,5               | 49,4               | 57,1                           | 65,1            | 48,6                           | 47,0               |
|                              |                      | H     | 56,4       | 57,4               | 43,7               | 55,2                           | 63,6            | 43,7                           | 37,8               |
|                              | Gemiddeld            |       | 57,9       | 58,7               | 46,8               | 56,4                           | 64,7            | 47,5                           | 42,9               |
| 9. Kamperhooi,<br>Overijssel | V 14                 | Jp    | 61,7       | 63,4               | 53,8               | 66,0                           | 62,6            | 43,8                           | 47,7               |
|                              |                      | Jb    | 61,7       | 63,3               | 56,0               | 64,8                           | 63,4            | 44,6                           | 50,7               |
|                              |                      | H     | 60,3       | 62,0               | 52,2               | 64,3                           | 61,4            | 43,5                           | 46,1               |
|                              | Gemiddeld            |       | 61,2       | 62,9               | 54,0               | 65,0                           | 62,5            | 44,0                           | 48,2               |

Bezien wij deze tabel nader, dan blijken de *individuele verschillen* tusschen de stieren in het algemeen niet groot te zijn. Alleen bij het eiwit traden soms iets grootere verschillen op; zoo waren van V 10 af de verteringscoëfficiënten van de eiwitachtige stof en het werkelijk eiwit bij den stier Jb regelmatig iets hooger dan bij den stier Jp, terwijl die bij den stier H steeds iets lager waren dan bij de twee andere dieren.

Wanneer wij de gemiddelde verteringscoëfficiënten, die wij bij de afzonderlijke hooisoorten verkregen hebben, met elkaar vergelijken, dan blijken de verschillen ook hier over het algemeen betrekkelijk gering te zijn. Zoo varieëden de waarden voor de *eiwitachtige stof* slechts van 46,8 (hooi Drente, Norg) tot 54,7 (Beemsterhooi). Behalve bij het Beemsterhooi was ook bij het hooi uit Limburg (Ell) en Friesland (Wijtgaard), alsook bij het Kamperhooi, van de eiwitachtige stof meer dan 52 % verteerbaar. Bij de overige hooisoorten varieëden de waarden tusschen 46,8 en 49,0.

Een dergelijk beeld vertoonden de verteringscoëfficiënten van het *werkelijk*

*eiwit*. Voor de eerstgenoemde vier hooisoorten schommelden deze van 47,6 tot 49,8 en voor de overige vijf van 42,9 tot 44,5.

Wat de verteerbaarheid van de *vet- + zetmeelachtige stof* betreft, werden de hoogste waarden gevonden bij het Maashooi, het Beemsterhooi, het Kamperhooi en de hooisoorten uit Friesland (Wijtgaard) en Utrecht (Zegveld), nl. 65,0 à 66,7; hierop volgden de Limburgsche hooien (Ell en Bocholtz) met 60,5 en 60,9, terwijl de laagste waarden werden verkregen bij het hooi uit Z.Holland (Bodegraven) en Drente (Norg), nl. resp. 57,4 en 56,4.

Bij de *ruwe celstof* waren de verschillen veel grooter; maar dit werd vooral veroorzaakt door de bijzonder geringe verteerbaarheid van de ruwe celstof in het Maashooi. Wanneer wij deze hooisoort buiten beschouwing lieten, varieerden de waarden van 59,7 tot 70,7. De hoogste verteringscoëfficiënten werden gevonden bij het Beemsterhooi en het hooi uit Friesland (Wijtgaard), nl. resp. 70,7 en 69,3; de overige waarden varieerden van 59,7 tot 64,7.

Het beste inzicht in de verteerbaarheid van de verschillende hooisoorten verkrijgen wij, wanneer wij de verteringscoëfficiënten van de *organische stof* aan een nadere beschouwing onderwerpen. De hoogste waarden hiervoor werden verkregen bij het Beemsterhooi en het hooi uit Friesland (Wijtgaard), nl. resp. 66,3 en 65,2. Hierna volgden het Kamperhooi en het hooi uit Utrecht (Zegveld) met 62,9 en 62,4, dan de Limburgsche hooien (Maashooi, Bocholtz, Ell) met  $\pm$  59,5, vervolgens het hooi uit Drente (Norg) met 58,7, terwijl het hooi uit Z.Holland (Bodegraven) met 57,4 de rij sloot.

TABEL 6

*Voederwaarde van de hooisoorten*

|                                                    | 1                       | 2                         | 3              | 4                       | 5                   | 6                      | 7                  | 8              | 9                        |           |
|----------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------|-------------------------|---------------------|------------------------|--------------------|----------------|--------------------------|-----------|
|                                                    | Maashooi<br>Limburg Ool | Beemsterhooi<br>N.Holland | Limburg<br>Ell | Z.Holland<br>Bodegraven | Limburg<br>Bocholtz | Friesland<br>Wijtgaard | Utrecht<br>Zegveld | Drente<br>Norg | Kamperhooi<br>Overijssel | Gemiddeld |
| In de droge stof                                   |                         |                           |                |                         |                     |                        |                    |                |                          |           |
| Verteerb. organische stof (%)                      | 54,33                   | 58,05                     | 54,27          | 52,53                   | 53,88               | 57,95                  | 57,23              | 54,56          | 57,33                    | 55,57     |
| Verteerb. eiwitacht. stof (%)                      | 3,70                    | 6,64                      | 5,06           | 4,93                    | 4,87                | 6,07                   | 4,63               | 4,32           | 5,52                     | 5,08      |
| Verteerb. werkelijk eiwit (%)                      | 2,82                    | 4,27                      | 3,98           | 3,88                    | 3,56                | 4,20                   | 3,54               | 3,24           | 3,90                     | 3,71      |
| Zetmeelwaarde . . . . .                            | 34,07                   | 39,85                     | 33,85          | 32,25                   | 32,43               | 39,47                  | 38,42              | 33,17          | 38,60                    | 35,79     |
| In het ongedroogde materiaal (met 85 % droge stof) |                         |                           |                |                         |                     |                        |                    |                |                          |           |
| Verteerb. eiwitacht. stof (%)                      | 3,14                    | 5,64                      | 4,30           | 4,19                    | 4,14                | 5,16                   | 3,94               | 3,67           | 4,69                     | 4,32      |
| Verteerb. werkelijk eiwit (%)                      | 2,40                    | 3,63                      | 3,38           | 3,30                    | 3,03                | 3,57                   | 3,01               | 2,75           | 3,32                     | 3,15      |
| Zetmeelwaarde . . . . .                            | 29,0                    | 33,9                      | 28,8           | 27,4                    | 27,6                | 33,5                   | 32,7               | 28,2           | 32,8                     | 30,4      |



In tabel 6 zijn opgenomen de verteerbare organische stof, de verteerbare eiwitachtige stof en het verteerbaar werkelijk eiwit, benevens de zetmeelwaarde van de negen hooisoorten, alles berekend op de droge stof.

Bij vergelijking van de *verteerbare organische stof* van de verschillende hooisoorten krijgen wij ongeveer hetzelfde beeld als bij de verteringscoëfficiënten dezer organische stof; slechts zijn de verschillen iets kleiner geworden, doordat diè hooisoorten, welke de hoogste verteringscoëfficiënten van de organische stof hadden, tevens het hoogste gehalte aan minerale bestanddeelen en bijgevolg het laagste percentage aan organische stof bezaten.

Bij het eiwit daarentegen ging juist de beste verteerbaarheid samen met het hoogste eiwitgehalte, hetgeen tot gevolg had, dat tamelijk groote verschillen in verteerbare eiwitachtige stof en verteerbaar werkelijk eiwit werden gevonden. Zoo variëerden bij de *verteerbare eiwitachtige stof* de waarden van 3,70 tot 6,64 %. De hoogste percentages bezaten het Beemsterhooi en het hooi uit Friesland, nl. achtereenvolgens 6,64 en 6,07 %, terwijl ook het Kamperhooi met 5,52 % nog boven het gemiddelde lag. De laagste waarden werden gevonden bij het hooi uit Drente (Norg) en het Maashooi, nl. 4,32 en 3,70 %.

Een dergelijk beeld vertoonde het *verteerbaar werkelijk eiwit*, waarvan het gehalte bij de verschillende hooisoorten variëerde van 2,82 (Maashooi) tot 4,27 (Beemsterhooi).

De *zetmeelwaarde* van de verschillende hooisoorten werd door ons berekend volgens een methode, welke eenigszins van die van KELLNER afwijkt. In de eerste plaats werd de vetachtige stof niet bepaald, maar eenvoudig bij de zetmeelachtige stof geteld en in de tweede plaats werd bij de berekening gebruik gemaakt van de verteerbare eiwitachtige stof. Bij deze wijze van berekening verkrijgt men, althans voor hooi, uitkomsten, welke, zooals verderop zal blijken, slechts zeer weinig verschillen van die, welke volgens de conventionele becijfering zouden zijn verkregen.

De gevonden waarden schommelden tusschen 32,2 en 39,8. De hoogste cijfers werden weer gevonden voor het Beemsterhooi en het hooi uit Friesland, nl. resp. 39,8 en 39,5, terwijl het Kamperhooi met 38,6 en het hooi uit Utrecht (Zegveld) met 38,4 niet ver bij deze achterbleven. De zetmeelwaarden van de overige vijf hooisoorten verschilden onderling slechts weinig (32,2 tot 34,1).

Verder zijn in de tabel nog opgenomen de *verteerbare eiwitbestanddeelen* en de *zetmeelwaarde*, omgerekend op het ongedroogde materiaal met 85 % droge stof. Het gehalte aan *verteerbare eiwitachtige stof* variëerde van 3,14 tot 5,64 en de *zetmeelwaarde* van 27,4 tot 33,9.

Door een deskundige werd in Februari 1934 van de hooisoorten, die op dat tijdstip nog in voldoende voorraad aanwezig waren, de prijs geschat

als koehooi. Gesteld dat de prijs van het hooi uit Friesland (Wijtgaard), afgehaald van de boerderij, f 40.— per 1000 kg zou bedragen, dan zou het Kamperhooi, eveneens afgehaald, ongeveer f 36.— kosten, het hooi uit Utrecht (Zegveld) f 32.— en dat uit Limburg (Bocholtz) f 27.—. Deze prijzen variëerden aanzienlijk méér dan de zetmeelwaardecijfers, want deze bedroegen in het ongedroogde materiaal (85 % droge stof) achtereenvolgens 33,5, 32,8, 32,7 en 27,6; de gehalten aan verteerbare eiwitachtige stof waren: 5,16, 4,69, 3,94 en 4,14.

In het algemeen kunnen wij zeggen, dat wij de negen hooisoorten in twee groepen konden indeelen, een betere en een minder goede groep. De laatste werd gevormd door de vijf hooisoorten, afkomstig uit Drente (Norg), Z. Holland (Bodegraven) en Limburg (Ool, Ell en Bocholtz), die ongeveer op één lijn stonden. De vier overige vormden de groep der betere hooisoorten en verschilden evenmin belangrijk; toch moest van deze aan het Beemsterhooi en het hooi uit Friesland (Wijtgaard) onbetwist de voorrang worden toegekend.

De *grondsoort*, waarop deze laatste waren gegroeid, bestond in beide gevallen uit zeeklei. Van de twee andere betere hooisoorten was er één eveneens op zeeklei geteeld (Kamperhooi), de andere (Utrecht) op oude, zeer venige rivierklei. Daarentegen moesten de op zand of veen verbouwde (Limburg-Ell, Z. Holland en Drente) tot de groep der vijf minder goede soorten worden gerekend. Niettemin was de tegenstelling tusschen het hooi van klei en dat van andere gronden geenszins scherp, want tot dezelfde groep der minder goede hooisoorten moesten zeer zeker ook het hooi, afkomstig van de rivierklei te Ool en dat van de Limburgsche klei te Bocholtz worden geteld. Behalve de grondsoort kunnen blijkbaar ook andere factoren, zooals klimaat en wijze van hooibouw, van groote beteekenis voor de kwaliteit zijn, zooals trouwens wel bekend is.

De zooeven bedoelde *groepeerings* in betere en minder goede hooisoorten is nog iets nader uitgewerkt in de tabel 7, welke wederom betrekking heeft op de droge stof.

In de eerste twee regels zijn de gemiddelden van alle negen hooisoorten opgenomen, terwijl geheel onderaan de vijf hooisoorten uit de tabel van KELLNER een plaats hebben gevonden. Wanneer wij nu afzien van de zetmeelwaarde, waarover zoo aanstonds nog iets zal worden gezegd, dan blijkt, dat ons gemiddelde het „minder goede hooi” van KELLNER het meest nabij komt. Men zou misschien geneigd zijn deze, ietwat verrassende conclusie daaraan toe te schrijven, dat wij wellicht toevallig minder goede hooisoorten ter beschikking hebben gekregen. Echter blijkt uit de tevens afgedrukte gemid-

TABEL 7

## Gemiddelde uitkomsten, verkregen met de Nederlandsche hooisoorten

|                                                                          | Droge stof (%) | Samenstelling der droge stof (%) |                  |                           |               |                         |                  |                           |                           |                |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|---------------|-------------------------|------------------|---------------------------|---------------------------|----------------|
|                                                                          |                | Organ. stof                      | Eiwit-acht. stof | Vet- + zetmeel-acht. stof | Ruwe celstof  | Minerale bestand-deelen | Wenke-lijk eiwit | Verteerb. eiwitacht. stof | Verteerb. werkelijk eiwit | Zetmeel-waarde |
|                                                                          |                |                                  |                  |                           |               |                         |                  |                           |                           |                |
| Gemiddelde der 9 hooisoorten:                                            |                |                                  |                  |                           |               |                         |                  |                           |                           |                |
| Samenstelling . . . . .                                                  | (85,70)        | 90,69<br>61,3                    | 10,04<br>50,6    | 47,07<br>62,7             | 33,58<br>62,5 | 9,31                    | 8,08<br>45,9     | 5,08                      | 3,71                      | 35,79          |
| Verteringscoëfficiënten . . . . .                                        | —              |                                  |                  |                           |               |                         |                  |                           |                           |                |
| Gemiddelde der twee beste hooisoorten:                                   |                |                                  |                  |                           |               |                         |                  |                           |                           |                |
| Samenstelling . . . . .                                                  | (85,64)        | 88,22<br>65,7                    | 11,84<br>53,7    | 45,42<br>66,0             | 30,95<br>70,0 | 11,78                   | 8,88<br>47,7     | 6,36                      | 4,24                      | 39,66          |
| Verteringscoëfficiënten . . . . .                                        | —              |                                  |                  |                           |               |                         |                  |                           |                           |                |
| Gemiddelde der vijf minste hooisoorten:                                  |                |                                  |                  |                           |               |                         |                  |                           |                           |                |
| Samenstelling . . . . .                                                  | (85,88)        | 91,39<br>59,0                    | 9,39<br>48,8     | 46,68<br>60,4             | 35,32<br>59,9 | 8,61                    | 7,78<br>45,0     | 4,58                      | 3,50                      | 33,15          |
| Verteringscoëfficiënten . . . . .                                        | —              |                                  |                  |                           |               |                         |                  |                           |                           |                |
| Gemiddelde samenstelling van alle 57 Nederlandsche hooimonsers . . . . . |                |                                  |                  |                           |               |                         |                  |                           |                           |                |
|                                                                          | (86,56)        | 90,97                            | 10,35            | 45,90                     | 34,73         | 9,03                    | 8,56             | —                         | —                         | —              |
| Samenstelling van eenige hooisoorten volgens KELLNER:                    |                |                                  |                  |                           |               |                         |                  |                           |                           |                |
| „geringes Heu” . . . . .                                                 | 85,7           | 94,2                             | 8,8              | 46,3                      | 39,1          | 5,8                     | —                | 4,0                       | 2,9                       | 22,0           |
| „weniger gutes Heu” . . . . .                                            | 85,5           | 93,7                             | 10,8             | 48,8                      | 34,2          | 6,3                     | —                | 5,4                       | 3,7                       | 27,7           |
| „gutes Heu” . . . . .                                                    | 85,7           | 92,8                             | 11,3             | 50,8                      | 30,7          | 7,2                     | —                | 6,3                       | 4,4                       | 36,2           |
| „sehr gutes Heu” . . . . .                                               | 85,0           | 91,8                             | 13,8             | 52,2                      | 25,8          | 8,2                     | —                | 8,7                       | 5,9                       | 42,6           |
| „vorzügliches Heu” . . . . .                                             | 84,0           | 90,7                             | 16,1             | 51,7                      | 23,0          | 9,3                     | —                | 11,0                      | 7,7                       | 48,3           |



delde cijfers van alle 57 te Wageningen onderzochte monsters, dat deze opvatting moeilijk juist kan zijn, omdat er tusschen onze en de Wageningsche gemiddelde cijfers een zeer fraaie overeenstemming bestaat (zie ook fig. 2). Wij moeten dus wel als vrij zeker aannemen, dat het Nederlandsche hooi gemiddeld geenszins een betere chemische samenstelling bezit dan het Duitsche; althans was dit niet het geval in de jaren, waarop ons onderzoek betrekking had.

In den derden en vierden regel zijn de gemiddelde cijfers van het Beemsterhooi en van het hooi uit Friesland (Wijtgaard) opgenomen. Weer afgezien van de zetmeelwaarde hebben wij ons teleurgesteld gevoeld, dat deze, in onze oogen voortreffelijke hooisoorten het niet verder brachten dan het „goede” hooi van KELLNER.

Wat voorts de vroeger reeds vermelde vijf minder goede hooisoorten betreft, deze stonden blijkens de tabel 7 tusschen „geringes Heu” en „weniger gutes Heu” van KELLNER in.

Ook de vergelijking van de samenstelling der *organische stof* voert tot deze conclusies. Men beschouwe hiervoor nogmaals fig. 2, waarin vijf kruisjes zijn opgenomen, betrekking hebbende op de vijf hooisoorten van KELLNER. Bijna alle 57 Nederlandsche hooimonsters zijn gelegen tusschen het kruisje links boven (geringes Heu) en het middelste kruisje (gutes Heu). De beste twee te Hoorn onderzochte hooisoorten (Friesland en Beemster) staan vrijwel op één lijn met het middelste kruisje (goed hooi); de vijf minder goede hooisoorten liggen tusschen het volgende (minder goed hooi) en het laatste kruisje (slecht hooi) in. De kruisjes, betrekking hebbende op „sehr gutes Heu” en „vorzügliches Heu”, liggen geheel afzonderlijk rechts onder; geen enkele Nederlandsche soort bereikte dit niveau.

Wellicht zal men aanstonds aanvoeren, dat de zetmeelwaardecijfers, die toch den doorslag geven, een veel beteren indruk maken. Bij *ons* gemiddeld hooi toch berekenden wij, ondanks het hooge aschgehalte, een zetmeelwaarde van 35,8, terwijl KELLNER voor het overeenkomstige „weniger gute” hooi slechts tot 27,7 komt; bij het „goede” hooi komt KELLNER slechts tot 36,2, terwijl de daarmede in samenstelling overeenkomende hooisoorten uit N. Holland en Friesland het tot 39,7 brachten. Men zou dus kunnen denken, dat ons hooi bij gelijke samenstelling beter wordt verteerd dan het buitenlandsche. In het vervolg van dit opstel zal men ervaren, dat wij deze meening niët kunnen deelen. Veeleer meenen wij, dat KELLNER bij zijn berekeningen voor de slechtere hooisoorten te lage verteringscoëfficiënten heeft gebruikt, lager dan zij ook onder Duitsche omstandigheden bij hooi van overeenkomstige samenstelling gevonden worden. Verder gaan wij hierop thans niet in. Alles saamgenomen blijken de Nederlandsche hooisoorten, vergeleken met de tabel van KELLNER, geenszins een zeer goede plaats in te nemen.

De tabel 7, waarin onze, tot nu toe verkregen uitkomsten als het ware zijn saamgevat, kan ook voor practische doeleinden worden gebruikt. De daarin medegedeelde cijfers geven nl. reeds een schatting omtrent de voederwaarde van fijnere en grovere Nederlandsche hooisoorten. Behoeft men niet alleen op het aspect van het hooi af te gaan, maar heeft men ook een analyse tot zijn beschikking, dan kan men tot een betrouwbaarder taxeerling van de voederwaarde komen door vergelijking met de analysecijfers in de tabel, eventueel door het uitvoeren van een berekening met behulp van de verterings-coëfficiënten. In het volgende hoofdstuk zullen wij onze uitkomsten, aangevuld met verdere buitenlandsche gegevens, generaliseeren en daarbij in een vorm brengen, welke zich nog beter voor practische toepassing leent.

## V. STATISTISCH ONDERZOEK NAAR HET VERBAND TUSSCHEN CHEMISCHE SAMEN- STELLING EN VOEDERWAARDE

In het voorgaande hebben wij, zooals gezegd, van diverse hooisoorten voederwaardecijfers en verteringscoëfficiënten gegeven, welke kunnen worden gebruikt, wanneer men de voederwaarde van bepaalde hooisoorten met bekende of onbekende samenstelling wil leeren kennen.

Hiermede zijn wij gekomen tot het punt, waarboven de gebruikelijke leerboeken niet uitgaan. Niettemin zullen wij aantonen, dat het mogelijk is om het *verband tusschen samenstelling en voederwaarde* nog nauwkeuriger vast te leggen met behulp van *regressieformules* of *-vergelijkingen*. Deze kunnen tevens dienen om tot een nauwkeuriger benadering van de voederwaarde te komen, wanneer de volledige analyse gegeven is. In een regressievergelijking toch kan men de bepaalde, dus bekende analysecijfers invullen, waarna men door een eenvoudige berekening de gevraagde benaderende waarde kan becijferen. Bovendien zullen wij dezelfde vraag onder de oogen zien, wanneer niet een volledige, maar slechts een partiële analyse bekend is. Een zoo goed mogelijke schatting van de voederwaarde aan de hand eener analyse scheen ons, zoowel uit een oogpunt van voeding als uit een oogpunt van rationeelen hooibouw, zóó belangrijk, dat wij de uitvoerige berekeningen, welke noodig waren, niet hebben geschuwd.

Op een nauw verwant terrein werd een dergelijke regressievergelijking in ons land afgeleid en met succes toegepast door VAN ITALLIE en FRANKENA<sup>1)</sup>. Hun formule veroorlooft zeer goede benaderende waarden te berekenen voor de pepsine-zoutzuur-cijfers der verteerbare eiwitachtige stof in gras, wanneer slechts de analysecijfers voor de eiwitachtige stof bekend zijn.

---

<sup>1)</sup> VAN ITALLIE, FRANKENA, *Landbk. Tijdschr.* 48 (1936) 373.



Tenslotte hebben wij nog de belangrijkste onzer regressieformules tot *nomogrammen* omgewerkt, waaruit de gevraagde waarden zonder eenige berekening kunnen worden afgelezen.

### Nadere omlijning van het onderhavige vraagstuk

Bij de uitvoering der *analyse* werd in zoverre al eenige vereenvoudiging aangebracht, dat de vetachtige stof niet afzonderlijk werd bepaald, maar wegens haar gering belang eenvoudig bij de zetmeelachtige stof werd geteld. Niettemin moesten zes bestanddeelen direct of indirect worden bepaald, nl. vocht, minerale bestanddeelen, eiwitachtige stof, werkelijk eiwit, ruwe celstof en zetmeelachtige stof. Aangezien vocht en minerale bestanddeelen geen energie leveren, kon verdere vereenvoudiging worden verkregen door voorloopig alleen met de organische stof te rekenen en ruwe celstof, eiwitachtige stof en zetmeelachtige stof (vetachtige stof inbegrepen) in procenten van deze organische stof uit te drukken, waarbij het werkelijk eiwit in eerste instantie eveneens buiten beschouwing werd gelaten. Aldus houdt men alléén cijfers over voor *eiwitachtige stof*, *ruwe celstof* en zetmeelachtige stof, waarvan bij de berekeningen echter slechts de eerste twee behoeven te worden gebruikt, omdat het gehalte aan zetmeelachtige stof in de organische stof volkomen bepaald is, wanneer het gehalte aan eiwit en dat aan ruwe celstof bekend zijn; immers „zetmeelachtige” stoffen noemt men alle organische bestanddeelen, welke niet tot de eiwitachtige stof, de ruwe celstof en de vetten behooren, welke laatste door ons, gelijk gezegd, bij de zetmeelachtige stof werden geteld.

Na deze vereenvoudiging van het *analysemateriaal* wenden wij ons tot de *voederwaarde*. Wellicht zou men het aangewezen hebben geacht hiervoor direct te beschouwen zetmeelwaarde en verteerbaar werkelijk eiwit of verteerbare eiwitachtige stof. Hiertegen bestaan echter belangrijke bezwaren, omdat de berekening van de zetmeelwaarde onzekere elementen bevat en daarom in de toekomst wellicht moet worden gewijzigd; trouwens reeds thans wordt deze berekening door verschillende schrijvers niet op dezelfde wijze uitgevoerd. Door nièt onmiddellijk de zetmeelwaardecijfers in onze berekeningen te betrekken, maar in plaats daarvan de direct met proefdieren bepaalde gehalten aan *verteerbare organische stof*, ontgingen wij dus in eerste instantie de onzekerheden in de zetmeelwaardeberekening, terwijl een vergelijking met buitenlandse uitkomsten, waarbij men soms een andere zetmeelwaardeberekening heeft toegepast, beter mogelijk werd. Wat het eiwit betreft, hebben wij vooral de *verteerbare eiwitachtige stof* in rekening gebracht; deze toch kan nauwkeurig worden bepaald en wordt in buitenlandsche proefverslagen regelmatig opgegeven in tegenstelling met het verteerbaar werkelijk eiwit.



Wat de voederwaarde aangaat, beperkten wij ons dus eveneens tot twee criteria (verteerbare organische stof en verteerbare eiwitachtige stof). Later zullen wij zien, hoe wij op grond daarvan in tweede instantie toch tot een cijfer voor de zetmeelwaarde kunnen komen, terwijl ook van het werkelijk eiwit nog iets zal worden gezegd.

Bij onze becijferingen hebben wij ons niet tot de Nederlandsche hooisoorten beperkt, maar tevens dezelfde berekeningen uitgevoerd aan *cijfermateriaal van buitenlandschen oorsprong* (betrekking hebbende op 133 hooisoorten) en wel:

a. 10 stellen analyses en verteringscoëfficiënten (runderen), uit de Duitsche literatuur verzameld door DIETRICH en KÖNIG <sup>1)</sup>,

b. 38 stellen analyses en verteringscoëfficiënten (schapen), eveneens uit de Duitsche literatuur verzameld door DIETRICH en KÖNIG <sup>1)</sup>,

c. 22 stellen analyses en verteringscoëfficiënten (schapen), bepaald door WATSON en FERGUSON <sup>2)</sup> met behulp van hooi van practische bedrijven in Engeland,

d. 15 stellen analyses en verteringscoëfficiënten (schapen), bepaald door WATSON en HORTON <sup>3)</sup> met behulp van hooisoorten van één boerderij (Jealott's Hill in Berkshire, Engeland),

e. 48 stellen, meerendeels niet gepubliceerde analyses en verteringscoëfficiënten (schapen), welke ons op ons verzoek welwillend door PROF. CRASEMANN te Zürich (Zwitserland) ter beschikking waren gesteld.

Volledigheidshalve deelen wij nog mede, dat enkele stellen verteringscoëfficiënten, welke à priori (dus vóór het uitvoeren der berekeningen) abnormaal schenen, in het bovenstaande overzicht en bij onze becijferingen buiten beschouwing werden gelaten.

### **Samenhang tussehen verteerbare eiwitachtige stof eenerzijds en eiwitachtige stof en ruwe celstof in de organische stof anderzijds**

Het nauwer of losser zijn van den samenhang, dus de *correlatie* tussehen twee grootheden pleegt men aan te geven door middel van *correlatiecoëfficiënten*, hetzij totale, hetzij partiële. De totale geven de mate van samenhang zonder meer aan, bij de partiële is de invloed van één of meer andere factoren daarbij uitgeschakeld.

Zoowel van de totale als van de partiële correlatiecoëfficiënten kan de getallenwaarde slechts schommelen tussehen  $-1$  en  $+1$ . Beide coëfficiënten

<sup>1)</sup> DIETRICH, KÖNIG, *Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel*, 1891.

<sup>2)</sup> WATSON, FERGUSON, *Journ. min. of agric.* 44 (1937) 247.

<sup>3)</sup> WATSON, HORTON, *Journ. agr. Sc.* 26 (1936) 142.

TABEL 8

Correlatie en regressie (totaal en partiël) tusschen verteerbare eiwitachtige stof ( $\zeta$ ) enerzijds en eiwitachtige stof ( $x$ ) en ruwe celstof ( $y$ ) anderzijds

| Aantal<br>soorten<br>hooi                    | Correlatiecoëfficiënten                             |                             |                                                |                             | Regressiecoëfficiënten                                    |                             |                                                      |                             |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------|
|                                              | verterb. eiwitacht.<br>stof en<br>eiwitachtige stof |                             | verterb. eiwitacht.<br>stof en<br>ruwe celstof |                             | verterb. eiwitacht.<br>stof t. o. v.<br>eiwitachtige stof |                             | verterb. eiwitacht.<br>stof t. o. v.<br>ruwe celstof |                             |
|                                              | $r_{\zeta x}$<br>totaal                             | $r_{\zeta x, y}$<br>partiël | $r_{\zeta y}$<br>totaal                        | $r_{\zeta y, x}$<br>partiël | $b_{\zeta x}$<br>totaal                                   | $b_{\zeta x, y}$<br>partiël | $b_{\zeta y}$<br>totaal                              | $b_{\zeta y, x}$<br>partiël |
| 1. <b>Nederland (runderen)</b> . . . . .     | 9                                                   | 0,976                       | +                                              | 0,969                       | —                                                         | 0,387                       | —                                                    | 0,050                       |
| 2. DIETRICH en KÖNIG (runderen) . . . . .    | 10                                                  | 0,976                       | +                                              | 0,977                       | —                                                         | 0,262                       | —                                                    | 0,031                       |
| 3. DIETRICH en KÖNIG (schapen) . . . . .     | 38                                                  | 0,964                       | +                                              | 0,942                       | —                                                         | 0,612                       | —                                                    | 0,017                       |
| 4. WATSON en FERGUSON (schapen) . . . . .    | 22                                                  | 0,970                       | +                                              | 0,971                       | —                                                         | 0,404                       | —                                                    | 0,086                       |
| 5. WATSON en HORTON (schapen) . . . . .      | 15                                                  | 0,967                       | +                                              | 0,947                       | —                                                         | 0,615                       | —                                                    | 0,000                       |
| 6. Zürich (schapen) . . . . .                | 48                                                  | 0,963                       | +                                              | 0,967                       | +                                                         | 0,096                       | +                                                    | 0,048                       |
| Gemiddeld (gewogen <sup>1)</sup> ) . . . . . | 142                                                 |                             |                                                |                             | +                                                         | 0,783                       | +                                                    | 0,033                       |
|                                              |                                                     |                             |                                                |                             | ±                                                         | 0,019                       | ±                                                    | 0,013                       |

<sup>1)</sup> De berekening van den gemiddelden regressiecoëfficiënt  $b_{\zeta x}$  geschiedde aldus: Voor elk der zes verzamelingen verteerbaarheidsbepalingen, waarop de tabel betrekking heeft, werd de vergelijking van een afzonderlijke regressielijn opgesteld:  $\zeta = a + bx$ ; wij kregen dus zes vergelijkingen, waarin de  $a$ 's en de  $b$ 's moesten worden berekend. Echter werd hierbij de voorwaarde gesteld, dat de  $b$ 's alle gelijk zouden zijn, zoodat wij slechts zeven onbekenden overhielden, nl. zes  $a$ 's en één  $b$ . Vervolgens werd volgens de methode der kleinste quadraten de beste waarde voor  $b$  berekend. Op analoge wijze werden de gemiddelde waarden voor  $b_{\zeta y}$ ,  $b_{\zeta x, y}$  en  $b_{\zeta y, x}$  becijferd; wij hebben deze de gewogen gemiddelden genoemd.

worden aangeduid door de letter  $r$ , aan wier voet twee of meer *indices* worden geplaatst. De eerste twee dezer indices geven steeds de twee grootheden aan, waartusschen de correlatie is berekend. Bij de totale correlatiecoëfficiënten zijn er geen andere dan deze twee indices; bij de partiële zijn er nog één of meer achter geplaatst, door een punt van de eerste twee gescheiden. De zich achter den punt bevindende indices geven de factoren aan, welke bij de correlatieberekening zijn uitgeschakeld.

Wat nu het verband tusschen de verteerbare eiwitachtige stof eenerzijds en de eiwitachtige stof en de ruwe celstof anderzijds betreft, werden de nevenstaande totale en partiële correlatiecoëfficiënten berekend. De indices  $x$ ,  $y$  en  $\zeta$  hebben betrekking op het volgende:

$x$  op de eiwitachtige stof (%) in de organische stof,

$y$  op de ruwe celstof (%) in de organische stof,

$\zeta$  op de verteerbare eiwitachtige stof (%) in de organische stof.

In de eerste plaats blijkt uit de tabel 8, dat de totale en de partiële correlatie tusschen eiwitachtige stof en verteerbare eiwitachtige stof in alle gevallen verrassend hoog zijn; meestal bedroeg de correlatiecoëfficiënt ongeveer 0,97. Wegens theoretische bezwaren hebben wij bij deze correlatiecoëfficiënten geen gemiddelden berekend.

De totale correlatie tusschen verteerbare eiwitachtige stof en ruwe celstof daarentegen is veel lager; de correlatiecoëfficiënt schommelt om — 0,4. Dat hier in hoofdzaak slechts een *indirect* verband bestaat, blijkt uit de *partiële* correlatie tusschen dezelfde grootheden; deze is in doorsnee slechts zeer zwak negatief en ligt nabij nul, hetgeen wil zeggen, dat de genoemde grootheden vrijwel onafhankelijk van elkaar zijn.

Uit dit alles kunnen wij besluiten, dat het mogelijk moet zijn het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof met tamelijk groote nauwkeurigheid door middel van *regressieformules* uit het gehalte aan eiwitachtige stof te berekenen, terwijl het weinig of geen voordeel brengt, wanneer bovendien nog de ruwe celstof in rekening wordt gebracht.

Voorloopig denken wij ons de bedoelde regressieformules echter zoowel met  $x$  als met  $y$ , dus in den vorm:

$$\zeta = b_{\zeta x.y} x + b_{\zeta y.x} y + c.$$

Deze formule geeft dus aan, welke gemiddelde (waarschijnlijkste) waarde van  $\zeta$  behoort bij een bepaalde, dus bekende waarde van de eiwitachtige stof ( $x$ ) en een van de ruwe celstof ( $y$ ). Echter moeten eerst getallenwaarden voor de  $b$ 's en de constante  $c$  met behulp van de verzamelingen reeds verrichte verteerbaarheidsbepalingen worden berekend. Zijn deze eenmaal becijferd,



dan kan men de formule ook toepassen op hooi, waarvan wel eiwit- en celstofgehalte ( $x$  en  $y$ ) bekend zijn, maar niet de verteerbaarheid is bepaald. De met de formule berekende  $\zeta$  levert dan de waarschijnlijkste, dus de best benaderende waarde. Het spreekt echter wel vanzelf, dat hieraan nog fouten kunnen kleven; echter kan de standaardafwijking (standaardwaarde der fout) worden becijferd en hiernaar zullen wij de grootere of geringere nauwkeurigheid (doeltreffendheid) van de toegepaste regressieformules afmeten.

De  $b$ 's in de zooveen genoemde formule zijn de zoogenaamde *regressie-coëfficiënten* en wel noemt men deze coëfficiënten hier *partiëel*, omdat b. v. de eerste aangeeft hoe  $\zeta$  met  $x$  verandert bij constant houden van  $y$ ; deze laatste is dus als het ware uitgeschakeld. Omgekeerd is bij den tweeden coëfficiënt de  $x$  uitgeschakeld. De volgorde der indices is daarmee in overeenstemming en op dezelfde wijze gekozen als bij de aanverwante partiële correlatie-coëfficiënten.

Ook *totale* regressiecoëfficiënten zullen wij bestudeeren en wel die, voorkomende in de formules:

$$\zeta = b_{\zeta x} x + c_1 \text{ en } \zeta = b_{\zeta y} y + c_2.$$

Deze coëfficiënten (dus  $b_{\zeta x}$  en  $b_{\zeta y}$ ) geven *zonder meer* aan, hoe de waarschijnlijkste waarde van  $\zeta$  met  $x$ , resp.  $y$  verandert, dus zonder dat daarbij aan  $y$ , resp.  $x$  een voorwaarde is opgelegd.

De voor de afzonderlijke verzamelingen van verteerbaarheidsbepalingen berekende regressiecoëfficiënten zijn eveneens opgenomen in tabel 8. In het bijzonder vestigen wij de aandacht op de partiële regressiecoëfficiënt  $b_{\zeta y}$ .  $x$ . Zijn gemiddelde waarde bedraagt slechts  $-0,033 \pm 0,013$ , zoodat wij hem nauwelijks wezenlijk mogen noemen. Voorts is zijn absolute waarde zóó klein, dat voor een schatting van de verteerbare eiwitachtige stof uit de analysecijfers door middel van regressieformules, de ruwe celstof in ons geval niet in aanmerking behoeft te worden genomen. Overigens is het niet vreemd, dat deze regressiecoëfficiënt negatief is, omdat in het algemeen de verteerbaarheid in celstofrijker materiaal lager is.

Bij een opzettelijk daartoe uitgevoerde nauwkeurigheidsberekening konden wij het voorgaande nog bevestigen. Wij becijferden nl. de onderstaande standaardafwijkingen per waarneming; hoe kleiner de standaardafwijking is, des te doeltreffender (nauwkeuriger) zijn nl. de toegepaste regressieformules.

|                                                                                             | Standaard<br>afwijking |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Zonder regressie. . . . .                                                                   | 2,30,                  |
| alleen regressie t. o. v. eiwitachtige stof in rekening gebracht. . .                       | 0,613,                 |
| regressie t. o. v. eiwitachtige stof en ruwe celstof beide in rekening<br>gebracht. . . . . | 0,601.                 |

Het in rekening brengen van de ruwe celstof, naast het eiwit, maakt de standaardafwijking dus niet noemenswaard kleiner dan wanneer alleen de eiwitachtige stof in aanmerking wordt genomen.

In overeenstemming hiermede zullen wij in het vervolg alléén maar met de eiwitachtige stof rekenen en dus regressieformules opstellen van den grondvorm:

$$\zeta = b_{\zeta x} x + c.$$

Een oppervlakkige blik op fig. 3, waarin van alle hooisoorten op de horizontale as de eiwitgehalten en op de verticale as de gehalten aan verteerbare eiwitachtige stof zijn uitgezet, laat onmiddellijk zien, dat er inderdaad een vrij nauw verband tusschen de beide genoemde grootheden bestaat.

Allereerst hebben wij nu de onderstaande regressieformules voor de afzonderlijke verzamelingen van verteerbaarheidsbepalingen berekend. Men ziet, dat de zooeven genoemde grondformule iets is omgewerkt, zoodat in alle de factor  $(x - 12)$  is opgenomen. Het (ronde) getal 12 is gekozen, omdat het gemiddelde gehalte aan eiwitachtige stof in de organische stof bij het hooi ca. 12 % bedraagt. Door een dergelijke keus van een rond getal nabij het gemiddelde worden de formules voor praktische berekening het best hanteerbaar en, omdat steeds hetzelfde getal is genomen, tevens onderling goed vergelijkbaar.

- |                                         |                                              |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1. <b>Nederland (runderen):</b>         | $\zeta = 0,665 (x - 12) + 6,206,$            |
| 2. DIETRICH en KÖNIG (runderen):        | $\zeta = 0,824 (x - 12) + 6,94,$             |
| 3. DIETRICH en KÖNIG (schapen):         | $\zeta = 0,832 (x - 12) + 7,13,$             |
| 4. WATSON en FERGUSON (schapen):        | $\zeta = 0,833 (x - 12) + 6,26,$             |
| 5. WATSON en HORTON (schapen):          | $\zeta = 0,765 (x - 12) + 6,75,$             |
| 6. Zürich (schapen):                    | $\zeta = 0,746 (x - 12) + 7,29,$             |
| <b>Gemiddelde (buitenlandsch hooi):</b> | $\zeta = 0,785 (x - 12) + 6,952 \text{ (1)}$ |

Gelijk bekend kunnen dergelijke regressieformules in het platte vlak door lijnen, *regressielijnen* genoemd, worden voorgesteld. Zooals uit de groote overeenstemming tusschen de regressiecoëfficiënten en uit die tusschen de constante termen in het staatje blijkt, zullen de regressielijnen alle in elkaars nabijheid liggen. Toch valt op, dat de regressiecoëfficiënt voor het Nederlandsche hooi (0,665) niet onaanzienlijk kleiner is dan die voor het buitenlandsche (0,785), terwijl voorts de constante term bij het Nederlandsche hooi eveneens lager is (6,21 tegen 6,95). Hieruit volgt, dat de Nederlandsche regressielijn lager moet liggen dan de gemiddelde buitenlandsche. Toch mag men niet zeggen, dat onze uitkomsten wezenlijk van de buitenlandsche afwijken. WATSON en FERGUSON vonden den constanten term nl. ongeveer even hoog als wij. Wat den lageren regressiecoëfficiënt aangaat, deze vindt

waarschijnlijk zijn oorzaak, althans voor een deel, in den broei der eiwitrijkste twee Nederlandsche hooisoorten.

De onderlinge verhouding komt ook duidelijk tot uiting in de zooeven genoemde fig. 3. De buitenlandse hooisoorten zijn hier aangegeven door

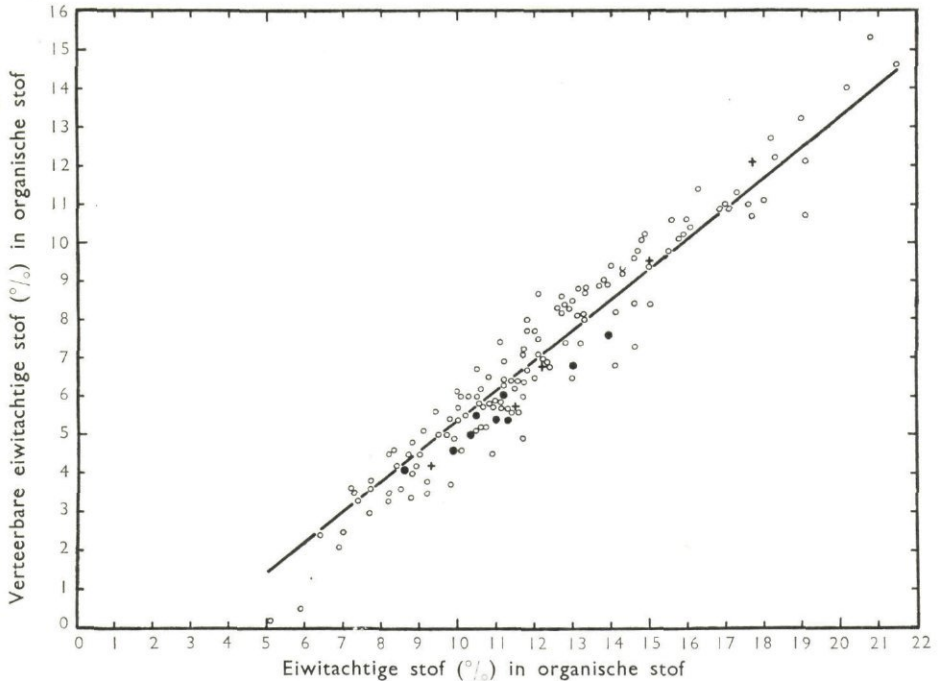


Fig. 3

*Samenhang tusschen eiwitachtige stof (horizontale as) en verteerbare eiwitachtige stof (verticale as) bij 133 buitenlandse hooisoorten (weergegeven door nullen) en 9 Nederlandsche hooisoorten (weergegeven door punten)*

De gehaltecijfers zijn gegeven in de organische stof. De getrokken regressielijn heeft alleen betrekking op de buitenlandse proeven.

Uit de figuur is gemakkelijk te zien, dat het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof betrekkelijk nauwkeurig kan worden berekend, wanneer dat aan eiwitachtige stof bekend is.

nullen en tevens is hun regressielijn naar formule (1) geteekend, welke lijn inderdaad vrijwel midden tusschen de punten door loopt <sup>1)</sup>. De Nederlandsche hooisoorten zijn in de figuur door punten voorgesteld en deze liggen alle

<sup>1)</sup> Wellicht zou men, de figuur beziend, de regressielijn iets steiler hebben verwacht. Inderdaad past bij de verdeling der nullen in de figuur een regressiecoëfficiënt 0,836. Door ons is evenwel het feit in rekening gebracht, dat de nullen, betrekking hebbende op de vijf afzonderlijke buitenlandse verzamelingen van verteerbaarheidsbepalingen, niet op gelijke wijze over de figuur waren verdeeld, maar eenige neiging tot groeppvorming vertoonden. Door hiermede rekening te houden, in den geest van den noot bij tabel 8, kwamen wij tot den regressiecoëfficiënt 0,785.



meer of minder beneden de regressielijn en wel des te meer naarmate het eiwitgehalte hooger is; ook de Nederlandsche regressielijn moet dus lager liggen.

Terloops vestigen wij nog de aandacht op een vijftal, zich in de figuur bevindende kruisjes; deze hebben betrekking op de cijfers voor slecht, minder goed, goed, zeer goed en voortreffelijk hooi van KELLNER. Zooals men ziet, sluiten deze kruisjes zeer goed bij de buitenlandsche regressielijn en ook bij de Nederlandsche waarnemingen aan.

Voorts valt in de figuur op, dat de eiwitgehalten in de buitenlandsche hooisoorten veel meer uiteenloopen dan die in de door ons onderzochte. Ook de eiwitgehalten in de reeds meermalen genoemde 57 Nederlandsche hooimonsters loopen meer uiteen. De grenzen zijn de volgende:

|                                                | Eiwitachtige stof in<br>de organische stof |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 9 te Hoorn onderzochte hooisoorten. . . . .    | 8,6 à 13,9 %,                              |
| 57 andere Nederlandsche hooimonsters . . . . . | 6,8 à 17,7 %,                              |
| 133 buitenlandsche hooisoorten . . . . .       | 5,1 à 21,5 %.                              |

Wij hebben ons dus afgevraagd, hoe het met de eiwitverteerbaarheid staat in Nederlandsche hooisoorten met *eiwitgehalten boven 13,9 %*, vooral omdat bij de hogere eiwitgehalten de verteerbaarheid in ons hooi in toenemende mate van die in het buitenlandsche hooi afweek.

Nu hadden wij nog de beschikking over 10 te Hoorn uitgevoerde verteerbaarheidsbepalingen met hooi van de Proefzuivelboerderij. Twee dezer hooisoorten waren met stieren onderzocht en acht met schapen; maar voor de eiwitverteerbaarheid maakt dit niet veel uit. Wij berekenden nu met behulp van de gegevens van alle 19 te Hoorn op verteerbaarheid onderzochte hooisoorten een nieuwe regressielijn, waarvoor werd gevonden:

$$\text{Nederland (runderen en schapen): } \zeta = 0,653 (x - 12) + 6,121.$$

In fig. 4 zijn de drie uitvoeriger besproken regressielijnen, alsmede de 19 Nederlandsche hooisoorten, weergegeven. Beide Nederlandsche regressielijnen wijken naar rechts in toenemende mate van de buitenlandsche lijn af. Voorts loopen de twee Nederlandsche in elkaars onmiddellijke nabijheid, niettegenstaande de afwijkingen t. o. v. de regressielijn, bij de nieuw toegevoegde punten aanzienlijk zijn. Dit laatstgenoemde was duidelijk van het meer of minder goed gewonnen en gebroeid zijn van het materiaal afhankelijk, vooral van het laatste. Aan ettelijke der door ons onderzochte hooisoorten waren namelijk matige, soms zelfs vrij sterke broeiverschijnselen waar te nemen, althans wat betreft het eiwitrijkere materiaal. Het lijkt ons daarom waarschijnlijk, dat de door ons gevonden lagere uitkomsten, behalve aan het feit

dat de weersgesteldheid in enkele gevallen niet ideaal is geweest, ook aan dezen broei bij de eiwitrijkere soorten moet worden toegeschreven. Het is zelfs niet onwaarschijnlijk, dat ettelijke van de buitenlandsche hooisoorten

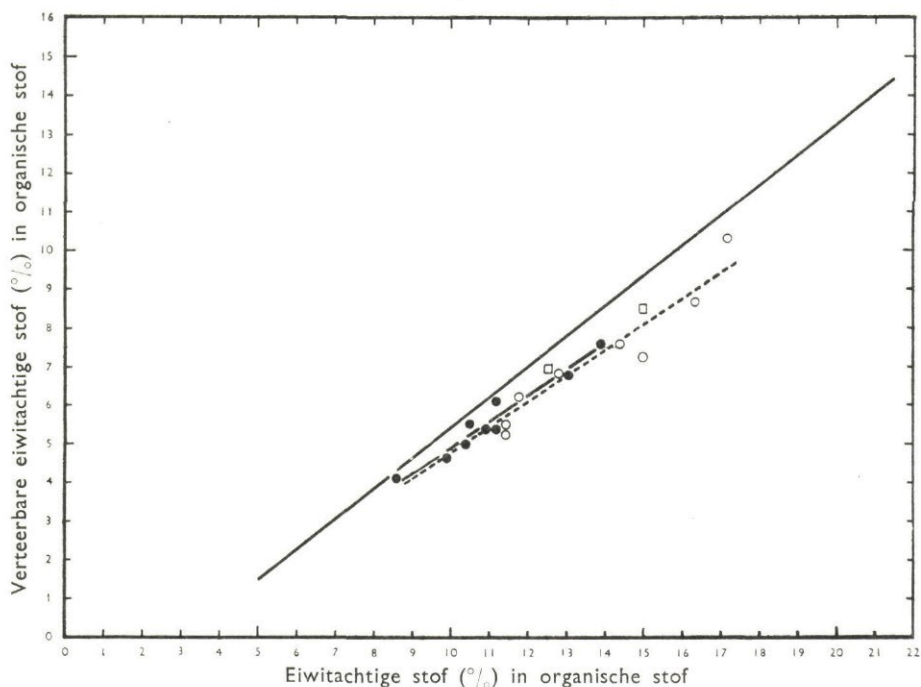


Fig. 4

*Onderlinge ligging van drie in den tekst nader besproken regressielijnen*

Horizontale as: eiwitachtige stof in de organische stof.

Verticale as: verteerbare eiwitachtige stof in de organische stof.

De 19 teekens stellen een even groot aantal te Hoorn met runderen of schapen op verteerbaarheid onderzochte hooisoorten voor.

in het geheel niet in den hooiberg zijn geweest, maar direct op verteerbaarheid zijn onderzocht. Ook kan een hooger gehalte aan leguminosen wellicht een rol hebben gespeeld, b. v. bij het Zwitsersche onderzoek.

Al de gegevens, waarover wij beschikken, in hun geheel overziend meenen wij, dat een ietwat steiler verloopende regressielijn het *behoorlijk gewonnen en geconserveerde Nederlandsche hooi* het best zal benaderen. In verband daarmede kozen wij een lijn, welke iets meer bij de wat steiler verloopende gemiddelde buitenlandsche regressielijn aansluit, maar die, zij het met deze beperking, toch zoo goed mogelijk tusschen de punten doorloopt, welke de negen hooisoorten vertegenwoordigen. Weliswaar was volgens de inlichtingen het meeren-

deel der laatste beter dan „behoorlijk” gewonnen; daar staat echter tegenover, dat bij enkele der andere hooisoorten (Proefzuivelboerderij), wier punten eveneens zeer nabij deze nieuwe lijn liggen, de winning als gevolg van regen nog al iets te wenschen had overgelaten. Aldus vonden wij:

$$\xi = + 0,705 (x - 12) + 6,242 \dots \dots \dots (2)$$

Wij achten het echter geoorloofd bij uitstekend gewonnen hooi, dat in den berg practisch niet heeft gebroeid, de uitkomsten met 10 % te verhoogen; men komt dan vrijwel op de uitkomsten der formule (1). Daarentegen passe men bij minder goed gewonnen en sterker gebroeid hooi een reductie toe.

Al deze formules veroorloven tennaastenbij het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof te berekenen, wanneer dat aan eiwitachtige stof bekend is. Een telkens weer naar voren komende vraag is deze, in hoeverre de aldus verkregen uitkomsten overeenstemmen met de bepalingen, in het laboratorium verricht met behulp van *pepsine en zoutzuur*.

Uit den aard der zaak werd aan dit punt om practische redenen de noodige aandacht geschonken. Allereerst hebben wij kunnen bevestigen, dat de met dieren bepaalde gehalten aan verteerbare eiwitachtige stof regelmatig lager uitvallen dan de pepsinecijfers. Het verschil bedroeg bij de negen hooisoorten in de organische stof gemiddeld niet minder dan 1,9 % en bleek te schommelen tusschen 1,1 en 2,7 %. De gebruikte pepsine had ongeveer de sterkte, aangegeven in Ed. IV van de Nederlandsche Pharmacopee.

In verband met de groote schommelingen lijkt het ons nauwelijks geoorloofd op de pepsinecijfers een constante correctie van 1,9 % toe te passen. Wij hebben daarom op verschillende wijzen getracht wiskundige formules te vinden om, uitgaande van de pepsinecijfers, tot een betere benadering van de verteerbare eiwitachtige stof te komen. Deze formules leverden echter geen noemenswaard beter resultaat op dan met de hiervóór afgeleide werd bereikt, zoodat wij hierop, althans in dit opstel, niet dieper ingaan.

### **Samenhang tusschen verteerbaar werkelijk eiwit eenerzijds en eiwitachtige stof en werkelijk eiwit in de organische stof anderzijds**

Om allerlei redenen gaat men er meer en meer toe over bij voeder-rantsoenen de berekening met verteerbaar werkelijk eiwit te laten vervallen en in plaats daarvan die met verteerbare eiwitachtige stof te kiezen.



Niettemin zullen wij eenige aandacht aan het verteerbaar werkelijk eiwit schenken.

Veelal wordt aangenomen, dat men tot een betrouwbaar cijfer voor het verteerbaar werkelijk eiwit komt door het cijfer voor verteerbare eiwitachtige stof te verminderen met dat voor amide. Dit gaf ons echter geen bevredigende uitkomst. Trokken wij het amide nl. van de met pepsine bepaalde cijfers af, dan kwamen wij in doorsnee 1,28 % te hoog uit; trokken wij het af van de met stieren bepaalde cijfers, dan was de uitkomst 0,65 % te laag. Al deze gegevens hebben weer betrekking op de gehalten in de organische stof.

Intusschen gelukte het tot een bevredigende benadering te komen met de onderstaande twee formules, waarin

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

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

$\zeta_w$  = verteerbaar werkelijk eiwit (%) in de organische stof.

De bedoelde formules luiden aldus:

$$\zeta_w = 0,330 (x - 12) + 4,411. \dots \dots \dots (3)$$

$$\zeta_w = 0,570 (x_w - 10) + 4,732. \dots \dots \dots (4)$$

Ofschoon de met deze vergelijkingen berekende waarden niet meer dan enkele tienden van de werkelijk met proefdieren gevonden uitkomsten afweken, kunnen de formules slechts een provisorisch karakter dragen, omdat de vergelijking met een uitgebreid materiaal van andere herkomst niet goed doenlijk was.

### **Samenhang tussehen verteerbare organische stof eenerzijds en eiwitachtige stof en ruwe celstof in de organische stof anderzijds**

Voor een oriëntering omtrent den samenhang tussehen de hierboven aangeduide grootheden geven wij allereerst weer een tabel betreffende de *correlatiecoëfficiënten*, waarvan de indices  $z$ ,  $x$  en  $y$  betrekking hebben op de diverse bestanddeelen in dezelfde volgorde als in den hierboven staanden titel is aangegeven.

Uit deze tabel 9 blijkt, dat vooral de partiëele correlatie van de verteerbare organische stof met de eiwitachtige stof slechts zwak is, maar in het overwegende aantal der gevallen positief. Aanmerkelijk sterker is de correlatie met de ruwe celstof en deze is zonder uitzondering negatief (meestal — 0,5 à — 0,6).

Hieruit volgt, dat wanneer men het gehalte aan verteerbare organische stof wil schatten men het best zoowel ruwe celstof als eiwit in rekening kan

TABEL 9

*Correlatie en regressie (totaal en partiël) tusschen verteerbare organische stof (z) eenzijdig en eiwitachtige stof (x) en ruwe celstof (y) onderzijds*

|                                           | Aantal<br>soorten<br>hooi | Correlatiecoëfficiënten                              |                        |                                                 |                        | Regressiecoëfficiënten                                     |                        |                                                       |                        |
|-------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------|
|                                           |                           | verteerb. organische<br>stof en<br>eiwitachtige stof |                        | verteerb. organische<br>stof en<br>ruwe celstof |                        | verteerb. organische<br>stof t. o. v.<br>eiwitachtige stof |                        | verteerb. organische<br>stof t. o. v.<br>ruwe celstof |                        |
|                                           |                           | $r_{zx}$<br>totaal                                   | $r_{zx,y}$<br>partieel | $r_{zy}$<br>totaal                              | $r_{zy,x}$<br>partieel | $b_{zx}$<br>totaal                                         | $b_{zx,y}$<br>partieel | $b_{zy}$<br>totaal                                    | $b_{zy,x}$<br>partieel |
|                                           |                           |                                                      |                        |                                                 |                        |                                                            |                        |                                                       |                        |
| 1. Nederland (runderen) . . . . .         | 9                         | + 0,731                                              | + 0,617                | — 0,784                                         | — 0,698                | + 1,408                                                    | + 0,860                | — 1,134                                               | — 0,803                |
| 2. DIETRICH en KÖNIG (runderen) . . . . . | 10                        | + 0,243                                              | + 0,129                | — 0,557                                         | — 0,529                | + 0,357                                                    | + 0,163                | — 0,515                                               | — 0,489                |
| 3. DIETRICH en KÖNIG (schapen) . . . . .  | 38                        | + 0,551                                              | + 0,234                | — 0,674                                         | — 0,509                | + 1,188                                                    | + 0,473                | — 0,992                                               | — 0,793                |
| 4. WATSON en FERGUSON (schapen) . . . . . | 22                        | — 0,076                                              | — 0,295                | — 0,525                                         | — 0,579                | — 0,118                                                    | — 0,411                | — 0,720                                               | — 0,833                |
| 5. WATSON en HORTON (schapen) . . . . .   | 15                        | + 0,871                                              | + 0,793                | — 0,599                                         | — 0,118                | + 1,280                                                    | + 1,210                | — 0,479                                               | — 0,060                |
| 6. Zürich (schapen) . . . . .             | 48                        | + 0,025                                              | + 0,144                | — 0,518                                         | — 0,532                | + 0,037                                                    | + 0,186                | — 0,564                                               | — 0,589                |
| Gemiddeld (gewogen) . . . . .             | 142                       |                                                      |                        |                                                 |                        | + 0,545<br>± 0,140                                         | + 0,318<br>± 0,121     | — 0,686<br>± 0,083                                    | — 0,631<br>± 0,084     |

brengen. Uit de zwakke partiële correlatie met de eiwitachtige stof volgt echter reeds, dat men vrij zeker slechts weinig aan nauwkeurigheid inboet, wanneer men met de ruwe celstof alléén rekent. Door het regressieonderzoek wordt dit nog nader bevestigd.

De *regressievergelijkingen*, welke voor de afzonderlijke verzamelingen verteringscoëfficiënten werden berekend, zijn de volgende. Hierin is:

$z$  = gehalte aan verteerbare organische stof,

$x$  = gehalte aan eiwitachtige stof,

$y$  = gehalte aan ruwe celstof,

alles weer betrokken op de organische stof.

*Regressie van verteerbare organische stof t. o. v. ruwe celstof.*

- |                                  |                                |       |
|----------------------------------|--------------------------------|-------|
| 1. Nederland (runderen):         | $z = -1,134 (y - 38) + 60,21,$ | } (5) |
| 2. DIETRICH en KÖNIG (runderen): | $z = -0,515 (y - 38) + 61,48,$ |       |
| 3. DIETRICH en KÖNIG (schapen):  | $z = -0,992 (y - 38) + 56,45,$ |       |
| 4. WATSON en FERGUSON (schapen): | $z = -0,720 (y - 38) + 58,13,$ |       |
| 5. WATSON en HORTON (schapen):   | $z = -0,479 (y - 38) + 64,23,$ |       |
| 6. Zürich (schapen):             | $z = -0,564 (y - 38) + 64,89.$ |       |

*Regressie van verteerbare organische stof t. o. v. eiwitachtige stof en ruwe celstof* (voor de volgorde zie het staatje hierboven).

- |                                                    |             |
|----------------------------------------------------|-------------|
| 1. $z = +0,860 (x - 12) - 0,803 (y - 38) + 61,32,$ | } . . . (6) |
| 2. $z = +0,163 (x - 12) - 0,489 (y - 38) + 61,58,$ |             |
| 3. $z = +0,473 (x - 12) - 0,793 (y - 38) + 57,28,$ |             |
| 4. $z = -0,411 (x - 12) - 0,833 (y - 38) + 57,01,$ |             |
| 5. $z = +1,210 (x - 12) - 0,060 (y - 38) + 68,04,$ |             |
| 6. $z = +0,186 (x - 12) - 0,589 (y - 38) + 64,52.$ |             |

Blijkbaar wijken de Nederlandsche regressiecoëfficiënten niet belangrijk van de buitenlandsche af, wanneer men de uit deze staatjes blijkende schommelingen in aanmerking neemt. Wij hebben daarom de *gemiddelde* regressiecoëfficiënten <sup>1)</sup> berekend:

- |                       |                             |                     |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------|
| a. Totale regressie   | t. o. v. ruwe celstof:      | $-0,686 \pm 0,083,$ |
| b. Partiële regressie | t. o. v. eiwitachtige stof: | $+0,318 \pm 0,121,$ |
|                       | t. o. v. ruwe celstof:      | $-0,631 \pm 0,084.$ |

<sup>1)</sup> De berekening van deze gemiddelden vond op soortgelijke wijze plaats als is aangegeven bij tabel 8.



De nauwkeurigheid, welke met deze gemiddelde regressiecoëfficiënten kan worden bereikt, wordt weergegeven door de standaardafwijking per waarneming. Hiervoor vonden wij het volgende, waarbij er op passende wijze rekening mee werd gehouden, dat het algemeene niveau van de verteerbare organische stof bij de zes stellen waarnemingen niet gelijk was, zooals reeds volgt uit de groote schommelingen van den constanten term in de vergelijkingen (5) en (6).

|                                                                                                 | Standaard-<br>afwijking |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| a. Zonder regressie . . . . .                                                                   | 4,85,                   |
| b. alleen regressie t. o. v. ruwe celstof in rekening gebracht. . .                             | 3,96,                   |
| c. regressie t. o. v. eiwitachtige stof en ruwe celstof beide in rekening<br>gebracht . . . . . | 3,88.                   |

Naar men ziet wordt door het invoeren van multiple regressie (geval c) slechts weinig gewonnen boven enkelvoudige regressie (geval b). Het maakt dus niet veel uit of, behalve de ruwe celstof, het eiwit al of niet in rekening wordt gebracht.

Tenslotte vragen wij nog even naar de enkelvoudige regressie t. o. v. de eiwitachtige stof, waarvan wij naderhand eveneens gebruik zullen maken. Hiervoor werd gevonden:

Regressiecoëfficiënt:  $+ 0,545 \pm 0,140$ ,

standaardafwijking per waarneming: 4,62.

Vergelijkt men deze standaardafwijking met de zooeven vermelde, dan blijkt wel, dat het in aanmerking nemen van enkel het eiwit al heel weinig voordeel biedt, lang niet zooveel als wanneer enkel de ruwe celstof in rekening wordt gebracht; immers in het laatste geval was de standaardafwijking niet onaanzienlijk kleiner en bedroeg 3,96.

Echter blijkt, dat ook deze standaardafwijking nog aanmerkelijk grooter is dan die bij de verteerbare eiwitachtige stof, alwaar wij tot de waarde 0,6 kwamen. Bijgevolg vonden wij ook een grootere strooiing in verticale richting in de figuur 5, waarin op de horizontale as de celstofgehalten, op de verticale as de gehalten aan verteerbare organische stof van alle Nederlandsche en buitenlandse verteerbaarheidsbepalingen zijn uitgezet. Drukt men echter de standaardafwijkingen uit in procenten van de totale gehalten aan verteerbare organische, resp. verteerbare eiwitachtige stof, dan komt men tot het tegengestelde resultaat.

Thans trachten wij met behulp van de gemiddelde regressiecoëfficiënten enkele voor het Nederlandsche hooi passende *volledige regressievergelijkingen* op te stellen. Hiervoor hebben wij nog noodig een constanten term, dezelfde rol vervullende als de laatste term in elk der vergelijkingen (5) en (6). Nu mogen wij van deze laatste termen in (5) en (6) niet eenvoudig het gewone of het gewogen gemiddelde nemen, o. a. omdat de waarde van den constanten term voor runderen iets grooter is dan voor schapen. Runderen verteren de organische stof en in het bijzonder de ruwe celstof in hooi nl. iets beter dan schapen, zooals ook bij proeven te Hoorn tot uiting is gekomen, wanneer bij runderen en schapen verteringsproeven met hetzelfde hooi werden genomen. Echter ook bij de proeven met schapen ziet men aanzienlijke verschillen: bij N°. 5 en N°. 6 is de constante term nl. aanmerkelijk grooter dan bij N°. 3 en N°. 4 en zelfs hooger dan bij de met runderen genomen series N°. 1 en N°. 2; de reden daarvan is ons niet bekend.

Om voor het Nederlandsche hooi tot de meest bevredigende waarde te geraken hebben wij voor de bepaling van den constanten term alléén proeven met runderen in aanmerking genomen, en wel die te Hoorn. Met de door DIETRICH en KÖNIG verzamelde gegevens (runderen) zouden wij trouwens tot ongeveer dezelfde uitkomst zijn gekomen.

Nu bedroeg het gemiddelde gehalte aan verteerbare organische stof bij de negen te Hoorn onderzochte hooisoorten 61,311 % bij een gehalte aan eiwitachtige stof van 11,089 % en een gehalte aan ruwe celstof van 37,033 %, alles in de organische stof. Maakt men nu tevens gebruik van de zooeven vermelde gemiddelde regressiecoëfficiënten, dan luidt de regressieformule:

$$z = + 0,318 (x - 11,089) - 0,631 (y - 37,033) + 61,311.$$

Echter is het voor het practische gebruik gemakkelijker om te rekenen met een rond gehalte aan eiwitachtige stof van b. v. 12 % en aan ruwe celstof van 38 %, waarden die vrij goed met die van gemiddeld Nederlandsch hooi overeenkomen.

Onze regressieformule krijgt dan den vorm:

$$z = + 0,318 (x - 12) - 0,631 (y - 38) + 60,990,$$

waarin de symbolen  $x$ ,  $y$  en  $z$  weer dezelfde beteekenis hebben als in (5) en (6).

De overige regressievergelijkingen met alleen  $x$  en alleen  $y$ , op overeenkomstige wijze berekend, luiden:

$$z = - 0,686 (y - 38) + 60,648, \dots \dots \dots (7)$$

$$z = + 0,545 (x - 12) + 61,807 \text{ (onnauwkeurig).}$$

Het verband tusschen ruwe celstof en verteerbare organische stof, van welk verband wij in het vervolg herhaaldelijk gebruik zullen maken, hebben

wij in de reeds genoemde fig. 5 nog aanschouwelijk voorgesteld. De Nederlandsche hooisoorten zijn hier aangegeven door punten, de buitenlandse door nullen (DIETRICH en KÖNIG; WATSON en FERGUSON) of gestreepte nullen

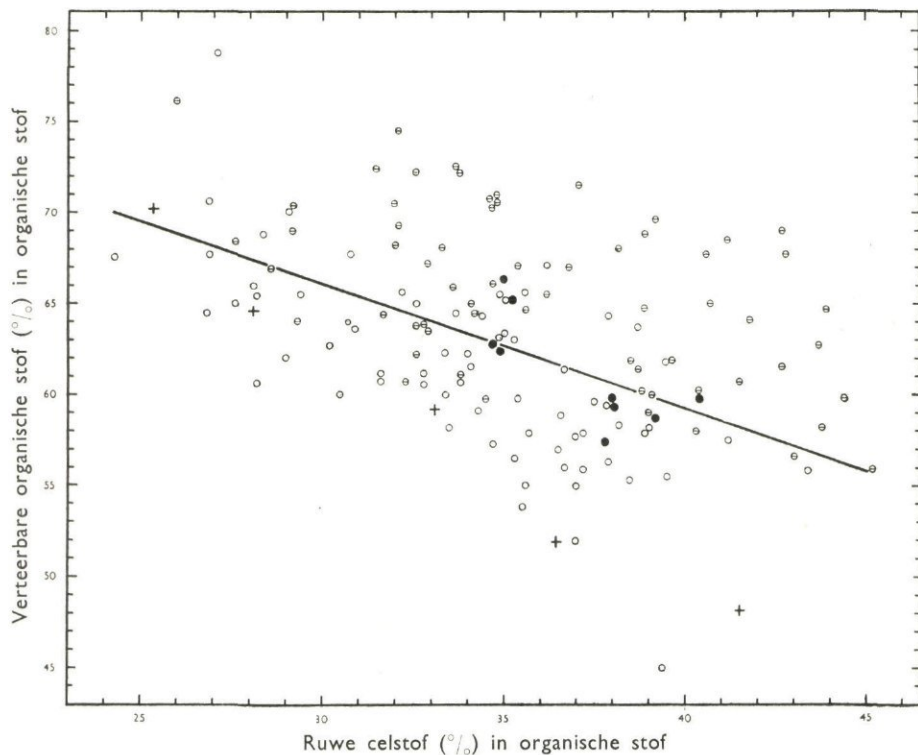


Fig. 5

*Samenhang tusschen ruwe celstof (horizontale as) en verteerbare organische stof (verticale as) bij 133 buitenlandse hooisoorten (weergegeven door gestreepte of ongestreepte nullen) en 9 Nederlandsche hooisoorten (weergegeven door punten)*

De gehalten zijn gegeven in de organische stof. De geteekende regressielijn geeft naar onze meening de gemiddelde verteerbaarheid onder Nederlandsche omstandigheden zoo goed mogelijk weer.

De ligging der vijf kruisjes is berekend naar de tabel van KELLNER. Blijkbaar is de verteerbaarheid van de celstofrijkere hooisoorten door KELLNER aanzienlijk te laag aangenomen.

(Zürich; WATSON en HORTON). Door de verschillende aanduiding der buitenlandse waarnemingen komt een groeppvorming tot uiting en daarmede ook beter het verband tusschen celstofgehalte en verteerbare organische stof, dat veel *minder* duidelijk naar voren zou komen, wanneer men de figuur als één geheel zou beschouwen.

Bovendien vindt men in het diagram een vijftal kruisjes, voorstellende de *vijf hooisoorten uit de tabel van KELLNER*. Men ziet, dat de twee rechts



gelegen kruisjes, betrekking hebbende op de qualiteiten „weniger gutes Heu” en „geringes Heu”, zeer aanzienlijk beneden de tevens geteekende regressielijn (7) liggen. Dit wil zeggen, dat hooi met een zoo hoog celstofgehalte dooreengenomen aanzienlijk beter verteerbaar is dan KELLNER aannam, hetgeen eveneens in de zetmeelwaarde tot uitdrukking komt, zooals wij naderhand zullen zien. Ziet men naar de strooiing der gestreepte en ongestreepte nullen, dan volgt weliswaar, dat hooi met een zoo geringe verteerbaarheid als KELLNER aangeeft, inderdaad enkele malen voorgekomen is; maar dit is slechts bij uitzondering het geval geweest, zoodat de tabel van KELLNER hier een onjuisten indruk geeft.

Bij de betere hooisoorten van KELLNER (meer naar links) is de aansluiting aan de regressielijn veel beter. Zou men een regressielijn teekenen, waarbij alléén de kruisjes in rekening zouden zijn gebracht, dan zou deze lijn derhalve veel steiler loopen dan de door ons berekende. Dit doet ons onmiddellijk beseffen, dat de hier aangeroerde questie niet alleen van belang is voor een schatting van de voederwaarde der minder goede hooisoorten, maar dat zij een veel wijdere strekking heeft en wel uit een oogpunt van hooibouw. Immers, de mate van achteruitgang van de verteerbaarheid van het hooi bij toenemend celstofgehalte is in werkelijkheid aanmerkelijk kleiner dan uit KELLNER's opgaven zou volgen, of m. a. w.: *wanneer men om meer massa te oogsten het gras langer laat groeien, dan neemt de verteerbaarheid van het verkregen hooi weliswaar af, maar aanmerkelijk minder dan wij tot nu toe hebben aangenomen.* Dit te constateeren is belangrijk, maar wil natuurlijk niét zeggen, dat men het laat winnen van het hooi zou moeten voorstaan, temeer daar wij in hoofdstuk VII zullen zien, dat de practische voederwaarde van het minder goed verteerbare hooi waarschijnlijk méér bij het beter verteerbare achterstaat dan uit de verteerbaarheids- en zetmeelwaardecijfers zonder meer blijkt.

### Omvorming der regressieformules ten behoeve van de practische toepassing

De hiervóór opgestelde formules hadden alle betrekking op de gehalten in de organische stof. Thans zullen wij ze door transformatie geschikt maken voor toepassing op de gehaltecijfers in de *droge stof* en op die in het *ongedroogde materiaal*.

#### 1. *Verteerbare eiwitachtige stof in de organische stof*

De regressieformule (2) luidde als volgt:

$$\zeta = 0,705 (x - 12) + 6,242, \dots \dots \dots (2)$$

waarin  $\zeta$  = verteerbare eiwitachtige stof (%) in de organische stof,

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

Het betrof hier behoorlijk gewonnen en geconserveerd hooi.

Is van dergelijk hooi b. v. bekend, dat het gehalte aan eiwitachtige stof in de organische stof 15 % bedraagt, dan is het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof in de organische stof tennaastenbij:

$$\zeta = 0,705 (15 - 12) + 6,242 = 8,4 \%$$

Zooals wij reeds opmerkten, achten wij het bij uitstekend gewonnen hooi, dat in den berg practisch niet heeft gebroeid, geoorloofd de uitkomst met 10 % te verhoogen. Ditzelfde geldt voor de uitkomsten, verkregen met de formules, afgeleid onder No. 2 en No. 3, welke thans volgen.

## 2. *Verteerbare eiwitachtige stof in de droge stof*

Gewoonlijk geven de analysecijfers niet aan de gehalten in de organische stof, maar b. v. die in de droge stof; wij zullen laten zien, hoe de zoeven vermelde grondformule (2) voor dit geval moet worden gewijzigd.

Wij noemen  $\zeta'$  = gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof (%) in de droge stof,

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

$m'$  = gehalte aan minerale bestanddeelen (%) in de droge stof.

Is  $m'$  bekend en houdt men er rekening mee, dat

$$x = \frac{100x'}{100 - m'} \quad \text{en} \quad \zeta = \frac{100\zeta'}{100 - m'},$$

dan zal men uit de grondformule gemakkelijk kunnen afleiden, dat

$$\zeta' = +0,705 (x' - 11) + 0,022 (m' - 9) + 5,737. \dots (8)$$

De coëfficiënt 0,022, geplaatst vóór den term met  $m'$ , is zóó klein, dat deze term slechts weinig gewicht in de schaal legt. Daarom behoeft deze formule alleen dan te worden toegepast, wanneer  $m'$  belangrijk van 9 afwijkt. In de overige gevallen kan men gebruik maken van de thans volgende, eenvoudigere formule (9). Deze worde eveneens toegepast, wanneer het gehalte aan minerale bestanddeelen ( $m'$ ) niet bekend is.

Voor deze formule is gebruik gemaakt van een gemiddelde  $m'$ , waarvoor werd gekozen het gemiddelde gehalte aan minerale bestanddeelen der 57 Nederlandsche hooisoorten, dat 9,026 % bedroeg. Echter hebben wij bovendien nog rekening gehouden met het feit, dat het gehalte aan minerale bestanddeelen met het eiwitgehalte een weinig toeneemt <sup>1)</sup>. Aldus vonden wij:

$$\zeta' = +0,707 (x' - 11) + 5,739 \dots (9)$$

<sup>1)</sup> Wij berekenden uit de 57 Nederlandsche hooianalysen voor dezen samenhang de volgende formule:

$$m' = +0,0763 (x' - 10,351) + 9,026,$$

of:  $m' = +0,076 (x' - 11) + 9,076.$

### 3. *Verteerbare eiwitachtige stof in het ongedroogde materiaal, dus in het hooi als zoodanig*

De onderstaande formules zijn bedoeld voor het geval, dat de analysecijfers betrekking hebben op het ongedroogde materiaal, dus op het hooi als zoodanig.

Wij gebruiken de onderstaande symbolen:

$\zeta''$  = verteerbare eiwitachtige stof (%) in het ongedroogde materiaal,

$x''$  = eiwitachtige stof (%) in het ongedroogde materiaal,

$m''$  = minerale bestanddeelen (%) in het ongedroogde materiaal,

$n''$  = vocht (%) in het ongedroogde materiaal.

Zijn  $m''$  en  $n''$  bekend, dan zal men uit de grondformule (2) gemakkelijk de onderstaande afleiden:

$$\zeta'' = +0,705 (x'' - 10) + 0,022 (m'' + n'' - 23) + 5,342. \quad (10)$$

Zijn  $m''$  en (of)  $n''$  niet bekend, dan schatte men ze als volgt:

$$m'' = 8,$$

$$n'' = 15.$$

Hierdoor wordt de tweede term in het tweede lid gelijk aan nul. Ook in het geval, dat  $m'' + n''$  slechts weinig van 23 afwijkt, kan men den tweeden term verwaarloozen.

Tenslotte zal het herhaaldelijk voorkomen, dat men met een der voorafgaande formules  $\zeta'$  heeft kunnen berekenen. De wijze, waarop hieruit  $\zeta''$  wordt gevonden, behoeft zeker geen commentaar.

### 4. *Verteerbaar werkelijk eiwit*

Hieromtrent hadden wij twee provisorische formules, (3) en (4), tot onze beschikking, nl.:

$$\zeta_w = +0,330 (x - 12) + 4,411, \dots \dots \dots (3)$$

$$\zeta_w = +0,570 (x_w - 10) + 4,732. \dots \dots \dots (4)$$

Hierin is  $x$  = eiwitachtige stof (%) in de organische stof,

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

$\zeta_w$  = verteerbaar werkelijk eiwit (%) in de organische stof.

Evenals hiervóór leidden wij uit deze formules weer eenige andere af. Met één accent duiden wij weer aan de gehalten in de droge stof en met twee accenten die in het ongedroogde materiaal;  $m$  heeft betrekking op de minerale bestanddeelen,  $n$  op het vocht.

Wij vonden:

$$\zeta'_w = + 0,330 (x' - 11) - 0,005 (m' - 9) + 4,041,$$

$$\zeta'_w = + 0,329 (x' - 11) + 4,040,$$

$$\zeta''_w = + 0,330 (x'' - 10) - 0,005 (m'' + n'' - 23) + 3,647,$$



en voorts:

$$\zeta'_w = + 0,570 (x'_w - 9) + 0,010 (m' - 9) + 4,249,$$

$$\zeta''_w = + 0,570 (x''_w - 8) + 0,010 (m'' + n'' - 23) + 3,814.$$

Bij deze formules kunnen wij weer gebruik maken van de omstandigheid, dat door de zeer kleine coëfficiënten 0,005 en 0,010, geplaatst vóór de termen met  $m'$ ,  $m''$  en  $n''$ , deze termen nauwelijks gewicht in de schaal leggen en derhalve kunnen worden verwaarloosd.

Wij houden dan over:

$$\zeta'_w = + 0,329 (x' - 11) + 4,040,$$

$$\zeta''_w = + 0,330 (x'' - 10) + 3,647,$$

$$\zeta'_w = + 0,570 (x'_w - 9) + 4,249,$$

$$\zeta''_w = + 0,570 (x''_w - 8) + 3,814.$$

##### 5. Zetmeelwaarde in de organische stof

Aangezien wij bij onze analyses de bepaling van de vetachtige stof achterwege hebben gelaten en deze eenvoudig bij de zetmeelachtige stof hebben geteld, kunnen wij bij de zetmeelwaardebecijfering niet in alle opzichten de conventionele berekening volgens KELLNER toepassen.

Echter maken wij slechts een kleine fout, wanneer wij de becijfering als volgt inkleeden:

$$\begin{aligned} \text{Zetmeelwaarde} = & 0,94 \times \text{verteerbare eiwitachtige stof} \\ & + 1,00 \times \text{verteerbare zetmeelachtige (+ vet-} \\ & \quad \text{achtige) stof} \\ & + 1,00 \times \text{verteerbare ruwe celstof} \\ & - 0,58 \times \text{ruwe celstof.} \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \text{Zetmeelwaarde} = & 0,94 \times \text{verteerbare eiwitachtige stof} \\ & + 1,00 \times \text{verteerbare zetmeelachtige (+ vet-} \\ & \quad \text{achtige) stof} \\ & + 1,00 \times \text{verteerbare ruwe celstof} \\ & - 0,58 \times \text{ruwe celstof.} \end{aligned}} \right\} (11)$$

Vergelijken wij namelijk bij de vijf bekende hooisoorten uit het leerboek van KELLNER, onze uitkomsten met de aldaar opgegevene, dan blijkt het volgende:

| Hooi                        | Zetmeelwaarde<br>volgens rekenwijze |             | Verschil |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------------|----------|
|                             | van Hoorn                           | van KELLNER |          |
| Slechte kwaliteit . . . . . | 19,2                                | 18,9        | + 0,3    |
| Minder goed . . . . .       | 24,4                                | 23,6        | + 0,8    |
| Goed . . . . .              | 31,5                                | 30,9        | + 0,6    |
| Zeer goed . . . . .         | 37,3                                | 36,2        | + 1,1    |
| Uitmuntend . . . . .        | 41,7                                | 40,6        | + 1,1    |

Deze verschillen, waarvoor desgewenscht een correctie zou kunnen worden aangebracht, zijn zeer klein en vallen geheel weg bij andere onzekere factoren in de zetmeelwaardebecijfering, waarop wij later terugkomen.

Ten overvloede merken wij op, dat het ons hier alléén om een vergelijking van de beide *rekenwijzen* te doen was, zoodat wij telkens dezelfde verterings-coëfficiënten (van KELLNER) moesten gebruiken, niettegenstaande wij hiervóór hebben aangetoond, dat deze ten deele onjuist zijn. De goede overeenstemming is dus niet in strijd met onze opvatting, dat de verteerbare-organische-stof- en zetmeelwaardecijfers van KELLNER voor de minder goede hooisoorten aanmerkelijk te laag zijn.

Thans passen wij de vereenvoudigde rekenwijze op ons eigen cijfermateriaal toe. Wij maken er daarbij gebruik van, dat de verteerbare organische stof gelijk is aan verteerbare eiwitachtige stof + verteerbare zetmeelachtige stof + verteerbare vetachtige stof + verteerbare ruwe celstof. Daardoor krijgen wij uit (11):

Zetmeelwaarde = verteerb. org. stof —  $0,06 \times$  vertb. eiwitacht. stof —  $0,58 \times$  ruwe celstof.

Kortheidshalve gebruiken wij nu de volgende symbolen:

$Z$  = zetmeelwaarde in de organische stof,

$z$  = verteerbare organische stof (%) in de organische stof,

$\zeta$  = verteerbare eiwitachtige stof (%) in de organische stof,

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

$y$  = ruwe celstof (%) in de organische stof.

Wij krijgen dus:

$$Z = z - 0,06 \zeta - 0,58y \dots \dots \dots (12)$$

Wij zullen nu deze formule veranderen, zoodat in het tweede lid alleen  $y$  maar meer voorkomt. Hiervoor gebruiken wij de volgende regressievergelijkingen:

$$z = -0,686 (y - 38) + 60,648,$$

$$\zeta = -0,165 (y - 38) + 5,440.$$

Alle hierin voorkomende regressiecoëfficiënten zijn door ons afgeleid uit de gegevens van alle verteerbaarheidsbepalingen, zoowel buitenlandsche als Nederlandsche. De laatste termen van de tweede leden evenwel zijn alleen uit de Nederlandsche gegevens afgeleid en wel op dezelfde wijze als aangegeven bij het opstellen van de vergelijking voor  $z$  in het voorafgaande.

Substitutie van  $z$  en  $\zeta$  in de formule (12) voor  $Z$  gaf:

$$Z = -1,256 (y - 38) + 38,282 \dots \dots \dots (13)$$

Deze formule geeft dus aan den samenhang tusschen zetmeelwaarde en ruwe celstof.

Wij hebben ons eveneens afgevraagd hoe de formule moet luiden, wanneer niet het gehalte aan ruwe celstof ( $y$ ), maar alleen dat aan *eiwitachtige stof* ( $x$ ) in de organische stof bekend is.

Hiervoor hebben wij allereerst de volgende formules afgeleid:

$$z = + 0,545 (x - 12) + 61,807,$$

$$\zeta = + 0,783 (x - 12) + 6,313,$$

$$y = - 0,359 (x - 12) + 36,706.$$

Door substitutie in (12) werd gevonden:

$$Z = + 0,706 (x - 12) + 40,139 \dots \dots \dots (14)$$

Zooals wij naderhand zullen zien, is deze formule onnauwkeurig.

Uit den aard der zaak zullen zich vele gevallen voordoen, waarin zoowel  $x$  (eiwitachtige stof) als  $y$  (celstof) bekend is. Men zal zich dus wellicht afvragen of er een derde formule voor  $Z$  zou zijn af te leiden, waarin zoowel  $x$  als  $y$  is opgenomen en die een nog beter betrouwbare schatting voor  $Z$  zou opleveren dan die met  $y$  alleen.

De beste zoodanige formule bleek bij onze berekeningen de volgende te zijn:

$$Z = + 0,272 (x - 12) - 1,209 (y - 38) + 38,575.$$

Zooals op grond van onze beschouwingen in het vorige hoofdstuk omtrent de verteerbare organische stof wel kon worden verwacht, levert deze formule niet veel voordeel op boven formule (13) met alleen  $y$ .

De standaardafwijkingen van  $Z$  waren namelijk de volgende:

|                                                             | Standaard<br>afwijking |
|-------------------------------------------------------------|------------------------|
| Zonder regressie. . . . .                                   | 6,47,                  |
| regressie t. o. v. $x$ in rekening gebracht . . . . .       | 6,17,                  |
| regressie t. o. v. $y$ in rekening gebracht . . . . .       | 3,92,                  |
| regressie t. o. v. $x$ en $y$ in rekening gebracht. . . . . | 3,86.                  |

Het verschil der twee laatste standaardafwijkingen is zóó gering, dat de formule met  $x$  en  $y$  beide, practisch geen voordeel oplevert; daarentegen brengt zij wegens haar minder goede hanteerbaarheid wèl practisch nadeel mee. Wij zullen de laatstgenoemde regressieformule dan ook niet meer gebruiken. Dat de formule met alleen  $x$  onnauwkeurig is, blijkt eveneens uit het bovenstaande staatje.

Teleurstellend is, dat ook bij onze beste formules de standaardafwijking van de zetmeelwaarde nauwelijks kleiner wordt dan 4. Hieruit volgt, dat uit de gewone analyse nog geen bevredigende schatting van de voederwaarde mogelijk is. Wij gebruiken deze schatting dan ook slechts omdat het alleen maar bij hooge uitzondering doenlijk is om van een gegeven hooisoort de verteringscoëfficiënten experimenteel te bepalen. Het is dus wel een zeer



belangrijke vraag of nog andere chemische methoden kunnen worden gevonden, op grond waarvan een betere schatting van de zetmeelwaarde mogelijk zou zijn. Inderdaad worden hiertoe af en toe pogingen in het werk gesteld (zie b.v. CRAMPTON, MAYNARD, *Journ. of Nutr.* 15 (1938) 383).

#### 6. Zetmeelwaarde in de droge stof

Evenals bij de verteerbare eiwitachtige stof gaan wij ook hier over tot het geval, dat niet de gehalten in de organische stof, maar die in de droge stof zijn gegeven. Allereerst denken wij ons bovendien gegeven het gehalte aan minerale bestanddeelen ( $m'$ ) in de droge stof. De zetmeelwaarde in de droge stof noemen wij  $Z'$ , terwijl wij met  $x'$  het gehalte aan eiwitachtige stof en met  $y'$  dat aan ruwe celstof in de droge stof aanduiden. Voor de formules werd dan, uitgaande van (13) en (14), gevonden:

$$Z' = -1,256 (y' - 34) - 0,860 (m' - 9) + 35,566 \dots (15)$$

en  $Z' = +0,706 (x' - 11) - 0,317 (m' - 9) + 36,583$  (onnauwkeurig).

Ook hier hebben wij het geval onder de oogen gezien, dat  $m'$  niet bekend is, zoodat wij hiervoor weer een gemiddelde waarde moesten becijferen, waarbij er weer rekening mee werd gehouden, dat het mineraalgehalte eenigszins verband houdt met het eiwitgehalte en met het celstofgehalte <sup>1)</sup>. De gevonden formules luiden:

$$Z' = -1,034 (y' - 34) + 35,380 \text{ (onnauwkeurig)}$$

en  $Z' = +0,682 (x' - 11) + 36,560$  (onnauwkeurig).

#### 7. Zetmeelwaarde in het ongedroogde materiaal, dus in het hooi als zoodanig

Voor dit geval voorzien wij de symbolen weer met twee accenten:

$Z''$  = zetmeelwaarde in het ongedroogde materiaal,

$x''$  = eiwitachtige stof (%) in het ongedroogde materiaal,

$y''$  = ruwe celstof (%) in het ongedroogde materiaal,

$m''$  = minerale bestanddeelen (%) in het ongedroogde materiaal,

$n''$  = vocht (%) in het ongedroogde materiaal.

Voor het geval, dat  $m''$  en  $n''$  beide bekend zijn, gelden nu de volgende formules:

$$Z'' = -1,256 (y'' - 30) - 0,860 (m'' + n'' - 23) + 28,548 \dots (16)$$

en  $Z'' = +0,706 (x'' - 10) - 0,317 (m'' + n'' - 23) + 31,444$  (onnauwkeurig).

<sup>1)</sup> Wij berekenden uit de 57 Nederlandsche hooianalysen voor den samenhang met het celstofgehalte de volgende formule:

$$m' = -0,2576 (y' - 34,732) + 9,026,$$

of ook:  $m' = -0,258 (y' - 34) + 9,215.$

De formule voor den samenhang met het eiwitgehalte is reeds eerder medegedeeld.

Zijn  $m''$  en (of)  $n''$  niet bekend, dan schatte men weer als volgt:

$$m'' = 8;$$

$$n'' = 15.$$

Voorts zal het natuurlijk ook hier kunnen voorkomen, dat men  $Z'$  reeds kent, waaruit dan langs eenvoudigen weg  $Z''$  kan worden becijferd door het bepaalde of geschatte vochtgehalte in rekening te brengen.

### Nomogrammen

De hiervóór opgesomde formules zijn in een zoodanigen vorm gegoten, dat hun toepassing zoo weinig mogelijk rekenarbeid vereischt. Een proef daarmede zal den lezer er inderdaad van overtuigen, dat de becijfering heel wat gemakkelijker is dan die volgens het voorschrift van KELLNER. Desondanks staat de betrouwbaarheid niet bij KELLNER's methode achter; het tegendeel is het geval, omdat bij het werken met de formules *automatisch* diè verterings-coëfficiënten worden aangewend, welke het best bij de gegeven analyse passen.

Intusschen kan men zich elke berekening besparen door de formules te brengen óf in tabelvorm óf in den vorm van nomogrammen. De laatste, meer moderne methode, die op allerlei gebied snel ingang vindt, werd door ons gekozen. Niets echter belet den lezer de formules voor eigen gebruik in tabelvorm te brengen.

Enkele nomogrammen bevinden zich aan het slot van dit opstel, alwaar ook omtrent hun gebruik het noodige is gezegd. Echter scheen het ons niet noodzakelijk om *alle* formules in nomogramvorm weer te geven, maar zijn slechts diè gekozen, welke naar ons vermoeden voor de practische toepassing het meest in aanmerking komen. Als regel toch zullen de analyseresultaten zijn opgegeven als *percentages in de droge stof*, dan wel als *percentages in het ongedroogde materiaal* (dus in het hooi als zoodanig) en derhalve lag het voor de hand slechts diè nomogrammen te reproduceeren, welke in dèze beide gevallen het best kunnen worden toegepast.

## VI. BOTANISCHE SAMENSTELLING EN VERTEERBAARHEID VAN DE ORGANISCHE STOF

Bij onze beschouwingen omtrent de schatting van het gehalte aan verteerbare organische stof en van de zetmeelwaarde op grond van de analysecijfers, bleek wel, dat wij door de ruwe celstof in rekening te brengen tot een benadering van de beide genoemde grootheden konden komen, maar dat er nog een tamelijk hooge graad van onzekerheid bleef bestaan. Hieruit kunnen wij de conclusie trekken, dat er behalve de gewone analyse nog andere factoren moeten zijn, welke de verteerbaarheid van de organische stof en de zetmeelwaarde bepalen.

Nu is het voldoende bekend, dat men van oudsher groote waarde heeft gehecht aan de *botanische samenstelling* van het hooi; de grassen, waaruit het hooi bestaat, deelt men zelfs min of meer empirisch in soorten in, goede en slechte. Echter is het al zeer onwaarschijnlijk, dat deze indeeling allèen betrekking heeft op de zetmeelwaarde en op het verteerbaar eiwit; wellicht is er ook een betere of slechtere minerale samenstelling in verdisconteerd. Zelfs mag men aannemen, dat ook nog geheel andere factoren bij deze qualiteitsbeoordeeling een rol spelen, zooals de grootte van den oogst e. a. en dat de indeeling dus vooral betrekking heeft op de algemeene gebruikswaarde der grassen, waarvan de hooiqualiteit slechts een onderdeel vormt.

Niettemin meenden wij goed te doen een poging in het werk te stellen om een verband tusschen de *botanische samenstelling* en de voederwaarde van de onderzochte hooisoorten op te sporen. Om het probleem te vereenvoudigen namen wij, wat de voederwaarde betreft, alleen de *verteerbare organische stof* in aanmerking.

Ook daarna deden zich nog twee moeilijkheden voor. In de eerste plaats toch moesten wij de betere of slechtere botanische samenstelling in cijfers uitdrukken en in de tweede plaats moest bij de verteerbare organische stof de storende invloed van verschillen in ruwe-celstof-gehalte (vroeg of laat maaïen) worden uitgeschakeld; immers door vroeg of laat maaïen wisselt het celstofgehalte en daarmee de verteerbaarheid e. a., terwijl de botanische samenstelling geen ingrijpende wijziging behoeft te ondergaan. Dit uitschakelen van verschillen in celstofgehalte kan gemakkelijk geschieden met partiële correlatiecoëfficiënten of met een regressievergelijking. Men reduceert daardoor alle gehalten als het ware op materiaal met een constant celstofgehalte.

Wat het in de eerste plaats genoemde aangaat, dus het in cijfers uitdrukken van de betere of slechtere botanische samenstelling, gaven wij iedere grassoort een *waardecijfer* (0, 1, 2, 3 of 4), al naar gelang van de qualiteit of gebruikswaarde, zooals deze tot nu toe wordt beoordeeld. Uitstekende grassen kregen een 4, waardelooze een 0 en de overige daar tusschen in, dus 1, 2 of 3. Volledigheidshalve zij nog vermeld, dat deze getallen geenszins absolute waarden voor de qualiteit voorstellen, maar alleen bedoeld zijn om een *rangorde* aan te geven. Voorts vestigen wij er de aandacht op, dat de factor „ruwe celstof” wellicht ook een rol kan spelen bij de practische waardeering der afzonderlijke grassen, niet alleen omdat de eene grassoort in een vroeger groeistadium hard wordt dan de andere, maar ook om het volgende. Die grassoorten toch, welke in het hooi gemeenlijk in een verder gevorderd stadium van ontwikkeling voorkomen en derhalve veelal celstofrijker (en meer verhout) zijn, zullen voor de qualiteit van het hooi allicht lager worden gewaardeerd dan andere soorten, welke in een vroeger ontwikkelingsstadium worden geoogst. Konden wij in



het eerder genoemde geval den factor „ruwe celstof” uitschakelen, hier was dit natuurlijk niet zonder meer mogelijk.

Voor het toekennen van de waardecijfers aan de afzonderlijke grassoorten werd door ons gebruik gemaakt van een tweetal oudere leerboekjes, nl. „Grasland” van TEN RODENGATE MARISSSEN (1905) en „Erkennen und Bestimmen der Wiesengräser” van STRECKER (1906); beide werden geschreven lang vóórdat er betrouwbare verteringsproeven met afzonderlijke grassoorten zijn genomen. In het laatstgenoemde werkje zijn de grassen naar hun „gebruikswaarde” reeds in vijf klassen ingedeeld, doch bij MARISSSEN moest op grond van zijn beschrijvingen door ons zelf een klassificatie worden gemaakt, waarbij wij vooral ook datgene in aanmerking namen, wat de schrijver over de voederwaarde opmerkt.

TABEL 10

*Waardecijfers der afzonderlijke grassen*

|                                 | Volgens<br>TEN RODENGATE<br>MARISSSEN | Volgens<br>STRECKER | Volgens<br>R. L. P.<br>Groningen | Met behulp<br>van<br>verterings-<br>proeven <sup>1)</sup> |
|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Agrostis alba . . . . .         | 3                                     | 3                   | 3                                | 65,5                                                      |
| „ canina . . . . .              | 0                                     | 0                   | 1                                | —                                                         |
| Anthoxanthum odoratum . . . . . | 1                                     | 2                   | 3                                | —                                                         |
| Festuca arundinacea . . . . .   | 3                                     | 3                   | 2                                | —                                                         |
| „ pratensis . . . . .           | 4                                     | 4                   | 4                                | 67,0                                                      |
| „ rubra . . . . .               | 2                                     | 2                   | 2                                | 61,5                                                      |
| Holcus lanatus . . . . .        | 1                                     | 1                   | 2                                | —                                                         |
| Lolium perenne . . . . .        | 4                                     | 3                   | 4                                | 63,0                                                      |
| Poa pratensis . . . . .         | 4                                     | 4                   | 4                                | 59,1                                                      |
| „ trivialis . . . . .           | 4                                     | 3                   | 4                                | 55,7                                                      |
| Alopecurus pratensis . . . . .  | 4                                     | 4                   | 2                                | 60,5                                                      |
| „ geniculatus . . . . .         | 2                                     | 4                   | 2                                | —                                                         |
| Arrhenatherum elatius . . . . . | 3                                     | 3                   | 4                                | 66,2                                                      |
| Avena flavescens . . . . .      | 4                                     | 4                   | 4                                | —                                                         |
| Bromus mollis . . . . .         | 1                                     | 0                   | 1                                | —                                                         |
| Cynosurus cristatus . . . . .   | 3                                     | 4                   | 3                                | —                                                         |
| Dactylis glomerata . . . . .    | 3                                     | 4                   | 3                                | 61,2                                                      |
| Hordeum secalinum . . . . .     | 3                                     | 3                   | 3                                | —                                                         |
| Phleum pratense . . . . .       | 3                                     | 3                   | 4                                | 61,7                                                      |
| Aira caespitosa . . . . .       | 0                                     | 0                   | 0                                | —                                                         |
| Glyceria aquatica . . . . .     | 1                                     | 1                   | 3                                | —                                                         |
| „ fluitans . . . . .            | 1                                     | 1                   | 3                                | —                                                         |
| Triticum repens . . . . .       | 3                                     | 0                   | 2                                | —                                                         |
| Phragmites communis . . . . .   | 0                                     | 1                   | 0                                | —                                                         |
| Juncus . . . . .                | 0                                     | 0 *)                | 0                                | —                                                         |
| Scirpus . . . . .               | 0                                     | 0 *)                | 0                                | —                                                         |
| Carex . . . . .                 | 0                                     | 0 *)                | 1                                | 49,7                                                      |
| Trifolium pratense . . . . .    | 4                                     | 4 *)                | 4                                | —                                                         |
| „ repens . . . . .              | 4                                     | 4 *)                | 4                                | —                                                         |

\*) Niet opgegeven; daarom geschat.

<sup>1)</sup> Zie tabel 13.

Bovendien was het Rijkslandbouwproefstation te Groningen zoo welwillend in 1938 voor ons een klassificatie omtrent de gebruikswaarde op te stellen, waarvoor een woord van dank hier zeker op zijn plaats is. Als leidraad dienden hierbij gegevens uit literatuur en practijk, alsmede indrukken, welke bovengenoemd proefstation uit eigen graslandonderzoekingen had gekregen.

Al de drie groepen waardecijfers zijn saamgevat in tabel 10.

Na het toekennen van de waarde- of rangordecijfers werd voor iedere hooisoort het percentage van elk der hierin voorkomende grassen (tabel 1) vermenigvuldigd met het waardecijfer, waarna deze producten werden samengegeteld. Door nu deze som te deelen door het totaal percentage van de aanwezige soorten (100 — onbepaald) kregen wij een cijfer voor de *botanische waarde* voor ieder der onderzochte hooisoorten. Een moeilijkheid leverden de aanwezige kruiden op. Welk waardecijfer moest hieraan worden toegekend? Wij hebben in dezen op twee wijzen gehandeld; bij de eene beoordeeling ontvingen de kruiden het cijfer 1, bij een tweede beoordeeling werden zij geheel buiten beschouwing gelaten en werd dus de som der producten gedeeld door (100 — onbepaald — kruiden). Wij verkregen bijgevolg zes botanische waarden voor elk der negen hooisoorten (zie tabel 11), aangezien wij drie stellen waardecijfers hadden.

TABEL 11

*Botanische waarden*

|                                      | Volgens waardecijfers van |                   |                |                   |                          |                   |
|--------------------------------------|---------------------------|-------------------|----------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
|                                      | TEN RODENGATE<br>MARISSEN |                   | STRECKER       |                   | R. L. P.<br>te Groningen |                   |
|                                      | met<br>kruiden            | zonder<br>kruiden | met<br>kruiden | zonder<br>kruiden | met<br>kruiden           | zonder<br>kruiden |
| Maashooi, Limburg, Ool . . . . .     | 2,84                      | 3,33              | 2,39           | 2,77              | 2,89                     | 3,40              |
| Beemsterhooi, N.Holland . . . . .    | 3,66                      | 3,73              | 3,10           | 3,16              | 3,69                     | 3,76              |
| Hooi Limburg, Ell . . . . .          | 2,85                      | 2,94              | 2,44           | 2,51              | 3,19                     | 3,30              |
| Hooi Z.Holland, Bodegraven . . . . . | 2,44                      | 2,56              | 2,29           | 2,40              | 2,80                     | 2,95              |
| Hooi Limburg, Bocholtz . . . . .     | 3,55                      | 3,63              | 2,89           | 2,94              | 3,64                     | 3,72              |
| Hooi Friesland, Wijtgaard . . . . .  | 3,09                      | 3,28              | 2,69           | 2,84              | 3,18                     | 3,37              |
| Hooi Utrecht, Zegveld . . . . .      | 3,11                      | 3,42              | 2,58           | 2,81              | 3,21                     | 3,53              |
| Hooi Drente, Norg . . . . .          | 2,28                      | 2,30              | 2,20           | 2,22              | 2,69                     | 2,71              |
| Kamperhooi, Overijssel . . . . .     | 2,74                      | 3,02              | 2,50           | 2,74              | 2,91                     | 3,21              |

Thans werd voor alle hooisoorten in oogenschouw genomen:

- het gehalte aan ruwe celstof in de organische stof:  $x$ ,
- de verteerbare organische stof (%) in de organische stof:  $y$  en
- één der boven bedoelde botanische waarden:  $z$ .

Vervolgens werden de correlatiecoëfficiënten berekend (zie tabel 12), die ons het volgende leerden.

TABEL 12

*Correlatie (totaal en partiël) tusschen verteerbare organische stof (y) eenerzijds en ruwe celstof (x) en botanische waarde (z) anderzijds*

| Beoordeeling volgens                  | Verteerb. organ.<br>stof en<br>ruwe celstof |                       | Verteerb. organ.<br>stof en<br>botan. waarde |                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------|-----------------------|
|                                       | $r_{yx}$<br>totaal                          | $r_{yx.z}$<br>partiël | $r_{yz}$<br>totaal                           | $r_{yz.x}$<br>partiël |
| TEN RODENGATE MARISSSEN (met kruiden) | — 0,784                                     | — 0,864               | + 0,637                                      | + 0,781               |
| " " " (zonder " )                     | — 0,784                                     | — 0,807               | + 0,639                                      | + 0,682               |
| STRECKER " (met " )                   | — 0,784                                     | — 0,873               | + 0,727                                      | + 0,842               |
| " " " (zonder " )                     | — 0,784                                     | — 0,779               | + 0,763                                      | + 0,759               |
| R. L. P. Groningen (met " )           | — 0,784                                     | — 0,873               | + 0,539                                      | + 0,749               |
| " " " " (zonder " )                   | — 0,784                                     | — 0,813               | + 0,577                                      | + 0,643               |

De *totale* correlatie tusschen verteerbare organische stof en botanische waarde was blijkens  $r_{yz}$  inderdaad positief; de correlatiecoëfficiënten varieerden van +0,54 tot +0,76. Om te onderzoeken of deze uitkomsten, die betrekking hebben op slechts negen hooisoorten, wezenlijk van nul verschillen, maken wij gebruik van „tabel V. A.” van FISHER <sup>1)</sup>. Volgens deze tabel zou een waarde + 0,67 reël zijn en wel om de volgende reden. Veronderstellen wij namelijk een oogenblik, dat er in werkelijkheid in het geheel geen correlatie was. Het is duidelijk, dat men niettemin ook in dit geval bij het onderzoek van negen willekeurige hooisoorten toch wel eenige (toevallige) correlatie zou vinden. De kans nu, dat deze toevallige correlatie zóó sterk zou zijn, dat de correlatiecoëfficiënt de waarde +0,67 zou overschrijden of dat hij minder dan — 0,67 zou bedragen, is slechts 0,05 (1 op 20). Derhalve kan onze veronderstelling, dat er in werkelijkheid eigenlijk geen correlatie zou zijn, moeilijk op waarheid berusten, wanneer de gevonden correlatiecoëfficiënt (afgezien van het plus- of minteken) 0,67 of grooter is. De door ons inderdaad gevonden totale coëfficiënten schommelden blijkbaar om deze grens.

Wat de *partiële* correlatie (celstofgehalte uitgeschakeld) tusschen dezelfde grootheden  $y$  en  $z$  aangaat, deze was nog sterker dan de totale (kolom  $r_{yz.x}$ ). Verder zien wij, dat met behulp van diè botanische waarden, waarbij de kruiden wèl in rekening zijn gebracht, hogere correlatiecoëfficiënten werden verkregen dan wanneer de kruiden zijn verwaarloosd. Wanneer wij nu in het bijzonder

<sup>1)</sup> FISHER, *Statistical methods for research workers*, Londen (1928).



deze eerstbedoelde coëfficiënten (kruiden in rekening gebracht) in het oog vatten, dan blijken zij te variëren van  $+0,75$  tot  $+0,84$ . En aangezien volgens de tabel V. A. van FISHER thans de waarde  $+0,71$  wezenlijk zou zijn, kunnen wij dus *met eenige waarschijnlijkheid besluiten, dat er inderdaad een positieve correlatie tusschen de verteerbaarheid der organische stof en de botanische waarde bestaat.*

De verschillende, tot nu toe gebruikte waardecijfers der afzonderlijke grassen zijn natuurlijk erg onzeker en verschillen bovendien ook bij dezelfde soorten nog al iets van elkaar. Er is daarom getracht de kwaliteit der grassen uit te drukken in *proefondervindelijk verkregen cijfers*.

In Duitschland zijn met dit doel door eenige onderzoekers zuivere grassen geteeld en tot hooi gedroogd, waarvan de verteringscoëfficiënten met schapen zijn bepaald <sup>1)</sup>; de verkregen uitkomsten zullen wij thans nader bestudeeren.

Na weglating van eenige minder betrouwbaar schijnende stellen dezer verteringscoëfficiënten bleven er in het geheel 74 stellen over, betrekking hebbende op 16 grassoorten. Het aantal waarnemingen varieerde bij de verschillende soorten echter sterk. Zoo was er bij een 5-tal soorten van elk slechts één stel verteringscoëfficiënten, terwijl er met *festuca pratensis* en *lolium perenne* 13, resp. 11 verteringsproeven waren genomen.

Allereerst werden verschillen in ruwe-celstof-gehalte op eenvoudige wijze geëlimineerd. Hiervoor werden van al de grassen in oogenschouw genomen:

- a. het gehalte aan ruwe celstof in de organische stof =  $x$ ,
- b. de verteerbare organische stof (%) in de organische stof =  $y$ .

Vervolgens kon voor ieder der grassoorten, waarbij minstens twee proeven waren verricht, de regressie van  $y$  t. o. v.  $x$  worden berekend. Om de diverse soorten echter beter met elkaar te kunnen vergelijken, werden deze regressielijnen zóódanig bepaald, dat de regressiecoëfficiënt bij definitie voor alle soorten gelijk werd gesteld. Daardoor komen de regressielijnen van alle grassoorten dus evenwijdig aan elkaar te liggen.

Voor de gemeenschappelijke regressiecoëfficiënt werd gevonden: — 0,679.

Vervolgens werden de waarnemingen in even veel diagrammen uitgezet als er grassoorten waren en de bijbehorende regressielijnen er in geteekend. Deze lijnen gaan dus voor elke grasoort door het op die soort betrekking

<sup>1)</sup> FEEDER, *Zeitschr. f. Züchtung B* 27 (1933) 325.

HONCAMP, STAU, MÜLLNER, *Versuchsstat.* 87 (1915) 315.

STEUBER, STOTZ, *Arch. f. Tierernährung u. Tierzucht* 5 (1931) 188.

KIRSCH, WENCK, JANTZON, *Tierernährung* 8 (1936) 261.

hebbende punt  $(\bar{x}, \bar{y})$ , waarbij  $\bar{x}$  de gemiddelde waarde van  $x$ , en  $\bar{y}$  de gemiddelde waarde van  $y$  voorstelt. Bij soorten, waarbij slechts één proef was verricht, was dit het punt  $(x, y)$ .

Om nu verschil in celstofgehalte te elimineeren, werd in elk diagram bij het ruwe-celstof-gehalte 38,1 (dit was de gemiddelde waarde bij een groot aantal Nederlandsche hooimonsters) een verticale lijn getrokken tot deze de regressielijn sneed. De  $y$ 's der snijpunten stellen dan de voor verschillen in celstofgehalte gecorrigeerde verteringscoëfficiënten der organische stof voor (tabel 13).

TABEL 13

*Verteringscoëfficiënten van de organische stof van een aantal afzonderlijke grassen (herleid op gelijk ruwe-celstof-gehalte)*

|                                  | Aantal<br>verterings-<br>proeven | Verterings-<br>coëfficiënt |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Agrostis alba . . . . .          | 3                                | 65,5 <sup>4</sup>          |
| Festuca pratensis . . . . .      | 13                               | 67,0 <sup>1</sup>          |
| „ rubra . . . . .                | 8                                | 61,5 <sup>8</sup>          |
| Lolium perenne . . . . .         | 11                               | 63,0 <sup>6</sup>          |
| Poa pratensis . . . . .          | 5                                | 59,1                       |
| „ trivialis . . . . .            | 1                                | 55,7                       |
| Alopecurus pratensis . . . . .   | 1                                | 60,5                       |
| Arrhenatherum elatius . . . . .  | 3                                | 66,2 <sup>3</sup>          |
| Dactylis glomerata . . . . .     | 7                                | 61,2 <sup>9</sup>          |
| Phleum pratense . . . . .        | 9                                | 61,7 <sup>7</sup>          |
| Lolium italicum . . . . .        | 2                                | 61,7 <sup>7</sup>          |
| Poa serotina . . . . .           | 1                                | 64,3 <sup>5</sup>          |
| Bromus inermis . . . . .         | 3                                | 66,8 <sup>2</sup>          |
| Phalaris arundinacea . . . . .   | 5                                | 56,6                       |
| Carex . . . . .                  | 1                                | 49,7                       |
| Beckmannia eruciformis . . . . . | 1                                | 58,4                       |

Om na te gaan in hoeverre deze uitkomst overeenstemde met de verschillende, hiervóór gebruikte, min of meer empirische waardecijfers (tabel 10), werden in oogenschouw genomen:

- de zooeven berekende gecorrigeerde verteringscoëfficiënten der organische stof:  $x$ ,
- de waardecijfers, welke in de middelste drie kolommen van tabel 10 voorkomen:  $y$ .

Vervolgens werd de correlatie tusschen  $x$  en  $y$  berekend. Aangezien bij de qualiteitsbeoordeeling volgens STRECKER Carex en Beckmannia niet zijn geklassificeerd en ook in MARISSSEN de laatstgenoemde soort niet is behandeld,

hebben wij deze beide soorten bij onze berekening weggelaten. Gevonden werden de volgende correlatiecoëfficiënten ( $r_{xy}$ ):

| Met waarde-<br>cijfers volgens  | Correlatie-<br>coëfficiënten |
|---------------------------------|------------------------------|
| TEN RODENGATE MARISSSEN . . . . | — 0,16                       |
| STRECKER . . . . .              | + 0,22                       |
| R. L. P. Groningen . . . . .    | — 0,08                       |

Hieruit volgt, dat er in het geheel geen verband werd geconstateerd tusschen de (op constant celstofgehalte omgerekende) verteringscoëfficiënten der afzonderlijke grassen en de waardecijfers. Wanneer wij de twee bovengenoemde grassoorten niet hadden weggelaten, zouden wij met de waardecijfers van R. L. P. Groningen voor  $r_{xy}$  hebben gevonden: +0,386. Alhoewel positief is de correlatie ook in dit geval dus niet sterk.

Dit zou een gevolg kunnen zijn van het feit, dat bij verscheiden grassoorten slechts weinig bepalingen waren verricht. Daarom werden bij een nieuwe berekening diè soorten uitgezocht, waarvoor het aantal stellen verteringscoëfficiënten vijf of meer bedroeg. De op gelijk ruwe-celstof-gehalte gecorrigeerde verteringscoëfficiënten der organische stof van deze soorten (zeven in tal, tabel 13) werden weer vergeleken met de min of meer empirische waardecijfers. Ook hier werden de correlatiecoëfficiënten berekend, waarvoor werd gevonden:

| Met waarde-<br>cijfers volgens  | Correlatie-<br>coëfficiënten |
|---------------------------------|------------------------------|
| TEN RODENGATE MARISSSEN . . . . | + 0,55                       |
| STRECKER . . . . .              | + 0,62                       |
| R. L. P. Groningen . . . . .    | + 0,33                       |

Hoewel ook deze waarden volgens FISHER nog niet als wezenlijk mogen worden beschouwd, zijn zij thans alle drie positief en bestaat er dus overeenstemming met de uitkomsten, welke met de Nederlandsche hooisoorten waren verkregen.

*Alles saamgenomen schijnen onze uitkomsten er voor te pleiten, dat de in de practijk en in leerboeken hooger gewaardeerde grassen, over het algemeen hooi leveren, dat beter wordt verteerd dan dat der lager gewaardeerde; verschillen in gehalte aan ruwe celstof (o. a. variërende met den maaitijd) waren hierbij zoo goed mogelijk uitgeschakeld. Dat de genoemde waardeering daarnaast ook nog verband houdt met andere factoren dan de verteerbaarheid, spreekt echter wel vanzelf.*



## VII. EIWIT-, KALK- EN PHOSPHOR- STOFWISSELING

Bij alle verteringsproeven werden bij de afzonderlijke dieren steeds eiwit-, kalk- en phosphorbalansen opgesteld aan de hand van de met dit doel uitgevoerde analyses van voeder, drinkwater, mest en urine, zooals in den aanvang van deze verhandeling is uiteengezet.

Alvorens tot de bespreking der verkregen uitkomsten over te gaan is het goed op te merken, dat niet deze balansen het hoofddoel van het onderzoek vormden, maar de verteringsproeven. Aan dit hoofddoel was de duur van de voorperioden en de eigenlijke proefperioden dan ook aangepast. Voor een speciaal onderzoek, in het bijzonder naar de mineraalstofwisseling, waren langere perioden wenschelijk geweest; een dergelijke verlenging stuitte echter op praktische bezwaren. Niettemin meenden wij de geboden gelegenheid te baat te moeten nemen om althans eenige aanwijzingen te verkrijgen omtrent de eiwit- en mineraalstofwisseling bij toediening van enkele onzer voornaamste hooisoorten als uitsluitend voeder.

### Eenige gegevens betreffende de ontwikkeling van kalveren en vaarzen

HENRY en MORRISON <sup>1)</sup> berekenden op grond van vele gegevens de onderstaande *gemiddelde levende gewichten* voor vrouwelijke Amerikaansche runderen van het Friesche ras.

| <i>Leeftijd</i> | <i>Levend gewicht (kg)</i> |
|-----------------|----------------------------|
| geboorte        | 41,3                       |
| 2 maanden       | 68,1                       |
| 4 maanden       | 113,5                      |
| 6 maanden       | 165,7                      |
| 8 maanden       | 215,2                      |
| 10 maanden      | 257,9                      |
| 12 maanden      | 296,5                      |
| 18 maanden      | 390,9                      |
| 24 maanden      | 488,0                      |

De gemiddelde daggroei gedurende het geheele eerste levensjaar bedroeg 0,70 kg, tusschen 4 en 8 maanden echter 0,83 kg; dit laatste is méér dan daarvóór en daarna. Gedurende het geheele tweede levensjaar bedroeg de gemiddelde daggroei 0,52 kg.

---

<sup>1)</sup> HENRY, MORRISON, *Feeds and Feeding*, 20th ed., New York (1936).

Uit proeven met vrouwelijke kalveren in ons land <sup>1)</sup> berekenden wij bij zes proefgroepen, elk van vijf dieren, een daggroei van 0,84, 0,88, 0,94, 0,90, 0,96 en 0,89 kg; het waren kalveren, welke gedurende den eersten zomer in de weide graasden (lichaamsgewicht tusschen  $\pm 50$  en  $\pm 200$  kg). Zes, iets oudere vaarzen brachten het gedurende den winter (16 October—17 Maart) slechts tot 0,619 kg (lichaamsgewicht tusschen  $\pm 200$  en  $\pm 300$  kg). Voor zoover uit deze cijfers kan worden besloten, zal de gemiddelde daggroei over het geheele eerste jaar wel niet zeer verschillend zijn geweest van de zooeven vermelde Amerikaansche opgave.

Voor allerlei vragen op het gebied der veevoeding is het van veel belang te weten, welke de *scheikundige samenstelling is van de geheele dieren en van de aangezette weefsels*. Hieromtrent zijn zeer uitvoerige onderzoekingen verricht door het Proefstation in Missouri <sup>2)</sup>. Wij ontleenen hieraan, dat bij dieren met weinig vet, zooals door ons werden gebruikt, het eiwit-, het kalk- en het phosphorgehalte al heel weinig met den leeftijd veranderen. Voor dergelijke dieren berekenden wij uit het verstrekte cijfermateriaal de hieronder volgende samenstelling; deze geldt zoowel voor het geheele individu als voor hetgeen in een bepaald tijdsinterval wordt aangezet.

|                                         |       |
|-----------------------------------------|-------|
| eiwitgehalte:                           | 16 %  |
| CaO-gehalte:                            | 1,7 % |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -gehalte: | 1,6 % |

Bij een gemiddelden daggroei van 0,70 kg gedurende het eerste levensjaar en van 0,52 kg gedurende het tweede, zou men dus mogen rekenen, gesteld dat de samenstelling der dieren uit het Missourische onderzoek als normaal kan worden beschouwd, op een dag-aanzet van:

|                   | eiwit | CaO  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|-------------------|-------|------|-------------------------------|
| eerste levensjaar | 112 g | 12 g | 11 g                          |
| tweede levensjaar | 83 g  | 9 g  | 8 g                           |

Bij snelleren groei zijn deze cijfers natuurlijk hooger, althans wanneer de vetafzetting daarbij niet aanmerkelijk toeneemt. Immers, bij sterken vet-aanzet worden de in een kg aangezette hoeveelheden eiwit en mineralen kleiner.

<sup>1)</sup> Friesche Mij. v. Landb., *Friesch Landbouwblad* 36 (1935) n°. 49, 37 (1936) n°. 50, 38 (1937) n°. 49, *Verslag over het jaar 1936*, bldz. 30.

<sup>2)</sup> HAIGH, MOULTON, TROWBRIDGE, *Missouri Bull.* 38 (1920).  
MOULTON, TROWBRIDGE, HAIGH, *Missouri Bull.* 55 (1922).  
HOGAN, NIERMAN, *Missouri Bull.* 107 (1927).

Omtrent de optimale *hoeveelheden*  $\text{CaO}$  en  $\text{P}_2\text{O}_5$  in de rantsoenen van kalveren en jongvee tast men nog in het duister. De talrijke proeven, welke gedurende de latere jaren over de mineraalstofwisseling bij jonge runderen zijn genomen, hebben niet zoozeer op deze optima betrekking als wel op de vraag, met welke *minimum-hoeveelheden* de dieren kunnen volstaan. De meeste aandacht is hierbij geschonken aan de phosphorus, omdat phosphorgebrek bij het vee in tal van landen aanzienlijke economische verliezen doet ontstaan. Duidelijke afwijkingen daarentegen, welke alleen aan kalkgebrek zouden moeten worden toegeschreven, zijn slechts hoogst zelden met zekerheid gesignaleerd.

Nu is het vaststellen van een minimum door de individuele verschillen immer zeer bezwaarlijk; een hoeveelheid, waar het eene dier goed mee uitkomt, is voor het andere geheel onvoldoende. Bovendien doen zich in het onderhavige geval ook andere factoren gelden, zooals de vitamine-D-voorziening, terwijl voorts de hoeveelheid kalk van belang is voor de ligging van het phosphor-minimum en omgekeerd.

Dit alles in het oog houdende, komen wij bij een literatuurstudie <sup>1)</sup> tot de slotsom, dat kalveren en vaarzen van een leeftijd van  $\pm 6$  maanden tot het kalven zich normaal kunnen ontwikkelen op rantsoenen met  $\pm 35$  g  $\text{P}_2\text{O}_5$  per dag en per dier. Daarvóór, kort na de geboorte, kan de hoeveelheid kleiner zijn; tegen den tijd van het kalven echter willen HUFFMAN c. s. <sup>2)</sup> niet onder 40 g gaan. Ook snel groeiende dieren zullen iets meer noodig hebben. Vermoedelijk slaat men de plank niet ver mis, wanneer men voor onderhoud rekent met 50 g per 1000 kg l. g. en met 3,2 g voor elke 100 g gewichtstoename per dag. Drachtige vaarzen ontvangen dan ook voor het zich ontwikkelende kalf voldoende, omdat deze ontwikkeling met een toeneming van het levend gewicht der moeder gepaard gaat.

Overigens wijzen wij er op, dat men deze cijfers als minimum-waarden dient te beschouwen en dat de vitamine-D-voorziening voldoende moet zijn. Naar men weet kan ook goed gewonnen hooi, in de zon gedroogd, in de vitamine-D-behoefte voorzien.

---

<sup>1)</sup> THEILER, GREEN, DU TOIT, *Journ. Agr. Sc.* 17 (1927) 291.  
 LINDSEY, ARCHIBALD, NELSON, *Journ. Agr. Res.* 42 (1931) 883.  
 THEILER, GREEN, *Nutr. Abstr.* 1 (1931/32) 359.  
 HUFFMAN, ROBINSON, DUNCAN, LAMB, MASON, *Journ. Dairy Sc.* 16 (1933) 203.  
 RUPEL, BOHSTEDT, HART, *Wisconsin Res. Bull.* 115 (1933).  
 LAMB, WINTER, DUNCAN, ROBINSON, HUFFMAN, *Journ. Dairy Sc.* 17 (1934) 233.  
 JONES, HAAG, BRANDT, *Oregon Bull.* 329 (1934).  
 ARCHIBALD, BENNETT, *Journ. Agr. Res.* 51 (1935) 83.  
 VAN LANDINGHAM, HENDERSON, BOWLING, *Journ. Dairy Sc.* 18 (1935) 557.  
 WALLIS, PALMER, GULLICKSON, *Journ. Dairy Sc.* 18 (1935) 213.  
 VAN LANDINGHAM, HENDERSON, BOWLING, *Journ. Dairy Sc.* 19 (1936) 597.  
 THEILER, DU TOIT, MALAN, *Onderstepoort J. Vet. Sc.* 8 (1937) 375.

<sup>2)</sup> HUFFMAN, DUNCAN, ROBINSON, LAMB, *Michigan techn. Bull.* 134 (1933).



TABEL 14

*Eiwit-, kalk- en p*

| Hooisoort                     | Ver-<br>terings-<br>proef | Stier                |                              | Eiwitachtige stof        |                          |                           |                          | bala<br>(g)            |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|
|                               |                           | naam                 | levend<br>gewicht<br>(kg)    | opge-<br>nomen           | uitgescheiden            |                           |                          |                        |
|                               |                           |                      |                              |                          | in<br>mest               | in<br>urine <sup>1)</sup> | totaal                   |                        |
| 1. Maashooi,<br>Limburg, Ool  | V 3                       | W<br>Jp<br>Jb        | 585<br>432,5<br>300,5        | 666<br>465<br>428        | 347<br>238<br>233        | 261<br>197<br>172         | 608<br>435<br>405        | +<br>+<br>+            |
| 2. Beemsterhooi,<br>N.Holland | V 4                       | W<br>Jp<br>Jb        | 578,5<br>457<br>310,5        | 1028<br>843<br>710       | 486<br>374<br>316        | 410<br>312<br>286         | 896<br>686<br>602        | + 1<br>+ 1<br>+ 1      |
| 3. Limburg, Ell               | V 5                       | W<br>Jp<br>Jb        | 609,5<br>440,5<br>322,5      | 813<br>566<br>518        | 396<br>263<br>246        | 382<br>280<br>255         | 778<br>543<br>501        | +<br>+<br>+            |
| 4. Z.Holland,<br>Bodegraven   | V 8                       | Jp<br>Jb             | 483<br>432,5                 | 719<br>647               | 381<br>336               | 370<br>351                | 751<br>687               | —<br>—                 |
| 5. Limburg, Bocholtz          | V 10 H 1<br>H 2           | Jp<br>Jb<br>Jp<br>Jb | 491<br>465,5<br>498<br>466   | 743<br>699<br>711<br>700 | 389<br>347<br>386<br>335 | 280<br>296<br>298<br>275  | 669<br>643<br>684<br>610 | +<br>+<br>+<br>+       |
| 6. Friesland, Wijtgaard       | V 11 H 1<br>H 2           | Jp<br>Jb<br>Jp<br>Jb | 491<br>477,5<br>497<br>486,5 | 874<br>881<br>884<br>885 | 444<br>400<br>421<br>404 | 337<br>342<br>353<br>359  | 781<br>742<br>774<br>763 | +<br>+ 1<br>+ 1<br>+ 1 |
| 7. Utrecht, Zegveld           | V 12                      | Jp<br>Jb<br>H        | 555,5<br>542<br>397          | 814<br>733<br>569        | 408<br>356<br>316        | 296<br>315<br>329         | 704<br>671<br>645        | + 1<br>+<br>—          |
| 8. Drente, Norg               | V 13                      | Jp<br>Jb<br>H        | 581<br>571<br>420            | 779<br>774<br>501        | 410<br>391<br>282        | 320<br>348<br>312         | 730<br>739<br>594        | +<br>+<br>—            |
| 9. Kamperhooi,<br>Overijssel  | V 14                      | Jp<br>Jb<br>H        | 582<br>561,5<br>405,5        | 866<br>864<br>693        | 401<br>380<br>331        | 334<br>400<br>272         | 735<br>780<br>603        | + 1<br>+<br>+          |

<sup>1)</sup> Berekend als  $6,25 \times N$ .

rbalansen (g per dag)

| Kalk (CaO) |                       |        |               |             |        |               | Phosphorzuur (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) |               |             |        |               |  |
|------------|-----------------------|--------|---------------|-------------|--------|---------------|-----------------------------------------------|---------------|-------------|--------|---------------|--|
| opgenomen  |                       |        | uitgescheiden |             |        | balans<br>(g) | opge-<br>nomen                                | uitgescheiden |             |        | balans<br>(g) |  |
| oi         | in<br>drink-<br>water | totaal | in<br>mest    | in<br>urine | totaal |               |                                               | in<br>mest    | in<br>urine | totaal |               |  |
| 1,6        | 2,9                   | 78,5   | 74,3          | 0,3         | 74,6   | + 3,9         | 48,8                                          | 43,8          | 0,2         | 44,0   | + 4,8         |  |
| 1,2        | 1,9                   | 56,1   | 45,6          | 0,7         | 46,3   | + 9,8         | 35,5                                          | 28,3          | 0,2         | 28,5   | + 7,0         |  |
| 1,4        | 1,5                   | 49,9   | 50,5          | 1,1         | 51,6   | — 1,7         | 31,4                                          | 30,6          | 0,1         | 30,7   | + 0,7         |  |
| 1,4        | 3,4                   | 73,8   | 64,3          | 0,6         | 64,9   | + 8,9         | 69,5                                          | 58,7          | 0,2         | 58,9   | + 10,6        |  |
| 1,3        | 2,8                   | 62,1   | 45,5          | 0,3         | 45,8   | + 16,3        | 55,0                                          | 37,6          | 3,1         | 40,7   | + 14,3        |  |
| 1,3        | 2,0                   | 50,3   | 43,6          | 0,4         | 44,0   | + 6,3         | 48,2                                          | 38,8          | 0,8         | 39,6   | + 8,6         |  |
| 1,7        | 3,8                   | 62,5   | 57,7          | 0,4         | 58,1   | + 4,4         | 64,0                                          | 60,0          | 0,2         | 60,2   | + 3,8         |  |
| 1,8        | 2,0                   | 44,8   | 34,7          | 0,2         | 34,9   | + 9,9         | 46,0                                          | 39,3          | 0,2         | 39,5   | + 6,5         |  |
| 1,5        | 1,9                   | 39,4   | 35,2          | 0,3         | 35,5   | + 3,9         | 40,9                                          | 38,9          | 0,2         | 39,1   | + 1,8         |  |
| 1,2        | 2,0                   | 62,2   | 58,0          | 0,4         | 58,4   | + 3,8         | 43,9                                          | 41,7          | 0,2         | 41,9   | + 2,0         |  |
| 1,0        | 2,0                   | 57,0   | 54,9          | 1,1         | 56,0   | + 1,0         | 39,7                                          | 41,1          | 0,2         | 41,3   | — 1,6         |  |
| 1,2        | 3,0                   | 69,2   | 58,5          | 0,3         | 58,8   | + 10,4        | 55,6                                          | 45,1          | 1,1         | 46,2   | + 9,4         |  |
| 1,2        | 2,7                   | 64,9   | 57,2          | 1,4         | 58,6   | + 6,3         | 52,2                                          | 45,7          | 0,2         | 45,9   | + 6,3         |  |
| 1,3        | 3,2                   | 66,5   | 58,5          | 0,2         | 58,7   | + 7,8         | 53,2                                          | 35,7          | 13,2        | 48,9   | + 4,3         |  |
| 1,3        | 2,6                   | 64,9   | 54,7          | 0,8         | 55,5   | + 9,4         | 52,3                                          | 44,5          | 0,2         | 44,7   | + 7,6         |  |
| 1,0        | 3,0                   | 70,0   | 62,1          | 0,3         | 62,4   | + 7,6         | 57,7                                          | 36,4          | 14,9        | 51,3   | + 6,4         |  |
| 1,9        | 2,6                   | 70,5   | 58,3          | 0,2         | 58,5   | + 12,0        | 58,5                                          | 47,3          | 0,4         | 47,7   | + 10,8        |  |
| 1,3        | 3,0                   | 69,3   | 58,2          | 0,2         | 58,4   | + 10,9        | 58,1                                          | 33,6          | 15,4        | 49,0   | + 9,1         |  |
| 1,6        | 2,5                   | 69,1   | 58,9          | 0,2         | 59,1   | + 10,0        | 58,3                                          | 48,6          | 0,3         | 48,9   | + 9,4         |  |
| 1,9        | 3,0                   | 75,9   | 61,1          | 0,3         | 61,4   | + 14,5        | 53,8                                          | 45,3          | 0,2         | 45,5   | + 8,3         |  |
| 1,6        | 2,7                   | 68,3   | 56,8          | 0,3         | 57,1   | + 11,2        | 48,4                                          | 43,9          | 0,2         | 44,1   | + 4,3         |  |
| 1,9        | 2,4                   | 53,3   | 44,1          | 0,3         | 44,4   | + 8,9         | 37,6                                          | 36,2          | 0,2         | 36,4   | + 1,2         |  |
| 1,2        | 3,0                   | 48,2   | 39,6          | 0,4         | 40,0   | + 8,2         | 61,7                                          | 48,4          | 4,6         | 53,0   | + 8,7         |  |
| 1,9        | 3,0                   | 47,9   | 43,2          | 0,3         | 43,5   | + 4,4         | 61,4                                          | 55,1          | 0,9         | 56,0   | + 5,4         |  |
| 1,0        | 2,3                   | 31,3   | 27,4          | 0,4         | 27,8   | + 3,5         | 39,7                                          | 37,9          | 0,3         | 38,2   | + 1,5         |  |
| 1,4        | 2,9                   | 55,3   | 46,2          | 0,5         | 46,7   | + 8,6         | 47,6                                          | 38,4          | 1,6         | 40,0   | + 7,6         |  |
| 1,2        | 3,0                   | 55,2   | 46,2          | 0,5         | 46,7   | + 8,5         | 47,5                                          | 39,1          | 0,3         | 39,4   | + 8,1         |  |
| 1,9        | 2,4                   | 44,3   | 39,1          | 0,8         | 39,9   | + 4,4         | 38,1                                          | 33,9          | 0,2         | 34,1   | + 4,0         |  |

TABEL 15

*Per dag toegediende hoeveelheden voeder en gemidd*

|                                                                       | 1<br>Maashooi<br>Limburg Ool | 2<br>Beemster<br>N.Holland | 3<br>Limburg<br>Ell | 4<br>Z.Hollar<br>Bodegrav |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|
| Aantal dieren . . . . .                                               | 3                            | 3                          | 3                   | 2                         |
| Aantal proeven . . . . .                                              | 3                            | 3                          | 3                   | 2                         |
| Voederwaarde van het                                                  |                              |                            |                     |                           |
| Zetmeelwaarde . . . . .                                               | 34,07                        | 39,85                      | 33,85               | 32,25                     |
| Verteerb. eiwitacht. stof . . . . .                                   | 3,70                         | 6,64                       | 5,06                | 4,93                      |
| Verteerb. werkelijk eiwit . . . . .                                   | 2,82                         | 4,27                       | 3,98                | 3,88                      |
| Opgenomen vo                                                          |                              |                            |                     |                           |
| Droge stof (kg) . . . . .                                             | 15,12                        | 15,86                      | 14,39               | 14,41                     |
| Eiwitachtige stof (kg) . . . . .                                      | 1,183                        | 1,918                      | 1,382               | 1,49                      |
| Verteerbare droge stof (kg) . . . . .                                 | 8,67                         | 10,16                      | 8,37                | 8,07                      |
| Verteerb. organische stof (kg) . . . . .                              | 8,25                         | 9,25                       | 7,82                | 7,61                      |
| Zetmeelwaarde (kg) . . . . .                                          | 5,15                         | 6,32                       | 4,87                | 4,65                      |
| Verteerb. eiwitacht. stof (kg) . . . . .                              | 0,561                        | 1,045                      | 0,724               | 0,70                      |
| Verteerb. werkelijk eiwit (kg) . . . . .                              | 0,429                        | 0,669                      | 0,562               | 0,55                      |
| CaO (g) . . . . .                                                     | 140,0                        | 138,3                      | 106,9               | 130,2                     |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g) . . . . .                           | 87,8                         | 128,3                      | 109,9               | 91,3                      |
| Productievoeder per 1000 kg l.g. (na af                               |                              |                            |                     |                           |
| Zetmeelwaarde (kg) . . . . .                                          | 0,15                         | 1,32                       | — 0,13              | — 0,35                    |
| Verteerb. eiwitacht. stof (g) . . . . .                               | — 19                         | 465                        | 144                 | 129                       |
| Verteerb. werkelijk eiwit (g) . . . . .                               | — 11                         | 229                        | 122                 | 119                       |
| Balans                                                                |                              |                            |                     |                           |
| Eiwitachtige stof (g) . . . . .                                       | + 84                         | + 295                      | + 55                | — 79                      |
| CaO (g) . . . . .                                                     | + 9,1                        | + 23,4                     | + 13,3              | + 5,2                     |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g) . . . . .                           | + 9,5                        | + 24,9                     | + 8,8               | + 0,4                     |
| Balansen (in procer                                                   |                              |                            |                     |                           |
| Eiwitacht. stof (in % van verteerb. eiwit-<br>achtige stof) . . . . . | + 15                         | + 28                       | + 8                 | — 11                      |
| CaO (%) . . . . .                                                     | + 6                          | + 17                       | + 12                | + 4                       |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%) . . . . .                           | + 11                         | + 19                       | + 8                 | ± 0                       |
| Werkelijk levend gew                                                  |                              |                            |                     |                           |
| Gemiddeld levend gewicht (kg) . . . . .                               | 439                          | 449                        | 458                 | 458                       |



ansen, beide per 1000 kg levend gewicht

| 5<br>Limburg<br>Bocholtz | 6<br>Friesland<br>Wijngaard | 7<br>Utrecht<br>Zegveld | 8<br>Drente<br>Norg | 9<br>Kamper-<br>hooi<br>Overijssel | Gemiddeld | Noodig<br>volgens<br>norm | Noodig<br>voor<br>onder-<br>houd |
|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------|------------------------------------|-----------|---------------------------|----------------------------------|
| 2                        | 2                           | 3                       | 3                   | 3                                  |           |                           |                                  |
| 4                        | 4                           | 3                       | 3                   | 3                                  |           |                           |                                  |

per 100 kg droge stof)

|                 |       |       |       |       |       |           |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|
| 32,43           | 39,47 | 38,42 | 33,17 | 38,60 |       |           |       |
| 4,87            | 6,07  | 4,63  | 4,32  | 5,52  |       |           |       |
| 3,56            | 4,20  | 3,54  | 3,24  | 3,90  |       |           |       |
| r 1000 kg l.g.) |       |       |       |       |       |           |       |
| 14,96           | 15,58 | 14,88 | 14,14 | 15,30 | 14,96 | 11,1—20,0 |       |
| 1,486           | 1,805 | 1,416 | 1,307 | 1,564 | 1,506 |           |       |
| 8,81            | 9,74  | 9,10  | 8,22  | 9,38  | 8,95  |           |       |
| 8,05            | 9,07  | 8,54  | 7,74  | 8,78  | 8,34  |           |       |
| 4,85            | 6,15  | 5,72  | 4,69  | 5,91  | 5,37  | 7,3       | 5,0   |
| 0,726           | 0,951 | 0,694 | 0,617 | 0,847 | 0,764 | 1,26      | 0,580 |
| 0,532           | 0,657 | 0,532 | 0,466 | 0,598 | 0,556 | 1,00      | 0,440 |
| 138,2           | 142,9 | 132,2 | 81,0  | 99,9  | 123,3 |           |       |
| 111,1           | 119,2 | 93,5  | 103,6 | 86,0  | 103,4 |           |       |

1 hetgeen voor onderhoud nodig wordt geacht)

|        |      |      |        |      |      |  |  |
|--------|------|------|--------|------|------|--|--|
| - 0,15 | 1,15 | 0,72 | - 0,31 | 0,91 | 0,37 |  |  |
| 146    | 371  | 114  | 37     | 267  | 184  |  |  |
| 92     | 217  | 92   | 26     | 158  | 116  |  |  |

r 1000 kg l.g.)

|        |        |        |        |        |        |  |  |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|
| - 129  | + 238  | + 64   | - 6    | + 197  | + 109  |  |  |
| - 17,7 | + 20,7 | + 23,2 | + 10,2 | + 13,9 | + 15,2 |  |  |
| - 14,4 | + 18,3 | + 9,2  | + 9,9  | + 12,7 | + 12,0 |  |  |

1 het opgenomene)

|      |      |      |      |      |      |  |  |
|------|------|------|------|------|------|--|--|
| - 18 | + 25 | + 9  | - 1  | + 23 | + 14 |  |  |
| - 13 | + 14 | + 18 | + 13 | + 14 | + 12 |  |  |
| - 13 | + 15 | + 10 | + 10 | + 15 | + 12 |  |  |

proefdieren (gemiddeld)

|     |     |     |     |     |     |  |  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| 480 | 488 | 498 | 524 | 516 | 479 |  |  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|

Wat de kalk betreft, hier beschikt men over nog minder gegevens. Intusschen is men het er vrijwel over eens, dat de hoeveelheid  $\text{CaO}$  iets kleiner kan zijn dan de hoeveelheid  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Hoeveelheden  $\text{CaO}$ , even groot als die, welke hierboven voor  $\text{P}_2\text{O}_5$  zijn aangegeven, veroorloven dus bij dieren van normalen aanleg en bij een goede vitamine-D-voorziening, wel een bevredigende ontwikkeling.

### Eiwit-, kalk- en phosphorbalansen op gemiddeld Nederlandsch hooi

Een overzicht over alle afzonderlijke balansen (per dag) is weergegeven in tabel 14.

Om nu de diverse hooisoorten met elkaar te kunnen vergelijken, werden van alle proeven, welke op dezelfde hooisoort betrekking hadden, de gemiddelde uitkomsten berekend en wel per 1000 kg l. g.; daarna werden nog de gemiddelden becijferd van alle hooisoorten samen (tabel 15).

Vergelijkt men nu deze laatstgenoemde gemiddelden met de tevens opgenomen *voedernormen* <sup>1)</sup> voor vrouwelijke dieren, dan blijkt, dat de gemiddeld opgenomen hoeveelheid droge stof vrijwel met den gemiddelden norm overeenkwam ( $\pm 15$  kg per 1000 kg l. g.). Daarentegen waren de hoeveelheden zetmeelwaarde, verteerbare eiwitachtige stof en verteerbaar werkelijk eiwit aanzienlijk kleiner (respectievelijk 5,4, 0,76 en 0,56 kg tegen 7,3, 1,3 en 1,0 kg). Zelfs waren de hiervan opgenomen hoeveelheden niet aanmerkelijk groter dan hetgeen volgens de tabel voor onderhoud <sup>2)</sup> wordt vereischt (achtereenvolgens 5,0, 0,58 en 0,44 kg). Uitsluitende voeding met gemiddeld Nederlandsch hooi was dus niet voldoende. Men dient hierbij echter te bedenken, dat onze proefdieren bij volkomen vrije voeding nog wel iets meer hadden kunnen verorberen. Immers, wij waren aan een vaste hoeveelheid hooi gebonden, welke weliswaar van proefdier tot proefdier mocht wisselen, maar die bij één en hetzelfde dier toch slechts zóó groot mocht zijn, dat zij dag aan dag zooveel mogelijk geheel werd opgenomen.

Tot een nog grooter achterstand zouden wij ongetwijfeld zijn gekomen, indien wij een vergelijking hadden kunnen maken met hetgeen *mannelijke* dieren bij een overeenkomstig lichaamsgewicht tot zich behooren te nemen; daarop betrekking hebbende, betrouwbare cijfers hadden wij echter niet tot onze beschikking.

Thans beschouwen wij het *productievoeder* en de *balansen*; ook hier hebben alle cijfers (tabel 15) betrekking op 1000 kg l. g.. Na aftrek van het onderhouds-

<sup>1)</sup> Ontleend aan „*Voedernormen*” (C.V.B.).

<sup>2)</sup> Door MÖLLGAARD uit kort durende, in verschillende landen uitgevoerde stofwisselingsproeven berekend (*Fütterungslehre des Milchviehs* (1929)). Voor practische doeleinden rekent men liever met iets hogere cijfers.

voeder bleek voor productie gemiddeld nog 0,37 kg zetmeelwaarde, 184 g verteerbare eiwitachtige stof en 116 g verteerbaar werkelijk eiwit beschikbaar te zijn. De per dag door de dieren in hun lichaam aangezette hoeveelheid eiwit bedroeg gemiddeld 109 g; dit is dus 60 % van de verteerbare eiwitachtige stof en 94 % van het verteerbaar werkelijk eiwit. Bedenkt men, dat dieren met weinig vet, als door ons werden gebruikt, voor ongeveer 16 % uit eiwit bestaan, dan komt deze eiwitaanzet van 109 g dus ongeveer overeen met een levend-gewicht-toename van 681 g per 1000 kg l. g. of 326 g per dier. Wij geven deze cijfers slechts, opdat de lezer zich eenigszins een voorstelling kan maken van hetgeen een eiwitaanzet van 109 g per dag ongeveer beteekent; een groote waarde mag men er niet aan hechten, omdat het percentage eiwit in den aanzet sterk kan wisselen, afhankelijk van de hoeveelheden vet en water, welke tevens worden vastgehouden.

Er is zelfs een aanwijzing, dat de daggroei hier minder dan 681 g per 1000 kg l. g. is geweest; immers een productievoeder van 0,37 kg zetmeelwaarde is daarvoor zeker ontoereikend. Maar het zou natuurlijk óók kunnen zijn, dat de zetmeelwaarde in het hooi grooter is dan de berekening volgens KELLNER aangeeft; in dat geval zou de hoeveelheid productievoeder dus ook grooter zijn dan wij becijferden.

*Wat CaO en  $P_2O_5$  betreft*, hiervan werden per dag en per 1000 kg gemiddeld 123 en 103 g opgenomen. Dit is méér dan het minimum, dat voor het  $P_2O_5$  volgens de hiervóór verstrekte gegevens circa 73 g zou hebben bedragen en voor de CaO wellicht nog iets minder. Wij meenen dan ook, dat er geen gebrek aan deze mineralen was, al moeten wij in het midden laten, in hoeverre het optimum was bereikt.

Dat er inderdaad geen gebrek was, blijkt ook uit de percentages CaO en  $P_2O_5$ , die werden aangezet. Deze bedroegen bij beide mineralen juist 12 % van het opgenomene, hetgeen al zeer weinig is, omdat zoo noodig zelfs 50 % en meer kunnen worden geassimileerd.

Toch waren de absolute hoeveelheden CaO en  $P_2O_5$ , welke werden aangezet, vrij gering, nl. achtereenvolgens 15,2 en 12,0 g per 1000 kg. Een positieve CaO-balans van 15,2 g zou ongeveer overeenkomen met een gewichtstoename van  $\frac{15,2}{1,7} \times 100 = 890$  g en een positieve  $P_2O_5$ -balans van 12,0 g met

$\frac{12,0}{1,6} \times 100 = 750$  g. Bedenkt men, dat wij uit de eiwitbalans tot een ge-

wichtstoename van 681 g kwamen, dan blijkt, dat eiwit, phosphor en kalk zijn aangezet in een onderlinge verhouding, welke vrijwel met het normale overeenkomt, maar die toch eenigermate ten gunste van de mineralen, in het



bijzonder van de kalk, is uitgevallen. Deze uitkomst kan nog tot een opmerking aanleiding geven, omdat de onderlinge verhouding bij korte proefperioden dikwijls zeer veel van het „normale” kan afwijken. Gezien de ruime hoeveelheden, welke van de mineralen in vergelijking met die van het eiwit beschikbaar waren, zou een relatief aanmerkelijk sterkere mineraalaanzet derhalve niet vreemd zijn geweest. Wij komen hierop nog terug.

### **Eiwit-, kalk- en phosphorbalansen op de afzonderlijke hooisoorten**

Thans beschouwen wij de gemiddelde uitkomsten op elk der negen afzonderlijke hooisoorten (tabel 15).

Tusschen deze afzonderlijke hooisoorten traden aanzienlijke verschillen aan den dag.

Wat de opgenomen hoeveelheden droge stof betreft, deze wisselden van ruim 14 kg bij de slechtere hooisoorten tot bijna 16 kg bij de beste. De met de betere hooisoorten gevoederde dieren waren derhalve om twee redenen in het voordeel, nl. *a.* omdat zij hooi ontvingen met meer zetmeelwaarde en eiwit per kg droge stof en *b.* omdat zij van deze voedzamere droge stof een grootere gewichtshoeveelheid verorberden. Het is duidelijk, dat voor de practische gebruikswaarde van het hooi beide factoren van belang zijn; hoe onmisbaar de zetmeelwaarde- en eiwitcijfers ook mogen zijn, ook de beteekenis van andere factoren dient men niet te onderschatten.

Aan de hand van het bovenstaande is het wel duidelijk, dat, hoewel de zetmeelwaardecijfers van de diverse hooisoorten niet zeer verschillend waren (tabel 15), de *opgenomen* hoeveelheden zetmeelwaarde toch vrij sterk uiteenliepen, nl. van 4,65 en 4,69 (No. 4 en No. 8) tot 6,32 (No. 2) en 6,15 kg (No. 6) per 1000 kg. De eerstgenoemde hoeveelheden zijn kleiner dan hetgeen voor onderhoud nodig wordt geacht (nl. 5,0 kg <sup>1)</sup>), zoodat het cijfer voor productie-zetmeelwaarde hier negatief was; de laatstgenoemde zijn weliswaar aanzienlijk hooger, maar blijven toch nog aanmerkelijk beneden 7,3, hetwelk als norm wordt opgegeven.

De hoeveelheden verteerbare eiwitachtige stof en verteerbaar werkelijk eiwit waren eveneens zeer verschillend. Bij één hooisoort (No. 1) waren deze hoeveelheden iets kleiner dan die, welke voor onderhoud nodig worden geacht; bij No. 2 en No. 6 daarentegen ontvingen de dieren aanzienlijk meer, maar ook hier werd de norm niet bereikt.

Nog frappanter zijn de verschillen bij de *balansen*. Wat het eiwit betreft, hier zijn deze balansen bij twee hooisoorten zelfs negatief geweest (No. 4 en

<sup>1)</sup> Voor een minutieuze becijfering zou men rekening moeten houden met het feit, dat beneden 479 kg iets méér zetmeelwaarde voor onderhoud per 1000 kg l.g. nodig is, daarboven iets minder.

No. 8), niettegenstaande de hoeveelheden verteerbare eiwitachtige stof toe-reikend waren. De zetmeelwaardevoorziening evenwel was in beide gevallen onvoldoende; wellicht zijn de twee negatieve (gemiddelde) balansen dus daar-door ontstaan, dat niet alleen al het voedereiwit voor verbranding moest worden gebruikt, maar dat hiervoor bovendien nog lichaamseiwit (en -vet) moest worden benut, hetgeen uiteraard een negatieve eiwitbalans ten gevolge heeft <sup>1)</sup>.

Opvallend hooge eiwitbalansen vindt men bij No. 2 (+295 g per 1000 kg l.g.) en No. 6 (+ 238 g). Bij No. 2 kan de korte duur der proefperioden een rol hebben gespeeld en de balansen wellicht iets te hoog hebben doen uitvallen. Bij No. 6 is dit evenwel minder waarschijnlijk; hier waren bij twee stieren (Jp en Jb) telkens twee proefperioden achterelkaar genomen (zie ook tabel 14). De eiwitbalansen nu waren in deze twee perioden de volgende (per 1000 kg l.g.).

|          | 1e periode | 2e periode |
|----------|------------|------------|
| Stier Jb | 291 g      | 251 g      |
| Stier Jp | 189 g      | 221 g      |

Van een geringere (of grootere) aanzetting gedurende de tweede periode was dus nauwelijks sprake. De eiwitaanzetting bedroeg hier, zooals gezegd, gemiddeld 238 g per 1000 kg of 116 g per dier, welk laatste bij een normale samenstelling van het aangezette overeenkomt met een levend-gewicht-toeneming van niet minder dan 0,725 kg.

Wij namen dus een sterke eiwitaanzetting waar bij een zetmeelwaarde- en eiwitvoorziening, welke weliswaar ruimer waren dan voor onderhoud noodig is, maar die toch aanmerkelijk beneden den norm lagen. Naar het schijnt, komen de voedende bestanddeelen in het hooi hier dus beter tot hun recht dan op grond van zetmeelwaarde- en eiwitcijfers mag worden verwacht. Trouwens ook reeds eenige bladzijden hiervóór zagen wij ons voor de vraag geplaatst of de zetmeelwaardeberekening volgens KELLNER niet te laag uitvalt. Voor een definitieve conclusie zouden echter speciale proeven noodig zijn.

Alles saamgenomen blijkt uit de beschouwing van de eiwitbalansen, dat, ondanks de betreffende weinig verschillende cijfers voor zetmeelwaarde en verteerbare eiwitachtige stof per kg droge stof in het hooi, er bij de voeding door een samenspel van enkele factoren en omstandigheden, toch aanzienlijke verschillen aan den dag traden. Bij sommige hooisoorten werd nl. een meer dan normale eiwitaanzetting bereikt (althans wanneer wij onze uitkomsten

<sup>1)</sup> Niet in alle gevallen gelukt het voor opvallende cijfers in onze tabel 15 een bevredigende verklaring te geven; wij wijzen bijv. bij n°. 1 op de niet onaanzienlijke eiwit-aanzetting bij een onvoldoende eiwitvoorziening (negatieve hoeveelheid productie-eiwit). Wellicht is dit aan den korten duur der proefperioden te wijten.



op vrouwelijke dieren overdragen), bij enkele andere werd lichaamseiwit afgebroken.

Wat de *mineraalvoorziening* betreft, ook hier namen wij aanzienlijke verschillen waar; de gemiddeld opgenomen hoeveelheden  $\text{CaO}$  schommelden bij de verschillende hooisoorten nl. tussen 81 en 143 g per dag en per 1000 kg, de hoeveelheden  $\text{P}_2\text{O}_5$  tussen 86 en 128 g. Ook bij de geringste doses bleven de hoeveelheden boven datgene, wat men tegenwoordig als toereikend, zij het nog niet als een optimum beschouwt. (Dit alles geldt bijna zonder uitzondering eveneens, wanneer men niet de gemiddelden op de diverse hooisoorten, maar in tabel 14 de hoeveelheden voor elk dier afzonderlijk in oogenschouw neemt.)

Van de kleinste hoeveelheid  $\text{CaO}$  werd slechts 13 % aangezet, van de kleinste hoeveelheid  $\text{P}_2\text{O}_5$  15 %. Ook hier blijkt niets van een kalk- en phosphortekort; immers, wanneer het noodig is, kan het aanzetpercentage tot 50 % en hoger stijgen.

Toch was de mineraalaanzetting herhaaldelijk vrij gering. Beschouwt men nl. de mineraalbalansen nader, dan blijkt, dat zij bij de betere hooisoorten over het algemeen gunstiger, bij de slechtere hooisoorten over het algemeen ongunstiger waren. Negatieve (gemiddelde) balansen werden niet waargenomen. Niettemin was er in één geval ( $\text{N}^\circ$ . 4) ongeveer kalk- en phosphorevenwicht; wij herinneren er aan, dat dit hooi onder niet geheel gunstige omstandigheden was geoogst. Zeer bevredigende mineraalbalansen vindt men bij  $\text{N}^\circ$ . 2 (+23,4 g  $\text{CaO}$  en +24,9 g  $\text{P}_2\text{O}_5$  per 1000 kg) en  $\text{N}^\circ$ . 6 (+20,7 g  $\text{CaO}$  en +18,3 g  $\text{P}_2\text{O}_5$ ).

Zelfs bij de sterkste mineraalaanzetting waren de aanzetpercentages nog laag, nl. 17 en 19 % bij  $\text{N}^\circ$ . 2 en 14 en 15 % bij  $\text{N}^\circ$ . 6. Ook in de overige gevallen stegen de aanzetpercentages niet boven de bescheiden waarde van 19 %.

Belangwekkend is nog de vergelijking van de kalk-, phosphor- en eiwitbalansen onderling. De eerstgenoemde twee stegen en daalden vrijwel gelijktijdig en wel zoodanig, dat vrij regelmatig iets meer  $\text{CaO}$  werd aangezet dan  $\text{P}_2\text{O}_5$ , zooals normaal is.

Zooals gezegd werden de lagere mineraalbalansen vooral aangetroffen op de minder goede hooisoorten, waarbij ook de eiwitbalansen laag of zelfs negatief waren en de eiwit- en zetmeelwaardetoevoer onvoldoende. Uit het vroeger medegedeelde kan gemakkelijk blijken, dat onder normale omstandigheden de  $\text{CaO}$ - en  $\text{P}_2\text{O}_5$ -aanzetting ieder ca. 10 % van de eiwitaanzetting bedragen. Bij de laagste eiwitbalansen waren de mineraalbalansen ( $\text{CaO}$  en  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) echter over het algemeen aanzienlijk *hooger* dan 10 % van de eiwitbalans, waaruit blijkt, dat de beenvorming, hoewel afgenomen, toch intensiever was dan met de eiwit-(vleesch-)aanzetting overeenkwam.



Het scheen dus wel, dat de mineraalaanzetting hier tot zekere grenzen werd geremd door den te geringen toevoer van eiwit en zetmeelwaarde. Gezien echter het feit, dat de verhouding tusschen eiwit- en mineraalaanzetting meermalen aanzienlijke afwijkingen van het normale vertoont, hebben wij nog getracht een bevestiging te vinden door het berekenen van een aantal partiële correlatiecoëfficiënten.

**Correlaties tusschen de eiwit-, kalk- en phosphorbalansen eenerzijds en de opgenomen hoeveelheden zetmeelwaarde, verteerbare eiwitachtige stof,  $\text{CaO}$  en  $\text{P}_2\text{O}_5$  anderzijds**

De hierop betrekking hebbende partiële correlatiecoëfficiënten vindt men in tabel 16. Men leze ook de toelichting aan den voet der tabel en lette voorts in de tabel zelf op de symbolen  $r$  en op de aan den voet der  $r$ 's voorkomende indices 1, 2, 3 enz.. De twee indices vóór den punt hebben telkens betrekking op de grootheden, waartusschen de correlatie is berekend, terwijl de indices achter den punt aangeven, welke grootheden bij deze berekening werden uitgeschakeld.

Alle correlatiecoëfficiënten zijn op vier wijzen berekend, nl.:

- a. door uit te gaan van de tot nu toe beschouwde gemiddelde balansen op de 9 verschillende hooisoorten,
- b. door uit te gaan van de 28 afzonderlijke stellen balansen in tabel 14,
- c. door uit te gaan van de 11 afzonderlijke stellen balansen, bepaald met den stier Jb (tabel 14),
- d. door uit te gaan van de 11 afzonderlijke stellen balansen, bepaald met den stier Jp (tabel 14).

Evenals bij  $a$  waren ook bij  $b$ ,  $c$  en  $d$  alle gegevens omgerekend op 1000 kg l. g..

*Eiwitbalansen.* Alle correlatiecoëfficiënten zijn positief, alhoewel hun getallenwaarde tamelijk laag is.

Het eerste wil zeggen, dat de eiwitaanzetting toenam, zoowel wanneer meer zetmeelwaarde werd gegeven als wanneer meer eiwit werd toegediend. Dit is inderdaad in overeenstemming met de ons reeds bekende feiten; immers, wij wisten reeds, dat er bij de meeste hooisoorten zoowel een zetmeelwaarde- als een eiwittekort was; verhooging van de hoeveelheden moet dus tot verbetering van de balansen leiden.

*Kalk- en phosphorbalansen.* Het meerendeel der partiële correlatiecoëfficiënten is hier klein; ettelijke zijn zelfs negatief. Dit alles wil zeggen, dat (de andere factoren constant houdende) de kalk- en phosphorafzetting

TABEL 16

*Partiële correlatie tusschen eiwit-, kalk- en phosphorbalansen eenerzijds en opgenomen hoeveelheden zetmeelwaarde, verteerbare eiwitachtige stof, CaO en  $P_2O_5$  anderzijds*

*Partiële correlatiecoëfficiënten <sup>1)</sup>*

|                                                          | Eiwitbalans<br>en               |                                             | CaO-balans<br>en                |                                             |                  | $P_2O_5$ -balans<br>en          |                                             |                       |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------|
|                                                          | opgenomen<br>zetmeel-<br>waarde | opgenomen<br>verteerbare<br>eiwitacht. stof | opgenomen<br>zetmeel-<br>waarde | opgenomen<br>verteerbare<br>eiwitacht. stof | opgenomen<br>CaO | opgenomen<br>zetmeel-<br>waarde | opgenomen<br>verteerbare<br>eiwitacht. stof | opgenomen<br>$P_2O_5$ |
|                                                          | $r_{51.2}$                      | $r_{52.1}$                                  | $r_{61.23}$                     | $r_{62.13}$                                 | $r_{63.12}$      | $r_{71.24}$                     | $r_{72.14}$                                 | $r_{74.12}$           |
| Gemiddelde balansen op 9<br>hooisoorten . . . . .        | + 0,62                          | + 0,39                                      | + 0,50                          | + 0,09                                      | + 0,20           | + 0,72                          | — 0,30                                      | + 0,77                |
| Alle 28 afzonderlijke balan-<br>sen . . . . .            | + 0,12                          | + 0,51                                      | — 0,14                          | + 0,34                                      | + 0,06           | — 0,14                          | + 0,42                                      | + 0,11                |
| Alle 11 afzonderlijke balan-<br>sen van stier Jb . . . . | + 0,25                          | + 0,53                                      | — 0,36                          | + 0,66                                      | — 0,15           | — 0,10                          | + 0,61                                      | + 0,03                |
| Alle 11 afzonderlijke balan-<br>sen van stier Jp . . . . | + 0,59                          | + 0,29                                      | + 0,09                          | + 0,17                                      | + 0,18           | + 0,08                          | + 0,18                                      | + 0,24                |

niet duidelijk toenamen, wanneer meer zetmeelwaarde en ook niet wanneer meer eiwit werd gegeven, en dat evenmin een belangrijke verbetering van de kalkbalans intrad door het geven van meer kalk of van de phosphorbalans door het toedienen van meer phosphor. Ook met andere berekeningen, waarbij de opgenomen hoeveelheden droge stof, de verteerbaarheid daarvan e. a. in rekening werden gebracht, kwamen wij niet verder.

De bevestiging, dat de geringe mineraalaanzetting op de minder goede hooisoorten aan het inderdaad bestaande tekort aan zetmeelwaarde en verteerbare eiwitachtige stof moet worden toegeschreven, hebben wij dus niet verkregen. Wellicht is ons proefmateriaal nog te weinig omvangrijk geweest om den invloed van andere, niet in rekening gebrachte factoren, zooals het

<sup>1)</sup> De indices der correlatiecoëfficiënten stellen het volgende voor:

- 1 = opgenomen zetmeelwaarde,
- 2 = opgenomen verteerbare eiwitachtige stof,
- 3 = opgenomen CaO,
- 4 = opgenomen  $P_2O_5$ ,
- 5 = eiwitbalans,
- 6 = CaO-balans,
- 7 =  $P_2O_5$ -balans.

vitamine D, te vereffenen. Een uitvoeriger onderzoek naar deze andere factoren, in het bijzonder het vitamine D, schijnt dus wel aangewezen.

### VIII. SAMENVATTING

Er werd met behulp van jonge stieren (gemiddeld 479 kg) een onderzoek ingesteld naar de verteerbaarheid en voederwaarde van negen typische Nederlandsche hooisoorten, geteeld op oude graslanden en bestemd voor rundveevoeding. Van deze hooisoorten was er telkens één afkomstig uit de provinciën Friesland, Drente, Overijsel, Utrecht, N. Holland en Z. Holland, terwijl Limburg er niet minder dan drie leverde.

Berekend op de droge stof lagen de gehalten aan verteerbare organische stof tusschen 52,5 en 58,0 %, die aan verteerbare eiwitachtige stof tusschen 3,7 en 6,6 % en die aan verteerbaar werkelijk eiwit tusschen 2,8 en 4,3 %, terwijl de zetmeelwaardecijfers zich tusschen 32,2 en 39,8 bewogen. Een uitvoeriger overzicht dezer uitkomsten is weergegeven in tabel 6 en 7.

Hoewel het met behulp van deze tabellen mogelijk is om van willekeurige hooisoorten de voederwaarde te schatten, hebben wij door een statistisch onderzoek het verband tusschen samenstelling en voederwaarde van het hooi nog nauwkeuriger vastgelegd met behulp van regressieformules om aldus tot een nauwkeuriger benadering van de voederwaarde te komen, wanneer de volledige of een partiële analyse bekend is. Een zoo goed mogelijke schatting toch aan de hand der analyse moet zoowel uit een oogpunt van voeding als uit een oogpunt van rationeelen hooibouw van groot belang worden genoemd. Voor dit statistisch onderzoek werden niet alleen de uitkomsten van de door ons zelf genomen proeven gebruikt, maar bovendien nog 133 stellen analyses en verteringscoëfficiënten, uit de buitenlandse literatuur verzameld.

Als basis voor dit onderzoek werden gekozen de gehalten aan eiwitachtige stof en aan ruwe celstof in de organische stof. Hoewel het bekend is, dat bij het vorderen van het groeistadium van het gras het gehalte aan eiwitachtige stof geleidelijk afneemt en dat aan ruwe celstof geleidelijk toeneemt, bleek de correlatie tusschen deze twee bestanddeelen in de organische stof van het hooi, zooals het wordt gevoerd, toch vrij gering te zijn. Bij gelijk eiwitgehalte kan het ruwe-celstof-gehalte dus nog wel sterk verschillend zijn en, omgekeerd, bij gelijk celstofgehalte het eiwitpercentage. Overigens ligt het voor de hand, dat de correlatiecoëfficiënten hooger worden, naarmate de groeistadia tijdens het maaien meer uiteenloopen.

Vervolgens zagen wij de vraag onder de oogen van welk der twee genoemde bestanddeelen de voederwaarde van het hooi het meest afhangt. Hierbij kwamen wij tot de uitkomst, dat het gehalte aan verteerbare eiwitachtige



stof in hoofdzaak afhangt van het eiwitachtige-stof-percentages, terwijl het gehalte aan verteerbare organische stof en de zetmeelwaarde in hoofdzaak afhankelijk zijn van het ruwe-celstof-gehalte.

Hieruit volgt al dadelijk, dat het onvoldoende is de hooisoorten alleen naar hun gehalte aan eiwitachtige stof te klassificeeren; beter is het om rekening te houden met beide, dus zoowel met eiwit als met celstof.

Op grond van de zooeven genoemde wetmatigheid was het mogelijk eenige eenvoudige regressieformules op te stellen, waarmede de vermoedelijke zetmeelwaarde en het vermoedelijke gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof kunnen worden berekend, zoodra een volledige of partiële analyse van de 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 of die in het ongedroogde materiaal zooals het gevoederd wordt, gegeven zijn.

Hierdoor werd reeds een belangrijke vereenvoudiging en verbetering verkregen, vergeleken met de tot nu toe gebruikelijke berekening volgens de aanwijzingen van KELLNER. Intusschen bleek het mogelijk elke berekening overbodig te maken door de belangrijkste der regressieformules tot nomogrammen om te werken, waaruit de zetmeelwaarde en het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof zonder meer kunnen worden afgelezen. Niettemin is de uitkomst betrouwbaarder dan die, verkregen volgens de aanwijzingen van KELLNER, of beter gezegd: minder onbetrouwbaar, want een nauwkeurige bepaling van de voederwaarde uit de cijfers der gewone analyse blijft ook na dit statistisch onderzoek niet mogelijk.

Passen wij onze werkwijze toe op de hooianalysen, voorkomende in de tabel van KELLNER, dan vinden wij voor de slechtere hooisoorten aanmerkelijk hogere zetmeelwaardecijfers dan door KELLNER zijn opgegeven. De oorzaak daarvan schuilt in de omstandigheid, dat KELLNER voor de slechtere hooisoorten te lage verteringscoëfficiënten heeft gebruikt.

Voor de betere hooisoorten daarentegen vinden wij veel geringere verschillen. Hieruit volgt, dat de mate van achteruitgang van de zetmeelwaarde van het hooi bij toenemend celstofgehalte in werkelijkheid aanmerkelijk kleiner is dan uit KELLNER's opgaven zou volgen, of m. a. w.: wanneer men om meer massa te oogsten het gras langer laat groeien, dan neemt de zetmeelwaarde per kg droge stof in het verkregen hooi weliswaar af, maar aanzienlijk minder dan wij tot nu toe hebben aangenomen. Dit wil echter niet zeggen, dat men het laat winnen van het hooi zou moeten voorstaan, aangezien het waarschijnlijk is, dat de practische voederwaarde van het zetmeelwaardearmere hooi méér bij het zetmeelwaardelijker achterstaat, dan uit de zetmeelwaardecijfers zonder meer blijkt.

In hoofdstuk VI werd nagegaan of de botanische samenstelling van het hooi van belang is voor de verteerbaarheid van de organische stof. Inderdaad schijnen onze uitkomsten er voor te pleiten, dat de in de praktijk en in leerboeken hooger gewaardeerde grassen over het algemeen hooi leveren, dat beter wordt verteerd dan dat der lager gewaardeerde; verschillen in gehalte aan ruwe celstof (o. a. variërende met den maaitijd) waren hierbij zoo goed mogelijk uitgeschakeld.

Bij alle verteringsproeven werden bij de afzonderlijke dieren steeds eiwit-, kalk- en phosphoralansen opgesteld om aanwijzingen te verkrijgen omtrent de eiwit- en mineraalstofwisseling bij toediening van enkele onzer voornaamste hooisoorten als uitsluitend voeder. Opzettelijk spreken wij van aanwijzingen, omdat voor een uiteindelijke oplossing van de talrijke vragen, welke zich hierbij voordoen, veel langere proefperioden noodig zijn dan bij verteringsproeven gebruikelijk. Tevens werden eenige gegevens uit de literatuur verzameld omtrent de normale dagelijksche aanzetting van eiwit, kalk en phosphorus bij jonge runderen, alsook omtrent de minimum-hoeveelheden CaO en  $P_2O_5$  in de rantsoenen. Voor zoover bekend kunnen kalveren en vaarzen van een leeftijd van  $\pm 6$  maanden tot het kalven bij een voldoende vitamine-D-voorziening zich normaal ontwikkelen op rantsoenen met tenminste  $\pm 35$  g  $P_2O_5$  per dag en per dier. Daarvóór, kort na de geboorte, kan de hoeveelheid kleiner zijn; tegen den kalftijd echter wil men niet onder 40 g gaan. Wellicht zijn de minimum-hoeveelheden CaO iets kleiner dan die van het  $P_2O_5$ . Zooals gezegd zijn dit alles minima; betrouwbare cijfers omtrent de optima vinden wij in de literatuur niet.

Van de betere hooisoorten werd over het algemeen een grootere gewichtshoeveelheid gegeten dan van de slechtere, zoodat de met de eerstgenoemde soorten gevoederde dieren om twee redenen in het voordeel waren, nl. *a.* omdat zij hooi ontvingen met méér eiwit en zetmeelwaarde per kg droge stof en *b.* omdat zij van deze voedzamere droge stof een grootere gewichtshoeveelheid verorberden. De verschillen in voederwaarde werden daardoor geaccentueerd, hetgeen ten gevolge had, dat bij sommige hooisoorten een meer dan normale eiwit-aanzetting werd bereikt (althans wanneer wij onze uitkomsten op vrouwelijke dieren overdragen), terwijl bij enkele andere lichaamseiwit werd afgebroken.

De gemiddeld opgenomen hoeveelheden CaO en  $P_2O_5$  lagen bij al de verschillende hooisoorten boven datgene, wat men tegenwoordig als een minimum beschouwt. Ook uit de geringe percentages, welke van het opgenomene werden aangezet (bij de verschillende hooisoorten steeds minder dan 20 %), kunnen wij besluiten, dat er in eerste instantie niet een tekort aan de genoemde mineralen bestond. In het algemeen waren de mineraalbalansen op de voed-



zamere hooisoorten gunstiger, op de andere ongunstiger. Op de laatstgenoemde waren de eiwitbalansen echter nog meer gedaald.

Ten slotte moge worden vermeld, dat wij bij deze stofwisselingsproeven gebonden waren aan constante hoeveelheden hooi, welke weliswaar van proefdier tot proefdier mochten wisselen, maar die bij één en hetzelfde proefdier toch slechts zóó groot mochten zijn, dat zij dag aan dag zooveel mogelijk geheel werden opgenomen. Bij volkomen vrije voeding, zooals in de praktijk, zullen de opgenomen hoeveelheden hooi dus wel iets grooter kunnen zijn, waardoor de zetmeelwaarde-, eiwit- en mineraalvoorziening in dezelfde mate ruimer worden. Daar staat echter tegenover, dat de gebruikte proefdieren reeds tamelijk zwaar waren ( $\pm 480$  kg), zoodat de uitkomsten zeker niet zonder meer op jongere dieren mogen worden overgebracht. Deze laatste toch nemen minder hooi op dan oudere, terwijl de behoefte aan mineralen boven  $\pm 6$  maanden ongeveer constant is. Bij dergelijke jongere dieren dient men zich dus steeds af te vragen hoeveel CaO en  $P_2O_5$  het voeder bevat om mede aan de hand daarvan het rantsoen op te stellen en zoo noodig te completeren.

## IX. ZUSAMMENFASSUNG

### ÜBER DEN FUTTERWERT VON EINIGEN NIEDERLÄNDISCHEN HEUARTEN UND IHREN EINFLUSZ AUF DEN EIWEISZ-, KALK- UND PHOSPHORSTOFFWECHSEL

Es wurde mit jungen Bullen die Verdaulichkeit und der Futterwert von neun typischen niederländischen Heuarten festgestellt, welche auf alten Grasländern für Rindviehernahrung gezüchtet worden waren.

In der Trockensubstanz schwankten die Gehälter an verdaulichem organischer Substanz zwischen 52,5 und 58,0 %, die an verdaulichem Rohprotein zwischen 3,7 und 6,6 % und die an verdaulichem Reineiweisz zwischen 2,8 und 4,3 %, während die Stärkewerte zwischen 32,2 und 39,8 lagen. Eine Übersicht dieser Ergebnisse ist in den Tabellen 6 und 7 abgedruckt worden.

Obwohl es mit Hilfe von diesen Tabellen möglich ist den Futterwert von willkürlichen Heuarten abzuschätzen, so haben wir in einer statistischen Untersuchung den Zusammenhang zwischen Futterwert und Zusammensetzung beim Heu mittels Regressionsformeln noch genauer festgestellt um in dieser Weise zu einer besseren Schätzung des Futterwertes zu kommen, wenn eine vollständige oder eine partielle Analyse bekannt ist. Eine richtige Schätzung auf Grund der Analyse ist sowohl für die Tierernährung wie für den rationellen Heubau von groszer Bedeutung. Für diese statistische Untersuchung benutzten wir nicht nur die Ergebnisse unserer eigenen Experimente, sondern



ausserdem 133 Sätze Analysen und Verdauungskoeffizienten, welche wir aus der ausländischen Literatur gesammelt hatten.

Als Grundlage für diese Untersuchung wählten wir die Gehälter an Rohprotein und an Rohfaser in der organischen Substanz. Trotzdem es allgemein bekannt ist, dass beim Fortschreiten des Wachstumsstadiums des Grases der Rohproteingehalt allmählich sinkt und der Rohfasergehalt allmählich steigt, so zeigte es sich doch, dass die Korrelation zwischen diesen beiden Bestandteilen in der organischen Substanz von dem Heu, wie es gefüttert wird, ziemlich niedrig ist. Bei gleichem Rohproteingehalt kann der Rohfasergehalt also stark verschieden sein und, umgekehrt, bei gleichem Rohfasergehalt das Rohproteinprozent. Übrigens ist es einleuchtend, dass die Korrelationskoeffizienten um so grösser werden je nachdem die Wachstumsstadien während des Mähens mehr verschieden sind.

Sodann prüften wir die Frage von welchem dieser beiden Bestandteile der Futterwert hauptsächlich abhängig ist. Hierbei zeigte es sich, dass der Gehalt an verdaulichem Rohprotein in erster Linie von dem Rohproteingehalt bestimmt wird, während der Gehalt an verdaulicher organischer Substanz und der Stärkewert hauptsächlich mit dem Rohfasergehalt zusammenhängen.

Hieraus geht sofort hervor, dass es nicht genügt die Heuarten einfach nach ihrem Rohproteingehalt zu klassifizieren; besser ist es Rohprotein und Rohfaser beide zu berücksichtigen.

Auf Grund der soeben erwähnten Gesetzmässigkeit war es möglich einige einfache Regressionsformeln aufzustellen, womit der vermutliche Stärkewert und der vermutliche Gehalt an verdaulichem Rohprotein berechnet werden können, sobald eine vollständige oder partielle Analyse der 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 oder die in dem frischen Heu wie es gefüttert wird, gegeben sind.

Hierdurch wurde schon eine erhebliche Vereinfachung und Verbesserung erhalten im Vergleich mit der bis jetzt üblichen Berechnung nach den Anweisungen KELLNERS. Inzwischen zeigte es sich möglich jede Berechnung zu umgehen indem wir die wichtigsten Regressionsformeln zu Nomogrammen umarbeiteten, in denen der Stärkewert und der Gehalt an verdaulichem Rohprotein ohne weiteres abgelesen werden können. Nichtsdestoweniger ist das Ergebnis zuverlässiger als das nach KELLNER erhaltene oder besser gesagt: weniger unzuverlässig, denn eine genaue Bestimmung des Futterwertes aus den Zahlen der gewöhnlichen Analyse bleibt auch jetzt nicht möglich.

Wenden wir unsere Arbeitsweise auf die Heuanalysen an, welche in der Tabelle KELLNERS vorkommen, so finden wir für die schlechteren Heuarten

erheblich höhere Stärkewerte als von KELLNER angegeben. Die Ursache davon liegt in dem Umstand, dass KELLNER für die schlechteren Heuarten zu niedrige Verdauungskoeffizienten benutzt hat.

Für die besseren Heuarten finden wir die Differenzen jedoch viel geringer. Hieraus geht hervor, dass der Rückgang des Stärkewertes des Heues bei steigendem Rohfasergehalt erheblich kleiner ist als aus den KELLNERSchen Angaben hervorgeht, oder m. a. W.: wenn man um mehr Trockensubstanz zu ernten das Gras länger wachsen lässt, so nimmt der Stärkewert pro kg Trockensubstanz in dem erhaltenen Heu zwar ab, jedoch erheblich weniger als wir bis jetzt geglaubt haben. Dies will jedoch nicht sagen, dass man die späte Heuernte empfehlen müsse, denn es ist wahrscheinlich, dass der praktische Futterwert des stärkewertärmeren Heues dem stärkewertreicheren mehr nachsteht als aus den Stärkewertzahlen hervorgeht.

Im Kapittel VI wurde geprüft ob die botanische Zusammensetzung des Heues wichtig ist für die Verdaulichkeit der organischen Substanz. Tatsächlich scheinen unsere Ergebnisse dafür zu sprechen, dass die in der Praxis und in Lehrbüchern höher geschätzten Grasarten im allgemeinen Heu liefern, dass besser verdaut wird als das niedriger geschätzte; Unterschiede im Rohfasergehalt (u. a. schwankend mit der Mähzeit) waren hierbei so gut wie möglich ausgeschaltet worden.

In allen Verdauungsversuchen wurden bei den einzelnen Tieren immer Eiweisz-, Kalk- und Phosphorbilanzen bestimmt um Anweisungen zu bekommen über den Eiweisz- und Mineralstoffwechsel bei ausschliesslicher Fütterung mit einigen unserer wichtigsten Heuarten. Absichtlich sprechen wir von Anweisungen, weil für eine endgültige Lösung der zahlreichen hierzu gehörenden Fragen längere Versuchsperioden als bei Verdauungsversuchen gebräuchlich, notwendig sind. Weiter wurden einige Angaben aus der Literatur gesammelt über den normalen täglichen Ansatz von Eiweisz, Kalk und Phosphor bei jungen Rindern, sowie über die Mindestmengen  $\text{CaO}$  und  $\text{P}_2\text{O}_5$  in den Rationen. Soweit bekannt können junge weibliche Tiere von einem Alter von  $\pm 6$  Monaten bis zum Kalben bei genügender Vitamin-D-Zufuhr sich normal entwickeln auf Rationen mit mindestens  $\pm 35 \text{ g P}_2\text{O}_5$  je Tag und Tier. Vorher, also kurze Zeit nach der Geburt, kann die Menge kleiner sein; gegen Kalbzeit jedoch will man nicht unter  $40 \text{ g}$  gehen. Vielleicht sind die Mindestmengen  $\text{CaO}$  noch etwas kleiner als die Mindestmengen  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Wie gesagt handelt es sich hier um Minimumwerte; zuverlässige Zahlen über die Optima fanden wir in der Literatur nicht.

Von den besseren Heuarten wurde im allgemeinen eine grössere Gewichtsmenge gefressen als von den schlechteren, sodass die mit den zuerst genannten



Arten gefütterten Tiere aus zwei Gründen bevorteilt waren, nämlich *a.* weil sie Heu erhielten mit mehr Stärkewert und Eiweisz pro kg Trockensubstanz und *b.* weil sie von dieser nährstoffreicheren Trockensubstanz eine grözere Gewichtsmenge fraszen. Die Differenzen im Futterwert wurden dadurch accentuiert, was zur Folge hatte, dasz auf einigen Heuarten ein übernormaler Eiweiszansatz erreicht wurde (wenigstens wenn wir unsere Ergebnisse auf weibliche Tiere übertragen), während auf einigen anderen Körpereiwisz abgebaut wurde.

Die durchschnittlich aufgenommenen Mengen  $\text{CaO}$  und  $\text{P}_2\text{O}_5$  lagen bei allen Heuarten über den Mindestmengen. Auch aus der Tatsache dasz von den aufgenommenen Mengen nur geringe Prozentsätze angesetzt wurden (bei den verschiedenen Heuarten immer unter 20 %), können wir schlieszen, dasz es in erster Linie kein Mangel an den genannten Mineralien gab. Im allgemeinen waren die Mineralbilanzen mit den nährstoffreicheren Heuarten günstiger, mit den anderen ungünstiger. Bei den letzteren hatten die Eiweizbilanzen sich jedoch noch mehr gesenkt.

Zum Schlusz wollen wir noch hervorheben, dasz wir uns bei diesen Stoffwechselversuchen auf konstanten Heumengen beschränken muszten, welche zwar von Tier zu Tier wechseln konnten, aber welche doch beim gleichen Tier nur so grosz sein dürften, dasz sie Tag für Tag so viel wie möglich vollständig gefressen wurden. Bei freier Fütterung, wie in der Praxis, können die gefressenen Heumengen also wohl grözzer sein, wodurch die Stärkewert-, Eiweiz- und Mineralmengen natürlich ebenfalls grözzer werden. Dem steht gegenüber, dasz die Versuchstiere schon ziemlich schwer waren ( $\pm 480$  kg), sodasz die Ergebnisse nicht ohne weiteres auf jüngere Tiere übertragen werden können. Denn Letztere nehmen pro Tag weniger Heu auf als ältere, während das Mineralbedürfnis über einem Alter von  $\pm 6$  Monat etwa konstant ist.

## X. AANHANGSEL TOELICHTING BIJ DE NOMOGRAMMEN

Drie nomogrammen zijn gereproduceerd. Nom. 1 (met twee scheeve lijnen) heeft betrekking op de *verteerbare eiwitachtige stof*, nom. 2 en nom. 3 (elk met drie verticale lijnen) hebben betrekking op de *zetmeelwaarde*. Wij wijzen er op, dat de uitkomsten, afgelezen in de middengedeelten der schalen, betrouwbaarder zijn dan die aan en nabij de uiteinden.

Het ligt in de bedoeling voor belanghebbenden grootere exemplaren van deze nomogrammen beschikbaar te stellen.



### Nomogram 1

Dit nomogram heeft betrekking op hehoorlijk gewonnen en geconserveerd Nederlandsch hooi en berust in hoofdzaak op de formule (9). Wijkt het gehalte aan minerale bestanddeelen evenwel aanmerkelijk van het normale af, dan doet men beter niet het nomogram te gebruiken, maar de formules (8) en (10), hetgeen echter slechts zelden noodig zal zijn.

Het nomogram geeft antwoord op de onderstaande vijf vragen. Wij achten het echter geoorloofd voor uitstekend gewonnen hooi, dat in den berg practisch niet heeft gebroeid, het antwoord op vraag N<sup>o</sup>. 1, 2 en 3 met 10 % te verhoogen. Daarentegen passe men bij minder goed gewonnen en sterker gebroeid hooi een reductie toe.

1. *Gevraagd* het gehalte aan *verteerbare eiwitachtige stof in de droge stof*, wanneer

*bekend* is het gehalte aan *eiwitachtige stof, eveneens in de droge stof*.

Men gebruikt de dubbelschaal langs de linksche verticale lijn; links op deze lijn is de eiwitachtige stof aangegeven en rechts leze men de bijbehorende verteerbare eiwitachtige stof af.

2. *Gevraagd* het gehalte aan *verteerbare eiwitachtige stof in het ongedroogde materiaal*, wanneer

*bekend* zijn het gehalte aan *eiwitachtige stof in de droge stof* en het gehalte aan *droge stof of aan vocht in het ongedroogde materiaal*.

Men legt een tusschen linker en rechter hand gespannen draad dwars over het papier, zoodanig, dat deze de verticale lijn links snijdt in het punt, dat het gegeven gehalte aan eiwitachtige stof in de droge stof aanwijst, en tevens de verticale lijn rechts snijdt in het punt, dat het gehalte aan droge stof of aan vocht in het ongedroogde materiaal aangeeft. Het snijpunt met de linksche scheeve lijn geeft dan direct het gevraagde gehalte aan.

3. *Gevraagd* het gehalte aan *verteerbare eiwitachtige stof in het ongedroogde materiaal*, wanneer

*bekend* zijn het gehalte aan *eiwitachtige stof in het ongedroogde materiaal* en het gehalte aan *droge stof of aan vocht, eveneens in het ongedroogde materiaal*.

Men spant den draad zoodanig, dat deze de rechtsche scheeve lijn snijdt in het punt, dat het gegeven gehalte aan eiwitachtige stof in het ongedroogde materiaal aanwijst, en tevens de rechtsche verticale lijn snijdt in het punt, dat het gehalte aan droge stof of aan vocht, eveneens in het ongedroogde materiaal, aangeeft. Het snijpunt met de linksche scheeve lijn wijst dan direct het gevraagde gehalte aan.

4. *Gevraagd* het gehalte aan *eiwitachtige stof* in het *ongedroogde materiaal*, wanneer

*bekend* zijn het gehalte aan *eiwitachtige stof* in de *droge stof* en het gehalte aan *droge stof* of aan *vocht* in het *ongedroogde materiaal*.

Men spant den draad zoodanig, dat de verticale lijnen links en rechts worden gesneden in de punten, welke de twee gegeven gehalten aanwijzen. Het snijpunt met de rechtsche scheeve lijn geeft dan direct het gevraagde gehalte aan.

5. *Gevraagd* het gehalte aan *verteerbare eiwitachtige stof* in het *ongedroogde materiaal*, wanneer

*bekend* zijn het gehalte aan *verteerbare eiwitachtige stof* in de *droge stof* en het gehalte aan *droge stof* of aan *vocht* in het *ongedroogde materiaal*.

Men spant den draad als in het voorgaande geval, waarbij men echter in acht moet nemen, dat het gegeven gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof op de rechterzijde van de linksche verticale lijn is aangeduid. Het gevraagde gehalte wordt direct op de linksche scheeve lijn afgelezen.

### Nomogram 2

Het nomogram berust op de formules (15) en (16) en wordt als volgt benut.

1. *Gevraagd* de *zetmeelwaarde* in de *droge stof*, wanneer

*bekend* zijn het gehalte aan *ruwe celstof* in de *droge stof* en het gehalte aan *organische stof* of aan *minerale bestanddeelen*, *eveneens* in de *droge stof*.

Men spant den draad zoodanig, dat de rechtsche en linksche verticale lijn gesneden worden in de punten, welke de bekende gehalten aangeven. Het gevraagde gehalte wordt dan direct op de middelste verticale lijn afgelezen.

2. *Gevraagd* de *zetmeelwaarde* in het *ongedroogde materiaal*, wanneer

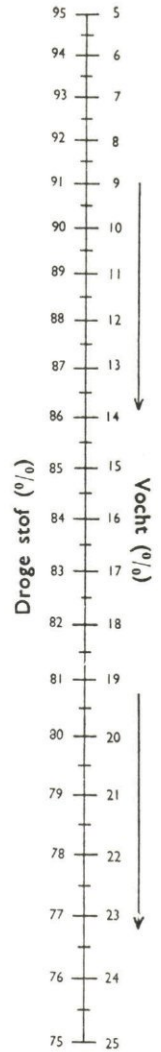
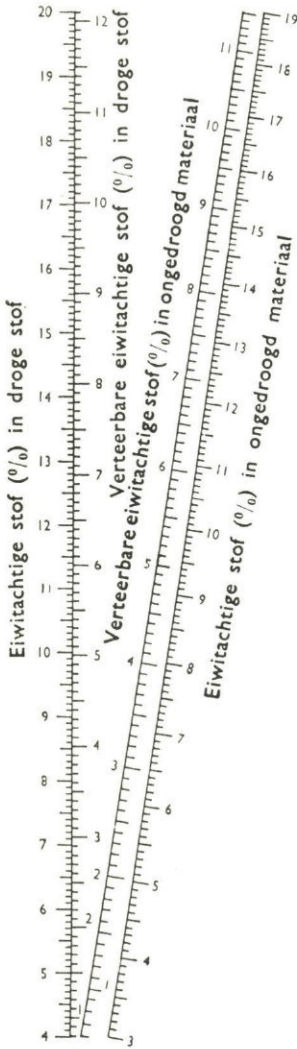
*bekend* zijn het gehalte aan *ruwe celstof* in het *ongedroogde materiaal* en het gehalte aan *organische stof* of aan *vocht* + *minerale bestanddeelen*, *eveneens* in het *ongedroogde materiaal*.

De aflezing kan op dezelfde wijze geschieden als bij de voorgaande vraag.

### Nomogram 3

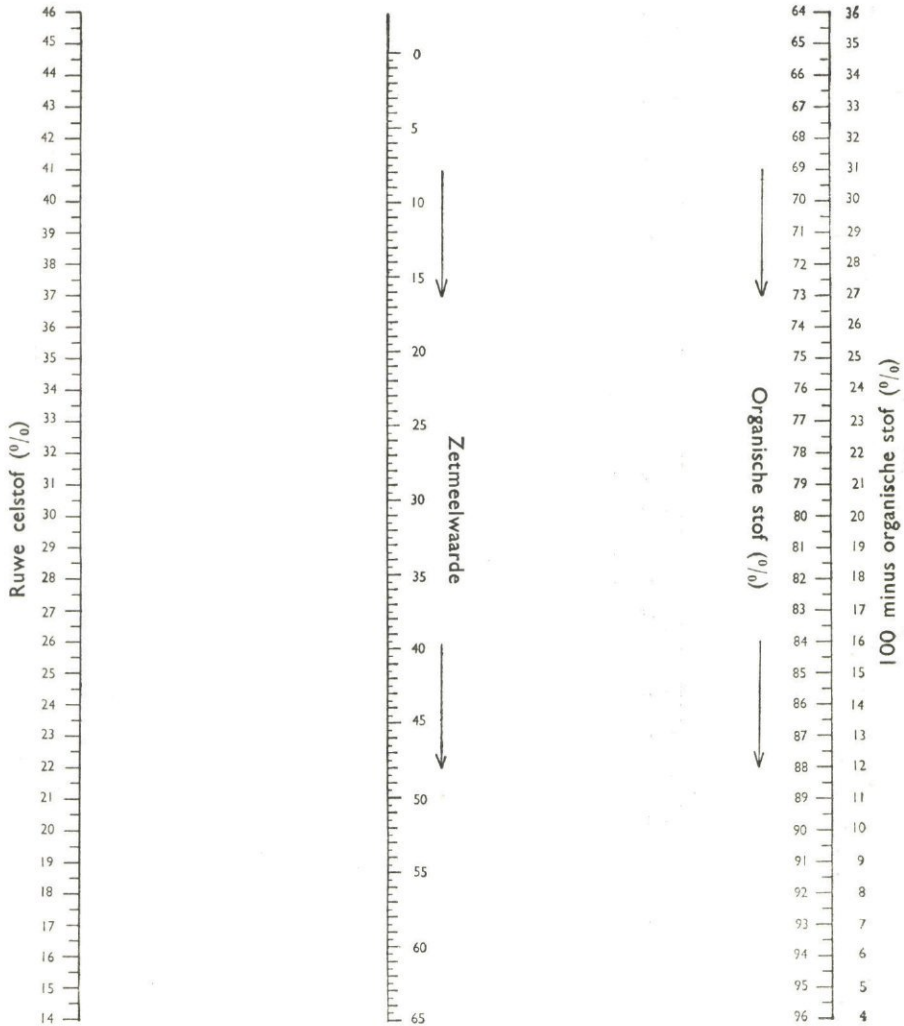
In nom. 2 is het niet mogelijk de *zetmeelwaarde* in het *ongedroogde materiaal* af te lezen, wanneer het *celstofgehalte* gegeven is, niet in het *ongedroogde materiaal*, maar in de *droge stof*.

In dit geval bepaalt men eerst met nom. 2 de *zetmeelwaarde* in de *droge stof* en gebruikt vervolgens nom. 3 om de *zetmeelwaarde* in het *ongedroogde materiaal* te leeren kennen, dat op de middelste verticale lijn wordt afgelezen. Verdere toelichting zal na het voorgaande wel niet meer noodig zijn.

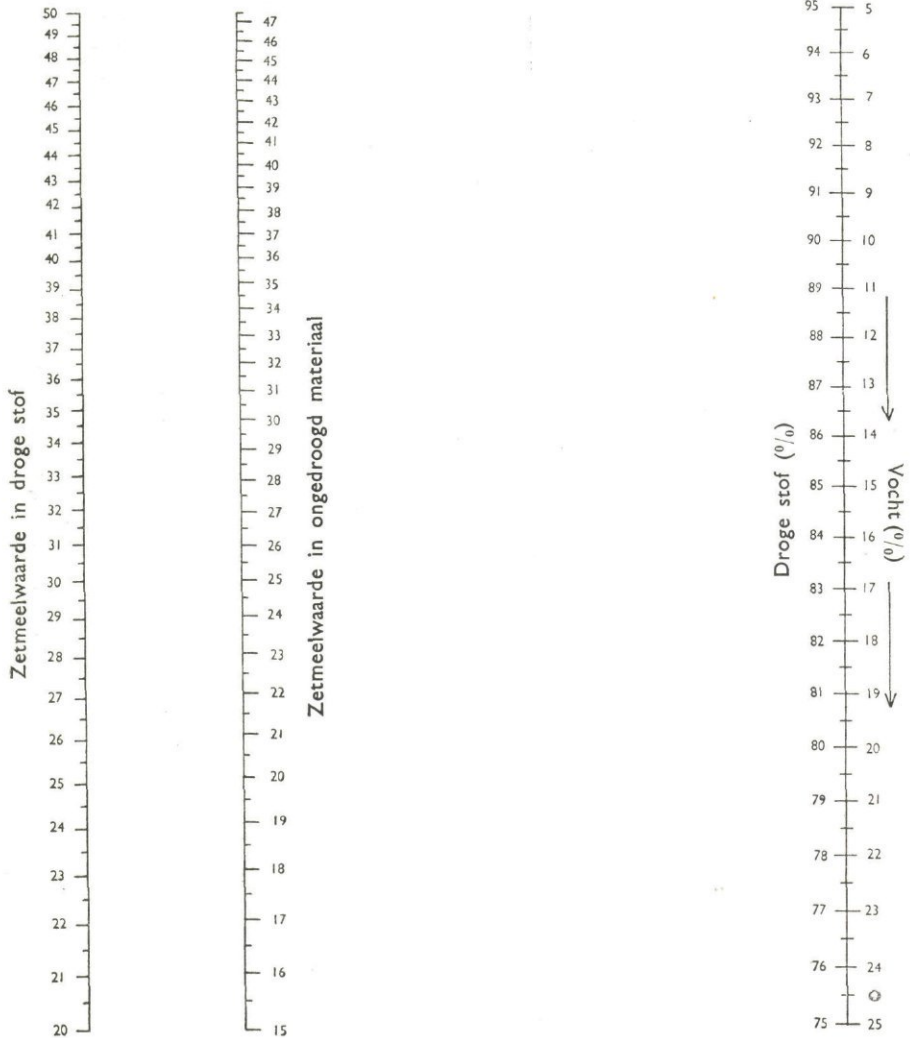


Nomogram 1  
 Eiwitnomogram





Nomogram 2  
Zetmeelwaardenomogram



Nomogram 3

Nomogram voor omrekenen van zetmeelwaarde in droge stof tot zetmeelwaarde in ongedroogd materiaal