

OVER DE BOTANISCHE ANALYSE VAN GRASLAND
BEPALING VAN DE GEWICHTSPERCENTAGES DER
PLANTENSOORTEN

DOOR

DR. K. ZIJLSTRA

Inleiding

Als wij de geschiedenis van het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de graslandcultuur raadplegen, en in het bijzonder onze aandacht schenken aan de rol, welke daarin door het plantkundig onderzoek wordt vervuld, dan zien wij, dat dit laatste oorspronkelijk is voortgekomen uit de behoefte, om de waarde van partijen hooi van verschillende herkomst in objectieve cijfers vast te leggen.

De pogingen, om overeenstemming te vinden tusschen de handelswaarde en de chemische samenstelling, hadden gefaald; uit de chemische samenstelling van de hooisoorten bleek het verschil in handelswaarde niet te kunnen worden verklaard.

Niemand minder dan JULIUS KÜHN had er in den eersten druk van zijn *Zweckmässige Ernährung des Rundviehs* reeds de aandacht op gevestigd, dat de chemische analyse geen maatstaf oplevert voor de kwaliteit van hooi, en dat het, in overeenstemming met de inzichten van de praktijk, behalve op den tijd van maaien en de weersomstandigheden tijdens den hooioogst, in zeer bijzondere mate aankomt op de soort en hoedanigheid van de planten, waaruit het hooi bestaat.

ADOLF MAYER (1) kwam later in zijn artikel *Zur Schätzung der Heusorten auf analytischem Wege* tot hetzelfde oordeel.

Naar aanleiding van de uitspraken van JULIUS KÜHN en ADOLF MAYER heeft F. SCHINDLER (2) in 1885 onderzocht, of het mogelijk was, de hooisoorten, die te Weenen aan de markt kwamen, te taxeeren op grond van de botanische analyse, waarbij hij het gewichtsaandeel in het hooi bepaalde van de vier plantengroepen: echte grassen, zure grassen, leguminosen, en als rest de andere bladplanten. Zijn resultaat was de bevinding, dat de te Weenen reeds sedert lange jaren aan de markt gebrachte hooisoorten (Berghooi, „Wiesen“-hooi, Slowaaksch, en Hongaarsch hooi) zich inderdaad lieten onderscheiden volgens de gewichtsaandeelen der bovengenoemde plantengroepen. Om een voorbeeld te noemen: het steeds het duurst betaalde berghooi van

het Wiener Wald bleek het rijkst te zijn aan goede grassen (51 %) en klaversoorten (19 %), en het armst aan zure grassen (2 %); het „Wiesen“-hooi uit de vlakte tusschen Weenen en Wiener-Neustadt en de Leitha bevatte ongeveer 50 % echte grassen, 9 % klaver en 12 % zure grassen; het Slowaaksche hooi bevatte gemiddeld 2 % klaver en 35 % zure grassen; het Hongaarsche hooi in het geheel geen klaver, doch niet minder dan 45 % zure grassen.

De prijsverhouding in den handel was als volgt: Berghooi : Wiesenhooi : Slowaaksch hooi : Hongaarsch hooi = 100 : 76 : 69 : 53.

Onder „zure grassen“ moeten hier worden verstaan soorten van *Carex*, *Juncus*, *Scirpus*, *Heliocharis* en *Eriophorum* (Zegge, Russchen, Biezen, Waterbies en Wollegras).

Later werd een dergelijk onderzoek door SCHINDLER verricht met hooisoorten van de markt te Berlijn, waarbij eveneens een duidelijke samenhang werd aangetoond tusschen marktwaarde en botanische samenstelling. In het laatste geval waren echter de verschillen niet zoo groot als bij de hooisoorten van de markt te Weenen. Dit is gemakkelijk verklaarbaar, daar het hooi van de Berlijnsche markt afkomstig was uit onderling niet zoo sterk afwijkende streken, n.l. van de graslanden van de dalen van de Elbe, Oder, Havel en Spree.

Hoewel SCHINDLER dus reeds aangetoond had, van hoeveel waarde een botanische hooianalyse kon zijn, stelde hij zich hiermee nog niet tevreden; hij was van oordeel, dat een onderzoek op het hooiland zelf de voorkeur zou verdienen. In 1886 heeft hij dan ook reeds het nemen van grasmonsters uit het zwad aanbevolen, en er de aandacht op gevestigd, dat des te meer grepen gras uit het zwad moesten worden genomen, naarmate het grasland grootere ongelijkmatigheid in zijn begroeiing vertoonde. De op een groot aantal plekken uit het zwad genomen grepen gras werden door hem gemengd, en vervolgens werd uit dit mengsel een monster van 2 tot 3 kg (naargelang van de fijnheid van het gras) getrokken; dit monster werd dan gesorteerd. SCHINDLER had dus ingezien, dat het op deze wijze mogelijk was, de kwaliteit van het hooiland in getallen uit te drukken, en dat men zoo een middel in de hand had gekregen, om het resultaat van alle maatregelen, aangewend tot verbetering van het grasland, niet slechts kwantitatief — door eenvoudig de hooiopbrengst te wegen —, maar ook kwalitatief vast te leggen.

Ofschoon het inzicht, dat botanisch onderzoek bij de graslandvraagstukken in de meeste gevallen onontbeerlijk is, nog zeker niet algemeen wordt gedeeld — getuige de tegenwoordig nog wel aangewende pogingen om de waarde van hooi of gras alleen door de chemische analyse te bepalen — toch mag men gerust beweren, dat sedert de onderzoekingen van SCHINDLER velen van de, zich met graslandvraagstukken bezig houdende, onderzoekers ook aan den botanischen kant daarvan zijn gaan denken. Het aantal botanische onder-

zoekingen op dit gebied breidt zich snel uit. Tevens heeft ook het aantal toegepaste methoden zich vermeerderd.

Eenheid in methode is er niet. Dat is echter ook niet te verwachten, aangezien het doel van het graslandonderzoek verschillend kan zijn, en de keuze van een doeltreffende methode van onderzoek bepaald wordt door het doel, dat men voor ogen heeft.

Het is niet de bedoeling van dit opstel, alle tegenwoordig toegepaste methoden aan een vergelijkende beschouwing te onderwerpen en hun verschillende voor- en nadeelen tegen elkaar op te wegen. Slechts van een paar der voornaamste methoden, n.l. van die, welke in den loop van den tijd, tot voor enkele jaren, het meest op den voorgrond zijn gekomen, wil ik de hoofdzaken vermelden. Ik bedoel hier twee methoden, welke door verschillende onderzoekers werden en nog worden toegepast, n.l. ten eerste de schatting van de door elke plantensoort bezette oppervlakte, en ten tweede de telling van het aantal planten of spruiten van elke soort, voorkomende op een bepaalde oppervlakte. De eerste methode zij hier kortheidshalve de *oppervlakteschatting*, de tweede de *telmethode* genoemd. Bovendien zijn er nog andere methoden in gebruik, om de botanische samenstelling van grasland te leeren kennen, waarvan sommige echter meer van plantensociologischen aard zijn. Van een bespreking daarvan zal ik afzien, hoewel er in de laatste jaren enkele methoden zijn uitgewerkt, die zeer goede uitkomsten leveren, ook voor de praktijk van de graslandcultuur. Ik wil hier volstaan met te verwijzen naar eenige artikelen van D. M. DE VRIES (3) in Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen 1933, Agricultura 1937, Herbage Reviews 1937, en Rapport van het 4de Internationale Graslandcongres 1937. Voorts zij verwezen naar het artikel van GOSSNER (4): *Einiges über die Methoden der botanischen Bestandesaufnahmen von Wiesen und Weiden*, waarin ook de voornaamste literatuur tot 1930 op dit gebied wordt vermeld.

Zoowel de oppervlakteschatting als de telmethode worden toegepast om de vraag te beantwoorden: hoe is de plantengemeenschap van een bepaald stuk grasland samengesteld? De *oppervlakteschattingmethode* is op groote schaal aangewend door C. A. WEBER (5) en komt in het kort op het volgende neer (6). Op het te onderzoeken perceel wordt een plek uitgezocht, welker botanische samenstelling op het oog overeenkomt met het gemiddelde van die van het geheele perceel. Op deze plek wordt een vierkant raam van de afmeting $\frac{1}{2}$ bij $\frac{1}{2}$ m gelegd, waardoor dus een oppervlakte van $\frac{1}{4}$ m² wordt ingesloten. Binnen dat raam wordt de oppervlakte geschat, door elke plantensoort bezet. Gewoonlijk ging WEBER hierbij zoo te werk, dat hij eerst de kale plekken schatte, vervolgens de oppervlakte van den grond, door de gezamenlijke onkruiden bedekt, daarna de bedekking van den grond door de

klaversoorten, en eindelijk de bodemoppervlakte, door elke grassoort bedekt. Dit werd herhaald op enkele andere plekken. Het resultaat werd in procenten van de oppervlakte van den grond uitgedrukt.

Ongetwijfeld heeft WEBER door zijn uitgebreide onderzoekingen zeer veel bijgedragen tot de kennis van het grasland in Duitschland, en vooral ook een belangrijken invloed uitgeoefend op het graslandonderzoek in het algemeen. In het bijzonder heeft zijn werk er toe bijgedragen, het plantkundig onderzoek op dit gebied meer ingang te doen vinden.

Tegen de door WEBER gebruikte methode kan men echter enkele bedenkingen aanvoeren. In de eerste plaats het uitkiezen van het te schatten kwadraat. In een zeer gelijkmatig perceel grasland zal dat geen bezwaar opleveren, doch overal, waar de begroeiing eenigszins ongelijkmatig is, moet elke keuze van de te onderzoeken plek als willekeurig worden aangemerkt. Wil men betrouwbaarder uitkomsten verkrijgen, dan moet deze schatting op een groot aantal plekken worden herhaald; maar daardoor zou deze methode onevenredig veel tijd gaan kosten.

Een tweede bezwaar is hierin gelegen, dat het onderzoek van de door het kwadraat omsloten zode bestaat uit schattingen, die alleen in die gevallen met vrij groote zekerheid kunnen worden uitgevoerd, indien de zode uit slechts enkele plantensoorten is samengesteld; de schatting stuit echter op groote moeilijkheden, ja, wordt zelfs onuitvoerbaar, wanneer vele soorten onontwarbaar doorengemengd voorkomen, zooals gewoonlijk bij ons oud grasland het geval is. Dan wordt het vrijwel onmogelijk, om van elke soort ook maar bij benadering haar aandeel in de bezetting van de bodemoppervlakte te bepalen.

In deze methode heerscht dus wel in zeer sterke mate het subjectieve element. Bovendien is het nog zeer de vraag, of het resultaat niet toch nog veeleer als de onderlinge massa- of volumeverhouding der soorten, dan als de verhouding tusschen de bezette bodemoppervlakten moet worden opgevat.

Wat de *telmethode* aangaat, daaraan kleefte hetzelfde euvel als aan de oppervlakteschatting, in zooverre zij eveneens werkt met een, vooraf uitgezochte, oogenschijnlijk de gemiddelde samenstelling der weide weergevende, plek. In ons land heeft deze werkwijze een aanhanger gevonden in M. KRAMER (7)„ die een vierkant stuk van 5 bij 5 m in het te onderzoeken grasland uitzoekt en hiervan op regelmatige afstanden 100 keer een bosje gras uit den grond lostrekt. Deze bosjes worden samengevoegd tot één monster, waarvan alle halmen en spruiten van elke grassoort worden geteld. Men leert hierdoor dus alleen een getallenverhouding kennen, die ons echter nog geen beeld van het aantal planten van elke soort geeft, want nu eens vertegenwoordigt een spruit een geheele plant, dan weer slechts een deel van de plant. Ook blijft er onzeker-

heid bestaan betreffende de klavers en de onkruiden, n.l. in hoeverre losse bladeren als een spruit moeten worden geteld, dan wel als een plant.

Deze bezwaren worden ook geopperd door KLAPP (8), die er den nadruk op legt, dat de principieele moeilijkheid ligt in de onmogelijkheid om de individuen afzonderlijk waar te nemen, en verder ook in de beslissing, wat men als spruit zal opvatten. Als voorbeelden worden door dezen onderzoeker aangehaald de bultige pollen van *Aira caespitosa*, het vilt, gevormd door de kleine najaarsspruiten van *Poa trivialis*, de bebladerde en met bladeren en bloemen bezette uitloopers van *Trifolium repens*. Zoo kan het voorkomen, dat bij de grassen de spruiten worden geteld, bij de witte klaver en bij andere planten echter de individuen. De vergelijkbaarheid gaat op die manier verloren, en daarmee, eveneens volgens KLAPP, ook de beteekenis van deze methode.

Maar al was het ook mogelijk, het aantal plantenindividuen te bepalen — hetgeen echter in de gesloten zode van ons inheemsch grasland practisch onuitvoerbaar is — dan nog zou die getallenverhouding ons niet veel zeggen, noch in landbouwkundig opzicht, noch in plantensociologischen zin, aangezien de structuur van de plantengemeenschap er niet door wordt weergegeven. De verspreiding der soorten is er niet uit af te leiden; evenmin leert de getallenverhouding ons iets omtrent de verhouding van het volume of het gewicht der soorten, gezien het groote verschil in gewicht der spruiten van de verschillende soorten.

Zijn de beide laatstbesproken methoden, die der oppervlakteschatting en der telling, gericht op de beantwoording der vraag, hoe de plantengemeenschap van het grasland is samengesteld, een derde, ook door een aantal onderzoekers toegepaste, methode is geschikt, wanneer het doel is, te onderzoeken, welk aandeel elke plantensoort heeft aan de opbrengst van het grasland.

Wij hebben in het voorgaande gezien, dat geen der beide andere methoden ons hierover kan inlichten. Toch is deze vraag voor den weidebouwer van het grootste belang. De praktijk toch dient te weten, niet alleen hoeveel hooi of gras door een bepaald perceel wordt opgebracht, maar tevens, welke samenstelling het oogstproduct heeft, welke voederwaarde het bezit. Wij hebben dus een methode noodig, die ons in staat stelt, uit te maken, hoeveel er van elke plantensoort aanwezig is. Daarmee komen wij weer terug op de, indertijd door SCHINDLER voorbereide, methode van de gewichtsanalyse.

Zooals ik reeds heb vermeld, had SCHINDLER zich nog beperkt tot het onderscheiden van de groote groepen: echte grassen, zure grassen, klavers en onkruiden; maar ook had hij er reeds op gewezen, dat het wenschelijk zou zijn, de te onderzoeken monsters direct van het land te nemen, in plaats van ze uit het geoogste hooi te trekken.

De eerste, die de door SCHINDLER aan de hand gedane verbeteringen heeft toegepast, is VOIGT (9), die zijn monsters nam op het te onderzoeken land. Na het maaien nam hij een groot aantal grepen gras uit het zwad. Deze grepen werden samengevoegd tot een hoop van ongeveer 30 kg; daarna werd dit gras duchtig dooreengemengd, waarna er een klein monster, nl. ongeveer 200 tot 300 g uit werd getrokken, dat vervolgens werd gedroogd, en tenslotte gesorteerd.

VOIGT was zich zeer wel bewust van de noodzakelijkheid, de monsters zeer zorgvuldig te nemen; hij zag het gevaar in van het kiezen van „typische kwadraten”. Daarom trachtte hij dan ook zijn monsters zoo te nemen, dat elke keuze van tevoren uitgesloten was. De door hem gevolgde werkwijze bezit daardoor ongetwijfeld groote voordeelen boven die methoden, welke gebruik maken van uitgezochte plekken, en alleen daardoor reeds in hooge mate het subjectieve element in zich bergen.

De methode van VOIGT, al dan niet in meerdere of mindere mate gewijzigd, heeft in latere jaren bij verschillende onderzoekers ingang gevonden, o.a. bij REGEL (10), BRENCHLEY (11), KLAPP (8), LEONHARD (12). Hier te lande werd deze werkwijze het eerst gevolgd door RAUWERDA (13) (in 1901 en 1903) en later ook aangewend bij het onderzoek van het Friesche hooi (14).

Bij ons eigen onderzoek hebben wij eveneens steeds gebruik gemaakt van de methode der gewichtsanalyse (15). Het doel was, gegevens te verzamelen over de botanische samenstelling van het Nederlandsche grasland, waaromtrent tot dusverre slechts zeer weinig bekend was. Het was zelfs in het geheel niet met zekerheid bekend, welke grassoorten in ons land van het meeste belang zijn, noch of er verschillen in de samenstelling der graslanden in verschillende streken bestaan, waaruit dus vanzelf volgt, dat men ook in het duister tastte aangaande, onder allerlei invloeden optredende, veranderingen in de samenstelling, b.v. door hooien of beweiden, door hooge of lage grondwaterstanden, bemestingen, invloed van zout water, enz.

Het onderzoek was dus geheel op de praktijk van den weidebouw ingesteld.

De door ons toegepaste methode komt in beginsel overeen met de door SCHINDLER aanbevolene en later door VOIGT uitgewerkte. Ze is dus eigenlijk geen plantensociologische, die ons zou kunnen inlichten over de fijnere structuur der graslandzode, over de wijze van verspreiding der afzonderlijke soorten in deze plantengemeenschap, of de ruimte, door elke soort in beslag genomen (volgens volume, of volgens de in beslag genomen bodemoppervlakte), maar ze is in den grond van de zaak een kwantitatief onderzoek naar de samenstelling van het product van het grasland, hetzij in den vorm van hooi, of in den vorm van het versehe weidegras, zooals het door de dieren tijdens het weiden wordt genuttigd.

Wij hebben ons bij ons onderzoek niet beperkt tot het vaststellen van de gewichtsverhouding tusschen de drie groepen grassen, klavers en onkruiden, maar wij bepaalden de gewichten van alle aanwezige grassoorten afzonderlijk. Voor onze inheemsche graslanden is dit de aangewezen weg, want ze zijn doorgaans zoo arm aan klaver en onkruid, dat bovengenoemde drie groepen in de meeste gevallen geen grondslag zouden kunnen vormen voor een waarde-bepaling. Het verschil in kwaliteit van onze graslanden berust in hoofdzaak op de verschillende verhoudingen, waarin de grassoorten er naast elkaar in vertegenwoordigd zijn.

Tegen deze onderzoekingsmethode heeft men meermalen bedenkingen geopperd. Dikwijls wordt de opmerking gemaakt, dat een onderzoek, op dusdanige wijze verricht, toch in gebreke blijft, wanneer men zich een duidelijke en juiste voorstelling van de graslandflora wil vormen. De juistheid van die opmerking valt niet te ontkennen; maar daartegen kan worden aangevoerd, dat de andere, meer sociologische, methoden ons geen goed beeld kunnen geven van de massaverhoudingen der soorten, waarom het in den landbouw toch hoofdzakelijk te doen is. Niemand zal willen bestrijden, dat het wensche-lijk is, de samenstelling te leeren van het, door het grasland voortgebrachte, voeder. En nu is het juist de gewichtsanalyse, die ons bij herhaalde toepassing een inzicht geeft in de landbouwkundige waarde van een perceel grasland. Bovendien is het niet moeilijk, in te zien, dat de gewichtsanalyse ons toch ook niet geheel onkundig laat aangaande de zoogenaamde botanische samenstelling van de graszode, doch dat zij ons wel degelijk leert, welke planten-soorten de voornaamste plaats innemen.

Ook hoort men wel als bezwaar tegen de gewichtsanalyse te berde brengen, dat ze ons geen gegevens verschaft voor het samenstellen van graszaad-mengsels, voor het aanleggen van nieuw grasland. Daarvoor heet dan alleen de methode der oppervlakteschatting nuttig te zijn, of ook wel de telmethode, aangezien men bij het opstellen van de zaaizaadmengsels uitgaat van de, door de verschillende soorten te bezetten oppervlakten. Dit argument bezit oppervlakkig een grooten schijn van waarheid; maar we moeten toch niet uit het oog verliezen, dat op grond van de resultaten der oppervlakteschatting evenmin een volkomen doeltreffend zaadmengsel kan worden samengesteld, als naar aanleiding van de uitkomsten van de gewichtsanalyse. In beide gevallen zal men steeds rekening moeten houden met een vrij groote mate van onzekerheid betreffende het welslagen van het mengsel. De beteekenis van de gewichtsanalyse moet in dit verband stellig niet worden onderschat; ze zegt ons immers in allen gevalle reeds, welke planten de voornaamste zijn onder de gegeven omstandigheden, en welke daarentegen van weinig belang zijn, of geheel ontbreken. De gevonden gewichtsverhoudingen in het gras

of hooi zijn ruimschoots voldoende om gevolgtrekkingen mogelijk te maken aangaande de samenstelling van de te zaaien zaadmengsels. Aan deze laatste kan men immers toch nooit den eisch stellen, dat zij een geheel overeenkomstige plantengemeenschap zullen opleveren (zie b.v. ook KÖNEKAMP (16)). De op de ontwikkeling van de zode van nieuw grasland invloed uitoefenende omstandigheden zijn zoo talrijk en zoo moeilijk te beheerschen, dat men bij het opstellen van zaadmengsels kan volstaan met de gewichtsverhoudingen der zaadsoorten te schatten; dus de voornaamste soorten te zaaien volgens de door de botanische gewichtsanalyse gevonden rangorde, en die soorten, welke in de betreffende streek en onder de daar heerschende omstandigheden toch geen beteekenis hebben, weg te laten. Geheel overbodig acht ik het, zaaizaadmengsels met een zoo groote nauwkeurigheid op te geven, als men dikwijls in de vele voorschriften dienaangaande aantreft.

Hoe staat het nu met de aanwending van de botanische gewichtsanalyse ten opzichte van de verschillende tijden van het jaar? Kan men deze methode altijd toepassen? Of is dat alleen mogelijk, wanneer het gras maairijp of bijna maairijp is? Staat deze methode in dit opzicht achter bij de oppervlakeschatting en de telmethode?

Als voordeel van beide laatstgenoemde methoden hoort men wel eens aanvoeren, dat ze in elk jaargetijde kunnen worden toegepast; wat de oppervlakeschattingmethode betreft, met deze beperking, dat ze alleen op geweid land uitvoerbaar is, doch niet op hooiland. Ook wordt dikwijls beweerd, dat de gewichtsanalyse alleen iets kan leeren omtrent de samenstelling van het gras of hooi op het oogenblik van bemonstering, doch dat op een vroeger of later tijdstip de uitkomsten geheel anders zouden zijn; in tegenstelling met de uitkomsten der beide andere methoden.

Voor een deel is dit juist; de gewichtsverhouding der soorten blijft zeker niet standvastig gedurende het geheele jaar. Onderzoekingen, o.a. verricht door D. M. DE VRIES, hebben echter geleerd, dat standvastigheid evenmin wordt gevonden bij toepassing van de telmethode, terwijl wij uit gewichtsanalyses van eenzelfde perceel grasland, in verschillende jaargetijden bemonsterd, kunnen afleiden, dat ook de oppervlakeschatting geen standvastig resultaat kan geven.

De gewichtsanalyse kan bovendien te allen tijde worden toegepast, zoowel op weiland als op hooiland, zooals wij nog nader zullen zien; men is er volstrekt niet door gebonden aan het maairijpe gras of aan het zwad.

Hoewel ik niet wil beweren, dat de botanische gewichtsanalyse een ideale methode is, waarmee men in alle voorkomende gevallen kan volstaan, voor het door ons gestelde doel verdient ze toch ongetwijfeld de voorkeur boven de andere, daar ze ons een middel in de hand geeft, om de landbouwkundige

waarde van de graslanden te beoordeelen, eventueele veranderingen in de kwaliteit van het product objectief vast te stellen, en eveneens eventueele veranderingen in het produceerend vermogen van het grasland te verklaren.

Wanneer wij nu nog even in het kort de rekening van de gewichtsanalytische methode opmaken, dan kunnen wij de voordeelen als volgt samenvatten:

1°. zij leert ons de botanische samenstelling kennen van het grasland-product; hierdoor wordt meteen een goede aansluiting verkregen aan verteerbaarheidsprouven en dierphysiologisch onderzoek omtrent de voederwaarde;

2°. zij kan worden toegepast zoowel op weiland als op hooiland, en wel in elken tijd van het jaar;

3°. zij is in hooge mate objectief, daar elke schatting en eveneens de keuze van een „typische”, of „normale” plek van het te onderzoeken grasland wordt vermeden;

4°. zij levert voldoende gegevens op voor het samenstellen van zaaizaadmengsels, geschikt voor den aanleg van nieuw grasland;

5°. zij staat, wat betreft de variatie der uitkomsten in verschillende tijden van het jaar, niet veel bij de andere genoemde methoden ten achter.

De botanische gewichtsanalyse

Wanneer wij den gang van de analyse in haar geheelen omvang willen beschrijven, dan doen wij het beste, dit onderwerp in eenige onderdeelen te splitsen en deze dan achtereenvolgens afzonderlijk te behandelen. Het zijn:

- a. het nemen van een monster uit hooiland;
- b. het nemen van een monster uit weiland;
- c. de analyse van versch gras;
- d. de analyse van gedroogd gras (hooianalyse);
- e. de toetsing van de betrouwbaarheid van de hooianalyse;
- f. het onderzoek naar de betrouwbaarheid van het geheele onderzoek van een perceel hooiland (monsterneming + botanische analyse van het monster).

a. *Bemonstering van hooiland*

In de eerste plaats hebben wij na te gaan, hoe het grasmonster moet worden genomen. Daar het onderzoek, d. w. z. het sorteeren der plantensoorten, moeilijker en tijdroovender wordt, naarmate het gras minder versch is, verdient het de voorkeur, de monsters gras op het te onderzoeken land af te snijden; weliswaar kan men ook grasmonsters uit het zwad nemen, onmiddellijk na het maaien, wanneer het gras nog maar weinig verwelkt is, doch veelal

blijken dan sommige kenmerken der planten reeds zooveel aan duidelijkheid te hebben verloren, dat het onderzoek er ernstig door wordt bemoeilijkt.

Wij willen nu eerst eens aannemen, dat wij een rechthoekig perceel hooiland willen onderzoeken, waarvan de grootte 1 ha is en de afmetingen 50 bij 200 m zijn. Om een vergelijking met andere percelen hooiland mogelijk te maken, is het natuurlijk noodzakelijk, het land op een zeer bepaald omschreven tijdstip te bemonsteren; voor hooiland ligt het voor de hand, het tijdstip te kiezen, waarop het gras maairijp is, in den normalen hooitijd.

Wij moeten nu een grasmonster trachten samen te stellen, dat zoo goed mogelijk de samenstelling van het geheele perceel weergeeft; waarin dus zoo goed mogelijk alle deelen van het terrein vertegenwoordigd zijn. Elke keuze willen wij vermijden; wij willen ons bij het monsternemen niet beperken tot een klein gedeelte van het perceel, dat volgens onze meening een goed beeld geeft van het geheel; dus geen „typische” of „normale” plek wordt uitgezocht. Evenmin willen wij bepaalde gedeelten vermijden, omdat ze naar ons oordeel min of meer van het algemeene beeld afwijken. Het is dus voor de hand liggend, dat wij vooraf vaste regels opstellen, waarnaar wij zullen handelen. Het monsternemen moet zooveel mogelijk tot een automatische handeling worden gemaakt, waarbij op vooraf vastgestelde afstanden mechanisch en blindelings een greep in de zode wordt gedaan en een weinig gras wordt afgesneden. Volgt men dezen regel niet, dan ontkomt, zooals de ondervinding leert, bijna niemand aan de verleiding, soms toch nog een bepaald plekje de voorkeur te geven, of een ander plekje te vermijden.

Laten wij nu eens in bijzonderheden nagaan, hoe wij het grasmonster nemen van een perceel van bovengenoemde vorm en grootte. (Zie fig. 1.)

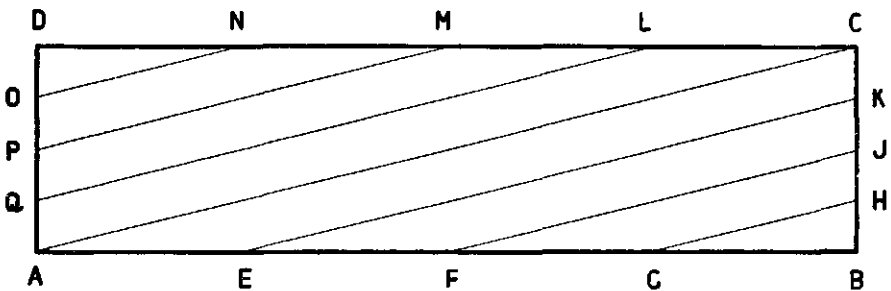


Fig. 1

Rechthoekig hooilandperceel van 1 ha. Lijnen, waarlangs de bemonstering plaats vindt (*Rechteckige Heulandparzelle von 1 ha. Linien, längs denen die Teilproben genommen werden*)

Wij verdeelen elk der vier zijden in vier gelijke deelen, en plaatsen op elk hoekpunt van het perceel en op elk der punten E, F, G, H, enz. een duidelijk

zichtbaren stok. (Zijn er duidelijke merkteekens in de buurt, die ons de richting kunnen doen houden, dan zijn de stokken natuurlijk overbodig.) Dan nemen wij een botaniseertrommel, of een zakje, en loopen langs de diagonaal AC het geheele veld over; telkens om de tien passen en onmiddellijk voor de punt van den voorsten voet pakken wij met de toppen van duim en vingers, *zoo dicht mogelijk aan den grond*, zooveel gras beet, als wij vast kunnen houden, snijden dit vlak aan den grond af en doen het in den trommel of in den zak. Hierbij moeten wij vooral zorgen, niets van het korte ondergras te verliezen; daarom is het dan ook noodzakelijk, het gras zoo laag mogelijk, vlak aan den grond, beet te pakken. Maar ook om een andere reden is dit gewenscht. Pakken wij n.l. het gras, vooral wanneer dit lang is, te hoog beet, dan wordt er allicht veel meer afgesneden dan bij laag aanvatten; vatten wij het gras vlak bij den grond, dan krijgen we ten naastebij gras van $\frac{1}{4}$ dm² bodemoppervlakte; bij hooger beetpakken is echter de kans groot, dat een veel grootere oppervlakte wordt kaal gesneden. Zoo zouden dus de verschillende greepjes tenslotte afkomstig kunnen zijn van zeer uiteenlopende bodemoppervlakten. Ook zou het dan zeer moeilijk worden, al het losgesneden korte gras te verzamelen.

Bij het snijden van het gras bedienen wij ons bij voorkeur van een zeer scherp spinaziemes, een instrument, door de tuinders gebruikt om groente af te snijden. Daar het hecht op de manier van een metselaarstroffel aan het lemmet is bevestigd, is het mogelijk, het lemmet volkomen horizontaal over den grond te laten gaan, zonder dat de hand met den grond in aanraking komt. Een dergelijk mes is voor ons doel zeer praktisch gebleken.

Bij het eindpunt van de diagonaal, bij C aangekomen, gaan wij naar het punt K en loopen dan langs KE, weer telkens om de tien passen een greepje gras snijdend; en zoo vervolgens langs de lijnen FI, HG, QL, MP en ON. Zodoende verkrijgen wij dus op regelmatige afstanden en met vermijding van eenige keuze, greepjes gras van het geheele perceel. Wat wij krijgen is geheel aan het toeval overgelaten; wij hebben eenvoudig uitsluitend genomen, wat zich voor de punt van den voet bevond bij elken tienden pas.

De richting van de diagonaal en de daaraan evenwijdige lijnen is gekozen, om de kans te ontloopen, te veel grepen gras te krijgen van bepaalde deelen van de akkers, b.v. te veel van de randen der akkers, van de greppelkanten, of wel hiervan in het geheel niets te krijgen. Op de boven beschreven manier gaat men gewoonlijk schuin over de akkers en krijgt men ook gras van alle deelen ervan.

Op een perceel van deze afmetingen en vorm krijgen wij, wanneer wij de lengte van een pas op 75 cm stellen, — d. i. de normale militaire pas —, tezamen 112 greepjes gras, d. w. z. ongeveer 1 per are. Deze vormen tezamen

ons monster, dat in verschen toestand 1 à 1,5 kg weegt, natuurlijk afhankelijk van de lengte van het gras en de dichtheid van de zode. Het verdient de voorkeur, zich ongeveer aan deze hoeveelheid te houden. Veel grooter moet het monster liefst niet zijn, aangezien de analyse dan te veel tijd gaat kosten, zonder dat de betrouwbaarheid daarmee evenredig toeneemt. De grepen kleiner te nemen is ook niet raadzaam; doet men het volgens bovenstaand voorschrift, dan neemt men telkens het gras van ongeveer $\frac{1}{4}$ dm² bodemoppervlakte. Mocht echter het monster al te groot worden, doordat het gras zeer lang is, dan mag men het niet verkleinen door er een deel van weg te werpen. Men staat dan voor de keus, of zich de moeite van het analyseeren maar te getroosten, of een geheel nieuw monster te nemen en dan de afstanden tusschen de greepjes grooter te nemen, b.v. 12 of 15 passen, hetgeen wel toelaatbaar is, wanneer het land zeer gelijkmatig is.

Deze bemonstering kost slechts weinig tijd. In ongeveer een half uur is één persoon met een perceel van 1 ha gereed.

Heeft het perceel wel dezelfde grootte, doch een anderen vorm, b.v. vierkant, dus 100 bij 100 m, dan loopen wij op dezelfde wijze langs een diagonaal en aan weerszijden daarvan achtereenvolgens langs drie evenwijdige lijnen. Maar wij moeten hierbij bedenken, dat de totale lengte der 7 lijnen in dit geval kleiner is. Indien wij ook nu om de 10 passen een greepje nemen, zullen wij er niet meer krijgen dan 79. Daar het echter wel wenschelijk is, van de oppervlakte van 1 ha niet minder dan 100 greepjes te nemen, snijden wij deze in dit geval om de 7 passen en komen zodoende weer tot een totaal van 112 greepjes. De dichtheid van bemonstering is dan dus dezelfde als op het boven besproken, langwerpige perceel.

Tot dusver hebben wij alleen gesproken over het monsternemen uit het staande, maairijpe gras. Het geval kan zich echter ook voordoen, dat wij te doen hebben met pas gemaaid land, waar het gras nog in het zwad ligt. Dan kunnen wij in hoofdzaak op dezelfde wijze te werk gaan. Wij loopen daarbij langs dezelfde lijnen, en waar wij een zwad ontmoeten, trekken wij er met den duim en de beide voorste vingers een greepje gras uit. Om ook hier elke keuze of willekeur uit te sluiten, zorgen wij, dat wij gras onder uit het zwad nemen en dus niet kunnen zien, wat wij grijpen. Wij vatten het gras beet aan het afgesneden uiteinde, opdat wij zoowel het korte ondergras als het lange bovengras meekrijgen.

Omdat wij bij deze monsterneming aan de plaats van het zwad zijn gebonden, is het niet mogelijk, de greepjes op geheel gelijke afstanden van elkander te nemen; met eenig overleg kunnen wij het echter wel zoo regelen, dat wij uit alle zwaden greepjes nemen en zoo tenslotte tot een aantal van ongeveer 100 per ha komen.

Monsterneming uit het staande gras verdient intusschen wel altijd de voorkeur boven die uit het zwad, ook al omdat het gras uit het zwad in den regel reeds min of meer verwelkt is.

b. *Bemonstering van weiland*

Op weiland is de monsterneming niet altijd zoo eenvoudig als op hooiland. Indien wij te doen hebben met weiland met flink uitgegroeid gras, zooals vaak het geval is, even voordat het vee wordt ingeschaard, dan kan het monsternemen op dezelfde wijze geschieden als in hooiland met maairijp gras; het afsnijden van de greepjes gras levert dan geen bezwaar op.

Is het gras echter zeer kort, b.v. tijdens of dadelijk na de beweiding, of bij langdurige droogte, dan laat de boven besproken methode ons in den steek. Toch is het ook in dergelijke gevallen mogelijk, monsters te nemen, en wel op twee manieren.

Ten eerste kunnen wij gebruik maken van een vierkant, metalen raampje, met een inwendige afmeting van 5 bij 5 cm, of 10 bij 10 cm. Dit raampje wordt na het vastgestelde aantal passen, voor de punt van den voorsten voet op het korte gras gelegd, waarna het binnen het raampje aanwezige gras (en natuurlijk eventueel andere planten) met een schaartje vlak aan den grond wordt afgeknipt en daarna verzameld. Deze manier van bemonstering kost echter veel tijd.

Een andere manier, die zeer goed voldoet en veel minder tijd kost, is het monsternemen met behulp van een kleine grondboor, voor dit doel door ons geconstrueerd. Hiermee worden op de vastgestelde afstanden ronde schijfjes van $\frac{1}{4}$ dm² uit de zode gestoken. Dit werktuig bewijst goede diensten, wanneer het gras te kort is, om met het mes te worden afgesneden; bovendien kan men er vlug mee werken. Aangezien deze methode elders door D. M. DE VRIES uitvoerig wordt beschreven (17), zal ik er hier niet verder op ingaan.

c. *De botanische analyse van versch gras*

De analyse wordt op verschillende manieren verricht, naargelang het gras in verschen toestand wordt onderzocht, dan wel, nadat het is gedroogd. Zooveel mogelijk werken wij met versch gras, daar dit het minst tijdrovend is. Is het gras bezig, te verwelken, dan worden de kenmerken, waaraan de plantensoorten kunnen worden onderscheiden, meestal onduidelijk; bij ingedroogd gras zijn ze voor het meerendeel zelfs onkenbaar geworden. Wij willen onze aandacht nu in de eerste plaats bepalen bij het verse gras.

Uit het geheele monster worden in de eerste plaats alle bloeiende grassen en eveneens alle groote, niet bloeiende, die doorgaans op het eerste gezicht

gemakkelijk te herkennen zijn, uitgezocht, en soort bij soort gelegd. Hetzelfde geschiedt met de klaverplanten, of andere leguminosen, en met de onkruiden. Dit alles tezamen vatten wij samen onder den naam *bovengras*.

Bij dit werk bedienen wij ons gewoonlijk van een zoogenaamde *sorteerplank*, een 140 cm lange, 40 cm breede plank, waarop een 16-tal 8 cm hooge dwars schotjes zijn gespijkerd; in de daardoor gevormde 15 vakken kunnen de gesorteerde planten worden gelegd en gescheiden gehouden. Elk vak is 8 cm wijd en voor één soort bestemd; om vergissingen te voorkomen, hangen wij aan elk vakje een etiket met den naam der soort.

De onkruiden werden oorspronkelijk niet afzonderlijk in soorten gescheiden, doch als één groep behandeld, tenzij er bijzondere redenen waren om ook deze te sorteeren. In de laatste jaren echter worden ook de onkruidsoorten afzonderlijk gesorteerd, daar het gebleken is, dat onkruiden vaak sterker in landbouwkundige waarde uiteenloopen, dan verscheidene grassoorten.

Zoodra het sorteeren gereed is, wordt alles in papieren zakken gedaan — elke soort in een aparte zak — en snel gedroogd.

Zoo wordt dus al het grove materiaal eerst uit het monster gezocht. Dit is een vrij eenvoudig werk; het gaat met weinig moeilijkheden gepaard en kost betrekkelijk weinig tijd.

Na deze bewerking blijven er nog het korte, fijne gras en moeilijker herkenbare bijmengselen over, tezamen dikwijls nog meer dan de helft van het monster uitmakend. De schifting van dit materiaal — het z.g. *ondergras* — in alle soorten is veel moeilijker en dikwijls zeer tijdroovend. Daarom is het noodzakelijk, dit werk zooveel mogelijk te beperken, en wel door dit deel van het monster te verkleinen. Aangezien deze massa nog alleen uit kort gras en fijne bijmengselen bestaat, is het n.l. zeer goed mogelijk, alles volledig dooreen te mengen en er vervolgens een klein monster uit te trekken.

Wij doen dit als volgt. Op een groote tafel wordt het ondergras, telkens bij kleine bosjes, in een dunne laag uitgespreid en daarna goed door elkaar gemengd, hetgeen eenige keeren wordt herhaald. Vervolgens wordt alles weer op een hoop bijengewerkt en deze gehalveerd, door de beide helften uiteen te schuiven. Door het laatste voorkomen wij een ongelijke verdeling van naar beneden gezakte fijne deeltjes. De eene helft wordt terzijde gelegd; de andere helft wordt nog eens goed gemengd en weer gehalveerd, en dit met de eene van deze laatste helften nog eens herhaald.

Het resultaat is dus, dat wij ongeveer $\frac{1}{8}$ van het ondergras overhouden voor de volledige analyse en het overige $\frac{7}{8}$ terzijde leggen om het direct te drogen.

Het bovengenoemde $\frac{1}{8}$ gedeelte wordt, terwijl het tegen uitdroging wordt behoed, volledig in alle soorten geschift. De herkenning van de soorten is

hierbij veel moeilijker, daar alles veel fijner is, maar vooral ook, omdat er vele losse en afgebroken plantendeelen tusschen zijn, dikwijls met zeer weinig, of moeilijk zichtbare kenmerken, zooals b.v. losse bladeren of afgesneden of afgebroken bladtoppen van grassen. Voor dit werk is dan ook goed geoefend personeel noodig, in staat, de niet bloeiende grassen en andere planten te herkennen. Zelfs voor geoefenden is het nog dikwijls noodig, verschillende handleidingen ter hulp te roepen. Aan te bevelen werken op dit gebied zijn: STRECKER (18), WEBER (19), STAERK (20), HENNING (21), HUBER (22), KRAMER (23), ARMSTRONG (24), MARSHALL WARD (25), KLAPP (26), DE VRIES en KRUYNE (27), en in bijzonder moeilijke gevallen zelfs SCHINDLER (28). Zeer goed zijn de determineertabellen voor niet bloeiend gras in de juist genoemde werkjes van WEBER en van STRECKER, nog beter in die van KLAPP en van DE VRIES en KRUYNE.

Ook al de overige van de bovengenoemde werken zijn aanbevelenswaardig, maar dikwijls blijkt men in het eene geval meer te hebben aan de eene handleiding, in het andere geval weer aan een andere.

Het is vaak de variabiliteit van de kenmerken, die ons parten speelt en het vaststellen van de soort moeilijk maakt.

In den regel gelukt het wel, het ondergras nagenoeg volledig in al zijn soorten te schiften; toch blijft er ook veelal een onbepaalde rest over, bestaande uit bladtoppen, stukjes halm of deelen van onkruiden, onrijpe zaadjes enz.; deze rest beteekent echter in den regel niet veel en heeft geen merkbaaren invloed op het resultaat.

Na het sorteeren wordt elke soort afzonderlijk in een papieren zakje gedroogd.

De geheele boven beschreven bewerking kan beknopt worden samengevat in het volgende:

Schema der analyse van een versch grasmonster

(Schema der Analyse einer frischen Grasprobe)

Grasmonster (Grasprobe)	{	bloeiend + niet bloeiend doorgeschooten gras + groote klaver- en onkruidplanten (bovengras) (I)	→	sorteeren (sortieren)
		(blühendes + nicht blüh. durchgeschossenes Gras + große Klee- und Unkrautpflanzen [Obergras])		
		kort en fijn gras (ondergras) (II)	→	sorteeren
		(kurzes und feines Gras [Untergras])		
		ong. $\frac{1}{8}$ deel		
		rest (niet sorteeren)		
		(Rest, nicht sortieren)		

Van elk monster verkrijgen wij dus twee stellen zakjes, n.l. een stel van al de soorten uit het grove bovengras, en een tweede stel uit het ondergras. Na het drogen blijven de zakjes eenigen tijd, gewoonlijk een paar dagen, in het laboratorium liggen, opdat er evenwicht ontstaat tusschen het vochtgehalte van het gedroogde gras en de omgeving; daarna wordt elke portie

gewogen. Eveneens wordt het gewicht van het ongesorteerde gedeelte van het ondergras bepaald.

Nadat alles gewogen is, kan gemakkelijk worden berekend, hoeveel gram er van elke soort in het ondergras van het geheele monster aanwezig is; dit gewicht, vermeerderd met dat van dezelfde soort uit het bovengras, geeft dus het gewicht van de in het geheele monster aanwezige soort.

Tenslotte worden alle gewichten uitgedrukt in procenten van het gewicht van het geheele monster.

Wanneer er in het grasmonster geen bovengras aanwezig is, hetgeen dikwijls voorkomt bij monsters van beweid land, is de gang van de analyse eenvoudiger. Men kan dan onmiddellijk het monster goed mengen en er een deel — ongeveer $\frac{1}{3}$ — van analyseeren. Omrekening is dan ook niet noodig, want het gewicht van elke soort geeft meteen het aandeel dezer soort aan het geheele monster aan.

In het voorgaande heb ik reeds de opmerking gemaakt, dat het verreweg de voorkeur verdient, het gras te sorteeren, terwijl het nog versch is; de plantensoorten zijn dan het gemakkelijkst te herkennen; het onderzoek kan daardoor vlot afloopen en ook met grootere nauwkeurigheid, dan wanneer we met verwelkte of ingedroogde planten moeten werken. Aangezien het werk toch altijd nog vrij veel tijd kost, zou het dus vrijwel onmogelijk zijn, een groot aantal monsters te onderzoeken in de betrekkelijk korte periode van den eigenlijken hooitijd, indien wij niet over een middel beschikten, om het verwelken of verdrogen van onze, in verschen toestand genomen, monsters tegen te gaan. Wij bereiken dit, door de grasmonsters dadelijk na aankomst, los verpakt, in een koelcel te leggen, waarin de temperatuur op $+ 1$ à 2° C wordt gehouden. Hierin blijven ze minstens vier weken lang frisch, zelfs zonder veel van de kleur te verliezen.

d. *De botanische analyse van gedroogd gras (hooianalyse)*

Zijn de grasmonsters om de een of andere reden gedroogd, of wordt een onderzoek naar de botanische samenstelling van een partij hooi verlangd, dan zijn wij genoodzaakt, een eenigszins anderen weg te volgen. De meeste kenmerken, waaraan wij de grassoorten en ook de andere planten kunnen onderscheiden, hebben door het indrogen zeer aan duidelijkheid verloren, of zijn zelfs geheel onzichtbaar geworden; ook de kleur, die in sommige gevallen belangrijke aanwijzingen kan geven, laat ons dan in den steek. Daarbij komt nog, dat het hooi gemakkelijk verkruint, zoodat het zeer voorzichtig behandeld moet worden, om te voorkomen, dat de onbepaalde rest, bestaande uit onherkenbare fragmenten, tot een buitensporig bedrag aangroeit.

Het begin van de analyse van hooi is gelijk aan dat van verse monsters.

Het bloeiende gras, zoomede die grove, niet bloeiende exemplaren, die gemakkelijk herkenbaar zijn, verder de klaverplanten en de onkruiden, worden eerst uit het geheele monster gezocht en soort bij soort gelegd in de vakken van de sorteerplank; dus alles wat op het eerste gezicht herkenbaar is.

De rest van het monster bevat daarna, behalve het fijne ondergras, nog grof, niet bloeiend bovengras, dat niet onmiddellijk kon worden herkend. Laten wij deze geheele massa ook hier *ondergras* noemen. Deze partij is in den regel naar evenredigheid grooter dan bij de versehe grasmonsters.

Evenals bij de versehe monsters moeten wij ons ook hier beperken tot het onderzoeken van slechts een klein gedeelte van het ondergras. Dit moet dus ook vooraf goed worden gemengd; in dit geval gaat dat bijzonder lastig, door de aanwezigheid van grof materiaal en tevens omdat wij voorzichtig te werk moeten gaan, om niet te veel stuk te breken.

Het mengen wordt vrijwel op dezelfde manier uitgevoerd als boven beschreven is; dus door het uitspreiden van het hooi in een dun laagje, dan weer op een hoop schuiven, voorzichtig doorenmengen, nogmaals dun uitspreiden enz., totdat men overtuigd is, geen grootere gelijkmatigheid van het materiaal meer te kunnen bereiken. Door de hoop dan in twee helften uiteen te schuiven en deze bewerking met de eene helft nog eens te herhalen, behouden wij ongeveer $\frac{1}{4}$ voor het verdere onderzoek. Het overige $\frac{3}{4}$ deel wordt terzijde gelegd en gewogen. Bij zeer groote monsters wordt in plaats van $\frac{1}{4}$ wel vaak slechts $\frac{1}{6}$ genomen, bij kleine monsters echter de helft.

Het te sorteren ondergras — dus ongeveer $\frac{1}{4}$ van het totaal — wordt nu eerst met behulp van een pincet geschild in twee porties, n.l. een van grof en een van fijn gras. Het grove wordt geheel geanalyseerd; van het fijne echter, dat juist wegens zijn fijnheid zeer goed mengbaar is, wordt door afdeeling (telkens splitsing in twee helften) de helft genomen, of minder, tot uiterlijk $\frac{1}{8}$, en dit laatste eveneens geanalyseerd. Al deze porties worden dadelijk gewogen.

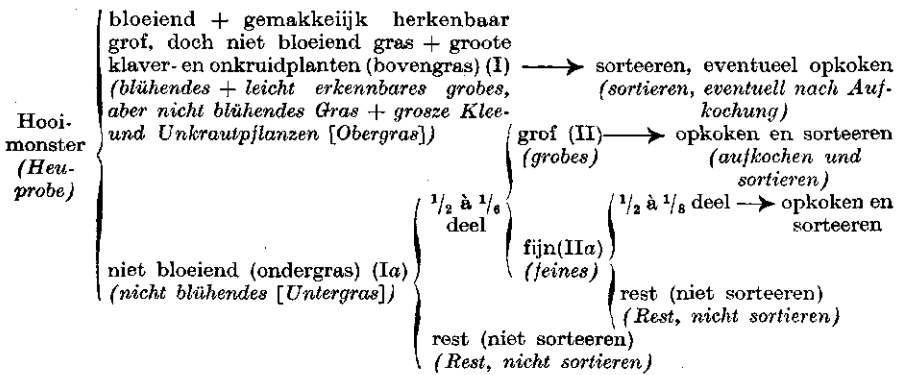
Vóór het analyseeren moet het hooi daarvoor geschikt worden gemaakt; de kenmerken der verschillende plantensoorten dienen eerst weer goed waarneembaar gemaakt te worden. Wij bereiken dit, door de te onderzoeken porties gedurende korten tijd met kokend water te behandelen. Het droge gras wordt in een bekersglas met koud water gedaan en hierin aan de kook gebracht. Na 1 tot 2 minuten koken is het gras geheel opgezwollen en zijn alle kenmerken, uitgezonderd de kleur, weer goed zichtbaar, meestal even goed als bij versch gras. Zelfs de fijne beharing, en de kenmerkende bijzonderheden van de nerven, oortjes en tongetjes worden door deze behandeling weer zeer duidelijk. Het eenige bezwaar is, dat het gras onder water moet worden bekeken. Daartoe leggen wij het in een platte glazen schaal met water, op een

donkeren ondergrond. Een binoculaire loupe bewijst hierbij uitstekende diensten. Wij gebruiken er een van LEITZ, met 10-, 20- en 30-voudige vergrooting en ingericht voor doorvallend, zoowel als opvallend licht.

In het kort kunnen wij den gang van het hooionderzoek voorstellen door het volgende

Schema der analyse van een hooimonster

(Schema der Analyse einer Heuprobe)



Aan de hand van dit schema kunnen we nu gemakkelijk nagaan, hoe de gewichtsprocenten der verschillende soorten worden bepaald. Gesteld, dat het bloeiende en verder direct herkenbare grove gras (I in het schema) 100 g bedraagt, en evenzoo het niet bloeiende ondergras (Ia) 100 g. Van het laatste wordt $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{6}$ genomen ter sorteering, b.v. 30 g. We willen nu veronderstellen, dat deze 30 g worden gesplitst in 20 g grof (II) en 10 g fijn (IIa) en dat van IIa 5 g wordt opgekookt en gesorteerd. De verhouding van grof gras tot fijn gras zal dus — aangenomen, dat de menging goed is uitgevoerd — in het ondergras Ia gelijk zijn aan die van II tot IIa, dus in dit voorbeeld als 20 tot 10; Ia zal dus 66,7 g grof en 33,3 g fijn bevatten.

De gesorteerde hoeveelheid grof (II), dus 20 g, moet dus worden herleid op 66,7 g, en evenzoo de hoeveelheid gesorteerd fijn, n.l. 5 g, worden herleid op 33,3 g. Het komt bijgevolg hierop neer, dat het gevonden gewicht van elke soort vermenigvuldigd moet worden met den factor $\frac{66,7}{20}$ voorzoover de

portie II betreft, en met den factor $\frac{33,3}{5}$, wat de soorten uit de gesorteerde portie fijn gras betreft. Bij deze gewichten moet dan tenslotte nog het gewicht van het bovengras worden opgeteld; daarna kan het percentage van elke soort worden berekend.

Deze manier van analyseeren van gedroogd gras is ons de beste gebleken.

Zij is betrouwbaarder dan de aanvankelijk door ons toegepaste, die in zooverre met de boven beschrevene overeenstemde, dat eerst ook zooveel mogelijk van het herkenbare bovengras werd uitgezocht, maar waarbij uit het ondergras een klein, uit een aantal kleine greepjes samengesteld, monstertje werd getrokken. Het is niet moeilijk in te zien, dat dit niet doeltreffend kan zijn. Het zoogenaamde ondergras immers bestaat in onze hooimonsters uit een zeer heterogene massa, tengevolge van de aanwezigheid van een vrij hoog gehalte aan grove deelen; neemt men uit een dergelijke massa, zij het ook op een groot aantal plaatsen, een greepje, dan zal men er nooit in slagen, het grovere en het fijnere materiaal in de juiste verhouding te grijpen. Men heeft altijd minder kans, het fijne te pakken te krijgen, dan het grovere. Dit bezwaar wordt echter ondervangen door de boven beschreven manier van menging en daaropvolgende verdeling, waarbij de massa in deelen uiteen wordt geschoven. Op deze manier komt n.l. ook een zuivere, eerlijke verdeling van de fijne, naar beneden gezakte, plantendeeltjes tot stand.

e. *Betrouwbaarheid of nauwkeurigheid der hooianalyse*

Wij willen nu een inzicht trachten te verkrijgen in de scherpthe, waarmee de botanische samenstelling van een hooimonster op de boven beschreven manier wordt bepaald. Daardoor zullen wij de waarde leeren kennen, welke wij mogen hechten aan de gewichtsprocenten der verschillende plantensoorten.

Het is in het bijzonder de betrouwbaarheid van de menging van het ondergras en de daarop volgende analyse, welke wij op deze wijze leeren beoordeelen. Dit kunnen wij bereiken door uit het ondergras van een en hetzelfde hooimonster een aantal kleine monsters te trekken, deze afzonderlijk te analyseren en uit elk der analyses de percentages der soorten te berekenen.

Voor elke soort vinden we dan een reeks waarden, die onderling van elkander verschillen, en die wij mogen beschouwen als een aan de wetten van het toeval gehoorzamende variatiereeks. De grootte der onderlinge verschillen is dan een maat voor de betrouwbaarheid van ons onderzoek.

Voor zulk een nauwkeurigheidsbepaling hebben wij een willekeurig, 129,93 g wegend, hooimonster genomen, hiervan eerst op de gewone wijze het bovengras (I) (zie onderstaand schema) uitgezocht en gesorteerd (tezamen 73,63 g), waarna het ondergras (Ia), 56,30 g wegend, werd gemengd en vervolgens door afdeeling in vier nagenoeg gelijke porties verdeeld (Ia₁ tot Ia₄).

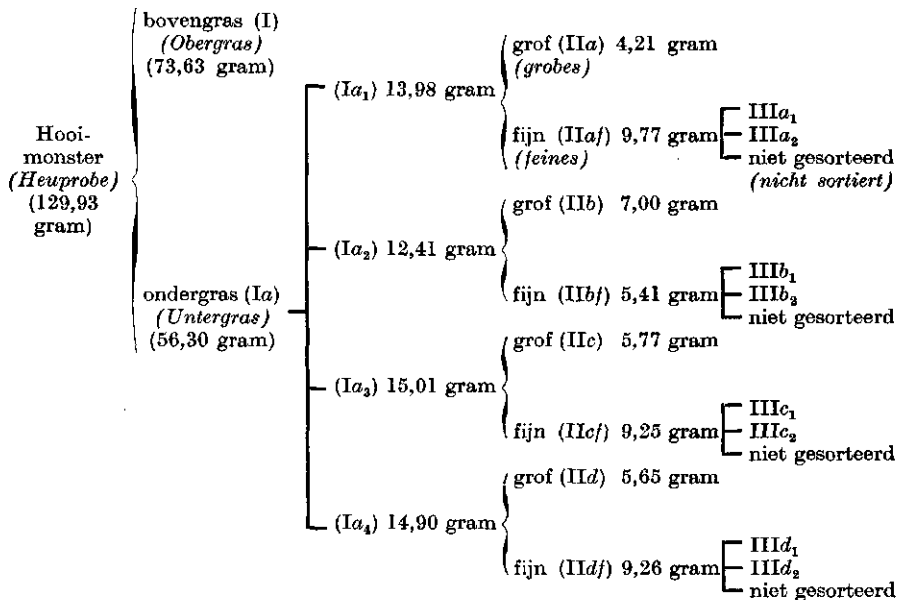
Hierop werd elke dezer laatstgenoemde porties in een grof (IIa tot IId), en een fijn (IIaf tot IIdf) gedeelte gesplitst; het grove werd telkens geheel geanalyseerd, doch van elk restant fijn gras werden slechts twee monstertjes onderzocht. Hierdoor werd het mogelijk, op 8 manieren de samenstelling van het ondergras te berekenen, n.l. door 4 combinaties van 2 monstertjes fijn

met 1 monstertje grof gras: dus van $IIIa_1$ en $IIIa_2$ met IIa , $IIIb_1$ en IIb_2 met IIb , $IIIc_1$ en $IIIc_2$ met IIc , en tenslotte $IIId_1$ en $IIId_2$ met $IIId$. Zodoende verkregen wij, ook het bovengras telkens in rekening brengende, 8 analyses van dit eene monster.

In onderstaand schema is de gang van deze bewerking overzichtelijk voorgesteld.

Schema van de betrouwbaarheidsbepaling der hooianalyse

(Schema der Zuverlässigkeitsbestimmung der Heuanalyse)



De uitkomsten van de 8 analyses van bovengenoemd hooimonster vindt men in de volgende Tabel I weergegeven. De tweede getallenkolom vermeldt van elke aangetroffen plantensoort het gemiddelde M van de 8 berekende percentages; hoever die percentages uiteenliepen, ziet men in de eerste kolom. Al deze percentages hebben natuurlijk betrekking op het geheele hooimonster, het ondergras en het bovengras beide inbegrepen.

Uit de gegevens der 8 analyses is de *standaardafwijking* σ van 1 bepaling berekend; deze is vermeld in de voorlaatste kolom. In de derde kolom staat de middelbare fout m van het gemiddelde der percentages.

In de vierde en de laatste kolom zijn tenslotte nog de variatiecoëfficiënten van m en σ vermeld, beide uitgedrukt in procenten van het gemiddelde percentage M .

Wij zien dus, dat de standaardafwijking σ van de analyse, onze maat voor

de betrouwbaarheid van dit onderzoek, uiteenloopt van $\pm 0,07$ tot $\pm 1,53$ % van het geheele monster. Een resultaat, dat alleszins bevredigend genoemd mag worden.

TABEL I

*Standaardafwijking van de quantitative botanische analyse van
een hooimonster*
(Standardabweichung der quantitativen botanischen Analyse einer Heuprobe)

Plantensoorten	Minimum en maximum percentage	Gemid- delde van de 8 ana- lyses (Mittel- wert der 8 Ana- lysen) (M)	Middel- bare fout van het gemid- delde (Mittlerer Fehler des Mittel- wertes) (m)	100m M	Stan- daard- afwijking van 1 analyse (Standard- ab- weichung der einzelnen Analyse) (σ)	100 σ M
Agrostis alba L. + A. vulgaris. With	3,9 — 9,1	6,5 %	$\pm 0,52$	8,0	$\pm 1,46$	2,2
Agrostis canina. L.	0 — 0,1	0,01	—	—	—	—
Anthoxanthum odoratum. L.	0,6 — 1,3	0,9	0,10	11,1	0,29	3,2
Arrhenatherum elatius. M. et K.	14,9 — 17,7	16,0	0,36	2,2	1,01	6,3
Avena flavescens. L.	3,2 — 4,1	3,7	0,11	3,0	0,30	8,1
Bromus mollis. L.	0,03 — 0,2	0,08	0,02	25,0	0,07	87,5
Cynosurus cristatus. L.	1,1 — 1,8	1,4	0,08	5,7	0,23	16,4
Dactylis glomerata. L.	6,0 — 8,3	7,4	0,30	4,1	0,86	11,6
Festuca arundinacea. Schrb.	7,9 — 12,0	10,1	0,54	5,3	1,53	15,1
Festuca rubra. L.	0,4 — 1,2	0,75	0,11	14,7	0,32	42,7
Holcus lanatus. L.	11,8 — 13,8	12,4	0,22	1,8	0,62	5,0
Lolium perenne. L.	1,7 — 3,1	2,4	0,18	7,5	0,51	21,2
Phleum pratense. L.	4,7 — 5,3	5,1	0,08	1,6	0,24	4,7
Poa pratensis. L.	3,0 — 5,5	4,7	0,29	6,2	0,82	17,5
Poa trivialis. L.	0,3 — 0,7	0,4	0,06	15,0	0,18	45,0
Trifolium minus. Sm.	0,3 — 0,9	0,5	0,07	14,0	0,20	40,0
Trifolium repens. L.	0,02 — 0,6	0,16	0,07	43,8	0,19	118,7
Vicia spec.	0,2 — 0,5	0,37	0,06	16,2	0,18	48,7
Equisetum palustre. L.	8,9 — 11,7	10,3	0,34	3,3	0,97	9,4
Onkruiden.	7,7 — 10,0	9,0	0,43	4,8	1,21	13,4
Ondetermineerbaar.	3,7 — 10,9	7,7	0,92	11,9	2,61	33,9

f. *Betrouwbaarheid of nauwkeurigheid van het quantitatief botanisch onderzoek (gewichtsanalyse) van een perceel hooiland.*

Evenals bij het in het voorgaande beschreven onderzoek, kunnen wij ons ook bij de analyse van het verse gras afvragen, met welke scherpte de botanische samenstelling van een perceel hooiland bepaald wordt, indien wij de boven besproken manier van monsterneming en analyse toepassen. Geheel

en al vergelijkbaar met de bepaling der standaardafwijking der hooi-analyse is dit weliswaar niet. Immers, in het voorgaande zochten wij uitsluitend de betrouwbaarheid der *analyse* op zichzelf te bepalen. Wat wij nu echter voor oogen hebben, is de betrouwbaarheid van het geheele onderzoek van een perceel grasland; hierin zijn dus twee dingen samengevat, n.l. het monster-nemen en de botanische analyse van het monster.

Reeds bij het nemen van het grasmonster zijn onregelmatigheden onvermijdelijk. Immers, het is nagenoeg onmogelijk, de grepen gras steeds op precies gelijke afstanden te nemen en op dezelfde wijze af te snijden. De grootste foutenbron moet echter ongetwijfeld worden gezocht in de omstandigheid, dat de verschillende plantensoorten op een zeer ongelijkmatige wijze in de grasmat zijn verbreid. Er kunnen soorten voorkomen, die in groote hoeveelheid vertegenwoordigd zijn en tegelijk zeer gelijkmatig over het geheele perceel verdeeld; maar andere soorten, en wel voornamelijk diegene, welke een betrekkelijk klein gedeelte uitmaken van de begroeiing, komen dikwijls slechts op enkele plekken voor. Daarbij kunnen zich dan nog verschillende gevallen voordoen: de plantensoort kan b.v. op een beperkt gedeelte van het perceel tamelijk gelijkmatig verbreid zijn, of wel slechts in kleine bosjes worden aangetroffen, die dan ook weer, hetzij regelmatig, hetzij grillig verspreid optreden.

Het behoeft geen betoog, dat deze omstandigheden een grooten invloed moeten uitoefenen op de deugdelijkheid en betrouwbaarheid van het monster. En van het monster, dat wij nemen, verlangen wij, dat het ons een zoo juist mogelijk beeld verschaft van de geheele begroeiing.

Verder zijn er natuurlijk ook foutenbronnen aan te wijzen in de uitvoering van de analyse zelf. De menging van het ondergras, nadat het bovengras er is uitgesorteerd, kan op onvolkomen wijze hebben plaats gehad; bij het sorteeren kunnen vergissingen worden begaan, hoe goed geschoold de sorteerdere ook mogen zijn; zulke fouten zijn bijna niet te vermijden, wanneer er enkele plantensoorten in het monster voorkomen, die moeilijk van elkaar te onderscheiden zijn, of moeilijk herkenbaar zijn. Om van andere technische onvolkomenheden, zooals ongelijkmatige droging en onnauwkeurige wegingen, nog maar niet te spreken.

De aard van dit onderzoek brengt dus met zich mee, dat er vele oorzaken van onzekerheid zijn. Daarom is het van belang, na te gaan, in welke mate al deze foutenbronnen tezamen invloed uitoefenen op het resultaat van het onderzoek, en in hoeverre het mogelijk is, de mengverhouding (de gewichtsverhouding) der plantensoorten in een perceel grasland met redelijke nauwkeurigheid vast te stellen.

Wij kunnen nu onze vraag ook aldus formuleeren: welke overeenstemming

zullen wij vinden, wanneer wij eenzelfde perceel hooiland eenige keeren achter-een bemonsteren en de monsters alle afzonderlijk analyseeren?

Wanneer die verschillende bemonsteringen en analyses onderling onafhankelijk van elkander geschieden, mogen wij de verkregen resultaten beschouwen als een reeks van waarnemingen, welker verschillen gehoorzamen aan de wetten van het toeval. We zullen dan uit die reeks de standaard-afwijking mogen berekenen.

Het onderzoek werd nu door ons als volgt uitgevoerd.

Wij hadden de beschikking over een rechthoekig perceel hooiland (zeer oud grasland) op kleigrond, ter grootte van 1 ha; de lengte bedroeg 200 m, de breedte 50 m. Dit perceel bemonsterden wij 18 keer. Wij liepen daarbij met ons drieën naast elkander langs de diagonaal AC (zie fig. 1) en de lijnen KE enz., juist zooals wij in het voorgaande beschreven bij de bespreking van de methode van monsterneming; ieder voor zich sneed daarbij om de 10 passen een greepje gras. Nadat het perceel op deze wijze in zijn geheel was bemonsterd, hadden wij dus reeds drie monsters verkregen. Vervolgens herhaalden wij deze bemonstering, waarbij wij nu met ons drieën een paar meter rechts van de diagonaal AC, daarna links van de lijn KE enz. liepen, waardoor wij dus nogmaals drie monsters verkregen. Daarna namen wij eveneens drie monsters, een paar meter links van AC, rechts van KE enz. gaande, zoodat we nu tezamen negen monsters hadden.

Op dezelfde manier namen we nog negen monsters, gaande in de richting van de andere diagonaal, BD en de daaraan evenwijdige lijnen NH, IM, LK, GO, PF en EQ.

Om de richting, waarin we moesten loopen, te kunnen bewaren, hadden wij vooraf op de hoeken van het perceel, evenals op de punten E, F, G enz., vlaggetjes geplaatst.

Deze 18, alle onafhankelijk van elkander genomen, grasmonsters werden ook alle afzonderlijk geanalyseerd. Van elke, in dit grasland aangetroffen, plantensoort hadden wij dus tenslotte 18 percentages berekend, die wij mogen beschouwen als even zoovele, van elkaar onafhankelijke, bepalingen van een en hetzelfde object; voor elke plantensoort konden wij dus de standaard-afwijking van het gevonden percentage berekenen.

De uitkomsten zijn in de Tabel 2 samengevat.

De indeeling van deze tabel stemt geheel overeen met die van Tabel 1, waarnaar we dus mogen verwijzen.

Uit Tabel 2 blijkt nu, dat de standaardafwijking σ bij dit onderzoek eveneens voor alle soorten verschillend is, en schommelt tusschen $\pm 0,23$ en $\pm 1,85$, uitgedrukt in procenten van het gewicht van het geheele luchtdroge grasmonster. Deze bedragen zijn weliswaar voor een aantal soorten vrij aan-

TABEL 2

*Standaardafwijking van het quantitatief botanisch onderzoek (gewichtsanalyse)
van een perceel hooiland van 1 ha*

*(Standardabweichung der quantitativen botanischen Untersuchung [Gewichtsanalyse]
eines 1 ha grossen Heulandes)*

E. G. IWEMA. Wierum, gem. Aduard
Kleigrond (Lehmboden)

Perceel 50 bij 200 m; 18 bemonsteringen langs 7 lijnen; grepen om de 10 pas (= 7,50 m)
(Parzelle von 50 bei 200 m. 18 Probenahmen längs 7 Linien. Teilproben je 10 Schritte)

Plantensoorten	Minimum en maximum percentage	Gemid- delde van 18 ana- lyses (Mittel- wert von 18 Ana- lysen) (M)	Middel- bare fout van het gemid- delde (Mittlerer Fehler des Mittel- wertes) (m)	100m M	Stan- daard- afwijking van 1 analyse (Standard- ab- weichung einer Analyse) (σ)	100 σ M
Agrostis alba. L.	8,6—14,3	11,1 %	± 0,43	3,9	± 1,85	16,7
Agrostis canina. L.	0,0— 0,02	sp.	—	—	—	—
Alopecurus geniculatus. L. .	4,9—10,6	7,6	0,32	4,2	1,36	17,9
Anthoxanthum odoratum. L.	4,0— 7,7	5,2	0,26	5,0	1,12	21,5
Avena flavescens. L.	0,0— 0,04	sp.	—	—	—	—
Bromus mollis. L.	0,0— 0,03	sp.	—	—	—	—
Cynosurus cristatus. L. . . .	6,2—13,2	9,2	0,39	4,2	1,66	18,0
Festuca pratensis. Huds. . .	1,3— 6,2	3,4	0,35	10,3	1,45	42,7
Festuca rubra. L.	0,1— 1,2	0,4	0,07	17,5	0,29	72,4
Glyceria fluitans. R. Br. . . .	0,0— 0,5	sp.	—	—	—	—
Holcus lanatus. L.	0,0— 1,0	0,2	0,07	35,0	0,28	140,0
Hordeum secalinum. Schrb.	2,0— 5,4	3,7	0,26	7,0	1,10	29,7
Lolium perenne. L.	25,2—30,8	28,0	0,41	1,5	1,73	6,2
Phleum pratense. L.	5,2—11,6	8,1	0,41	5,1	1,75	19,1
Poa annua. L.	0,0— 0,04	sp.	—	—	—	—
Poa pratensis. L.	3,4— 6,8	4,6	0,20	4,3	0,83	18,0
Poa trivialis. L.	8,4—15,0	12,1	0,39	3,2	1,64	13,6
Triticum repens. L.	0,5— 4,9	2,8	0,29	10,4	1,22	43,6
Lathyrus pratensis. L.	0,0— 0,1	sp.	—	—	—	—
Lotus corniculatus. L.	0,0— 0,04	sp.	—	—	—	—
Trifolium minus. Relhan. . . .	0,0— 0,2	sp.	—	—	—	—
Trifolium pratense. L.	0,0— 0,8	0,11	0,05	45,5	0,23	209,1
Trifolium repens. L.	0,1— 2,3	1,6	0,13	8,1	0,56	35,0
Vicia Cracca. L.	0,0— 0,1	sp.	—	—	—	—
Onkruiden.	0,2— 3,5	2,0	0,19	9,5	0,83	41,5
Ondetermineerbaar.	0,0— 0,2	sp.	—	—	—	—

zienlijk, doch men kan ook moeilijk iets anders verwachten van een object, dat een zoo heterogene samenstelling bezit als grasland.

Willen we de fouten, welke aan de percentagebepalingen der verschillende soorten kleven, met elkander vergelijken, dan hebben wij een andere maatstaf

noodig dan de standaardafwijking zelf, n.l. den variatiecoëfficiënt v , dien wij uitdrukken in procenten van het gemiddelde percentage van de betreffende soort; dus $v = \frac{100 \sigma}{M}$ (zie de laatste kolom van Tabel 2).

Deze variatiecoëfficiënt loopt in dit voorbeeld uiteen van 6,2 tot 209,1; stijgt dus voor sommige plantensoorten tot zeer groote bedragen. Dit wil dus zeggen, dat het percentage van die soorten slechts met zeer groote onzekerheid kon worden bepaald. Wanneer wij nu echter nagaan, welke betrekking er bestaat tusschen deze variatiecoëfficiënten v en het gemiddelde percentage M van iedere plantensoort, dan zien wij, dat de variatiecoëfficiënt in het algemeen groter wordt, naarmate de plantensoort in geringere hoeveelheid vertegenwoordigd is. Men zie hiervoor fig. 2, waarin de gemiddelde percentages M

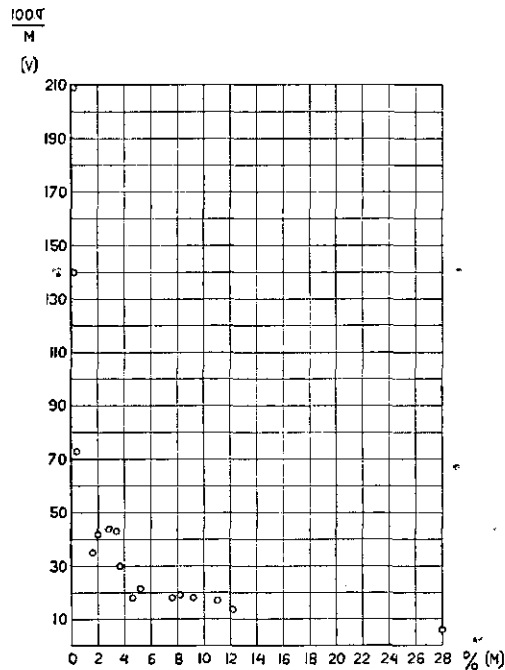


Fig. 2

Betrekking tusschen de variatiecoëfficiënt en het gemiddelde percentage (zie Tabel 2)
(Beziehung zwischen Variationskoeffizient und durchschnittlichem Prozentsatz [S. Tab. 2])

op de abscis, en de erbij behorende variatiecoëfficiënten op de ordinaat zijn uitgezet; de middelpunten der cirkeltjes geven de variatiecoëfficiënten aan.

Het blijkt dus, dat variatiecoëfficiënten, groter dan 50, hier alleen eigen zijn aan die soorten, die slechts een zeer gering percentage in dit grasland-

perceel vertegenwoordigen, en bovendien nog in een aantal der monsters ontbreken; deze soorten moeten dus vrij ongelijkmatig in deze grasmat verspreid zijn geweest.

De regelmatig verspreide en in groote hoeveelheden voorkomende soorten kunnen alle met een betrekkelijk groote nauwkeurigheid worden bepaald. Doch van die soorten, welke slechts een zeer klein aandeel uitmaken van de grasmat, en slechts hier en daar plaatselijk voorkomen, is het niet mogelijk, het juiste bedrag met groote zekerheid vast te stellen, tenzij men de monsters veel grooter neemt, door het aantal greepjes gras sterk te vermeerderen.

Voor de karakteriseering van groote perceelen grasland schijnt mij echter de hier besproken methode van onderzoek ruimschoots voldoende.

Wanneer men de literatuur nagaat, blijken pogingen, om de betrouwbaarheid van het onderzoek naar de botanische samenstelling te bepalen, zeer schaarsch te zijn. De eenige, mij bekende, zijn de onderzoekingen van REGEL (10), en van LEONHARD (12). Geheel vergelijkbaar met ons onderzoek zijn ze echter niet, omdat de vraagstelling een andere is, dan de onze. Toch komt de werkwijze van REGEL in vele opzichten met de onze overeen. Deze onderzoeker toch berekende, hoe groot de standaardafwijking was, wanneer hij hooimonsters trok uit een hooiberg, waarbij hij tevens naging, in welke mate de grootte der fout afhankelijk was van de grootte van het monster. Zijn monsters wogen resp. 50, 25 en 10 g. Zooals ook wel te verwachten was, bleek de fout het kleinst te zijn bij het grootste monster, en tevens verschillend voor de verschillende plantensoorten.

Eenige voorbeelden, aan genoemd werk van REGEL ontleend, mogen dit verduidelijken.

	Gemiddeld percentage (M)	Middelbare fout van M (m)	$\frac{100\ m}{M}$	Standaard- afwijking (σ)	$\frac{100\ \sigma}{M}$
<i>Bij onderzoek van 10 monsters van 50 gram:</i>					
<i>Eriophorum angustifolium.</i> .	58,5 %	$\pm 1,71$	2,9	$\pm 5,4$	9,2
<i>Carex chordorrhiza.</i>	12,0	1,61	13,4	5,2	43,3
<i>Carex teretiuscula.</i>	6,2	1,14	18,4	3,6	58,1
<i>Agrostis stolonifera.</i>	1,47	0,41	27,9	1,21	82,3
<i>Bij onderzoek van 10 monsters van 25 gram:</i>					
<i>Eriophorum angustifolium.</i> .	57,5	3,07	5,3	9,7	16,9
<i>Carex teretiuscula.</i>	5,66	0,7	12,4	2,1	37,1
<i>Bij onderzoek van 12 monsters van 10 gram:</i>					
<i>Eriophorum angustifolium.</i> .	63,75	2,22	3,5	7,7	12,1
<i>Carex teretiuscula.</i>	5,16	1,5	29,1	5,2	100,8

Bij deze onderzoekingen van REGEL vergeleken, maken onze uitkomsten dus een goed figuur, wat de grootte der bemonsterings- en analysefout betreft. De aan onze methode klevende toevallige fouten zijn aanmerkelijk kleiner.

Het onderzoek van LEONHARD, hierboven genoemd, valt te zeer buiten dit kader, dan dat een behoorlijke vergelijking mogelijk zou zijn. Deze onderzoeker heeft alleen gewerkt met bemonsteringen van eenige, over de geheele te onderzoeken perceelen regelmatig verspreide proefvakjes.

Het onderzoek van kleine perceeltjes hooiland

In het voorgaande hebben wij een inzicht trachten te verkrijgen in de nauwkeurigheid, waarmee de botanische samenstelling van een groot perceel hooiland volgens de door ons toegepaste methode kan worden bepaald. De vraag ligt nu voor de hand, of de verkregen uitkomsten ook zullen gelden, wanneer men botanische analyses maakt van kleine perceelen of proefvakken, waarmee men gewoonlijk bij bemestingsproeven werkt. Hoewel men allicht geneigd zal zijn, aan te nemen, dat in het laatste geval een grotere nauwkeurigheid zal worden bereikt, is het toch niet verantwoord, daarop al te veel te vertrouwen. Wij hebben deze kwestie daarom aan een afzonderlijk onderzoek onderworpen, door de betrouwbaarheid te bepalen van de analyse van graslandperceeltjes van ruim 1 are.

Het zuiverst zou de vergelijking natuurlijk zijn geweest, indien wij dit onderzoek hadden verricht op het groote, in het voorgaande besproken, oude graslandperceel, door hiervan een vakje van 1 are te bemonsteren. Door omstandigheden was ons dit echter niet mogelijk. Daarom hebben wij moeten uitzien naar een ander perceel.

In dezelfde graslandstreek vonden wij er een, eveneens zeer oud grasland, ook van goede hoedanigheid, doch van een eenigszins andere botanische samenstelling.

Wij hebben ons echter niet beperkt tot kleigrasland, doch ook andere soorten van blijvend oud grasland in ons onderzoek betrokken, en wel een perceel op zandgrond, en een op laagveen; beide eveneens in maairijpen toestand.

Op elk van deze drie grondsoorten hebben wij een, naar het uiterlijk, normaal stuk hooiland opgezocht, en hierop een rechthoekig vak uitgezet van 7 bij 8 m. Op de in het voorgaande beschreven manier zijn op elk van deze kleine vakken 18 monsters genomen; alleen met dit verschil, dat nu, in verband met de geringe oppervlakte der perceeltjes, de zijden niet in 4, doch in 3 gelijke deelen werden verdeeld, door het plaatsen van stokken. De greepjes gras werden nu dus genomen langs de diagonaal en twee daaraan evenwijdige lijnen aan weerszijden daarvan. Tevens werd de afstand tusschen de grepen

kleiner genomen, n.l. twee kleine passen. Verder ging alles op dezelfde manier, als vroeger bij de bemonstering van het perceel van 1 ha.

Daar twee kleine passen samen 1 m bedroegen, werd elk monster nu samengesteld uit 35 grepen gras. Deze monsters waren dus aanmerkelijk kleiner, dan bij het onderzoek van het groote perceel.

Alle 18 monsters van deze perceeltjes zijn ook weer volledig geanalyseerd, en voor elke plantensoort is de standaardafwijking van het gevonden percentage berekend. De uitkomsten zijn in de tabellen 3, 4 en 5 weergegeven.

TABEL 3

Standaardafwijking van het quantitatief botanisch onderzoek (gewichtsanalyse) van een vakje hooiland van 56 m².

(Standardabweichung der quantitativen botanischen Untersuchung [Gewichtsanalyse] einer 56 m² grossen Heulandparzelle)

BOLT, te Hoogemeeden

Kleigrond (Lehmboden)

Perceel 7 bij 8 m. 18 bemonsteringen langs 5 lijnen; grepen om de 2 kleine passen (= 1 m) (Parzelle 7 bei 8 m; 18 Probenahmen längs 5 Linien; Teilproben je 2 kleine Schritte)

Plantensoorten	Minimum en maximum percentage	Gemid- delde van 18 ana- lyses (Mittel- wert von 18 Ana- lysen) (M)	Middel- bare fout van het gemid- delde (Mittlerer Fehler des Mittel- wertes) (m)	100m M	Stan- daard- afwijking van 1 analyse (Standard- ab- weichung einer Analyse) (σ)	100 σ M
Agrostis alba. L.	0,81— 2,54	1,91 %	± 0,13	6,8	± 0,55	28,8
Alopecurus geniculatus L. .	0,0 — 0,72	0,08	—	—	—	—
Anthoxanthum odoratum L.	0,0 — 0,50	0,11	—	—	—	—
Bromus mollis L.	0,0 — 0,68	0,18	—	—	—	—
Cynosurus cristatus. L. . .	0,99— 8,95	3,86	0,44	11,4	1,87	48,4
Dactylis glomerata. L. . .	0,0 — 1,12	0,10	—	—	—	—
Festuca pratensis. Huds. .	5,40—17,10	11,01	0,77	7,0	3,28	29,8
Festuca rubra. L.	1,34— 4,29	2,50	0,20	8,0	0,84	33,6
Holcus lanatus. L.	0,0 — 0,03	sp.	—	—	—	—
Lolium perenne. L.	23,10—37,40	28,43	0,91	3,2	3,86	13,6
Phleum pratense. L.	11,0 —23,10	17,28	0,78	4,5	3,32	19,2
Poa annua. L.	0,0 — 0,06	sp.	—	—	—	—
Poa pratensis. L.	1,02— 3,06	2,0	0,145	7,2	0,615	30,7
Poa trivialis. L.	1,36— 9,10	4,22	0,435	10,3	1,85	43,8
Triticum repens. L.	3,40—12,30	8,63	0,494	5,7	2,1	24,3
Trifolium repens. L.	8,32—13,78	10,38	0,51	4,9	2,17	20,9
Carex spec.	0,0 — 0,62	sp.	—	—	—	—
Onkruiden.	5,72—14,79	9,01	0,616	6,8	2,62	29,1
Ondetermineerbaar.	0,07— 0,74	0,29	—	—	—	—

TABEL 4

*Standaardafwijking van het quantitatief botanisch onderzoek (gewichtsanalyse)
van een vakje hooiland van 56 m².*

*(Standardabweichung der quantitativen botanischen Untersuchung [Gewichtsanalyse]
einer 56 m² grossen Heulandparzelle)*

VAN HEMMEN, te Haren
Zandgrond (Sandboden)

Perceel 7 bij 8 m; 18 bemonsteringen langs 5 lijnen; grepen om de 2 kleine passen (= 1 m)
(Parzelle 7 bei 8 m; 18 Probenahmen längs 5 Linien; Teilproben je 2 kleine Schritte)

Plantensoorten	Minimum en maximum percentage	Gemid- delde van 18 ana- lyses (Mittel- wert von 18 Ana- lysen) (M)	Middel- bare fout van het gemid- delde (Mittlerer Fehler des Mittel- wertes) (m)	100m		100 σ M
				M	1 analyse (Standard- ab- weichung einer Analyse) (σ)	
Agrostis alba. L.	19,20—40,25	25,60 %	$\pm 1,23$	4,8	$\pm 5,23$	20,4
Alopecurus geniculatus. L. .	0,0 — 2,67	0,54	0,17	31,4	0,71	131,5
Anthoxanthum odoratum. L.	0,0 — 5,05	1,27	0,28	22,1	1,19	93,8
Cynosurus cristatus. L. . .	0,0 — 0,72	0,11	—	—	—	—
Festuca pratensis. Huds. . .	0,0 — 3,16	0,28	0,19	67,8	0,95	339,5
Festuca rubra. L.	0,0 — 3,35	1,92	0,20	10,4	0,87	45,3
Holcus lanatus. L.	7,40—23,80	15,16	1,11	7,3	4,73	31,2
Lolium perenne. L.	19,40—40,50	29,63	1,44	4,9	6,11	20,6
Phleum pratense. L.	0,0 — 9,23	2,76	0,60	21,8	2,55	92,4
Poa pratensis. L.	2,08— 6,92	4,40	0,35	7,9	1,47	33,4
Poa trivialis. L.	6,80—16,20	10,53	0,66	6,3	2,78	26,4
Triticum repens. L.	0,0 — 7,67	0,82	0,44	53,6	1,85	225,5
Trifolium repens. L.	0,0 — 0,64	0,23	0,05	21,8	0,23	100,0
Carex spec.	0,0 — 2,18	1,13	0,16	14,2	0,67	59,3
Juncus spec.	0,0 — 0,08	sp.	—	—	—	—
Luzula spec.	0,0 — sp.	sp.	—	—	—	—
Onkruiden.	1,45—12,00	5,15	0,79	15,3	3,34	64,8
Ondetermineerbaar.	0,0 — 1,22	0,07	—	—	—	—

Uit de tabellen 3, 4 en 5 blijkt, dat het resultaat iets minder gunstig is dan bij de behandeling van het groote graslandperceel. Wij zien de standaardafwijking op het perceel-BOLT (Tabel 3) uiteenloopen van 0,55 tot 3,86, en den variatiecoëfficiënt van 13,6 tot 48,4. Die soorten, welke niet in alle monsters van dit perceel voorkwamen, zijn slechts in zoo kleine hoeveelheid aanwezig, dat wij de standaardafwijking niet hebben berekend, aangezien dit weinig zin zou hebben. Voor de overige plantensoorten vonden we hier geen variatie-

TABEL 5

*Standaardafwijking van het quantitatief botanisch onderzoek (gewichtsanalyse)
van een vakje hooiland van 56 m².*

*(Standardabweichung der quantitativen botanischen Untersuchung [Gewichtsanalyse]
einer 56 m² grossen Heulandparzelle)*

NIJDAM. Hoornsche dijk te Haren
Laagveen (Moorboden)

Perceel 7 bij 8 m; 18 bemonsteringen langs 5 lijnen; grepen om de 2 kleine passen (= 1 m)
(Parzelle 7 bei 8 m; 18 Probenahmen längs 5 Linien; Teilproben je 2 kleine Schritte)

Plantensoorten	Minimum en maximum percentage	Gemid- delde van 18 ana- lyses (Mittel- wert von 18 Ana- lysen) (M)	Middel- bare fout van het gemid- delde (Mittlerer Fehler des Mittel- wertes) (m)	100m	Stan- daard- afwijking van 1 analyse (Standard- ab- weichung einer Analyse) (σ)	100 σ
				M		M
Agrostis alba. L.	15,73—38,85	27,92 %	± 1,48	5,3	± 6,28	22,5
Agrostis canina. L.	0,00— 0,05	—	—	—	—	—
Anthoxanthum odoratum. L.	0,61— 3,63	1,78	0,18	10,1	0,77	43,3
Bromus mollis. L.	0,00— 0,21	sp.	—	—	—	—
Cynosurus cristatus. L.	0,00— 6,22	1,14	0,38	33,3	1,63	143,1
Festuca pratensis. Huds.	18,60—41,70	28,12	1,37	4,9	5,82	20,7
Festuca rubra. L.	0,65— 7,54	2,38	0,44	18,5	1,85	77,7
Holcus lanatus. L.	2,38— 9,85	5,90	0,51	8,6	2,15	36,4
Lolium perenne. L.	1,39—11,65	6,24	0,73	11,7	3,08	49,3
Phleum pratense. L.	1,96—11,18	6,30	0,55	8,7	2,35	37,3
Poa annua. L.	0,00— 0,70	sp.	—	—	—	—
Poa pratensis. L.	0,25— 4,58	2,06	0,26	12,6	1,11	53,8
Poa trivialis. L.	0,52— 4,70	1,76	0,22	12,5	0,92	52,2
Triticum repens. L.	0,00— 0,20	sp.	—	—	—	—
Trifolium pratense. L.	0,00—12,75	2,08	0,76	36,5	3,23	155,1
Trifolium repens. L.	0,25— 2,05	0,96	0,13	13,5	0,54	56,2
Lotus corniculatus. L.	0,00— 0,86	0,09	—	—	—	—
Vicia Cracca. L.	0,00— 1,81	0,56	0,25	4,5	1,04	186,0
Carex spec.	0,00— 1,22	0,12	—	—	—	—
Onkruiden.	4,72—25,22	12,61	1,56	12,4	6,63	52,6
Ondetermineerbaar.	0,00— 0,43	0,06	—	—	—	—

coëfficiënten boven 50; terwijl deze ook hier in grootte afnemen met het stijgen der gemiddelde percentages *M*.

Iets minder gunstig nog was de bemonstering der perceelen VAN HEMMEN en NIJDAM. Het onderzoek van het eerstgenoemde (tabel 4) toont een schommeling in de standaardafwijking van 0,23 tot 6,11, en in den variatiecoëfficiënt van 20,4 tot 339,5. Groote variatiecoëfficiënten komen hier dus voor, doch

alleen bij die soorten, welke slechts in een gering percentage aanwezig zijn en bovendien in een aantal monsters geheel ontbreken. Een uitzondering moet hier worden gemaakt voor *Phleum pratense*; deze soort ontbrak slechts in 1 monster, maar had een zeer ongelijkmatige verbreiding in de grasmat, zoodat de variatiecoëfficiënt dan ook stijgt tot ruim 90.

De uitkomsten op het perceel NIJDAM (tabel 5) stemmen hiermee vrij goed overeen. Hier een variatie in de standaardafwijking van 0,54 tot 6,63 en in den variatiecoëfficiënt van 20,7 tot 186,8. Slechts in vier gevallen stijgt de laatste boven 60, n.l. voor Kamgras, Rood Zwenkgras, Roode Klaver, en Vogelwikke; de eerstgenoemde soort ontbrak slechts in een der monsters;

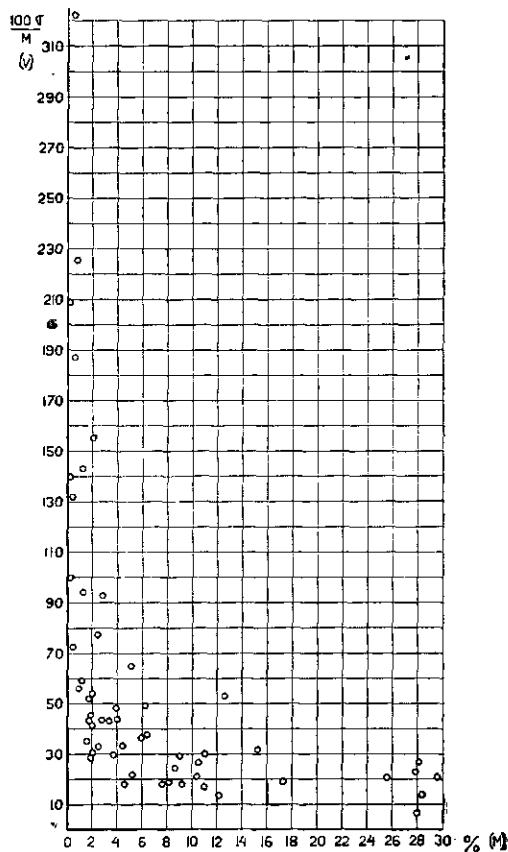


Fig. 3

Betrekking tusschen de variatiecoëfficiënt en het gemiddelde percentage
(zie Tabellen 3, 4 en 5)

(Beziehung zwischen Variationskoeffizient und durchschnittlichem Prozentsatz
[S. Tab. 3, 4 und 5])

de tweede werd in alle monsters aangetroffen. Roode Klaver kwam zeer ongelijkmatig voor en ontbrak dan ook in acht van de achttien monsters. Vogelwikke, die slechts in zeer kleine hoeveelheid aanwezig was, werd slechts in 7 van de monsters gevonden.

Ook in de beide laatstgenoemde perceelen blijkt de variatiecoëfficiënt af te nemen bij het stijgen van het gemiddelde percentage der plantensoort.

In fig. 3 zijn tenslotte alle variatiecoëfficiënten v der vier onderzochte perceelen tegen de gemiddelde percentages M uitgezet. Er blijkt uit, dat de zeer groote variatiecoëfficiënten alleen voorkomen bij de slechts schaarsch in de grasmat voorkomende soorten; alleen bij die soorten moeten wij een zeer groote onnauwkeurigheid in de bepaling van het gewichtspercentage voor lief nemen.

Voor percentages boven $2\frac{1}{2}\%$ kan de betrouwbaarheid van deze methode van onderzoek redelijk voldoende worden geacht.

ZUSAMMENFASSUNG

Zur Beurteilung des landwirtschaftlichen Wertes einer Wiese oder Weide bedürfen wir nicht sosehr der Kenntnis der pflanzensoziologischen Struktur der Pflanzendecke, sondern vielmehr der Massenverhältnisse oder Gewichtsverhältnisse der Pflanzenarten im Ertrage. Die Qualität des Grünlandproduktes (Gras oder Heu) wird durch diese Massen- oder Gewichtsverhältnisse beherrscht. Ausserdem ist Kenntnis dieser Gewichtsverhältnisse notwendig bei tierphysiologischen Untersuchungen über den Nährwert von Gras und Heu.

Um die Gewichtsverhältnisse kennen zu lernen, sollen wir womöglich Gebrauch machen von objectiven Methoden und uns möglichst wenig auf Schätzungen verlassen, denen immer das Übel des subjectiven Elementes anhaftet.

Unsere objective Methode dient dazu, das Produkt, nämlich das Gras oder Heu, kennen zu lernen von der ganzen zu untersuchenden Wiese oder Weide, nicht aber nur von einer kleineren, ausgewählten, sogenannten „typischen“ Stelle. Deshalb müssen wir dafür Sorge tragen, dass wir in solcher Weise eine Probe der ganzen Wiese oder Weide nehmen, dass wir Sicherheit haben, dass die Probe ein gutes, zuverlässiges Bild der ganzen Pflanzendecke darstellt.

Eine eingehende Beschreibung der Probenahme auf der Wiese (aus dem stehenden Grase, oder aus dem eben gemähten Schwaden) wird gegeben. Der Grundsatz ist hierbei, dass an einer grossen Anzahl regelmässig verbreiteten Stellen kleine Mengen Gras (die Teilproben) abgeschnitten werden, welche zu einer Misch-, oder Sammelprobe zusammengetan werden. Die eben-

genannten Stellen, wo die kleinen Teilproben genommen werden, werden nicht ausgewählt, sondern sie sind, einem zuvor festgestelltem Plan entsprechend, automatisch festgelegt. Die Grasprobe, d. h. die Sammel- oder Mischprobe, einer 1 ha grossen rechteckigen Parzelle mit Seiten von 50 und 200 m, wird aus 112 Teilproben zusammengestellt, welche längs 7 bestimmten Linien, nach je 10 Schritten genommen werden (s. Fig. 1).

Falls das Gras sehr kurz ist, also im beweideten Lande, werden die Teilproben mittels eines kleinen Erdbohrers genommen.

Ebenfalls wird die botanische Analyse eingehend besprochen. Die Analyse des frischen Grases und des trocknen Heues geschieht nahezu auf gleiche Weise. Bei frischem Gras wird aus der ganzen Probe zunächst all das grobe Obergras ausgesucht, und nachher wird das kurze feine Untergras möglichst vollständig gemischt; aus der gemischten Masse wird sodann sorgfältig eine kleine Probe genommen und dieselbe analysiert (s. Schema S. 361). Beim Heu ist die Arbeitsweise etwas komplizierter, infolge der Anwesenheit von groben Grasteilen im Untergras (s. Schema S. 364).

Die Ergebnisse der botanischen Analyse werden in Prozenten des Gewichtes der ganzen lufttrocknen Probe ausgerechnet.

Die Zuverlässigkeit der Heuanalyse wird berechnet aus 8 Analysen derselben Probe (S. 365—367 und Tabelle 1). Für jede Pflanzenart wird die Standardabweichung sowie der Variationskoeffizient berechnet.

Die Zuverlässigkeit der quantitativen botanischen Untersuchung einer 1 ha grossen Heulandparzelle auf Lehm Boden wird ermittelt aus 18 Analysen (von 18 Mischproben) derselben Parzelle. Auch hier wird die Standardabweichung und der Variationskoeffizient für jede Art berechnet (S. 367—372; Tabelle 2 und Fig. 2).

Ähnliche Berechnungen (ebenfalls mittels 18 Mischproben) werden ausgeführt bei Untersuchung von kleinen, nur 56 m² grossen, Parzellen (7 bei 8 m) auf Lehm Boden, bzw. Sand Boden und Moorboden. In diesen Fällen wird eine jede Mischprobe aus 35 Teilproben zusammengestellt, welche nach je 2 kleinen Schritten genommen werden längs 5 Linien. Die Standardabweichungen und Variationskoeffizienten variieren hier etwas mehr, als bei der Analyse der grossen Parzelle.

Die Variationskoeffizienten steigen im Allgemeinen bei Abnahme der durchschnittlichen Gewichtsanteile der Arten (s. Tabellen 3, 4 und 5, und Fig. 3).

LITERATUUR

1. AD. MAYER. Zur Schätzung der Heusorten auf analytischem Wege. (*Journal für Landwirtschaft*, 32, 1884.)
2. F. SCHINDLER, Die Heusorten des Wiener Marktes. Ein Beitrag zur Wertschätzung der Rauhfuttermittel. (*Wiener Landwirtschaftliche Zeitung* 1885)
3. D. M. DE VRIES, De rangorde-methode. Een schattingsmethode voor plantkundig graslandonderzoek met volgordebepaling. (*Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen*. 1933, N°. 39 A, pag. 1—24).
4. D. M. DE VRIES, Ontledende werkwijzen, in gebruik bij het plantkundig graslandonderzoek aan het Rijkslandbouwproefstation voor Akker- en Weidebouw te Groningen. (*Agricoltura* 1937, pag. 109—136, Leuven).
5. D. M. DE VRIES, Methods used in scientific plant sociology and in agricultural botanical grassland research. (*Herbage Reviews* 1937, pag. 187—193).
6. D. M. DE VRIES, Methods of determining the botanical composition of hayfields and pastures. (*Report of the fourth International Grassland Congress, Aberystwyth*, 1937, pag. 474—480).
7. M. GOSZNER, Einiges über die Methode der botanischen Bestandesaufnahmen von Wiesen und Weiden. (*Pflanzenbau, Pflanzenschutz, Pflanzenzucht*, 1930, 6. Jahrg. pag. 189—197).
8. C. A. WEBER und A. EMMERLING, Beiträge zur Kenntnis der Dauerweiden in den Marschen Norddeutschlands. (*Arb. d. D. L. G.*, Heft 61, 1901, pag. 27—30).
9. B. D. WEBER. Beitrag zur Kenntnis von Dauerweiden Bayerns und ihrer naturgemäßen Ansaat, 1926, pag. 23—26).
10. M. KRAMER. Graslandonderzoek. (*Veldbode* n°. 1286, 3 Sept. 1927).
11. E. KLAPP. Zum Ausbau der Graslandbestandesaufnahme zu landwirtschaftlichen Zwecken. (*Pflanzenbau, Pflanzenschutz, Pflanzenzucht*, 6, 1930, pag. 197—210).
12. A. VOIGT. Methode und Anwendung der quantitativen botanischen Wiesenanalyse. (*Landw. Jahrb.* 1894, Bd. 23).
13. K. REGEL. Statistische und physiognomische Studien an Wiesen. Ein Beitrag zur Methodik der Wiesenuntersuchung. Dorpat 1921. (*Acta et Commentationes Universitatis Dorpatensis*, A. I. 4).
14. W. E. BRENCHELEY. Manuring of Grassland for Hay. (*The Rothamsted Monographs of Agricultural Science*, 1924).
15. H. LEONHARD. Ueber die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der quantitativbotanischen Untersuchung bei Wiesenversuchen. (*Archiv für Pflanzenbau*, Bd. 8, Heft 4, 1932, pag. 650—682).
16. A. RAUWERDA. Een methode tot bepaling der procentische samenstelling van de graszode. (*Landbouwkundig Tijdschrift*, 1901 en 1903).
17. J. G. MASCHAUPT, K. ZIJLSTRA, A. RAUWERDA, M. KRAMER. Onderzoek naar de samenstelling en voederwaarde van het Friesche hooi. (*Verslag van het Voederbureau der Friesche Maatschappij van Landbouw*, 1922).
18. K. ZIJLSTRA. Over de botaniese samenstelling van grasland en de veredeling der grassen. (*Landbouwkundig Tijdschrift*, 40ste jaargang, Juli 1928).
19. K. ZIJLSTRA. In den Nederlanden angewandte Methoden der Bestandesbestimmungen und Einschätzungen auf Dauerweiden. (*Verhandl. ber. des III. Grünlandcongresses in Zürich*, 1934).
20. K. ZIJLSTRA. Het bepalen van de botanische samenstelling van het grasland en de betekenis daarvan in de praktijk. (*Landbouwkundig Tijdschrift*, 49ste jaargang, Maart 1937).

16. A. KÖNEKAMP. Grünland-Ansaat und Entwicklung der Arten im Pflanzenbestand. (*Pflanzenbau, Pflanzenschutz, Pflanzenzucht*, 6. Jahrg. 1930, pag. 210—215).
17. D. M. DE VRIES. De drooggewichtsanalytische methode van botanisch grasland-onderzoek voor beweid land. (*Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen*, 1939).
18. W. STRECKER. Erkennen und Bestimmen der Wiesengräser, 9. Aufl. 1923).
19. C. A. WEBER. Schlüssel zum Bestimmen der landwirtschaftlich wichtigsten Gräser Deutschlands im blütenlosen Zustande, 3. Aufl. 1928).
20. E. STAERK. Anleitung zur Bestimmung von Gräsern. 1926).
21. E. HENNING. Bestimmungstabellen für Gräser und Hülsenfrüchte im blütenlosen Zustande. 1930).
22. J. A. HUBER. Schlüssel zum Bestimmen der wichtigsten Wiesen- und Weidepflanzen im blütenlosen Zustande. 1931).
23. M. KRAMER. Het herkennen der weidegrassen. 1922.
24. S. F. ARMSTRONG. British Grasses, and their employment in Agriculture. Cambridge 1917.
25. H. MARSHALL WARD. Grasses. A handbook for use in the field and laboratory. Cambridge 1917.
26. E. KLAPP. Taschenbuch der Gräser. Berlin 1937.
27. D. M. DE VRIES en A. A. KRUYNE. Onderscheiding der grassen van ons hooi- en weiland volgens kenmerken der niet bloeiende spruiten. (*Mededeeling N^o. 8, Landbouwvoorlichtingsdienst*. 1940).
28. H. SCHINDLER. Schlüssel zur mikroskopischen Bestimmung der Wiesengräser im blütenlosen Zustande. 1925.