

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION TE GRONINGEN
DE DROOGGEWICHTSANALYTISCHE METHODE
VAN BOTANISCH GRASLANDONDERZOEK VOOR
BEWEID LAND

DOOR

D. M. DE VRIES

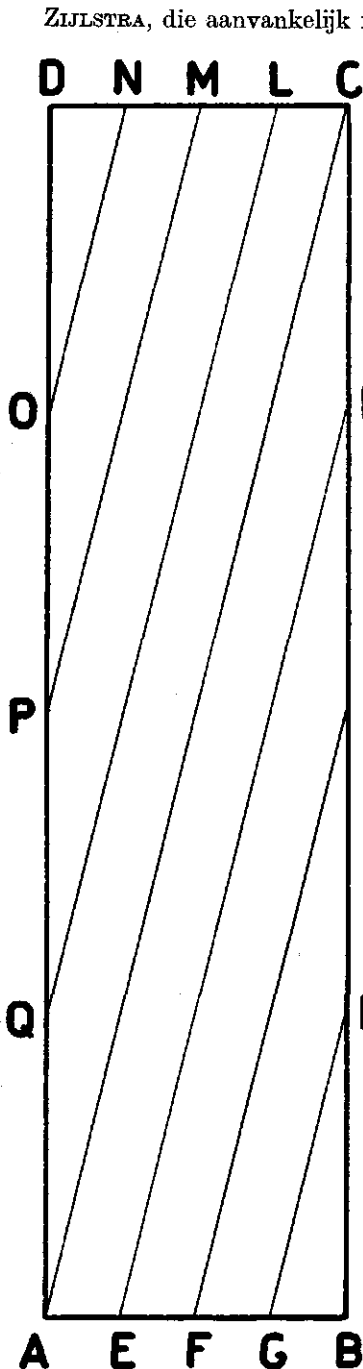
(Ingezonden: 2 December 1939)

I. Bespreking der gewichtsanalytische methode in het algemeen

De drooggewichtsanalytische methode is wel een zeer geschikte werkwijze om, voor een bepaald tijdstip, de massaverhouding tusschen de verschillende bestanddeelen van een willekeurige grasmat vast te leggen. Door gebruikmaking van deze methode kan men uitstekend nagaan, welke veranderingen er in botanische samenstelling van de graszode plaats grijpen ten gevolge van willekeurige cultuurmaatregelen. Onder de verschillende methodes van botanisch graslandonderzoek verdient zij dan ook de voorkeur, wanneer het in de bedoeling ligt vergelijkenderwijs proefveldobjecten te onderzoeken. Daarnaast geeft het gewichtsanalytisch onderzoek ook inzicht in de meer of minder groote schommelingen in plantkundige samenstelling van gelijkmatig behandelde graslandperceelen, welke schommelingen veroorzaakt worden door het tezamengroeien van vroeg en laat productieve grassen en door weersinvloeden, zooals droogte en vorst, waarop verschillende soorten elk op hun eigen wijze reageeren. Groote voordeelen van de drooggewichtsanalytische methode zijn de objectieve betrouwbaarheid en de omstandigheid, dat men het onderzoek, in den vorm van gemakkelijk controleerbaar routinewerk, binnenshuis door laboranten kan doen verrichten.

Reeds in de vorige eeuw pasten STEBLER en SCHRÖTER (5) in Zwitserland de gewichtsanalyse toe, en wel op uitgezochte z.g.n. typische zodekwadraten. Ook tegenwoordig stellen verscheidene vooraanstaande buitenlandsche onderzoekers er prijs op, de drooggewichtsverhouding van de verschillende plantensoorten in grasland te kennen.

In ons land bepaalde RAUWERDA (2), die vanuit Friesland den eersten stoot heeft gegeven aan het plantkundig graslandonderzoek, de procentische samenstelling van de graszode eveneens gewichtsanalytisch. Hij wenschte uitkomsten, welke een juist gemiddelde beeld zouden geven van de botanische samenstelling der te onderzoeken graslandperceelen en trok daartoe, vlak na het maaien, talrijke monstertjes gras uit het zwad, welke dan tezamen een verzamelmonster vormden, dat binnenshuis geanalyseerd werd.



(2) A 2

ZIJLSTRA, die aanvankelijk met RAUWERDA en KRAMER samenwerkte (1), heeft het gewichtsanalytisch grasmonster-onderzoek verder ontwikkeld. Hij ging er toe over, het grasgewas vóór het maaïen af te snijden, waardoor steeds verse monsters verkregen konden worden (3, 14, 15). Zulke monsters kunnen in een koelruimte bij een temperatuur van een paar graden boven het nulpunt ongeveer een maand voldoende verschgehouden worden, waardoor grasmonsteronderzoek op uitgebreide schaal mogelijk is geworden. Bij de bemonsteringswijze van ZIJLSTRA worden handgrepen gras in gelijkmatige verdeling over het veld, telkens vlak voor de punt van de schoen, afgesneden. Dit geschiedt dan het beste met een zoogenaamd spinaziemes, dat in den handel verkrijgbaar is. Het aantal grepen, dat genomen wordt, bedraagt voor een grasland ter grootte van ongeveer een hectare, omstreeks honderd, en voor kleinere perceeltjes, zooals van proefvelden, minder. De wijze van monsterneming, de manier waarop de genomen grasmonsters in het laboratorium onderzocht worden en de nauwkeurigheid van deze hooiland-methode (met betrekking tot een bemonsterd oppervlak van een hectare) zijn reeds door ZIJLSTRA in beknotten vorm gepubliceerd (3, 14).

De bij voorkeur gebezigde verdeelingswijze van de grepen op een rechthoekig veld is, zooals *Afbeelding 1* aangeeft; deze is beter dan bemonstering volgens

Afb. 1

De meest gebruikelijke verdeelingswijze der grepen en boringen, onderscheidenlijk over hooi- en weilandperceelen.

Die üblichste Verteilung der Griffe und Boringen, beziehungsweise über Wiesen und Weideflächen.

de twee diagonalen, omdat in dat geval naar verhouding te veel monstertjes genomen worden in het midden van het veld, waar de twee diagonalen elkaar naderen en snijden, en relatief ook in de hoeken. Een bemonstering volgens lijnen, evenwijdig aan de randen van het perceel, is minder goed dan volgens schuine lijnen wegens den, eveneens meest recht-hoekigen loop van slooten of wallen en greppels, waarmee bovendien gepaard kan gaan een bolle of wel holle ligging van perceelen of akkers. Indien men tot taak heeft een heel lang en smal perceel te bemonsteren, is het echter practisch, volgens één diagonaal te gaan.

De zooeven beschreven bemonsteringswijze is alleen geschikt voor gras, dat behoorlijk, wel minstens een dm, lang is. Is het grasgewas echter korter of ongelijkmatig afgegrasd, zooals dat vaak in beweid land het geval is, dan kan deze werkwijze bezwaarlijk toegepast worden. Immers, wanneer het gras te kort is, kan men geen behoorlijke handgrepen nemen, en wanneer het ongelijkmatig van lengte is, dan zullen bij het afsnijden op bossige plekken onwillekeurig grootere plekjes kaal gemaakt worden dan op plaatsen, waar het gras kort afgegrasd is. Hierdoor zal het aandeel van sterk mestbehoeftege soorten, welke in het voordeel zijn op geile plekken, waar het gewas langer is, hooger schijnen dan het in werkelijkheid is. Dit zal ook het geval zijn met de ruwere soorten, welke bijv. op de slecht afgegrasde gedeelten van paardenweiden hun stempel drukken, terwijl toch juist de samenstelling van het gewas van de plekken, waar het vee bij voorkeur graast, het meest de aandacht verdient. Daarom zijn wij tot een methode overgegaan, waarbij men er althans van verzekerd is, dat telkens hetzelfde oppervlakje wordt kaal gemaakt.

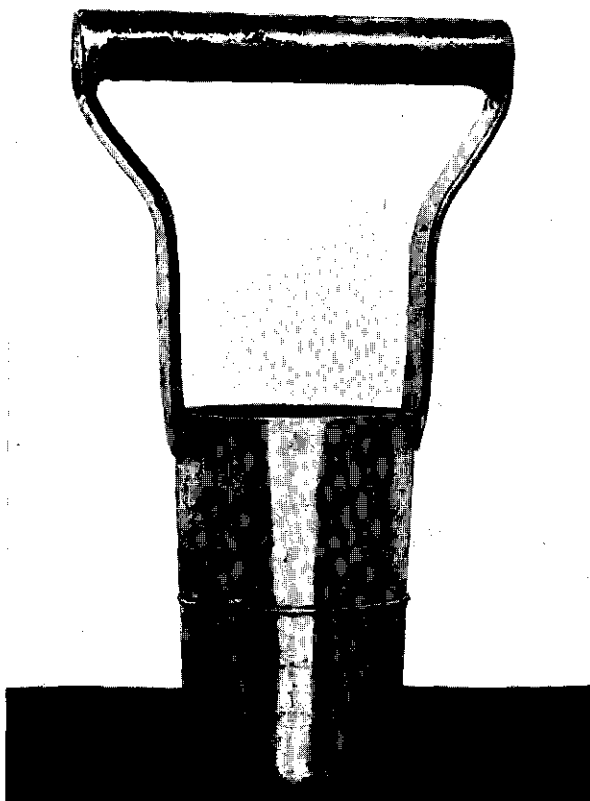
II. Beschrijving der werkwijze voor beweid land

Aanvankelijk werd voor de bemonstering van beweid land door ons gebruik gemaakt van een vierkant raampje met zijden van 1 dm (12). Dit was eerst een los houten raampje, zooals wij bij het onderzoek van de onbemeste schrale laagveenhuilanden in de Krimpenerwaard bezigden (4, 6, 11). Later gebruikten we een smal koperen raampje, dat met een paar pennen aan één zijde kon worden vastgezet, zoodat het tijdens het werk niet meer kon verschuiven (8). Het was bovendien voorzien van een tiendeelige schaalverdeeling, waardoor schatting van den graad, waarin het gewas den bodem bedekte, werd vergemakkelijkt (7). Alles wat binnen een dm^2 -raampje groeide, werd met een fijn mesje afgesneden of wel afgeknipt. De oogst van 40 tot 50 dm^2 -vakjes tezamen vormde het verzamel-grasmonster van een weide. De op deze wijze kaal gemaakte dm^2 -vakjes lagen natuurlijk gelijkmatig over het veld verspreid, evenals er bij gebruikmaking van de bemonsteringsmethode voor

hooiland voor gezorgd werd, dat de grepen gras in gelijkmatige verdeling over het perceel genomen werden.

De beschreven wijze van monsterneming vergde uiteraard veel meer tijd dan de bemonstering van een hooiland. Het monsternemen volgens de gewone hooiland-methode vordert slechts weinig meer tijd dan door het loopen in beslag wordt genomen; het afsnijden en in zak of trommel deponeeren van de grepen gras gaat zeer vlug, in tegenstelling tot het verzamelen van alle plantendeelen binnen het dm^2 -raampje. Stellen we den tijd, benodigd voor het nemen van een grasmonster volgens de hooiland-methode op een half uur, dan was er wel vier uur noodig voor de bemonstering van een weide met behulp van een dm^2 -raampje. Vooral het peuterwerk kostte daarbij veel tijd, namelijk het in- en uithalen van de spruiten, welke onderscheidenlijk binnen of buiten het raampje wortelden. In 1933 is aan dit tijdsbezwaar grootendeels tegemoet gekomen door over te gaan tot het gebruik van een scherpe boor (model van een grondboor, *Afbeelding 2*) (8, 9, 10). Op deze wijze wordt telkens een plekje kaalgemaakt van ongeveer dezelfde grootte als anders door het afsnijden van een handgreep gras. De boor wordt even door de zode heen in den grond gedraaid, en daarna een weinig omhoog getrokken. Het door de boor losgestoken schijfje zode komt daardoor een weinig omhoog, zoodat men het gras met een spinaziemes boven in de zode kan afsnijden. Haalt men daarop het breede mes boven een trommel of boven een stijve papieren zak van onder de boor weg, dan valt het afgesneden gras daarin. Bij de monsterneming met behulp van de boor wordt veel werk vermeden, waaronder het tijdverslindende in- en uithalen van gras. Het komt natuurlijk voor, dat spruitgedeelten binnen de boor vallen, welke behooren tot planten, die er buiten wortelen, maar dit is evengoed omgekeerd het geval. Het komt er eigenlijk ook niet op aan, datgene te verzamelen, wat binnen de boor wortelt, maar wel die spruiten en gedeelten van spruiten, welke zich er binnen bevinden. We zullen een voldoende betrouwbaar gemiddelde kunnen verkrijgen, indien het gewas maar niet te lang is. Er is zelfs een juister gemiddelde te verwachten, wanneer door de boorsteken in het geheel eenzelfde oppervlak wordt kaalgemaakt als bij gebruik van het dm^2 -raampje, wanneer bijv. in plaats van een 40-tal dm^2 -vakjes af te knippen, $4 \times 40 = 160$ boorsteken van $1/4 \text{ dm}^2$ genomen worden. De bemonsteringstijd wordt op deze wijze tot ruim een uur bekort, waarbij opgemerkt moet worden, dat de benodigde tijd natuurlijk afhankelijk is van vorm en uitgestrektheid van het perceel, het aantal boringen, dat men verricht, en de verdeelingswijze der boorplaatsen.

Wij hebben gezien, dat het nemen van een monster kort weidegras meer tijd vergt dan het snijden van een monster lang gras uit hooiland, ofschoon de weilandmethode in ruime mate heeft gewonnen in snelheid en doelmatig-



Afb. 2

De bij de monsterneming op weiland gebezigde boor, met een middellijn van 56 mm onderaan en van 66 mm bovenaan, en een hoogte van 10 cm en 21,5 cm, onderscheidenlijk zonder en met het handvat.

Der bei der Probenahme auf Weiden benutzte Bohrer, mit einer Mittellinie von 56 mm unten und von 66 mm oben, und einer Höhe von 10 cm ohne und von 21,5 cm mit Griff.

heid, tengevolge van het gebruik van de boor. Tegenover tijdverlies bij de monsterneming staat, vergeleken met de hooiland-methode, aanmerkelijke tijd-winst bij het analyseeren, omdat men het verzamelde gras direct kan mengen, daar het kort is, en het dus niet noodig is, er eerst veel lang gras en grof onkruid uit te sorteeren. Meestal is er weinig of niets van dit zoogenaamde bovengras in de weidemonsters aanwezig en is dus bijna het geheele monster goed mengbaar, zoodat men gewoonlijk volstaan kan met een vierde, achtste of zestiende gedeelte te sorteeren. Dit bekort niet alleen de analyse, maar geeft ook veel minder weeg- en rekenwerk. Echter kost het noodzakelijkerwijs wel eenigen tijd, de weidemonsters voor het onderzoek schoon te maken, d.w.z. te reinigen van meegenomen grond en worteldeelen. Bovendien is de analyse gewoonlijk lastiger, omdat men in hoofdzaak met fijn en vaak minder gemakkelijk herkenbaar materiaal te maken heeft. De benoodigde tijd voor het analyseeren van een weidemonster, het schoonmaken inbegrepen, kan gerekend worden op één tot anderhalven werkdag, dat is dus 7 à 11 uur, per persoon. Het sorteeren van een hooilandmonster kost ongeveer twee werkdagen.

III. Nauwkeurigheid der methode, in verband met het aantal boringen

De fout der methode kan worden gesplitst in die van de monsterneming, die van de menging van het monster en die van het analytisch onderzoek ervan.

Beschouwen we eerst de eischen van de monsterneming. Wil het monster een goed beeld kunnen geven van de werkelijke botanische samenstelling van een grasland, dan zal het moeten bestaan uit een groot aantal boorsels, welke boorsels zoo genomen moeten zijn, dat de verschillende gedeelten van het perceel er gelijkelyk door vertegenwoordigd zijn. In dit opzicht zal een bemonsteringswijze, zooals op blz. 2 beschreven is, volgens een aantal, aan een der diagonalen evenwijdige lijnen kunnen bevredigen. Het aantal boorsels, dat voor een goed gemiddelde benoodigd is, hangt af van de ongelijkmatigheid der zode en de oppervlakte van het te bemonsteren grasland. Ingeval van groote verschillen in plantkundige samenstelling tusschen gedeelten van het perceel, zal het aanbeveling verdienen, bij de bemonstering te loopen volgens een grooter aantal evenwijdige lijnen en daarop vaker te boren dan gewoonlijk, wil men niet de kans loopen, afwijkende plekken te missen. Uiteraard wordt de mogelijkheid van pleksgewijze, grovere, onregelmatigheden in botanische samenstelling geringer, wanneer het te bemonsteren oppervlak kleiner wordt. Echter is o.i. niet te verwachten, dat verkleining van het bemonsterde oppervlak een evenredige vermindering van het aantal boorsels toelaat. Zelfs de grasmat van een oogenschijnlijk gelijkmatig grasland bestaat immers niet uit een homogeen spruitenmengsel, maar doorgaans uit

een grover of fijner mozaïek. In dit verband zal het belangwekkend zijn kennis te nemen van het onderzoek van ZIJLSTRA (16), die de nauwkeurigheid der gewichtsanalytische hooiland-methode afzonderlijk getoetst heeft op een groot en een klein gedeelte van grasland, dat overigens een gelijkmatigen indruk maakte. Het leek ons onnoodig, hetzelfde vergelijkend onderzoek te doen betreffende de gewichtsanalytische weide-methode, omdat een overeenkomstig resultaat verwacht kon worden en het nemen van talrijke monsters, elk bestaand uit vele boorsels, van een klein veld niet alleen zeer tijdrovend, maar ook bezwaarlijk uitvoerbaar is.

Zooals reeds is medegedeeld, wordt slechts een gedeelte van het, vooraf van gronddeeltjes en wortels gezuiverde grasmonster, na zorgvuldige menging, onderzocht. Na de eerste menging wordt het monster gehalveerd, daarna één der helften na korteren tijd mengen wederom gehalveerd, welke bewerking een of tweemaal geschiedt, al naarmate de grootte van het monster, zoodat tenslotte slechts $1/4$, $1/8$ of $1/16$ geanalyseerd wordt. Op goede gronden mag worden aangenomen, dat de mengfout onbeduidend zal zijn, indien het materiaal voldoende kort en fijn is. Bevinden zich grasspruiten, langer dan 1 dm, en grove onkruidbladeren in het monster, dan moeten deze eruit gehaald worden, voordat tot menging wordt overgegaan, dus behandeld worden als het bovengras bij de hooiland-methode. De enkele grove bladeren of te lange spruiten kan men natuurlijk ook in stukken deelen en daarna gewoon meemengen, waardoor extra rekenwerk voorkomen wordt.

De betrouwbaarheid van de analyse is natuurlijk afhankelijk van de kundigheid en stiptheid van het analytisch personeel en de staat, waarin zich het grasmonster bij het onderzoek bevindt. Voorwaarde voor goed en snel werken is jarenlange scholing der analytische krachten, waardoor het mogelijk wordt ook de kleinste spruitjes, bladeren en deelen ervan met groote zekerheid te bepalen en dientengevolge de zoogenaamde onbepaalbare rest tot vrijwel niets of hoogstens tot een paar procent van het monster slinkt. Moeilijkheid geeft dan alleen nog de bepaling van sommige planten, waarvan men de vegetatieve onderscheidingskenmerken nog niet voldoende kent, bijvoorbeeld van zegge-soorten en van ongewone kruiden, waaronder meestal onkruiden. Wat betreft het onderzoek van onze bemeste hooi- en weilanden bestaat deze moeilijkheid bijkans niet meer. Wel is het soms vrijwel ondoenlijk de soorten *Agrostis stolonifera* L. en *A. tenuis* Sibth. uit elkaar te houden, daar zij overgangen vormen en moeilijk te scheiden zijn; in geval van twijfel verdient het aanbeveling, met vermelding van den geslachtsnaam te volstaan. Ter wille van een vlotte en nauwkeurige afwerking der monsters is en blijft daarnaast noodzakelijk, dat de grasmonsters in verschen en voldoende drogen toestand verpakt worden en niet langer dan een maand in een koelinrichting

bij ongeveer $+ 2^{\circ} \text{C}$, bewaard blijven, waarbij evenwel voorzorgen genomen moeten worden, dat zij daar niet te veel indrogen. Onvoldoende frisheid van monsters geeft veel vertraging, terwijl ook de uitkomsten minder betrouwbaar zijn. Tenslotte zal een doeltreffende controle moeten trachten weeg- en berekeningsfouten op te sporen.

Hoewel wij er dus van overtuigd zijn, dat de nauwkeurigheid der werkwijze mede afhankelijk is van de gelijkmatigheid van het perceel, de structuur van de grasmatten en haar botanische samenstelling, benevens van de staat van het monster, de routine der analisten en de zorgvuldigheid, waarmee gemengd en gewogen wordt, hebben wij getracht een indruk te krijgen van de totale fout der gewichtsanalytische methode voor weiland onder vrij normale omstandigheden.

Bedoelde toetsing van de nauwkeurigheid heeft plaats gehad in den nazomer van het jaar 1934 op een kleigrasland, behoorende tot het bedrijf van den veehouder E. G. Iwema te Wierum, gemeente Aduard (Gr.). Dit grasland wordt, volgens de gewoonte in het Centrale Groningsche graslandgebied afwisselend als hooiland en als weide gebruikt; het is een zoogenaamde maaiweide. In het jaar 1933 was gehooid met nabeweiding, in het jaar 1934 alleen geweid. De grasmatten van dit perceel maakte een vrij gelijkmatigen indruk en was tijdens de bemonstering goed afgeweid. Bemonsterd werd de noordelijke helft, groot 1 ha, van het grasland (het vorige jaar waren onder leiding van Dr K. ZIJLSTRA monsters genomen van de zuidelijke helft van hetzelfde perceel met de bedoeling, de nauwkeurigheid van de gewichtsanalytische hooiland-methode na te gaan [14]). Op de straks te beschrijven wijze werden 36 grasmonsters van de noordelijke helft genomen, elk bestaande uit 80 boorsels, terwijl telkens twee van deze monsters na onderzoek vereenigd konden worden, zoodat ook de fout berekend kon worden uit 18 monsters van elk 160 boorsels. Het onderzoek geschiedde in het laboratorium van de *Plantkundige Afdeling* van het *Rijkslandbouwproefstation te Groningen* door geoefende krachten met een scholing van 5, 3 en 2 jaar. Elk monster werd eerst goed gemengd, en vervolgens op het oog in ongeveer acht gelijke porties verdeeld, waarvan er één werd gesorteerd.

Het te bemonsteren terrein was 200 m lang en 50 m breed. De monsters werden op de volgende manier door drie paar personen genomen, waarbij van elk koppel één persoon de boringen verrichtte terwijl de ander twee papieren zakken ophield, welke zakken, behalve van een volgnummer, voorzien waren van de letter A of B. De oneven boorsels van elk dubbelmonster kwamen in de A-zakken en de even boorsels in de B-zakken. Allereerst werd, zooals *Afbeelding 1* aangeeft, geloopt volgens de diagonaal A—C en daarna achter-eenvolgens volgens de daarmee evenwijdige lijnen L—Q, P—M, N—O, K—E.

F—I en H—G. Aan de uiteinden dezer lijnen waren witte vlaggetjes uitgezet om de richting, waarin geloopt moest worden, duidelijk aan te geven. De gezamenlijke lengte dezer zeven lijnen bedraagt 824 m. Om nu 160 boorsels per dubbelmonster te verkrijgen, moesten de monsternemers na elke 5 meterpassen boren. De drie monsternemers liepen daarbij achter elkaar. Nadat aldus 3 dubbelmonsters genomen waren, werden de vlaggetjes verplaatst en liepen de monsternemers achtereenvolgens een paar meter ten zuidwesten en noordoosten van genoemde lijnen. Toen waren dus 9 dubbelmonsters genomen. Hierna werden op dezelfde wijze nog 9 dubbelmonsters verkregen door bemonstering in de richting van de diagonaal B—D. Deze bemonstering kostte twee dagen.

Zooals reeds gezegd is, werd van elk der 18 dubbelmonsters de inhoud van de A- en B-zak afzonderlijk geanalyseerd. Uit de analyse-resultaten van deze 36, elk uit 80 boorsels bestaande, monsters werden daarna door omrekening de percentages der 18 dubbelmonsters van elk 160 boorsels bepaald.

De uitkomsten zijn respectievelijk samengevat in *Tabel 1* en *2*.

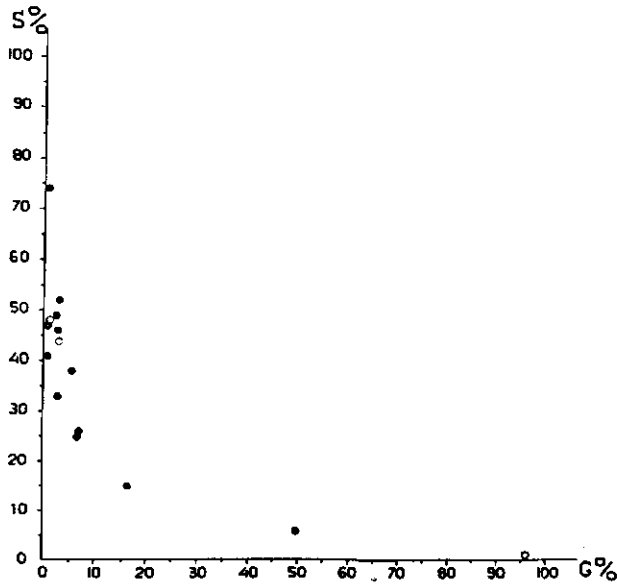
In de 1e kolom achter de soortnamen worden de aanwezigheidsgraden vermeld, dat wil dus zeggen het aantal monsters, waarin de verschillende soorten na de menging bij de analyse werden aangetroffen; de maxima bedragen dus 36 en 18, resp. voor tabel 1 en 2. Het spreekt vanzelf, dat geringe aanwezigheidsgraden met geringe gewichtspercentages gepaard gaan, maar opvallend is, dat het laagste gewichtspercentage zelfs minder dan 0,5 en het gemiddelde gewichtspercentage slechts 2 kan bedragen bij aanwezigheid in alle 36 monsters van 80 boorsels (Zie kolom 4 en 2 van tabel 1 achter *Triticum repens.*). In het geval van de 18 dubbelmonsters van elk 160 boorsels bedragen de geringste laagste en gemiddelde waarden bij maximalen aanwezigheidsgraad resp. 0,0 en 0,7 bij *Hordeum secalinum* (tabel 2, kolom 4 en 2), terwijl ook de soort *Alopecurus geniculatus* en de groep „andere kruiden”, bij een gemiddelde van afgerond 1 %, in alle 18 monsters werden aangetroffen. Wanneer men dus op de beschreven wijze bemonstert, ziet men klaarblijkelijk zelfs onbeteekenende soorten, met een zeer gering gewichtsaandeel, niet of zelden bij de analyse over het hoofd.

Geven de kolommen 2, 3 en 4 onderscheidenlijk de gemiddelde, hoogste en laagste drooggewichtspercentages, kolom 5 geeft voor de verschillende soorten de grootste percentageverschillen, d.w.z. de respectievelijke verschillen tusschen de hoogste en laagste percentages, welke gevonden zijn bij het onderzoek van de 36 enkelmonsters (tabel 1) en de 18 dubbelmonsters (tabel 2). Het is duidelijk, dat het grootste percentageverschil stijgt naarmate er meer grasmonsters onderzocht worden en naargelang deze monsters uit minder boorsels zijn samengesteld. Dientengevolge zijn de waarden van

kolom 5 algemeen hoger in tabel 1 (36 monsters van 80 boorsels) dan in tabel 2 (18 monsters van 160 boorsels). Ook is in den regel het verschil tussehen de hoogste en laagste gevonden waarden aanzienlijker, wanneer het aandeel der soort, te rekenen naar het gemiddelde percentage, grooter is. Dit gaat echter geenszins altijd op; zoo bedraagt bv. in tabel 2 het grootste verschil voor *Agrostis stolonifera* evenals voor *Lolium perenne* 10 %, terwijl de gemiddelde percentages van deze soorten toch sterk uiteenloopen, resp. 16 en 50 zijn. Grootere ongelijkmatigheid in verspreiding zal hierop van invloed kunnen zijn. Bij dit alles moet echter niet vergeten worden, dat bij toeval een extra laag of hoog percentage gevonden kan worden, terwijl toch de gemiddelde afwijking van het gemiddelde niet bijzonder hoog is. Voor een goede beoordeeling van de nauwkeurigheid moet men dan ook eerder afgaan op de middelbare fouten dan op de grootste verschillen tussehen de maximale en minimale gevonden waarden. Met nadruk zij hier echter opgemerkt, dat men bij deze beoordeeling niet de foutenmaatstaf van de proefveldtechniek aan mag leggen, omdat immers verscheidene grootheden in de grasmat tegelijk veranderlijk: de gewichtspercentages onmiddellijk van elkander afhankelijk zijn.

De middelbare fout van het gemiddelde (m) en die van de afzonderlijke bepaling (s) vindt men respectievelijk in kolom 6 en 7, terwijl men dezelfde grootheden, uitgedrukt in procenten van het gemiddelde (m % en s %), aantreft in de twee laatste kolommen. De variatie-coëfficiënt (s %) betreffende de leidende soort *Lolium perenne* bedraagt bij 160 boorsels per monsters 6, hetgeen alleszins bevredigend moet worden geacht. Bij 80 boorsels per monster is de standaardafwijking bij dezelfde soort uiteraard hoger, nog 9 % van het gemiddelde, zoodat het, zelfs bij deze oogenschijnlijk gelijkmatige grasmat, welke bovendien uit gewone soorten is samengesteld, geen aanbeveling verdient minder dan 160 boorsels te nemen. Naarmate het gewichtsaandeel der soorten afneemt, wordt weliswaar de variatie-coëfficiënt grooter (*Afbeelding 3*), maar het verschil tussehen de gevonden hoogste en laagste waarde bedraagt, in het geval van de 18 grasmonsters van 160 boorsels, slechts voor 5 van de 28 soorten meer dan 5 % en alleen voor *Lolium* en *Agrostis* 10 %.

Te oordeelen naar de uitkomsten van het nauwkeurigheidsonderzoek, lijkt ons de fout van de gewichtsanalytische weidemethode, althans voor de hoofdsoorten, voldoende klein, wanneer men op grasland van niet te ongelijkmatige samenstelling, ter grootte van ongeveer 1 ha, omstreeks 160 boringen verricht op de wijze van Afb. 1. De mogelijkheid om de fout nog verder te verkleinen door sterke vermeerdering van het aantal boringen en (of) vergroting van het te analyseren gedeelte van het monster, stuit op het groote praktische bezwaar van onevenredig tijdverlies.



Afb. 3

Samenhang tusschen variatie-coëfficiënt (S %) en gewichtspercentage (G %) bij monsters van elk 160 boorsels. Met blanco cirkeltjes zijn aangegeven de groepen grassen, vlinderbloemigen en andere kruiden, en met zwarte cirkeltjes de afzonderlijke soorten, welke een gewichtsaandeel hebben van minstens 0,5 %.

Znsammenhang zwischen S % (Standardabweichung in Hundertteilen des Mittelwertes) und G % (Gewichtsprozent) im Falle von Sammelproben von je 160 Bohrstücken. Mit Zirkeln in blanko sind die Gruppen Gräser, Leguminosen und sonstige Arten angegeben worden und mit schwarzen Kreisen die einzelnen Arten von mindestens 0,5 Gewichtsprozent.

TABEL 1

Nauwkeurigheid der gewichtsanalytische methode voor weiland
Genauigkeit der gewichtsanalytischen Methode für Weiden

(36 grasmonsters, elk van 80 boorsels van 0,25 dm² doorsnede, van 1 ha maaiweide in weilandtoestand)
 (36 Grasproben, jede aus 80 Stichproben von 0,25 dm² Querdurchschnitt zusammengesetzt, von 1 ha Mähweide im Weidezustande)

Plantensoorten <i>Pflanzenarten</i>	Aanwezig- heids- graad <i>Anwesen- heitsgrad</i>	Luchtdrooggewichtspercentage <i>Lufttrockengewichtsprozent</i>				Middelb. fout van het gemidd. <i>m (±)</i> Mittlerer Fehler des Mittel- wertes	Middelb. fout der afz. bepaling <i>s (±)</i> Standard- abweichung	m %	
		Gemidd. Mittel- Wert	Hoogste Höchster Wert	Laagste Niedrig- ster Wert	Grootste verschil Maximal differenz			m %	s %
<i>Grassen (Gräser)</i>	36	96,0	98,3	92,4	5,9	0,24	1,43	0	1
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	36	16,3	25,4	10,4	15,0	0,51	3,08	3	19
<i>Alopecurus geniculatus</i> L.	35	0,6	1,8	0,0	1,8	0,07	0,42	11	68
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	36	2,6	7,1	0,4	6,6	0,28	1,66	11	64
<i>Cynosurus cristatus</i> L.	36	5,3	12,5	1,4	11,1	0,41	2,46	8	46
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	36	2,6	6,3	0,1	6,2	0,30	1,80	12	70
<i>Festuca rubra</i> L.	13	0,1	0,4	0,0	0,4	0,02	0,12	25	150
<i>Holcus lanatus</i> L.	19	0,2	1,4	0,0	1,4	0,05	0,31	25	155
<i>Hordeum secalinum</i> Schreb.	35	0,7	2,3	0,0	2,3	0,09	0,55	12	74
<i>Lolium perenne</i> L.	36	49,8	60,0	40,6	19,4	0,78	4,69	2	9
<i>Phleum pratense</i> L.	36	6,7	13,3	1,8	11,5	0,45	2,67	7	40
<i>Poa annua</i> L.	10	0,1	0,5	0,0	0,5	0,63	6,16	33	180
<i>Poa pratensis</i> L.	36	2,4	5,4	0,4	5,0	0,17	1,00	7	42

<i>Poa trivialis</i> L.	36	6,5	10,8	2,9	7,9	0,32	1,90	0	29
<i>Triticum repens</i> L.	36	2,1	6,0	0,2	5,8	0,21	1,25	10	59
<i>Vinderbloemigen (Leguminosen)</i>	36	2,8	7,6	0,6	7,0	0,25	1,48	9	52
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	1	0,0	0,2	0,0	0,2	—	—	—	—
<i>Trifolium repens</i> L.	36	2,8	7,6	0,6	7,0	0,25	1,48	9	52
<i>Andere kruiden (Sonstige Arten)</i>	34	1,0	4,3	0,0	4,3	0,14	0,81	14	84
<i>Achillea Millefolium</i> L.	1	0,0	0,3	0,0	0,3	—	—	—	—
<i>Bellis perennis</i> L.	11	0,1	2,6	0,0	2,6	0,07	0,40	58	333
<i>Cardamine pratensis</i> L.	24	0,1	0,5	0,0	0,5	0,02	0,11	18	100
<i>Cerastium caespitosum</i> Gilib.	1	0,0	0,1	0,0	0,1	—	—	—	—
<i>Glechoma hederaceum</i> L.	1	0,0	0,1	0,0	0,1	—	—	—	—
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	28	0,4	1,8	0,0	1,8	0,09	0,52	22	126
<i>Plantago major</i> L.	2	0,0	0,2	0,0	0,2	—	—	—	—
<i>Polygonum aviculare</i> L.	4	0,0	0,5	0,0	0,5	—	—	—	—
<i>Ranunculus acer</i> L. + <i>repens</i> L.	14	0,0	0,2	0,0	0,2	0,01	0,06	33	200
<i>Rumex Acetosa</i> L.	13	0,1	0,3	0,0	0,3	0,02	0,09	33	150
<i>Stellaria media</i> Vill.	1	0,0	0,4	0,0	0,4	—	—	—	—
<i>Taraxacum officinale</i> Web.	19	0,2	1,2	0,0	1,2	0,05	0,27	30	180

TABEL 2

Nauwkeurigheid der gewichtsanalytische methode voor weiland
Genauigkeit der gewichtsanalytischen Methode für Weiden

(18 grasmonsters, elk van 160 boorsels van 0,25 dm² doorsnede, van 1 ha maaiweide in weilandtoestand)
 (18 Grasproben, jede aus 160 Stichproben von 0,25 dm² Querdurchschnitt zusammengesetzt, von 1 ha Mähweide im Weidezustande)

Plantensoorten Pflanzenarten	Aanwezig- heids- graad Anwesen- heitsgrad	Luchtdrooggewichtspercentage Lufttrockengewichtsprozent				Middelb. fout van het gemidd. m (±) Mittlerer Fehler des Mittel- wertes	Middelb. fout der afz. bepaa- l. s (±) Standard- af- wijking	m %	s %
		Gemidd. Mittel- Wert	Hoogste Höcster Wert	Laagste Niedrig- ster Wert	Grootste verschil Maximal- differenz				
<i>Grassen (Gräser)</i>	18	95,9	97,8	93,8	4,0	0,26	1,11	0	1
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	18	16,3	22,6	12,6	10,0	0,58	2,46	4	15
<i>Alopecurus geniculatus</i> L.	18	0,7	1,1	0,4	0,7	0,06	0,27	10	41
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	18	2,6	6,2	1,3	4,9	0,28	1,18	11	46
<i>Cynosurus cristatus</i> L.	18	5,3	10,9	2,8	8,1	0,46	1,98	9	38
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	18	2,6	5,5	0,1	5,4	0,31	1,34	12	52
<i>Festuca rubra</i> L.	11	0,1	0,2	0,0	0,2	0,02	0,08	25	100
<i>Holcus lanatus</i> L.	16	0,2	0,8	0,0	0,8	0,05	0,20	24	95
<i>Hordeum secalinum</i> Schreb.	18	0,7	1,3	0,2	1,1	0,08	0,34	11	47
<i>Lolium perenne</i> L.	18	49,6	55,2	44,8	10,4	0,71	3,04	1	6
<i>Phleum pratense</i> L.	18	6,8	10,2	3,3	6,9	0,41	1,74	6	26
<i>Poa annua</i> L.	9	0,1	0,3	0,0	0,3	0,02	0,10	25	105
<i>Poa pratensis</i> L.	18	2,3	3,4	0,6	2,8	0,18	0,75	8	33

	18	0,0	10,0	3,0	1,0	0,58	1,03	0	20
<i>Foa trivialis</i> L.	18	0,0	10,0	3,0	1,0	0,58	1,03	0	20
<i>Triticum repens</i> L.	18	2,2	5,1	1,2	3,9	0,25	1,05	12	49
<i>Vlinderbloemigen (Leguminosen)</i>	18	2,8	6,3	1,1	5,2	0,29	1,23	10	44
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	1	0,0	0,1	0,0	0,1	—	—	—	—
<i>Trifolium repens</i> L.	18	2,8	6,3	1,1	5,2	0,29	1,23	10	44
<i>Andere kruiden (Sonstige Arten)</i>	18	1,0	2,2	0,2	2,0	0,12	0,50	12	48
<i>Achillea Millefolium</i> L.	1	0,0	0,1	0,0	0,1	—	—	—	—
<i>Bellis perennis</i> L.	9	0,1	1,4	0,0	1,4	0,08	0,33	62	254
<i>Cardamine pratensis</i> L.	17	0,1	0,4	0,0	0,4	0,02	0,10	17	83
<i>Cerastium caespitosum</i> Gilib.	1	0,0	0,1	0,0	0,1	—	—	—	—
<i>Glechoma hederaceum</i> L.	1	0,0	0,1	0,0	0,1	—	—	—	—
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	17	0,5	1,1	0,0	1,1	0,09	0,38	18	74
<i>Plantago major</i> L.	2	0,0	0,1	0,0	0,1	—	—	—	—
<i>Polygonum aviculare</i> L.	4	0,0	0,2	0,0	0,2	—	—	—	—
<i>Ranunculus acer</i> L. + <i>repens</i> L.	11	0,0	0,2	0,0	0,2	0,01	0,05	25	125
<i>Rumex Acetosa</i> L.	12	0,1	0,2	0,0	0,2	0,01	0,06	23	100
<i>Stellaria media</i> Vill.	1	0,0	0,2	0,0	0,2	—	—	—	—
<i>Taraxacum officinale</i> Web.	14	0,2	0,7	0,0	0,7	0,04	0,17	25	106

SAMENVATTING

De gewichtsanalytische methode, waardoor de op een bepaald tijdstip bestaande massaverhouding tusschen de plantensoorten in de grasmat objectief weergegeven wordt, leent zich voor het nagaan van, door cultuurmaatregelen en andere omstandigheden teweeggebrachte, verschuivingen in botanische samenstelling, en is in het bijzonder aan te bevelen voor proefveldonderzoek. Een groot voordeel is haar geschiktheid tot gemakkelijk controleerbaar routine-onderzoek op het laboratorium door vrouwelijke arbeidskrachten en zij is terwille van de snelheid van onderzoek geheel of ten deele door massaschattingen vervangbaar.

In Nederland heeft RAUWERDA (2) de gewichtsanalytische methode het eerst toegepast, waarbij hij uit talrijke grepen gras, na het maaien uit het zwad genomen, een verzamelmonster vormde. ZIJLSTRA (14) neemt eveneens een verzamelmonster van een hooiland, waartoe hij echter in de gelijkmatige verdeling, zooals *Afbeelding 1* aangeeft, op vele plaatsen een handvol van het maairijpe gras met een spinaziemes afsnijdt.

Voor kort beweide land is deze methode ~~niet~~ ^{oppervlakte} bruikbaar. Wij gebruiken daartoe sedert 1933 een boor met een dwarse doorsnede van $0,25 \text{ dm}^2$ (*Afb. 2*). De voor de monsterneming benodigde tijd bedraagt meest ruim een uur, tegenover een half uur bij gebruik van de methode voor hooiland. De benodigde tijd voor het analyseeren (schoonmaken inbegrepen) is echter aanmerkelijk korter (per persoon: 7 tot 11 uur tegenover 14 uur), omdat bijna al het gras mengbaar is; bovendien is er aan de methode voor weiland minder weeg- en rekenwerk verbonden.

De fout van de methode kan worden gesplitst in die van de monsterneming, die van de menging van het monster, en die van het analytisch onderzoek ervan. De juistheid (doeltreffendheid) en nauwkeurigheid van de werkwijze hangt af van de wijze, waarop de boringen over het veld verdeeld worden, van het aantal boorsels in verband met grootte en gelijkmatigheid van het perceel, van de structuur van de grasmat en haar botanische samenstelling, van de staat van het monster en van de kundigheid en stiptheid van assistenten en hulpkrachten.

Wij hebben in 1934 getracht een indruk te krijgen van de totale fout der methode door van een oogenschijnlijk gelijkmatige maaiweide, groot $50 \times 200 \text{ m}$, op kleigrond in het Centrale Groningsche Graslandgebied, 36 grasmonsters te nemen, elk bestaande uit 80 boorsels, waarvan telkens twee verzamelmonsters tezamen konden worden gevoegd, zoodat wij ook de fout leerden kennen van 18 monsters, elk van 160 boorsels. De boorsels waren verdeeld, zooals *Afb. 1* aangeeft, en van elk monster werd, na menging,

ongeveer een achtste gedeelte geanalyseerd door personeel met een scholing van resp. 5, 3 en 2 jaar.

Tabel 1 en *2* toonen ons de uitkomsten van de bepaling van de grootte der fout. Bij de beschouwing daarvan moet men echter wel bedenken, dat zij niet beoordeeld mogen worden naar de maatstaven van de proefveldtechniek, omdat de gewichtspercentages der verschillende soorten onmiddellijk van elkander afhankelijk zijn. In het geval van de 18 verzamelmonsters van 160 boorsels elk, is de standaardafwijking (S of σ) van de domineerende soort, *Lolium perenne* L., slechts 6 % van het arithmetische gemiddelde, terwijl zij bij 36 verzamelmonsters van 80 boorsteken, nog 9 % bedraagt. S % (σ , in procenten van het gemiddelde) wordt in het algemeen groter bij afname van het gewichtsaandeel der soorten (*A/b. 3*). Het verschil tusschen het hoogste en laagste gevonden gewichtspercentage van eenzelfde soort bedraagt echter bij 18 verzamelmonsters van elk 160 boorsteken, zelden meer dan 5 %. Merkwaardig is, dat de soorten *Lolium perenne* L. en *Agrostis stolonifera* L., welke soorten zoo aanmerkelijk in gewichtsaandeel verschillen (50%, resp. 16%), ons beide het grootste maximale verschil van 10 % laten zien.

ZUSAMMENFASSUNG

DIE BOTANISCHE TROCKENGEWICHTSANALYSE FÜR WEIDEN

Die gewichtsanalytische Methode, die das jeweilige Mengenverhältnis der verschiedenen Pflanzenarten in Rasen objektiv zum Ausdruck bringt, eignet sich zur Kontrolle von Verschiebungen in der botanischen Zusammensetzung, die infolge wirtschaftlicher Pflegemassnahmen oder anderer Umstände auftreten, und ist besonders für Versuchsfelduntersuchungen empfehlenswert. Grosse Vorteile bietet die Anwendbarkeit bei leicht kontrollierbaren Untersuchungen, die Unterscheidungsvermögen, Geschicklichkeit und Genauigkeit erfordern und von weiblichen Arbeitskräften im Laboratorium angestellt werden. Zur Erlangung einer höheren Arbeitsgeschwindigkeit kann man die Gewichtsanalysen ganz oder teilweise durch Anteilschätzungen ersetzen.

In den Niederlanden hat RAUWERDA (2) die Gewichtsanalyse zum ersten Male zur Anwendung gebracht, wobei er zahlreiche Griffe Gras nach dem Mähen der Mahd entnahm und zu einer Sammelprobe zusammenfügte. ZIJLSTRA (14) nimmt von einer Wiese ebenfalls eine Sammelprobe, wozu er aber in der auf *Abbildung 1* dargestellten, gleichmässigen Verteilung vom mähref stehenden Gras an vielen Stellen eine Handvoll mit einem Spinatmesser abschneidet.

Auf kurz abgegrasten Flächen ist diese Methode nicht brauchbar. Wir bedienen uns dazu seit 1933 eines Bohrers mit einem Querdurchschnitt von

0,25 dm² (*Abb. 2*). Die Zeit der Probenahme beträgt meistens eine gute Stunde gegenüber der Methode für Wiesen, die etwa eine halbe Stunde beansprucht. Die für die Analyse benötigte Zeit (Reinigung mit einbegriffen) ist jedoch bedeutend kürzer (je Perzon 7 bis 11 Stunden gegenüber 14 Stunden), weil fast alles Gras mischbar ist; ausserdem braucht man bei der Methode für Weiden nicht soviel zu wiegen und auszurechnen.

Die Methode kann auf dreierlei Weise Fehler veranlassen, nämlich bei der Probenahme, bei der Probemischung und bei der Analyse. Die Richtigkeit und Genauigkeit sind von der Verteilungsweise der Bohrungen über die Weide, von der Zahl der Stichproben (Bohrstücke) in Beziehung zur Grösse des Feldes und der Ausgeglichenheit des Bestandes, von der Struktur des Rasens und dessen botanischer Zusammensetzung, vom Zustande der Grasprobe, von der Fähigkeit und Pünktlichkeit der Assistenten und Hilfskräfte und von der Sorgfalt der Mischung und Abwiegung abhängig.

Wir haben im Jahre 1934 einen Eindruck des gesamten Fehlers der Methode zu bekommen versucht, indem wir einer 50 × 200 m grossen, anscheinend gleichmässigen Mähweide (auf schwerem Marschboden im zentralen Groningschen Graslandgebiet) 36 Sammelproben entnahmen, aus je 80 Stichproben (Bohrstücken) zusammengesetzt, woraus jedesmal zwei Sammelproben zusammengefasst werden konnten, so dass wir auch die Genauigkeit von 18 Sammelproben, jede von 160 Stichproben, kennen lernten. Die Verteilung der Bohrungen war wie *Abb. 1* zeigt und nach Mischung der Sammelproben wurde jedesmal ein Achtel von während bzw. 5, 3 und 2 Jahre geschultem Personal analysiert.

Die *Tabellen 1* und *2* zeigen die Ergebnisse dieser Fehlergrössenbestimmung. Bei deren Betrachtung sei aber betont, dass die Fehlermasstäbe der Feldversuchstechnik hier nicht zutreffen, weil sich die Gewichtsprozent der verschiedenen Arten unmittelbar aufeinander beziehen. Im Falle der 18 Sammelproben von je 160 Stichproben ist die Standardabweichung (S oder σ) der vorherrschenden Art *Lolium perenne* nur 6 % des Mittelwertes, während sie bei 36 Grasproben von je 80 Stichproben von je 80 Stichproben noch 9 % beträgt. S % (σ in Hundertteilen des Mittelwertes) wird im allgemeinen grösser bei Abnahme des Gewichtsanteils der Arten (*Abb. 3*). Bloss ist die Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten gefundenen Gewichtsprozentsatz einer und derselben Art (bei 18 Sammelproben, jede von 160 Stichproben) selten mehr als 5. Noch ist bemerkenswert, dass die Arten *Lolium perenne* L. und *Agrostis stolonifera* L. dieselbe höchste Maximaldifferenz (10 %) zeigen, während beide Arten in Bezug auf den Gewichtsanteil erheblich voneinander abweichen (50% bzw. 16%).

AANGEHAALDE GESCHRIFTEN

- (1) MASCHHAUPT, J. C., K. ZIJLSTRA, A. RAUWERDA en M. KRAMER, Onderzoek naar de samenstelling en voederwaarde van het Friesche hooi, ingesteld door het Voederbureau der Friesche Maatschappij van Landbouw met medewerking van het Rijkslandbouwproefstation voor den Akker- en Weidebouw te Groningen, 1922.
- (2) RAUWERDA, A., Een methode tot bepaling der procentische samenstelling van de graszode. *Landbouwk. Tijdschr.*, 1901 en 1903.
- (3) REGELINGSCOMMISSIE VOOR HET LANDBOUWPROEFVELDWEZEN, Handleiding voor veldproeven. *Mededeeling van den Landbouwvoorlichtingsdienst*, 1, Wageningen, 1934.
- (4) SCHEYGROND, A. en D. M. DE VRIES, Het onbemeste hooiland in de Krimpenerwaard. *Natuurw. Tijdschr.*, 16, Gent, 1934.
- (5) STEBLER, F. G. und C. SCHÖTER, Methode und Zweck der Untersuchungen der Matten und Weiden der Schweiz. *Landw. Jahrb. d. Schweiz*, 1, 1887.
- (6) VRIES, D. M. DE, Het plantendeck van de Krimpenerwaard III. Diss. Utrecht, 1929, *Ned. Kruidk. Arch.*, 1929, 2, Amsterdam, 1929.
- (7) — De rangorde-methode. Een schattingsmethode voor plantkundig graslandonderzoek met volgorde-bepaling. *Versl. d. Rijkslandb. proefst.*, 39A, 's-Gravenhage, 1933.
- (8) — Ontledende werkwijzen, in gebruik bij het plantkundig graslandonderzoek aan het Rijkslandbouwproefstation voor Akker- en Weidebouw te Groningen. *Agricultura*, 3, Leuven, 1937.
- (9) — Methods used in scientific plant sociology and in agricultural botanical grassland research. *Herbage Reviews*, 5, 4, Aberystwyth, 1937.
- (10) — Methods of determining the botanical composition of hayfields and pastures. *Rep. Fourth Intern. Grassl. Congr.*, Aberystwyth, 1937.
- (11) — en A. SCHEYGROND, Het plantenaardrijkskundig onderzoek van de Krimpenerwaard. *Natuurw. Tijdschr.*, 14, Gent, 1932.
- (12) — en K. ZIJLSTRA, Over het plantkundig grasland-onderzoek op vroegeren Zuiderzeehodern. *Natuurw. Tijdschr.*, 16, 2—5, Gent, 1934.
- (13) ZIJLSTRA, K., Over de botaniese samenstelling van grasland en de veredeling der grassen. *Landbouwk. Tijdschr.*, 40, 478, 1928.
- (14) — In den Niederlanden angewandte Methoden der Bestandesbestimmungen und Einschätzungen auf Dauerweiden. *Verhandl. ber. d. III Grünl. Kongr. d. nord- u. mitteleuropäischen Länder i. d. Schweiz*, Zürich-Oerlikon, 1934.
- (15) — Het bepalen van de botanische samenstelling van het grasland en de betekenis daarvan voor de praktijk. *Landbouwk. Tijdschr.*, 49, 596, 1937.
- (16) — Een publicatie over de nauwkeurigheid der gewichtsanalytische methode voor hooiland, bij toepassing op grooter en kleiner terrein, is in voorbereiding.