

# RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION TE GRONINGEN.

---

## Over het nemen van betrouwbare zaadmonsters

DOOR

Dr. K. ZIJLSTRA, Drs. M. A. J. GOEDEWAAGEN  
en Ir. J. A. VAN DER LOEFF.

(Ingezonden 9 Maart 1927).

---

Reeds lang heeft zich bij ons de behoefte doen gevoelen aan een toestel, waarmee het mogelijk is, op geheel mechanische wijze kleine monsters te nemen uit partijen zaad van hoogstens eenige K.G., namelijk zóó, dat wij zeker kunnen zijn, dat het genomen monstertje een zuivere vertegenwoordiger is van de partij. Zooals ieder gemakkelijk zal inzien, is het bij het monsternemen van het grootste belang, dat elk persoonlijk element wordt uitgesloten, en dat het resultaat van de monsterneming dus niet afhangt van min of meer handige manipulaties.

Bij de gebruikelijke methoden van monsterneming komt het echter steeds min of meer op handigheid of routine aan; daardoor is de grootte der fout, die aan het genomen monster kleeft, ook afhankelijk van den persoon, die het monster genomen heeft. Bovendien moet men wel bedenken, dat het feit, dat iemand routine bezit, — zoodat eenige door hem genomen monsters uit een en dezelfde partij steeds onderling goed overeenstemmen — volstrekt geen bewijs is, dat hij de monsters goed heeft genomen. Het is immers zeer wel mogelijk, dat hij een *systematische* fout maakt, d.w.z. een methode toepast, welke steeds in een bepaalde richting afwijkingen geeft. Een andere persoon, ook geroutineerd, zou uit het zelfde zaad eveneens onderling overeenstemmende monstertjes kunnen trekken, en toch zou de door hem gevonden samenstelling een andere kunnen zijn, dan die van den eerstbedoelden. In zulke gevallen kan men zeggen, dat de monsterneming niet reproduceerbaar is.

Wij stellen ons voor, in het volgende de betrouwbaarheid van verschillende methoden te onderzoeken, maar voordat wij daartoe overgaan, willen wij eerst eens in het kort nagaan, hoe men in 't algemeen over het monsternemen denkt.

2777640

Ofschoon men in 't algemeen wel doordrongen schijnt te zijn van de noodzakelijkheid, om zeer veel zorg aan het monsternemen te besteden, vindt men toch slechts zeer spaarzaam in de literatuur aangegeven, op welke wijze men het dan moet doen. Meestal bepaalt men er zich toe, slechts te vermelden, dat men bij het monster-trekken uit groote zaadhoopen, zorg moet dragen, kleine hoeveelheden uit verschillende gedeelten te nemen en deze kleine hoeveelheden samen te voegen en daarna zorgvuldig te mengen. Op welke wijze die vermenging dient te geschieden en hoe men kan beoordeelen, of de vermenging al dan niet voldoende is, wordt meestal in het midden gelaten.

Wij willen hier in het kort even opsommen, wat wij hieromtrent in de literatuur vonden.

In de *Algemeene Plantenteelt van TEN RODENGATE MARISSSEN* <sup>1)</sup> vindt men de volgende passage: „Ten behoeve van de kiemproef of eenig ander onderzoek is het noodig, dat uit de partij, die onderzocht zal worden, een monster wordt getrokken. Het monster is een kleine hoeveelheid zaad, dat in alles een getrouw beeld is van de geheele partij. Men neme dus het monster met de meest mogelijke zorg.”

RODEWALD <sup>2)</sup> wijst alleen op de noodzakelijkheid van een volkomen gelijkmatige menging. Iets meer wordt er van vermeld in de *Technische Vorschriften für die Prüfung von Saatgut etc.* <sup>3)</sup> van de Deutsche proefstations. Men vindt daar o.a. „Bei lose lagernder Ware sind aus dem Innern des Haufens, von oben, aus der Mitte und von Unten, im ganzen von mindestens zehn Stellen, kleine Mengen zu nehmen und diese zu mischen.” Bij het monsternemen uit graszaad wordt eveneens vermeld: „Die genommenen Einzelproben werden zusammengesüttet und gut gemischt.” Ook in het voorschrift voor de behandeling van het ingezonden monster, voor onderzoek op zuiverheid, kiemkracht en andere eigenschappen wordt er nog eens op gewezen, dat het monster zorgvuldig gemengd dient te worden.

PASSON <sup>4)</sup> spreekt over het gevaar voor ontmenging bij het monsternemen: „Sollten die Einzelproben 2 K.G. wesentlich überschreiten, so sind dieselben auf einen reinen, horizontal ausgebreiteten Papierbogen sorgfältig zu mischen, die Mischung in eine etwa 2—3 c.M. breite Schicht auszubreiten und ein entsprechender Ausschnitt im Gewicht von 2 K.G. aus der ausgebreiteten Masse zur Probe heranzuziehen. Hierbei ist besonders darauf zu achten, dass auch die feineren Teile, welche, wie z.B. Sand, nach der Durchmischung sich

1) J. Z. TEN RODENGATE MARISSSEN. *Algemeene Plantenteelt*, 6e druk, 1921, pag. 37.

2) H. RODEWALD. *Zur Methodik der Keimprüfungen*. Landw. Versuchsstationen, Bnd. 49, 1896, pag. 257, 267 en 270.

3) *Technische Vorschriften für die Prüfung von Saatgut*. 1 Juli 1916; 37. Hauptvers. des Verb. Landw. Versuchsstationen im Deutschen Reiche vom 15 Juni 1916. In L. WITTMACK. *Landwirtschaftliche Samenkunde*, 1922, pag. 517.

4) M. PASSON. *Kleines Handwörterbuch der Agrikulturchemie*, 1910, II. Teil. Probenahme, pag. 168.

weniger in den obersten Schichten der ausgebreiteten Probe, dagegen mehr in den untersten, direkt das Papier berührenden vorfinden, nicht zurückgelassen werden."

In de *Methoden van Onderzoek* aan het Rijksproefstation voor Zaadcontrlé <sup>5)</sup> treffen wij nauwkeuriger aanwijzingen aan. Voor het zuiverheidsonderzoek gaat men uit van een nauwkeurig bekende hoeveelheid van het te onderzoeken zaad. „Deze hoeveelheid wordt zóó uit het goed gemiddelde monster getrokken, dat hare eigenschappen en samenstelling goed overeenkomen met die van het monster zelf. Blijkt intusschen, dat het monster sterk verontreinigd is met zand e.d., dan wordt dit zooveel mogelijk afgezeefd en procentsgewijze over het geheele monster in rekening gebracht. Elk monster wordt vóór het afwegen van de voor het onderzoek benodigde hoeveelheid zorgvuldig gemengd, onder gebruikmaking van de daarvoor aangevozen mengbakken en spatels. Het goed gemengde en vlak uitgespreide zaad mag vóór het wegen niet geschokt of geschud worden; geschiedt dit door toevallige omstandigheden onverhoopt toch, dan moet de menging en uitspreiding opnieuw geschieden. Van minstens vijf verschillende plaatsen worden kleine hoeveelheden weggeschept, totdat de vereischte hoeveelheid bereikt is."

Een bijzondere methode van monsterneming wordt aan de hand gedaan door HOFFMANN <sup>6)</sup> in „Das Getreidekorn".

Om ontmenging bij het monsternemen te voorkomen, brengt hij het zaad, waaruit het monster zal worden genomen, in een groote bus of flesch, zoodat deze voor ongeveer drievierde gevuld is. De flesch wordt daarna gesloten, horizontaal gehouden en geruimen tijd om de horizontale as gedraaid, waarbij beurtelings het benedeneind en het boveneind een weinig worden opgeheven. Nadat alles goed doorengemengd is, wordt de flesch geopend en onder voortdurend omwentelen der flesch laat men er zoo lang zaad uitloopen, totdat men een monster van het vereischte gewicht heeft verkregen.

Deze methode wordt door HOFFMANN alleen toegepast om zaadmonsters te verkrijgen, waaruit weer, — en dan volgens de methode-Zaadcontrlé, — kleinere porties worden genomen voor zuiverheids- en kiemkrachtsonderzoek.

Tenslotte vermelden wij nog een methode, door een van ons reeds langen tijd toegepast, en beschreven in de Verhandelingen „Over Karwij en de aetheriese karwijolie," <sup>7)</sup> en „Ueber Carum Carvi. L." <sup>8)</sup>

Het zaad wordt op een tafel uitgespreid en met een dun plankje of een glasplaat langdurig omgeschept en doorengemengd en ten-

5) *Methoden van onderzoek aan het Rijksproefstation voor Zaadcontrlé, voor het onderzoek van zaadzaden*, 1925, pag. 3.

6) J. F. HOFFMANN. *Das Getreidekorn*. Bd. I. Die Bewertung des Getreides, 1912, pag. 204—207.

7) K. ZIJLSTRA. *Over Karwij en de aetheriese karwijolie*. Meded. van de Rijks Hoogere Land-, Tuin- en Boschbouwschool, deel VIII, pag. 82—83.

8) K. ZIJLSTRA. *Ueber Carum Carvi. L. Recueil des Travaux botaniques Néerlandais*. Vol. XIII, pag. 283.

slotte op een langwerpige hoopje geschept. Dit hoopje wordt gehalveerd, door er de glasplaat vertikaal dwars doorheen te schuiven. De eene helft van de partij wordt terzijde gelegd, de andere helft eerst weer goed gemengd en daarna weer op dezelfde wijze gehalveerd, totdat een hoeveelheid van de gewenschte grootte wordt verkregen.

Uit het bovenvermelde blijkt ten duidelijkste, dat men wel het groote belang inziet van een nauwgezette monsterneming en tevens, dat de betrouwbaarheid van het monster geheel afhankelijk is zoowel van de wijze, waarop het zaad vooraf wordt doorengemengd als van de maatregelen, welke een daaropvolgende ontmenging moeten tegen gaan.

Wij hebben nu een toestel geconstrueerd, waarmee betrouwbare monsters kunnen worden genomen, terwijl daarbij tevens gebroken wordt met het beginsel van zorgvuldige voorafgaande menging. Het te bemonsteren zaad wordt vooraf in het geheel niet gemengd, maar het toestel brengt eenvoudig een verdeling van de partij zaad in eenige gelijke porties tot stand en wel zoodanig, dat de samenstelling dezer porties met die van de oorspronkelijke partij overeenstemt. Met deze verdeling gaat men dan zoo lang door, totdat de porties ongeveer de grootte van het gewenschte monster hebben. Het voordeel van deze methode ligt dus hierin, dat ze geheel objectief is; meer of minder handigheid, of langere of kortere duur van de menging, waarvan bovendien de beoordeeling vrijwel onmogelijk is, speelt hier in het geheel geen rol, evenmin als ontmenging. Wij zijn ook van meening, dat bij gebruikmaking van de door ons geconstrueerde machine, waarvan in het onderstaande een beschrijving zal worden gegeven, de kans op een systematische fout uitgesloten kan worden geacht.

#### *Beschrijving van het toestel.*<sup>9)</sup> (Zie fig. 1 en 2.)

Het toestel bestaat uit een ronden metalen trechter (t), welke draaibaar om de vertikale as is gemonteerd op een vierkante houten kast (k). De trechter heeft van boven een middellijn van 22 c.M. en van onderen van 2,2 c.M.; de hoogte is 35 c.M.; het bovenste gedeelte, 7 c.M. hoog, is cilindrisch. (Inhoud ruim 6,6 L.)

Deze trechter, de vultrechter, is met zijn benedeneinde bevestigd in een zwaar kogellager (l) (met een diameter van 8,7 c.M. en een hoogte van 3 c.M.) en wordt van boven in het midden gesteund door een korte, doorboorde vertikale metalen as (a), die wordt vastgehouden door een samenstel van 3 metalen beugels (b), welke ondereinden op het deksel van de kast zijn bevestigd. Door de doorboring van genoemde korte as gaat, gemakkelijk schuifbaar, een metalen staaf, aan

9) Bij dit toestel is voor een deel het beginsel toegepast waarop ook het mengtoestel van HUNIG berust. Dit laatste toestel heeft echter een volledige menging ten doel, terwijl wij alleen een gelijke verdeling in vier porties wenschen, en een voorafgaande menging overbodig maken door den vultrechter te laten draaien. Zie J. HUNIG. Ein Apparat zur innigen Bodenmischung. Landw. Jahrbücher. Bd. 45, 1913, pag. 635—639.

het benedeneind waarvan een kegelvormige metalen stop (st) is bevestigd, die juist in het ondereind van den trechter past, zoodat deze laatste er mee kan worden gesloten.

De houten kast, hoog 50 c.M., in dwarse doorsnee vierkant met 27 c.M. lange zijden, is door twee verticale, loodrecht op elkaar staande, dunne houten schotten verdeeld in vier gelijke vakken. Deze schotten eindigen van boven in dito van zink en reiken tot vlak onder het deksel van de kast.

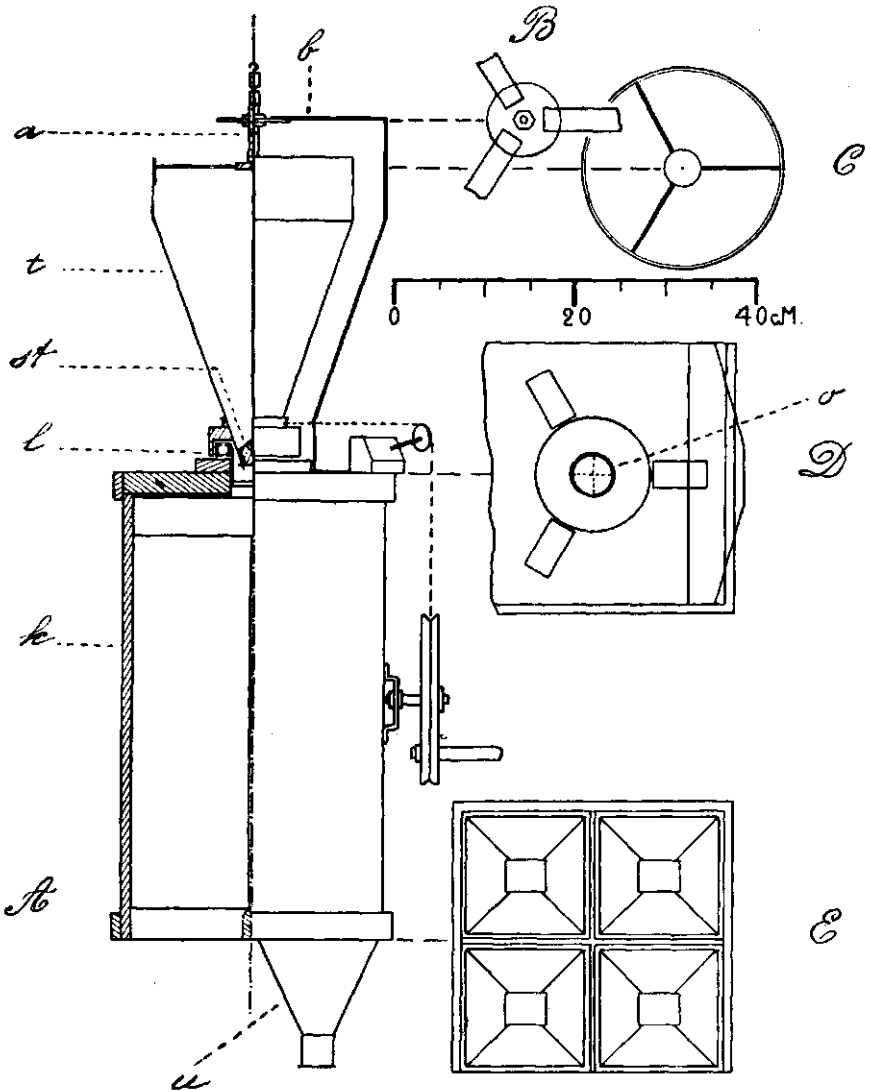
In het midden van het deksel is een 3,8 c.M. wijde opening (o) geboord, die in vier zuiver gelijke kwadranten wordt verdeeld door twee loodrecht op elkaar staande zinken plaatjes, die zoo zijn geplaatst, dat ze juist correspondeeren met de verticale schotten in de kast. Het ondereinde van den trechter bevindt zich onmiddellijk boven de ronde opening van het deksel, en wel zoo, dat de hartlijn van den trechter en die van de kast in elkaars verlengde loopen.

Het deksel kan gemakkelijk van de kast worden afgenomen.

In plaats van een bodem bezit de kast aan de onderkant vier vierkante zinken trechters (u), de uitlooptrechters, die de uitmondingen vormen van de vier vakken. Deze trechters zijn van boven 12,5 c.M., van onderen 3,5 c.M. in het vierkant; de hoogte bedraagt 10 c.M. Ze eindigen in een recht verlengstukje van 3 c.M. hoogte, dat van onderen door een draaibaar klepje wordt afgesloten.

De boven op de kast staande trechter wordt gedraaid door middel van een schijf met kruk, met een horizontale as draaibaar bevestigd aan een der zijwanden van de kast; de draaiing van de schijf wordt overgebracht op den trechter door een snaar, die van de schijf over twee wielletjes op het deksel en om een poelie van het kogellager loopt.

Fig. 1.



*Verklaring.* A = verticale doorsnede door het toestel.

t = draaibare vultrechter; k = houten kast.

a = as, als bovenste steunpunt van den trechter.

b = een der 3 metalen beugels; l = kogellager.

st = kegelvormige afsluitstop; u = een der uitlooptrechters.

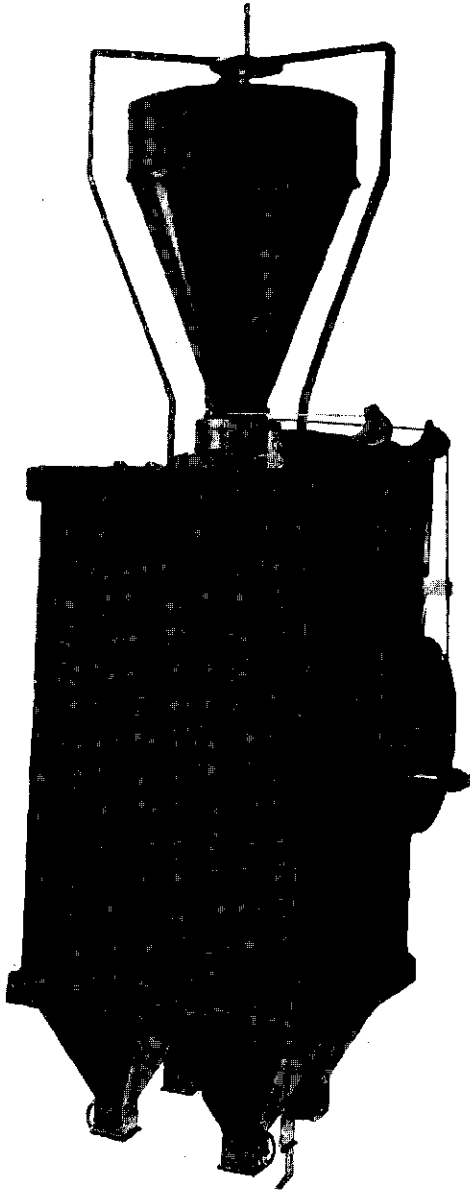
B = bovenste steunpunt van den vultrechter, van boven gezien.

C = vultrechter, van boven gezien.

D = houten kast, van boven gezien, na verwijdering van den vultrechter; o = opening met kruis.

E = houten kast, van onderen gezien.

Fig. 2.



Op de volgende wijze wordt nu met het toestel gewerkt. De vultrechter wordt tot ongeveer ter halver hoogte met zaad gevuld en daarna zoo snel gedraaid, dat door het naar boven loopen der zaden (tengevolge van de centrifugale werking) de stop onder in den trechter zichtbaar wordt. De zaadmassa vormt dan dus een kegelmantel in den draaienden trechter, en deze toestand is ons noodzakelijk gebleken om een goede verdeeling van het zaad over de vier vakken tot stand te brengen. Dan wordt deze stop naar boven getrokken en van dat oogenblik af de trechter iets langzamer gedraaid. De zaden schuiven dan geleidelijk naar beneden en worden, dank zij de draaiing, gelijkelijk uitgestrooid over de vier vakken van de kast. Wanneer de vultrechter is leeggelopen, bevat elk vak een vierde van de oorspronkelijke partij zaad, en wel in geheel de zelfde samenstelling. De vakken worden nu geleidigd door de kleppen der uitlooptrechters te openen, en daarna kan men met den inhoud van een der vakken de bewerking herhalen, zoolang, totdat men in de vakken monsters van ongeveer de gewenschte grootte overhoudt.

*Onderzoek omtrent verschillende methoden van monsterneming.*

Wij hebben volgens vier verschillende methoden reeksen van monsters genomen en daarmee de mate van betrouwbaarheid van elke dezer methoden onderzocht.

De vier methoden zijn de volgende :

- a) methode HOFFMANN.
- b) „ Zaadcontrôle.
- c) „ ZIJLSTRA.
- d) machinale methode met onze machine.

De beschrijving van deze methoden is reeds in de inleiding gegeven. Nadere bijzonderheden zullen nog bij de behandeling van elke methode worden meegedeeld.

Alle proeven werden gedaan met zaadmengsels, bestaande uit twee gelijke gewichtsdeelen zaad van verschillende kleur.

Indien uit zulk een mengsel een onberispelijk monster wordt getrokken, moeten in het laatste beide bestanddeelen ten bedrage van 50 % voorkomen. Uit de afwijkingen van dit percentage kan men de betrouwbaarheid van het monster beoordeelen.

Wij gebruikten in de eerste plaats een mengsel van 50 % koolzaad en 50 % geel mosterdzaad. Wanneer dit mengsel werd gezeefd over een zeef met ronde gaten van 2 m.M. wijde, ging al het koolzaad er doorheen, terwijl al het mosterdzaad er op bleef liggen. Zoodoende konden de monsters zeer vlug in de beide bestanddeelen worden geschift; bovendien maakte het kleurverschil der zaden de contrôle op het zeven zeer gemakkelijk.

Daar bij de foutenberekening gebruik moest worden gemaakt van het korrelgewicht, werd ook het gemiddelde korrelgewicht bepaald door weging van 1000 koolzaadkorrels en 1000 mosterdzaden. Het



*gemiddelde gewicht* van een *koolzaadkorrel* bedroeg 3,343 mg., dat van een *mosterdzaadje* 6,652 mg.

Behalve bovengenoemd mengsel stelden wij er ook een samen uit gelijke gewichtsdeelen geverfd en onbehandeld karwijzaad en wel afkomstig van een en dezelfde partij karwij. De bedoeling hiervan was, de proeven ook te doen met een zaadmengsel, dat, in tegenstelling met het koolzaad-mosterdmengsel, zeer weinig gevaar voor ontmenging biedt, en waarvan het korrelgewicht der beide bestanddeelen zeer weinig verschilt.

Vele kleurstoffen werden geprobeerd om karwijzaad een duidelijk opvallende en tevens duurzame kleur te geven. Het beste en goedkoopste kleurmiddel bleek tenslotte te zijn blauwzwarte normaal-schrijffinkt (ijzer-galnoteninkt) van Gimborn. Een K.G. karwijzaad werd een nacht in water geweekt en daarna eenigen tijd met  $\frac{1}{4}$  L. van genoemde inkt in een schaal gebracht, vervolgens langzaam gedroogd (uitgespreid op een stuk papier), eerst in de schaduw, daarna in de zon.

De zaden werden door deze behandeling goed zwart, zoodat ze zeer gemakkelijk van onbehandeld karwijzaad waren te onderscheiden.

Het gemiddeld korrelgewicht bleek door de bewerking met water en inkt iets achteruitgegaan te zijn.

Gemidd. gew. van 1 onbehandeld deelvruchtje = 2,85 mg.

„ „ „ 1 geverfd „ = 2,60 mg.

(berekend door telling en weging van 4 geverfde en 4 onbehandelde porties van ongeveer 1 gram).

Verder moeten wij opmerken, dat de geverfde zaden vaak een stof-fijn poeder afgaven, dat bij de menging en monsterneming niet steeds kon worden verzameld en deels ook in de toestellen verloren ging. Hierdoor werd het percentage geverfde zaden een weinig verminderd. Een daling van dit percentage kan trouwens ook zijn veroorzaakt, doordat de geverfde zaden tijdens de bewaring, — hoewel dit in gesloten stopflesschen geschiedde — meer in gewicht achteruit zijn gegaan, dan de onbehandelde.

Bij die methoden, waar een menging aan de monsterneming vooraf-gaat, geeft een mengsel van verschillend gekleurde zaden het voordeel, dat men op het oog eenigszins kan beoordeelen, of de menging reeds volledig genoeg is. Bij mengsels, waarin de samenstellende bestanddeelen niet zoo duidelijk te onderkennen zijn, valt dit voordeel weg en zal het mengen en daardoor ook de monsterneming allicht wisselvalliger zijn.

Wij kunnen nu overgaan tot het onderzoek van de verschillende monsternemingsmethoden.

a) Methode HOFFMANN. <sup>10)</sup>

10) HOFFMANN zelf past eigenlijk twee verschillende methoden toe, zooals wij in het bovenstaande ook reeds hebben aangeduid. Maar wij hebben hier alleen het oog op zijn „flesschenmethode” teneinde na te gaan, welke betrouwbaarheid daaraan mag worden toegekend.

Wij voegden samen: 354 gram zuiver geel mosterdzaad en 354 gram zuiver koolzaad. Dit mengsel van 708 gram had een volume van ongeveer 1080 c.M<sup>3</sup>. en werd in een groote glazen cylinder van ongeveer 3400 c.M<sup>3</sup>. inhoud gegoten, zoodat deze nog voor geen derde gedeelte met zaad was gevuld. Volgens het voorschrift van HOFFMANN, in onze inleiding reeds vermeld, had nu de menging plaats en daarna werd ongeveer 550 c.M<sup>3</sup>. zaad overgegoten (onder langzame draaiing van den grooten cylinder) in een kleineren cylinder van ongeveer 1100 c.M<sup>3</sup>. inhoud, die daarmee dus voor de helft met zaad werd gevuld. Deze mengcylinder is weliswaar relatief grooter dan HOFFMANN voorschrijft, maar wij meenen, dat dit geen nadeeligen invloed op het resultaat kan hebben. De menging zou onvollediger zijn, indien het zaad in den cylinder bij het omwentelen in massa ging glijden; dit had in ons geval echter niet plaats. In dezen kleinen cylinder werd dit zaad weer gemengd; daarna werden hiervan achtereenvolgens 16 monstertjes van ongeveer 11 gram genomen en genummerd van 1—16. (11 gram is  $\frac{1}{64}$  van de geheele partij). Telkens na elke monsterneming werd het overgebleven zaad weer goed gemengd, alvorens het volgende monster werd genomen.

Van elk monster werd nu het koolzaad van het mosterdzaad gescheiden en van beide het gewicht bepaald. De samenstelling van elk monster wordt uitgedrukt door het gehalte (gewichtsperscentage) aan mosterdzaad. De uitkomsten zijn in *tabel 1* weergegeven. (Zie pag. 33.)

Om de betrouwbaarheid van deze monsterneming te kunnen beoordeelen, hebben wij nu de standaardafwijking te berekenen, m.a.w. de middelbare afwijking van het gevonden perscentage ten opzichte van het gemiddelde perscentage mosterdzaad (berekend uit de 16 waarnemingen). Als gemiddeld gehalte aan mosterdzaad der 16 monsters vinden we 50,6 % en nu gaan wij na, hoeveel het gehalte van elk monster daarvan afwijkt.

De berekening van de standaardafwijking ( $\sigma$ ) geschiedt dan volgens de formule  $\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1}}$ , waarin  $\sum d^2$  de som voorstelt van de kwadraten der afwijkingen van het gemiddelde, en  $n$  het aantal monsters.

$$\text{Wij vinden dan: } \sigma = \pm \sqrt{\frac{157.07}{15}} = \pm 3,234 \%$$

Deze proef werd herhaald met een uit gelijke gewichtsdeelen koolzaad en geel mosterdzaad bestaand mengsel van 515 gram; het volume van deze hoeveelheid bedroeg 750 c.M<sup>3</sup>.

Voor de menging werd nu een flesch gebruikt van 1000 c.M<sup>3</sup>. inhoud en van een vorm, zooals door HOFFMANN wordt aanbevolen. Er werden nu monsters van ongeveer 8 gram getrokken, door na de menging zaad in een maatglasje te laten loopen tot een volume van 12 c.M<sup>3</sup>. Vóórdat een volgende portie van 8 gram werd uitgeschonken, werd het in de flesch overgebleven zaadmengsel opnieuw gemengd (door draaiing en wenteling der flesch). Zoc werden achter-

cenvolgens ook hier 16 monsters genomen en geanalyseerd. De uitkomsten zijn verzameld in tabel 2. (Zie pag. 33.)

Het gemiddelde gehalte aan mosterdzaad der 16 monsters bleek hier 57,71 % te zijn.

De standaardafwijking van elk monster bedraagt  $\pm 4,998$  %.

Deze laatste waarde voor de standaardafwijking van het monster kan nu op de volgende wijze worden getoetst aan het ideale geval.

In onze proef (zie tabel 2) vonden we als gemiddeld gewicht van het monster 8,233 gram. Hadden wij de monsters geheel onberispelijk kunnen nemen uit een homogeen mengsel van 50 % koolzaad en 50 % mosterdzaad, dan konden we in elk monster ook weer 50 % van elke soort verwachten; dus gemiddeld van elke soort 4,116 gram per monster. Daar we het gemiddelde korrelgewicht van beide zaadsoorten reeds kennen, is het aantal koolzaadkorrels en mosterdkorrels per monster gemakkelijk te berekenen. We vinden in dit geval per monster 1231 koolzaadkorrels en 619 mosterdkorrels; dus in 't geheel 1850 zaden per monster.

Veronderstellen wij nu, dat wij ons mengsel van 50 % koolzaad en 50 % mosterdzaad volkomen homogeen hadden kunnen mengen, en daaruit volkomen zonder eenige voorkeur achtereenvolgens 1850 zaden hadden genomen en in dit aantal het gewichtspercentage aan mosterdzaad hadden bepaald. Hoe groot zou de betrouwbaarheid van deze bepaling dan zijn? Om dit te berekenen dienen we de formule ter berekening van de *middelbare fout van het gemiddelde* bij alternatieve variabiliteit toe te passen <sup>11)</sup>, n.l.  $MF = \pm \sqrt{\frac{\% p_1 \times \% p_0}{n}}$ ,

waarin %  $p_1$  beteekent het percentage koolzaad, %  $p_0$  het percentage mosterdzaad in het oorspronkelijke mengsel, en  $n$  het aantal uit het mengsel genomen zaden. Wanneer wij onze getallenwaarden in deze formule substitueeren, vinden we:  $MF = \pm \sqrt{\frac{50 \times 50}{1850}} = \pm 1,162$  %.<sup>12)</sup>

Een derde proef werd vervolgens nog gedaan met een iets kleinere hoeveelheid van het koolzaad-mostermengsel, n.l. met 350 gram, waarin 50 % koolzaad en 50 % mosterdzaad. Het volume hiervan was ongeveer 525 c.M<sup>3</sup>., en dit werd gemengd in de flesch van 1000 c.M<sup>3</sup>., welke in onze tweede proef was gebruikt, maar waarvan de hals, die onregelmatigheden vertoonde, thans was bijgeslepen. Ook werd deze proef in zooverre zuiverder genomen, daar thans na elke monsterneming het monstertje direct werd gewogen en geschift en vervolgens weer bij de massa in de flesch teruggestort. Alle 16 monsters werden dus genomen uit dezelfde hoeveelheid zaad, zoodat er geen sprake van was, dat de reeds genomen monsters invloed uitoefenden op de volgende monsters.

11) Zie W. JOHANNSEN. Elemente der exakten Erblchkeitslehre. 2. Auflage, 1913, 6. Vorlesung, pag. 104—105.

12) In tabel 1 kan de ideale standaard-afwijking niet worden vermeld, daar we het korrelgewicht van het gebruikte mengsel niet kennen.

In tabel 3 vindt men de resultaten van deze proef. Het gemiddelde percentage aan mosterdzaad was 54,98 %, de standaardafwijking  $\sigma = \pm 2,594$  %.

De standaardafwijking van het ideale geval is hier, als in het tweede voorbeeld =  $\pm 1,162$  %.

Tenslotte hebben wij de methode HOFFMANN nog beproefd met een mengsel van gelijke gewichtsdeelen geverfd en onbehandeld karwijzaad. Daartoe werden van beide 250 gram afgewogen en daarna gemengd in een glazen cylinder van 2,8 liter inhoud (diameter 10 c.M., hoogte 36 c.M.). Evenals in de vorige proeven had de menging onmiddellijk vóór de monsterneming plaats, terwijl na het uitgieten van elk monsterje de overgebleven hoeveelheid opnieuw werd gemengd.

Wij namen hiervan een serie van 16 monsters, elk van ongeveer 8 à 10 gram. De samenstelling ervan is weergegeven in tabel 4, uitgedrukt in gehalte aan geverfd zaad.

Het gemiddelde percentage geverfd zaad was 48,4 %, terwijl de standaardafwijking van elk monster =  $\pm 1,204$  %.

De standaardafwijking van het ideale geval is hier (het gemidd. gewicht van het monster is 8,686 gram, zoodat het 3194 zaden bevat, wanneer wij aannemen, dat het uit 50 % geverfd en 50 % onbehandeld zaad bestaat) =  $\pm 0,626$  %.

*Methode Hoffmann.*

Monsternummer.	Tabel 1. (koolzaad + geel mosterdzaad).		Tabel 2. (koolzaad + geel mosterdzaad).		Tabel 3. (koolzaad + geel mosterdzaad).		Tabel 4. geverfd + onbehl. karwijzaad.	
	Gewicht v.h. monster (gr.)	Percentage mosterdzaad.	Gewicht v.h. monster (gr.)	Percentage mosterdzaad.	Gewicht v.h. monster (gr.)	Percentage mosterdzaad.	Gewicht v.h. monster (gr.)	Percentage geverfd zaad.
1	11.051	44.1	7.955	46.4	8.404	52.7	8.615	48.8
2	10.927	45.8	8.330	50.2	8.055	52.6	9.065	47.6
3	11.185	46.0	8.488	55.7	8.272	57.0	9.600	46.4
4	10.725	47.4	8.496	50.8	8.417	57.5	8.805	49.5
5	10.946	49.4	8.127	56.4	8.149	56.8	9.220	49.0
6	10.992	51.8	8.006	57.6	8.273	53.2	8.435	46.2
7	10.965	53.6	8.561	59.8	7.089	56.5	8.320	47.5
8	10.981	51.6	8.190	59.5	8.178	56.9	8.490	49.6
9	10.909	52.6	7.805	61.8	8.137	58.4	8.640	47.7
10	11.465	51.7	8.199	62.4	8.137	56.8	8.540	47.8
11	10.999	50.8	8.131	60.5	8.346	52.1	8.625	50.4
12	10.879	53.6	8.275	65.9	8.530	58.9	7.990	48.1
13	11.575	53.5	8.225	58.0	8.545	51.6	8.225	49.0
14	11.030	53.7	8.385	58.6	8.535	52.9	8.380	48.4
15	10.861	50.9	8.325	61.0	8.402	51.1	8.315	48.4
16	11.772	55.3	8.224	58.8	8.298	54.9	9.210	49.5
	gem. 11.076	gem. 50.6%	8.233	57.71%	8.239	54.98	8.686	48.4%
	$\sigma = \pm 3.23\%$		$\sigma = \pm 4.996\%$		$\sigma = \pm 2.594\%$		$\sigma = \pm 1.204\%$	
			ideale $\sigma = \pm 1.162\%$		ideale $\sigma = \pm 1.162\%$		ideale $\sigma = \pm 0.626\%$	

Uit deze vier proeven blijkt dus, dat de standaardafwijking van onze bepalingen aanzienlijk grooter is dan die van het ideale geval. Maar dit niet alleen. Het is duidelijk, dat er ook een systematische fout in het spel is, want in twee gevallen (tabel 2 en 3) wijkt het gevonden gemiddelde percentage zeer sterk af van de werkelijke samenstelling van het zaadmengsel. Slechts in tabel 1 is het gemiddelde vrijwel juist. In tabel 4 werd als gemiddelde weliswaar minder dan 50 % gevonden, maar hierover behoeven we ons niet te verwonderen, aangezien het geverfde zaad bij de bewerking der monsters iets grootere verliezen gaf, dan het onbehandelde. Daardoor bevatte het zaadmengsel ten slotte ook iets minder dan 50 % geverfd zaad. Hoeveel het verschil bedraagt hebben wij niet na kunnen gaan, daar de schifting van de geheele partij veel te veel tijd gekost zou hebben.

#### b) *Methode Zaadcontrôle.*

Volgens deze methode werden drie series van 16 monsters genomen. Twee series uit een partijtje zaad van 515 gram, bestaande uit 50 % koolzaad en 50 % geel mosterdzaad; de derde serie uit 500 gram karwijzaad, waarvan 50 % geverfd was en 50 % onbehandeld.

Bij elke proef werd het zaadmengsel op een tafel langdurig omgeschept en doorlkaar gewerkt, waarna de monsters genomen werden volgens de „Methoden van Onderzoek”, in de inleiding aangehaald.

De grootte der monsters bedroeg ongeveer 8 gram; en deze hoeveelheid kwam tot stand door samenvoeging van kleine porties, die op negen verschillende plaatsen uit het uitgespreide zaadmengsel werden opgeschept.

Wij moeten hier wel in het oog houden, dat wij met het karwijzaad in een bijzonder gunstig geval verkeerden. Immers bij een menging van de geverfde en onbehandelde zaden, die toch van een en dezelfde partij zaad afkomstig waren, was een daaropvolgende ontmenging, die bij een uit groote en kleine zaden samengesteld mengsel — zooals koolzaad en geel mosterdzaad — zeer gemakkelijk tot stand komt, nauwelijks te vreezen. Toch is de fout, die hier gevonden werd, niet kleiner, dan bij het koolzaad-mosterdmengsel. Wellicht is de voorafgaande menging van het karwijzaad niet volledig genoeg geweest, iets wat altijd moeilijk is te beoordeelen.

De uitkomsten van deze drie proeven vindt men in de tabellen 5, 6 en 7. (Zie pag. 35.)

De standaardafwijking bedroeg bij de eerste proef met het koolzaad-mosterdmengsel  $\pm 1,850$  %, bij de tweede proef, door een andere persoon uitgevoerd,  $\pm 1,351$  %, terwijl de ideale standaardafwijkingen hier werden berekend als  $\pm 1,150$  % en  $\pm 1,155$  %. De proef met karwijzaad gaf een standaardafwijking van  $\pm 1,76$  %, waarbij de ideale slechts  $\pm 0,919$  % geweest zou zijn.

## Methode-Zaadcontrôle.

Monsternummer.	Tabel 5. (koolzaad + geel mosterdzaad)		Tabel 6. (koolzaad + geel mosterdzaad)		Tabel 7. (geverfd + onbehandeld karwijzaad)	
	gewicht van het monster (gr.)	percentage mosterdzaad.	gewicht van het monster (gr.)	percentage mosterdzaad.	gewicht van het monster (gr.)	percentage geverfd zaad.
1	9.753	46.4	7.734	49.7	7.870	49.3
2	8.080	49.8	8.311	50.6	6.375	51.8
3	8.349	51.9	8.329	49.4	5.770	50.1
4	8.239	51.2	8.299	51.1	8.640	50.8
5	7.975	49.6	8.203	51.4	8.400	50.1
6	8.351	52.9	8.365	47.8	8.820	48.7
7	8.440	50.6	8.519	49.6	7.700	49.7
8	8.289	49.5	8.078	52.7	8.850	51.3
9	8.256	50.3	8.298	51.9	8.050	50.5
10	8.382	49.3	8.326	50.6	9.560	51.3
11	8.612	52.1	8.672	48.4	8.680	48.6
12	8.551	50.0	9.144	49.3	7.410	51.9
13	8.437	48.1	8.008	51.2	9.495	47.4
14	8.104	51.7	8.096	49.4	9.030	50.7
15	8.175	46.5	8.570	52.0	7.010	46.7
16	8.442	49.4	8.473	50.5	7.130	46.2
	gem. 8.408 gr.	49.92 %	8.339 gr.	50.35 %	8.050 gr.	49.7 %
	$\sigma = \pm 1.850 \%$		$\sigma = \pm 1.351 \%$		$\sigma = \pm 1.76 \%$	
	ideale $\sigma = \pm 1.150 \%$		ideale $\sigma = \pm 1.155 \%$		ideale $\sigma = \pm 0.919 \%$	

## c) Methode Zijlstra.

Wij hebben deze methode eveneens onderzocht met twee verschillende zaadmengsels. In de eerste plaats gebruikten wij weer het bovenvermelde mengsel van 515 gram, bestaande voor de helft uit koolzaad en de andere helft uit geel mosterdzaad. Het andere zaadmengsel, voor de tweede proef, bestond uit 150 gram geverfd en 150 gram onbehandeld karwijzaad.

Nadat het zaad op een tafel langdurig was omgeschept en door-elkaar gemengd, werd de partij met behulp van een glazen plaat in twee nagenoeg gelijke hoeveelheden verdeeld. Een van de helften werd vervolgens weer zorgvuldig omgeschept, weer gehalveerd enz., zooals in onze inleiding reeds is beschreven. Op deze wijze gingen wij door, totdat we een monster van 8 à 10 gram overhielden. De geheele bewerking werd nog 15 maal herhaald, zoodat wij tenslotte 16 monsters hadden, waarvan weer het gewicht en de samenstelling werd bepaald.

Bij deze methode openbaarde zich direct reeds bij het mengen en halveeren de groote invloed van den aard van het zaad op het monster-nemen. Bij karwij leverde de methode geen moeilijkheden op; indien het mengen maar goed is uitgevoerd, brengt de verdeling in tweeën verder geen noemenswaardige verandering teweeg, want het zaad ontmengt zich hier niet.

Geheel anders ging het met het koolzaad-mosterdmengsel. Vooral bij de kleine porties was het uiterst moeilijk, zoodat niet ondoenlijk, om de beide bestanddeelen behoorlijk gemengd te houden. Zoodat de ronde gedaante der zaden, als het verschil in grootte tusschen koolzaad en mosterdzaad werkten ontmenging in de hand. Geen wonder vonden we het dan ook, dat de standaardafwijking juist bij het laatstgenoemde mengsel buitengewoon groot uitviel.

Zoodat we uit tabel 8 en 9 kunnen zien, bedroeg de standaardafwijking van het monster koolzaad-mosterd  $\pm 5,048$  %, bij een ideale standaardafwijking van  $\pm 1,157$  %.

Voor karwijzaad was de standaardafwijking  $\pm 0,835$  %, terwijl die van het ideale geval daaraan nagenoeg gelijk is, n.l.  $\pm 0,840$  %.

Het gemiddelde percentage aan geveerd zaad was hier slechts 47,8 %, wat hoogstwaarschijnlijk alleen toegeschreven moet worden aan het feit, dat de geveerde zaden meer gewichtsverlies leden, dan de onbehandelde.

*Methode Zylstra.*

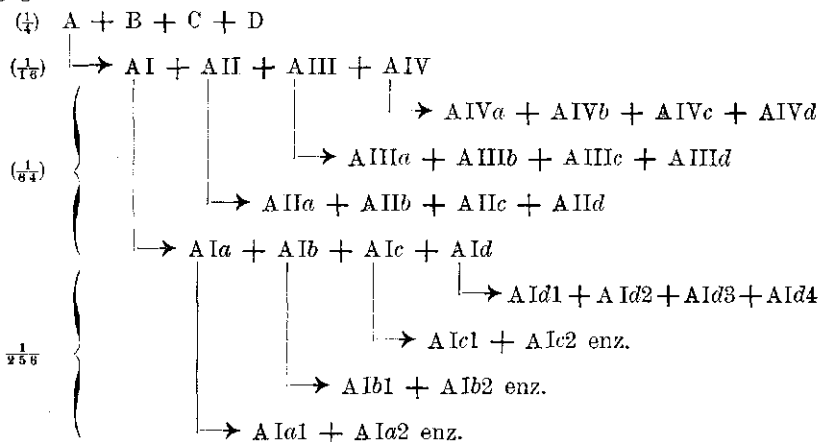
Monster-nummer.	Tabel 8. (koolz. + geel mosterdzaad).		Tabel 9. (geveerd + onbehandeld karwijz.)	
	Gewicht v. h. monster (gr.).	Percentage mosterdzaad.	Gewicht v. h. monster (gr.).	Percentage geveerd zaad.
1	8.101	47.8	10.840	48.6
2	7.991	47.6	10.440	46.4
3	8.036	53.4	7.640	48.2
4	8.126	54.0	8.820	47.8
5	8.578	45.2	9.950	46.9
6	8.192	54.4	8.580	47.8
7	8.329	53.8	9.635	47.7
8	8.519	45.7	8.880	48.4
9	8.436	48.0	10.100	47.9
10	8.327	42.7	7.710	47.1
11	8.366	48.7	11.010	46.2
12	8.261	49.7	9.410	48.4
13	8.269	60.2	9.770	47.4
14	8.575	40.5	9.245	48.7
15	8.433	50.6	11.020	49.3
16	8.503	54.0	11.075	48.1
	gem. 8.315 gr.	49.77 %	9.630 gr.	47.8 %
	$\sigma = \pm 5.048$ %		$\sigma = \pm 0.835$ %	
	ideale $\sigma = \pm 1.157$ %		ideale $\sigma = \pm 0.840$ %	

d) *Machinale Methode.*

Bij de proeven met de door ons geconstrueerde machine zijn wij telkens uitgegaan van een hoeveelheid zaad, die zoo gekozen was, dat wij op monsters van 8 à 10 gram konden uitkomen. Daardoor konden dan de resultaten met die van de andere, boven besproken, methoden worden vergeleken. Bovendien echter hebben wij in een tweetal proeven ook nog de betrouwbaarheid van nog viermaal kleinere monsters onderzocht, dus monsters van ongeveer 2 gram.

Zooals wij boven, in de beschrijving hebben gezien, verdeelt onze machine de partij zaad eerst in vier nagenoeg even groote porties, die we A, B, C, D willen noemen. (We vinden bijvoorbeeld in een bepaald geval, uitgaande van 708 gram zaad, A = 174 gram, B = 180 gram, C = 175 gram en D = 179 gram). Na lediging van de machine wordt A in den vultrechter gestort en opnieuw in vieren gedeeld, waardoor wij dan de porties AI, AII, AIII en AIV verkrijgen, die elk ten naastebij  $\frac{1}{16}$  van de oorspronkelijke partij bedragen. Herhalen we deze bewerking achtereenvolgens met AI enz. tot AIV, dan verkrijgen wij 16 porties, n.l. AIa, AIb enz. tot AIVd, die elk ongeveer  $\frac{1}{64}$  deel zijn van de partij, waarvan we uitgingen. Ditzelfde kan men doen met de porties B, C en D. Het eindresultaat is dan, dat wij 64 porties verkrijgen, die, wanneer de machine goed werkt, onderling binnen enge grenzen moeten overeenstemmen en elk ongeveer  $\frac{1}{64}$  deel van de oorspronkelijke hoeveelheid vertegenwoordigen.

Ter verduidelijking geven wij hier een schema, waardoor de werkwijze van de machine en de benaming van de porties wordt aangegeven:



Evenals bij de vorige methoden willen wij nu ook hier onderzoeken, in hoeverre de door de machine geleverde monsters onderling overeenstemmen. Werkt deze methode goed, dan moeten ze niet alleen in gewicht, maar ook in samenstelling nagenoeg gelijk zijn.

In de eerste plaats willen wij een proef behandelen, waarbij wij van 708 gram zaad uitgingen, voor de helft uit koolzaad en de andere helft



uit geel mosterdzaad bestaande. Deze partij hebben wij met onze machine, volgens bovenstaand schema, geheel verdeeld in  $\frac{1}{64}$  deelen, al de 64 monsters van ongeveer 11 gram gewogen en in de beide zaadsoorten geschild. Wij hebben de vier groepen van 16 monsters, elke groep afkomstig van het zaad, dat bij de eerste verdeling uit elk vak werd opgevangen, — dus de groepen A, B, C en D — afzonderlijk gehouden en ook in de groep van 16 de fout van het monster bepaald. Wij hebben dit gedaan, om de resultaten, met karwijzaad verkregen, te kunnen vergelijken met die van het koolzaad-mosterd-mengsel. Bij karwij hebben wij n.l. niet meer dan 16 monsters van elke proef geanalyseerd, daar de schifting in geveerd en onbehandeld zaad zeer tijdroovend is.

De uitkomsten vindt men in tabel 10, 11, 12 en 13. (Zie pag. 40.)

De standaardafwijking bedraagt in de groepen A, B, C en D resp.  $\pm 1,222\%$ ,  $1,251\%$ ,  $1,388\%$  en  $1,352\%$ . Berekenen wij de standaardafwijking uit alle 64 gegevens te samen, dan vinden we  $\pm 1,362\%$ , terwijl de ideale fout hier is  $\pm 1,032\%$ .

Een tweede proef werd gedaan met een kleinere hoeveelheid zaadmengsel, n.l. 518 gram, ook voor de eene helft uit koolzaad en de andere helft uit geel mosterdzaad bestaande. Ook hier werd de geheele partij in  $\frac{1}{64}$  deelen verdeeld en eveneens werden alle 64 monsters onderzocht. De resultaten, neergelegd in de tabellen 14, 15, 16 en 17, (zie pag. 41) zijn in overeenstemming met hetgeen wij in de vorige proef vonden. Hier bedroeg de standaardafwijking in de groepen A, B, C en D resp.  $\pm 1,250\%$ ,  $1,091\%$ ,  $1,503\%$  en  $1,060\%$ . De standaardafwijking, berekend uit alle 64 monsters te zamen, bedroeg  $\pm 1,213\%$  en de ideale standaardafwijking  $\pm 1,173\%$ .

In tabel 18 (zie pag. 41) vindt men de gegevens van de 4 vorige tabellen vier aan vier gecombineerd, dus het gewicht en de samenstelling van viermaal grootere monsters. De foutenberekening hieruit demonstreert, dat men, door het gewicht van het monster te viervoudigen, de standaardafwijking tot op de helft reduceert, hetgeen ook te verwachten was.

In het bovenstaande hebben wij dus de overeenstemming onderzocht, welke er bestaat tusschen al de 64 monsters, waarin wij de partij hebben gesplitst. Wij kunnen ons zeer goed voorstellen, dat menigeen hiertegen bedenkingen zal aanvoeren. De foutenberekening mag toch alleen worden toegepast, als de grootheden, die we onderzoeken, worden beheerscht door het toeval, terwijl ze bovendien onafhankelijk van elkaar moeten zijn verkregen.

Bij onze machinale methode nu, waarbij wij al de  $\frac{1}{64}$  deelen der partij onderzochten, zal weliswaar het toeval een groote rol spelen bij de verdeling van het zaad over de vier vakken, maar men kan toch ook niet ontkennen, dat het eene monster tot op zekere hoogte afhankelijk is van het andere.

Ter beoordeeling van deze moeilijkheid besloten wij een serie van 16 monsters op een andere manier te nemen, n.l. zoo, dat elk monster geheel onafhankelijk is van al de andere. Op de volgende wijze hebben

wij dat gedaan. Dezelfde hoeveelheid (518 gram) van het koolzaad-mosterd-mengsel werd in den vultrechter gestort en machinaal in vieren verdeeld (porties A, B, C en D). Deze bewerking werd vervolgens alleen met B herhaald, waardoor wij de porties BI, BII, BIII en BIV verkregen, van welke BII nogmaals in vieren werd verdeeld, hetgeen de monsters BIIa, BIIb, BIIc en BII d opleverde. Hiervan werd alleen BIIb gewogen en geschift in de beide zaadsoorten. Daarna werd het monster weer bij de partij teruggestort.

Zoo namen wij achtereenvolgens, telkens opnieuw uitgaande van 518 gram zaad 16 monsters BIIb.

Hoe het er met de overeenstemming in deze groep uitziet, kan men zien in tabel 19. (Zie pag. 42.)

De standaardafwijking van het monster is  $\pm 1,085$  %, dus geheel van dezelfde orde als in onze vorige proeven met dit zaad. De ideale standaardafwijking bedraagt  $\pm 1,142$  %.

De gevonden standaardafwijking is hier kleiner dan de ideale. Op het eerste gezicht schijnt dat vreemd. Maar bij de beoordeeling van de empirische standaardafwijking dienen wij in aanmerking te nemen, dat zij slechts tot een zekeren graad van nauwkeurigheid is bepaald, die afhankelijk is van het aantal onderzochte monsters, hier dus slechts 16. Aan deze waarde kleeft dus weer een fout, die berekend

kan worden volgens de formule  $\sqrt{\frac{\sigma}{2n}}$ , waarin  $\sigma$  de door ons gevonden standaardafwijking voorstelt en  $n$  het aantal waarnemingen (dus het aantal bij de berekening betrokken monsters). De middelbare fout der ideale standaardafwijking kan worden berekend volgens dezelfde formule, waarin dan  $\sigma$  de ideale standaardafwijking en  $n$  het aantal zaden per monster voorstelt.

Voeren wij de berekening voor ons laatstbesproken geval uit, dan blijkt de middelbare fout van de standaardafwijking  $\pm 1,085$  % te zijn  $\pm 0,241$  %. De middelbare fout der ideale standaardafwijking is slechts  $\pm 0,018$  %. Hieruit blijkt, dat wij aan het verschil tusschen de hier door ons gevonden en de ideale standaardafwijking geen reële waarde kunnen toekennen; dat wij deze standaardafwijkingen dus als gelijk kunnen beschouwen.

Tenslotte hebben wij nog vier proeven te behandelen, gedaan met 500 gram karwijzaad. Deze partij was samengesteld uit ten naastebij 50 % geveerd zaad en 50 % onbehandeld zaad. Er werden telkens 16 monsters genomen, in twee gevallen elk  $\frac{1}{64}$  van de partij bedragende, in twee andere proeven elk met een gewicht van  $\frac{1}{256}$  van de geheele partij. Tot het verkrijgen van de grootere monsters van ongeveer 7,5 gram werd de groep A (dus al het zaad, dat bij de eerste vierendeeling in een vak werd opgevangen) geheel in 16 monsters gesplitst; om de monsters van ongeveer 2 gram te verkrijgen werd evenzoo gehandeld met de groep AI, opgevangen in een der vakken bij de tweede vierendeeling.

De resultaten hiervan vindt men in de tabellen 20, 21, 22 en 23. (Zie pag. 42.)

*Machinale methode. (Koolzaad + geel mosterdzaad.)*

Tabel 10.			Tabel 11.			Tabel 12.			Tabel 13.		
Monsternummer.	Gewicht v. h. monster (gr.)	percentage koolzaad.	Nummer v. h. monster.	Gewicht v. h. monster (gr.)	percentage koolzaad.	Nummer v. h. monster.	Gewicht v. h. monster (gr.)	percentage koolzaad.	Nummer v. h. monster.	Gewicht v. h. monster (gr.)	percentage koolzaad.
A I a	9.960	50.4	B I a	10.210	51.0	C I a	9.468	49.8	D I a	10.027	50.9
A I b	9.882	50.4	B I b	10.900	49.8	C I b	10.815	49.4	D I b	11.007	51.2
A I c	11.416	48.9	B I c	10.418	49.4	C I c	10.644	48.6	D I c	10.078	51.4
A I d	10.860	48.9	B I d	10.535	50.0	C I d	11.131	48.5	D I d	10.222	51.1
A II a	10.016	50.9	B II a	9.980	52.7	C II a	11.171	51.5	D II a	10.294	51.2
A II b	10.708	49.8	B II b	11.570	52.4	C II b	11.855	50.0	D II b	11.039	51.6
A II c	11.845	49.1	B II c	10.850	49.4	C II c	10.675	50.0	D II c	10.510	54.2
A II d	10.982	49.3	B II d	10.855	48.3	C II d	11.495	46.2	D II d	10.970	40.6
A III a	10.930	49.6	B III a	11.010	51.2	C III a	10.390	50.5	D III a	10.878	49.6
A III b	10.902	49.0	B III b	11.735	50.0	C III b	11.710	49.7	D III b	11.852	49.6
A III c	11.570	50.0	B III c	10.600	51.5	C III c	10.890	51.1	D III c	11.206	48.7
A III d	11.024	49.8	B III d	11.190	49.8	C III d	11.850	48.2	D III d	11.536	51.6
A IV a	10.732	48.3	B IV a	10.748	51.2	C IV a	10.600	51.2	D IV a	11.109	48.9
A IV b	10.460	51.6	B IV b	11.310	51.7	C IV b	11.985	50.8	D IV b	11.745	51.1
A IV c	11.700	47.3	B IV c	10.382	52.0	C IV c	12.015	49.2	D IV c	11.437	48.7
A IV d	10.267	50.5	B IV d	11.450	49.7	C IV d	11.700	48.4	D IV d	11.208	50.1
gem.	10.789 gr.	49.55%	gem.	10.894 gr.	50.63%	gem.	11.168 gr.	49.58%	gem.	10.949 gr.	51.65%
	$\sigma = \pm 1.222\%$			$\sigma = \pm 1.251\%$			$\sigma = \pm 1.388\%$			$\sigma = \pm 1.352\%$	
	ideale $\sigma = \pm 1.016\%$			ideale $\sigma = \pm 0.983\%$			ideale $\sigma = \pm 0.989\%$			ideale $\sigma = \pm 1.008\%$	

Gemiddeld percentage der 64 monsters = 50.10% koolzaad;  $\sigma = \pm 1.362\%$ .  
 Gemiddeld gewicht der 64 monsters = 10.950 gram.

ideale  $\sigma = \pm 1.032\%$ .

Machinale methode. (koolzaad + geel mosterdzaad).

Tabel 14.			Tabel 15.			Tabel 16.			Tabel 17.			Tabel 18.		
N <sup>o</sup> . van het monster.	Gewicht v. h. monster (gr.)	Percentage mosterdzaad.	N <sup>o</sup> . van het monster.	Gewicht v. h. monster (gr.)	Percentage mosterdzaad.	N <sup>o</sup> . van het monster.	Gewicht v. h. monster (gr.)	Percentage mosterdzaad.	N <sup>o</sup> . van het monster.	Gewicht v. h. monster (gr.)	Percentage mosterdzaad.	N <sup>o</sup> . van het monster.	Gewicht v. h. monster (gr.)	Percentage mosterdzaad.
A I a	7.200	49.2	B I a	8.014	50.9	C I a	7.423	52.2	D I a	7.688.	49.8	A I	29.630	49.8
A I b	7.620	49.4	B I b	8.387	49.8	C I b	8.134	50.4	D I b	8.065	48.7	A II	31.674	48.5
A I c	7.430	52.2	B I c	7.977	52.4	C I c	7.747	51.8	D I c	7.977	49.2	A III	81.815	49.8
A II a	7.320	48.7	B II a	7.904	48.9	C II a	8.100	49.7	D II a	8.169	50.9	A IV	32.180	50.2
A II b	7.442	47.2	B II b	8.137	50.4	C II b	7.813	49.2	D II b	8.230	50.0	B I	32.282	50.5
A II c	8.150	50.0	B II c	8.420	48.9	C II c	8.548	49.4	D II c	8.912	49.1	B II	33.423	49.8
A III a	7.750	50.1	B III a	8.405	50.6	C III a	8.246	48.4	D III a	8.352	50.8	B III	32.875	50.0
A III b	8.332	48.2	B III b	8.461	49.2	C III b	8.327	51.1	D III b	8.780	50.6	B IV	33.292	49.6
A III c	7.615	48.8	B III c	7.928	50.6	C III c	7.572	50.1	D III c	8.186	48.9	C I	31.404	50.9
A III d	7.735	50.8	B III d	8.090	48.2	C III d	8.039	52.0	D III d	8.254	51.4	C II	32.934	49.6
A IV a	7.340	50.0	B IV a	8.323	50.7	C IV a	7.662	48.6	D IV a	8.173	51.9	C III	30.857	50.6
A IV b	8.125	49.7	B IV b	8.564	50.6	C IV b	7.584	51.6	D IV b	8.711	50.2	C IV	32.191	48.7
A IV c	8.245	50.5	B IV c	8.231	49.1	C IV c	7.615	46.8	D IV c	8.908	50.6	D I	31.929	49.7
A IV d	8.160	51.4	B IV d	8.130	50.0	C IV d	8.409	49.4	D IV d	8.949	49.6	D II	34.374	50.1
A IV e	7.420	50.2	B IV e	8.629	50.6	C IV e	7.784	48.9	D IV e	8.527	47.9	D III	33.323	50.6
A IV f	8.355	48.6	B IV f	8.902	48.6	C IV f	8.383	49.3	D IV f	8.533	49.6	D IV	34.377	49.4
gem. 7.800 gr.		49.69%	8.241 gr.		49.97%	7.962 gr.		49.93%	8.369 gr.		49.95%	gem. 32.372 gr.		49.83%
$\sigma = \pm 1.250\%$		$\sigma = \pm 1.091\%$	$\sigma = \pm 1.091\%$		$\sigma = \pm 1.503\%$	$\sigma = \pm 1.503\%$		$\sigma = \pm 1.000\%$	$\sigma = \pm 1.000\%$		$\sigma = \pm 1.153\%$	$\sigma = \pm 0.602\%$		$\sigma = \pm 0.586\%$
ideale $\sigma = \pm 1.194\%$		ideale $\sigma = \pm 1.162\%$	ideale $\sigma = \pm 1.162\%$		ideale $\sigma = \pm 1.182\%$		ideale $\sigma = \pm 1.182\%$		ideale $\sigma = \pm 1.153\%$		ideale $\sigma = \pm 1.213\%$		ideale $\sigma = \pm 0.586\%$	
Gemiddeld percentage der 64 monsters = 49.89% mosterdzaad; $\sigma = \pm 1.213\%$														
Gemiddeld gewicht der 64 monsters = 8.093 gram.														
Ideale $\sigma = \pm 1.173\%$														

*Machinale methode.*

Tabel 19. (Koolzaad + geel mosterdzaad).			Tabel 20. (Geveerd + onbeh. karwijzaad).			Tabel 21. (Geveerd + onbeh. karwijzaad).			Tabel 22. (Geveerd + onbeh. karwijzaad).			Tabel 23. (Geveerd + onbeh. karwijzaad).		
N <sup>o</sup> . van het monster.	Gewicht v. h. monster (gr.).	Percentage mosterdzaad.	N <sup>o</sup> . van het monster.	Gewicht v. h. monster (gr.).	Percentage Geveerd zaad.	N <sup>o</sup> . van het monster.	Gewicht v. h. monster (gr.).	Percentage Geveerd zaad.	N <sup>o</sup> . van het monster.	Gewicht v. h. monster (gr.).	Percentage Geveerd zaad.	N <sup>o</sup> . van het monster.	Gewicht v. h. monster (gr.).	Percentage Geveerd zaad.
1	8,457	48,3	A I a	9,006	48,8	A I a 1	2,439	49,1	A I a	7,144	47,8	A I a 1	1,797	48,6
2	8,475	51,1	A I b	7,801	47,6	" 2	2,177	47,6	A I b	7,425	48,8	" 2	1,903	47,6
3	8,290	48,7	A I c	8,120	47,8	" 3	2,088	49,1	A I c	7,905	48,3	" 3	2,027	47,2
4	8,687	48,8	A I d	8,720	46,9	" 4	2,907	49,0	A I d	7,361	48,9	" 4	1,763	49,9
5	8,350	48,8	A II a	7,635	48,5	A I b 1	2,102	51,8	A II a	7,715	48,7	A I b 1	1,908	49,8
6	8,316	47,7	A II b	7,185	49,4	" 2	1,945	48,1	A II b	8,105	46,4	" 2	1,982	51,7
7	8,645	50,1	A II c	6,920	47,1	" 3	1,747	52,2	A II c	7,649	46,8	" 3	1,968	48,4
8	8,780	49,2	A II d	7,787	47,8	" 4	2,007	49,8	A II d	7,867	48,2	" 4	1,720	49,7
9	8,362	48,9	A III a	7,405	47,2	A I c 1	2,058	46,6	A III a	7,457	47,3	A I c 1	1,897	51,8
10	8,338	49,5	A III b	6,860	48,7	" 2	2,110	46,0	A III b	8,069	48,3	" 2	1,715	50,7
11	8,615	49,7	A III c	7,490	48,2	" 3	1,887	52,2	A III c	7,792	47,3	" 3	1,882	52,4
12	8,526	50,0	A III d	7,755	48,2	" 4	2,065	47,0	A III d	7,415	48,2	" 4	1,773	49,4
13	8,537	49,9	A IV a	8,800	49,2	A I d 1	2,169	50,6	A IV a	7,215	47,1	A I d 1	1,917	50,8
14	8,707	49,9	A IV b	7,755	49,4	" 2	1,992	45,3	A IV b	7,428	48,1	" 2	1,768	49,9
15	8,687	50,2	A IV c	7,890	46,6	" 3	2,175	44,6	A IV c	7,898	48,0	" 3	1,857	50,3
16	8,790	51,8	A IV d	8,890	47,8	" 4	2,384	47,1	A IV d	7,998	48,3	" 4	1,992	48,0
	gem. 8,532 gr.	49,5 %		7,565 gr.	48,2 %		2,103 gr.	48,5 %		7,547 gr.	47,9 %		1,859 gr.	49,8 %
	$\sigma = \pm 1,068 \%$			$\sigma = \pm 1,080 \%$			$\sigma = \pm 2,392 \%$			$\sigma = \pm 0,790 \%$			$\sigma = \pm 1,521 \%$	
	ideale $\sigma = \pm 1,142 \%$			ideale $\sigma = \pm 0,930 \%$			ideale $\sigma = \pm 1,796 \%$			ideale $\sigma = \pm 0,949 \%$			ideale $\sigma = \pm 1,913 \%$	

Bij de beide eerste dezer proeven vonden wij de standaardafwijkingen  $\pm 1,030$  % en  $\pm 2,392$  % en de daarbij behorende ideale standaardafwijkingen  $\pm 0,930$  % en  $\pm 1,796$  %.

Het laatste stel proeven, op dezelfde wijze gedaan, leverde standaardafwijkingen van  $\pm 0,730$  % en  $\pm 1,521$  %, terwijl het bedrag der ideale standaardafwijkingen hier  $\pm 0,949$  %, resp.  $\pm 1,913$  % bedroeg. Hoewel de standaardafwijkingen in de laatste beide gevallen kleiner zijn dan de ideale standaardafwijkingen, zijn de verschillen toch zoo gering, dat wij, hare middelbare fout in rekening brengende, moeten concluderen, dat hier de standaardafwijkingen der genomen monsters overeenstemmen met die van het ideale geval. Hetzelfde geldt voor de proeven van tabel 20 en 21, waar de standaardafwijkingen der monsters iets groter zijn dan de ideale.

Het valt op, dat in tabel 22 het gemiddelde gehalte aan geverfd zaad lager is dan in tabel 23. Dit is gemakkelijk verklaarbaar, daar de proef, weergegeven in tabel 22, veel later is genomen, dan die in tabel 23; in dien tusschentijd zijn er van het geverfde zaad kleine deeltjes verloren gegaan, een verschijnsel dat wij bij de bewerking van het karwijzaadmengsel herhaaldelijk konden opmerken. De samenstelling van dit mengsel kon daardoor niet geheel standvastig blijven.

#### *Samenvatting der uitkomsten.*

Zie tabel 24.

Wanneer wij al het hierboven meegedeelde thans eens overzien, dan kunnen wij er eenige uitkomsten uit afleiden. Wij vinden, dat de betrouwbaarheid der besproken methoden zeer verschillend uitvalt, hetgeen deels zijn oorzaak vindt in de methoden zelf, deels in den aard van het gebezigde zaadmengsel.

De methode HOFFMANN geeft slechts standaardafwijkingen, die aanzienlijk groter zijn dan de ideale standaardafwijkingen. Niet alleen is een volledige menging hier moeilijk uit te voeren, maar tevens is het gevaar voor ontmenging tijdens het uitgieten der monsters vrij groot. Bovendien blijkt men gemakkelijk een systematische fout te maken.

In tegenstelling met de eerstgenoemde werden met de methode *Zaadcontrole* zeer goede monsters verkregen; wel is de standaardafwijking der monsters in 2 gevallen (tabel 5 en 7) vrijwat groter dan de ideale, maar het verschil is (de middelbare fouten der standaardafwijkingen in aanmerking genomen) niet zoo groot, dat wij met volkomen zekerheid mogen beweren, dat het vaststaat. Mits men zorg draagt voor een zeer zorgvuldige menging, en men op een groot aantal plekken kleine porties zaad opschept om daarmee het te onderzoeken monster samen te stellen, zijn met deze methode zeer goede uitkomsten te verkrijgen.

De methode ZIJLSTRA biedt, evenals die van de *Zaadcontrole* de mogelijkheid van een goede volledige menging; bij het verdeelen van het mengsel, in het bijzonder bij de kleinere porties, speelt de aard

van het zaad hier echter een zeer belangrijke rol. Bij zaad, dat niet gemakkelijk wordt ontmengd, zijn hier zeer goede resultaten te bereiken; maar gemakkelijk ontmengbare, b.v. ronde, gemakkelijk rollende zaden, leveren slechts onbetrouwbare monsters.

Van de uitkomsten van alle drie genoemde methoden kunnen wij intusschen zeggen, dat ze geflatteerd zijn. Dit berust op het feit, dat de monsters zoodanig werden genomen, dat bij het nemen van elk volgend monster werd uitgegaan van een partij zaad, dat reeds voor het voorgaande monster zeer zorgvuldig was gemengd. We kunnen dus wel veilig aannemen, dat de menging voortdurend vollediger en het mengsel voortdurend homogener werd, hetgeen zonder twijfel een gunstigen invloed op de volgende monsters zal uitoefenen. In de tabellen is dat helaas niet meer zichtbaar, daar de monsters niet in de volgorde zijn geplaatst, waarin ze werden genomen.

Met de *machinale methode* kregen wij minstens even goede, zoo niet nog betere resultaten, als met de methode *Zaadcontrôle*. Het groote voordeel van de machinale methode boven al de andere methoden ligt in het wegvallen van de menging. Ook al is de partij zaad veel grooter, dan in één keer in den vultrechter gestort kan worden, kan men deze gemakkelijk en betrouwbaar tot  $\frac{1}{4}$  reduceeren zonder voorafgaande menging, door de aanvangspartij bij kleine gedeelten in de machine te brengen, en telkens slechts het zaad uit 1 der vier vakken in een zak op te vangen. Wil men de partij nog kleiner maken, dan herhaalt men de bewerking met het in den zak opgevangene.

TABEL 24.

Methode.	Zaadmengsel.	Gemiddeld gewicht der monsters in grammen.	Standaardafwijking der monsters. $\sigma$ .	Middelbare fout der standaardafwijking.	Ideale standaardafwijking.	Middelbare fout der ideale standaardafwijking.
HOFFMANN	koolzaad + mosterd	11.1	$\pm 3.23\%$	—	—	—
"	"	8.2	4.998	—	$\pm 1.162\%$	—
"	"	8.2	2.594	—	1.162	—
"	geverfde + onbeh. karwij	8.7	1.20	—	0.626	—
Zaadcontrôle	koolzaad + mosterd	8.4	1.850	$\pm 0.327\%$	1.150	$\pm 0.019\%$
"	"	8.3	1.351	—	1.155	—
"	geverfde + onbeh. karwij	8.0	1.76	0.311	0.919	0.012
ZIJLSTRA	koolzaad + mosterd	8.3	5.05	—	1.157	—
"	geverfde + onbeh. karwij	9.6	0.83	—	0.840	—
Machinale methode	koolzaad + mosterd	11.0	1.362	0.120	1.032	0.015
"	"	8.0	1.218	0.107	1.173	0.019
"	"	32.4	0.602	—	0.586	—
"	"	8.5	1.065	0.241	1.142	0.018
"	geverfde + onbeh. karwij	7.8	1.080	0.182	0.930	0.012
"	"	2.1	2.392	0.423	1.796	0.046
"	"	7.5	0.790	0.129	0.949	0.013
"	"	1.9	1.521	0.269	1.913	0.052

### *Zusammenfassung.*

Im Vorstehenden wurde eine Beschreibung gegeben eines von uns angefertigten Apparates zur Gewinnung zuverlässiger Durchschnittsproben aus höchstens einige kg. schweren Samenmengen.

Der Apparat besteht aus einem drehbaren metallenen Trichter und einem hölzernen, in vier gleichen Fächern getheilten Kasten.

Die zur Probenahme herangezogene Samenmenge wird in den Trichter geschüttet und unter Drehung desselben in die Fächer ausgeschleudert. Die letzteren enthalten schliesslich gleich grosse Samenmengen, deren Zusammensetzung der der gesamten Menge entspricht. Von einem beliebigen Fache wird der Inhalt abermals im Apparate gevierteilt, und dieses Verfahren solange wiederholt, bis eine Probe vom gewünschten Gewichte erhalten ist.

Zur Prüfung des Apparates wurden zwei Gemische von gleichen Gewichtsteilen verschieden gefärbter Samen hergestellt. Das eine Gemisch bestand aus Rapssamen (niederländisch: koolzaad) und gelben Senfsamen (niederländisch: geel mosterdzaad); das zweite Gemisch enthielt mittels Schreibtinte gefärbte und unbehandelte Kümmelsamen (niederländisch: geverfd en onbehandeld karwijzaad). Aus diesen Gemischen wurden zahlreiche Proben gezogen, deren Zusammensetzung ermittelt und in Prozenten des einen Bestandtheils dargestellt wurde. Unter Berücksichtigung der Fehlergrösze wurde die Zuverlässigkeit unserer Probenahme geprüft und mit einigen üblichen Methoden verglichen. Dabei hat sich herausgestellt, dass mit unserem Apparate die möglichst grosse Genauigkeit erreicht wurde.

Die Prüfung der sonstigen Methoden fiel sehr verschieden aus, je nach der Beschaffenheit der Samenmenge und der Gewandtheit des Probenziehers. Die von uns beschriebene mechanische Probenahme hat den Vorteil, dass sie von diesen Factoren völlig unabhängig ist, indem die Samenmenge vorher nicht gemischt zu werden braucht.

In den Tabellen finden sich die Ergebnisse zusammengestellt; und zwar in der ersten Spalte die Nummern der Proben, in der zweiten und dritten Spalte die Gewichte der Proben bezw. das Verhältnis der beiden Bestandteile. Aus diesen beiden letzten Spalten wurde je der Mittelwert berechnet und weiter die Standardabweichung. Der letzte Wert wurde verglichen mit der idealen Standardabweichung, d.h. der Standardabweichung bei tadelloser Probenahme.



*Erklärung der Figur 1. (Pag. 28.)*

- A = senkrechter Durchschnitt durch den Apparat.  
t = drehbarer Fülltrichter; k = hölzerner Kasten; a = Achse, oberer Stützpunkt des Trichters; b = einer der 3 metallenen Bügel; l = Kugellager; st = kegelförmiger Schlieszstöpsel; n = Auslauftrichter.
- B = oberer Stützpunkt des Fülltrichters, von oben gesehen.
- C = Fülltrichter, von oben gesehen.
- D = hölzerner Kasten, von oben gesehen, nach Entfernung des Fülltrichters; o = Oeffnung mit dem Kreuzen.
- E = hölzerner Kasten, von unten gesehen.
-