

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID, GRONINGEN

Vereffening van gegevens van een drie-factoren-proef (5x5x6) met behulp van een „vereffeningsapparaat”

door

S. DE HAAN

Worden aan een gewas opklimmende hoeveelheden van een meststof, bijv. stikstof, verstrekt en nemen we het aantal herhalingen per stikstoftrap oneindig groot en het verschil tussen twee opeenvolgende stikstoftrappen oneindig klein, zodat dus ook het aantal stikstoftrappen oneindig groot wordt, dan vormen de gemiddelden (bijv. van de opbrengst) per stikstoftrap, uitgezet op grafiekpapier, een vloeiende lijn. We nemen aan dat ook in de praktijk, waar gewerkt moet worden met een beperkt aantal trappen en een beperkt aantal herhalingen per trap, het beste verband tussen de opeenvolgende trappen kan worden weergegeven door een vloeiende lijn. Door het beperkte aantal herhalingen zijn de objectsgemiddelden in de praktijk met fouten behept. Het is dan als regel niet mogelijk, een vloeiende lijn te trekken zodanig, dat de objectsgemiddelden op deze lijn gelegen zijn. De vloeiende lijn loopt dan tussen de punten door en de objectsgemiddelden wijken er in meerdere of mindere mate van af naar boven of naar beneden. Door de objectsgemiddelden met de afwijkingen t.o.v. de vloeiende lijn te vermeerderen, resp. te verminderen, worden de vereffende objectsgemiddelden verkregen. Het vereffenen van opbrengstgegevens bij één onafhankelijke variabele is dus in wezen een eenvoudige zaak, al kan het trekken van de meest waarschijnlijke lijn soms veel hoofdbrekens kosten, als de gegevens een grote spreiding vertonen.

Iets gecompliceerder wordt het, wanneer er twee onafhankelijke variabelen zijn, bijv. opklimmende stikstofhoeveelheden bij opklimmende fosforzuurhoeveelheden. Men kan dan vereffenen in de richting van de stikstofhoeveelheden en in de richting van de fosforzuurhoeveelheden. Men begint met de opbrengstgegevens uit te zetten bijv. tegen de fosforzuurhoeveelheden, trekt de lijnen voor de verschillende stikstofniveaus en leest de vereffende waarden af (1e vereffening). De bij de 1e vereffening verkregen waarden worden vervolgens uitgezet tegen de stikstofhoeveelheden en er worden lijnen getrokken op de verschillende fosforzuurniveaus. Daarbij wordt niet alleen met de gecorrigeerde punten rekening gehouden, doch ook met de oorspronkelijke ligging der punten, welke dan tevens wordt uitgezet (2e vereffening). De bij de 2e vereffening verkregen waarden worden daarna weer uitgezet tegen de fosforzuurhoeveelheden, enz. Men gaat met deze werkwijze door tot door de ver-

effende punten zonder meer vloeiende lijnen getrokken kunnen worden in beide richtingen¹⁾.

Het kan ook voorkomen, dat er 3 variabelen zijn, bijv. opklimmende stikstofhoeveelheden bij opklimmende fosforzuurhoeveelheden bij opklimmende kalihoeveelheden. Dit soort proeven wordt niet zo vaak genomen, omdat het aantal veldjes zo groot wordt. Bij 5 trappen per variabele zonder herhalingen bedraagt het aantal reeds 125.

Ir. Kortleven heeft in de laatste jaren verschillende proeven genomen, die tot dit type gerekend kunnen worden, zo bijv. Pr 800 - 1956. Schrijver dezes is met de verwerking der gegevens van deze proef belast geweest. In deze proef werden vijf opklimmende stalmesthoeveelheden (incl. 0 stalmest; de stalmest fungeerde in dit verband door de verder toegediende bemesting enkel als stikstofleverancier) gegeven bij opklimmende kunstmeststikstofhoeveelheden (incl. 0 N; N in de vorm van kalkammonsalpeter). De derde variabele in deze proef was het tijdstip van opbrengstbepaling. Er werden nl. zes bemonsteringen verricht vanaf medio juli om de 14 dagen, waarbij loof- en knolopbrengsten en verschillende gehalten in loof en knol bepaald werden. Bij de verschillende bemonsteringen werd telkens een deel van een normaal oogstveldje van 6 x 11 m geoogst. De oogstveldjes waren dus erg klein; het aantal herhalingen bedroeg echter vier en bij de uiterste objecten zelfs vijf.

De vereffening van de gegevens van dit soort proeven kan op geheel analoge wijze geschieden als bij proeven met 2 variabelen. Begonnen wordt met een bepaald gegeven, bijv. de loofopbrengst, uit te zetten tegen de stalmesthoeveelheden; het verdient meestal aanbeveling, te beginnen met uit te zetten tegen die factor, die de minste invloed heeft, dat was in dit geval de stalmest. Bij het uitzetten van de gegevens tegen de stalmesthoeveelheden zijn er nu twee mogelijkheden. Men kan het doen bij de verschillende stikstoftrappen met afzonderlijke figuren voor de verschillende bemonsteringsdata en bij de verschillende bemonsteringsdata met afzonderlijke figuren voor de verschillende stikstofniveaus. Het is niet mogelijk, alles in één figuur uit

¹⁾ De vereffening bij 2 onafhankelijke variabelen is voor een speciaal gecompliceerd geval beschreven door Kortleven. [De stikstofvoeding van de aardappel door middel van stalmest en van kunstmest II (V.L.O. 65.1 1959, pag. 6).]

te zetten. Men ziet dan door de bomen het bos niet meer. Het maakt weinig verschil, of men uitzet tegen de stalmesthoeveelheden bij de verschillende bemonsteringsdata of bij de verschillende stikstofniveaus. In de loop der vereffening komt toch elke combinatie van factoren aan de orde. Laten we aannemen, dat we beginnen met uit te zetten tegen de stalmesthoeveelheden bij de verschillende stikstofniveaus, met afzonderlijke figuren voor de verschillende bemonsteringsdata. De verschillende opbrengstlijnen worden dan getrokken en de vereffende waarden afgelezen (1e vereffening).

De bij de 1e vereffening verkregen waarden worden daarna uitgezet tegen de kunstmeststikstofhoeveelheden bij de verschillende bemonsteringsdata, met afzonderlijke figuren voor de stalmesttrappen. Bij het tekenen van de opbrengstlijnen wordt rekening gehouden met de oorspronkelijke ligging der punten, welke ook weer in de figuren wordt aangegeven (2e vereffening).

Bij de 3e vereffening worden de bij de 2e vereffening verkregen waarden uitgezet tegen de bemonsteringsdata bij de verschillende stalmesthoeveelheden, met afzonderlijke figuren voor de stikstofniveaus. Bij de 4e (resp. 5e, 6e, enz.) vereffening wordt uitgezet tegen de stalmesthoeveelheden (resp. stikstofhoeveelheden, bemonsteringsdata, enz.) bij de verschillende bemonsteringsdata (resp. stalmesttrappen, stikstoftrappen, enz.), met afzonderlijke figuren voor de stikstoftrappen (resp. bemonsteringsdata, stalmesttrappen, enz.). Na de 6e vereffening zijn de gegevens in alle mogelijke verbanden bekeken. De verkregen waarden zijn dan meestal al wel zodanig, dat er zonder meer vloeiende lijnen doorheen getrokken kunnen worden, onverschillig in welke richting men ze uitzet en in welke combinatie. Een enkele maal is dat reeds bij de vijfde of zelfs bij de vierde vereffening het geval. Bij materiaal, dat een grote spreiding vertoont, zijn echter ook wel eens zeven of meer vereffeningen nodig. De zevende vereffening geschiedt dan geheel gelijk aan de eerste, enz.

Het zal zonder meer duidelijk zijn, dat het vereffenen van gegevens van een drie-factoren-proef op deze wijze zeer bewerkelijk is. Het vereffenen van één grootheid, bijv. knolopbrengst, neemt op deze wijze enkele dagen in beslag. Het uitzetten van de punten op het grafiekpapier en het aflezen der vereffende waarden betekent een zware belasting voor de ogen van de hulpkrachten, die dit werk verrichten. Een groot bezwaar van deze werkwijze is ook, dat men in de figuren, waarmee men bezig is, steeds maar een deel van het materiaal voor zich heeft, dat uit het verband met de rest is losgemaakt. Dit laatste gezichtspunt is aanleiding geweest om over te gaan op een andere werkwijze, die ook uit een oogpunt van arbeidsbesparing en arbeidsvergemakkelijking een belangrijke verbetering gebleken is (de arbeidsbesparing kan op minstens 100 % gesteld worden). De nieuwe werkwijze komt op het volgende neer.

De gegevens worden uitgezet op beukenhouten latjes van $100 \times 1 \times 0,5$ cm, waarop een centimeterverdeling is aangebracht en waarin om de $\frac{1}{2}$ cm gaatjes geboord zijn. De latjes zijn bevestigd in beuken-

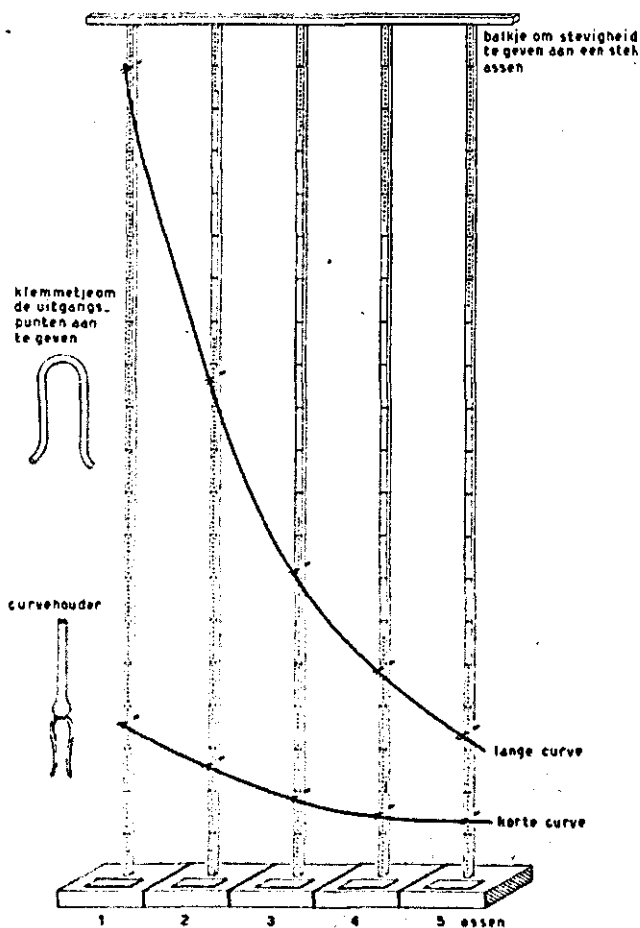


Fig. 1. Het uitzetten van de gegevens op beukenhouten latjes.

houten blokjes van $10 \times 10 \times 2,5$ cm (blokjes + latjes worden verder assen genoemd; zie fig. 1). De assen kunnen in 2 richtingen²⁾ opgesteld worden, bijv. in de ene richting de stalmesttrappen en in de andere richting de stikstoftrappen (fig. 2). Op de assen moeten dan de gegevens bij de verschillende bemonsteringsdata uitgezet worden. Dit gebeurt door in de betreffende gaatjes 3 cm lange staafjes van ijzerdraad, omgeven door plastic hoesjes in verschillende kleuren, aan te brengen. Op de staafjes zijn tot klemmetjes gevormde stukjes dun koperdraad gesoldeerd (zie fig. 1), waarin curven aangebracht kunnen worden. De curven bestaan uit spiralen van koperdraad, omgeven door plastic hoezen in dezelfde kleuren als de staafjes der curvehouders (= staafjes + klemmetjes). De spiralen hebben de neiging, uit zichzelf vloeiende lijnen te vormen. Ze helpen dus de oneffenheden in het verloop der punten (i.e. curvehouders) aan te brengen. Het is daarom nodig, dat de curvehouders in de gaatjes in de assen goed draaibaar zijn. In de spiraal draad is aan het ene uiteinde een schroefje gedraaid met een oogje, waar het staafje van de curvehouder doorheen gestoken kan worden (in fig. 1 is deze bijzonderheid weggelaten). Op de andere snijpunten van de curven met de assen worden de curven gewoon in de klemmetjes geschoven. Het

²⁾ Deze richtingen kan men noemen resp. de richting van x- en y-as; in dit verband zouden de assen y-assen genoemd kunnen worden.

moet voorkomen worden, dat de curve aan het andere uiteinde te ver uitsteekt, omdat het gewicht van het uitstekende gedeelte de curve een minder zuiver verloop zou kunnen geven. Daarom zijn er in elke kleur curven van verschillende lengten (50-120 cm).

In fig. 2 zijn ter wille van de overzichtelijkheid

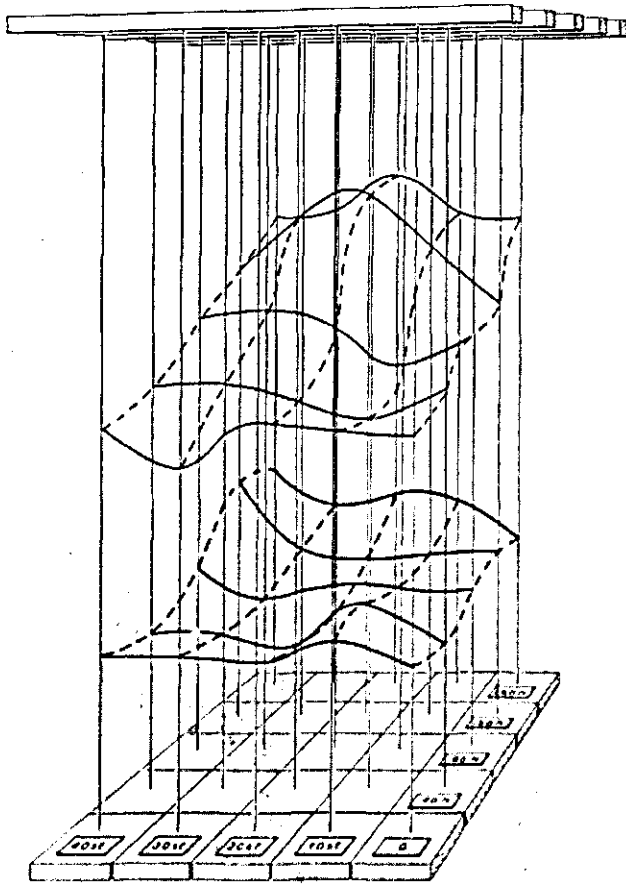


Fig. 2. Opstelling van de assen in twee richtingen.

alleen de gegevens (in dit geval de stikstofgehalten van het loof) uitgezet van de eerste en de zesde bemonstering. In de stalmestrichting zijn de curven aangebracht. Deze kunnen slechts in één richting tegelijk aangebracht worden (wil men ze in fig. 2 in de stikstofrichting aanbrengen, dan moeten de assen eerst een kwartslag gedraaid worden). Het verloop der punten in de andere richting is aangegeven met een gebroken lijn.

Het vereffenen heeft plaats door de curvehouders langs de assen te verplaatsen. Het is van belang, dat de oorspronkelijke plaatsen gekenmerkt blijven, althans totdat de juiste loop der curven in grote trek-keid vaststaat. Daarom worden op de oorspronkelijke plaatsen aan de achterkant van de assen klemmetjes aangebracht van gebogen koperdraad, met er omheen een plastic hoes, weer in verschillende kleuren (de klemmetjes zijn zo lang, dat ze door de staafjes van de curvehouders niet van hun plaats gedrukt kunnen worden; zie fig. 1). Het geven van de juiste loop aan de lijnen is een kwestie van passen en meten en vereist inzicht in het materiaal. Elk punt moet in drie richtingen in het juiste verband gebracht worden.

Bij een bepaalde opstelling kan in twee richtingen vereffend worden, bijv. in fig 2 in de stalmest- en stikstofrichting. De punten op de assen komen dan automatisch in een zekere volgorde van tijd te staan. Voor een juiste vereffening in de tijd is het echter noodzakelijk, deze factor in het grondvlak te brengen.

Bij het vereffenen wordt vlak voor vlak afgewerkt (in ons geval de opeenvolgende stikstoftrappen). Is een vlak afgewerkt, dan wordt het terzijde geschoven. Als het noodzakelijk is een bepaald punt of een bepaalde lijn weer in het gehele verband te bezien, dan kunnen de terzijde geschoven vlakken weer op hun plaats gesteld worden. Voor de stevigheid van het geheel wordt een stel assen in de vereffeningrichting van boven in een balkje bevestigd, waarin daartoe boringen zijn aangebracht (fig. 1).

Is de vereffening in de eerste richting voltooid, althans voorlopig, dan worden de curven er uit genomen en in de andere richting aangebracht, nadat de assen een kwart slag gedraaid zijn. Is het vereffenen ook in die richting voltooid, dan gaan we weer vereffenen in de eerste richting en daarna weer in de tweede, tot de curven door de vereffende punten in beide richtingen een vloeiend verloop vertonen.

Daarna wordt afgelezen en opnieuw uitgezet tegen een andere combinatie van factoren in het grondvlak, bijv. tegen de bemonsteringsdata in de ene en de stalmesthoeveelheden in de andere richting. Op

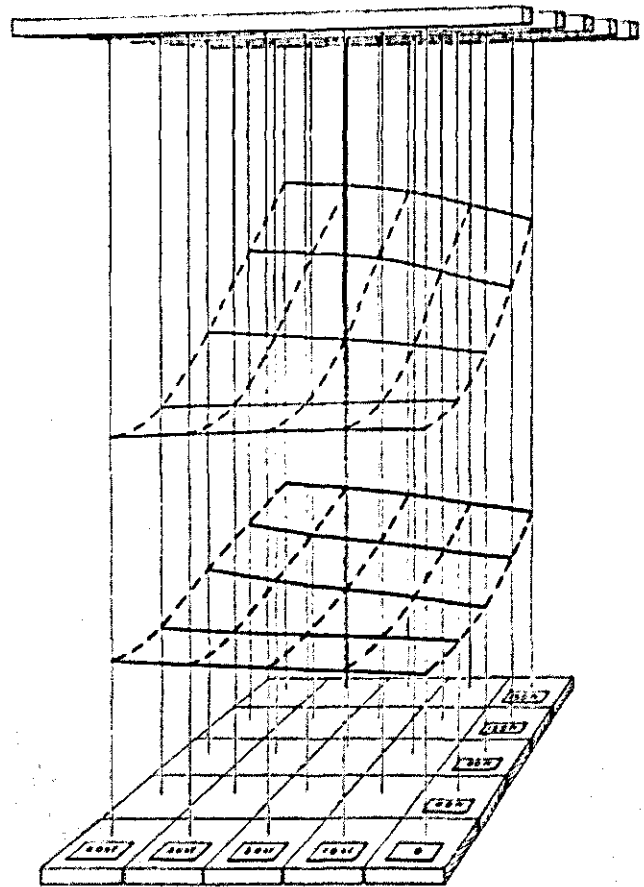


Fig. 3. Afbeelding van het resultaat der vereffening.

de assen worden dan de gegevens van de verschillende stikstofhoeveelheden uitgezet. Is ook deze vereffening in beide richtingen voltooid, dan wordt nog eens uitgezet tegen de derde combinatie van factoren in het grondvlak, in dit geval de stikstofhoeveelheden en bemonsteringsdata. Dit is meer ter controle. Er hoeft dan gewoonlijk niet meer vereffend te worden.

In fig. 3 is het resultaat van de vereffening afge-

beeld. Hierin zijn terwille van de overzichtelijkheid evenals in fig. 2 slechts van de eerste (boven) en zesde (beneden) bemonstering de vereffende stikstofgehalten weergegeven.

Het geheel van de bij de nieuwe werkwijze gebruikte hulpmiddelen is door ons „vereffeningsapparaat” genoemd. Het is in samenwerking met enkele collega's tot stand gekomen.
