

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

Stikstofproefveld Pr 1521 te Hornhuizen

door dr. F. van der Paauw

Inleiding

Het proefveld is in 1954 aangelegd met het doel de opbrengsten in opeenvolgende jaren te vergelijken. Nagegaan wordt in welke mate het weer verantwoordelijk is voor verschillen in vruchtbaarheid van de grond en van de opbrengsten. Het proefveld is onderdeel van een serie, waartoe thans negen proefvelden, over Nederland verspreid, behoren. De twee eerste proefvelden van de serie zijn in 1947 op de veenkoloniale proefboerderijen aangelegd, de andere in 1954 en later. Voor de behandeling van een dergelijk vraagstuk is een lange reeks van proefjaren nodig. In het in 1961 uitgebrachte verslag konden slechts enkele resultaten zeer voorlopig worden genoemd. Het belangrijkste hiervan was ongetwijfeld, dat er ook op dit proefveld een aanwijzing is verkregen dat opbrengsten met enige regelmaat in enkele opeenvolgende jaren afwisselend toe- of afnemen, zodat een min of meer golvend verloop ontstaat. Het lijkt er dus op dat de opbrengsten niet van jaar tot jaar geheel volgens toeval variëren, maar dat er een zeker verband bestaat tussen de opbrengsten van opeenvolgende jaren. Aan de hand van een groot feitenmateriaal is geconcludeerd dat opbrengstverschillen tussen jaren gedeeltelijk tot stand komen, doordat de vruchtbaarheid van de grond in opeenvolgende te natte jaren afneemt en in droge jaren stijgt. Het afwisselend voorkomen van nattere en drogere perioden en de geleidelijkheid van de veranderingen verklaart waarom vaak een golfvormig verloop van opbrengsten is gevonden.

De opzet als stikstofproefveld maakt het mogelijk ook de reactie op stikstof en de levering van deze stof door de grond in verschillende jaren te vergelijken. De stikstoflevering is een belangrijk kenmerk van vruchtbaarheid. De bemesting met stikstof wordt op elk proefperceeltje jaarlijks verschillend gegeven. Deze handelwijze voorkomt dat de verschillende objecten van het proefveld op den duur door cumulatieve werking van steeds dezelfde stikstofgift gaan verschillen. Bovendien is het bij deze werkwijze mogelijk de nawerking van de in het vorige jaar toegediende stikstof te bepalen.

Om elk jaar over opbrengsten van eenzelfde gewas te kunnen beschikken, worden drie gewassen in vruchtopvolging verbouwd, nl. aardappelen (Eigenheimer), zomertarwe (Peko) en haver (Marne). Het proefveld bestaat daarom uit drie naast elkaar gelegen stroken.

Bij enkele proefvelden van deze serie kon met grote zekerheid worden vastgesteld dat het gehalte aan in het bodemvocht opgeloste stikstof, dat in het voorjaar binuen het bereik van de wortels wordt aangetroffen, afhankelijk is van de sterkte van de regenval in de voorgaande winter. In natte winters spoelt de in de voorgaande nazomer en herfst in de bovenste bodemlagen opgehoopte stikstof uit. Daarentegen is na een droge winter nog een aanmerkelijke hoeveelheid voor het gewas beschikbaar. Het gehalte van opgeloste stikstof is dus een factor van bodemvruchtbaarheid die betrekkelijk gemakkelijk onder invloed van het weer verandert. Het belang van deze factor is vrij groot, vooral als te weinig met stikstof wordt bemest. Nagegaan wordt of dit verschijnsel ook op deze lichte zavelgrond (met slechts 11% afslibbare delen) voorkomt.

Er zijn tot nu toe vier droge winters geweest, n.l. in 1954, 1960, 1963 en 1964. De som van de neerslag in de periode november/februari bedroeg resp. 134, 193, 141 en 159 mm. Hoewel de winter van 1960 wat regenrijker was, wordt deze toch als vrij droog beschouwd. De regen viel n.l. in het begin van de winterperiode op een geheel uitgedroogde grond. Slechts een gedeelte van het regenwater heeft bijgedragen tot inspoeling van stikstof. In de overige jaren was de neerslag in 1955/1958 en 1965 middelmatig (variërend tussen 223 en 268 mm); in 1961 en 1962 hoger met resp. 382 en 299 mm. In 1965 viel in de zaaitijd zoveel regen, dat de tarwe ernstig werd geschaad en de haver geheel mislukte. Ook de aardappelen leden ernstige schade, doordat het water dagenlang tussen de ruggen bleef staan.

In 1961 is aan het proefveld een uitbreiding gegeven. Een kleine oppervlakte achter het proefveld is toegevoegd, waarop verschillende specialisten geregeld waarnemingen verrichten over de toestand van de grond en de ontwikkeling van aardappelen. Er wordt naar gestreefd de veranderingen van de grond onder invloed van de weersomstandigheden vast te leggen en de verschillen in groei en opbrengst te verklaren.

Verband tussen stikstofbemesting en opbrengst onder invloed van de winterregen

Het verband tussen stikstofbemesting en de opbrengst van aardappelen, tarwe en haver in de verschillende jaren is in fig. 1-3 door lijnen weergegeven.

Deze lijnen zijn uit de hand getrokken; de opbrengsten van de afzonderlijke veldjes zijn weggelaten. Gewoonlijk waren de uitkomsten regelmatig.

De opbrengstverhoging onder invloed van stikstofbemesting was steeds aanzienlijk. Het is gebleken dat de stikstofbehoefte op deze

grond in het begin te laag is geschat. De hoogste gift werd in 1957 bij aardappelen veranderd van 160 in 200 kg per ha stikstof, bij tarwe van 80 in 100 kg en bij haver van 72 in 88 kg. Daar ook met deze giften meestal geen maximale opbrengsten werden verkregen, zijn de hoogste giften van 1963 af nog eens gewijzigd in resp. 225, 125 en 110; beide laatste zijn in 1965 op 130 kg gebracht. Ook de andere giften zijn herhaaldelijk gewijzigd. De opbrengsten kunnen echter uit de opbrengstkrommen bij elke willekeurige gift worden afgelezen.

De mate waarin de grond stikstof levert, kan uit de vorm van de opbrengstkromme worden afgeleid. Een hoge opbrengst zonder dat stikstof gegeven is en het bereiken van de maximale opbrengst bij een betrekkelijk matige bemesting kenmerken een ruime levering van stikstof door de grond. In een dergelijk geval daalt de opbrengst meestal bij nog zwaardere bemesting. In jaren met geringe stikstoflevering begint de kromme laag en kan de maximaal bereikbare opbrengst zelfs nog niet bij de hoogste stikstofgift verkregen zijn.

Bij de *aardappelen* (fig. 1) kunnen de jaren na droge winters duidelijk worden onderscheiden. Zonder stikstof werd vooral in 1954, maar ook in 1960 en 1964 een betrekkelijk hoge opbrengst verkregen. In 1963 was dit niet het geval. Wel werd de maximale opbrengst reeds bij de vrij lage gift van 160 kg bereikt. Een zwakke reactie op hoge giften werd ook in 1954 en 1964 gevonden.

Het is dus duidelijk dat aardappelen op deze grond op de neerslag gedurende de winter reageren. Dit is belangrijk, omdat dit verschijnsel op veenkoloniale gronden wel duidelijk bij granen, maar slechts zwak bij aardappelen is gevonden. De reden hiervan is waarschijnlijk dat de vroeger in het seizoen groeiende granen dankbaar zijn voor de aanwezigheid van een uit het vorige jaar overgebleven (maar niet zo heel grote) hoeveelheid stikstof. De grond is nog koud en de hoeveelheid door mineralisatie van organische stof vrij komende stikstof is gering. Later groeiende aardappelen profiteren echter in belangrijke mate van de grote hoeveelheid gemineraliseerde stikstof die later op de humusrijke veenkoloniale grond ter beschikking komt. Hierbij vergeleken betekent de uit de winter overgebleven hoeveelheid stikstof vrij weinig. Het was op oude veenkoloniale grond slechts mogelijk 14% van de zonder stikstofbemesting opgetreden opbrengstverschillen uit de verschillen in neerslag te verklaren. Voor Hornhuizen bedraagt dit meer, nl. 47%, dus bijna de helft. Bij deze grond zal het dus ook bij de verbouw van aardappelen raadzaam zijn bij de bemesting met stikstof met de grootte van de neerslag in de winter rekening te houden.

Bij *zomertarwe* (fig. 2) kan eveneens een duidelijke invloed van de regenhoeveelheid in de winter worden vastgesteld. De zonder stikstofbemesting verkregen opbrengst was in 1954 niet hoog, maar toch nauwelijks lager dan met een zware bemesting. Bovendien was de

opbrengst aan stro zonder stikstof hoger dan in alle volgende jaren. De lage korrelopbrengst is dus geen gevolg van onvoldoende groei, maar van slechte korrelzetting, die mogelijk door het ongunstige weer tijdens de rijping veroorzaakt is. In 1960, 1963 en 1964 waren de opbrengsten zonder stikstof betrekkelijk hoog. Bovendien is het maximum in 1964, evenals bij aardappelen, reeds bij een vrij lage gift (± 75 kg/ha N) verkregen. In beide andere jaren was dit minder het geval.

Een afwijkend jaar is 1955, waarin de opbrengst zonder stikstof ondanks middelmatige neerslag in de winter toch hoog was en het maximum reeds bij 60 kg/ha stikstof werd gevonden. Het zal nader blijken dat hetzelfde bij haver is voorgekomen. De opbrengstkromme van 1956, die bij haver een soortgelijke afwijking vertoont, is echter bij tarwe overeenkomstig de verwachting.

Een nogal afwijkend gedrag had *haver* (fig. 3). In 1954 leverde de grond ook bij dit gewas veel stikstof. De opbrengst zonder stikstof was met 4000 kg korrel opvallend hoog; de maximale opbrengst werd reeds met 30 kg stikstof bereikt. Afwijkend is dat een overeenkomstige reactie niet alleen in 1955 (zoals bij tarwe) is gevonden, maar ook in 1956. De opbrengsten van ± 3400 kg steken sterk af tegen de veel lagere (meestal ± 2000 kg) in de volgende jaren. De maximale opbrengst is bij ± 70 kg stikstof verkregen. De voorafgaande winters waren echter middelmatig nat en weinig anders dan in 1957/1959, waarin zonder stikstof veel lagere opbrengsten zijn verkregen. De opbrengst na de droge winter van 1960 was nog de beste. In 1963 bedroeg de opbrengst 2000 kg, in 1964 slechts 1500 kg. Bovendien stijgen de opbrengsten in deze drie jaren tot de hoogste gift; in 1963 en 1964 was 110 kg stikstof nog lang niet voldoende.

Het wekt dus de indruk dat de levering van stikstof door de grond aan haver na 1956 plotseling sterk is afgenomen en in 1961 en 1964 zelfs uitermate laag was. Zoals gezegd vonden wij in 1955 bij tarwe eveneens een ruime stikstoflevering.

De opbrengsten aan stro geven een overeenkomstig beeld en kunnen de eigenaardige uitkomsten niet verklaren. Een invloed van de winterregen is dus alleen door de hoge opbrengst zonder stikstof in 1954 en de, in verhouding tot de andere lage opbrengsten, iets hogere opbrengst in 1960 aangeduid. Dat ook hoge opbrengsten in 1955 en 1956 zijn verkregen is strijdig met onze voorstelling dat de opbrengst zonder bemesting met stikstof tijdens de winter wordt bepaald.

Een verklaring van deze afwijking bij haver kan niet worden gegeven. Wel kon bij een onderzoek van het wortelstelsel worden vastgesteld dat haver zonder stikstofbemesting veel minder diep wortelde dan tarwe. Dit zou de in latere jaren gevonden grotere gevoeligheid van haver voor stikstofgebrek kunnen verklaren. Bij ruime stikstofbemesting ont-

wikkelde de haver een even krachtig wortelstelsel als tarwe. Een dergelijk achterblijven van de wortelgroei is vermoedelijk een gevolg van te natte grond, die blijkbaar voor tarwe en goed gevoede haver geen belemmering was. Het zou kunnen zijn dat deze remming van de wortelgroei niet in de droge voorjaren van 1955 en 1956 is opgetreden. Er is toen uiteraard voor ons geen reden geweest om een wortelonderzoek te verrichten. Dit zou wel het uitblijven van een verschil met tarwe, maar nog niet de grotere stikstofrijkdom van de grond in deze jaren kunnen verklaren. De reden van de ruime levering van stikstof bij haver en tarwe in 1955 en bij haver in 1956 blijft dus onopgehelderd.

Het verloop van de opbrengsten in verband met de regenval.

Kunnen er nu, behalve de invloed van de regenval in de winter, nog andere invloeden van de regen op de vruchtbaarheid van de grond worden aangetoond?

Op de proefboerderijen in de veenkoloniën is in de overwegend te natte periode 1950 tot en met 1958 een vrij regelmatige achteruitgang van de opbrengsten, vooral van aardappelen, geconstateerd. In het droge jaar 1959 en het tot juli droge 1960 is deze teruggang onderbroken. In laatstgenoemd jaar werd weer een hoge opbrengst bereikt. In de hierop volgende natte periode daalden de opbrengsten weer. In de van 1962 tot en met 1964 weer vrij droge periode zijn de opbrengsten vrij goed op peil gebleven, 1964 bracht een nieuwe top. Uit dit verloop dat op beide boerderijen ongeveer gelijk was, lijkt te volgen, dat de vruchtbaarheid van de grond in de natte perioden geleidelijk achteruit gaat, maar zich herstelt in een droge periode. Verscheidene waarnemingen ondersteunen deze conclusie.

De vraag doet zich voor of deze verschijnselen ook te Hornhuizen zijn waargenomen. In fig. 4 is het verloop van de opbrengsten van aardappelen zonder en met hoge bemesting met stikstof afgebeeld.

In dit verloop vallen de hoge toppen in 1954, 1960 en 1964 op die zonder stikstofbemesting zijn gevonden en aan de uit de droge winter overgebleven stikstof werden toegeschreven. Een bemesting naar 225 kg stikstof per ha gaf op dit proefveld meestal vrijwel de hoogst bereikbare opbrengst; alleen in 1960 zou de opbrengst bij zwaardere bemesting vermoedelijk nog vrij belangrijk hoger zijn geweest. In 1955 en 1963 zijn daarentegen reeds bij een lagere gift iets hogere maxima bereikt (vgl. fig. 1). In het verloop van de opbrengsten van 1954 tot 1958 zou men een aanwijzing van een achteruitgang kunnen zien. Dit blijft echter dubieus omdat het niet mogelijk is met opbrengsten van vóór 1954 te vergelijken.

Wel trad na 1958 een duidelijk herstel in met in 1960 een top. Ondanks de vele regen bleef de teruggang in 1961 beperkt, terwijl de

opbrengsten in de volgende weer drogere jaren op een behoorlijk peil zijn gebleven. In 1965 was de opbrengst zeer laag. Dit was minder het geval op het achter het proefveld, voor waarnemingen gereserveerde gedeelte, waarop een normale opbrengst is verkregen. De lage opbrengst van het proefveld was dus incidenteel en een gevolg van stagneren van water in het voorjaar.

Bij de granen valt het nog moeilijker nu reeds een oordeel uit te spreken, voornamelijk omdat de stikstofbestedingen vooral bij haver meestal belangrijk beneden het optimum zijn geweest. Het is van belang dat van een achteruitgang van de opbrengsten die bij haver zonder stikstofbemesting zo duidelijk was, bij ruime bemesting geen sprake was.

De vraag of de vruchtbaarheid van de grond onder invloed van langdurige verschillen in de verdeling van de regenval verandert, is hier onvoldoende opgelost wegens de nog te korte duur van de proef en te lage dosering van stikstof bij de granen.

Veranderingen in de opnemings van stikstof

Het stikstofgehalte van de oogstprodukten is altijd bepaald, zodat de door de gewassen opgenomen hoeveelheden stikstof kunnen worden berekend. Dit gebeurde steeds bij hoge en bij matige bemesting met stikstof en bij weglating hiervan. Tussen de stikstofgehalten verkregen bij beide laatste behandelingen bestond een goed verband; bij hoge bemesting was het resultaat nogal eens afwijkend. Om een zo nauwkeurig mogelijk beeld te krijgen, is het gemiddelde gehalte bij de laagste bemestingstrappen berekend.

Het verloop van de opnemings van stikstof in opeenvolgende jaren stemt bij de drie gewassen redelijk overeen (fig. 5). De levering van stikstof door de grond op dit proefveld wordt daarom het best gekarakteriseerd door de gemiddelde onttrekking van alle gewassen (fig. 6). Er wordt een lijn gevonden die in de vrij natte jaren 1954/1958 geleidelijk daalt en weer stijgt in de volgende droge periode, zodat in 1960 een top wordt bereikt.

Daarop volgt een nieuwe daling in een zeer natte periode. Na een matig droog tijdvak wordt in 1964 opnieuw een lage top gevonden.

Op andere proefvelden is een overeenkomstig beeld verkregen. Het gemiddelde verloop op vier andere proefvelden (Borgercompagnie Gr., Emmercompascuum Dr., Heino Ov., Randwijk Gld.) is aan fig. 6 toegevoegd. De overeenstemming met het resultaat te Hornhuizen is treffend. De levering van stikstof door de grond vertoont blijkbaar op verschillende plaatsen en grondsoorten overeenkomstige variaties. Het is aannemelijk de inwerking van de weersomstandigheden op de grond hiervoor aansprakelijk te stellen.

Ontwikkeling van de knollen in verschillende jaren.

Uit het grote materiaal dat de laatste jaren verzameld is om een inzicht te krijgen in de factoren, die de groei van het gewas beheersen, wordt als enig voorbeeld de groei van de knollen beschreven (fig. 7). Op gezette tijden worden enkele planten gerooid op een niet en op een ruim met stikstof bemest veldje (in 1961 en 1962 150, in 1963/1965 180 kg per ha stikstof).

In de eerste plaats valt de regelmatige ligging van de opeenvolgende waarnemingen op. De groei van aardappelen verloopt op deze grondsoort regelmatig. Op een zandgrond te Heino is dit veel minder het geval. Dit wordt o.a. veroorzaakt door tijdelijke stilstand van de groei tijdens droogteperioden. Dit komt in Hornhuizen niet voor. De uitkomsten in verschillende jaren stemmen goed overeen. Dit is opmerkelijk, omdat er wel grote verschillen in loofontwikkeling zijn geweest. In 1961 was er weinig loof, wat misschien de wat langzame ontwikkeling van de knollen verklaart. Op de eindopbrengst heeft het weinig invloed gehad. De langere groeiperiode heeft vermoedelijk de langzamere groei gecompenseerd.

Het valt op dat de knolvorming in het ongunstige jaar 1965 niet heeft ondergaan voor die in de overige jaren. Er werd al vermeld, dat de opbrengst op het proefveld sterk is achtergebleven door plasvorming tijdens het begin van de groei. Op het achterste, zwak hellende gedeelte is geen schade geleden. De ongunstige weersomstandigheden leverden geen nadeel op, omdat de toestand van de grond niet bedorven is.

In tegenstelling hiermee is de knolvorming zonder bemesting met stikstof in 1965 wel minder geweest. De opneming van stikstof op de niet met stikstof bemeste grond was echter niet veel geringer. Blijkbaar hebben de onvoldoende gevoede planten meer nadeel van het slechte weer ondervonden.

De bemeste planten hebben de kunstmeststikstof in 1965 normaal opgenomen. Van enige verliezen door uitspoeling is, ondanks de vrij geringe bewortelingsdiepte (40 cm), niets gebleken. Op zand- en dalgronden zijn hiervan wel duidelijk voorbeelden gevonden.

De in vijf jaren verzamelde resultaten van de verrichte onderzoekingen zijn thans in bewerking en zullen met elkaar worden geconfronteerd. Op deze wijze hopen wij nader inzicht te verkrijgen. Het ligt in de bedoeling dit onderzoek nog geruime tijd voort te zetten.

Samenvatting

Bij aardappelen en zomertarwe werd op de lichte zavelgrond na droge winters een belangrijke werking van nog in de bovengrond aanwezige,

niet uitgespoelde stikstof gevonden. Bij aardappels kan bijna de helft van de zonder stikstofbemesting gevonden opbrengtschommelingen op rekening van de verschillen in regenval tijdens de winter worden gebracht.

Bij haver werd eenmaal een sterke en eenmaal een zwakke nawerking gevonden, na de beide andere droge winters echter niet. Bovendien werd na de vrij natte winters van 1955 en 1956 ook een goede stikstoflevering door de grond gevonden. Dit kwam in 1955 ook bij tarwe voor. Voor deze afwijkingen is geen verklaring gevonden.

Een min of meer golvend verloop van de stikstoflevering door de grond in opeenvolgende jaren kon worden vastgesteld. Dit vertoonde grote overeenstemming met het verloop op andere proefvelden in Nederland. Het lijkt aannemelijk dat een werking van het weer op de grond hiervoor verantwoordelijk is.

Een overeenkomstige gang in de opbrengsten kwam alleen bij aardappelen zwak tot uiting. De korte proefduur en de meestal niet opti-

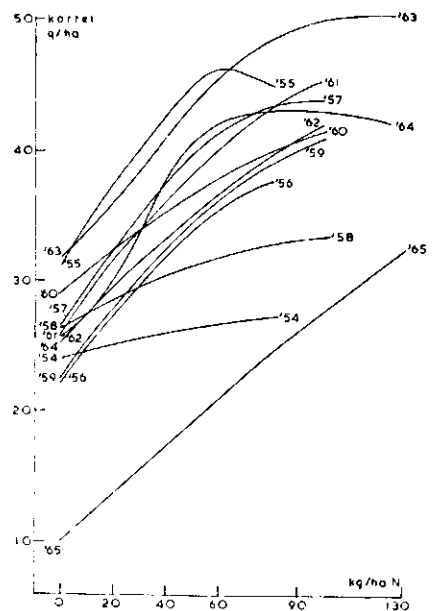
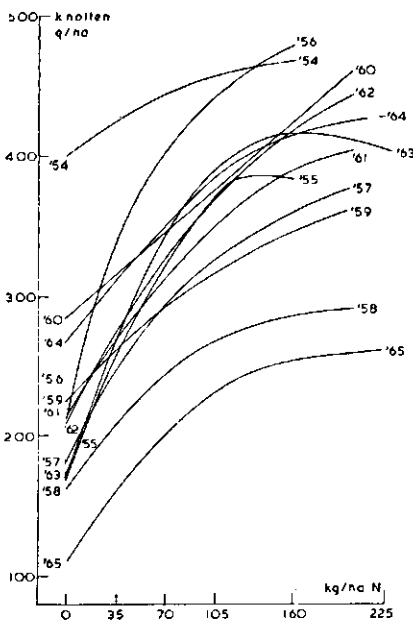


Fig. 1 Verband tussen stikstofbemesting en opbrengst van aardappelen in verschillende jaren.

Fig. 2 Verband tussen stikstofbemesting en korrelopbrengst van zomertarwe in verschillende jaren.

male bemesting van de granen met stikstof kunnen verantwoordelijk zijn voor de geringe duidelijkheid van dit verschijnsel.

Op het proefveld worden sedert 1961 verschillende onderzoeken verricht over de in de grond optredende veranderingen en de ontwikkeling van de gewassen. De resultaten van dit onderzoek zijn in bewerking. Als voorbeeld wordt knolvorming van aardappelen beschreven. Het blijkt dat deze in alle jaren vrij gelijkvormig is verlopen, ondanks belangrijke verschillen in loofmassa. Voor zover de grond niet door stagnerend water was bedorven, verliep de knolvorming in 1965 bij voldoende stikstofbemesting, ondanks het ongunstige weer, normaal. Er trad geen verlies aan stikstof op. Zonder stikstofbemesting was de knolvorming belangrijk geringer, hoewel de opnemng van stikstof niet veel minder was dan in andere jaren.

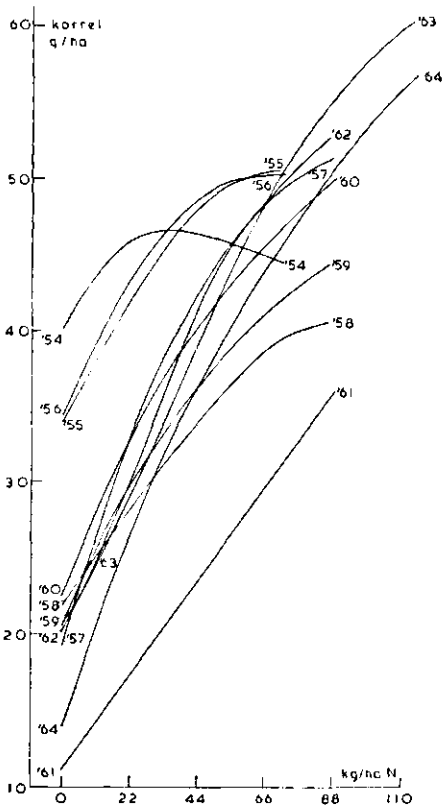


Fig. 3 Verband tussen stikstofbemesting en korrelopbrengsten van haver in verschillende jaren.

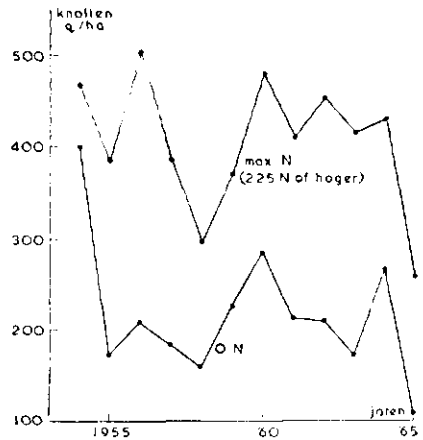


Fig. 4 Verloop van de opbrengsten van aardappelen zonder en met zware bemesting met stikstof (225 kg/ha; in 1960 was dit nog niet voldoende).

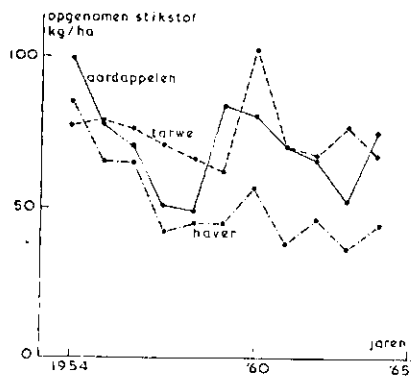


Fig. 5 Verloop van door drie gewassen opgenomen hoeveelheden stikstof.

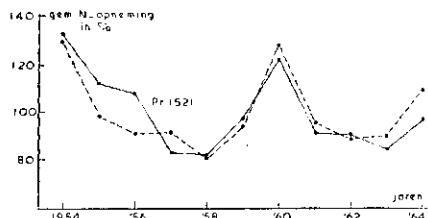


Fig. 6 Gemiddelde opneming van (voornamelijk door de grond geleverde) stikstof door drie gewassen te Hornhuizen in procenten van de gemiddelde opneming in alle jaren, vergeleken met het gemiddelde van de opneming op vier andere proefvelden in Nederland (stippellijn).

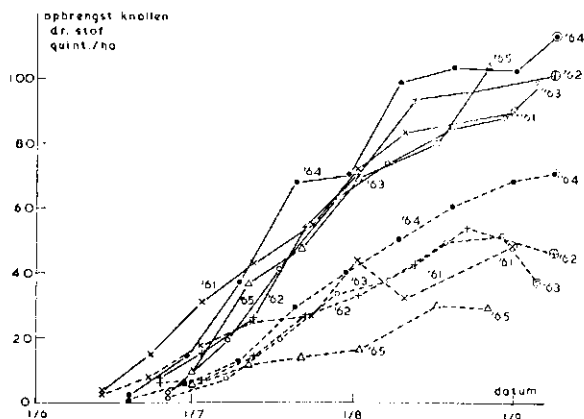


Fig. 7 Groei van de knollen (droge stof) in vijf jaren met (volle lijnen) en zonder bemesting met stikstof (stippellijnen). Omcirkelde stippen geven de eindoogst van het proefveld aan (in 1965 weggelaten).