

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID, GRONINGEN
PROEFSTATION VOOR DE FRUITTEELT, WILHELMINADORP

VERSLAG VAN EEN POTPROEF
OVER DE INVLOED VAN STIKSTOF, GRASBEGROEITING EN VOCHTVOORZIENING
OP DE APPELONDERSTAM M XI

door

IR. P. DELVER en J. OELE

I N H O U D

=====

SAMENVATTING	pag.	1
1. DOEL VAN HET ONDERZOEK	"	1
2. OPZET EN METHODIEK	"	2
3. RESULTATEN EN WAARNEMINGEN	"	3
3.1 Het vochtverbruik	"	3
3.2 Het uitlopen van de knoppen en de scheutgroei	"	4
3.3 Het stikstofgehalte in het gewas	"	4
3.3.1 Het stikstofgehalte in het blad	"	4
3.3.2 Het stikstofgehalte in bast en hout van 1-jarige scheuten	"	6
3.3.3 Het stikstofgehalte in bast en hout van de stammen	"	6
3.3.4 Het stikstofgehalte in de wortels van de onderstammen	"	6
3.3.5 Het stikstofgehalte in het gras en in de graswortels	"	6
3.4 De produktie aan droge-stof	"	7
3.4.1 De produktie en het gehalte aan droge-stof van de bladeren	"	7
3.4.2 De produktie en het gehalte aan droge-stof van de scheuten	"	7
3.4.3 De gewichtstoename van de stammen	"	8
3.4.4 De produktie aan droge-stof van de wortels van de onderstam	"	9
3.4.5 De produktie aan droge-stof van het gras en de graswortels	"	9
3.4.6 Invloed van de behandelingen op de verhouding tussen boven- en ondergrondse delen	"	10
3.4.7 De produktie aan droge-stof per liter verbruikt water	"	10
3.5 De hoeveelheid opgenomen stikstof	"	10
3.5.1 De verdeling van stikstof over de verschillende plantendelen	"	11
3.5.2 Stikstof in de stam	"	12
3.5.3 De hoeveelheid uit de grond opgenomen stikstof	"	12
3.6 De invloed van de behandelingen op de gehalten aan kali, magnesia, calcium en fosfaat	"	14
3.6.1 Het gehalte aan kali	"	14
3.6.2 Het gehalte aan magnesia	"	15
3.6.3 Het gehalte aan calcium	"	16
3.6.4 Het gehalte aan fosfaat	"	17
3.7 Grondonderzoek	"	18
4. CONCLUSIES	"	18

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID, GRONINGEN
PROEFSTATION VOOR DE FRUITTEELT, WILHELMINADORP

Verslag van een potproef over de invloed van stikstof, grasbegroeiing
en vochtvoorziening op de appelonderstam M XI

door

IR. P. DELVER en J. OELE

SAMENVATTING

In 1961 werd een pottenproef uitgevoerd met 1-jarige onderstammen M XI. De behandelingen in enkelvoud (7 planten per pot) bestonden uit 9 hoeveelheden kalkammonsalpeter, twee vochttrappen (12 en 19 gewichts % vocht) en al of geen begroeiing met veldbeemdgras (*Poa pratensis*). De grond bestond uit slibhoudend humusarm zand uit de ondergrond van de proeftuin. Uitgebreide waarnemingen werden verricht over het vochtverbruik, de produktie aan droge stof van verschillende plantendelen van gras en onderstammen en over de minerale samenstelling van deze plantendelen. Statistische toetsing van de gegevens heeft niet plaats gevonden.

Het vochtverbruik hing sterk samen met het aangebrachte verschil in vochttoestand van de grond. Met de N-giften en met de grasbegroeiing bestond slechts een zwakke samenhang.

Het uitlopen van de knoppen werd sterk geremd door overmaat stikstof.

De produktie van droge stof van de onderstammen hing duidelijk samen met de stikstofgiften en de vochttrappen en - in het traject van lage stikstofhoeveelheden - met de grasbegroeiing. De produktie van droge stof per liter verbruikt water was het laagst bij relatief stikstofgebrek en bij vochtig gehouden grond.

Het stikstofgehalte in het blad nam toe met de stikstofhoeveelheden. De hoogste gehalten werden bij onbegroeide grond aangetroffen, de laagste bij vochtig gehouden, met gras begroeide grond. De totale hoeveelheid in de stammen opgeslagen stikstof was - ook bij de zwaarste bemesting - aan het einde van de proef lager dan aan het begin van de proef.

Ook de kalium-, magnesium-, calcium- en fosfaatgehalten in diverse plantendelen hingen samen met de behandelingen.

1. DOEL VAN HET ONDERZOEK

De proef sluit aan bij vragen die bij onderzoek naar de stikstofbemesting in de fruitteelt naar voren komen. Met het oog op later uit te voeren pottenproeven over detailproblemen, werd voorts beoogd ervaring te verkrijgen met de methodiek van dergelijke proeven. Verwacht mocht worden dat het proefgewas - de onderstam M XI - op dezelfde wijze op de behandelingen reageert als een fruitgewas. Naast de lage aan-

schaffingsprijs is een verder voordeel van dit gewas dat de reactie op de behandelingen niet wordt doorkruist door variaties in bloei- en vruchtbaarheid. Met het oog op het oriënterend karakter van de proef en het in verband met de bewerkelijkheid toelaatbaar geachte aantal potten, werd de voorkeur gegeven aan een opzet in enkelvoud.

2. OPZET EN METHODIEK

De proef omvatte in viervoud de stikstofgiften die in het volgende staatje zijn weergegeven.

0	0,378	0,757	1,514	3,028	6,056	12,11	24,22	36,33	gram kalkammonsalpeter (23%) per pot
0	87	174	348	696	1393	2785	5571	8356	miligram N per pot
0	10	20	40	80	160	320	640	960	kg N/ha berekend uit netto opp. per pot

Voorts werd de proef in een droge en in een natte serie (12 resp. 19 gewichts% vocht) gesplitst. De helft van de potten kreeg tenslotte een grasbegroeiing.

De stikstof werd bij het vullen van de potten zorgvuldig door de grond gemengd. Als groeimedium werd slibrijk zand gebruikt, dat afkomstig was uit de 30-50 cm laag van een plek uit het oostelijk gedeelte van de proeftuin te Wilhelminadorp. Dit materiaal bevat \pm 12% afslibbare delen en vrijwel geen organische stof, zodat het vrijkomen van stikstof door mineralisatie nauwelijks mocht worden verwacht.

De potten hadden een binnendiameter van 34 cm en een binnenhoogte van 29 cm, de maximale inhoud bedroeg derhalve 26,3 liter. Alle potten werden op 18 maart 1961 beplant met 7 onderstammen. Deze wogen, na te zijn gesnoeid en grotendeels van wortels te zijn ontdaan, steeds 161 gram per pot.

Het gebruikte slibhoudende zand had bij veldcapaciteit en verwelkingspunt volgens literatuurgegevens gehalten van ca. 20 à 22 resp. 7 gewichts% vocht. Bij het vullen van de potten op 18 maart werd van zand met een vochtgehalte van ca. 15% uitgegaan. Voor het water geven werd een drainbuis, rustend op een onderlaag van grind midden in de potten rechtop gezet. De aan te houden vochniveaus 12 en 19% werden door regelmatig wegen van de potten en om de 1, 2 of 3 dagen water geven zo goed mogelijk constant gehouden. Voor de groei van de planten werd een correctie op het aan te houden gewicht toegepast. De genoemde vochtgehalten kwamen met totaalgewichten van de beplante potten overeen van 37,1 resp. 39,1 kg.

Op 22 maart werd op de helft van de potten 2,5 gram veldbeemdgras zaad gezaaid. Deze hoeveelheid komt overeen met 287 kg per ha.

De proef lag in enkelvoud en omvatte dus $9 \times 2 \times 2 = 36$ potten. De potten stonden in twee rijen onder een afdak vrij van regen opgesteld. Aan de einden van elke rij stonden bufferpotten met planten die dezelfde behandeling kregen als de aangrenzende proefpot. Het totale aantal potten bedroeg dus 40. Om de variabiliteit als gevolg van standplaats zo klein mogelijk te houden, werden de potten bij iedere weging (totaal 24x) van plaats verwisseld. Er was dus geen sprake van een vaste proefopstelling.

Ziektebestrijding tegen meeldauw, luis en spint vond regelmatig plaats.

De waarnemingen bestonden uit het regelmatig vaststellen van blad-

kleuren, scheutmetingen en aan het einde van de proef produkties van droge stof van verschillende delen van de plant en analyses van de gehalten aan stikstof, fosfor, kalium, calcium en magnesium.

3. RESULTATEN EN WAARNEMINGEN

3.1 Het_vochtverbruik

Bij het begin van de proef werd bij de droge en natte serie uitgegaan van vochtgehalten van 15 resp. 19%. In verband met het aanslaan van de onderstamwortels en het kiemen van het graszaad, werd aan de droge serie aanvankelijk nog regelmatig water gegeven. Bij de gras-potten werd dit gedeeltelijk op de grond uitgegoten, bij de overige potten en nadat het gras zich had gevestigd werd het water grotendeels via de drainbuis gegeven. Vanaf de tweede helft van mei werd het vochtgehalte van de droge serie verder verlaagd. Er werd telkens zoveel water boven het aan te houden gewicht toegediend, dat het gemiddelde vochtgehalte zo goed mogelijk met het gewenste peil zou overeenkomen. Uit latere berekeningen kwam vast te staan dat de gemiddelde vochtgehalten als volgt bedroegen:

	Gemiddeld gewichts % vocht					
	maart	april	mei	juni	juli	augustus
nat	18,5	18,5	18	18	18	18
droog	15	14,5	14	12,5	11	11,5

De dagelijkse schommelingen in vochtgehalte lagen binnen redelijke grenzen: bij de natte serie tussen 20 en 16% (maximaal tussen 21 en 15%), bij de droge serie tussen 12 en 10% (maximaal tussen 13 en 8%).

In figuur 1 is het dagelijkse vochtverbruik per decade weergegeven. Figuur 2 geeft het totale vochtverbruik tussen 18 maart en 1 september per behandeling. Het valt op dat het vochtverbruik in de eerste plaats door de vochttoestand van de grond wordt bepaald en naar verhouding slechts weinig door de stikstofgift of de grasbedekking. In hoeverre het zeer grote verschil tussen de natte en droge serie veroorzaakt wordt door evaporatie of transpiratie (luxe vochtverbruik bij lage vochtspanning) is niet uit te maken. Sterkere verdamping aan de oppervlakte van de dicht bij veldcapaciteit gehouden grond is zeker in 't geding. Op de droge-stof produktie per liter water wordt later nog ingegaan.

Er is voorts een duidelijke tendens aanwezig dat het vochtverbruik afneemt bij de zeer hoge stikstofhoeveelheden. Bij deze toestand, waarbij ook groeiremming viel waar te nemen, was sprake van fysiologische droogte als gevolg van een te hoge zoutconcentratie.

Wat het kleine verschil tussen wel en geen grasbegroeiing betreft lijkt er een interactie met de stikstofgift te bestaan: bij lage stikstofgiften hebben de onbegroeide, bij hoge stikstofgiften de begroeide potten iets meer water verbruikt. De verklaring van dit verschijnsel moet wellicht in het effect van de begroeiing op de evaporatie worden gezocht. Bij lage stikstofgiften - waarbij stikstofgebrek optrad - was er sprake van een vrij duidelijke stikstofconcurrentie door het gras. Daardoor was de produktie van droge stof van de onderstammen beduidend geringer dan die op de onbegroeide grond.

Fig. 1: Dagelijks waterverbruik per decade

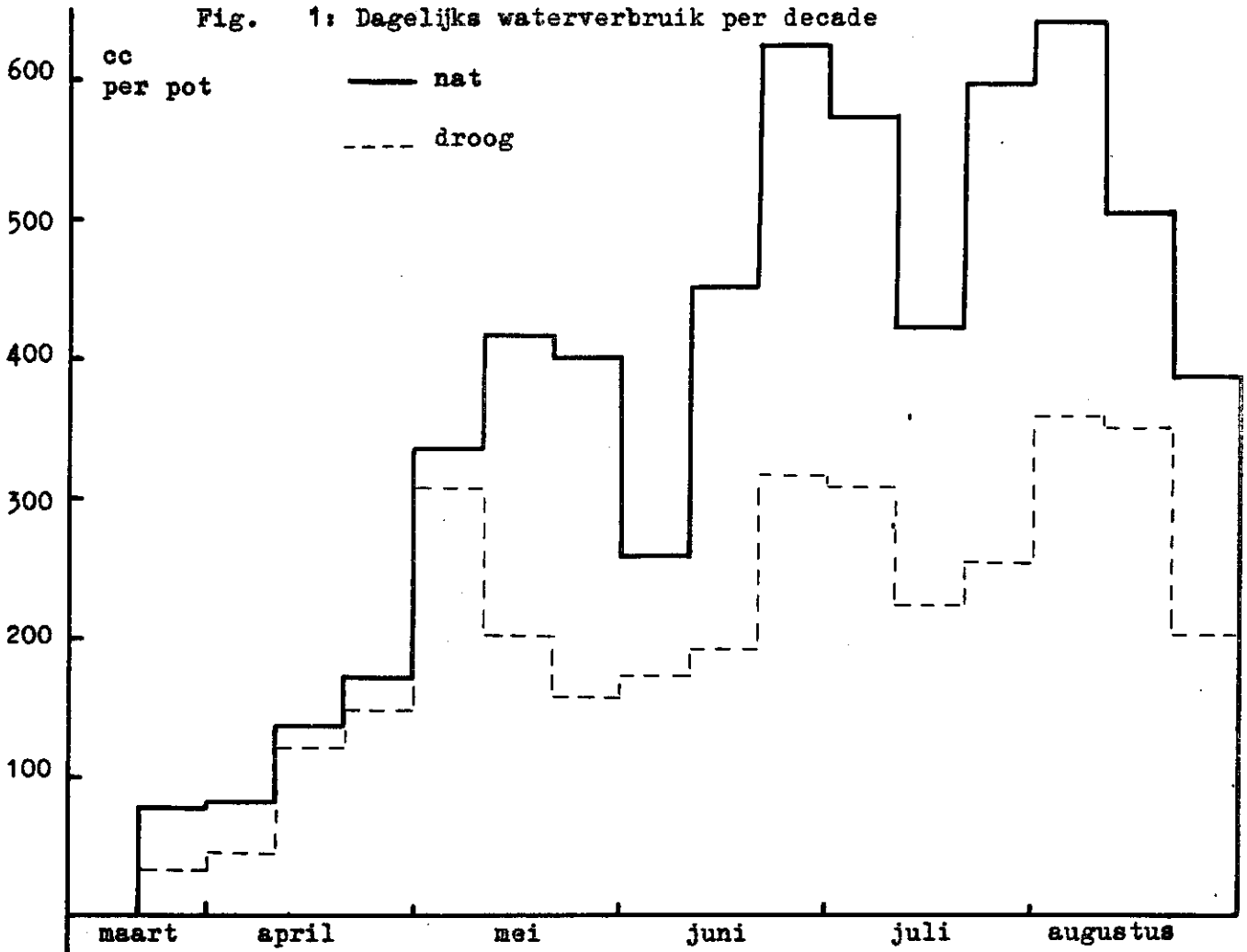
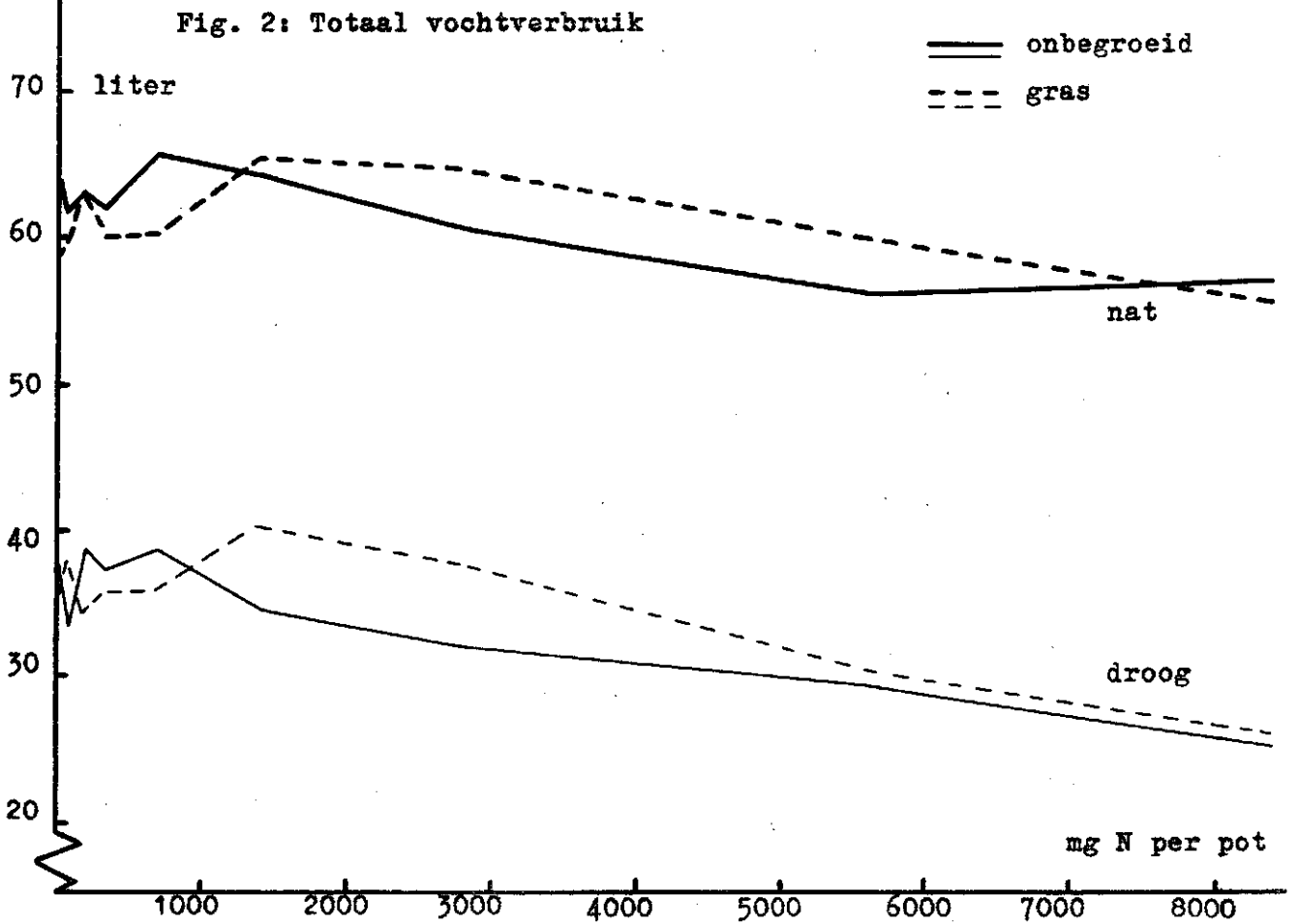


Fig. 2: Totaal vochtverbruik



Daarbij was er echter weinig verschil in totale produktie aan droge stof (onderstammen op de onbegroeide grond tegenover onderstammen + gras op de begroeide grond).

Op grond van de produktie van droge stof kon er dus weinig verschil in vochtverbruik bij stikstofgebrek hebben bestaan. Bij die toestand heeft het gras vermoedelijk echter wel de evaporatie verminderd dus vochtconserverend gewerkt (het gras werd enkele malen afgeknipt, van mulchen was echter geen sprake).

Bij een ruime stikstofgift, waarbij geen sprake meer was van stikstofconcurrentie (2785 mgr N) was de totale droge-stof produktie van de gras-potten (dus onderstammen + gras) echter veel groter dan van de onbegroeide potten. Dit heeft ondanks de ook hier bestaande vermindering van de evaporatie, geleid tot een groter vochtverbruik bij de met gras begroeide potten.

Het is uiteraard niet geoorloofd aan deze resultaten conclusies voor de praktijk te verbinden. Bij deze potproef was sprake van vochtonttrekking bij een constant gehouden vochniveau. Bij een grasboomgaard is sprake van steeds verder gaande uitdroging. Daarbij begint de droge-stof produktie van het gras veel eerder dan die van het fruitgewas, zodat de vochtonttrekking van de laatste bij een lager vochtgehalte van de grond moet beginnen dan die van het gras. De vochtconcurrentie moet hierbij dus ook in de tijd worden bekenen.

3.2 Het uitlopen van de knoppen en de scheutgroei

Het uitlopen van de knoppen werd geremd door overmaat stikstof en door droogte. Aan het eind van de proef was dit o.a. te merken aan het aantal scheuten. Over de hele proef gemiddeld bedroeg het aantal scheuten 33 per pot. Door het niet uitlopen van een aantal knoppen bedroeg dit aantal bij "gras, droog, 8356 mgr N" 19 en bij "onbegroeid droog 5571 en 8356 mgr N" respectievelijk 26 en 28 scheuten.

Ook de scheutgroei werd bij de hoogste stikstofconcentraties aanvankelijk vertraagd. In een later stadium groeiden de scheuten hier echter langer door. Figuur 3 geeft een beeld van de scheutgroei tussen 19 juni en 11 augustus. De groei ging na 19 juni langer door naarmate meer stikstof was gegeven.

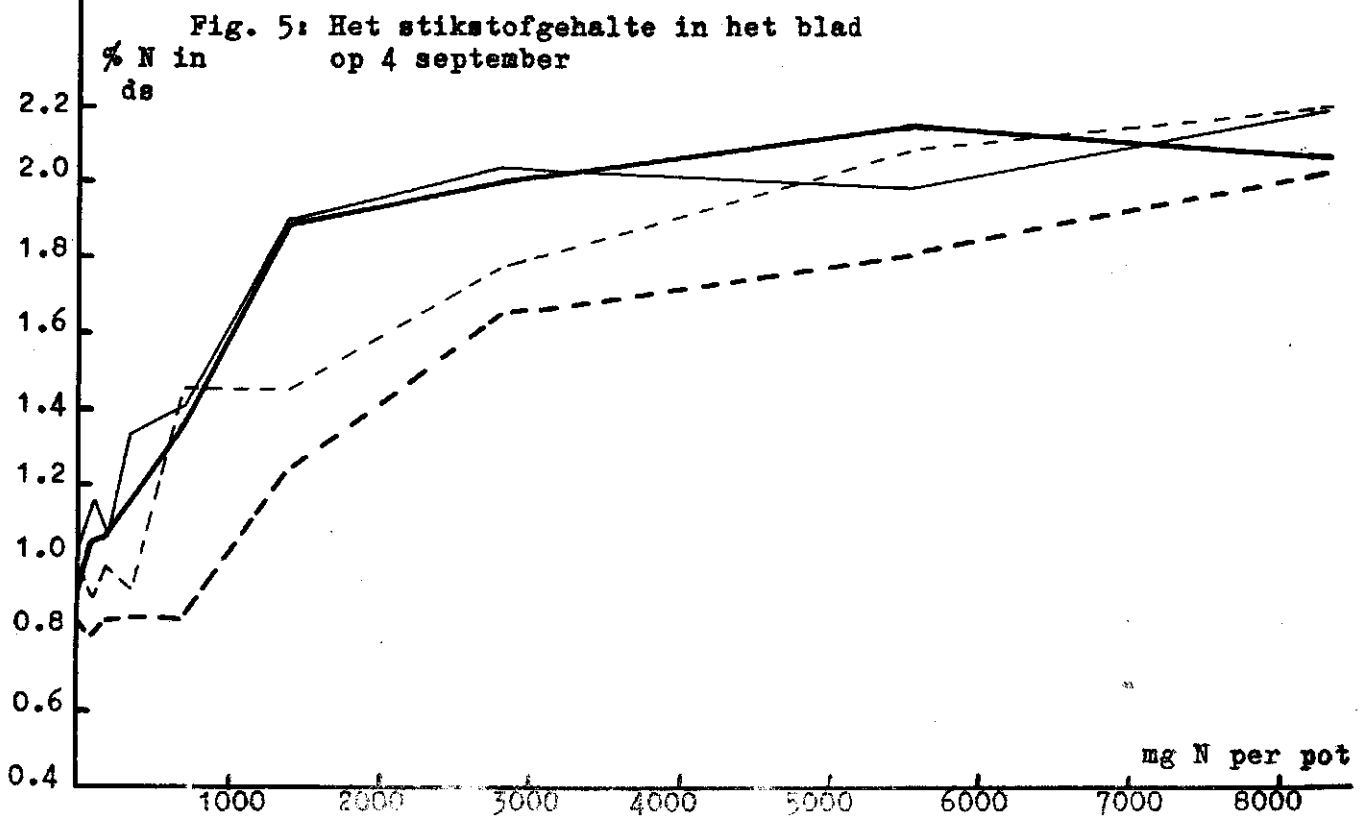
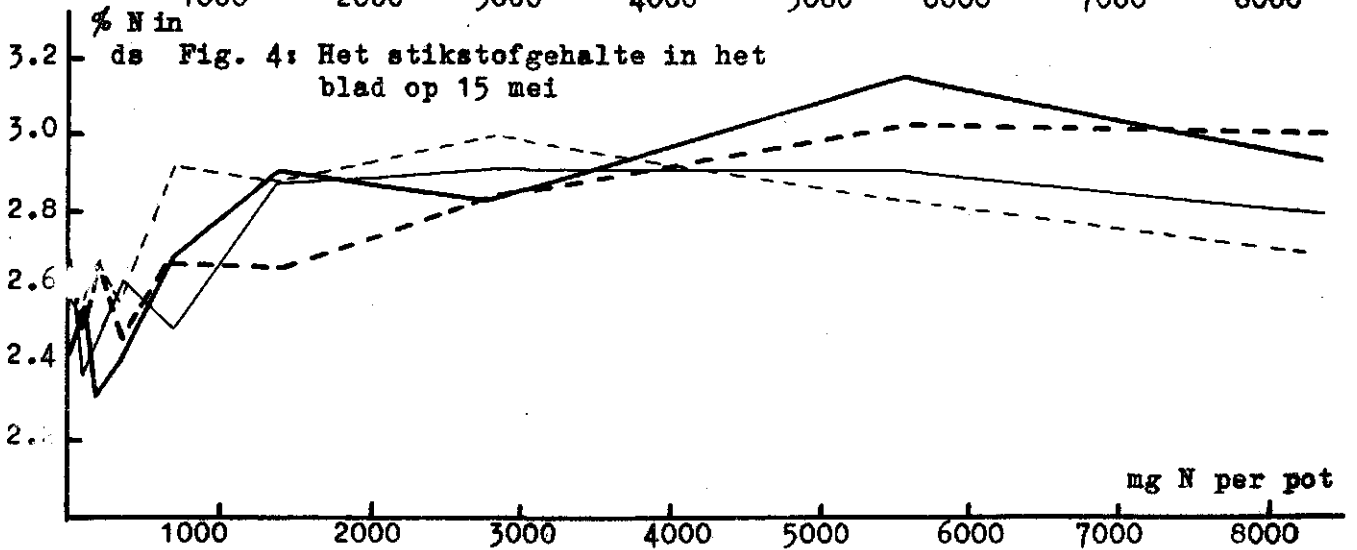
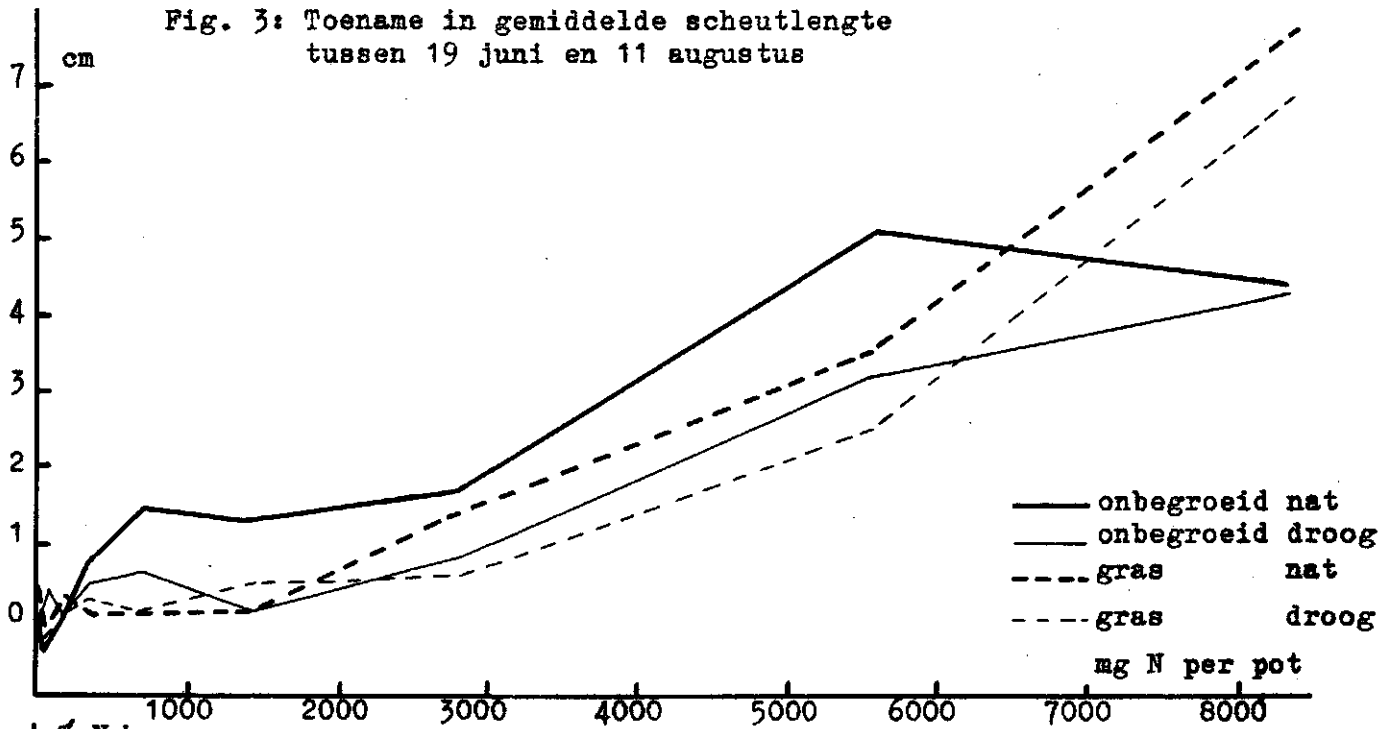
3.3 Het stikstofgehalte in het gewas

Tijdens de proef op 15 mei, werden kleine bladmonsters voor onderzoek op stikstof genomen. Voorts zijn bij het opruimen van de proef (+ 4 september) stikstofgehalten bepaald in verschillende delen van de onderstam, van het gras (3 sneden) en van de graswortels. Deze analyses zijn weergegeven in tabel 1.

3.3.1 Het stikstofgehalte in het blad

In figuur 4 is de samenhang weergegeven tussen de behandelingen en het stikstofgehalte van op 15 mei geplukte, jonge bladeren. De langste scheuten waren toen nog slechts 10 cm lang. Er is wel een toenemend gehalte bij hogere stikstofgiftten waar te nemen, maar dit effect zou voor een deel ook reeds kunnen worden verklaard door het trager uitlopen van de knoppen en dus het fysiologisch jonger zijn van deze bladeren bij veel stikstof. De overige behandelingen laten geen duidelijke verschillen in stikstofgehalte zien, zodat geconcludeerd mag worden dat het stikstofgehalte in dit

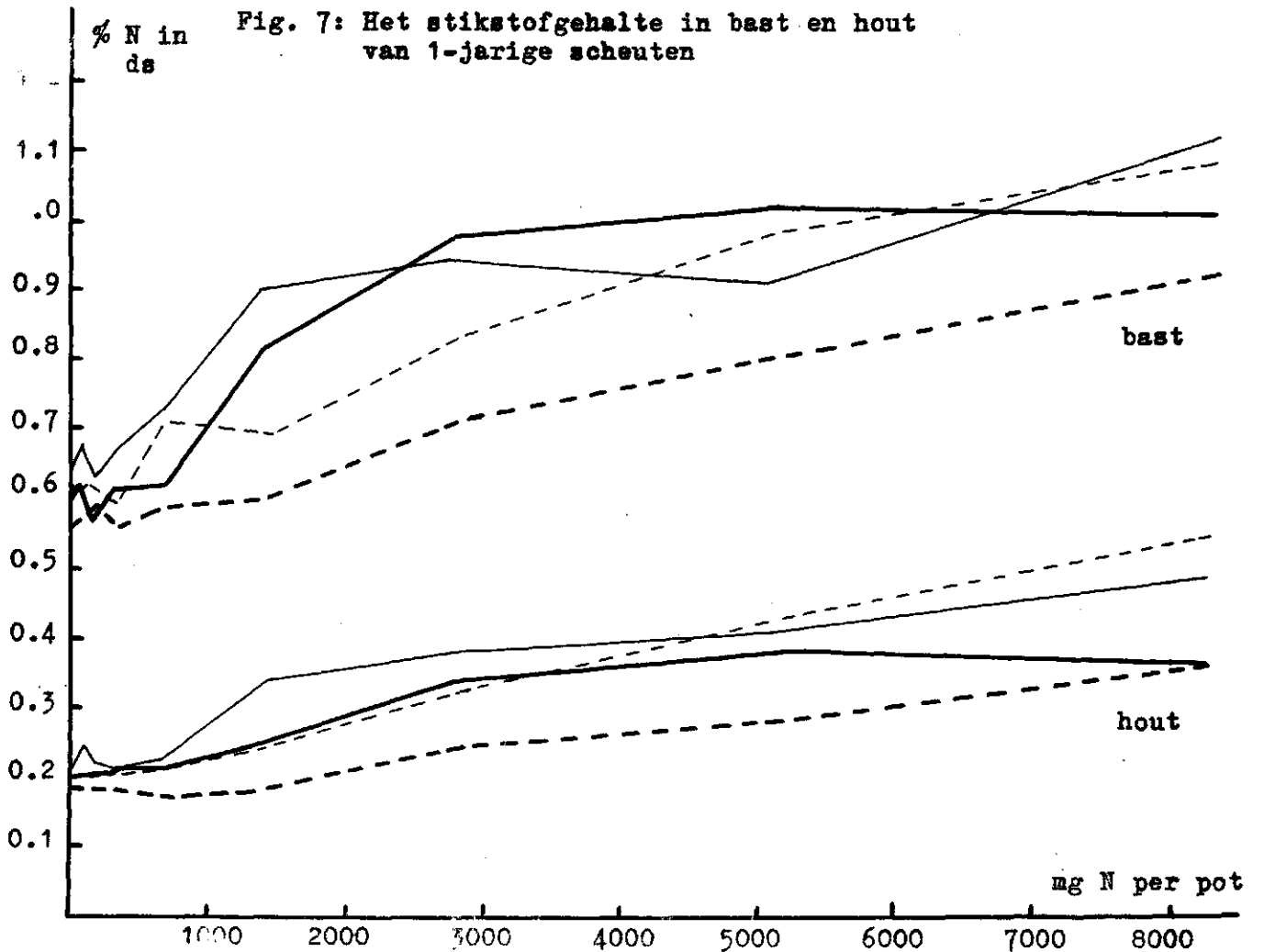
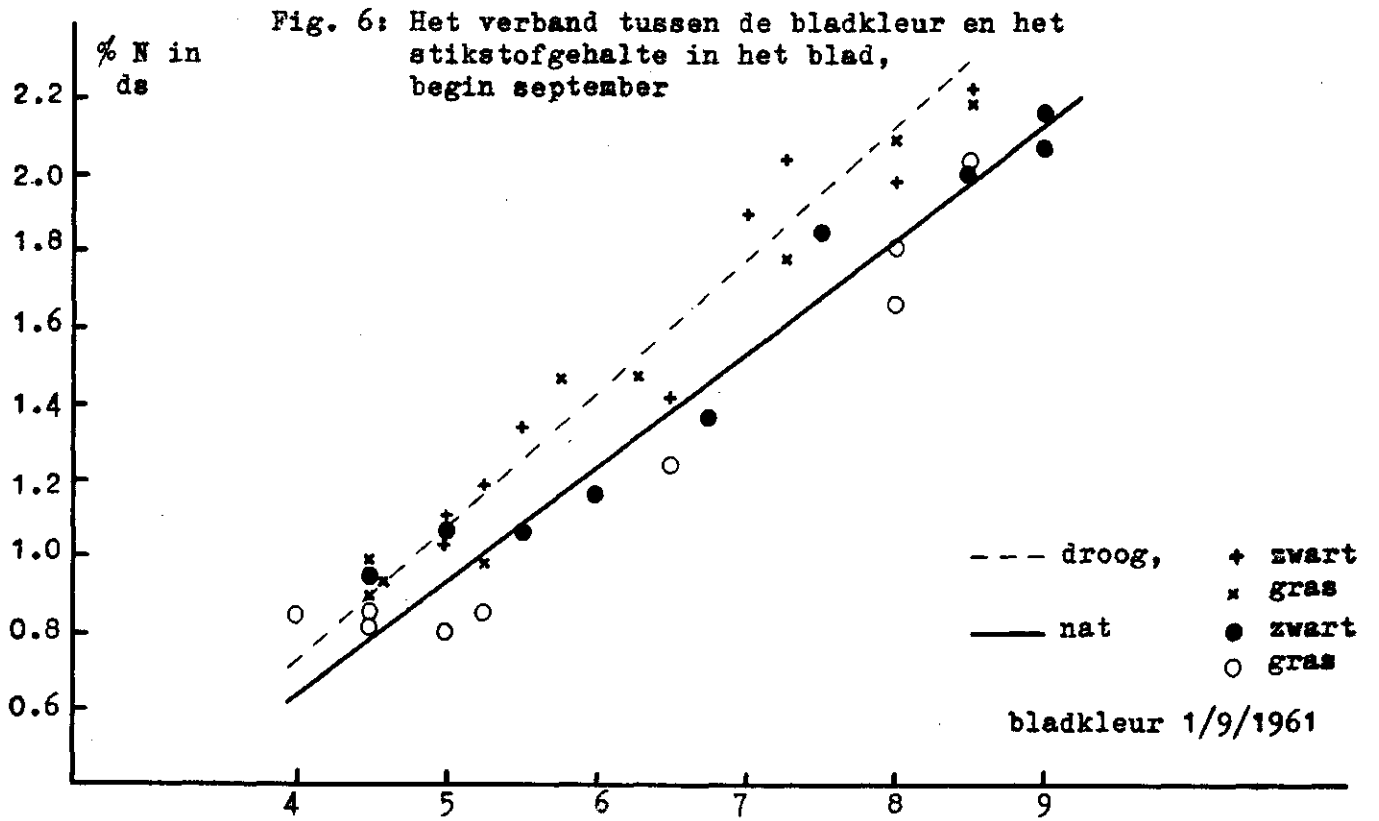
Fig. 3: Toename in gemiddelde scheutlengte
tussen 19 juni en 11 augustus



stadium van ontwikkeling nog nauwelijks door de stikstofopneming maar meer door de ouderdom van het blad en misschien door de N-voeding vanuit reserve-weefsels wordt bepaald.

Figuur 5 geeft dezelfde relatie weer voor het blad (gemiddelde van alle bladeren) op 4 september. De absolute verschillen zijn thans veel groter. Afgezien van de voor de hand liggende toename in stikstofgehalten bij hogere stikstofgiften valt het op, dat de potten met een grasbedekking vrijwel steeds duidelijk lagere stikstofgehalten laten zien dan onbegroeide potten bij overeenkomstige stikstofgiften. Uiteraard wordt dit verschil door de bekende stikstofconcurrentie door het gras veroorzaakt. Enkele details lijken hierbij echter nog van belang: bij 0 stikstof zijn de onderlinge verschillen vrijwel nihil. Dit betekent dat het slibhoudende zand inderdaad vrijwel geen stikstof leverde en dat bij deze situatie van een duidelijke stikstofconcurrentie nauwelijks kon worden gesproken. Het N-niveau in het blad van de onderstammen wordt hierbij hoofdzakelijk bepaald door de stikstofreserves in de planten. Voorts blijkt de stikstofconcurrentie door gras in vochtige grond duidelijk sterker en tot bij de op één na hoogste N-gift merkbaar te zijn, vergeleken met gras in drogere grond. De N-concurrentie in absolute zin houdt dus direct verband met de grasproduktie als gevolg van beschikbaar vocht. Men mag dus - ook onder praktijkomstandigheden - niet veronderstellen dat de N-concurrentie geringer is als er maar voldoende vocht beschikbaar is, integendeel. Uit de curven krijgt men de indruk dat de N-concurrentie op droge grond bij ± 5000 mgr N, op vochtige grond pas bij ruim 8000 mgr N niet meer merkbaar is. Bij onbegroeide grond lijkt het N-gehalte in het blad vrijwel niet afhankelijk te zijn van de vochttoestand. Een ruwe schatting leert tenslotte dat - afhankelijk van de vochttoestand van de grond - twee tot drie keer zo hoge stikstofgiften bij grasbedekking noodzakelijk waren om eenzelfde redelijk hoog N-gehalte (2%) te verkrijgen als bij onbedekte grond.

Nauw verbonden met het stikstofgehalte is natuurlijk de bladkleur. Deze liep uiteen van geel tot donkergroen. Schattingen van de bladkleur werden op 7 juni, 19 juli en op 1 september uitgevoerd. Bij de twee eerste beoordelingen vertoonden de droge series bij de hogere stikstofgiften iets donkerder kleuren dan de potten van de vochtige serie, vermoedelijk als gevolg van een iets tragere ontwikkeling van de groei. De samenhang tussen de bladkleur en de behandelingen zal hier niet worden weergegeven omdat deze vrijwel niet afwijkt van figuur 5. Wel wordt in figuur 6 het verband weergegeven tussen de bladkleur en het stikstofgehalte van begin september. De droge series - gras en onbegroeid - blijken bij dezelfde beoordeling van de bladkleur duidelijk hogere stikstofgehalten te bezitten. Een verklaring van dit verschil ligt niet direct voor de hand.



3.3.2 Het stikstofgehalte in bast en hout van 1-jarige scheuten

In figuur 7 is het verband tussen de behandelingen en het stikstofgehalte van bast en hout van de nieuw gevormde scheuten weergegeven. Deze samenhang leidt tot dezelfde conclusies als die welke bij het stikstofgehalte in de bladeren werden getrokken; de stikstofconcurrentie door gras is in het traject van zeer lage stikstofgiften nauwelijks merkbaar. De stikstofgehalten worden hier hoofdzakelijk bepaald door reservestoffen in de plant. Ook de scheutproductie steunt gedeeltelijk op de reserves. De stikstofconcurrentie is voorts vooral merkbaar waar een flinke grasproductie kan plaats vinden, nl. in de vochtig gehouden potten. Er bestaat verder een tendens dat de gehalten van de planten in droge potten zonder gras iets hoger liggen dan die van de vochtige potten; vermoedelijk is dit een gevolg van stikstofopneming bij relatief achterblijven van de groei.

3.3.3 Het stikstofgehalte in bast en hout van de stammen

De samenhang tussen de behandelingen en stikstofgehalten van bast en hout van het stamgedeelte van de planten week niet af van die van het 1-jarige hout (3.3.2) zodat deze hier niet zal worden weergegeven. De gehalten zijn vermeld in tabel 1. Opgemerkt zij, dat zij wel op een duidelijk lager niveau lagen dan die van het 1-jarige hout: voor de bast varieerden de gehalten tussen 0.35 en 0.95% N voor het hout tussen 0.08 en 0.32% N in droge stof.

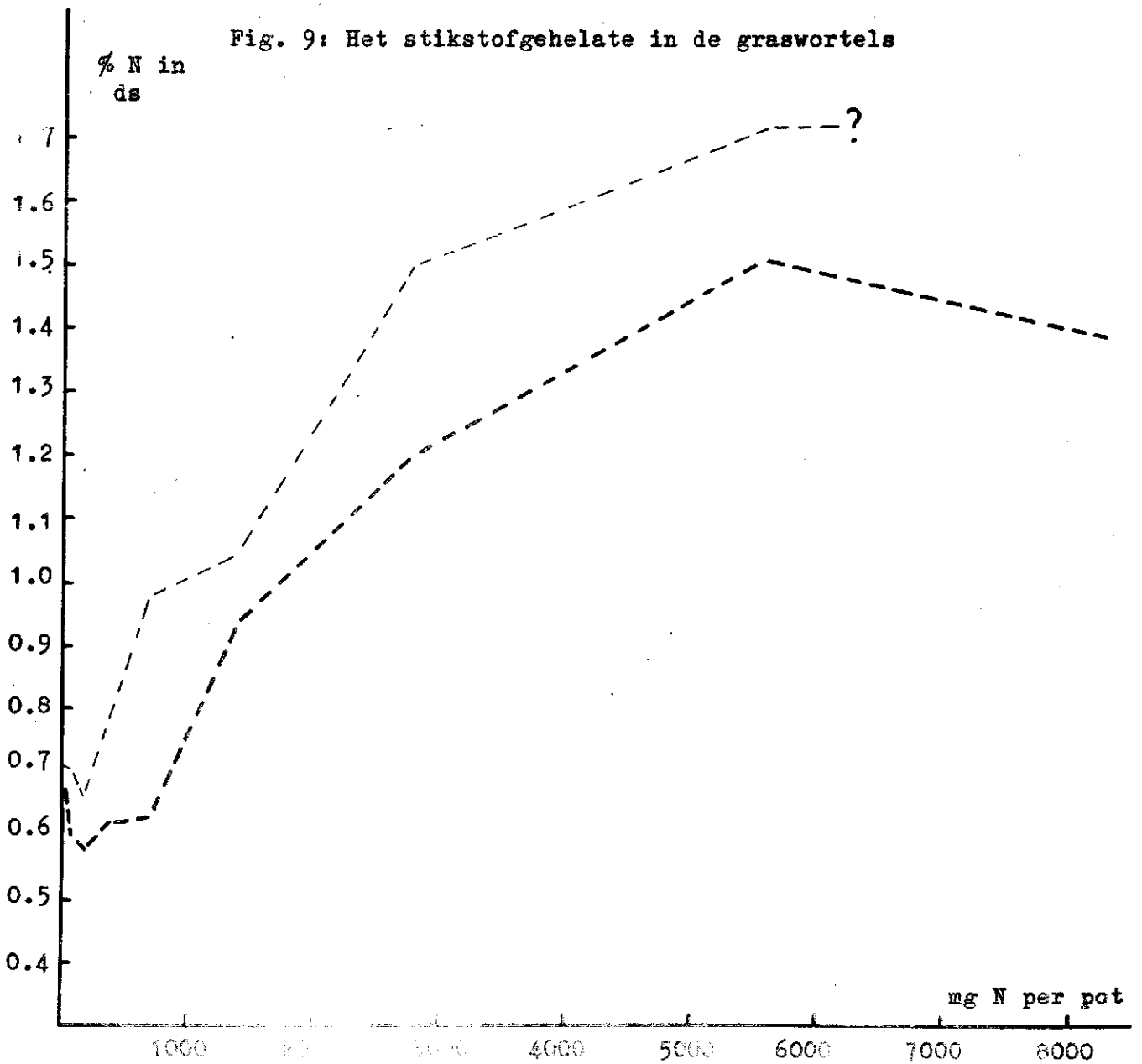
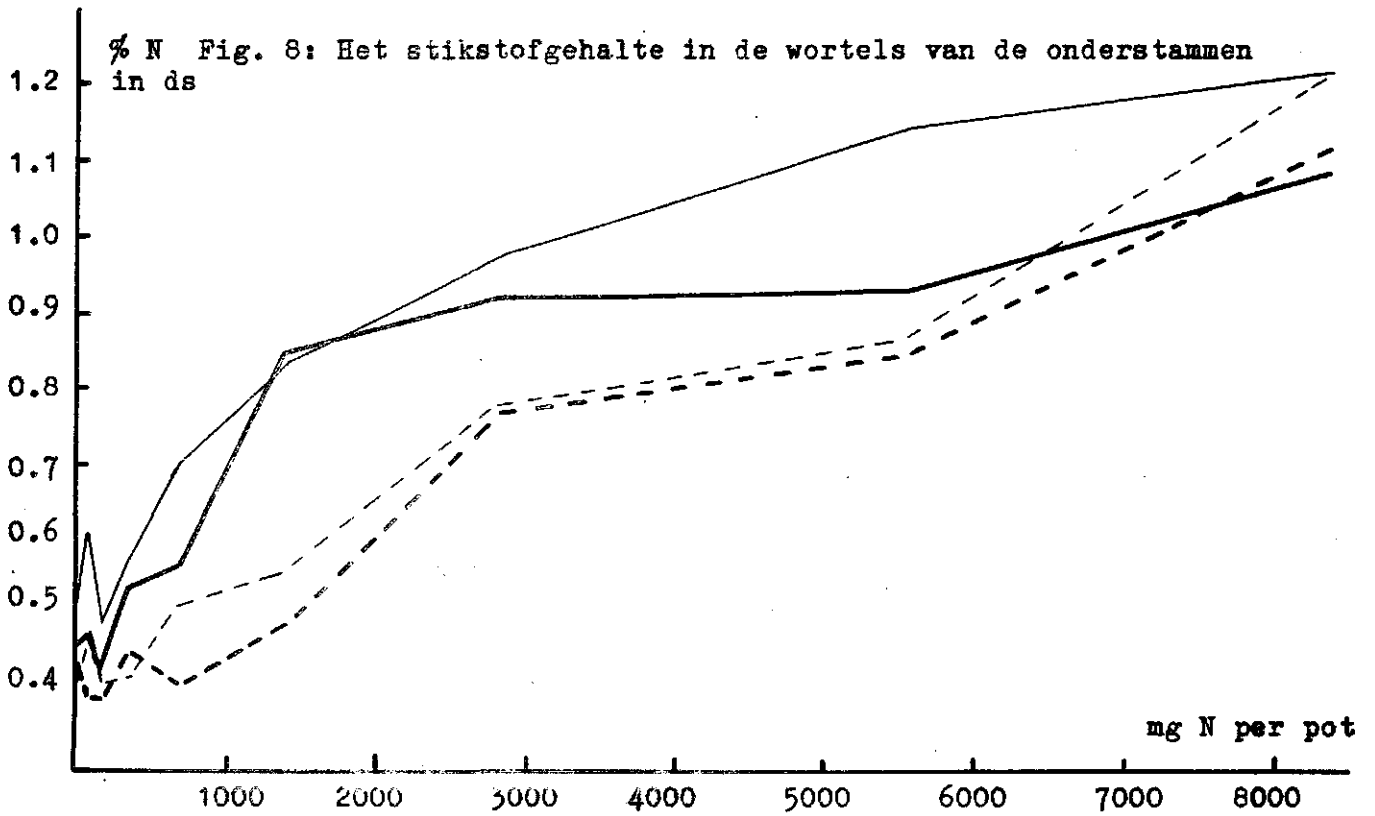
3.3.4 Het stikstofgehalte in de wortels van de onderstammen

De stikstofgehalten in de wortels van de onderstammen zijn eveneens bepaald. De samenhang met de behandelingen is weergegeven in figuur 8. Ook thans blijkt weer dat de grasbegroeiing een duidelijke verlaging in de gehalten heeft teweeggebracht, een invloed die nog bij de op een na hoogste stikstofgift was te merken. Ook in dit geval ontstonden in de droge potten hogere stikstofgehalten.

3.3.5 Het stikstofgehalte in het gras en in de graswortels

Van de 3 sneden gras werden eveneens de stikstofgehalten bepaald. Van de eerste snede varieerde het gehalte, afhankelijk van de stikstofgift van 1.29 tot 3.29% N in de droge stof. Bij de derde snede varieerden de gehalten van 0.88 tot 2.60%.

Het gras van de droge potten vertoonde weer iets hogere gehalten dan dat van de natte potten. Dat was ook in sterke mate het geval bij de stikstofgehalten in de graswortels (figuur 9). Opvallend is dat het N-gehalte in de graswortels zich op een duidelijk hoger niveau bevindt dan dat van de onderstamwortels (figuur 8).



3.4 De produktie aan droge stof

Van de verschillende delen van de onderstammen en van het gras werden bij het opruimen van de proef ook de produkties aan droge stof bepaald. Deze zijn weergegeven in tabel 2. Tevens werden de gehalten aan droge stof bepaald.

3.4.1 De produktie en het gehalte aan droge stof van de bladeren

Het drooggewicht van de bladeren is per pot weergegeven in figuur 10. De volgende belangrijke conclusies kunnen worden getrokken.

De produktie aan blad blijkt zowel van de vocht- als van de stikstofvoorziening afhankelijk te zijn. Er bestaat een interactie tussen de invloed van beide factoren. Bij de hogere vochttrap ligt de optimale stikstofgift bij ca. 3000-5000 mgr N, bij de drogere potten bij ca. 700-1500 mgr N. Voorts valt te berekenen, dat de betere vochtvoorziening in de vochtige potten bij de 2 laagste stikstoftrappen gemiddeld slechts 21%, bij het voor elke serie geldende optimale N-niveau echter 36% meer blad heeft gegeven. Omgekeerd blijkt de stikstofgift bij de droge potten een maximaal 27%, bij de vochtige potten een maximaal 43% hogere bladproduktie te hebben gegeven. Deze - overigens bekende - onderlinge afhankelijkheid van de stikstof- en de vochtvoorziening is ook voor de bemesting in de praktijk van belang: de stikstofgift moet in sterke mate afgestemd zijn op het, in verband met de vochtvoorziening, mogelijk geachte produktieniveau. Op droge grond kan dus met lagere stikstofbemestingen worden volstaan dan bij goed vochthoudende gronden.

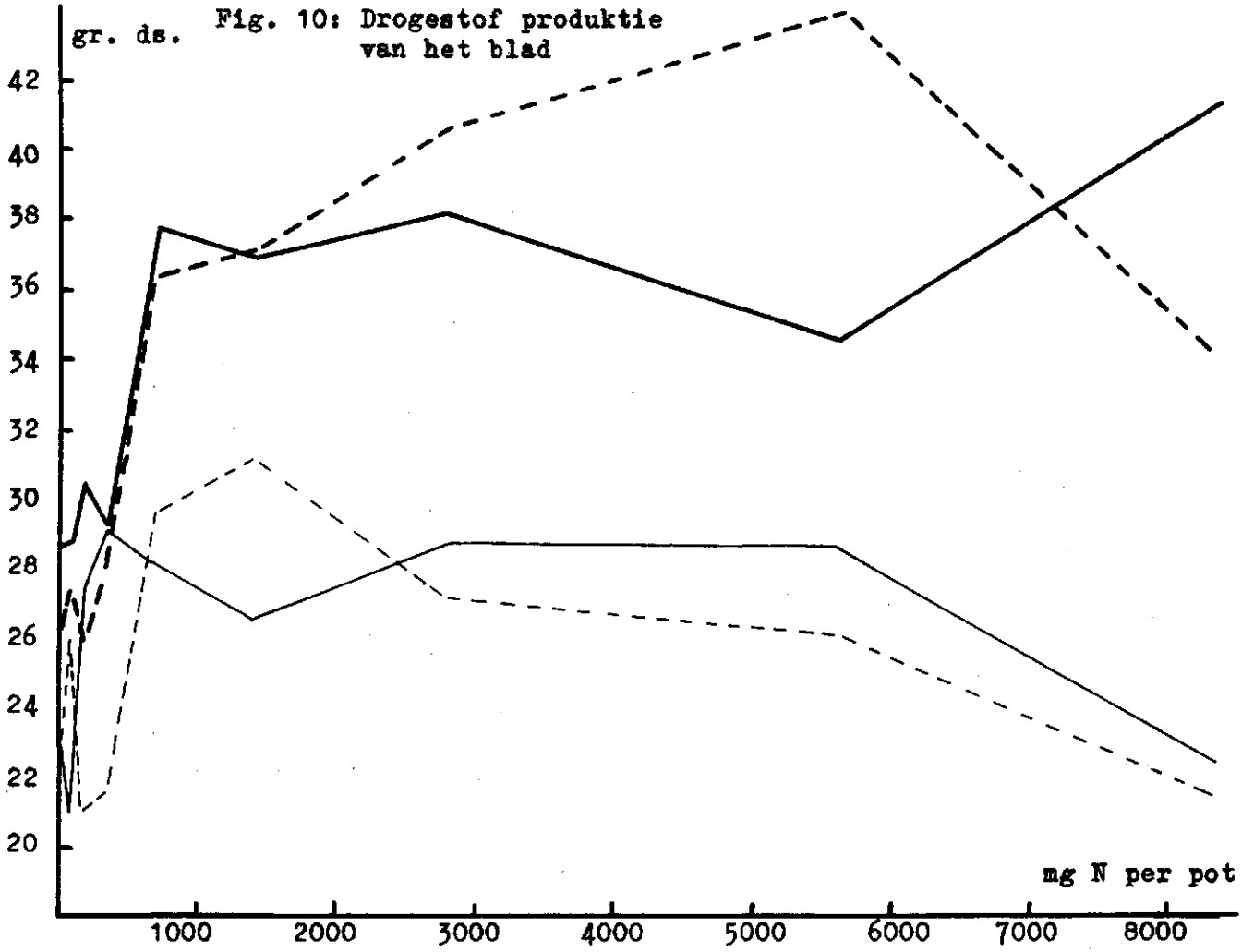
Wat de droge stof gehalten betreft zij opgemerkt, dat deze bij het opruimen van de proef slechts weinig varieerden. Het gemiddelde gehalte bedroeg 46.0%, de vochtige potten lieten iets lagere gehalten zien dan de droge. Met de stikstofgift bestond geen samenhang.

3.4.2 De produktie en het gehalte aan droge stof van de scheuten

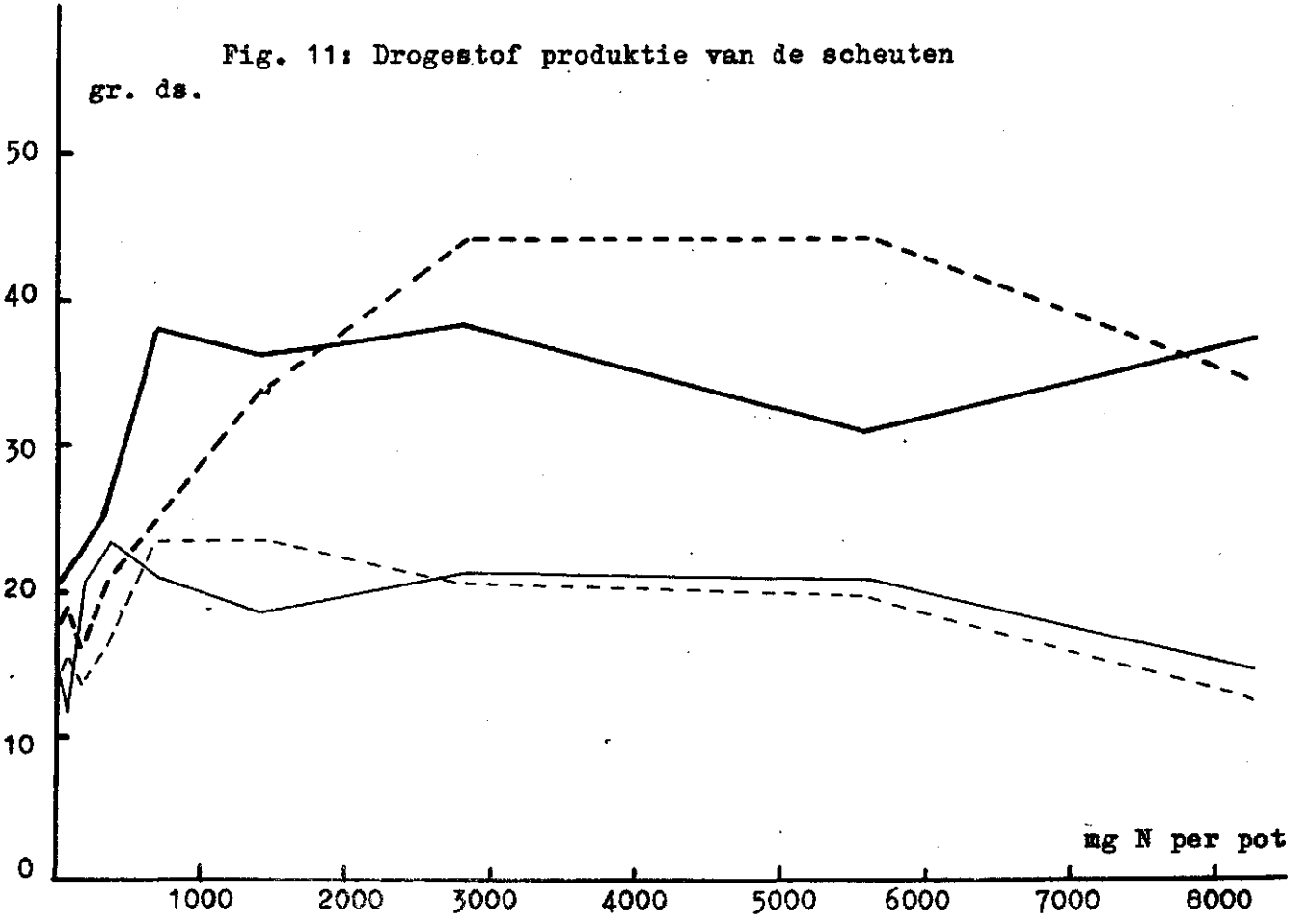
De groei van de scheuten werd aanvankelijk geremd door overmaat stikstof. Als gevolg hiervan vond in de loop van de zomer bij de hogere stikstoftrappen een langer doorgaan van de lengtegroei plaats (3.2 en figuur 3). Bij het beëindigen van de proef was er enige toename in scheutlengte bij toename van de stikstofgift. De reactie van de scheutgroei betreft echter ook de scheutdikte en het aantal scheuten. Daarom wordt volstaan met een weergave van de invloed van de behandelingen op de totale droge stof productie van de scheuten (figuur 11).

Evenals de produktie van het blad (figuur 10) is die van de scheuten sterk afhankelijk van de vochtvoorziening en van de stikstofvoorziening en wel zo dat er wederom een interactie tussen de invloed van vocht en van stikstofkan worden geconstateerd: de optimale stikstofgift ligt voor de vochtige serie veel hoger dan voor de droge serie. Bij de twee laagste stikstofgiften wordt door de betere vochtvoorziening 38% meer scheuten geproduceerd, bij de voor de droge

gr. ds. Fig. 10: Drogestof produktie van het blad



gr. ds. Fig. 11: Drogestof produktie van de scheuten



en vochtige series geldende optimale N-giften bedraagt het vochteffect echter 86%. Omgekeerd leveren de optimale stikstofgiften bij de droge en natte series respectievelijk 58 en 112% hogere produkties aan droge stof. Deze relatieve effecten zijn beduidend sterker dan die welke bij de bladproduktie werden geconstateerd. Het is niet onmogelijk dat de produktie aan blad meer wordt ondersteund door in het oudere hout aanwezige reservestoffen dan de produktie aan scheuten en dat dat reactie van het blad op de behandelingen daardoor wat wordt afgezwakt.

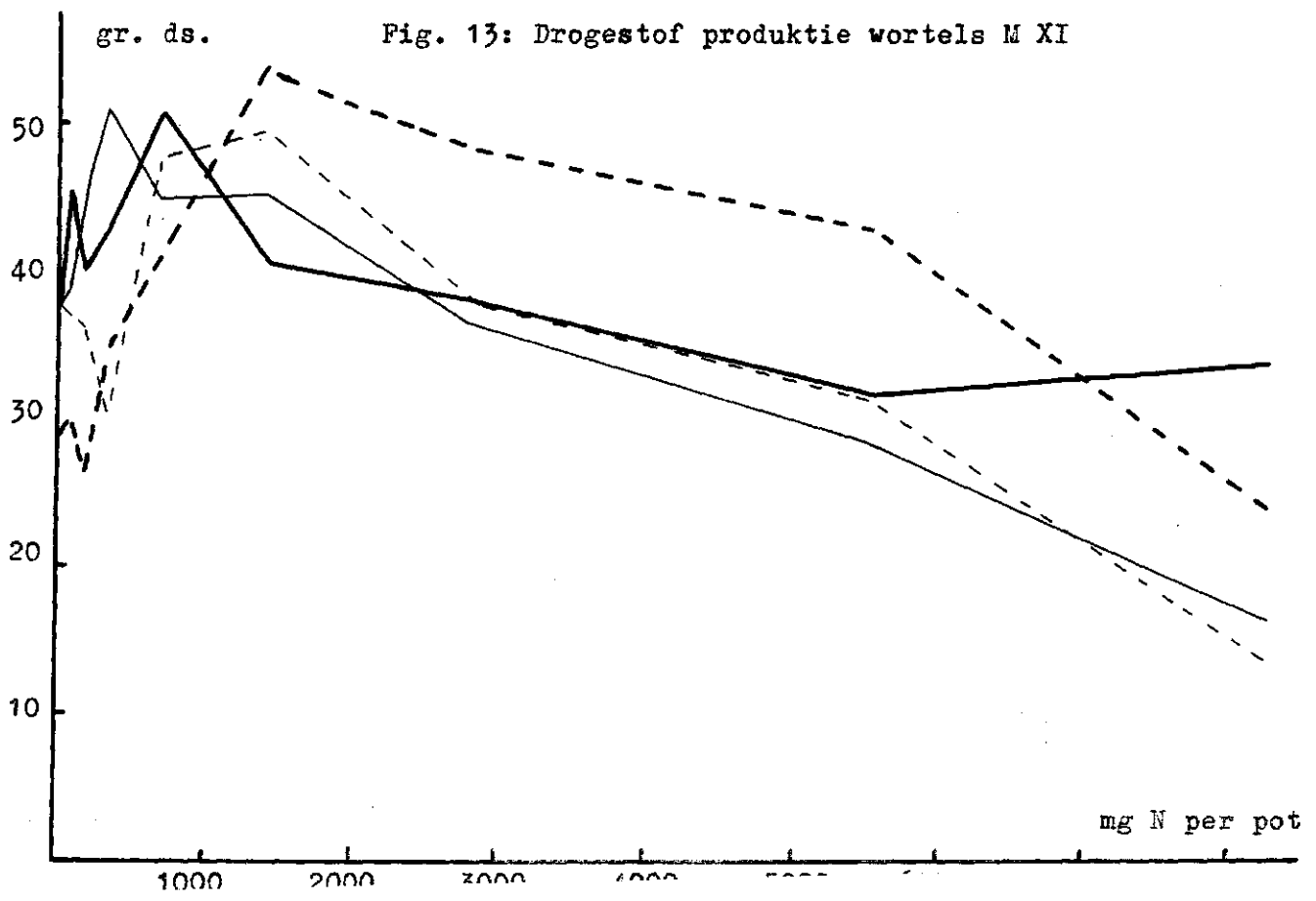
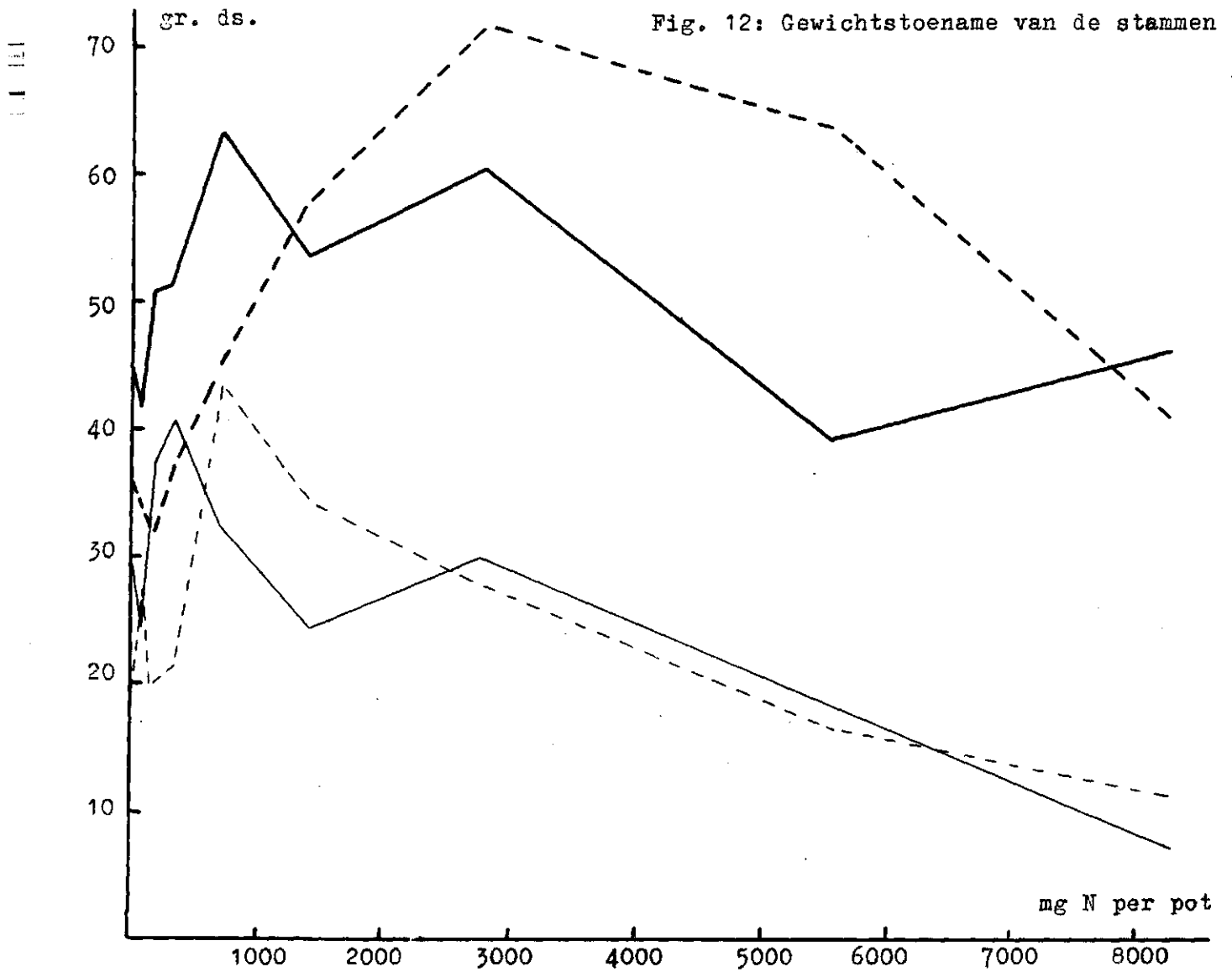
In figuur 11 is, wat onduidelijker dan dat bij de stikstofgehalten het geval was (figuren 5, 7 en 8), de invloed van de stikstofconcurrentie van de grasbedekking te onderkennen. De optimale N-gift ligt bij de vochtige serie voor gras bij ca. 3000 voor onbegroeid bij ca. 1000 mgr N per pot. Voor de droge serie bedragen deze getallen resp. ca. 1000 en ca. 5000 mgr N. In het traject van lage N-giften is deze concurrentie te merken aan een wat hogere scheutproduktie op de onbegroeide potten. Bij de bladproduktie is de invloed van de grasbegroeiing vrijwel niet te herkennen. Men zou uit deze verschillende reacties kunnen concluderen, dat het stikstofgehalte in verschillende delen van de plant in de eerste plaats, daarna de scheutgroei en tenslotte in mindere mate de bladproduktie reageert op de N-voeding, wanneer het gaat om planten die een zekere reservevoorraad dan N bezitten. In de genoemde volgorde neemt de invloed van deze reservevoorraad op de groei dan toe.

De droge-stofgehalten van de scheuten vertonen in tegenstelling tot die van het blad wel een duidelijke samenhang met de stikstofgiften: gemiddeld voor de 4 series loopt dit gehalte terug van 67.3% bij ON tot 52.3% bij de hoogste stikstofgift.

Afgezien van een zwakke tendens dat de serie "vochtig, onbegroeid" lagere droge stof-gehalten vertoonde werden geen duidelijke verschillen tussen de series onderling aangetroffen.

3.4.3 De gewichtstoename van de stammen

Het verse plantgewicht bedroeg voor alle potten steeds 161 gram. Er mocht dus worden verwacht dat het begingewicht aan droge stof van de stammen binnen enge grenzen steeds gelijk was. Onder aanname dat het gemiddelde droge stofgehalte 62% heeft bedragen werd van een begingewicht van 100,0 gram droge stof uitgegaan. Met behulp van dit gegeven is de gewichtstoename van het stamgedeelte aan het einde van de proef berekend (figuur 12). Ook de groei van de stam blijkt duidelijk op de vochtvoorziening en de N-giften te hebben gereageerd. In tegenstelling tot de groei van het blad en die van de scheuten (figuren 10 en 11) blijkt de stamgroei echter duidelijker ongunstig op overmaat stikstof te hebben gereageerd. Bij de droge series werd bv. bij de hoogste gift nauwelijks enige groei bereikt ($\pm 10\%$). Ook in dit geval kan een interactie tussen de vochttoestand en stikstof worden waargenomen. Het droge stofgehalte van de stammen liet enige samenhang met de stikstofvoorziening zien.



Deze nam door stikstof af, van 63.3% bij ON tot 57.8% bij de hoogste trap. Een duidelijke samenhang met de vochttrappen kon niet worden onderkend.

3.4.4 De produktie aan droge stof van de wortels van de onderstam

Uit figuur 13 blijkt dat de groei van de wortels, veel minder dan die van het blad, de scheuten en de stam, heeft gereageerd op de betere vochtvoorziening in de dicht bij veldcapaciteit gehouden potten. De grotere produktie aan droge stof in de met gras begroeide vochtig gehouden grond, in het traject van ca. 1000-6000 mgr N, vergeleken met de dito onbegroeide potten, een effect dat ook reeds bij de blad-, de scheut en de stamproduktie werd gevonden, moet waarschijnlijk niet aan de vochtvoorziening maar aan een betere zuurstofvoorziening van de onderstamwortels bij een grasbedekking worden toegeschreven.

De wortelgroei reageert weliswaar nog gunstig op kleine hoeveelheden stikstof, maar boven \pm 1500 mg stikstof is reeds een zeer sterke teruggang van de wortelproduktie waar te nemen. Bij de bovengrondse delen, vooral bij het blad en de scheuten, is van een teruggang nauwelijks of pas bij veel hogere stikstofgiften sprake. De reactie van het wortelstelsel op de stikstofgiften en de vochttrappen is dus kwantitatief verschillende van die van andere delen van de planten. De behandelingen hebben dus ook de verhoudingen tussen deze delen gewijzigd (zie 3.4.6).

De droge stof-gehalten van de wortels vertoonden een duidelijk verband met de stikstofgiften: gemiddeld daalde dit gehalte van 28.1% bij ON tot 22.3% bij de hoogste stikstofgift. De droge series lieten voorts iets hogere gehalten zien dan de vochtige.

3.4.5 De produktie aan droge stof van het gras en de graswortels

De grasproduktie (figuur 14) is duidelijk afhankelijk geweest van de vocht- en van de stikstofvoorziening. De invloed van de vochtvoorziening lijkt relatief echter wat geringer dan dat bij de blad- en scheutproduktie van de onderstammen (figuren 10 en 11) het geval was. Dit zou erop neerkomen dat de laagste vochttrap (12% gewichts % vocht, zo goed mogelijk constant gehouden), voor de grasgroei minder nadelig was dan voor de ontwikkeling van de onderstam, of, dat gras bij dit vochniveau minder moeite heeft om vocht aan de grond te onttrekken (door een grotere bewortelings-intensiteit?) dan de onderstammen. Het feit dat grond door een grasbegroeiing veel sterker indroogt dan door vruchtboomwortels alleen, wijst reeds in deze richting. Ook het feit dat het stikstof optimum voor de grasgroei in de droge serie niet duidelijk lager ligt dan dat in de vochtige serie, maar wel veel hoger ligt dan het N-optimum voor de groei van de onderstammen in de droge potten (figuren 10 en 11) zou erop kunnen wijzen dat de reactie van het gras op de groeiomstandigheden wat afwijkt van die van de onderstammen.

De graswortels hebben evenals de wortels van de onderstammen, zeer duidelijk ongunstig gereageerd op hogere stik-

Fig. 14: Drogestof produktie van gras

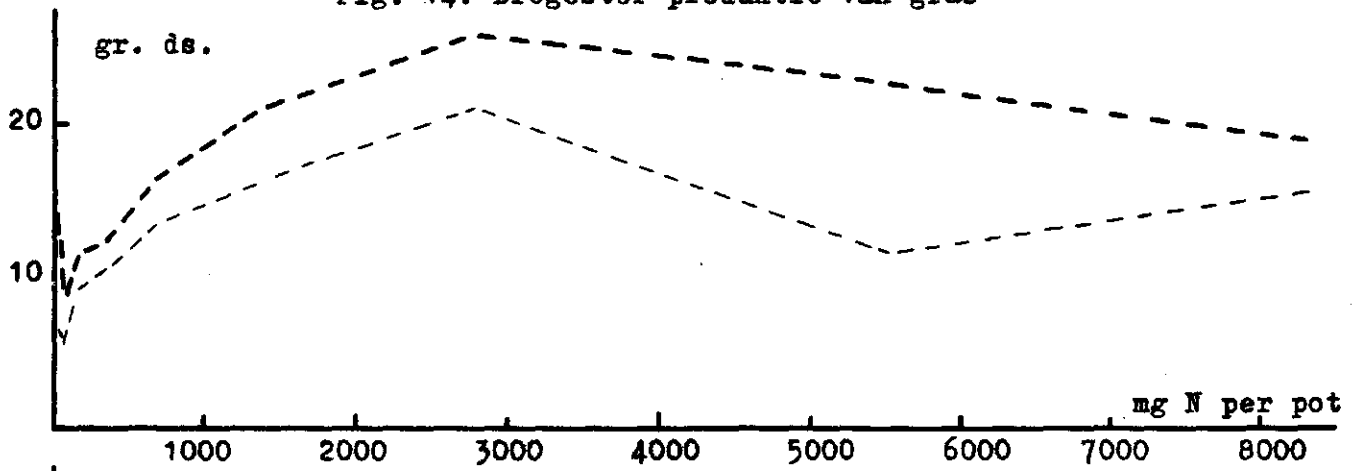


Fig. 15: Drogestof produktie van graswortels

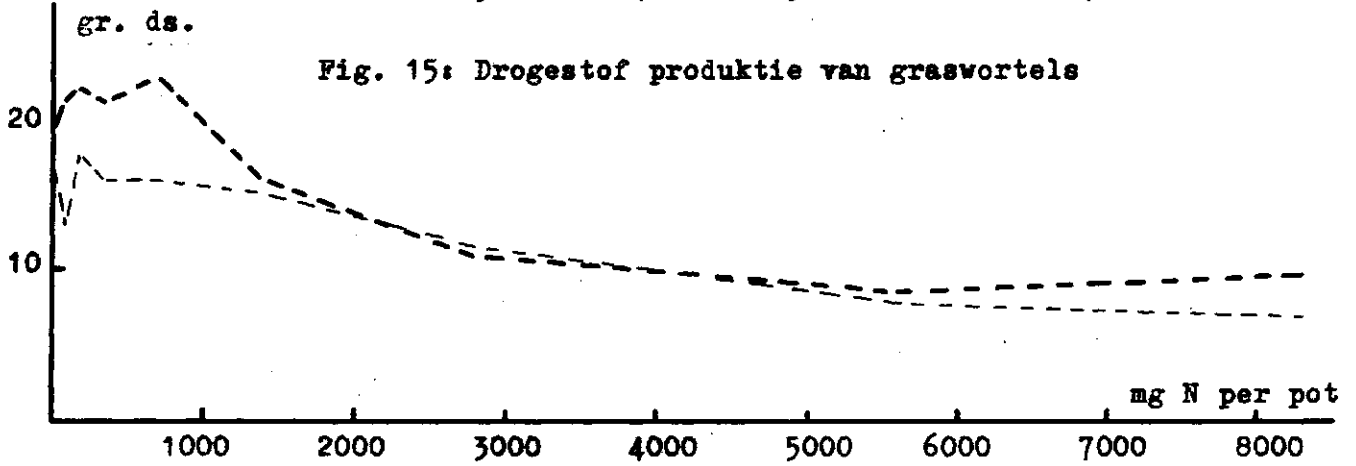
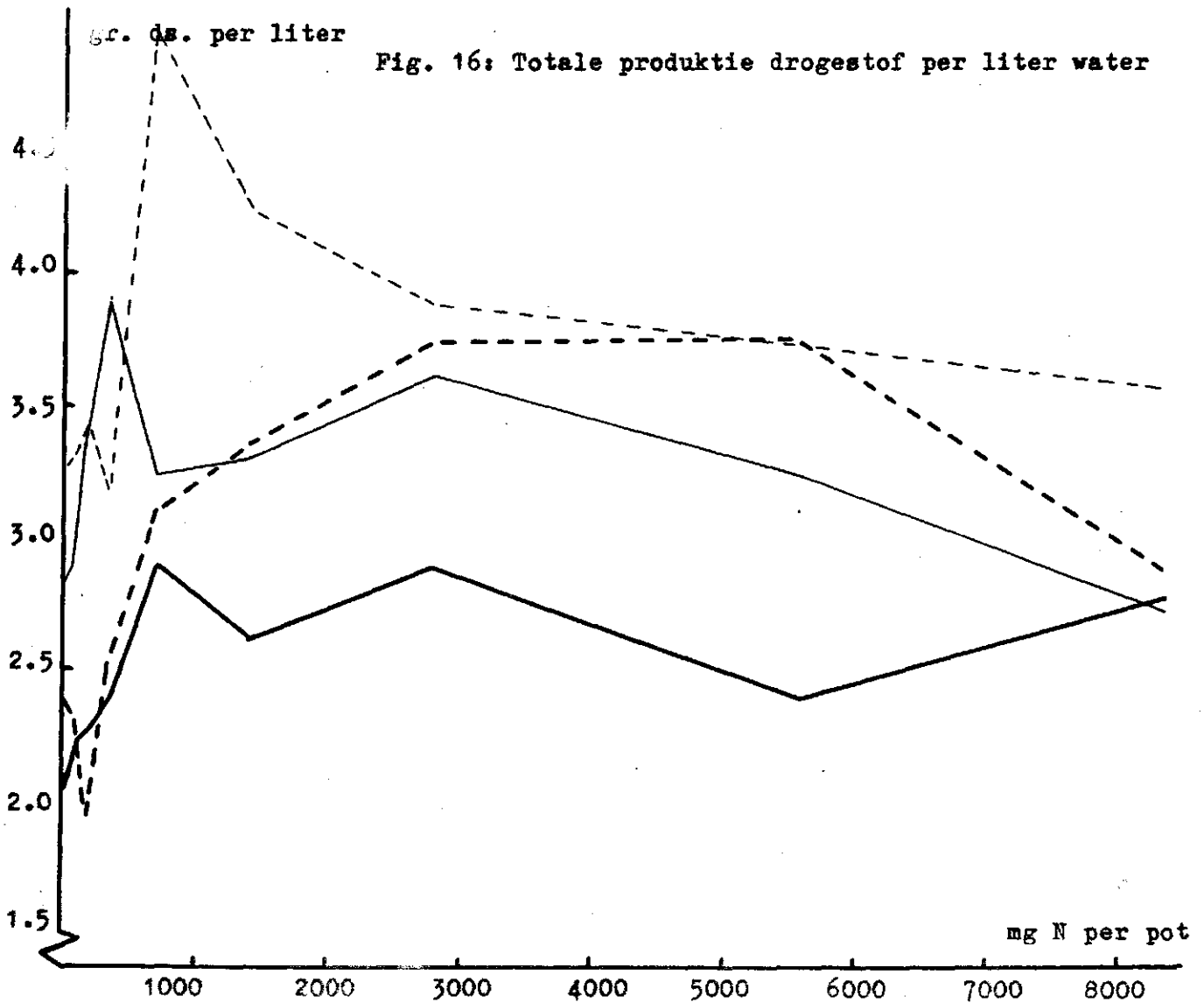


Fig. 16: Totale produktie drogestof per liter water



stofgiften. Dit wijst erop, dat de produktie van wortels afgestemd is op de mogelijkheid van stikstofopneming. Een invloed van het verschil in vochtgehalte is, behoudens in het traject van lage N-giften, niet te merken. Ook de onderstamwortels (figuur 13) reageerden vrijwel niet op het verschil in vochtgehalte.

3.4.6 Invloed van de behandelingen op de verhouding tussen boven- en ondergrondse delen

Zoals uit de figuren 10-15 reeds kan worden afgeleid, hebben de behandelingen ook de onderlinge verhoudingen tussen de verschillende delen van de planten beïnvloed. Korthedshalve zal hier onder woorden worden gebracht waar deze invloed op neerkomt.

1. Toename van de stikstofgift heeft de verhouding tussen blad en nieuwgevormde scheuten enerzijds en stam + wortels anderzijds sterk doen toenemen.
2. Door de sterke reactie van de bovengrondse delen op de vochtvoorziening en de vrijwel afwezigheid van zo'n reactie bij de wortels, neemt de verhouding tussen boven- en ondergrondse delen ook met verbetering van de vochtvoorziening sterk toe.

3.4.7 De produktie aan droge stof per liter verbruikt water

Uit de opbrengsten aan droge-stof en uit de per pot getotaliseerde watergiften (figuur 2) werden de per liter water geproduceerde, totale hoeveelheden droge stof (eventueel met inbegrip van gras en graswortels) berekend. Het verband met de behandelingen is weergegeven in figuur 16.

Hoewel het veel grotere vochtverbruik bij de vochtige series samen ging met een eveneens veel grotere produktie van droge stof, was bij de droge series toch sprake van een economischer gebruik van water. Zowel met als zonder grasbedekking werd hier per liter water dooreengenomen duidelijk meer droge stof geproduceerd dan bij de vochtige series. Dit wijst erop dat uit vochtige grond een vrij grote hoeveelheid water door evaporatie verloren gaat. Figuur 16 laat ook zien dat een normale stikstofvoorziening ten opzichte van stikstofgebrek enerzijds en stikstofovermaat anderzijds een economischer waterverbruik geeft.

De totale produktie aan droge stof per liter water is tenslotte bij een grasbedekking bij normale stikstofvoorziening groter dan zonder grasbedekking. Dit kan wijzen op een vermindering van de evaporatie door de grasbegroeiing, een veronderstelling die ook reeds in 3.1 werd geuit.

3.5 De hoeveelheid opgenomen stikstof

Uit de stikstofgehalten en uit de produkties aan droge stof van de verschillende delen van de onderstammen en het gras kon worden berekend hoeveel stikstof hierin aanwezig was. In tabel 3 zijn deze hoeveelheden weergegeven.

Uit de analyse van een deel van het plantmateriaal aan het begin van de proef kon voorts worden afgeleid dat de 7 geplante

onderstammen per pot overeenkwamen met 161 gram vers gewicht, afgerond 100 gram droge stof en - bij een gemiddeld gehalte aan totaal stikstof van 0.67% - met 670 milligram N.

3.5.1 De verdeling van stikstof over de verschillende plantendelen

Uit tabel 3 werd berekend hoe de gemiddelde relatieve verdeling van stikstof over de onderdelen van de onderstammen en het gras werd beïnvloed door stikstof en vocht. In de tabellen 4 en 5 is deze verdeling in % aangegeven.

Tabel 4. Percentages in verschillende plantendelen aanwezige stikstof onder invloed van de stikstofbemesting.

		milligram N per pot								
		0	87	174	348	696	1393	2785	5571	8356
blad	M XI	32	34	34	34	39	39	39	41	41
scheut	bast	6	6	7	7	7	7	7	7	7
	hout	2	2	3	2	3	3	3	4	4
stam	bast	21	18	19	18	15	14	14	15	16
	hout	18	16	17	16	13	14	16	14	16
wortels		21	24	20	23	23	23	21	19	16
gras		52	42	50	51	65	73	78	75	83
graswortels		48	58	50	49	35	27	22	25	17

Tabel 4 laat zien dat een toenemende stikstofbemesting gepaard gaat met een verandering van de verdeling van stikstof over de onderstammen: relatief meer stikstof komt, via de invloed op de groei en het stikstofgehalte terecht in de bladeren en nieuwgevormde scheuten en minder in de stam en in het wortelstelsel. Nog sterker is dit verschijnsel bij de grasbegroeiing waar te nemen. Uit tabel 3 blijkt dat de in het graswortelstelsel aanwezige stikstof door de bemesting slechts weinig toeneemt, voornamelijk als gevolg van het achterblijven van de groei van het wortelstelsel (vergelijk figuur 15). De opgenomen stikstof komt daardoor vrijwel geheel in de bovengrondse delen terecht.

Ook de vochtvoorziening heeft - zij het wat minder duidelijk dan stikstof - invloed op de verdeling van N over de plant (tabel 5).

Tabel 5. Percentages in verschillende plantendelen aanwezige stikstof onder invloed van de vochtvoorziening.

		droog	nat
blad	M XI	36	39
scheut	bast	6	7
	hout	2	3
stam	bast	18	15
	hout	15	16
wortels	M XI	23	20
gras		65	72
graswortels		35	28

Een hoger vochtgehalte, dat vooral een grotere produktie aan bovengrondse delen en vrijwel niet aan wortels tengevolge had (figuren 10-15), geeft ook een relatief wat grotere hoeveelheid stikstof in blad en scheuten vergeleken met de stam en met het wortelstelsel. Dezelfde tendens is bij gras te bespeuren.

3.5.2 Stikstof in de stam

In verband met de berekening van de door de onderstammen en door het gras opgenomen hoeveelheden stikstof is het van belang te weten hoeveel stikstof bij het planten reeds in de onderstammen aanwezig was. Aangezien de onderstammen praktisch zonder wortels en zijtakken werden geplant - er werd sterk ingesnoeid - mag worden aangenomen dat de bij het begin van de proef door analyse in het stamgedeelte aangetoonde stikstof vrijwel gelijk was aan de in de planten aanvankelijk aanwezige stikstof (670 mgr N per pot). In figuur 17 is nu aangegeven hoeveel stikstof er aan het einde van het seizoen bij de verschillende behandelingen in het stamgedeelte van de onderstammen werd teruggevonden. Het blijkt dat in dit gedeelte, zelfs bij zeer hoge stikstofgiften en ondanks duidelijke diktegroei steeds minder stikstof werd teruggevonden dan er vóór het groeiseizoen in gezeten moet hebben.

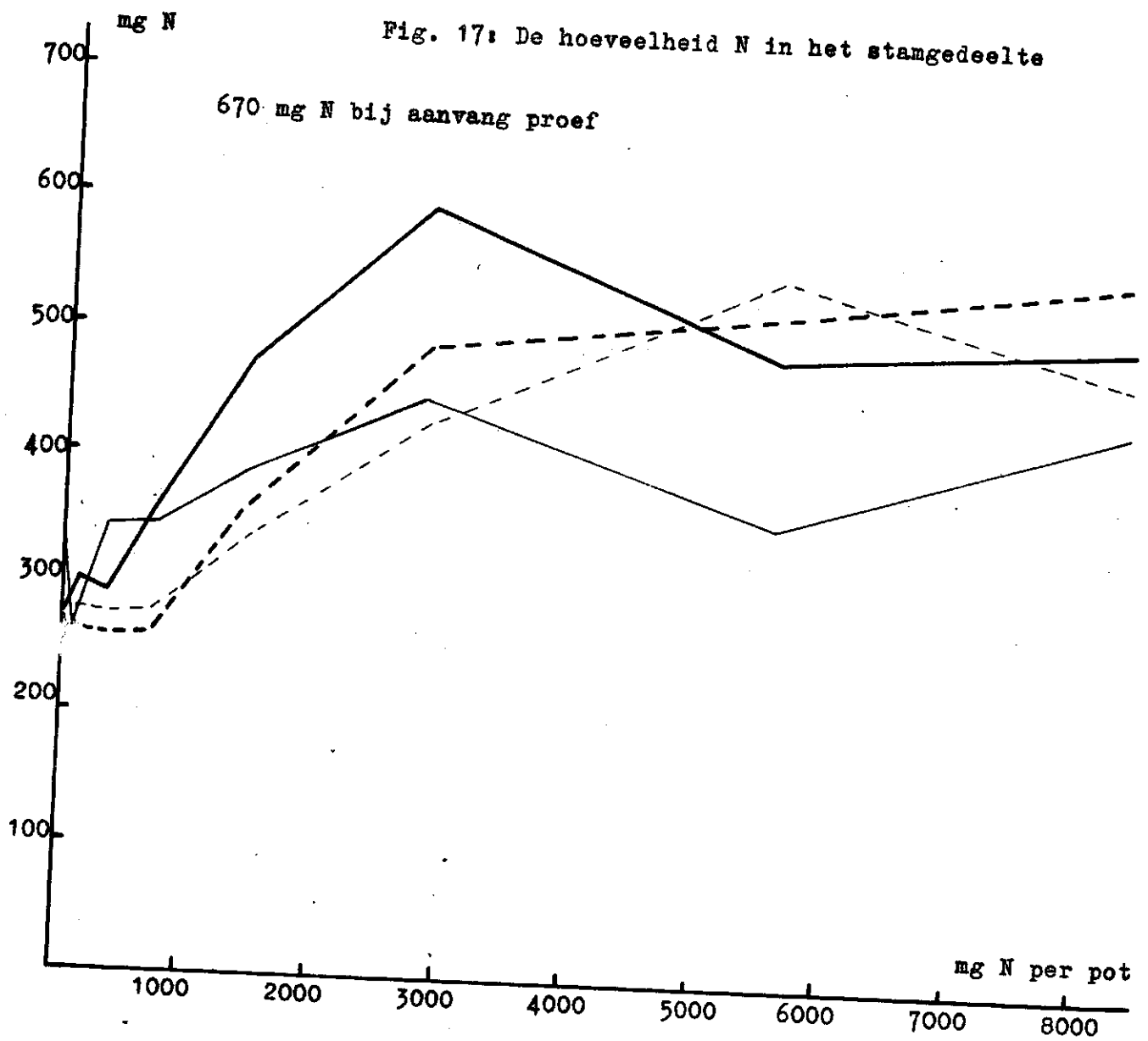
Dit duidt er op, dat voor de groei bij vrijwel elk niveau van stikstofvoeding, reservestikstofverbindingen uit de oudere weefsels van de plant worden gebruikt.

Bij weglaten van de stikstofbemesting verdween bv. ruim de helft van de aanvankelijk aanwezige stikstof. Dit is bij deze objecten ongeveer gelijk aan de in de overige delen van de onderstammen (blad, scheuten, wortels) teruggevonden hoeveelheden stikstof.

In figuur 17 weerspiegelt zich overigens wel het ook bij andere plantendelen aangetroffen effect van de behandelingen. Zo is in het traject van matige tot lage stikstofgiften de invloed van de stikstofconcurrentie door gras te bespeuren. De lijn voor "nbnegroeid droog" heeft bij 5571 mgr N een onregelmatig verloop door het niet uitschakelen van een vermoedelijk onjuiste stikstofanalyse.

3.5.3 De hoeveelheid uit de grond opgenomen stikstof

In tabel 6 zijn voor de 4 proefseries de door de onderstammen en het gras totaal opgenomen hoeveelheden stikstof vermeld. Voor de onderstammen werden hierbij de totalen uit tabel 3 met 670 mgr N verminderd (de in het plantmateriaal aanwezige hoeveelheid stikstof). Voor gras werd aangenomen dat de hoeveelheid in het zaad aanwezige reserve-stikstof verwaarloosbaar klein was ten opzichte van de opgenomen hoeveelheden stikstof en de analyse- en proeffouten. Door de proefopzet in enkelvoud en enkele analyse- en weegfouten liggen de cijfers niet erg regelmatig. Enkele conclusies mogen echter wel worden getrokken.



Tabel 6. De uit de grond opgenomen hoeveelheden stikstof in de onderstammen en het gras.

S e r i e		mgr N per pot								
		0	87	147	348	696	1393	2785	5571	8356
GRAS NAT	onderstam, totaal	-3	11	-16	67	175	534	1056	1225	1047
	gras, totaal	298	222	245	289	429	650	769	637	643
GRAS DROOG	onderstam totaal	39	50	27	-6	408	509	661	837	638
	gras, totaal	199	148	234	395	422	475	630	424	468
ONBEGROEID NAT	onderstam totaal	132	225	218	295	638	1011	1267	1092	1298
ONBEGROEID DROOG	onderst. totaal	185	133	223	468	493	715	851	717	675

Waar een grasbegroeiing aanwezig was werd bij weglaten van van de bemesting of bij zeer lage stikstofgiften praktisch geen stikstof door de onderstammen opgenomen. Dit valt vooral op bij de vochtige serie. De groei heeft bij deze planten (in wortels, scheuten en blad was ca. 400 mgr N aanwezig) geheel plaats gevonden door translocatie van reser-vestikstof uit de stam (vergelijk figuur 17). Opvallend is echter dat het gras bij weglaten van de bemesting wel stikstof heeft opgenomen, in de grootte-orde van ruim 200 mgr N. Deze stikstof kan vermoedelijk slechts voor een zeer klein deel uit het stikstofgehalte van het zaad worden verklaard, het grootste deel moet dus uit de zeer geringe mineralisatie van organische stof afkomstig zijn (de potten waren gevuld met iets slibhoudend, humusarm zand uit de ondergrond). Waar geen gras aanwezig was werd bij weglaten van de stikstofbemesting wel stikstof door de onderstammen opgenomen, nl. in de grootte orde van 150 mgr N. We hebben hier uiteraard weer met concurrentie door het gras te maken. Het is daarbij echter wel opvallend dat het gras blijkbaar in staat is geweest alle sporen stikstof uit de onbemeste grond op te nemen zonder dat hiervan iets aan de onderstammen ten goede kwam. Slechts bij de serie "droog" (vergelijk figuur 15: minder graswortels dan bij de serie "nat" bij laag N-traject) werd ook door de onderstammen nog iets stikstof opgenomen.

Het verschijnsel dat van een geringe hoeveelheid stikstof vrijwel alles door het gras wordt opgenomen, laat zich wellicht als volgt verklaren. Zowel de onderstammen als het gras begonnen de groei vrijwel zonder wortels. Bij een in de tijd en in intensiteit overeenkomstige ontwikkeling van beide wortelstelsels zou stikstof zowel aan het gras als aan de onderstam ten goede moeten komen. Ontwikkelen de graswortels zich echter eerder en doorwortelen deze de grond daarbij intensiever dan kan een sterke verschuiving van de stikstofopneming ten gunste van het gras plaats vinden. De stikstofconcurrentie zoals die ook in boomgaarden veel wordt aangetroffen en waarbij we met reeds aanwezige wortelstelsels hebben te maken, moet vermoedelijk ook meer verklaard worden uit een vroeger aanvangende en vooral veel intensievere doorworteling dan uit het vermogen van gras om grote hoeveelheden stikstof op te nemen.

In tabel 6 valt verder op, dat alleen in het voor de groei sub-optimale stikstoftraject door het gras veel meer stikstof wordt opgenomen dan door de onderstammen (gemiddeld 2.7 keer zoveel, zowel bij de vochtige als bij de droge serie), maar dat bij stikstofovermaat veel meer stikstof door de onderstam wordt opgenomen. De verhouding tussen de stikstofopneming door de onderstam en het gras, die vooral bij een goede vochtvoorziening ruim is, zegt overigens weinig omdat hierbij ook andere factoren in het spel zijn, zoals de beplantingsdichtheid en de belichting. De potten stonden onder een afdak, zodat er geen direct zonlicht op de planten viel. Het is bekend, dat de grasgroei sterk afhankelijk is van de belichting.

3.6 De invloed van de behandelingen op de gehalten aan kali, magnesia, calcium en fosfaat

Behalve stikstof werden in alle gewasmonsters ook de gehalten aan K_2O , MgO , CaO en P_2O_5 bepaald. De samenhang tussen deze gehalten en de behandelingen zal in het hiernavolgende worden besproken. De analysegegevens zijn als gemiddelden van de stikstoftrappen en van de vier proefseries samengevat in de tabellen 7-10.

3.6.1 Het gehalte aan kali

Uit tabel 7 volgt dat er grote verschillen in kaligehalten tussen de verschillende plantendelen hebben bestaan. Opvallend is dat het gras en de graswortels aanzienlijk hogere kaligehalten hebben dan de bladeren en de wortels van de onderstammen. Evenals bij stikstof kan worden geconstateerd dat hout betrekkelijk arm weefsel is en dat bast en hout van de stam armer zijn dan die van de jonge scheuten. Niet bij alle weefsels bestaat een samenhang tussen het kaligehalte en de stikstofbemesting. De wortelstelsels van gras en onderstammen en voorts bast en hout van de stammen vertonen geen samenhang.

Tabel 7. Kaligehalten in % K_2O op droge stof[⊖] in verschillende plantendelen.

N-gift	onderstam M XI						gras				
	blad	scheuten		stam		wortels	gesneden op				wortels
		bast	hout	bast	hout		23/6	7/7	17/7	1/9	
0	0.80	0.64	0.22	0.57	0.13	0.55	-	2.81	2.37	1.60	0.91
87	0.73	0.64	0.22	0.54	0.11	0.55	-	-	2.24	2.56	0.93
174	0.70	0.65	0.22	0.53	0.12	0.49	-	-	2.34	1.45	0.89
348	0.73	0.67	0.22	0.57	0.12	0.54	2.97	-	2.46	1.69	0.87
696	0.60	0.71	0.18	0.52	0.11	0.47	2.98	-	2.76	1.86	0.91
1393	0.67	0.69	0.19	0.54	0.11	0.46	3.67	2.79	-	2.10	0.93
2785	0.72	0.71	0.19	0.53	0.13	0.48	3.77	3.00	2.85	2.07	0.86
5571	0.75	0.72	0.22	0.53	0.10	0.51	-	3.15	2.75	2.16	1.00
8356	0.76	0.77	0.26	0.53	0.13	0.51	-	-	2.76	2.48	0.86
serie											
gras, nat	0.73	0.71	0.21	0.55	0.11	0.53	3.35	2.94	2.55	1.89	0.95
gras, droog	0.56	0.62	0.19	0.49	0.10	0.45	-	2.87	2.55	1.88	0.86
onbegr. nat	0.91	0.77	0.25	0.63	0.14	0.54	-	-	-	-	-
onbegr. droog	0.66	0.66	0.21	0.49	0.11	0.51	-	-	-	-	-

[⊖] 1 millieq. K = 0.039% K = 0.047 % K_2O

In het gras - vooral merkbaar bij de laatste snede - neemt het kaligehalte na een aanvankelijke lichte daling echter met de stikstofgift duidelijk toe. Ook in het blad van de onderstammen lijkt het kaligehalte aanvankelijk te dalen, daarna eveneens iets te stijgen.

Een lichte stijging van het kaligehalte lijkt ook in de bast van de jonge scheuten waarneembaar te zijn.

Over de invloed van de grasbegroeiing en het vochtgehalte lijken iets duidelijker conclusies geoorloofd, enerzijds omdat het hier gemiddelden van steeds 9 monsters betreft, anderzijds omdat de weefsels van de onderstammen steeds in dezelfde zin verschillen vertonen.

Het meest opvallend bij de onderstammen is het hogere kaligehalte in de vochtige series ten opzichte van de droge series. De zeer sterk gunstige invloed van het vochtgehalte van de grond op de kali-opname is een overbekend feit. Het manifesteert zich ook in deze proef in alle delen van de onderstam. Het is echter opvallend dat een dergelijk gunstige invloed bij het gras niet of slechts in geringe mate (bij de wortels) valt waar te nemen. Wellicht moet deze geringe reactie van het kaligebrek in gras wederom als een indicatie van een verschil in vermogen tot vocht-opname tussen de onderstammen en het gras worden opgevat (zie 3.4.5).

De grasbegroeiing heeft voorts bij gelijke vochtvoorziening, maar vooral in de vochtige potten, aanleiding gegeven tot lagere kaligehalten in de verschillende delen van de onderstammen. Dit effect zou een aanwijzing kunnen zijn, dat gras behalve ten aanzien van stikstof, ook ten aanzien van kali concurrerend kan werken. Hoewel de hoge kaligehalten in het gras een dergelijk effect niet tegenspreken, lijkt een duidelijke kaliconcurrentie niet direct voor de hand te liggen. Bij N is er immers sprake van beschikbare hoeveelheden die door gras op kunnen raken, bij kali hebben we echter te maken met evenwichts-toestanden.

3.6.2 Het gehalte aan magnesia

De magnesia-gehalten hebben slechts uiterst zwak op de behandelingen gereageerd (tabel 8).

Tabel 8. Magnesia-gehalten in % MgO op droge stof*, in verschillende plantendelen.

N-gift	onderstam M XI						gras				
	blad	scheuten		stam		wortels	gesneden op				wortels
		bast	hout	bast	hout		23/6	7/7	17/7	1/9	
0	0.55	0.26	0.07	0.16	0.03	0.18	-	0.38	0.37	0.37	0.20
87	0.53	0.27	0.07	0.16	0.03	0.17	-	-	0.39	0.34	0.23
174	0.55	0.25	0.06	0.14	0.03	0.15	-	-	0.38	0.35	0.17
348	0.60	0.27	0.06	0.16	0.03	0.16	0.38	-	0.37	0.37	0.16
696	0.68	0.27	0.07	0.17	0.03	0.17	0.39	-	0.38	0.40	0.23
1393	0.69	0.32	0.07	0.18	0.04	0.17	0.44	0.47	-	0.31	0.22
2785	0.65	0.29	0.07	0.18	0.05	0.19	0.46	0.43	0.47	0.36	0.25
5571	0.58	0.28	0.06	0.18	0.04	0.22	-	0.45	0.38	0.38	0.22
8356	0.57	0.26	0.07	0.17	0.04	0.20	-	-	0.40	0.36	0.27
serie											
gras, nat	0.57	0.24	0.06	0.16	0.03	0.18	0.41	0.48	0.41	0.37	0.21
gras, droog	0.60	0.28	0.07	0.16	0.03	0.17	-	0.42	0.38	0.35	0.22
onbegr. nat	0.62	0.28	0.07	0.19	0.04	0.18					
onbegr. droog	0.61	0.29	0.07	0.17	0.04	0.18					

*) 1 millieci. Mg = 0.01% Mg - 0.0001 Mg

De gehalten in het blad van de onderstam vertonen een negatieve correlatie met de kaligehalten: in het traject van optimale stikstofgiften zijn ze het hoogst, bij stikstofgebrek en bij stikstofovermaat zijn ze iets lager. Bij kali was dit net andersom. De samenhang tussen de MgO-gehalten en de stikstofgiften in de overige delen van de onderstam en van het gras is zeer zwak. Er is een tendens van iets hogere gehalten bij hogere N-giften, in de wortels van gras en onderstam, in bast en hout van de onderstam en in het gras.

Er is voorts nog een zwakke samenhang tussen de magnesia-gehalten en de grasbegroeiing en de vochtvoorziening. In de met gras begroeide potten is magnesium in de jongere delen van de onderstammen (blad en scheuten) zwak negatief gecorreleerd met kali; in de vochtige potten komen dus iets lagere gehalten voor. Bij de natte potten komen tussenwel en geen grasbegroeiing weer enkele verschillen voor in de zin zoals die ook bij kali werden gevonden en die op een zwakke magnesiumconcurrentie door gras zouden kunnen wijzen.

De verschillen tussen vochtig en droog gegroeid gras zijn klein, en deels te onbetrouwbaar om hieruit conclusies te kunnen trekken.

3.6.3 Het gehalte aan calcium

De gehalten aan CaO in de verschillende delen van de onderstammen en het gras zijn weergegeven in tabel 9.

Tabel 9. Calciumgehalten in % CaO op droge stof^{*)} in verschillende plantendelen.

N-gift	onderstam M XI						gras				
	blad	scheuten		stam		wortels	gesneden op				wortels
		bast	hout	bast	hout		23/6	7/7	17/7	1/9	
0	2.08	2.49	0.50	2.08	0.27	1.34	-	1.01	1.15	2.40	3.49
87	2.11	2.54	0.50	2.17	0.26	1.43	-	-	1.23	2.50	3.43
174	2.03	2.47	0.50	2.11	0.26	1.24	-	-	1.13	2.86	3.71
348	2.18	2.54	0.50	2.08	0.25	1.28	1.04	-	1.12	1.76	3.08
696	2.34	2.63	0.41	2.29	0.24	1.31	0.84	-	0.94	1.83	4.36
1393	2.64	2.99	0.41	2.66	0.26	1.40	0.92	1.01	-	1.39	3.22
2785	2.76	3.13	0.37	2.81	0.23	1.74	1.37	1.09	1.23	2.24	3.47
5571	2.81	3.22	0.46	3.04	0.21	1.68	-	1.51	1.68	2.14	2.90
8356	2.97	3.72	0.51	3.16	0.28	1.75	-	-	2.02	2.09	3.50
serie											
gras, nat	2.21	2.71	0.40	2.38	0.24	1.55	1.04	1.22	1.29	2.16	3.77
gras, droog	2.52	2.82	0.52	2.26	0.25	1.38	-	0.98	1.33	2.11	3.15
onbegr. nat	2.36	2.86	0.41	2.81	0.26	1.42					
onbegr. droog	2.65	3.03	0.51	2.51	0.25	1.49					

^{*)} 1 millieq. Ca = 0.020 % Ca = 0.028% CaO

Bij gras blijkt het gehalte in de loop van het seizoen toe te nemen. De samenhang met de stikstofgiften is hier echter niet geheel duidelijk. Bij betrekkelijk jong gras, neemt, zoals te verwachten viel, het gehalte met de stikstofgift toe (stikstof en Ca zijn in gewasmonsters gewoonlijk positief gecorreleerd).

Bij het later geoogste gras en bij de graswortels is, vermoedelijk mede als gevolg van de grote analyse-fout bij de calciumbepaling, geen duidelijke samenhang met de bemesting te bespeuren.

Bij de onderstammen treedt de verwachte positieve correlatie tussen Ca en de N-voorziening duidelijk op in het blad, de bast en de wortels, niet echter in de houtige delen van scheut en stam. In het traject van lage stikstofgiften is de toename van CaO niet merkbaar omdat de verschillen in stikstofopneming hier zeer gering zijn. Opvallend is dat de verschillen in CaO-gehalten, tussen het blad, en de bast van de scheuten en de stam vrij klein zijn. De bast van de scheuten is nog het meest calciumrijk. Bij stikstof en magnesium en in wat mindere mate bij kalium, zijn de weefsels duidelijk armer naarmate ze ouder zijn. Opvallend is ook het hoge calciumgehalte van de graswortels.

Droogte heeft het calciumgehalte van nieuw gevormd weefsel van de onderstam (blad, scheuten) duidelijk verhoogd, van de bast van de stam echter verlaagd. Men zou hier aan calciumtransport van de stam naar het jongere weefsel kunnen denken. Ook de wortelstelsels in de grasputten laten een tendens tot lagere Ca-gehalten bij droogte zien.

De grasbegroeiing heeft bij eenzelfde vochtgehalte, evenals bij stikstof, kalium^{en} magnesia, een geringe daling van de calciumgehalten van de bast in de bladeren veroorzaakt. Mogelijk moet ook hier weer aan een concurrentie-effect worden gedacht.

3.6.4 Het gehalte aan fosfaat

De gehalten aan fosfaat, weergegeven in tabel 10, vertonen geen duidelijke samenhang met de bemesting. Gewoonlijk zijn fosfaat- en stikstofgehalten negatief gecorreleerd.

Bij het blad van de onderstam en bij het gras van de laatste snede en de graswortels is er tot aan het niveau van overmaat stikstof inderdaad een geringe daling van de fosfaatgehalten met de stikstofbemesting, echter veel minder dan op grond van de grote verschillen in N-gehalten zou worden verwacht.

De invloed van de vochttoestand is bij de onderstam van weinig betekenis en onduidelijk. Bij gras heeft droogte tot lagere fosfaatgehalten aanleiding gegeven.

De grasbegroeiing gaat in alle delen van de onderstammen gepaard met lagere fosfaatgehalten, zodat wederom aan enige fosfaatconcurrentie door gras kan worden gedacht.

Tabel 10: Fosfaatgehalten in % P_2O_5 op droge stof^{*)} in verschillende plantendelen.

N-gift	onderstam M XI						gras				
	blad	scheuten		stam		wortels	gesneden op				wortels
		bast	hout	bast	hout		23/6	7/7	17/7	1/9	
0	0.25	0.17	0.08	0.13	0.06	0.17	-	0.69	0.39	0.41	0.35
87	0.24	0.18	0.07	0.13	0.06	0.17	-	-	0.49	0.43	0.33
174	0.23	0.16	0.07	0.13	0.06	0.16	-	-	0.44	0.38	0.31
348	0.23	0.17	0.08	0.13	0.05	0.17	0.60	-	0.35	0.42	0.34
696	0.20	0.17	0.07	0.13	0.05	0.17	0.45	-	0.40	0.35	0.30
1393	0.22	0.18	0.07	0.14	0.05	0.17	0.50	0.44	-	0.34	0.28
2785	0.26	0.20	0.07	0.14	0.05	0.17	0.50	0.38	0.50	0.34	0.29
5571	0.25	0.21	0.07	0.13	0.05	0.17	-	0.46	0.33	0.33	0.33
8356	0.25	0.22	0.08	0.14	0.06	0.19	-	-	0.49	0.43	0.33
serie											
gras, nat	0.21	0.16	0.06	0.12	0.04	0.16	0.52	0.48	0.51	0.42	0.31
gras, droog	0.22	0.18	0.07	0.13	0.06	0.16	-	0.38	0.39	0.35	0.32
onbegr. nat	0.27	0.21	0.08	0.14	0.06	0.18					
onbegr. droog	0.24	0.19	0.08	0.14	0.06	0.19					

*) 1 mmol PO_4 /100 gr droge stof = 0.031% P = 0.071% P_2O_5 .

3.7 Grondonderzoek

Na afloop van de proef werd in een grondmonster van elk pot het gehalte aan nitraat-stikstof bepaald. Hieruit en uit de hoeveelheid grond per pot werd de hoeveelheid overgebleven stikstof berekend. Over het algemeen en in overeenstemming met de gegevens van het gewasonderzoek (tabel 6) werd stikstof pas bij of boven een gift van 1393 mgr teruggevonden. Boven dit bemestingsniveau bestond er een correlatie tussen de uit grondonderzoek teruggevonden en het uit gewasonderzoek theoretisch berekende overschot aan stikstof, maar deze correlatie was niet fraai. Over het algemeen werd minder teruggevonden dan er volgens het gewasonderzoek van de gift overgebleven had moeten zijn. Verondersteld wordt, dat een deel van de stikstof op het moment van de grondmonsternamen in de poruze, rechtopstande en tot de bodem van de potten reikende drainbuizen is gedrongen als gevolg van verdamping aan de binnenwand van deze buizen.

4. CONCLUSIES

In 1961 werd een pottenproef in enkelvoud uitgevoerd met per pot 7 appelonderstammen M XI. Hierin werd de invloed onderzocht van negen stikstoftrappen, twee vochttrappen en een grasbegroeiing van veldbeemd. De stikstoftrappen omvatten het traject van uitgesproken stikstofgebrek tot duidelijk stikstofovermaat. De waarnemingen bestonden uit een uitgebreide analyse van de groei (produktie droge-stof) en de minerale samenstelling van verschillende plantendelen.

Het zo goed mogelijk constant houden van twee vochttrappen (± 12 en ± 18 gewichts %) had duidelijk invloed op de groei, het effect van de stikstofbemesting, de minerale samenstelling en de concurrentie door de grasbegroeiing. Het vochtverbruik (figuur 1 en 2) hing meer van het aangehouden vochniveau dan van de bemesting of de grasbegroeiing af.

Bij stikstofgebrek werd in de potten zonder gras meer vocht verbruikt dan in die met gras. Bij optimale stikstofbemesting was dit net andersom. Vermoedelijk spelen de vochtconserverende werking van gras (beperking van de evaporatie) en de beperking van de droge-stofproductie door stikstof-tekort een rol bij deze onverwachte wisselwerking.

Het uitlopen van de knoppen en de scheutgroei werden aanvankelijk geremd door overmaat stikstof, in een later stadium groeiden de scheuten bij een hoge stikstofgift langer door (figuur 3).

Van vochtconcurrentie door gras was in deze proef geen sprake omdat steeds constante vochniveau's werden aangehouden. De stikstofconcurrentie door gras was het duidelijkst merkbaar in de bladstikstofgehalten, maar ook in de stikstofgehalten van de overige plantendelen (bast, hout, wortels). Deze concurrentie blijkt sterk samen te hangen met de vochtvoorziening. In vochtige grond is zij groter dan in droge grond, omdat de grasproductie maar ook de groei van de onderstammen en dus de stikstofbehoefte dan groter zijn. Bij een toestand waarbij vrijwel geen stikstof beschikbaar is, is de stikstofconcurrentie in mindere mate of vrijwel niet merkbaar in lagere stikstofgehalten omdat deze dan bepaald worden door reservestikstofverbindingen uit de planten zelf (figuren 5, 7, 8). De gehalten in het blad en in andere delen van de planten nemen over het algemeen toe tot en met de hoogste stikstofgiften, de groei vertoont echter duidelijke optima (figuren 10-13). Het is dus niet juist om bij de interpretatie van het blad-N-gehalte het hoogst bereikbare niveau van N-gehalten als norm voor een goede stikstofvoorziening te stellen.

De stikstofconcurrentie was ook merkbaar in de produkties aan droge stof. In met gras begroeide potten lagen de optimale stikstofgiften nl. duidelijker hoger dan waar gras afwezig was. Het viel daarbij op, dat de reactie van de scheuten relatief sterker was dan die van het blad. Dit moge blijken uit tabel 11, waarin de relatieve vermeerdering in droge stof-productie van blad en scheuten als reactie op een hogere vochttoestand en een optimale stikstofgift is weergegeven.

Tabel 11. Gewichtsvermeerdering van droge stof in % als gevolg van stikstof en vocht.

e f f e c t		blad	scheuten
door betere vochtvoorziening	bij 0 N	21	38
	bij N optimaal	36	86
door optimale N-gift	bij 12% vocht	27	58
	bij 18% vocht	43	112

Uit dit relatieve verschil in reactie en voorts uit het feit dat het droge-stofgehalte van het blad niet, van de scheuten wel samenhang met de stikstofgift, en tenslotte uit de omstandigheid dat de stikstofconcurrentie in de groei van het blad wat minder duidelijk viel te herkennen dan in die van de scheuten, werd geconcludeerd dat de produktie van de bladeren relatief meer steunt op reserveverbindingen uit bast en hout van de plant dan die van de scheuten. Deze laatste is meer direct afhankelijk van de opneming van stikstof. Met deze conclusie in overeenstemming is de waarneming dat fruitbomen die reeds lang en hevig stikstofgebrek lijdten geen scheuten meer produceren maar nog wel in blad komen te staan.

Over de betekenis van reservestikstof zij nog vermeld, dat de in het stangedeelte aanwezige hoeveelheid stikstof aan het einde van de proef en vooral bij stikstof tekort ondanks de groei belangrijk minder groot was dan aan het begin van de proef (figuur 17), zodat translocatie van reservestikstof tijdens de groei mag worden verondersteld.

Uit de stikstofconcurrentie werd de indruk verkregen dat bij de grasbegroeiing in deze proef in een vochtig milieu ruwweg 3 tot 4 keer, in een droog milieu 2-3 keer zoveel stikstof als bij afwezigheid van gras moest worden gegeven om een optimale produktie aan bovengrondse delen te krijgen.

De wortel en de stam hebben op hoge stikstofgiften duidelijk ongunstig gereageerd. De stam lijkt wat de reactie op de behandelingen betreft een tussenpositie tussen scheuten en wortels in te nemen. De groei van de wortels van de onderstammen en het gras heeft niet of vrijwel niet op het verschil in vochttoestand gereageerd.

De reactie van het gras op de betere vochtvoorziening (figuur 14) was relatief minder sterk dan die van de onderstammen. Mogelijk is de vochtvoorziening van gras bij het - constant gehouden - lage vochtgehalte als gevolg van een grotere worteldichtheid gunstiger dan die van de onderstammen.

De behandelingen hebben tenslotte ook de gehalten aan K_2O , MgO , CaO en P_2O_5 beïnvloed. Uit de gegevens werd verondersteld, dat bij een grasbegroeiing in zekere zin ook van een kalium-, magnesium- en fosfaat-concurrentie zou kunnen worden gesproken. calcium

		stikstofbesteding in kg N per ha									
		0	10	20	40	80	160	320	640	960	
serie: GRAS, NAT	Potnummer	22	5	26	1	24	9	7	20	3	
gras	1e snede	1.61	1.29	1.36	1.69	2.37	3.14	3.29	2.83	3.01	
	2e snede	0.91	0.98	0.88	1.01	1.89	3.25	3.05	1.99	2.49	
	3e snede	0.67	0.60	0.58	0.62	0.63	0.94	1.20	1.51	1.39	
graswortels		0.82	0.80	0.84	0.85	0.85	1.23	1.65	1.81	2.03	
blad	bast	0.56	0.57	0.59	0.56	0.59	0.60	0.71	0.80	0.92	
	hout	0.34?	0.18	0.18	0.18	0.17	0.18	0.24	0.28	0.36	
	bast	0.35	0.39	0.38	0.38	0.38	0.49	0.57	0.62	0.78	
	hout	0.11	0.13	0.08	0.11	0.11	0.14	0.20	0.22	0.27	
	M XI	0.43	0.39	0.39	0.45	0.41	0.49	0.77	0.85	1.12	
serie: GRAS, DROOG	potnummer:	33	14	29	18	31	10	12	35	16	
gras	1e snede	1.55	1.44	1.68	1.64	2.49	2.53	2.66	2.87	2.88	
	2e snede	1.04	0.91	0.98	1.06	1.64	1.66	2.03	2.43	2.60	
	3e snede	0.71	0.70	0.66	1.61?	0.98	1.05	1.50	1.72	0.76	
graswortels		0.98	0.89	0.98	0.92	1.47	1.46	1.78	2.10	2.20	
blad	bast	0.62	0.60	0.62	0.59	0.71	0.69	0.83	0.98	1.08	
	hout	0.21	0.20	0.20	0.20	0.21	0.24	0.32	0.43	0.55	
	bast	0.49	0.36	0.46	0.45	0.55	0.52	0.63	0.95	0.91	
	hout	0.15	0.13	0.15	0.14	0.10	0.15	0.22	0.29	0.32	
	M XI	0.41	0.46	0.41	0.42	0.52	0.56	0.78	0.87	1.22	
serie: ONBEGROEID, NAT	potnummer:	6	23	2	27	4	19	21	8	25	
blad		0.94	1.06	1.06	1.15	1.36	1.85	2.00	2.16	2.07	
	bast	0.59	0.62	0.57	0.61	0.62	0.82	0.98	1.02	1.01	
	hout	0.20	0.18	0.20	0.21	0.21	0.25	0.34	0.38	0.36	
	bast	0.41	0.42	0.45	0.46	0.49	0.56	0.67	0.74	0.73	
	hout	0.11	0.13	0.13	0.11	0.14	0.24	0.29	0.24	0.24	
	M XI	0.46	0.48	0.43	0.54	0.57	0.85	0.92	1.03	1.09	
serie: ONBEGROEID DROOG	potnummer:	13	32	17	28	15	36	34	11	30	
blad		1.05	1.18	1.08	1.34	1.41	1.90	2.04	1.99	2.20	
	bast	0.64	0.67	0.63	0.67	0.73	0.90	0.94	0.91	1.12	
	hout	0.21	0.24	0.22	0.21	0.23	0.34	0.38	0.41	0.49	
	bast	0.49	0.49	0.45	0.49	0.53	0.67	0.70	0.78	0.94	
	hout	0.18	0.11	0.13	0.17	0.17	0.20	0.21	0.14?	0.29	
	M XI	0.52	0.61	0.49	0.57	0.70	0.83	0.97	1.15	1.22	

Tabel 2. Hoeveelheden droge stof in gram per pot.

		Stikstofbesteding in kg N per ha									
		0	10	20	40	80	160	320	640	960	
serie: GRAS, NAT											
potnummer:		22	5	26	1	24	9	7	20	3	
gras		14.3	8.8	11.2	12.2	16.6	21.1	26.0	22.6	19.0	
graswortels		18.4	20.8	21.9	21.1	22.6	15.8	10.9	8.5	9.6	
blad		25.4	27.5	25.9	28.0	36.4	37.1	40.6	43.9	34.2	
scheut	bast	8.9	9.0	8.1	10.0	11.9	14.0	17.3	17.1	14.1	
scheut	hout	8.2	9.6	8.0	10.6	13.4	19.6	26.7	26.9	20.0	
stam	bast	36.7	36.2	40.1	38.7	37.0	39.1	40.1	38.2	34.8	
stam	hout	99.5	98.2	81.7?	98.4	107.6	118.9	131.5	125.4	105.8	
wortels	M XI	28.5	29.8	26.2	34.5	41.4	53.4	48.4	43.0	23.3	
totaal	gras	32.7	29.6	33.1	33.3	39.2	36.9	36.9	31.1	28.6	
totaal	M XI	207.2	210.3	190.0	220.2	247.7	282.1	304.6	294.5	232.2	
serie: GRAS, DROOG											
potnummer:		33	14	29	18	31	10	12	35	16*	
gras		6.5	5.2	9.4	10.5	13.4	16.3	20.9	11.3	15.6	
graswortels		16.2	12.8	17.4	15.8	15.8	15.0	11.3	7.9	6.7	
blad		21.0	26.0	21.2	21.7	29.6	31.1	27.2	26.1	21.5	
scheut	bast	5.9	7.4	6.5	6.9	11.7	10.6	9.6	9.4	6.2	
scheut	hout	6.8	8.1	7.0	6.4	11.7	12.8	10.6	10.1	6.2	
stam	bast	33.2	35.1	30.7	33.9	31.2	35.3	34.3	30.7	28.1	
stam	hout	85.4	92.6	89.2	87.6	112.7	99.1	93.4	86.0	67.4	
wortels	M XI	37.7	37.1	36.1	30.0	47.7	49.7	38.3	31.3	13.4	
totaal	gras	22.7	18.0	26.8	26.3	29.2	31.3	32.2	19.2	22.3	
totaal	M XI	190.6	206.3	190.7	186.5	244.6	238.6	213.4	193.6	142.8	
serie: ONBEGROEID, NAT											
potnummer:		6	23	2	27	4	19	21	8	25	
blad		28.6	28.7	30.4	29.1	37.7	36.9	38.1	34.6	41.3	
scheut	bast	9.4	9.0	10.2	11.0	15.2	14.2	14.8	12.5	15.4	
scheut	hout	11.0	12.2	12.6	14.4	22.7	21.9	23.4	18.5	21.8	
stam	bast	37.5	36.0	34.2	35.0	36.6	33.9	33.7	30.2	31.8	
stam	hout	107.8	106.0	116.6	116.4	126.9	119.7	126.8	109.0	114.7	
wortels	M XI	37.7	45.7	40.1	42.8	50.6	40.6	38.2	31.6	34.0	
totaal	M XI	232.0	237.6	244.1	248.7	289.7	267.2	275.0	236.4	259.0	
serie: ONBEGROEID, DROOG											
potnummer:		13	32	17	28	15	36	34	11	30*	
blad		23.3	21.0	27.5	29.2	28.2	26.6	28.8	28.7	22.5	
scheut	bast	7.1	6.1	9.0	11.1	10.0	9.0	10.2	9.9	7.4	
scheut	hout	8.4	6.2	11.7	12.0	10.8	9.6	11.0	10.8	7.2	
stam	bast	33.9	30.7	33.0	33.1	34.1	30.0	33.4	29.1	25.8	
stam	hout	96.4	93.3	104.6	107.8	98.5	94.5	96.7	89.4	66.1	
wortels	M XI	37.6	38.9	46.5	51.1	44.8	45.4	36.7	28.3	16.2	
totaal	M XI	206.7	196.2	232.3	244.3	226.4	215.1	216.8	196.2	145.2	

* Voor 1 afgestorven plant in pot 16 en 30 werd niet gecorrigeerd.

Tabel 3. Overgenomen stikstof in het gewas in mgr. per pot.

		Stikstofbesteding in kg N per ha									
		0	10	20	40	80	160	320	640	960	
serie: GRAS NAT											
potnummer:		22	5	26	1	24	9	7	20	3	
gras		174	97	119	158	287	502	638	509	510	
graswortels		124	125	126	131	142	148	131	128	133	
blad		224	228	227	250	324	466	679	801	699	
scheut	bast	50	52	48	56	70	84	124	136	130	
scheut	hout	28?	18	15	19	23	36	63	75	73	
stam	bast	129	142	152	146	140	191	230	236	273	
stam	hout	112	124	69	111	120	166	257	281	281	
wortels	M XI	124	117	103	155	168	261	373	366	261	
totaal	gras	298	222	245	289	429	650	769	637	643	
totaal	M XI	667	681	614	737	845	1204	1726	1895	1717	
serie: GRAS DROOG											
potnummer:		33	14	29	18	31	10	12	35	16*	
gras		83	58	120	141	267	318	460	288	417	
graswortels		116	90	114	254?	155	157	170	136	51	
blad		212	243	217	209	443	462	492	553	474	
scheut	bast	36	45	40	41	83	73	79	92	67	
scheut	hout	14	16	14	13	25	30	34	44	34	
stam	bast	162	128	142	152	170	183	216	294	256	
stam	hout	132	117	138	123	110	153	210	253	217	
wortels	M XI	153	171	146	126	247	278	300	271	164	
totaal	gras	199	148	234	395	422	475	630	424	468	
totaal	M XI	709	720	697	664	1078	1179	1331	1507	1212	
serie: ONBEGROEID NAT											
potnummer:		6	23	2	27	4	19	21	8	25	
blad		278	316	329	341	520	689	767	752	859	
scheut	bast	55	55	59	68	93	118	145	128	155	
scheut	hout	22	22	25	30	48	55	78	70	79	
stam	bast	152	151	154	162	179	190	226	224	231	
stam	hout	121	134	147	131	178	284	368	260	273	
wortels	M XI	174	217	174	233	290	345	353	328	371	
totaal	M XI	802	895	888	965	1308	1681	1937	1762	1968	
serie: ONBEGROEID DROOG											
potnummer:		13	32	17	28	15	36	34	11	30*	
blad		255	254	303	401	403	512	593	575	499	
scheut	bast	46	41	57	75	73	81	96	90	83	
scheut	hout	18	15	26	25	26	32	42	44	35	
stam	bast	165	150	148	162	182	201	233	228	242	
stam	hout	176	104	132	181	165	185	203	125?	194	
wortels	M XI	195	239	227	294	314	374	354	325	196	
totaal	M XI	855	803	893	1138	1163	1385	1521	1387	1249	

* Voor 1 afgestorven plant in pot 16 en 30 werd niet gecorrigeerd.