

methoden van bemesten in grasboomgaarden

Methods of fertilizing grassed orchards

1. INLEIDING

De wijze van toedienen van meststoffen aan meerjarige en diep wortelende gewassen als vruchtbomen is in de loop der tijden aan diverse beschouwingen onderhevig geweest. Oppervlakkig en breedwerpig toedienen van de meststof zal in het algemeen een snelle opname door de boomwortels op enige diepte niet bevorderen. Deze opname zal nog meer belemmerd worden als er onder de bomen een begroeiing in de vorm van een grasmat aanwezig is.

Door het aanbrengen van de meststof in de diepte of door het plaatselijk concentreren, als bij bemesting in banden, kan een snelle opname worden nagestreefd. Het volgende geeft een overzicht van het onderzoek in deze richting. Bij dit onderzoek is gewerkt (1) met inploegen op ca. 20 cm diepte op ongeveer 1 m afstand van de boomrijen, (2) met injectie van opgeloste meststoffen op een groot aantal plaatsen in de boomgaard en (3) met het inregenen via de regeninstallatie. Deze proeven liepen van 1959-1964 in enige boomgaarden in het riviergebied van de Betuwe.

2. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

2.1. De bemesting in banden

Bij deze proef in 1960 en 1961 werd bemesting in banden vergeleken met breedwerpige bemesting met kalkammonsalpeter. De bemesting vond vroeg, in november, en laat, in februari, plaats. De gebruikte hoeveelheden waren 120 en 320 kg N/ha met een overbemesting van 80 kg N/ha in april.

De bemesting in banden bestond uit het ploegen van drie voren van ca. 20 cm diepte tussen elke twee boomrijen. De afstand tussen de banden onderling en tussen de banden en de boomrijen bedroeg 1,25 m. In deze voren werd kalkammonsalpeter gestrooid en daarna werd de grasmat zo goed mogelijk weer op de plaats teruggebracht. De beplanting bestond uit 5 jaar

oude Golden Delicious op M IV met een plantafstand van 5 x 3 m.

Bij het grondonderzoek bleek de samenstelling van de rivierklei als volgt te zijn:

diepte	pH-KCl	CaCO ₃ %	humus %	afslibb. %	N _{tot.} %	C/N
0- 5 cm	6,1	0,1	4,3	37	0,20	12,9
5-20 cm	6,2	0,1	3,8	37	0,17	13,4

De begroeiing van de grond werd gevormd door een spontane vegetatie van gras en onkruiden, in najaar 1957 ontstaan, die geleidelijk weer naar gras overging. Deze begroeiing was ook op de boomrijen aanwezig. De stikstofbemesting was matig geweest.

2.1.1. Grondonderzoek op in water oplosbare stikstof

Na de eerste bemesting in december 1959 werd de grond periodiek op verschillende diepten bemonsterd om de verplaatsing van de stikstof na te gaan.

Verticale verplaatsing. Stikstof bleef lange tijd in het groeiseizoen beschikbaar in het profiel onder de banden waar de bemesting was aangebracht (tabel 1). In het droge voorjaar van 1960 (maart met 21 mm, april met 19 mm en mei met 49 mm regen) bleef de doordringing naar de diepte lange tijd beperkt. Vanaf juli vond duidelijke verplaatsing van stikstof naar beneden plaats. Op 8 maart 1961, twee weken na de bemesting, waarin 41 mm viel, had de stikstof al de laag van 100-140 cm diepte bereikt.

Horizontale verplaatsing. Nagegaan werd hoe ver de horizontale verbreiding van de stikstofophoping reikte. Hiertoe werden 5 en 8 weken na de bemesting drie

Tabel 1. Stikstof op en onder de banden, waar bemest werd op 24 februari 1960 op 20 cm diepte.

diepte	datum								
in cm	2/3	9/3	23/3	20/4	30/5	16/6	18/7	8/8	25/8
	N-water in d.p.m.								
0- 5	41	27	34	252	97	85	44	59	22
5- 10	745	871	117	254	402	417	174	145	25
10- 20	1950	1352	1394	—	684	652	474	70	59
20- 40	399	335	420	344	44	247	250	259	146
40- 60	67	47	52	54	17	48	99	88	147
60- 80	29	8	9	12	0	8	27	19	100
80-100		2	4	5	7	6	8	5	24
100-120		9	5	4	3	3	5	3	37
120-140		1	2	5	1	4	5	4	5

opeenvolgende lagen van 20 cm dikte onder en naast de band bemonsterd.

In 1961 werd een maximale verbreiding gevonden van 20 cm, zoals tabel 2 aangeeft. In het drogere voorjaar van 1960 bleef de verspreiding beperkt tot 15 cm. Dit stemt overeen met de waarneming in juni 1960 dat de grasgroei in een 60 cm brede strook boven de banden was gestimuleerd.

Tabel 2. Verspreiding van stikstof uit de banden, 8 weken na de bemesting op 23 februari 1961.

diepte	afstand tot band in cm						
	0	5	10	15	20	25	30
	N-water in d.p.m.						
20-40 cm	144	90	45	15	4	1	3
40-60 cm	83	65	30	17	4	3	1
60-80 cm	25	28	22	10	4	2	

Als wij aannemen dat de banden 30 cm breed waren, was de stikstof maximaal over een breedte van 70 cm in horizontale richting doorgedrongen. Bij een plantafstand van 5 m was dus stikstof aanwezig op $3 \times 0,70 \text{ m} = 2,10 \text{ m}$. Dit was dus op 42% van de oppervlakte van de boomgaard.

2.1.2. De concurrentie van het gras

De bedoeling van het aanbrengen van de stikstof in banden was o.a. het beperken van de mogelijkheid voor opname door het gras. Inderdaad bleek door plaatselijke toediening de concurrentie van de grasmat voor een belangrijk deel uitgeschakeld te zijn. Op 19 april 1961 werd de grasproductie bepaald, zowel na vroege als na late bemesting, resp. op 16 november 1960 en 23 februari 1961, en zowel bij breedwerpig bemesting als bij toediening van stikstof in banden (tabel 3). De grasgroei tussen de meststofbanden was duidelijk geringer door tekort aan stik-

stof, maar ook de wielsporen oefenden een storende invloed uit. Bij late bemesting werd minder gras op de banden geproduceerd. Dit kan veroorzaakt zijn door een te hoge zoutconcentratie op een moment, waarop het gras spoedig de groei weer begint en

Tabel 3. Productie aan gras (1e snede) en hoeveelheid stikstof in gras na breedwerpig en bandenbemesting op twee tijdstippen.

	ton vers gras/ha		kg N in gras/ha	
	breedwerpig	bandenbemesting	breedwerpig	bandenbemesting
		op banden		tussen banden
vroege bemesting	7,7	8,3	1,6	63
late bemesting	17,8	4,2	1,5	114

door de late vernieling van de grasmat zonder tijdig herstel. Over de totale oppervlakte berekend was veel minder stikstof in het afgemaaid gras aanwezig na bandenbemesting. Bij late, breedwerpig bemesting profiteerde het gras het meest van de stikstof.

2.1.3. Reactie van de boom op de toediening van stikstof in banden

Aan de schattingen voor de kleur van het blad en die voor de scheutgroei te oordelen, hebben de bomen meer geprofiteerd van de breedwerpig bemesting

Tabel 4. Invloed van bandenbemesting op de stand van de boom in vergelijking met breedwerpig bemesting.

	bladkleur				scheutgroei		
	13/6 '60	8/8 '60	22/6 '61	19/7 '61	13/6 '60	22/6 '61	19/7 '61
bandenbemesting	6,7	7,5	6,8	6,9	6,8	6,5	7,0
breedwerpig bemesting	7,2	8,2	7,0	7,0	7,3	6,4	7,0

dan van de bandenbemesting (tabel 4). Bemesting in banden gaf dus wel lange tijd in het seizoen een hogere concentratie aan stikstof in de grond tot op grotere diepte, maar deze verhoging van de concentratie was waarschijnlijk te veel plaatselijk voor de boomwortels, om daarvan genoeg te kunnen profiteren. Bij wortelstudies bleek het wortelstelsel van de appelbomen inderdaad maar matig ontwikkeld te zijn. In het tweede proefjaar was de achterstand in scheutgroei na bandenbemesting niet meer te constateren. De geringere werking van de bandenbemesting werd bevestigd door het stikstofonderzoek van de onderste bladeren aan de langloten (tabel 5). Het stikstofgehal-

Tabel 5. Invloed van bandenbemesting op stikstofgehalte van het blad in vergelijking met breedwerpige bemesting

	N% van het blad					
	1960			1961		
	14/6	3/8	16/9	16/6	13/7	23/8
bandenbemesting	2,14	2,16	2,16	2,42	2,18	2,25
breedwerpige bemesting	2,20	2,19	2,17	2,33	2,20	2,29

te van het blad was op de veldjes waar bandenbemesting was toegepast, lager.

De stand van de bomen was onregelmatig, waarom alleen de opbrengst van 'gezonde' bomen werd bepaald (tabel 6). De bandenbemesting miste volledig

Tabel 6. Invloed van de bandenbemesting op de opbrengst.

	opbrengst in kg/boom	
	1960	1961
bandenbemesting	7,9	23,2
breedwerpige bemesting	11,6	27,4

zijn doel, dit kwam — ondanks de onregelmatige opbrengst van de bomen — duidelijk naar voren. Zo was de opbrengst aan appels bij een gift van 320 kg zuivere stikstof per ha in banden nog lager dan die na breedwerpige bemesting van 120 kg, nl. respectievelijk 24,7 en 26,6 kg per boom.

2.2. De injectie

In 1959 werd een proef opgezet in een grasboomgaard in de Betuwe, beplant met Golden Delicious op M IV van 6 jaar oud. Op drie tijdstippen: eind oktober, eind december en eind februari werden twee bemestingsmethoden toegepast. Deze bestonden (1) uit injectie met een mestgeweer (Düngerlanze) van een 1/2 liter 5,74% ammoniumnitraatoplossing op 30-35 cm diepte met een onderlinge afstand tussen de steken van 70 cm, en (2) uit breedwerpige bemesting met kalkammonsalpeter.

De hoogte van de bemesting was 200 kg N, 100 kg P₂O₅ en 200 kg K₂O per ha. Het grondonderzoek gaf het volgende resultaat.

diepte	pH-KCl	CaCO ₃ %	humus %	afslibb. %	N _{tot.} %	C/N
0-5 cm	6,4	0,5	4,9	34	0,24	12,3
5-20 cm	6,5	0,6	3,8	35	0,19	12,0

Ook hier was de onderbegroeiing een spontane gras-onkruid vegetatie, tot onder de bomen toe. Het profiel was door boomwortels vrij schaars door-

worteld tot 80 cm diepte en intensief door graswortels tot 60 cm diepte.

2.2.1. Grondonderzoek

op in water oplosbare stikstof

Het lot van de stikstof werd door periodiek grondonderzoek vervolgd, zowel dat van de injectie als dat van de breedwerpige bemesting.

Verticale verplaatsing. Bij injectie was de stikstofoplossing voor een groot deel naar boven uitgeweken. De stikstof was reeds vroeg in het seizoen diep in het profiel doorgedrongen. Lange tijd, tot in de zomer, bleven hoge concentraties aan beschikbare stikstof in diverse lagen van het profiel bestaan. Na breedwerpige bemesting, daarentegen, was de stikstof veel minder diep in de grond doorgedrongen. Bovendien verdwenen de hoge concentraties aan stikstof veel eerder.

In fig. 1 (zie vlg. pag.) worden de resultaten van de februaribemesting in 1960 weergegeven. De stikstof van de injectie was hier 12 dagen na de bemesting al doorgedrongen tot in de laag van 80-100 cm diepte. De in water oplosbare stikstof verdween geleidelijk, waarschijnlijk door opname door het gras, vooral in de bovenste lagen. In eind juni en midden juli werden de hoogste concentraties aangetroffen in de lagen van 40-60 cm en 60-80 cm diepte. Na de breedwerpige bemesting in februari 1960 had, ten gevolge van droogte en opneming door gras, geen of weinig verplaatsing van stikstof naar de diepte plaats. De stikstof verdween snel in deze boomgaard met een jonge grasmat. De laag van 20-40 cm, belangrijk voor de boomwortels, werd niet van betekenis met stikstof verrijkt bij deze late bemesting.

Horizontale verplaatsing. Het doel van injectie: stikstof in diepere lagen aan de vruchtboomwortels lange tijd ter beschikking te stellen, lijkt bereikt. Dit geldt echter voor de verticale indringing. Ook werd onderzocht hoe de stikstof zich vanuit de injectiepunten horizontaal verspreidt. Bemonsteringen werden uitgevoerd in de injectieplaatsen en op telkens 5 cm afstand hiervan in de richtingen, waarin de meststofoplossing door het mestgeweer was weggespoten. Het eerste jaar werd een sterke afname van de stikstofconcentratie waargenomen naarmate verder van de injectieplaats bemonsterd werd. De horizontale verspreiding vanuit de injectiepunten bedroeg in de bemonsterde laag van 30-45 cm, 4 weken na de bemesting, niet veel meer dan 20 cm, het verste punt dat bemonsterd werd. Het volgende jaar werden tot op 30 cm afstand van het injectiepunt drie lagen op in water oplosbare stikstof onderzocht (tabel 7). Vijf weken na de bemesting was de stikstof tot hoogstens 15-20 cm afstand van het injectiepunt doorge-

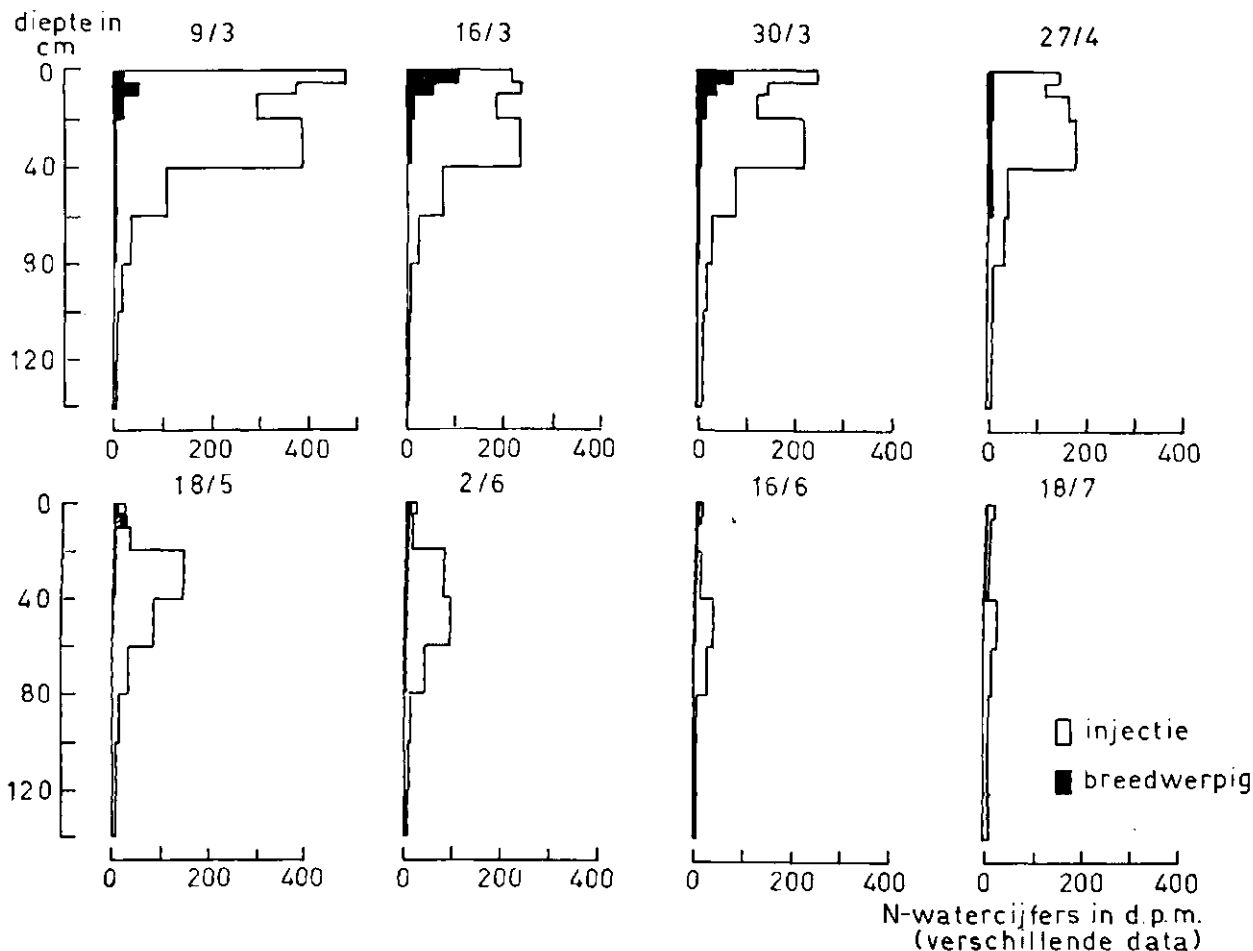


Fig. 1. Hoeveelheid in water oplosbare stikstof in het profiel na injectie of na breedwerpig bemsing op 26 februari 1960.

Tabel 7. Verspreiding van stikstof uit injectieplaatsen in horizontale richting

diepte in cm	afstand tot injectiepunt in cm						
	0	5	10	15	20	25	30
N-water in d.p.m.							
5 weken na bemsing op 21/12/1960							
20-40	241	110	45	12	9	5	5
40-60	157	99	26	8	3	2	1
60-80	41	66	23	8	4	2	1
8 weken na bemsing op 21/12/1960							
20-40	99	82	34	10	8	5	6
40-60	98	66	26	12	7	4	3
60-80	31	28	17	9	4	3	3

drongen. Acht weken na de bemsing in december 1960 was de horizontale verspreiding niet veel groter geworden. Dit was wel het geval na de februaribemsing, waarbij op een diepte van 40-80 cm een afstand van 30 cm werd gepasseerd.

Als rondom de injectiepunten inderdaad een cirkel met straal van 30 cm door de stikstof wordt bereikt, zou 58% van de horizontale oppervlakte bemsing zijn en 42% onbemsing. Dit is nog een gunstige voorstelling van zaken, omdat bemonsterd werd in de richting waarin de meststof werd weggespoten.

2.2.2. De concurrentie van het gras

Uit de reactie van het gras volgt, dat bij injectie minder stikstof aan het gras ten goede komt. De invloed van tijdstip en wijze van stikstofbemsing op de hoeveelheid gras van de eerste snede op 18 april blijkt uit tabel 8.

Tabel 8. Productie aan gras (1e snede) en hoeveelheid stikstof in gras na injectie en breedwerpige bemesting op drie tijdstippen.

	ton vers gras/ha		kg N in gras/ha	
	injectie	breedwerpig	injectie	breedwerpig
november	5,3	7,3	29	38
december	7,5	9,2	42	50
februari	7,9	12,8	45	80

Het gras wist in het voorjaar meer van de toegediende stikstof te bemachtigen als het laat was gestrooid en als het breedwerpig was gegeven. Ook bij injectie blijft het tijdstip van bemesten invloed uitoefenen.

2.2.3. Reactie van de boom op de stikstofinjectie

In het voorgaande werd uiteengezet dat met injectie van ammoniumnitraatoplossing in de grond tot 30-35 cm diepte enige van de nagestreefde doelen werden bereikt: stikstof op de gewenste diepte van de boomwortels, vroeg en lange tijd in het groeiseizoen beschikbaar, en verminderde opname van stikstof door het gras. De vraag rijst echter: weet de boom deze stikstof te bemachtigen, en komt er meer van de stikstof de boom ten goede dan bij breedwerpige bemesting?

Tabel 9. Invloed van injectie op de stand van de boom in vergelijking met breedwerpige bemesting.

	bladkleur			scheutontwikkeling		
	13/6/60	22/6/61	19/7/61	13/6/60	22/6/61	19/7/61
breedwerpige bemesting	7,1	7,2	7,4	7,4	7,1	7,5
injectie	6,7	7,0	7,2	6,9	7,1	7,5
onbemest	3,0	5,6	5,0	4,7	6,3	6,9

De waarnemingen over bladkleur en scheutgroei geven hierin een inzicht (tabel 9). Bij vergelijking met de stand van de bomen op een onbemest veldje naast

Tabel 10. Invloed van injectie op het stikstofgehalte van het appelblad i.v.m. breedwerpige bemesting

bemonsteringsdatum	breedwerpig			onbemest	bemonsteringsdatum	breedwerpig			onbemest
	N % op droge stof					N % op droge stof			
					18/4/61	3,94	3,92	4,27	
					4/5	3,27	3,14	3,04	
					25/5	2,88	2,72	2,13	
14/6/60	2,31	2,24	1,55		16/6	2,36	2,26	—	
2/8	2,21	2,21	1,66		12/7	2,24	2,20	1,66	
16/9	2,17	2,15	1,68		23/8	2,13	2,12	1,66	

het proefterrein blijkt duidelijk, dat de stikstof uit de bemesting, hoe ook toegediend, de boom ten goede kwam. De bladkleur en de scheutontwikkeling van de bomen op de veldjes waar stikstof was geïnjecteerd, waren echter minder goed dan die van de bomen, waar de stikstof breedwerpig was gegeven. De boom kon in verhouding minder profiteren van de plaatselijke ophoping van stikstof na injectie, ondanks het grote aantal injectiepunten: 20.000 steken per ha. Stikstofonderzoek van de onderste bladeren aan langloten bevestigt het achterblijven van de injectie ten opzichte van breedwerpige bemesting, hoewel injectie vergeleken met onbemest wel degelijk een werking heeft (tabel 10).

De gehalten aan stikstof in het blad zijn echter zodanig dat tussen breedwerpige bemesting en injectie slechts geringe opbrengstverschillen te verwachten

Tabel 11. Invloed van injectie op opbrengst i.v.m. breedwerpige bemesting

	kg appels per boom	
	1960	1961
breedwerpige bemesting	10,5	24,0
injectie	11,5	21,9

zijn (tabel 11). Over twee jaar genomen, is er door injectie geen voordeel behaald, en gezien de arbeidskosten is de methode hier dus niet interessant.

2.3. Het inrengen

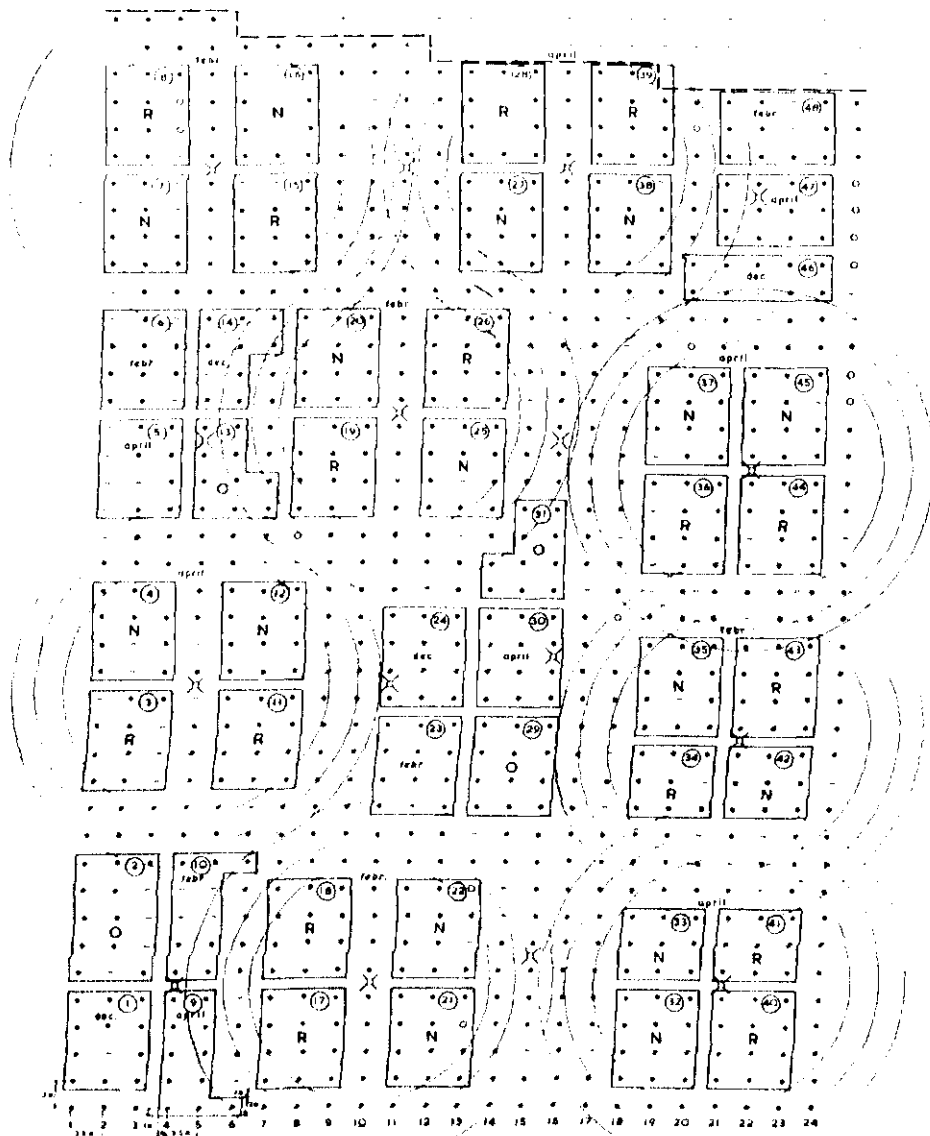
In toenemende mate worden regeninstallaties in gebruik genomen ter verkrijging van een grotere oogstzekerheid. Hiermee is het mogelijk de gevaren van nachtvorst rond de bloeiperiode te ontlopen en gedurende de droge perioden extra water aan de fruitgewassen toe te dienen. Daar bij de nachtvorstbestrijding veel water gebruikt wordt in een korte periode, tot soms ca. 100 mm toe, zou men hiermee ook de stikstof tot een bepaalde diepte in de grond kunnen verplaatsen. Hierdoor zou men het tijdstip van de be-

IB 633
 EIG. W. BACH, MILLINGEN a/d RIJN

1. Inhoud van de afgeleverde beregeningsplan
 2. Luchtopname van het beregeningsplan

Verbroken lijn is bovengrens percelen
 plantafstand is 3 1/2 m
 voor veldoppervl. 1957

met een donker 1/2 m
 plus 1/2 m
 gewas oppervl.
 van 1/2 m en 5 op 1/2 m
 naar op 1/2 m
 grondkaart
 registratie.



dec N geen beregening in dec
 N, febr N dan beregening eind febr
 N, april N begin april
 N, febr beregening dan N eind febr
 N, april N begin april
 febr N geen beregening eind febr
 april N begin april
 O geen N, geen beregening

1 1/2 m 48 verdubbeling
 1 1/2 m 24 verdubbeling
 1 nummering

● gezonde boom
 ○ een jaar te jonge boom
 - uitvalter

X sproeier

200 kg N/ha voor alle objecten

Dit schema geeft een beeld van de ingewikkelde opzet van beregeningsproefvelden met sproeiers over het gewas.

mesting kunnen veranderen, zonder een grotere concurrentie van de grasmat te krijgen.

Om dit na te gaan werden in een boomgaard op rivierklei met Golden Delicious op M IV van 6 jaar de volgende behandelingen uitgevoerd: stikstofbemesting in december zonder berekening, en stikstofbemesting zonder berekening, vóór berekening en na berekening in februari en in april. De hoeveelheid stikstof bedroeg 200 kg N/ha in de vorm van kalkammonsalpeter. Van de grond met ca. 30% afslibbaar waren de chemische eigenschappen als volgt: pH-KCl 7,0, humus 3,5%, CaCO_3 3,7 %, N-totaal 0,18% en C/N 11,7.

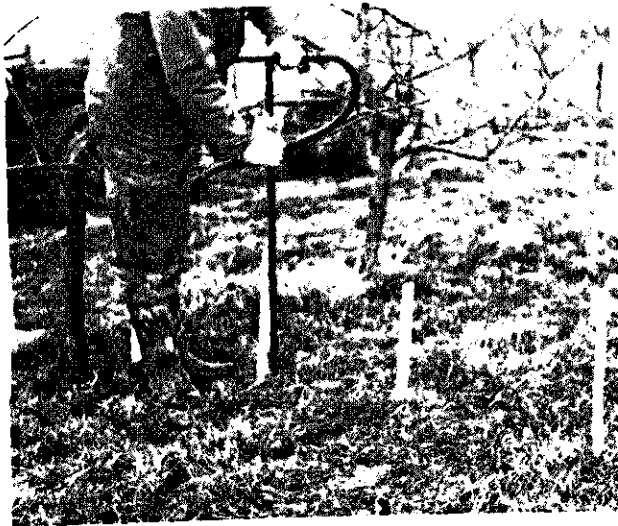
De grasmat was 4 jaar oud bij de aanvang van de proef. Er was de laatste jaren behoorlijk bemest, zowel met organische als anorganische meststoffen. In 1962 en 1963 werd 's nachts beregend met cirkelsproeiers, over de bomen gedurende 12 uur met in totaal 40 mm. Hoewel de wind grotendeels was gaan liggen, was het niet mogelijk een regelmatig, cirkelvormig sproeipatroon te verkrijgen. Uiteraard was de verdeling van het water vanaf de sproeier ook niet ideaal. Als de cirkels elkaar niet overlappen, moet er mee rekening gehouden worden dat de inspoeling van de stikstof onregelmatig verloopt. Daarom werd in 1964 gewerkt met vlaksproeiers, met sproeidoppen

1
Uitrusting voor het nemen van grondmonsters tot een diepte van 140 cm.

2
Het injecteren van de meststofoplossing op afgemeten plaatsen rondom de bomen.

3
Het aanbrengen van de meststof in voortjes tussen de bomenrijen.

4
Het proefveld in de zomer.



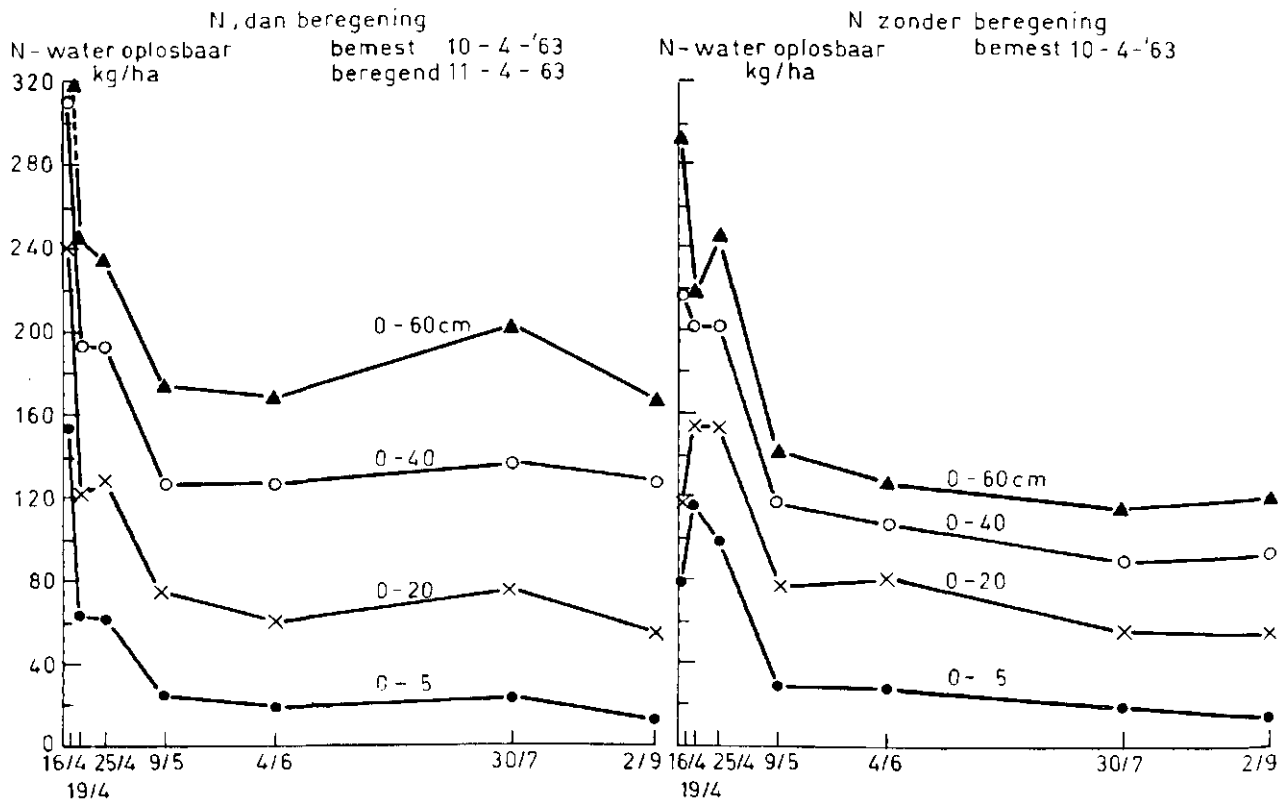


Fig. 2. Invloed van beregening op verplaatsing van de kunstmeststikstof.

op buizen vlak boven de grond, die 40 à 50 mm per uur gaven. Zo werd een verbeterde beregening bereikt, veel minder beïnvloed door de wind.

2.3.1. Grondonderzoek op in water oplosbare stikstof

Door periodiek grondonderzoek na de bemesting werd nagegaan, in hoeverre de kunstmatige beregening de inspoeling en de gelijkmatige verdeling van de stikstof over het profiel bevorderd had om zodoende een te zware concurrentie van de graswortels te vermijden.

Inderdaad bleek in de meeste gevallen dat door beregening na bemesting het N-watergehalte van de bovenste laag, van 0-5 cm, duidelijk werd verlaagd. De verdeling van de stikstof over de diepte in het profiel was regelmatiger. Fig. 2 geeft een voorbeeld van de verdeling van de stikstof over diverse lagen

in het profiel in afhankelijkheid van de tijd. De hoeveelheid beschikbare stikstof is lager in de lagen van 0-5 en 5-20 cm en hoger in de laag van 20-40 en 40-60 cm als na de bemesting is beregend. De grotere hoeveelheid stikstof tot 60 cm diepte zou kunnen worden toegeschreven aan minder opname van het gras. In één geval, namelijk na beregening in februari 1964 werd later in het seizoen zelfs een lagere hoeveelheid beschikbare stikstof gevonden; het gevaar van uitspoelen bestaat.

2.3.2. De concurrentie van het gras

Aan de reactie van het gras werd afgemeten of de lagere gehalten aan stikstof, in de bouwvoor aangetroffen na beregening, inderdaad inhielden dat de beschikbaarheid van de stikstof voor het gras was achteruitgegaan (tabel 12).

Door de beregening na de bemesting in april werd

Tabel 12. Invloed van bemesting en berekening op produktie en stikstofopneming van gras (eerste drie sneden).

	ton vers gras/ha			kg N in gras/ha		
	1962	1963	1964	1962	1963	1964
berekening, dan bemesting, februari	48,5	42,3	34,3	229	239	181
bemesting, dan berekening, februari	49,4	40,8	32,5	233	227	186
berekening, dan bemesting, april	55,4	39,2	30,0	273	226	174
bemesting, dan berekening, april	50,5	36,1	28,8	246	224	163

de produktie aan gras in de eerste drie sneden verlaagd en zo ook de totale opgenomen hoeveelheid stikstof. Bij de bemesting in februari wat dit veel minder duidelijk het geval. Hier zal de natuurlijke regenval de verschillen in stikstofverdeling in het profiel geringer gemaakt hebben, zodat de grasgroei later minder uiteenlopend werd beïnvloed. Berekening op zich had, vergeleken met onberegend, een lagere stikstofhoeveelheid in het gemaaid gras ten gevolge. Door het tijdstip van stikstofbemesten anders te kiezen kan de stikstofconcurrentie van het gras ook tijdelijk of voor een deel worden ontgaan (Van der Boon en Kolenbrander, 1960). Zo was de grasproduktie van de eerste snede op de veldjes, in december bemest en onberegend, duidelijk lager. Ook de hoeveelheid stikstof in het gemaaid gras was aanzienlijk minder. Deze was, gemiddeld over drie jaren, 60% van de hoeveelheid stikstof in de eerste snede gras op de veldjes bemest in februari. Deze verlaging was dus veel groter dan die welke met berekening werd bereikt: de daling in de opgenomen stikstof was maar 4% voor februari en 7% voor april.

2.3.3. Reactie van de boom op inrengen van stikstof

Door het hoge bemestingsniveau — door de fruitteler werd organische bemesting toegepast, terwijl het gehele proefveld in 1964 werd bemest naar 100 kg zuivere stikstof per ha — kwamen geen duidelijke verschillen tussen de behandelingen naar voren. De kleur der bladeren was goed, het stikstofgehalte van het blad goed tot hoog en de scheutgroei overdadig. In 1962 was de bladkleur iets lichter op de veldjes zonder stikstof en na bemesting in december 1961. In juli 1963 leek het erop, dat de bladstand op de beregende veldjes iets donkerder was. Uit de bladstikstofgehalten, vroeg in het seizoen —

Tabel 13. Invloed van inspoeling van stikstof door berekening op bladstikstofgehalte (%) van de appel, vroeg in het seizoen.

	1962			1963			1964	
	1/5	17/5	5/6	1/5	15/5	31/5	28/4	3/6
berekening, dan bemesting, februari	4,34	3,30	3,11	4,77	3,73	3,62	4,37	3,04
bemesting, dan berekening, februari	4,38	3,52	3,15	5,13	3,81	3,63	4,43	2,94
berekening, dan bemesting, april	4,30	3,50	3,11	4,75	3,60	3,49	4,37	2,86
bemesting, dan berekening, april	4,59	3,49	3,14	5,10	3,73	3,58	4,24	2,90

in mei tot begin juni — bepaald, werd de indruk verkregen, dat het inspoelen van stikstof de opneming door de vruchtbomen iets bevorderd had. Overigens was het verschil klein en invloeden op andere tijdstippen werden niet waargenomen (tabel 13).

De hoogste opbrengst werd verkregen op de onbehandelde, volgens praktijknormen bemeste veldjes. Door de extra toegediende hoeveelheden stikstof werd het optimum overschreden. Hierdoor was het niet mogelijk de behandelingen op hun merites te beoordelen.

DISCUSSIE

Vruchtbomen reageren soms traag of weinig op de bemesting. De oorzaak wordt dan gezocht in de vastlegging van de meststoffen in de bovenlaag. Dit geldt vooral voor kali en fosfaat. In een grasboomgaard kan dit ook voor de stikstof het geval zijn. Een mogelijkheid om dit te vermijden is het aanbrengen van de meststof in de ondergrond. Hierdoor zijn snelle reacties van de boom verkregen (Liwerant, 1960). Als voordelen van het ondergrond-bemesten kunnen worden genoemd: het brengen van het voedsel daar, waar de wortels zijn; het tijdig brengen op het juiste tijdstip en in de gewenste verhouding van de noodzakelijke voedingsstoffen; de nauwkeurige dosering en het vochtig zijn van de ondergrond, waardoor de opname van de meststoffen niet geremd wordt in periodes van droogte. Bovendien zal bij plaatselijke ophoping, zoals bij het toepassen van banden of injectie, de vastlegging door de grond in verhouding gering zijn en daardoor de benodigde hoeveelheid meststof minder. Zo kan men snel reageren op een acuut tekort, bijv. in een droge zomer. Hier tegenover kunnen de volgende nadelen worden aangevoerd: veel werk en bij injectie duurdere, oplosbare meststoffen, aanvoer van water en slijtage van de pomp. Bovendien

wordt door de geringe horizontale verspreiding uit de banden of injectiepunten maar een klein deel van het totale grondvolume verrijkt. Dit kan het uitdrogen van de grond door plaatselijke ophoping van de wortels bevorderen en de droogtegevoeligheid verhogen. De werkzaamheid van de methode wordt rechtstreeks bepaald door het aantal injectiepunten.

Plaatselijke toediening van meststoffen moet daar plaats vinden, waar vele actieve wortels zijn. Het falen in de praktijk is vaak het gevolg van de onbekendheid met de uitbreiding van het wortelsysteem. Dit moet men van tevoren onderzoeken door het graven van enkele kuilen. De vruchtboomwortels reiken over het algemeen verder dan de kroon, maar van de stam af neemt de worteldichtheid af. Het succes van de plaatselijke toediening van de meststoffen lijkt op twee pijlers te berusten: het bereiken van de actieve wortels en de plaatselijke ophoping. Het eerste wordt het beste bereikt door de toediening van de meststoffen in concentrische ringen om de stam en wel steeds dieper naarmate men verder van de stam afgaat. De regelmatige verdeling om de boom is noodzakelijk, omdat het wortelsysteem van de boom onregelmatig is (Karpencuk, 1962). Bij concentratie van meststoffen in ringen om de boom, is het zelfs de vraag of ingraven van de meststof efficiënt is (Serr, 1960). Eenzijdig aanbrengen kan plaatselijke ophoping van de voedingsstof in de boom veroorzaken, waarbij niet altijd herverdeling optreedt, bijv. wel bij fosforzuur maar niet bij calcium (Broesthart, 1959).

In Zwitserland wordt reeds lang plaatselijke bemesting voor bomen in gras aanbevolen: het hakken van ringen in het gras of injectie, uitgevoerd in maart en april. Er zijn voor de injectie speciale machines ontworpen. In Frankrijk heeft plaatselijke toediening een nieuwe stimulans gekregen door de ondergrondbemester, gepousseerd door Liwerant (1960). Mechanisch kunnen banden van meststoffen langs de boomrijen worden aangebracht tot 60 cm diepte. Men kan 200-1200 kg per ha geven en per dag 6-10 ha behandelen. Bij jonge bomen wordt dicht langs de rij begonnen en in volgende jaren werkt men steeds verder van de boomrij af. In volwassen boomgaarden komt men eens in de vier jaar op dezelfde plaats terug. Door het afsnijden van de buitenste wortels van het wortelsysteem wordt een intensieve vertakking en verrijking van de wortelmasse verkregen, die met de extra — meestal tijdelijke — doorluchting mede tot het succes bijdraagt. Op deze wijze wordt een sterke verhoging van het kaligehalte in het blad verkregen en binnen enige jaren het normale niveau bereikt bij bomen met ernstig kaligebrek (Liwerant, 1960). De achterstand in de ontwikkeling wordt echter niet meer ingehaald.

Tegenover de vele positieve resultaten met plaatselijke toediening, o.a. in de vorm van injectie (Glaen-

zer, 1943; Depardon, 1947; Fritzsche en Bryner, 1948; Gouère, 1947; Guerder, 1955; Kaindl en Frohner, 1956; Kaindl et al., 1961; Liwerant, 1960; Huguet, 1969) zijn echter ook proeven te vermelden waar resultaat uitbleef of hetzelfde werd bereikt met breedwerpige bemesting (Tolhurst en Bould, 1949; Depardon en Buron, 1950; Gouny et al., 1950; Lecrenier en Dermine, 1952; Bos, 1961). Zo gelukte het Tolhurst en Bould niet ernstig kaligebrek in pruimen op zandgrond door injectie sneller te genezen dan door breedwerpige bemesting.

Het grote bezwaar van injectie is de geringe verspreiding van de meststof vanuit het injectiepunt. Het verdelingspatroon is grillig en onvoorspelbaar (Tolhurst en Bould, 1949; Lecrenier et al., 1953; Liard en Picard, 1961). Tolhurst en Bould vonden een maximale horizontale verspreiding van 25 cm, hetgeen in overeenstemming is met het resultaat van de hier vermelde proef. De hoeveelheid vloeistof die wordt geïnjecteerd, en de druk waarmee dit gebeurt, hebben weinig invloed op de verdeling in de grond. In vochtige grond zou de verspreiding van de meststof beter zijn volgens de proeven van Liard en Picard, ook volgens theoretische beschouwingen (Raats, 1969).

Het uitblijven van een gunstige reactie in onze proeven met kalkkamonsalpeter in banden of ammoniumnitraatoplossing geïnjecteerd om vastlegging door het gras te voorkomen moet waarschijnlijk worden toegeschreven aan het vrij beperkte en schaars vertakte wortelsysteem. De verwachting, dat de wortels in de loop van het seizoen en zeker in het tweede jaar de banden zouden bereiken en zich dan sterk zouden gaan vertakken — waardoor de voeding van de bomen op peil zou worden gebracht — ging niet voldoende snel in vervulling. Na afloop van de proef in het voorjaar van 1962 werd inderdaad ophoping van wortels rondom de banden aangetroffen (fig. 3). Ook de injectie bleef achter, terwijl toch bij de toediening ook de sterk doorwortelde grond onder de boom werd behandeld. Hier moeten de plaatselijke ophoping en de geringere treffkans voor de wortels het hebben afgelegd tegen de breedwerpige bemesting, die de gehele wortelzone heeft bedekt bij toch in zekere zin redelijke indringingsmogelijkheid van de stikstof bij het weertype van ons land. Het kan zijn dat bij minder beweeglijke elementen en onder drogere klimaatomstandigheden zoals in de zuidelijke landen de balans de andere zijde uitslaat. De ervaringen van de derde schrijver met plaatselijke toediening van kalimestoffen in gaten onder de boomspiegel op kaliferende klei, zijn echter ook onbevredigend geweest. Een andere mogelijkheid, dat de 5,7% ammoniumnitraatoplossing verbranding gegeven zou hebben, lijkt niet waarschijnlijk, daar anderen deze en hogere concentraties rustig aanbevelen. Aan het bovengrondse gewas werd in elk geval niets waargenomen.

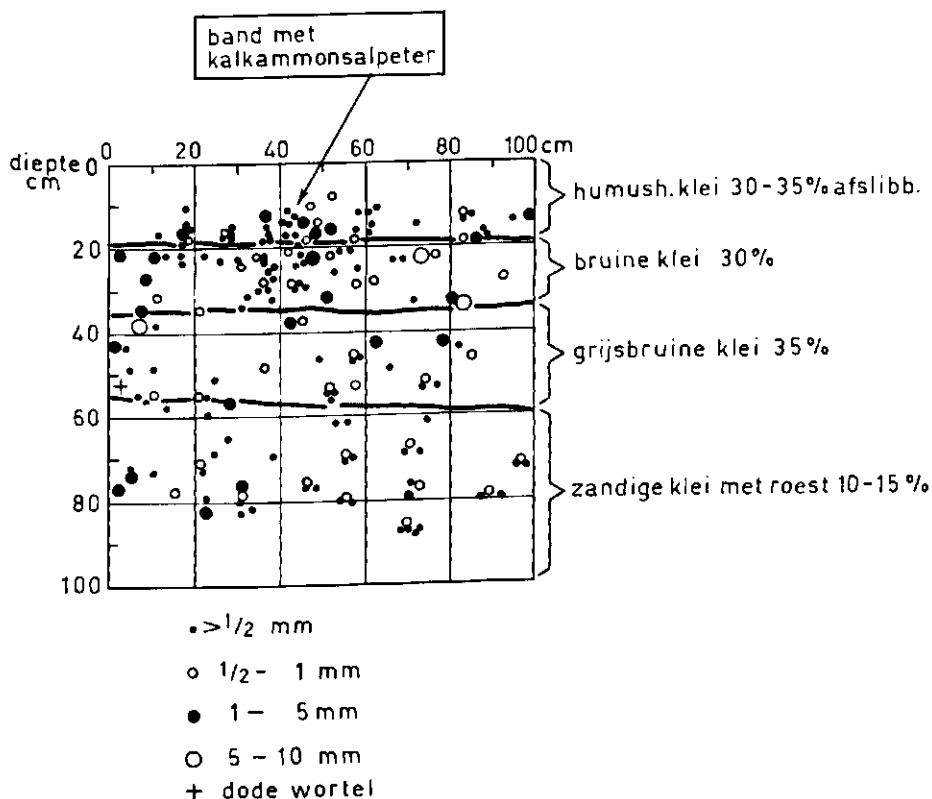


Fig. 3. Ophoping van wortels op plaats van de band met kalkammonsalpeter. Profielopname, dwars op de band, gemaakt op 25 april 1962.

De betekenis van beregening tegen nachtvorst voor een betere verdeling en opname van de stikstof kon in deze proef met een hoog bemestingsniveau onvoldoende worden nagegaan. De nog waargenomen verschuivingen in het stikstofgehalte van de grond lagen in de lijn van de verwachtingen. Er bestaat evenwel het gevaar dat de bevordering van de indringing doorslaat naar uitspoeling. Dit wordt mede bepaald door de hoeveelheid natuurlijke neerslag na de bemesting. In voorkomende gevallen zal na nachtvorstbestrijding door beregening een extra overbemesting met stikstof noodzakelijk kunnen zijn. Als regelmatig nachtvorstbestrijding plaats vindt, moet de bemesting met stikstof in de winter naar een later tijdstip worden verschoven om te veel uitspoeling te voorkomen of misschien slechts gedeeltelijk worden uitgevoerd om de rest als overbemesting na de nachtvorstbestrijding tijdens de vruchtzetting te geven.

Deze proeven hebben de belangstelling gericht op de rijenbemesting onder de boomspegel. Over de daarover opgezette proef zal in een volgend artikel worden geschreven.

SAMENVATTING:

Door plaatselijk toedienen van stikstof of inregenen van stikstof werd gepoogd de concurrentie van het gras in een boomgaard voor de vruchtbomen te ontgaan. Tussen twee boomrijen werden drie banden van kalkammonsalpeter aangebracht in na- en voorjaar op ca. 20 cm diepte. In een andere proef werd een 5,7% ammoniumnitraatoplossing geïnjecteerd op 30-35 cm diepte met 1/2 liter per steek en 20.000 steken per ha. Stikstof bleef lange tijd in het groeiseizoen beschikbaar tot diep in het profiel onder de banden en injectiepunten. Na breedwerpige bemesting was de verticale indringing gering, terwijl hoge concentraties aan stikstof veel eerder verdwenen waren. De horizontale verspreiding uit de plaatselijke ophopingen was echter gering, ten hoogste 20-30 cm. Dit is bij het aangetroffen beperkte wortelsysteem waarschijnlijk de oorzaak, dat plaatselijke toediening de vruchtboom minder ten goede kwam dan breedwerpige bemesting. Inregenen van stikstof, wat zal optreden bij nachtvorstbestrijding, leidde tot een betere verdeling van de stikstof uit de bemesting in het profiel en tot een wat geringere eerste grasgroei. Het stikstofgehalte

van het appelblad werd aanvankelijk verhoogd, maar de verschillen verdwenen in de loop van het seizoen bij het hoge bemestingsniveau van het proetveld. Soms leidde het inregelen echter tot uitspoeling.

SUMMARY

Methods of fertilizing in grassed orchards

In grassed orchards three experiments were laid out on avoiding the competition of the sod by nitrogen placement or by irrigating the nitrogen into the profile. Three bands of ammonium-nitrate limestone at a depth of 20 cm were placed between two tree rows in autumn or in spring. In another experiment a 5.7% ammonium-nitrate solution was injected at a depth of 30-35 cm with 0.5 litre per injection and 20,000 injections per ha.

Nitrogen under the bands or injection points remained available a long time in the growing season to quite a depth in the profile. After broadcast manuring the vertical penetration into the soil was small, while high concentrations of water-soluble nitrogen disappeared much earlier. The horizontal diffusion after both methods of placement, however, was restricted: 20-30 cm at the most. In connection with a restricted root system this may be the cause that the effect of the placement of fertilizers on the tree was less favourable than that of broadcast manuring.

Irrigating the nitrogen into the profile, as a consequence of nightfrost control, gave a better distribution of the nutrient in the soil and with that a somewhat less stimulated grass growth. The nitrogen content of the apple leaf was at first increased, but later on the differences disappeared at the experimental field with a high nutrient status. Under certain conditions, however, the irrigation will leach out part of the nitrogen.

LITERATUUR

- BOON, J. VAN DER, en G. J. KOLENBRANDER. Verplaatsing van stikstof naar de diepte in een grasboomgaard. *Landbouwk. Tijdschr.* 72 (1960) 904-915.
- BOS, J. Pal-injecteur. *Fruiteelt* 51 (1961) 103.
- BROESHART, H. The application of radio-isotopic techniques to fertilizer placement studies in oil palm cultivation. *Neth. J. Agr. Sci.* 7 (1959) 95-109.
- DEPARDON, L. Fumure au pal. Expérience sur gobelets de poirier dans le Blésois (Variété Williams). *Ann. Agron.* 17 (1947) 847-848.
- DEPARDON, L. et P. BURON. Expériences sur pommiers de plein vent. *Ann. Agron.* 20 (1950) 645-647.
- FRITSCH, R., und W. BRYNER. Vorläufiger Bericht über zwei Düngungsversuche mit Obstbäumen. *Schweiz. Z. Obst Weinbau* 57 (1948) 251-255, 265-270.
- GLAENZER, B. Technique de fertilization des arbres fruitiers au pal injecteur. *Rev. Hort.* 115 (1943) 272-273.
- GOUÈRE, A. Essais de fumure de longue durée sur Poirier-Passe-Crassane. *Ann. Agron.* 17 (1947) 233-241.
- GOUNY, P., G. LEFÈVRE et R. MAZOYER. Essais de fumure des pêcher en sol d'alluvions. *Ann. Agron.* 20 (1950) 647-649.
- GUERDER, J. Essais de contrôle de l'efficacité de la fumure PK sur citrus, effectuées à la station expérimentale d'arboriculture du gouvernement général d'Algérie à Boufarih. *Bull. Doc., Assoc. Intern. Fabr. Superphosphates*, 17 (1955) 23-30.
- HUGUET, C. Orientation actuelle de la fertilisation minérale des vergers en France. *Congr. Pomol. Soc. Pomol. France*, 99e, Valence, 1969 145-162.
- KAINDL, K., und W. FROHNER. Versuche über die Wirksamkeit von Lanzendüngung mit Hilfe von P^{32} . *Mitt. Höheren Bundeslehr Versuchsanstalt Wein, Obst Gartenbau, Klosterneuburg, Ser. B, Obst Garten* 6 (1956) 107-115.
- KAINDL, K., W. FROHNER und Ch. CHWALA. Versuche über die Wirksamkeit von Lanzendüngung mit Hilfe von P^{32} . II. Teil. *Mitt. Höheren Bundeslehr Versuchsanstalt Wein, Obst Gartenbau, Klosterneuburg, Ser. B, Obst Garten* 11 (1961) 117-125.
- KARPENCUK, G. K. [On methods of applying fertilizers in orchards.] *Sadovodstvo* 2 (1962) 24-26.
- LECRENIER, A., C. CORIN, E. DERMINE, O. LIARD, T. TRZCINSKI et J. GOVAERTS. Utilisation du radiophosphore ^{32}P pour l'étude de la dispersion des solutions salines dans le sol. *Inst. Agron. Sta. Rech. Gembloux, Bull.* 21 (1953) 89-112.
- LECRENIER, A., et E. DERMINE. Le fertilisation du pommier. Cinq années de recherches sur la répartition des éléments chimiques dans la plante: leur influence sur le rendement. *Intern. Hort. Congr., 13e, Rept.* (1952) 215-222.
- LIARD, O., et M.-Th. PICARD. Observations au moyen du radiophosphore P^{32}_{15} sur la diffusion de solutions phosphorées appliquées au pal injecteur en sol limoneux. *Pédologie*, 11 (1961) no. special, 60-70.
- LIWERANT, L. Evolution des méthodes de fumure en arboriculture fruitière. *Journée Fruit. Région. Valence*, 5 Avril 1960.
- RAATS, P. A. C. Steady gravitational convection induced by a line source of salt in a soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 33 (1969) 483-487.
- SERR, E. F. Walnut orchards on volcanic soils, deficient in phosphorus. *Calif. Agr.* 14 (1960) 6-7.
- TOLHURST, J., and C. BOULD. Nutrient placement in relation to forest tree nutrition. II. Experiments on sub-soil injection. *Ann. Rept. Agr. Hort. Res. Sta., Long Ashton, Bristol*, 1949, 40-44.