

JSN 254779

CODEN: IBBRAH (5-86) 1- 99 (1986)

ISSN 0434-6793

I N S T I T U U T V O O R B O D E M V R U C H T B A A R H E I D

RAPPORT 5-86

INVLOED VAN GRONDWATERREGIME, STIKSTOFBEMESTING EN CHEMISCHE VRUCHT-
DUNNING OP OPBRENGST EN KWALITEIT VAN APPELS

Voortgezet onderzoek 1977-1980 op het grondwaterstanden-stikstof-
trappenproefveld op kavel R 18 in de polder Oostelijk Flevoland

**With a summary: Effect of groundwater regime, nitrogen fertilization and
chemical fruit thinning on yield and quality of apples**

door

P. DELVER

1986

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Postbus 30003,
9750 RA Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 5-86 (1986) 99 pp.

INHOUD

1. Inleiding	5
2. Opzet, inrichting en voortzetting van "R 18"	7
2.1. Grondwaterregimes	7
2.2. Stikstofbemesting	10
2.3. Bodemeigenschappen	12
2.4. Bodembehandeling	12
2.5. Waarnemingen in 1977-1980	13
2.5.1. Grondonderzoek	13
2.5.2. Bladanalyse	13
2.5.3. Opbrengst	13
2.5.4. Chemische vruchtdunning	14
2.5.5. Bewaaronderzoek	14
2.5.6. Mangaangebrek	14
3. Korte weergave van proefresultaten tot 1976	15
3.1. Bodemfysische rijping en beworteling	15
3.2. Invloed van de behandelingen op de chemische bodemvruchtbaarheid	16
3.3. De stikstofhuishouding van de grond	17
3.4. Invloed van de behandelingen op het gewas	18
3.4.1. Gezondheid van de bomen	18
3.4.2. Scheutgroei	19
3.4.3. Produktie	19
3.4.4. Vruchtkwaliteit	21
3.5. Prijsvorming en financiële uitkomst	22
3.6. Conclusies uit de resultaten 1965-1976	23
4. Proefresultaten 1977-1980	25
4.1. Invloed van de behandelingen op de chemische bodemvruchtbaarheid	25
4.1.1. De zuurgraad	25
4.1.2. De voorraad aan koolzure kalk	25
4.1.3. Het gehalte aan organische stof	26
4.1.4. De hoeveelheid N-totaal	27
4.1.5. De fosfaathuishouding	28
4.1.5.1. Het gehalte aan P-totaal	28

4.1.5.2. Fosfaat oplosbaar in ammoniumlactaat- azijnzuur	30
4.1.5.3. Fosfaat oplosbaar in water	32
4.1.6. De kalitoestand	34
4.1.7. De magnesiumtoestand	38
4.2. Invloed van de behandelingen op de chemische samenstelling van het blad	39
4.2.1. Stikstofgehalten	40
4.2.2. Fosfaatgehalten	42
4.2.3. Kaligehalten	44
4.2.4. Magnesiumgehalten	44
4.2.5. Calciumgehalten	46
4.2.6. Verdere gegevens uit de bladanalyse	47
4.3. Mangaangebrek	47
4.4. De produktie aan appels	49
4.4.1. De opbrengst (gewicht)	49
4.4.2. Stikstof en beurtjarigheid	59
4.4.3. Invloed van de veldjesligging op het proefresultaat	60
4.4.4. Invloed van het pluktijdstip	63
4.4.5. Ontwikkeling van de vruchtkleur	64
4.4.6. Chemische vruchtdunning	68
4.5. Bewaaronderzoek	75
4.5.1. Cox's Orange Pippin	75
4.5.1.1. Sortering	75
4.5.1.2. Stip en zacht	76
4.5.2. Golden Delicious	77
4.5.2.1. Sortering	77
4.5.2.2. Schilbruin	79
5. Discussie	80
6. Samenvatting	85
7. Summary	88
8. Literatuur	92
9. Bijlagen	95

1. INLEIDING

In 1964 werd door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders in Oostelijk Flevoland een proefveld met appels aangelegd. Doel was gegevens te verkrijgen over de ontwateringseisen van fruit op jonge, nog niet uitgerijpte lichte kleigrond van de IJsselmeerbodem. Aanleiding tot dit onderzoek waren ongunstige ervaringen met appels die zich in de Noordoostpolder enkele jaren na inplant hadden voorgedaan. De moeilijkheden - slechte groei en produktie, "Cox's ziekte" - werden toegeschreven aan onvoldoende aëratie, plaatselijk bevorderd door kwel. Onder invloed van regenval en grondbewerking onder natte omstandigheden konden daarbij structuurbederf en een slechtere ontwateringstoestand ontstaan.

De Noordoostpolder is in 1942 aangelegd. De fruitteelt, overwegend appels, begon zich daar van ongeveer 1955 af te ontwikkelen. Thans (gegevens 1985) bevindt zich in totaal 1040 ha groot fruit in deze polder. Oostelijk Flevoland is in 1957 drooggevallen. Men is er in +1965 begonnen fruit in te planten. Deze polder omvatte in 1985 919 ha pit- en steenvruchten. De verwachting was aanvankelijk dat de fruitteelt zich hier tot ca. 2500 ha zou uitbreiden. In de polder Zuidelijk Flevoland ligt reeds 105 ha fruitteelt.

Het op kavel R 18 in Oostelijk Flevoland, 4 km ten zuidwesten van Dronten, aangelegde ca. 5 ha grote proefveld omvatte 11 combinaties van winter/zomer-grondwaterstanden op verschillend niveau. Omdat bij diepere ontwatering ook meer stikstof uit de bodem mineraliseert, werden de grondwaterregimes gecombineerd met drie niveaus van stikstofbemesting om het ontwateringseffect van het stikstofeffect te kunnen scheiden en tevens om de stikstofbehoefte vast te stellen.

Het proefveld werd van 1964 tot het voorjaar van 1977 beheerd en wetenschappelijk begeleid door de afdeling Onderzoek van de RIJP (ing. J. Visser, H. Slager en medewerkers). Tuincheefs waren achtereenvolgens W. Minnaard en A.G. Riphagen. In 1977 werd, mede in verband met een verandering van werkterrein van ing. Visser, besloten de wetenschappelijke begeleiding van het onderzoek door de RIJP te beëindigen.

Over de periode 1964-1977 is uitgebreid gepubliceerd (Segeren en Visser, 1971; Visser, 1977, 1983; Visser et al., 1971; Visser en Slager, 1974, 1985). Er waren echter argumenten, o.a. wetenschappelijke, die

voor de RIJP aanleiding waren het proefveld nog enkele jaren te handhaven en voor de begeleiding ervan gegadigden van elders te zoeken. In de eerste plaats waren, als gevolg van de 13 jaar voortgezette behandelingen (grondwaterstanden, stikstoftrappen, waaronder onbemest), grote verschillen in ontwikkeling van de bomen en wortelstelsels en in de stikstoftoestand van het gewas ontstaan. Deze maakten het proefmateriaal aantrekkelijk voor verder onderzoek. Voorts was van 1974 af beurtjarigheid opgetreden en meende ing. Visser verschillen tussen de beide proefrassen, Cox's Orange Pippin en Golden Delicious op de onderstam M.9 te hebben waargenomen: bij het eerste ras leek de beurtjarigheid niet, bij Golden Delicious wel met de behandelingen samen te hangen, in die zin dat bij onbemest de opbrengsten meer fluctueerden dan bij bemest. Afgezien daarvan waren er rasverschillen in invloed van de bemesting op de opbrengst en de kwaliteit en werd verondersteld dat deze invloed met de leeftijd van de bomen zou veranderen. Ook het voor fruit belangrijke kwaliteitsaspect (vruchtkleur, bewaarverliezen; sterk jaar-afhankelijk) was een argument voor voortzetting.

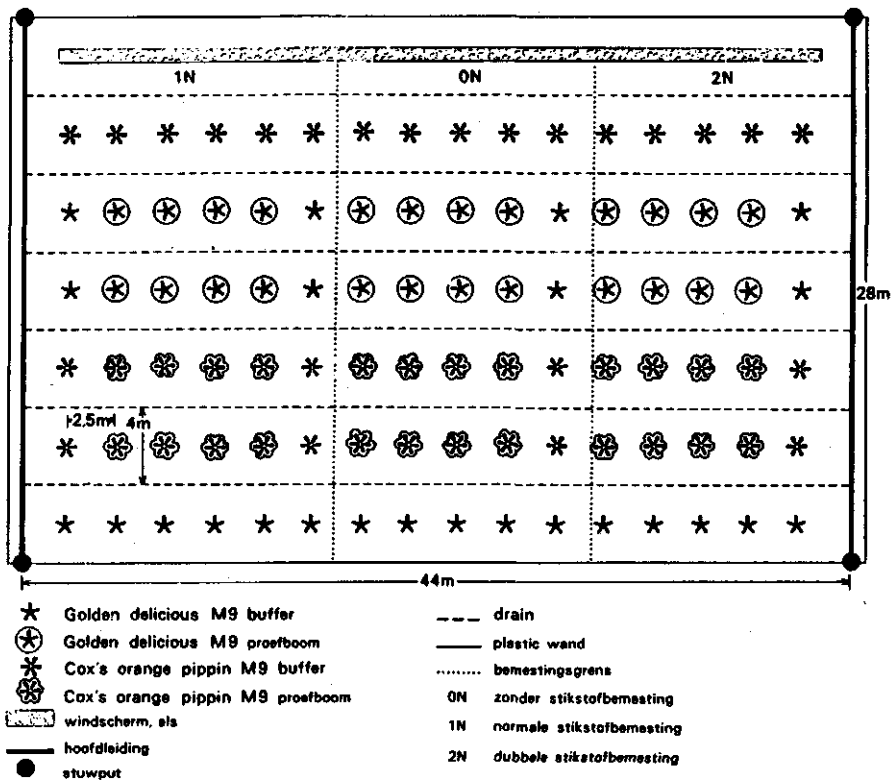
Op 16 mei en 16 juni 1977 hebben besprekingen plaatsgevonden tussen vertegenwoordigers van de afdeling Onderzoek van de RIJP, en van het Proefstation voor de Fruitteelt. Daarbij werd overeengekomen dat het teelttechnische beheer door de RIJP zou worden voortgezet, maar dat het Proefstation voor de wetenschappelijke begeleiding zou zorgen en wel voor een periode van 2 tot 3 jaar. In verband met de werkbelasting zou deze begeleiding zich beperken tot de opbrengstanalyse, bewaarproeven en blad- en grondonderzoek. Dit heeft in de jaren 1977 tot en met 1980 plaatsgevonden. In 1979 en 1980 is nog een kleine ingreep uitgevoerd: de helft van de veldjes werd chemisch gedund, enkele weken na de bloei.

Dit rapport moet als een vervolg worden gezien op de in 1983 verschenen uitvoerige verslaglegging over de jaren 1964-1977 (Visser, 1983: Flevobericht 201). Daarom zullen opzet en aanleg van het proefveld en de proefervaringen in de voorgaande periode slechts kort worden behandeld en wordt herhaaldelijk naar "Flevobericht 201" verwezen.

2. OPZET, INRICHTING EN VOORTZETTING VAN "R 18"

2.1. Grondwaterregimes

In het voorjaar van 1965, acht jaar na droogvallen van Oostelijk Flevoland, werden op de tot nog slechts 65 cm diepte geaëreerde grond uniforme bomen van twee appelrassen geplant: Cox's Orange Pippin en Golden Delicious op M.9. De afstand tussen en in de rijen bedroeg resp. 4 en 2,5 meter. Van elk ras waren er 2 proefrijen, aan weerszijden geflankeerd door rijen van het andere ras (één proefrij, één bufferrij, figuur 2.1.). De grondwaterstandseenheden bestonden uit door elzenhagen gescheiden percelen van 44 x 28 meter (0,123 ha). Deze werden in drie veldjes onderverdeeld, bestemd voor de stikstoftrappen. Per veldje (grondwaterregime, stikstoftrap) waren er $2 \times 4 = 8$ proefbomen per ras. Elke behandeling kwam in twee herhalingen (grondwaterregimes) voor.



Figuur 2.1. De inrichting van een grondwaterstandsobject.
(Figuur Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders).

Figure 2.1. Layout of a single groundwater-level treatment.

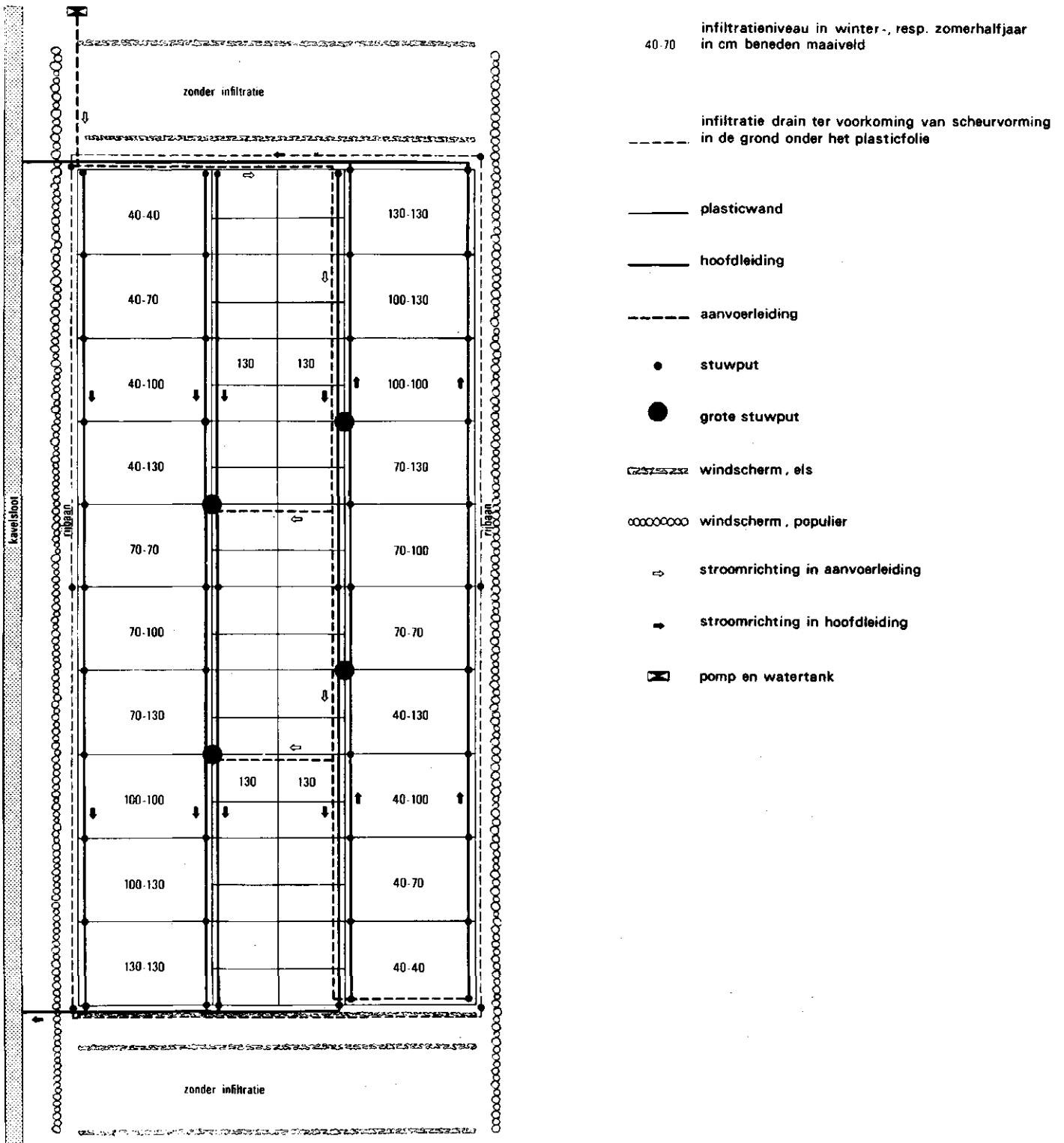
De aanleg van het grondwaterbeheersingssysteem had in het voorgaande jaar 1964 plaatsgevonden. Door middel van infiltratie via stuwputten en drains op 1,50 m diepte op 4 m onderlinge afstand midden tussen en evenwijdig aan de boomrijen, werden gedurende de winter (1 november tot 1 april, 5 maanden) en de zomer (1 april tot 1 november, 7 maanden) de volgende combinaties van in de betreffende periode constante winter/zomer-grondwaterstanden nagestreefd (tabel 2.1)

TABEL 2.1. Grondwaterregimes, cm-maaiveld, respectievelijk winter/zomer.
TABLE 2.1. Groundwater regimes with constant levels in cm below the soil surface during winter (November - March) and summer (April - October), respectively.

gelijke winter-, dalende zomergrondwaterstand				
40-40	40-70	40-100	40-130	dalende winter-, gelijke zomergrond- waterstand
	70-70	70-100	70-130	
		100-100	100-130	
			130-130	
dalende, in winter en zomer gelijke grondwaterstand				

Om technische redenen was het nodig afdalende reeksen grondwatertrappen aan te leggen. Elke reeks kwam twee keer voor met de trappen in tegengestelde volgorde. De grondwatereenheden werden waterdicht gescheiden door verticaal tot 1,80 m diepte ingegraven plastic folie. De beide grondwaterstandsreeksen werden door een ca. 50 m brede strook gescheiden. Deze, beplant met 4 proefrijen Golden Delicious en 2 randrijen Cox's Orange Pippin op M.9, was bedoeld om enkele jaren na de aanleg onderzoek te doen over de invloed van kortstondig verhoogde grondwaterstanden als nabootsing van grondwaterfluctuaties in perioden van sterke neerslag (figuur 2.2).

Het is goed gelukt de bedoelde grondwaterstanden ter hoogte van de drainreeksen te realiseren. Midden tussen de drains, ter hoogte van de boomrijen, daalden de waterstanden in droge perioden in de zomer iets dieper dan het infiltratieniveau, in perioden met veel regen en in de winter waren ze hoger. Deze van het constante infiltratieniveau afwijkende fluctuaties waren groter naarmate dit niveau dieper lag, hetgeen



Figuur 2.2. Schema van het grondwaterstandenproefveld voor de fruitteelt op kavel R 18 in Oostelijk Flevoland.

(Figuur Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders).

Figure 2.2. Plan of the experimental field with different groundwater levels, R 18, East Flevoland.

aan de met de diepte afnemende doorlatendheid van de ondergrond werd toegeschreven (Flevobericht 201). Aan de noordwest- en de zuidoostzijde van het proefveld werden nog twee percelen toegevoegd "zonder infiltratie met een draandiepte van 1,5 m, waardoor het totaal aantal grondwaterobjecten op 11 kwam. Dit laatste object is bijna als een herhaling van de grondwaterstand "130-130" te beschouwen. De volgende cijfers, vastgesteld over de periode 1966-1973, geven een indruk van de bereikte gemiddelde grondwaterstanden midden tussen de drains, dus in de boomrijen. Bij infiltratie gedurende de winter op niveaus 40-70-100-130 cm en "zonder infiltratie" respectievelijk 39, 67, 81, 92 en 95 cm beneden maaiveld. Bij infiltratie gedurende de zomer op niveaus 40-70-100-130 cm en zonder infiltratie, respectievelijk 39, 82, 117, 130 en 129 cm.

Deze grondwaterregimes werden uiteraard ook gedurende de aansluitende periode 1977-1980 gehandhaafd.

2.2. Stikstofbemesting

Op elk grondwaterstandsvak werden drie niveaus van stikstofbemesting toegepast. Deze waren in de loop van de jaren niet steeds dezelfde, zoals uit het overzicht in tabel 2.2 blijkt. Bovendien werden in de jaren

TABEL 2.2. De stikstofgiften in kg N per ha, exclusief de compensatiebemesting.

TABLE 2.2. Nitrogen rates applied in kg N.ha⁻¹ exclusive of "compensation" applications.

Jaar	N-trap		
	0	1	2
1965	0	40	80
1966	0	80	160
1967	0	120	240
1968	0	150	300
1969	0	100	200
1970	0	75	150
1971	0	75	150
1972	0	75	150
1973	0	75	150
1974	0	50	150
1975	0	50	150
1976	0	50	150
1977	0	50	150
1978	0	50	150
1979	0	50	150
1980	0	0	0

1966-1973, maar uitsluitend op de 1 N-veldjes en 2 N-veldjes, compensatie-stikstofgiften toegevoegd aan de in tabel 2.2 vermelde hoeveelheden. Deze werden jaarlijks vastgesteld, afhankelijk van de verwachte mineralisatie bij de diverse infiltratieniveaus, op basis van onderzoek van Sieben (1964). Daaruit was nl. gebleken dat het eigen stikstofleverend vermogen van de grond uit mineralisatie toeneemt naarmate de aëratie beter en het grondwaterniveau, vooral in de zomer, dieper is. Tabel 2.3 geeft een indruk van de in de jaren 1966-1973 gemiddeld extra gegeven hoeveelheden stikstof op de 1 N-veldjes en 2 N-veldjes. De consequentie van deze handelwijze is geweest dat, bijvoorbeeld in 1968, op de "40-40 cm" infiltratievelden niet 0-150 en 300 kg N per ha is gegeven maar 0-280 en 430 kg N. Op de percelen met iets diepere grondwaterstand in de zomer, "40-70", was dit niet 0-150 en 300 maar 0-235 en 385 kg N, etc. (voor meer details, zie Flevobericht 201). Achteraf mag men betwijfelen of de beslissing compensatiebemestingen toe te passen juist is geweest. Argument was dat het aantal stikstoftrappen in de proef te klein was om de effecten van grondwaterstanden van die van de N-mineralisatie uit de bodemvoorraad organische stof van elkaar te kunnen onderscheiden. De stikstofbemesting, geheel in de vorm van kalkammonsalpeter, is weliswaar gedeeld gegeven (2/3 in april, de rest in mei) maar dan nog is het effect van in korte tijd gegeven compensatiebemesting niet te vergelijken met dat van geleidelijk vrijkomende bodemstikstof. Bovendien zullen de beide 1 N- en 2 N-trappen op een deel van de grondwatervakken in de jaren 1966-1973 superoptimaal en in hun werking weinig verschillend zijn geweest.

De compensatiegiften zijn in 1973 niet meer toegepast, zodat de N-trappen van 1974 af 0-50 en 150 kg N per ha zijn geweest. In 1980 is de bemesting geheel achterwege gelaten, mede om eventuele nawerking van de voorgaande bemestingen via bodemanalyse te kunnen nagaan.

De volgorde van de N-trappen is op alle infiltratie- en "zonder-infiltratie"-velden, in de richting noordoost naar zuidwest (van betonpad naar kavelsloot) steeds dezelfde geweest, nl. 2 N - 0 N - 1 N. Bij een systematisch vruchtbaarheidsverloop in deze richting kan dit consequenties hebben gehad voor de verschillen tussen de N-trappen, vooral die tussen 1 N en 2 N (par. 4.4.3).

TABEL 2.3. Gemiddelde compensatiestikstofgiftten, in de periode 1966-1973, op de 1 N- en 2 N-veldjes gegeven boven de in tabel 2.2 vermelde hoeveelheden.

TABLE 2.3. Average amounts of N in 1966-1973 applied to 1 N and 2 N plots in addition to the nitrogen quantities mentioned in Table 2.2, to compensate for extra N-mineralisation in the soil due to deeper drainage.

Infiltratieniveau winter - zomer in cm-mv.	kg N per ha
40- 40	118
40- 70	69
40-100	48
40-130	23
70- 70	51
70-100	34
70-130	10
100-100	25
100-130	1
130-130	0
zonder infiltratie	0

2.3. Bodemeigenschappen

Het bodemprofiel bestond uit een bovengrond van lichte klei met 35-45% afslibbare delen (25-30% lutum), 3-3,5% organische stof en ca. 9% CaCO_3 .

Naar de diepte wordt het profiel gelaagd, met afwisselingen van zware zavel en lichte klei. Op meer dan 2,2 m diepte bevindt zich pleistoceen zand. Het organische-stofgehalte neemt vanaf de bovengrond met de diepte toe. Beneden ca. 75 cm bevinden zich lagen met ruim 10% organische stof. De pH-KCl van de bovengrond is ongeveer 7.3.

2.4. Bodembehandeling

Het proefveld werd aanvankelijk, in 1964, volvelds ingezaaid met Italiaans raaigras. Dit werd in 1966 ondergeploegd, waarna er 2-meter brede grasstroken werden ingezaaid met een mengsel bestaande uit overwegend beemdlangbloem met daarnaast timothee en Engels raaigras. De bodembehandeling bestond gedurende de gehele verdere proefduur uit frequent maaien van de grasstroken en mulchen van het gemaaid gras op de 2-m brede, chemisch onkruidvrij gehouden, boomstroken.

2.5. Waarnemingen in 1977-1980

2.5.1. Grondonderzoek

Om de invloed van de bodembehandelingen, met name van het jarenlange mulchen op de boomstrook met uiteenlopende grasproducties, op de bodemvruchtbaarheid na te gaan zijn in 1977 tweemaal grondmonsters verzameld.

De eerste bemonstering, op 14 juni, betrof de laag van 0-20 cm van de zwart- en grasstroken van alle stikstofveldjes met uitzondering van het zuidwestelijke grondwaterstandsperceel "zonder infiltratie", totaal 126 monsters. Deze werden door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek geanalyseerd (pH-KCl, % org. stof, % CaCO_3 ; % afslibbare delen en zand; P-AL-, K_2O -, MgO - en totaal N-gehalten).

Bij de tweede bemonstering, op 9 augustus, zijn de zwart- en grasstroken laagsgewijs tot 60 cm diepte bemonsterd (0-5/10/15/20/40/60 cm). Dit werd alleen uitgevoerd op de 0 N- en 2 N-veldjes van de waterregimes 40-40 en 130-130 cm, totaal 48 monsters. Hiervan zijn door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid het Pw-getal, de P-factor en P-totaal in mg P_2O_5 per 100 g grond bepaald, benevens de percentages P-totaal, Fe-totaal en Al-totaal. In dezelfde monsters bepaalde het laboratorium van het Proefstation voor de Fruitteelt nog de K-HCl-gehalten.

2.5.2. Bladanalyse

Van beide rassen werden bladmonsters verzameld van het 3^e-5^e blad vanaf de basis van langloten. In 1977-1980 gebeurde dit achtereenvolgens op 9 en 17 augustus, 17 juli en 21 augustus. Door het laboratorium van het proefstation werden hierin de gehalten aan N, K, Mg, P en Ca bepaald.

2.5.3. Opbrengst

De produktie werd steeds per boom vastgesteld, met uitzondering van 1978, toen per veldje geplukt en gewogen werd.

Het ras Cox's Orange Pippin werd in 1977-1980 achtereenvolgens geplukt in de perioden 26-30, 26-29, 24-27 en 22-25 september. Golden Delicious werd in 1977 in drie perioden geplukt, nl. 28-29 september (2 bomen per veldje), 10-12 en 26-27 oktober (elk 3 bomen). In dat jaar werd bij elke pluk de vruchtkleur beoordeeld, ook van de in één keer geplukte Cox's. In 1978-1980 werd Golden Delicious in één keer geplukt, achtereenvolgens in de perioden 10-13, 8-12 en 6-10 oktober.

2.5.4. Chemische vruchtdunning

In 1979 en 1980 is op de helft van de grondwaterstandsvakken op beide rassen vruchtdunning toegepast met 0,15% carbaryl-oplossingen van een middel met 50% werkzame stof. De vraag was o.a. of de stikstoftoestand van het gewas invloed heeft op het dun-effect.

De volle bloei van Cox's en Golden Delicious vond in 1979 plaats rond 20 mei. De bespuiting met 1000 l/ha werd op 8 juni, iets te vroeg, uitgevoerd toen de vruchtjes een diameter hadden van ca. 10, resp. 8 mm. Er werden takgedeelten per boom gemerkt. Daarop werden op 7 juni en 17 juli vruchttellingen uitgevoerd.

In 1980 vond de volle bloei eerder plaats, nl. op 13 en 15 mei, respectievelijk voor Cox's Orange Pippin en Golden Delicious. Cox's is toen eenmaal, op 31 mei, bespoten; Golden Delicious werd tweemaal bespoten, op 2 en 10 juni. Vruchttellingen van gemerkte takgedeelten werden op 3 juni en 26 juni uitgevoerd.

2.5.5. Bewaaronderzoek

Elk jaar werden van beide rassen partijen vruchten in het koelhuis (gewone koelcellen) bewaard, per veldje ca. 120 kg (8 bomen, 1 kist per boom). In 1977 werden de drie pluktijdstippen van Golden Delicious apart gehouden. Dit leverde per veldje van de achtereenvolgende plukken partijtjes op van 2, 3 en 3 kisten (2, 3 en 3 bomen). In 1977-1980 werd Cox's Orange Pippin bewaard tot achtereenvolgens 12, 19, 18 en 15 december. Voor Golden Delicious was dit achtereenvolgens 28 maart, 1 mei, 15 april en 21 april 1978-1981. De partijen werden na bewaring gesorteerd en beoordeeld op stip, zacht, bruin etc.

2.5.6. Mangaangebrek

In de zomer van 1979 trad in verschillende mate mangaangebrek op, waarschijnlijk een gevolg van overvloedige regen: in maart tot juni viel in dat jaar in de IJsselmeerpolders achtereenvolgens per maand 86-72-100 en 118 mm, dit is in totaal 196 mm meer dan normaal. Op 17 juli is de mate van gebrek in een schaal van 0-10 vastgelegd, voor Cox's op alle veldjes, voor Golden Delicious alleen op de veldjes van enkele ondiepe en diepe grondwaterregimes.

3. KORTE WEERGAVE VAN PROEFRESULTATEN TOT 1976

Het lijkt voor een beter begrip van de resultaten van het hier te verslaan onderzoek nuttig enkele hoofdlijnen van de bevindingen in de periode 1964-1976 weer te geven. Deze zijn ontleend aan het in 1983 verschenen rapport "Flevobericht 201".

3.1. Bodemfysische rijping en beworteling

Door Visser is de rijping van de bodem onder invloed van de grondwaterregimes uitvoerig bestudeerd. Opvallend waren de in het terrein steeds duidelijker zichtbare verschillen in inklinking. Vanaf de aanleg van het proefveld tot 12 jaar later (voorjaar 1977) bedroeg deze 6 cm bij een zomergrondwaterstand van 40 cm en 19 cm klink bij een waterstand van 130 cm. De droge jaren 1975 en vooral 1976 hebben deze bodemdaling versneld.

Ook de scheurvorming van de grond ging dieper naarmate beter was ontwaterd. Bij het regime 40-40 gingen de scheuren in 1974 niet dieper dan bij de aanleg, tot ongeveer 70 cm. Bij constante waterstand 130-130 en bij "zonder infiltratie" gingen de scheuren respectievelijk tot 110 en 120 cm.

De bodemstructuur, tot uitdrukking gebracht in het SAC-cijfer (Soil Aeration Capacity) vertoonde in 1974 in de bovengrond van de zwart gehouden boomstroken (waar dus niet gereden werd) wél een verbetering ten opzichte van de uitgangstoestand, maar er was geen verband met de infiltratieniveaus. Het duidelijkst, vooral dieper in het profiel, was de structuurverbetering op de vakken zonder infiltratie.

Waar wel gereden werd, op de grasbanen, was tot 25 cm diepte sprake van een achteruitgang van de bodemstructuur ten opzichte van de uitgangstoestand. Het duidelijkst was deze bij hoge grondwaterstanden (40-40, 70-70 cm) en relatief weinig op vakken zonder infiltratie. De grasgroei op de rijbaan was ook veel slechter bij hoge grondwaterstanden dan bij diepe ontwatering. Op de boomstrook reageerde de onkruidgroei op de ontwateringsdiepte: bij hoge waterstanden vormden zich vaak plassen en groeide weinig onkruid; bij lage waterstanden trad geen plasvorming op, maar kwam veel meer onkruid tot ontwikkeling.

Uiteraard reageerde de beworteling van de vruchtbomen - in het voorjaar van 1974 in profielkuilen bij Golden Delicious onderzocht - op de grondwaterregimes.

De zwartstrook was veel dichter beworteld dan de grasbaan, vooral bij hoge grondwaterstanden. Bij infiltratieniveaus 40-40, 70-70, 100-100, 130-130 cm en zonder infiltratie gingen de wortels op de zwartstrook respectievelijk tot ongeveer 40, 65, 75, 85 en 105 cm. Onder de grasbaan werden bij 40-40 cm helemaal geen boomwortels aangetroffen. Hier was het structuurverval door berijden het sterkst, was de aëratie slecht en werden ook reductiekleuren in de grond waargenomen. Bij de diepere niveaus (70-70, enz.) gingen ook onder de grasbaan de boomwortels dieper, respectievelijk tot ongeveer 65, 70, 90 en 90 cm. Op de zwartstrook werd een geringe worteldiepte bij 40 cm grondwaterstand duidelijk gecompenseerd door een grotere worteldichtheid en sterkere vertakking dan bij lagere waterstanden, zodat het totaal aantal dunne wortels per strekkende dm profielwand geen duidelijke samenhang met het infiltratieniveau vertoonde.

De worteldiepte reageerde duidelijk positief op diepere zomergrondwaterstanden, maar bij diepe waterstanden in de zomer verminderde de worteldiepte ook, en nam het percentage dode wortels toe als het infiltratiepeil in de winter veel hoger was. De conclusie hieruit was dat (constante) grondwaterstanden in de winter in sterke mate bepalend zijn voor de worteldiepte en dat de vochtvoorziening nadeel ondervindt van sterk uiteenlopende (hoge) winter- en (lage) zomerwaterstanden.

3.2. Invloed van de behandelingen op de chemische bodemvruchtbaarheid

Tot 1973 zijn enkele malen grond- en bodemvochtmonsters onderzocht om de invloed van het grondwaterregime, de bodembehandeling en de bemesting op enkele vruchtbaarheidsfactoren te onderzoeken.

Bij een bemonstering van de laag 0-20 en 20-40 cm van de zwartstroken, werd al in 1967 de indruk gewekt dat de zware stikstofbemesting (2 N tegenover 0 N, waarbij veel meer gras werd geproduceerd) via grotere hoeveelheden mulch de kalitoestand in de bovengrond verhoogt.

Analyses van bodemvocht in lagen tot 120 cm werden in augustus 1968 uitgevoerd bij de objecten "40-40" en "130-130" cm infiltratieniveau, onbemest, zwart en grasstroken. De grond onder de grasbaan bleek vrijwel geen nitraatstikstof te bevatten. Onder de zwartstrook was dit wel het

geval en bij 130-130 cm aanzienlijk meer en tot grotere diepte dan bij 40-40 cm.

Bij bemonstering van bodemlagen tot 60 cm diepte in 1971 en 1973 bleek dat de hoeveelheden P-totaal in de zwart- en grasstroken geen verband, de P-citr., en vooral de Pw-getallen wel verband vertoonden met de behandelingen: in de zwartstroken waren de in 1% citroenzuur en vooral de in water oplosbare hoeveelheden fosfaat hoger dan in de rijstroken en deze hoeveelheden in de zwartstroken waren hoger bij 130-130 cm dan bij 40-40 cm infiltratie-niveau. Dit vormde een aanwijzing dat zowel het mulchstelsel - waarbij zijdelingse verplaatsing van voedingsstoffen plaatsvindt, alsmede waarschijnlijk mineralisatie en mobilisatie van fosfaat -, als ook de ontwatering, invloed hebben op de fosfaathuishouding. Dit heeft een heterogenisatie van de hoeveelheid opneembaar fosfaat tot gevolg.

3.3. De stikstofhuishouding van de grond

De invloed van de grondwaterregimes op de stikstofhuishouding is in de jaren 1965 tot 1972 uitvoerig op onbemeste veldjes bestudeerd. Min of meer kwantitatief gebeurde dit door herhaalde analyses op nifraat- en ammoniak-stikstof in opvolgende bodemlagen van onbegroeide veldjes en door analyses op stikstof in opvolgende sneden van op de rijbaan geproduceerd gras. Tenslotte gaf ook de bladanalyse van de vruchtbomen een indruk van het natuurlijke stikstofleverende vermogen van de grond onder invloed van de ontwateringsniveaus.

Uit de grondanalyses bleek dat de hoeveelheid nitraat - wisselend, afhankelijk van het bemonsteringstijdstip - sterk afnam met de diepte van de bemonsterde laag en dat deze vooral afhing van de aëratiegraad. Zo bleek er een vrijwel rechtlijnig positief verband te bestaan tussen de hoeveelheid nitraat en de door de SAC-waarde (Soil Aeration Capacity) gekarakteriseerde bodemstructuur. De nitrificatie vond voornamelijk plaats in de bovengrond. Langdurig hoge grondwaterstanden gaven aanleiding tot stikstofverliezen door denitrificatie van ingespoelde stikstof. Naarmate in de zomer dieper werd ontwaterd, nam de hoeveelheid nitraat in het profiel toe. Zo bedroeg deze, tot 1 m diepte bepaald, op onbemeste veldjes met de hoogste grondwaterstand (40-40 cm) in 1965-1966 slechts ca. 20% tot 50% van de hoeveelheid nitraat bij de diepere infiltratieniveaus (70-130, 130-130 cm, zonder infiltratie), wat neerkwam op

verschillen in de orde van 50 tot 90 kg N per ha. Ook verlaging van de winterwaterstand had een positieve invloed op de in het groeiseizoen gevonden hoeveelheden nitraat, maar dit werd verklaard door voornamelijk verminderde denitrificatie van eerder gevormd nitraat.

De door het gras opgenomen stikstof, voor zover teruggevonden in de sneden, vertoonde eveneens grote verschillen. Gemiddeld over 5 jaren werd op de onbemeste veldjes bij 40-40 cm slechts 20 kg N, bij 130-130 cm 70 kg N per ha grasoppervlakte teruggevonden. Een beperkende factor voor de opname door het gras vormde zuurstofgebrek bij de hoogste waterstand (40-40) en vochttekort bij de diepste stand (zonder infiltratie).

De invloed van de grondwaterregimes op de stikstofgehalten in de bladeren van de appels was uiteraard het duidelijkst merkbaar op de onbemeste veldjes. Bij Cox's Orange Pippin werden gemiddeld over 1966 tot 1975 bij 40-40 en 40-130 cm respectievelijk gehalten gevonden van 1,90 en 2,22% N. Bij Golden Delicious was dit 1,82% en 2,07% N. De winterwaterstand had geen aanwijsbare invloed op deze gehalten.

3.4. Invloed van de behandelingen op het gewas

3.4.1. Gezondheid van de bomen

Er zijn waarnemingen verricht over het optreden van enkele fysiologische afwijkingen en van kanker.

In 1967-1969 werd Cox's ziekte waargenomen. De verschillen in grondwaterregime hadden hierop geen invloed, maar de stikstofbemesting had de verschijnselen gemiddeld significant versterkt.

In 1975 bleek het verschijnsel van zomerbladval bij Golden Delicious significant onder invloed van de bemesting te zijn toegenomen.

Vanaf het vijfde groeijaar trad bij Cox's Orange Pippin een onbekend verschijnsel op, waarbij de bast van de stam en van een deel van de gesteltakken losliet en ging bladderen. In 1975 ging dit zelfs gepaard met het afsterven van uitlopende knoppen aan zulke takken. Het verschijnsel kon niet worden verklaard, maar werd zeer overwegend aangetroffen bij bomen met stikstofgebrek. In de loop van het seizoen herstelden de bomen zich. Na 1975 is geen bast-schilfering meer waargenomen.

Kanker is slechts in lichte mate opgetreden. Er werd geen samenhang met de behandelingen gevonden.

3.4.2. Scheutgroei

De scheutproducties werden bij de volwassen bomen van 1969 af jaarlijks vastgelegd door middel van aan proefmetingen gerelateerde schattingen. Zowel de waterregimes als de bemesting lieten significante verschillen zien, vergeleken met de groei van het controle-object "geen infiltratie".

Werd er **niet** bemest, dan nam de groei van Cox's, gemiddeld over 1969 tot 1975, als gevolg van verbeterde mineralisatie van stikstof uit de bodem naarmate er in de zomer dieper, tot 100 cm beneden maaiveld, werd ontwaterd toe. Ook verlaging van de winterwaterstand tot 100 cm had dan een positief effect op de scheutgroei. Bij Golden Delicious was deze reactie gelijkloidend en in dezelfde orde van grootte.

Werd er **wel** bemest, dan trad er tussen de twee rassen een verschil op. Cox's vertoonde dan bij de grondwaterstanden 70-70, 70-100, 100-100 en 100-130 een significant betere scheutgroei dan bij "geen infiltratie" waarbij in dit laatste geval in droge zomers ter hoogte van de boomrijen gemiddeld over april-oktober grondwaterstanden optraden van 140-150 cm-mv. Dit wijst op een betere vochtvoorziening bij niet te diepe, min of meer constante winter-zomerwaterstanden. Bij Golden Delicious, bemest, bleef de groei dan alleen achter bij hoge winterwaterstanden (40-40, 40-70 etc.).

Het effect van de laagste stikstofgift (1 N) was bij alle waterregimes en bij beide rassen over 1969-1975 steeds significant positief, maar bij Cox's was deze reactie op bemesting het sterkst. Werden de twee stikstofgiftten vergeleken (2 N-1 N) dan was de reactie op de hogere gift bij Cox's in enkele gevallen nog significant positief, bij Golden Delicious echter niet. De wat fellere reactie van Cox's, zowel op de verschillen in waterstanden als in de bemesting werd verklaard uit het ijlere wortelstelsel van dit ras.

3.4.3. Produktie

De behandelingen hadden invloed, zowel op het aantal appels als op de vruchtgewichten en derhalve op de kg-opbrengst per boom.

Het effect van de laagste stikstofgift (1 N) was bij de hoge winter-zomerwaterstanden (40-40, 40-70, 40-100, 70-70) uiteraard het duidelijkst. Bij Cox's resulteerde dit in de beginjaren, toen onbemeste bomen in het vol groeien van de aanplant nog sterk achterbleven bij bemeste, in opbrengstverbeteringen van tientallen procenten, bij 40-40 zelfs van

100% en meer. Bij Golden Delicious was het effect van 1 N bij deze waterregimes eveneens zeer duidelijk, maar minder uitgesproken dan bij Cox's.

Getotaliseerd over de periode 1969-1976 resulteerde de bemesting 1 N overigens ook bij diepere grondwaterstanden, dus waar de natuurlijke mineralisatie van stikstof beter was, in significante meeropbrengsten. Bij Cox's gold dit voor alle diepere grondwaterstanden (gemiddeld effect 8-10%), bij Golden Delicious voor bijna alle waterstanden buiten de eerder genoemde hoge standen (4-5% meeropbrengst).

Vergelijking van de hoogste N-trappen (2 N t.o.v. 1 N) bracht bij geen van de infiltratieniveaus significante meeropbrengsten aan het licht. Opgemerkt moet worden dat het bemestingsniveau van 1 N tot 1974, als gevolg van de toepassing van compensatiegiften, al hoog lag, bij de meeste waterregimes ver boven 100 kg N per ha (tabel 2.2 en 2.3).

Wat de invloed van de grondwaterregimes betreft, moet gewezen worden op de interactie met de stikstofbemesting: bij 0 N vertoonden de niveaus 40-40, 40-70 en 40-100 gemiddeld over 1969-1976 een significante achterstand t.o.v. "geen infiltratie", althans voor Cox's Orange Pippin. Bij Golden Delicious, onbemest, vertoonden alle infiltratieniveaus, uitgezonderd 100-130 en 130-130 een achterstand tegenover "geen infiltratie".

Werd er wel bemest (1 N voor Cox's, 1 N en 2 N voor Golden Delicious), dan ging een tweede opbrengstbepalende factor (naast verminderde groei door stikstofgebrek bij 0 N en hoge waterstanden) een rol spelen: bemesting in combinatie met enkele "gemiddelde", dus niet zeer diepe grondwaterstanden leidde vooral bij Golden Delicious tot gemiddeld over 1969-1976 significante opbrengstdepressies vergeleken met "geen infiltratie". De verklaring werd gevonden in significant verlaagde aantallen appels per boom bij combinaties zoals 40-100, 40-130, 70-70, 70-130, 100-100, mogelijk als gevolg van een te sterk vegetatief gedrag door maximale vochtvoorziening en stikstof.

In 1974 en 1976 trad als gevolg van nachtvorst beurtjarigheid op en bij Golden Delicious vooral het sterkst op de 0 N-veldjes bij hoge grondwaterstanden. De conclusie was dat bij dit ras stikstofgebrek beurtjarigheid in de hand werkt. Dit aspect is in 1977 naar voren gebracht als argument voor voortgezette bestudering van stikstofeffecten.

Op de produktie over de totale onderzoeksperiode 1967-1980 zal bij de bespreking van de eigen proefresultaten nog nader worden ingegaan.

3.4.4. Vruchtkwaliteit

De invloed van de behandelingen op de vruchtkwaliteit heeft veel aandacht gekregen. Op het financiële resultaat zijn naast het opbrengstniveau ook de kwaliteit en de bewaarbaarheid van invloed. De uitkomst van dit onderzoek heeft een belangrijke rol gespeeld bij de uiteindelijke formulering van de gewenste combinatie van ontwateringseisen en stikstofbemesting voor fruit in de IJsselmeerpolders.

De **vruchtkleur** werd door de bemesting ongunstig beïnvloed. Naarmate meer stikstof werd gegeven, daalde bij Cox's Orange Pippin het percentage appels met rode bloes of gele schilkleur. Diepere ontwatering bij 0 N en vooral stikstofbemesting deden bij Golden Delicious het percentage appels met hardgroene kleur toenemen. Na bewaring werd deze stikstofinvloed nog geaccentueerd.

Vruchtverruwing kwam, mede door de over het algemeen kleine vruchtmoot, veel voor. Zowel bij Cox's, als vooral bij Golden Delicious nam de ruw-schil-ligheid door de bemesting toe. Het grondwaterregime had hierop weinig invloed.

Dikstelen bij Cox, vruchten met misvormde steel en grote gevoeligheid voor stip, kwamen in 1973 op bemeste velden meer voor dan op de 0 N-velden. Dit werd deels verklaard door de toename van het aantal topvruchten door de bemesting. Deze groeien veelal uit tot dikstelen.

Bij het bewaaronderzoek werd in verscheidene jaren, vooral in Cox's, **stip** aangetroffen. De invloed van de stikstofbemesting hierop was niet steeds eenduidig. Bij Cox's bleek een lage zomerwaterstand, vooral in combinatie met een hoge winterstand (40-100, 40-130) en 0 N, stipbevorderend te werken. Bij bemeste bomen was deze invloed van de uiteenlopende winter-zomerwaterstand afwezig. Bij Golden Delicious werkte stikstofbemesting juist stipbevorderend. De invloed van de bemesting liep via de vrucht-dracht. Door beurtjarigheid kon ook stikstofgebrek (0 N) stipbevorderend werken.

Schilbruin kwam bij Golden Delicious voor, vooral in grote vruchten. De behandelingen wezen soms, maar niet elk jaar, op een ongunstig effect van de bemesting. **Klokhuisbruin** hing niet samen met de behandelingen.

Smaakproeven met een panel van 20 personen gaven het volgende beeld. Bij Golden Delicious werden bij eenzelfde schilkleur vruchten van onbemeste veldjes meestal lekkerder bevonden dan die van bemeste veldjes. Verder ging de smaakvoorkeur meer uit naar gele appels dan naar groene, en dit ongeacht de bemesting. Dit oordeel berustte ten dele op een

"zoetere" smaak en beter aroma. Ook bij Cox's werden appels van 0 N-veldjes het gunstigst beoordeeld.

3.5. Prijsvorming en financiële uitkomst

Tot een bepaalde hoogte van de stikstofbemesting neemt de produktie toe, maar de kwaliteit af, zoals in de paragrafen 3.4.3 en 3.4.4 is samengevat. Stikstofrijk fruit raakte tijdens bewaring ook eerder versleten. Voor de jaren 1973 tot 1975 is nagegaan welke invloed de bemesting had op de sortering in de klassen I, II en III en welke prijsvorming daarbij tot stand kwam. Het fruit van goed ontwaterde percelen werd daarbij samengevoegd per stikstoftrap (0 N, 1+2 N of 1 N en 2 N) en als zodanig na bewaring gesorteerd en apart geveild. Het 0 N-fruit was dus niet afkomstig van veldjes met uitgesproken stikstofgebrek (40-40 of 40-70, 0 N).

In de jaren 1973 en 1975, beide jaren met een goede opbrengst (Cox's Orange Pippin met respectievelijk \pm 43 en 37 kg per boom; Golden Delicious met \pm 43 en 52 kg per boom) had de bemesting een duidelijk ongunstige invloed op de kwaliteit, waardoor bij beide rassen van onbemeste percelen, ondanks het lagere opbrengstniveau, méér kg fruit in klasse I terecht kwam dan van bemeste percelen. Als gevolg van beurtjarigheid en een veel lagere opbrengst lag dit in 1974 andersom.

Procentueel kwam in 1973 en 1975 van Cox's minder fruit in klasse I terecht naarmate de stikstoftrap hoger was. In 1974 was dit andersom. Van Golden Delicious kwam procentueel alleen in 1973 duidelijk minder fruit in klasse I naarmate de stikstoftrap hoger was; in de beide andere jaren was er geen verschil.

De voor 1973 en 1975 berekende (lage) middenprijzen lagen voor Cox's, onbemest, 3 tot 6 cent hoger, vergeleken met 1 N en 5 tot 10 cent vergeleken met 2 N. In 1974, bij een veel hoger prijsniveau, lagen de middenprijzen per N-trap op een gelijk niveau. Eenzelfde beeld liet Golden Delicious zien: \pm 2 tot 6 cent hogere middenprijzen voor 0 N vergeleken met 1 N en 3 tot 12 cent vergeleken met 2 N. In 1974 was het verschil, wederom bij een veel hoger prijsniveau, veel kleiner, nauwelijks 2 cent per kg.

Een vergelijking over alle produktiejaren, tussen de opbrengsten en sorteringen per behandeling en de daarbij gemiddeld gevonden stikstofgehalten in augustus in de bladeren, leerde ten slotte dat maximale opbrengsten aan klasse I-fruit werden gevonden bij gehalten van 2,2-2,3% N

voor Cox's en 2,1-2,2% N voor Golden Delicious.

Wat de analyse van stikstofinvloeden op de kwaliteitsortering en de prijsvorming betreft, past nog een enkele kritische kanttekening. Vruchtdunning werd in de periode 1969-1976 bewust niet of vrijwel niet uitgevoerd. Dit om de proefresultaten niet te beïnvloeden (mondelinge mededeling Visser). Daardoor bleef de gemiddelde vruchtmaat meestal onder het gewenste niveau. Voor Cox's in 1973 en 1975 bv. bedroeg het gemiddelde vruchtgewicht, bemest, respectievelijk 124 en 145 gram, terwijl het gewicht bij de voor de handel meest gewenste sortering (70-75 mm doorsnede) ligt tussen ca. 140 en 165 gram per vrucht. Bij Golden Delicious, met in 1973 en 1975 gemiddelde vruchtgewichten van 146 en 145 gram, ligt het vruchtgewicht bij de optimale sortering (70-80 mm) tussen ca. 160 en 200 gram. Bij (te) zwaar behangen bomen blijven vruchten eerder kleiner en groener dan bij door dunning verkregen normale dracht en vrijwel even grote gewichtsproductie. Het is dus de vraag hoe deze analyse zou zijn uitgevallen als steeds tot normaal niveau zou zijn gedund. Een verdere vraag is of bij 1 N en 2 N niet iets later had moeten worden geplukt dan bij 0 N.

3.6. Conclusies uit de resultaten 1965-1976

In het rapport "Flevobericht 201" komt Visser ten slotte tot de volgende conclusies en aanbevelingen:

1. Naarmate in de zomer dieper wordt ontwaterd, tot 130 cm toe, neemt het natuurlijke stikstofleverende vermogen van de grond toe en de behoefte aan bemesting af.
2. Maximale vegetatieve groei vindt plaats op bemeste percelen met ruime vochtvoorziening door niet te diepe zomerwaterstanden en weinig verschil tussen winter- en zomerwaterstand (70-70, 70-100, 100-100 cm).
3. Cox's reageert sterker op verschillen in vocht- en stikstofvoorziening dan Golden Delicious.
4. Doordat een sterk vegetatief gedrag van de bomen ten koste gaat van de vruchtbaarheid, vindt de hoogste produktie niet plaats bij de sterkste groei, maar bij een "lichte stress"-situatie door sub-maximale vochtvoorziening, zoals gevonden op de vakken zonder infiltratie. De gemiddelde winterwaterstand was hierbij 95 cm, de zomerstand 129 cm maar in droge perioden veel dieper, tot 200 cm.

5. Om een voldoende diepe rijping van de grond en een beworteling tot 1 m te bereiken wordt een draindiepte van minstens 110 cm geëist. De drainafstand moet bij afvoeren van 10, 5 en 1 mm per etmaal een grondwaterstand garanderen niet ondieper dan respectievelijk 60, 70 en 95 cm beneden maaiveld. Het grondwater moet dan in de zomer tot ten minste 180 cm kunnen dalen. Is de grond eenmaal diep gerijpt dan kan, afhankelijk van de beheersbaarheid van het grondwater in de winter, met minder diepe grondwaterstanden in de zomer worden volstaan, maar een te ruime vochtvoorziening door een peil dicht onder het wortelstelsel heeft een ongunstige invloed op de vruchtdracht.
6. Stikstofbemesting is ook bij goede ontwatering wel noodzakelijk om het risico van beurtjarigheid te beperken, maar op een zodanig laag peil - in de orde van 50 kg N per ha - dat vruchtkleur en bewaarbaarheid niet ongunstig worden beïnvloed.
7. Als gevolg van de gunstige invloed van een marginale stikstofvoeding op de kwaliteit van het fruit wordt het beste financiële resultaat bereikt bij gehalten in het blad in augustus 2,1-2,3% N voor Cox's Orange Pippin en 2,0-2,2% N voor Golden Delicious.

4. PROEFRESULTATEN 1977-1980

4.1. Invloed van de behandelingen op de chemische bodemvruchtbaarheid

Het in juni 1977 uitgevoerde grondonderzoek (par. 2.5.1) geeft een indruk van de veranderingen van enkele bodemvruchtbaarheidsfactoren na 11 jaren, onder invloed van het bodembehandelingssysteem (grasstroken; ca. 2/3 van de grasproduktie gemulcht op de met herbiciden onbegroeid gehouden boomstroken), de waterhuishouding en de stikstofbemesting. De tweede bemonstering in dat jaar in augustus, laagsgewijs tot 60 cm, geeft een indruk van de diepte waarover deze veranderingen merkbaar waren. Het eerder door Visser uitgevoerde onderzoek (par. 3.2) gaf reeds de richting van enkele veranderingen aan, maar dit gebeurde betrekkelijk kort na het begin van de proef.

Bij de bemonstering van de boomstrook is ook in de buurt van de plantlijn gestoken, zodat een goed gemiddeld beeld van deze strook werd verkregen. Bij de bemonstering van de grasbaan is het midden, de ca. 25 cm brede drainsleuf, zo goed mogelijk gemeden.

4.1.1. De zuurgraad

De pH-KCl van de laag 0-20 cm, 7,3 à 7,4, vertoonde bij diepe ontwatering vrijwel geen verschillen tussen de boom- en grasstroken. Alleen bij hoge waterstanden was de pH onder gras iets lager. Bij de waterregimes 40-40, 40-70 en 70-70 cm werden onder gras en zwart respectievelijk de volgende waarden gemeten: 7,17 en 7,33, 7,30 en 7,35 en 7,27 en 7,35. Dit wijst op een iets verzurende werking van de grasbegroeiing die in de pH alleen merkbaar is onder zeer vochtige omstandigheden. De verschillen werden niet merkbaar beïnvloed door het niveau van de stikstofbemesting.

4.1.2. De voorraad aan koolzure kalk

De gehalten aan CaCO_3 in de bovengrond - tussen \pm 8,5% en 10%, gemiddeld 9,35% - waren in de grasbaan systematisch lager dan in de boomstrook. Dit wijst op versterkte ontkalking door de grasbegroeiing. Het verschil vertoonde een verband met het infiltratieniveau: op de vakken 40-40, 70-70 en de overige gemiddeld, waren de kalkgehalten onder gras respec-

tievelijk 0,45%, 0,35% en 0,24% lager dan in de zwart gehouden strook. De ontkalking door gras is dus versterkt door hoge grondwaterstanden. De sterkere ontkalking door het gras komt onder omstandigheden van normale tot diepe grondwaterstanden neer op een ca. $0,24 : 11 = 0,022\% \text{ CaCO}_3$ snellere daling van het gehalte per jaar dan in de boomstrook.

De verschillen tussen de gras- en zwartstroken vertoonden ook een verband met de stikstofbemesting, zoals tabel 4.1 laat zien. Naarmate meer werd bemest en de grasgroei dus sterker en de hoeveelheid gemulcht gras groter waren, daalden de kalkgehalten meer, zowel in de grasbaan als in de zwartstrook. De grasbegroeiing en het mulchen bevorderen dus de ontkalking en wel meer naarmate meer gras wordt geproduceerd. Door de bufferende werking van de grote kalkvoorraad komt dit proces slechts verzwakt tot uiting in de zuurgraad (par. 4.1.1).

TABEL 4.1. Gehalten aan koolzure kalk in %, in de laag 0-20 cm in 1977.
TABLE 4.1. Calcium carbonate contents of the 0-20 cm top-soil in grass strips and herbicide strips for three rates of nitrogen application, 1977.

	0 N	1 N	2 N
boomstrook (z)	9,60	9,53	9,32
grasstrook (g)	9,24	9,23	9,16
verschil z-g	0,36	0,30	0,16

4.1.3. Het gehalte aan organische stof

De gehalten aan organische stof in de bovengrond, bepaald volgens de methode van de elementair-analyse, vertoonden grote systematische verschillen tussen de monsters van de grasbanen en van de boomstroken. Dit zal grotendeels het gevolg zijn geweest van de aanwezigheid van graswortels in de eerstgenoemde monsters.

Met uitzondering van de vakken met de hoogste grondwaterstand in de zomer werden bij achterwege laten van de bemesting (0 N) geen verschillen in humusgehalte gevonden tussen de diverse infiltratieniveaus. De gehalten in gras- en boomstroken waren hier bij 0 N gemiddeld respectievelijk 4,39% en 3,28%. Op de vakken "40-40" cm 0 N waren deze gehalten 4,10% en 3,40%, niet sterk afwijkend overigens van de vorige, maar het lagere gehalte op de rijstrook wijst mogelijk op schaarse grasgroei.

Gemiddeld over alle infiltratieniveaus was er wel sprake van een invloed van de stikstofbemesting, wat wijst op een wat snellere humusopbouw door bemesting, zowel op de grasbaan als, via grote hoeveelheden mulch, op de boomstrook (tabel 4.2).

TABEL 4.2. Gehalten organische stof in % in de laag 0-20 cm in 1977.
TABLE 4.2. As Table 4.1 for organic-matter contents.

	0 N	1 N	2 N
boomstrook (z)	3,29	3,40	3,47
grasstrook (g)	4,36	4,63	4,70
verschil g-z	1,07	1,23	1,23

4.1.4. De hoeveelheid N-totaal

Naarmate het gehalte aan organische stof toeneemt, neemt ook het gehalte aan totaal-stikstof - grotendeels ingebouwd in de humusvoorraad - toe. Tussen beide gehalten werd dan ook een goede samenhang gevonden, die voor boom- en grasstroken niet verschillend was. De laagste waarden van N-totaal werden uiteraard in de boomstroken gevonden. Gemiddeld werden bij organische-stofgehalten van 3% en 5% waarden voor N-totaal gevonden van respectievelijk 0,14% en 0,24%.

Voor de 0 N-veldjes, waar de stikstofvoorziening en de grasgroei afhankelijk waren van de ontwateringsdiepte (par. 3.3; Flevobericht 201, p. 107) is het verband nagegaan tussen N-totaal en de infiltratieniveaus. Voor de grasstrook was er een zwakke tendens tot iets (0,01-0,02% N) hogere gehalten bij diepe vergeleken met ondiepe waterstanden. Op de boomstrook was deze tendens afwezig.

Omdat het organische-stofgehalte in de boom- en grasstroken toenam met de stikstofbemesting (tabel 4.2) kon ook voor het gehalte aan N-totaal een dergelijk verband worden verwacht (tabel 4.3). Bij een aangenomen volumegewicht van 1,4 kg/l komt 0,001% N-totaal voor een bodemlaag van 20 cm dikte overeen met 28 kg N per ha. Uit tabel 4.3 kan dan worden berekend dat de bemesting "1 N" gedurende ca. 11 jaar (overeenkomend met per jaar gemiddeld 82 kg N per ha + compensatiebemesting), als gevolg van de grotere hoeveelheid mulch ten opzichte van onbemest, de N-voorraad in de 0-20 cm boomstrook met 196 kg N per ha boomstrookoppervlakte

heeft verhoogd. De bemesting "2 N" (gemiddeld 177 kg N per ha + compensatiebemesting) heeft deze bodemvoorraad tot 20 cm diepte zelfs met 448 kg N per ha doen toenemen. De hoeveelheid N-totaal is in de grasbaan nog sterker gestegen: met 448 en 644 kg N per ha door respectievelijk de bemestingen 1 N en 2 N.

TABEL 4.3. Gehalten aan N-totaal (%) in de bovengrond bij drie bemestingsniveaus in 1977.

TABLE 4.3. As Table 4.1 for total-N contents.

	0 N	1 N	2 N
boomstrook (z)	0,151	0,158	0,167
grasstrook (g)	0,205	0,221	0,228
verschil g-z	0,054	0,063	0,061

4.1.5. De fosfaathuishouding

Bij het omvangrijke grondonderzoek tot 20 cm diepte, op de gras- en boomstroken van vrijwel alle veldjes, zijn P-Al- en Pw-cijfers bepaald om een indruk te krijgen van de veranderingen tot 1977 in het in ammoniumlactaat-azijnzuur en in water oplosbare fosfaat. Bij het iets later laagsgewijs uitgevoerde grondonderzoek, tot 60 cm diepte, zijn Pw- en P-totaal-cijfers bepaald bij twee uiteenlopende grondwaterregimes, zodat daaruit een beeld kan worden verkregen van de diepte tot waar de veranderingen in de fosfaathuishouding plaatsvonden.

4.1.5.1. Het gehalte aan P-totaal. Visser (Flevobericht 201, p. 92) vond in 1971 nog slechts zeer kleine verschillen in P-totaal met een tendens in de bovengrond van iets méér fosfaat onder gras dan in de zwartstrook en iets minder fosfaat onder gras op diep, vergeleken met ondiep ontwaterde veldjes. Dit wees toen al enigszins op verplaatsing van de bodemvoorraad fosfaat, zowel in verticale als in horizontale richting. Tabel 4.4 geeft een vollediger en wegens het langer cumulerende effect van de bodembehandelingen ook duidelijker beeld van wat er met de totale fosfaatvoorraad onder de grasstroken is gebeurd.

In de eerste plaats blijkt dat de hoge N-gift (waarbij meer gemaaid gras zijdelings naar de boomstrook is verplaatst) in vrijwel alle bodemlagen tot lagere P-totaal-cijfers heeft geleid, vergeleken met niet-bemest gras. Bemesting en mulchen op de zwartstrook leiden dus tot

TABEL 4.4. Gehalten aan P-totaal in mg P_2O_5 per 100 g grond in bodemlagen tot 60 cm in de grasstrook en laagsgewijze verschillen in hoeveelheden P_2O_5 als gevolg van de meerdere fosfaatonttrekking op bemest t.o.v. onbemest gras.

TABLE 4.4. Total phosphate contents in mg P_2O_5 per 100 g soil in successive layers in the grass strip for 0 N and 2 N plots and differences among soil layers in kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$ due to higher removal of phosphate by N-fertilized grass. Two groundwater regimes.

Bodemlaag, Infiltratieniveau 40-40 cm	Infiltratieniveau 40-40			Infiltratieniveau 130-130		
	0 N	2 N	0 N-2 N in kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$	0 N	2 N	0 N-2 N in kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$
0- 5	194	169	175	231	184	329
5-10	146	134	84	151	133	126
10-15	141	135	42	140	131	63
15-20	140	138	14	136	134	14
20-40	145	136	252	141	131	280
40-60	138	151	-364	130	129	28
Totaal kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$	12271	12068	203	12194	11354	840

merkbare daling van de totale fosfaatvoorraad en wel sterker naarmate door betere ontwatering de grasproduktie groter is. Bij de hoge grondwaterstand is in de laag onder het infiltratieniveau (40-60 cm, 2 N) schijnbaar iets abnormaals gebeurd, waardoor het verschil 0 N-2 N negatief uitviel, maar waarschijnlijk is dit een afwijkende bodemlaag geweest. Wordt de laag 40-60 cm buiten beschouwing gelaten, dan heeft de bemesting bij hoge, respectievelijk lage grondwaterstand tot 567 en 812 kg P_2O_5 per ha sterkere daling van de fosfaatvoorraad tot 40 cm diepte geleid, vergeleken met onbemest. Ten opzichte van de totale voorraad, tot 60 cm diepte ca. 12.000 kg P_2O_5 per ha, zijn deze hoeveelheden echter maar zeer gering.

Verder blijkt uit tabel 4.4 dat de fosfaatvoorraad ook in verticale richting is verplaatst met duidelijke accumulatie in de zodelaag. Het achterblijven van gras op de rijstrook zelf zal hierbij een rol hebben gespeeld: ca. 1/3 van het gemaaid gras blijft op de grasbaan liggen.

In de zwartstroken is het omgekeerde gebeurd (tabel 4.5). Hier is de fosfaatvoorraad juist groter geworden als door de hoge N-gift de grasproduktie en dus de hoeveelheid mulch werd gestimuleerd. Ook hier is het

TABEL 4.5. Als tabel 4.4 voor de zwart gehouden boomstrook.

TABLE 4.5. As Table 4.4 for total phosphate in the herbicide strip.

Bodemlaag, Infiltratieniveau 40-40 cm	Infiltratieniveau 40-40			Infiltratieniveau 130-130		
	0 N	2 N	0 N-2 N in kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$	0 N	2 N	0 N-2 N in kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$
0- 5	174	192	-126	195	204	- 63
5-10	146	158	- 84	155	168	- 91
10-15	143	138	35	140	153	- 91
15-20	134	132	14	138	141	- 21
20-40	131	134	- 84	137	141	-112
40-60	142	153	-308	131	139	-224
Totaal $\frac{kg}{P_2O_5 \cdot ha^{-1}}$	11823	12376	-553	11900	12502	-602

verschil tussen 0 N en 2 N het grootst (door een groter verschil in grasproduktie) op de diepst ontwaterde veldjes, maar ook dit beeld is vertekend door het afwijkend hoge P-gehalte in dezelfde bodemlaag 40-60 cm als in tabel 4.4 (hoge grondwaterstand, 2 N). Wordt wederom deze laag buiten beschouwing gelaten, dan is de zwartstrook 2 N, tot 40 cm diepte, 245 en 378 kg P_2O_5 per ha rijker dan 0 N, respectievelijk voor de hoge en de lage grondwaterstand.

Samengevat laten de cijfers zien dat na ca. 12 jaren gras maaien, mulchen op de boomstrook en verschillend ontwateren en bemesten, verschillen in de totale fosfaatvoorraad tussen boom- en grasstroken zijn ontstaan. Het gaat hierbij weliswaar om slechts enkele procenten van de totale voorraad, maar de tendens is duidelijk: door het mulchen van gras naar de boomstrook wordt bodemfosfaat zijdelings verplaatst en wel sterker naarmate de grasproduktie groter is.

4.1.5.2. Fosfaat oplosbaar in ammoniumlactaat-azijnzuur (P-Al-getal).

Veel duidelijker dan bij de totale fosfaatvoorraad zijn de verschillen in de voor de plant toegankelijke fracties. Het P-Al-getal (mg P_2O_5 per 100 g grond), in 1958 ingevoerd ter vervanging van het P-citr.-getal en daarmee nauw verwant, geeft de voorraad "voor de plant beschikbaar" fosfaat aan. Het laat in de laag 0-20 cm in de boomstrook veel hogere waarden zien dan in de grasstrook (tabel 4.6). Het verschil wordt groter

naarmate er meer stikstof is gegeven en dus meer gras is geproduceerd. Door de bemesting wordt in de boomstrook het P-AL-getal hoger, in de grasbaan lager. Ook de diepere ontwatering (betere aëratie in de bovengrond) heeft enigszins positief gewerkt.

TABEL 4.6. P-AL-getallen in 1977 voor de laag 0-20 cm bij vier infiltratieniveaus en drie stikstoftrappen (mg P_2O_5 per 100 g grond).
TABLE 4.6. Phosphate soluble in ammonium lactate-acetic acid in the 0-20 cm topsoil of herbicide strips and grass strips, for different groundwater regimes and nitrogen applications (mg P_2O_5 per 100 g soil).

Infiltratieniveau	N-trap	Boomstrook	Grasstrook
40-40	0	22	15,5
	1	23,5	12,5
	2	30	11,5
40-70	0	26,5	18
	1	29,5	16
	2	33,5	14,5
70-70	0	25	18,5
	1	31,5	16
	2	31	14,5
diepere grondw. standen	0	28	18,7
	1	31,3	16,4
	2	33,7	16,8

Het niveau van de P-AL-getallen wordt bij de gangbare interpretatie van het grondonderzoek voor fruitgewassen als "laag" en "vrij laag", respectievelijk voor de gras- en de boomstrook, aangeduid en dit zou wijzen op behoefte aan fosfaatbemesting (100-60 kg P_2O_5 per ha). De P-gehalten in het blad van beide rassen zijn echter als "goed" bevonden.

Gezien de tussen gras- en boomstroken relatief veel kleinere verschillen in de gehalten aan P-totaal, suggereren de P-AL-getallen dat er naast een kwantitatieve verandering (verplaatsing van fosfaat van onder naar bovengrond en van gras- naar boomstrook) vooral ook een mobilisatie van de reeds aanwezige bodemvoorraad en beter opneembaar blijven van het toegevoegde fosfaat op de boomstrook heeft plaatsgevonden als gevolg van het mulchen en de vertering van het gras.

4.1.5.3. Fosfaat oplosbaar in water (Pw-getal). Het in een extractie-verhouding van 1 volumedeel grond op 60 delen water bij 20 °C oplosbare fosfaat, uitgedrukt in mg P_2O_5 per liter grond, is een maat voor de directe opneembaarheid van het fosfaat voor de plant. Dit Pw-getal geeft wegens de andere eenheden hoeveelheden fosfaat aan in de orde van 14x zo klein als het P-Al-getal. Het laat nog grotere, maar gelijkgerichte, verschillen tussen boom- en grasstroken zien dan het P-Al-getal (tabel 4.7). Ook hier: veel grotere directe opneembaarheid in de laag 0-20 cm

TABEL 4.7. Pw-getallen, als in tabel 4.6 voor de 0-20 cm bovengrond (mg P_2O_5 per 1 grond).

TABLE 4.7. As table 4.6 for water-soluble phosphate (mg P_2O_5 per litre soil).

Infiltratieniveau	N-trap	Boomstrook	Grasstrook
40-40	0	15	0,5
	1	21,5	2
	2	31	0,5
40-70	0	29,5	5
	1	39	4
	2	44	4
70-70	0	26,5	3,5
	1	39	3,5
	2	42	4,5
diepere grondw. standen	0	30	7,6
	1	37,7	6,1
	2	44,5	6,3

in de boomstrook dan in de grasstrook, bij de eerste nog bevorderd door de N-bemesting en de ontwateringsdiepte, dus door de hoeveelheid op de boomstrook terecht gekomen gras. De ontwateringsdiepte heeft ook op het Pw-getal in de grasbaan een positieve invloed gehad, evenals op het P-Algetal, maar een daling door de N-bemesting, dus door grotere grasproductie (onttrekking en verplaatsing naar de boomstrook) komt niet naar voren. Wellicht hebben ook bodemfysische factoren invloed op het Pw-getal. Visser (Flevobericht 201, p. 68) nam in de bouwvoor van de grasbaan van de "40-40"-percelen als gevolg van structuurverval door berijden, extreem lage O_2 - en zeer hoge CO_2 -gehalten van de bodemlucht waar. Hier zijn ook uiterst lage waarden voor Pw gevonden.

Tabel 4.8 laat ten slotte aan de analyseresultaten van de tweede bemesting zien dat de grotere directe opneembaarheid van fosfaat onder invloed van bemesting en ontwatering in de boomstrook weliswaar ook in de ondergrond nog merkbaar is, maar toch vooral in de bovenste 15 cm in zeer hoge waarden van Pw tot uiting komt.

TABEL 4.8. Pw-getallen in 1977 in opvolgende bodemlagen van boom- en grasstroken bij twee grondwater- en bemestingsniveaus (mg P₂O₅ per 1 grond).

TABLE 4.8. Water-soluble phosphate in successive soil layers in herbicide strips and grass strips, for two groundwater regimes and two nitrogen levels.

Bodem- laag cm	Infiltratieniveau 40-40				Infiltratieniveau 130-130			
	boomstrook		grasstrook		boomstrook		grasstrook	
	0 N	2 N	0 N	2 N	0 N	2 N	0 N	2 N
0- 5	36	52	10	6	60	63	37	16
5-10	16	36	3	1	29	46	10	7
10-15	10	13	2	1	14	32	7	4
15-20	8	6	2	2	10	19	8	4
20-40	5	5	2	2	10	10	6	4
40-60	5	10	3	4	5	6	3	2

Het geheel aan analysecijfers overziende lijkt de invloed van de bodembehandelingen op de fosfaathuishouding als volgt te kunnen worden geformuleerd. Het strokensysteem, waarbij tweederde van het gemaaid gras op de boomstrook terecht komt, verbetert in sterke mate de opneembaarheid van fosfaat in vooral de bovengrond van de boomstrook. Afgezien van een verplaatsing van door gras opgenomen fosfaat naar de boomstrook lijkt ook mobilisatie van toegevoegd en reeds aanwezig fosfaat als gevolg van de vertering van gras een rol te spelen. Omdat de boomwortels bij gebruik van herbiciden (afwezigheid van grondbewerking) zich vooral in deze bovengrond concentreren, moet het strokensysteem wel een duidelijk positieve invloed hebben op de fosfaatvoeding van vruchtbomen. Dit verklaart wellicht de geringe behoefte aan fosfaatbemesting in de fruitteelt.

4.1.6. De kalitoestand

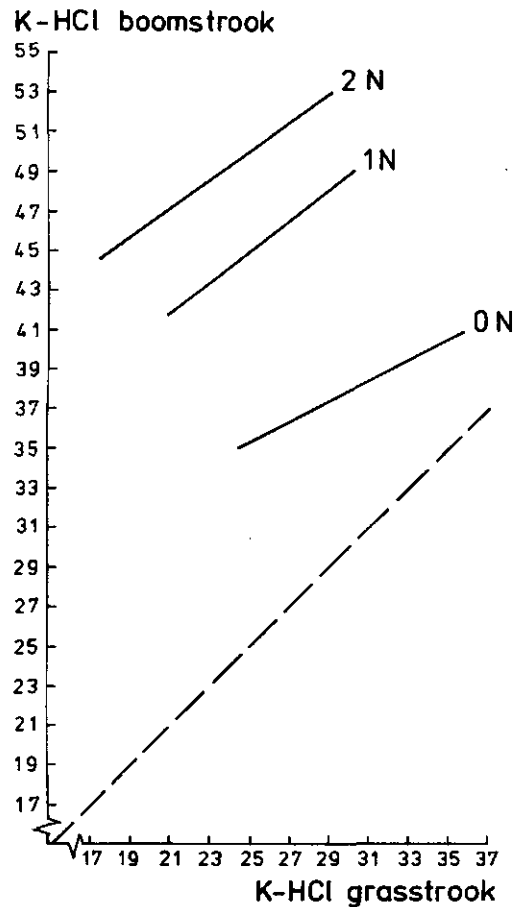
Omdat gras een groot kali-opnemend vermogen bezit en de grasproduktie onder invloed van de behandelingen sterk uiteen liep, mochten na ca. 12 jaar toepassing van het strokensysteem, als gevolg van het mulchen, ook duidelijke verschillen in de kalitoestand tussen de boom- en de grasstroken worden verwacht. Visser (Flevobericht 201, p. 93) geeft hierover weinig informatie, maar vermeldt wel dat al in 1967 (na 2 jaar grasgroei en mulchen) de boomstroken op de 2 N-veldjes in de 0-20 cm bovengrond rijker waren (gemiddelde K-HCl 51,3) dan de 0 N-veldjes (41,7).

De gegevens van de eerste bemonstering van 1977 zijn, gemiddeld over de twee herhalingen, voor de drie hoogste grondwaterstanden én voor de overige gezamenlijk, weergegeven in tabel 4.9. De kalitoestand van de boomstrook is door het mulchen verrijkt ten koste van de grasstrook en wel meer naarmate door de N-bemesting meer gras werd geproduceerd. Op de veldjes met in de winter en zomer hoge grondwaterstanden, zonder N-bemesting, groeide vrijwel geen gras (40-40). Hier liggen de gehalten op een gelijk niveau.

TABEL 4.9. K-HCl-getallen in juni 1977 voor de laag 0-20 cm bij vier infiltratieniveaus en drie stikstoftrappen (mg K_2O per 100 g grond).

TABLE 4.9. Hydrochloric acid-soluble potassium (mg K_2O per 100 g) in the 0-20 cm topsoil of herbicide strips and grass strips, for different groundwater regimes and nitrogen rates.

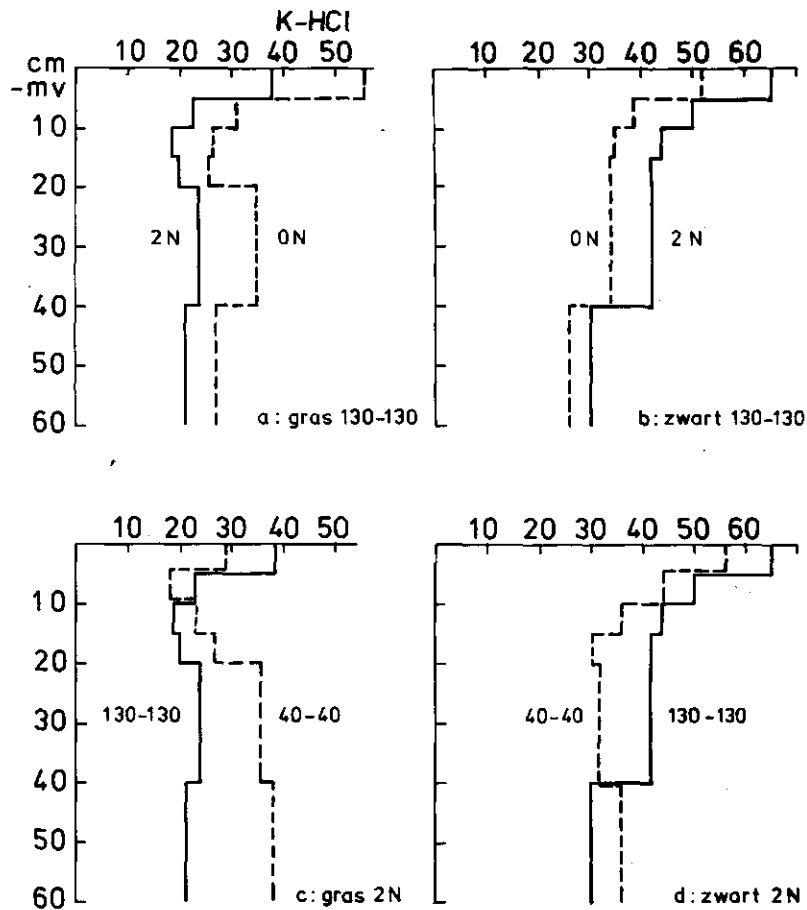
Infiltratieniveau	N-trap	Boomstrook	Grasstrook
40-40	0	31	31,5
	1	39	25
	2	44,5	22
40-70	0	37	29
	1	45	25
	2	45	20
70-70	0	36	33
	1	48	26,5
	2	53	24
diepere grondw. standen	0	37,5	28,5
	1	45,1	25,5
	2	48,5	23,6



Figuur 4.1. Regressielijnen voor het verband tussen de kalitoestand in de 0-20 cm laag van de boom- en de grasstroken voor drie niveaus van N-bemesting.

Figure 4.1. Relationship between potassium contents in the 0-20 cm soil layer of grass strips and herbicide strips for three rates of nitrogen application, 11 years after inception of the strip system.

In figuur 4.1 zijn voor de gegevens per veldje, per stikstoftrap de verbanden weergegeven voor de K-HCl-cijfers in de boom- en grasstroken. Hierbij zijn de veldjes 0 N (40-40, 70-70) en 1 N en 2 N (40-40) buiten beschouwing gelaten. Het verschil in kalirijkdom tussen de stroken is duidelijk groter naarmate meer stikstof werd gegeven. De daling van de kalitoestand in de grasbaan door de bemesting (verschuiving) van de lijnen naar links) is belangrijk kleiner dan de toename op de boomstrook, misschien omdat de onttrekking van kalium in de wortelzone van de grasbaan over grotere diepte plaatsvindt dan de verrijking in de boomstrook.



Figuur 4.2. Kaliprofielen in de gras- en boomstroken onder invloed van de bemesting (a, b) en de ontwateringsdiepte (c, d).
Figure 4.2. Potassium distribution in soil layers to 60 cm depth in grass strips and herbicide strips as affected by N fertilisation (a, b) and drainage depth (c, d).

Het is ook mogelijk dat de toegevoerde kalium op de boomstrook door binding aan organische stof mobieler blijft en beter in het K-HCl-cijfer tot uitdrukking komt.

Over de veranderingen in kaligehalten in diepere bodemlagen geeft de in augustus van hetzelfde jaar herhaalde, laagsgewijze bemonstering informatie (figuur 4.2). Bij een lage grondwaterstand (130-130 cm), dus diepe beworteling van vruchtbomen en gras, heeft de zware bemesting 2 N in de grasbaan tot een sterkere en tot diep in het profiel merkbare kalionttrekking geleid dan onbemest (a). Dit zal overwegend door de sterkere grasgroei zijn veroorzaakt. De grotere grasproductie en het mulchen hebben bij 2 N in de boomstrook tot hogere kaligehalten geleid

en wel eveneens tot grote diepte (b). De vraag is of dit uitsluitend een inspoelingsproces is geweest. Ook wormen kunnen, met het maaisel, kalium verticaal verplaatsen.

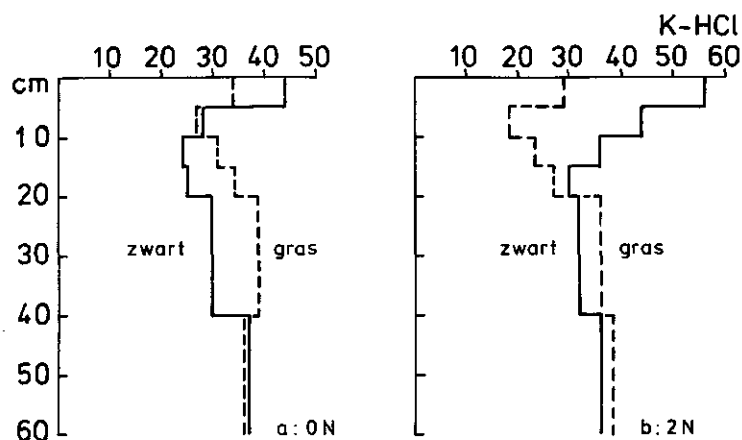
De invloed van de grondwaterstand is eveneens duidelijk, maar gecompliceerder. Bij een zware bemesting wordt in de grasstrook bij hoge grondwaterstand kalium preferent aan de bovengrond onttrokken en wel aan de laag 0-10 cm, vergeleken met de lage grondwaterstand (c). De ondergrond blijft aanzienlijk kalirijker, al vanaf 10 cm diepte, dus 30 cm boven het grondwaterpeil. Uiteraard heeft de lagere grasproductie (uit Flevobericht 201 valt dit op te maken) bij de grondwaterstand 40-40 via een lagere totale kalionttrekking invloed op dit beeld, maar de kaliprofielen in figuur 4.2 c suggereren ook dat de onttrekking op het object 40-40 al ver boven het grondwaterpeil achterblijft, hetzij door afwezigheid van graswortels (boomwortels worden hier niet aangetroffen) of door anaërobie, versterkt door bodemverdichting als gevolg van het berijden.

Op de boomstroken hebben verschillen in hoeveelheden mulch en diepte van onttrekking door de vruchtboom een rol gespeeld (d). Zo is het lagere kaliniveau in de laag 40-60 cm bij het object 130-130 cm, ondanks de grotere hoeveelheid mulch - die tot op deze diepte juist een hoger kaligehalte dan bij 40-40 cm zou hebben kunnen veroorzaken (vergelijk figuur b) - een gevolg van de grotere onttrekking door de vruchtboom op deze diepte. Het lagere kaliniveau in de laag 0-40 cm van de slecht ontwaterde percelen is een gevolg van geringere toevoer van mulch vergeleken met de diep ontwaterde percelen.

Figuur 4.3 heeft uitsluitend betrekking op de slecht ontwaterde veldjes en vergelijkt de kaliverdeling op de zwart- en grasstroken. Bij achterwege laten van de bemesting (a) is er bijna geen gras geproduceerd en dus ook nauwelijks sprake van een mulchwerking. Het gras heeft hier aan de laag 10-40 cm, vlak boven het grondwater als gevolg van structuurbederf en anaërobie weinig kalium kunnen onttrekken, de boom op de zwartstrook echter wel. Visser (Flevobericht 201, p. 58) constateert hier in 1974 in de boomstrook een veel betere aëratiegraad en veel boomwortels (p. 125). Onder het grondwater zijn er geen verschillen. Figuur 4.3 b, zwaar bemeste veldjes, laat in grote trekken hetzelfde zien, maar nu is er meer gras geproduceerd en gemulcht, waardoor de verschillen in de bovengrond duidelijker zijn geworden met meer kalionttrekking door het gras en hogere gehalten op de boomstrook door het mulchen.

4.1.7. De magnesiumtoestand

De magnesiumgehalten, uitgedrukt in mg MgO per 1000 g grond, zijn voor vier grondwaterniveaus samengevat in tabel 4.10. Van een accumulatie van magnesium op de boomstrook als gevolg van mulchen is geen sprake. Er is bij de hogere grondwaterstanden eerder een tendens, en bij het hoogste infiltratieniveau zelfs zeer uitgesproken, van hogere gehalten in de gras- dan in de boomstrook. Beïnvloeding van de gehalten door verplaatsing via het mulchen, of door opname, kon ook nauwelijks worden verwacht, gezien de zeer veel lagere opname van magnesium door het gewas,



Figuur 4.3. Vergelijking van kaliprofielen op gras- en boomstroken onder invloed van de bemesting, op veldjes met hoge grondwaterstand, 40-40 cm.

Figure 4.3. Potassium distribution in grass strips and herbicide strips on plots with a winter-summer groundwater level of 40 cm, as affected by fertilisation (a, b).

vergeleken met kalium. Gras neemt ca. 14 keer zoveel K_2O op als MgO en in appels is deze verhouding zelfs ca. 18. De verklaring voor de verschillen, die voor de objecten 40-40 cm toch wel zeer duidelijk zijn, moet worden gezocht in de mate van rijping, zoals die tot 1977 werd beïnvloed door de behandelingen. Volgens gegevens van Zuur (1962, geciteerd door Visser, Flevobericht 201, p. 83) loopt het aandeel dat Mg uitmaakt van de aan het bodemcomplex geadsorbeerde kationen met de rijping van de grond sterk terug. Visser (p. 84) vond in 1969/70 in grondwater van veldjes met een waterstand van 40 cm veel minder Mg dan in veldjes met veel diepere ontwatering. Analyses van bodemvocht, door hem uitgevoerd in 1968, lieten in de bovengrond van de grasstroken

TABEL 4.10. MgO-gehalten in 1977 voor de laag 0-20 cm bij vier infiltratieniveaus en drie stikstoftrappen (mg MgO per kg grond).
TABLE 4.10. As table 4.9 for magnesium contents (mg MgO per 1000 g soil).

Infiltratieniveau	N-trap	Boomstrook	Grasstrook
40-40	0	259	619
	1	278	575
	2	241	459
40-70	0	243	278
	1	236	246
	2	215	262
70-70	0	252	284
	1	256	260
	2	235	283
diepere grondw. standen	0	233	229
	1	236	235
	2	226	254

veel hogere Mg-gehalten zien dan in de boomstroken. Het ligt daarom voor de hand in de gehalten van tabel 4.10 een maat te zien voor de rijping (aëratie) van de bovengrond in die zin dat lagere gehalten, ontstaan door uitspoeling, op een verder gevorderde graad van aëratie wijzen. Bij het infiltratieniveau 40-40 cm is deze in de grasbaan het minst ver gevorderd (weinig grasgroei, bodemverdichting door berijden), maar de stikstofbemesting heeft een positieve invloed gehad (door meer grasgroei, vochtonttrekking en indringing van lucht). Ook op de boomstrook lijkt de N-bemesting wat lagere Mg-gehalten te hebben veroorzaakt. Wellicht is ook hier de rijping wat versneld door grotere fysiologische activiteit van de bomen (grotere vochtonttrekking, aëratie).

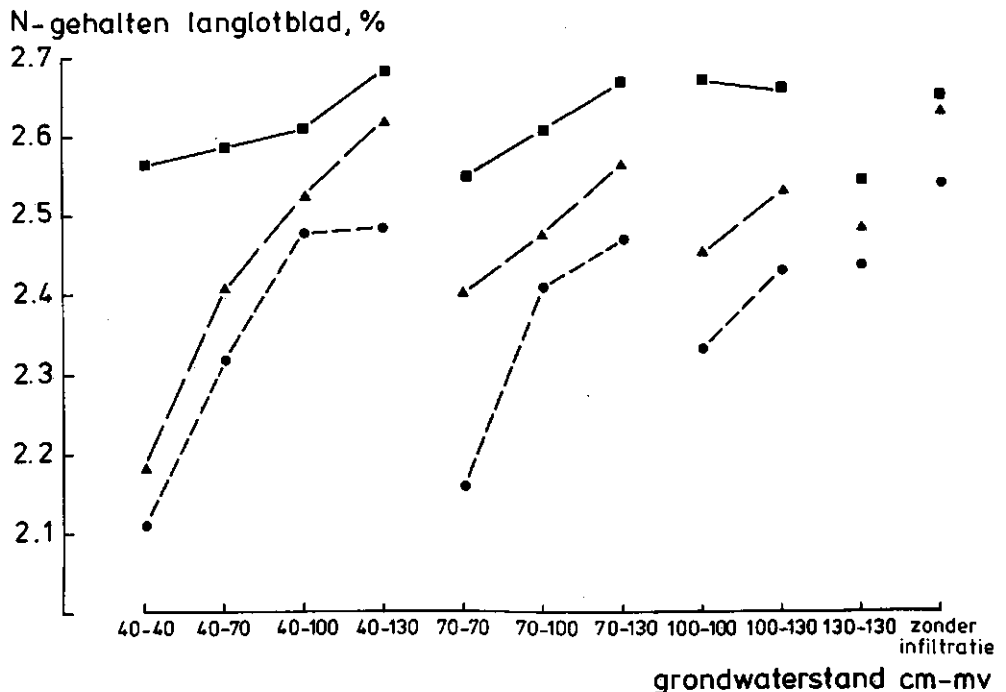
4.2. Invloed van de behandelingen op de chemische samenstelling van het blad

In elk van de laatste vier proefjaren zijn van beide rassen van alle veldjes bladmonsters verzameld. Bij de bestudering van de invloed van de behandelingen zijn, om bemonsterings- en analysefouten zo veel mogelijk te elimineren, de gehalten over deze jaren gemiddeld. Dit lijkt geoorloofd omdat de vruchtdrachtverschillen in deze jaren klein waren. Alleen 1979 wijkt systematisch met iets hogere N-gehalten af van de andere jaren, maar dit is grotendeels het gevolg van de dat jaar ca. 1 maand

eerder uitgevoerde bemonstering. De gegevens van 1980 zijn volledigheidshalve ook inbegrepen, hoewel er dat jaar niet werd bemest. Toch kwamen de vroegere bemestingen nog in duidelijke, zij het half zo grote, verschillen in N-gehalten tot uiting, vergeleken met vorige jaren. Deze nawerking is het gevolg van N-residuen van vroegere bemestingen en van N-reserves in hart- en bastweefsels van het gewas.

4.2.1. Stikstofgehalten

In de figuren 4.4-4.5 zijn de stikstofgehalten, respectievelijk voor Cox's Orange Pippin en Golden Delicious, voor de onbemeste, de 1 N- en de 2 N-veldjes gerangschikt naar de ontwateringsdiepte. Afgezien van systematisch hogere N-gehalten bij het ras Cox's Orange Pippin (gemiddeld 0,19% N op de bemeste, goed ontwaterde veldjes; 0,15% N op niet bemeste, slecht ontwaterde veldjes), vallen de volgende effecten op.

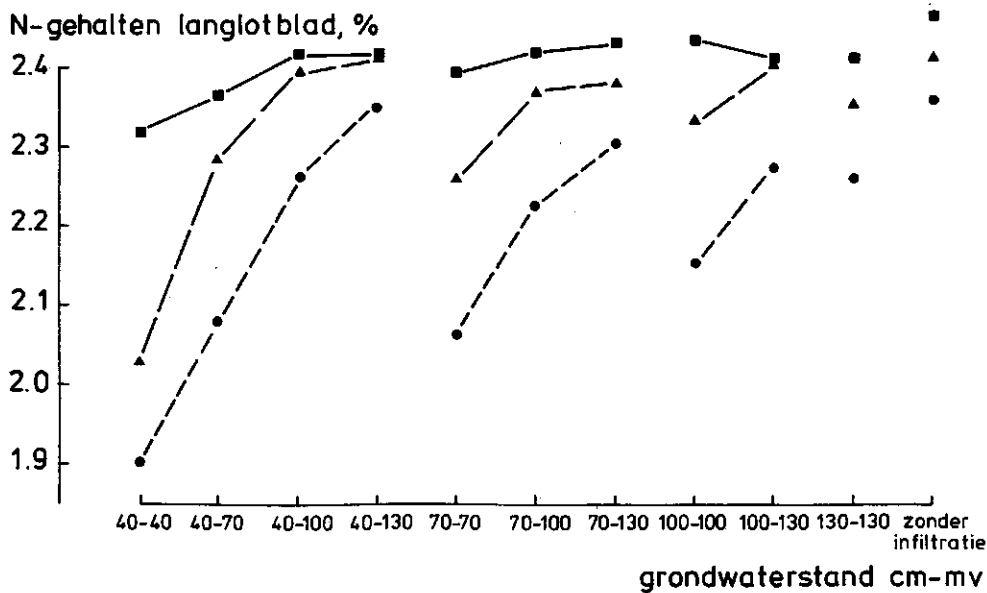


Figuur 4.4. Invloed van het grondwaterregime en van de bemesting (● = 0 N; ▲ = 1 N; ■ = 2 N) op de stikstofgehalten in langlotbladeren van Cox's Orange Pippin in augustus, gemiddeld over 1977-1980.

Figure 4.4. Effect of groundwater regime (winter-summer level) and nitrogen fertilisation on leaf-N content of Cox's Orange Pippin averaged over 1977-1980 (● = no fertilisation; ▲ = 50 kg N; ■ = 150 kg N.ha⁻¹).

De ontwateringsdiepte in de zomer heeft vooral op de niet of weinig bemeste veldjes grote invloed op het stikstofgehalte, dus op de stikstofopname. Ook op de zwaarst bemeste veldjes is deze nog merkbaar, wat suggereert dat de uit mineralisatie vrijkomende stikstof relatief efficiënt werkt. Hierbij kan echter ook een door diepere ontwatering verbeterde mogelijkheid om kunstmeststikstof op te nemen een rol hebben gespeeld.

De grondwaterstand in de zomer is van grotere invloed dan die in de



Figuur 4.5. Als figuur 4.4 voor Golden Delicious.
Figure 4.5. As figure 4.4, for Golden Delicious.

winter, maar diepere standen in de zomer werken positief, terwijl ze in de winter (november-maart), althans op de 0 N en 1 N-veldjes, zwak negatief werken. Beter ontwateren in de winter heeft dus, bij elk niveau in de zomer, iets lagere N-gehaltes in het blad tot gevolg (vergelijk de gehalten bij 40-130, 70-130, 100-130 en 130-130 cm etc. 0 N, 1 N). Een aannemelijke verklaring is dat de N-gehaltes in het blad iets zijn verlaagd door groeiverdunning, want diepere waterstanden in de winter, dus kleinere verschillen tussen winter- en zomerstanden, hadden diepere wortelstelsels, een betere vochtvoorziening en sterkere vegetatieve groei tot gevolg (Flevobericht 201, p. 128, bijlagen 5 en 6). Visser heeft dit effect van het infiltratieniveau in de winter op de N-gehaltes niet

waargenomen, maar wijst wel op de duidelijk positieve invloed van diepere zomerwaterstanden (Flevobericht 201, p. 157).

In de grafieken vallen voorts de bij geen of lichte bemesting relatief hoge gehalten van de veldjes zonder infiltratie op. Het ligt niet voor de hand dit aan een hogere graad van mineralisatie toe te schrijven, vergeleken met bv. de veldjes 130-130. Een verklaring moet wellicht worden gezocht in een iets matiger groei als gevolg van relatief vochttekort. Vooral ter hoogte van de drainsleuf in het rijpad waren de zomerwaterstanden hier dieper dan op de 130-130 cm veldjes (draindiepte 150 cm; Flevobericht 201, p. 41). Dit vochttekort kwam ook in hogere zuigspanningen in de houtvaten van de scheuten tot uiting (idem, p. 154) en bovendien droegen deze bomen iets zwaarder (idem, p. 278).

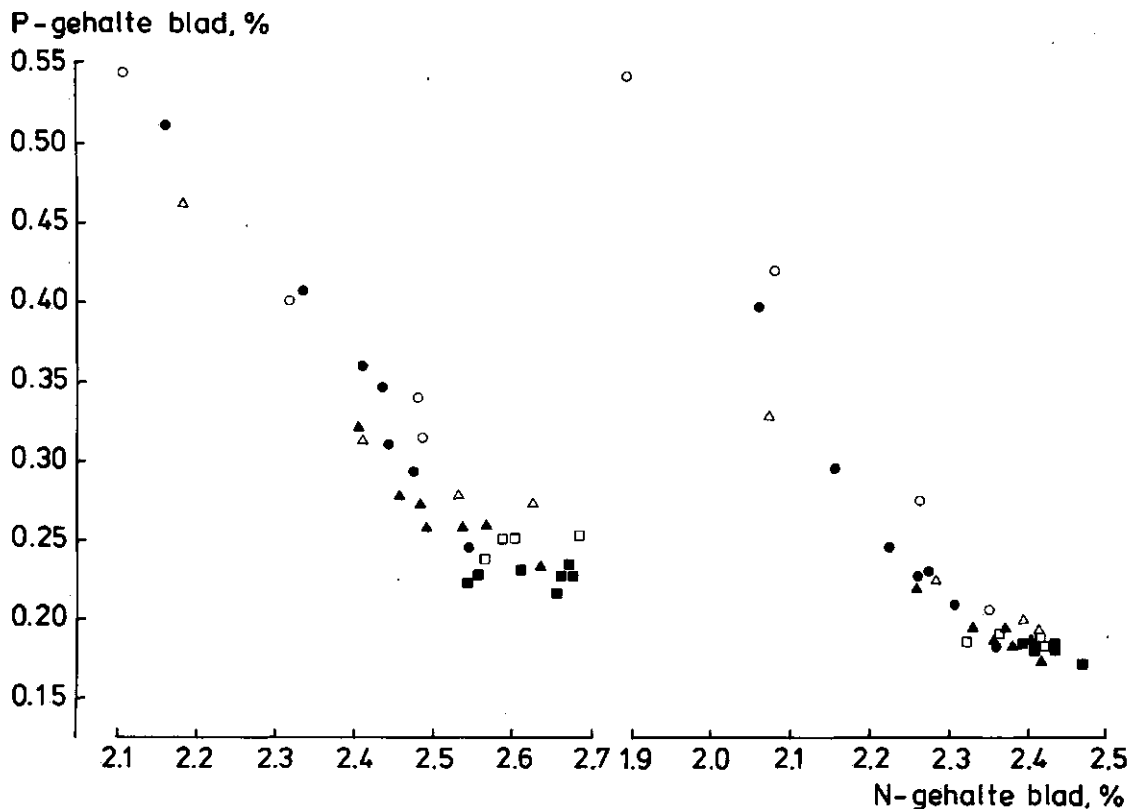
Door vergelijking van de 0 N-, 1 N- en 2 N-lijnen onderling kan het effect van in de zomer dieper ontwateren enigszins kwantitatief worden aangegeven. Verlaging op de onbemeste veldjes van 40 naar 130 cm bij een winterniveau van 40 cm heeft dan (op het N-gehalte in het blad) een bemestingseffect van veel meer dan $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ maar minder dan (Cox's Orange Pippin) of vrijwel gelijk aan $150 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Golden Delicious). Bij een winterniveau van 70 cm kan wederom op onbemeste veldjes een verlaging in de zomer van 70 naar 130 cm op iets meer dan $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, maar aanzienlijk minder dan $150 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ worden gesteld. Bij een winterstand van 100 cm heeft een verlaging van 100 naar 130 cm nog slechts een effect van iets minder tot veel minder dan $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Cox's Orange Pippin, resp. Golden Delicious).

In het verschijnsel dat de 1 N- en 2 N-lijnen door betere ontwatering in de zomer bij Golden Delicious iets dichters bij elkaar komen te liggen dan bij Cox's Orange Pippin en voorts dat het rasverschil in N-gehalte afneemt naarmate de ontwatering slechter wordt en er niet wordt bemest, kan men een bevestiging zien van het door Visser gesignaleerde verschil tussen deze rassen. Hij constateert nl. dat Cox's Orange Pippin een grotere bemestingsbehoefte heeft dan Golden Delicious, eerder aan N-gebrek lijdt en sterker reageert op verschillen in stikstofaanbod en grondwaterstand (Flevobericht 201, p. 271) en schrijft dit toe aan een grotere spruit/wortel-verhouding en een relatief ijler wortelstelsel bij Cox's (p. 118).

4.2.2. Fosfaatgehalten

Bij de interpretatie van bladanalysegegevens moet rekening worden gehou-

den met antagonismen tussen de mineralen. Bekend zijn die tussen de gehalten aan N en P, N en K, en K en Mg. Omdat de stikstofgehalten grote verschillen vertoonden varieerden ook de fosfaatgehalten sterk. Hoge N-gehalten gingen daarbij samen met relatief lage fosfaatgehalten, maar ook dan werd de fosfaattoestand van het gewas nog als ruim tot hoog gewaardeerd (figuur 4.6). Door deze interactie kon een mogelijk positieve invloed van de door de bemesting via het mulchen verbeterde opneembaarheid van het bodemfosfaat in de boomstrook (tabellen 4.6 en 4.7) niet worden aangetoond. Immers, zwaardere mestgiften gingen samen met hogere N-gehalten in het blad en dus volgens het verband in figuur 4.6 met lagere P-gehalten, wat een eventueel positief effect van verbeterde fosfaatopneembaarheid nivelleert.



Figuur 4.6. Verband tussen de fosfaat- en stikstofgehalten in het blad van Cox's Orange Pippin (links) en Golden Delicious (rechts), gemiddeld over 1977-1980 voor veldjes 0 N (●, ○), 1 N (▲, △) en 2 N (■, □). De open tekens hebben betrekking op veldjes met hoge waterstanden in de winter (40 cm).

Figure 4.6. Relationship between phosphate and nitrogen contents in leaf of Cox's Orange Pippin (left) and Golden Delicious (right), average values for 1977-1980. For meaning of symbols see figure 4.4. Open symbols refer to plots with high water tables during the winter (40 cm below soil surface).

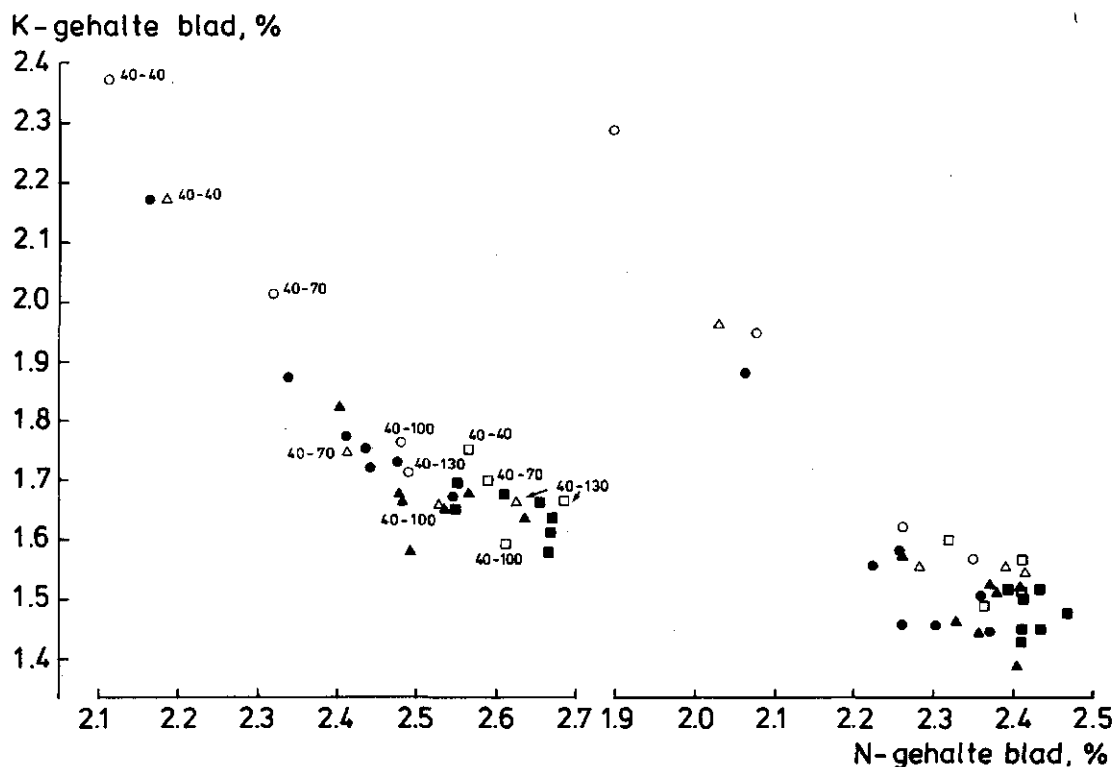
In de figuur leek de verticale spreiding van fosfaatgehalten enigszins uit het grondwaterregime te kunnen worden verklaard. Van de veldjes met grondwaterstanden in de winter van 40 cm vertoonde een aantal relatief hoge P-gehalten, terwijl tegelijkertijd van veldjes met diepere en vooral tussen winter en zomer weinig verschillende grondwaterstanden het merendeel relatief lage gehalten bezat. Mogelijk moet dit uit verschillen in groeiniveau van het gewas worden verklaard. Sterke scheutgroei heeft een verlagende invloed op o.a. de P-gehalten ("groeiverdunning") en bemeste bomen op veldjes met diepe, weinig fluctuerende waterstanden vertoonden de sterkste groei (Flevobericht 201, bijlagen 5 en 6).

4.2.3. Kaligehalten

Ook voor kali bestond er een sterk negatief verband met de stikstofgehalten en dus met de bemesting en het grondwaterregime (figuur 4.7). Een invloed van de verbeterde kalitoestand van de grond in de boomstroken als gevolg van de door de bemesting toegenomen hoeveelheden gemulcht gras (tabel 4.9) kan ook nu, evenals bij fosfaat, bladanalytisch niet worden nagegaan door het nivellerende effect van de N-K-interactie. Het bij de fosfaatgehalten besproken verschijnsel dat de verticale spreiding in gehalten samenhang vertoont met het grondwaterregime lijkt ook bij de kaligehalten een rol te hebben gespeeld: veldjes met in de winter waterstanden van 40 cm neigen tot hogere gehalten dan veldjes met diepere, weinig fluctuerende grondwaterniveaus. Ook hier kan de verklaring in groeiverdunning door een sterker vegetatief gedrag van de bomen bij de laatstgenoemde groep worden gezocht. Dit heeft een verlagende invloed op de gehalten in het blad. Overigens worden deze gehalten bij een voldoende stikstofvoeding als ruim tot vrij hoog beoordeeld.

4.2.4. Magnesiumgehalten

Omdat stikstof- en kaliumgehalten negatief (figuur 4.7), maar kalium- en magnesiumgehalten eveneens negatief zijn gecorreleerd, ligt het voor de hand dat de stikstof- en magnesiumgehalten een positieve samenhang vertoonden. Dit verband wordt hier niet grafisch weergegeven, maar tabel 4.11 maakt deze samenhang duidelijk uit de gemiddelde waarden per ras en per bemestingstrap. De waarden bij extreem lage tot de hoogste stikstofgehalten liepen uiteen van 0,13% tot 0,26% Mg voor Cox's Orange Pippin en van 0,15% tot 30% Mg voor Golden Delicious. De beoordeling van de magnesiumtoestand valt voor bomen met normale stikstofgehalten in de



Figuur 4.7. Als figuur 4.6 voor het verband tussen de kali- en stikstofgehaltes. Links: Cox's Orange Pippin, rechts: Golden Delicious.

Figure 4.7. As figure 4.6 for the relationship between potassium and nitrogen contents. Left: Cox's Orange Pippin. Right: Golden Delicious.

klasse "goed". Dit wordt bevestigd door de afwezigheid van magnesiumgebreksverschijnselen in de veldjes met duidelijk stikstofgebrek. In de praktijk worden bij sub-optimale magnesiumvoeding magnesiumgebreksverschijnselen vaak het eerst aangetroffen in bomen met stikstofgebrek.

Vermeldenswaard is verder dat bij het verband tussen de stikstof- en magnesiumgehalten wederom een met het grondwaterregime samenhangende variatie in magnesiumgehalten werd aangetroffen, echter nu in tegengestelde zin als bij de fosfaat- en kaligehalten: veldjes met de sterkste scheutgroei (diepe en weinig fluctuerende grondwaterstanden, bv. 70-70, 100-100, 100-130 etc.) vertoonden relatief lage kali-, maar hoge magnesiumgehalten. Veldjes met de hoogste winterwaterstand, 40 cm, en die zonder infiltratie, die een wat minder sterke scheutgroei vertoonden, weken in het genoemde verband af met relatief lage magnesiumgehalten.

TABEL 4.11. Stikstof- en magnesiumgehalten in het blad per bemestings-
trap, gemiddeld over 1977-1980 en over de grondwaterregimes.
TABLE 4.11. Nitrogen and magnesium contents of leaves at three nitrogen
levels averaged over 1977-1980 and over all groundwater
regimes.

Bemestingstrap	Cox's Orange Pippin		Golden Delicious	
	% N	% Mg	% N	% Mg
0 N	2,38	0,22	2,20	0,27
1 N	2,48	0,24	2,34	0,28
2 N	2,62	0,24	2,41	0,29

"Groei" heeft via het K-Mg-antagonisme dus ook op magnesiumgehalten enige invloed.

Ten slotte moet worden geconstateerd dat de hoge magnesiumgehalten in de grond, aangetroffen onder de grasbaan van de veldjes 40-40 (tabel 4.10) niet in hogere magnesiumgehalten van het blad tot uitdrukking komen. Integendeel: deze veldjes, zelfs de zwaarst bemeste, hadden relatief lage magnesiumgehalten. Dit wijst op een overheersende invloed van de stikstofvoeding en van het groeiniveau op de magnesiumgehalten en waarschijnlijk ook op de afwezigheid van boomwortels onder de door berijden verdichte grasbaan van deze veldjes.

4.2.5. Calciumgehalten

Het gehalte aan calcium geeft vooral een aanwijzing over de fysiologische ouderdom van het blad, omdat dit fungeert als eindstation voor calcium dat met de sapstroom via het xyleem wordt aangevoerd. Het gehalte neemt bv. sterk toe naarmate later in het seizoen, of ouder blad (naar de basis van de scheut toe), wordt bemonsterd. De gehalten in 1979 waren derhalve aan de lage kant als gevolg van de wat vroege bemonstering, op 17 juli. Bij gelijktijdige bemonstering van overeenkomstig blad mag men in de variatie in gehalten ook een weerspiegeling zien van verschillen in vegetatieve activiteit van de boom. Zo varieerden per bemestingsvochttrap de gehalten, over 1977-1980 gemiddeld, van 1,29% tot 1,99% voor Cox's Orange Pippin en van 1,76% tot 2,38% Ca voor Golden Delicious. Een analyse van deze variatie bracht aan het licht dat de gehalten positieve merendeels significante correlaties vertoonden met de door Visser berekende gemiddelde waarden voor de scheutproductie over de pe-

riode 1969-1975 (Flevobericht 201, bijlagen 5 en 6). Men mag aannemen dat deze waarden ook representatief zijn voor de groei in de latere jaren waarop de bladanalyses betrekking hebben. De verbanden zijn in figuur 4.8 weergegeven. Men kan er uit aflezen dat de Ca-gehalten hoger uitvielen naarmate de bomen sterker groeiden, zij het voor de drie N-trappen en de twee rassen op verschillend niveau. Bij eenzelfde bemestingstrap is de toename in scheutgroei overwegend veroorzaakt door een verbeterde vochtvoorziening door diepere ontwatering bij gering verschil in waterstand tussen winter en zomer. Verondersteld wordt dat dit samengaat met minder efficiënt waterverbruik ("luxe consumptie"), dus grotere hoeveelheid verbruikt water per kg geproduceerde drogestof. Dit hogere waterverbruik komt in een toename van de calciumgehalten tot uitdrukking.

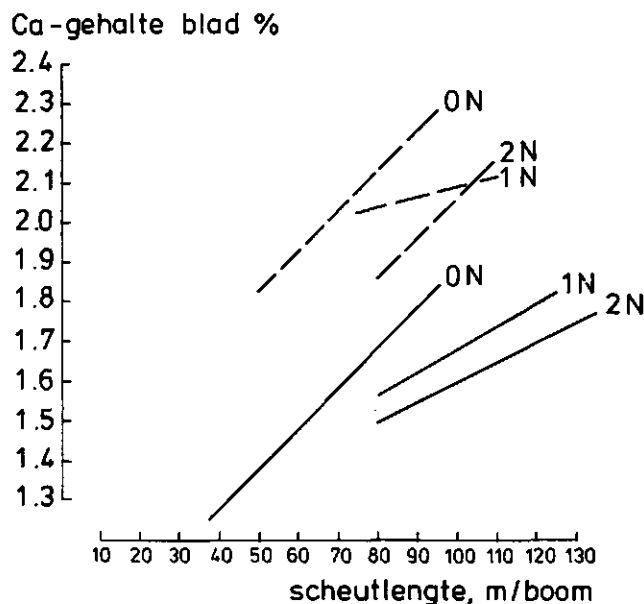
Ook de bemestingstrap heeft invloed gehad: de stikstofgiften hebben bij gelijke scheutproduktie geleid tot lagere calciumgehalten. Als dit gehalte als een relatieve maat voor het waterverbruik kan worden gezien, zou de conclusie moeten luiden dat bij bemeste bomen het waterverbruik per kg geproduceerde drogestof lager is dan bij stikstofarmoede. Deze conclusie is juist. Zij wordt bevestigd door potproeven van Delver (1973, p. 29) en van Tromp en Oele (1973).

4.2.6. Verdere gegevens uit de bladanalyse

Het omvangrijke bladanalytische materiaal, aangevuld met dat van Visser (Flevobericht 201, p. 162-171), laat een nadere bestudering toe van factoren die bij de interpretatie van de bladanalyse een rol spelen. Dit zijn bv. de invloed van leeftijd, vruchtdracht en weersomstandigheden op de samenstelling. Dit valt echter buiten het bestek van dit rapport. Te zijner tijd zal daar elders gebruik van worden gemaakt.

4.3. Mangaangebrek

In de loop van de zomer 1979, na extreem veel regen in mei-juni (zie par. 2.5.6), werden in beide rassen mangaangebreksverschijnselen zichtbaar, overwegend in blad van kortloten. In ernstige gevallen vertoonde ook het volgroeide blad van de scheuten de marmering. De symptomen hingen duidelijk samen met de behandelingen: bomen op de veldjes 40-40, onbemest, waren het hevigst chlorotisch. De mate van mangaangebrek is in een cijfer, schaal 0-10, vastgelegd (10 = alle blad,



Figuur 4.8. Het verband tussen de over 1969-1975 gemiddeld gemeten scheutproduktie in m per boom en de calciumgehalten in het blad gemiddeld over 1977-1980 bij drie stikstoftrappen voor Cox's Orange Pippin (—) en Golden Delicious (---).

Figure 4.8. Calcium contents of leaves of Cox's Orange Pippin (—) and Golden Delicious (---) averaged over 1977-1980 as related to growth vigour (shoot length averaged over 1969-1975) for three nitrogen levels.

ook van scheuten, gemarmerd). Van Cox's Orange Pippin, dat de symptomen het duidelijkst toonde, zijn alle veldjes beoordeeld, van Golden Delicious slechts enkele (tabel 4.12). Zowel de diepere ontwatering in de zomer als de stikstofbemesting heeft de gevoeligheid voor mangaangebrek sterk verminderd. Het is duidelijk dat de aëratie een grote rol speelt bij de opname van mangaan door de wortel en dat het ongunstige effect hierop van de tijdelijke anërobie in de bovengrond als gevolg van de aanhoudende regen, bij de diepere ontwatering goeddeels is geëlimineerd door mangaanopname elders. De gunstige invloed van de bemesting berust waarschijnlijk op een sterkere bladontwikkeling en verdamping, waardoor overtollig bodemvocht sneller wordt weggepompt en de luchtvoorziening sneller wordt hersteld. Verschillen in vruchtdracht hebben op het mangaangebrek geen invloed gehad omdat de opbrengst in 1979 op alle veldjes hoog was.

TABEL 4.12. Mangaangebrek op 17 juli 1979 in relatie tot de behandelingen (visuele beoordeling, schaal 0-10).
 TABLE 4.12. Visual rating of degree of manganese deficiency observed on 17 July 1979, as related to treatments.

Grondwater- regime	Cox's Orange Pippin			Golden Delicious		
	0 N	1 N	2 N	0 N	1 N	2 N
40- 40	8,3	2,5	2,0	4,5	1,3	1,0
40- 70	1,3	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1
40-100	0,9	0,3	0,2			
40-130	0,8	0,3	0,1			
70- 70	0,4	0,1	0,1			
overige	0,1	0,1	0,00	0,0	0,0	0,0

4.4. De produktie aan appels

In 1977 en 1978 werden opbrengsten in kg per boom, respectievelijk per veldje, vastgesteld. In verband met de toepassing van drie pluktijden bij Golden Delicious in 1977 (par. 2.5.3) zijn dat jaar ook vruchtkleuren geschat, ook bij Cox's die toen in één keer werd geplukt. In 1979 werden tevens vruchtgewichten bij beide rassen en in 1980 alleen bij Cox's Orange Pippin vastgesteld, dit in verband met de in die jaren op de helft van de veldjes toegepaste chemische vruchtdunning. In het nu volgende (par. 4.4.1) wordt alleen aandacht geschonken aan de kg-opbrengst, gemiddeld over de drie pluktijden (Golden Delicious, 1977) en over wel en geen chemische vruchtdunning (1979-1980).

4.4.1. De opbrengst (gewicht)

In de bijlagen 1 en 2 is een volledig overzicht gegeven van de opbrengsten in de vier proefjaren, voor 1979 en 1980 tevens voor de niet en wel chemisch gedunde veldjes apart. In de tabellen 4.13 en 4.14 zijn de opbrengsten over deze periode gemiddeld, waarbij ter vergelijking tevens de gemiddelde jaarproducties over de voorgaande, gedeeltelijke aanloopjaren zijn weergegeven (Flevobericht 201, bijlagen 11 en 12). Ten slotte geven de figuren 4.9-4.12 voor Cox's Orange Pippin en 4.13-4.16 voor Golden Delicious voor enkele uiteenlopende grondwaterstandsregimes een beeld van de opbrengsten van alle 14 productie jaren.

TABEL 4.13. Produktie van Cox's Orange Pippin in kg per boom per jaar gemiddeld over twee perioden. Producties in 1979-1980 gemiddeld over wel en geen chemische vruchtdunning.

TABLE 4.13. Annual yield of Cox's Orange Pippin in kg per tree, averaged for two periods. In 1979-1980 average of trees with and without chemical fruit thinning.

Infiltratieniveau, 1969 - 1976 cm-mv.	1977 - 1980 ²⁾						
	0 N	1 N	2 N	stat. ¹⁾ toets	0 N	1 N	2 N
40- 40	16,9	31,5	30,2	xx	32,1	42,2	47,7
40- 70	25,0	32,9	31,0	xx	39,9	48,9	46,2
40-100	24,8	28,8	29,8	xx	43,2	45,8	45,2
40-130	25,9	29,5	31,0	xx	45,0	44,8	46,1
70- 70	25,3	31,7	32,5	xx	41,4	47,4	45,3
70-100	26,9	30,8	32,9	xx	43,1	44,4	45,5
70-130	26,1	30,7	30,8	xx	44,6	43,1	46,4
100-100	25,7	32,7	31,7	xx	38,1	44,3	43,9
100-130	28,1	31,1	31,7	xx	41,4	44,4	41,5
130-130	29,6	30,7	32,8	x	46,2	44,8	42,8
z. infiltr.	27,5	32,4	31,8	xx	46,1	46,1	41,5

1) xx, x, 0 N significant lager dan (1 N + 2 N) bij respectievelijk

P = 0,01 en P = 0,05

2) verschillen niet getoetst

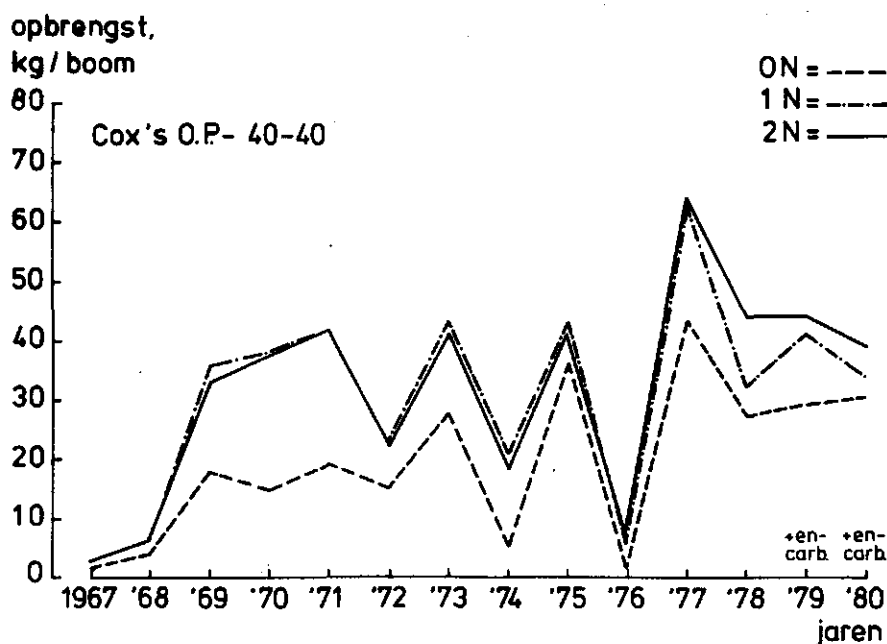
TABEL 4.14. Als tabel 4.13, voor Golden Delicious.

TABLE 4.14. As table 4.13 for Golden Delicious.

Infiltratieniveau, 1969 - 1976 cm-mv.	1977 - 1980 ²⁾						
	0 N	1 N	2 N	stat. ¹⁾ toets	0 N	1 N	2 N
40- 40	31,7	46,4	49,4	xx	46,7	57,1	64,2
40- 70	39,0	49,0	49,5	xx	54,9	60,3	60,3
40-100	41,4	46,2	46,4	xx	60,5	59,7	60,8
40-130	43,4	46,6	48,5	xx	57,7	59,0	59,5
70- 70	42,3	48,2	48,8	xx	53,9	60,0	59,9
70-100	44,8	48,7	48,8	x	56,5	58,0	57,6
70-130	45,7	47,0	48,2		58,6	56,5	55,0
100-100	43,6	47,4	47,0	x	55,3	58,8	55,8
100-130	46,2	47,8	48,3		59,1	57,9	56,8
130-130	46,5	48,2	49,4	x	57,3	59,2	55,9
z. infiltr.	48,9	51,2	52,2	x	58,7	57,5	57,5

1) xx, x, zie opmerking bij tabel 4.13

2) idem

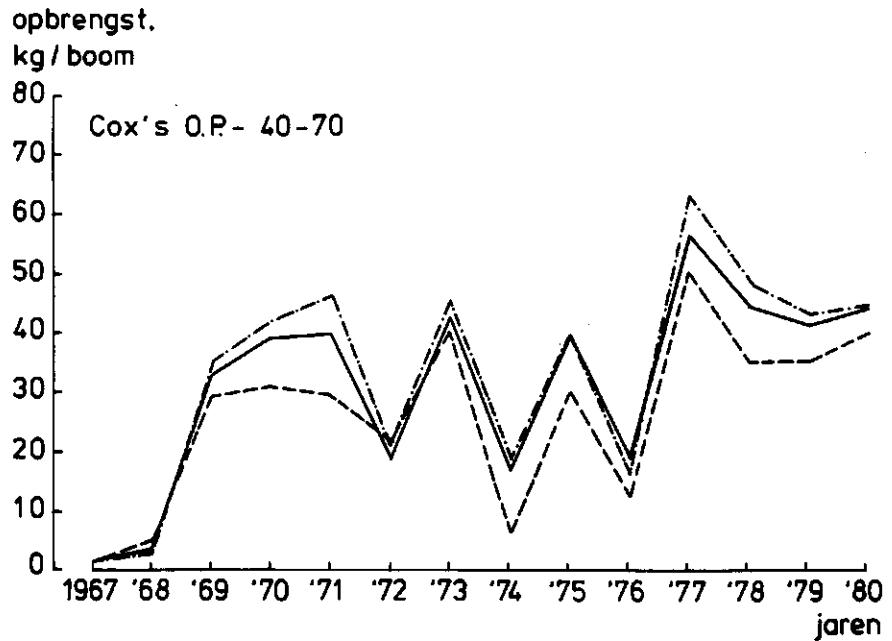


Figuur 4.9. De opbrengsten van Cox's Orange Pippin bij het grondwaterregime 40-40 cm-mv. voor alle proefjaren. In 1979 en 1980 gemiddeld over wel en niet chemisch gedund.

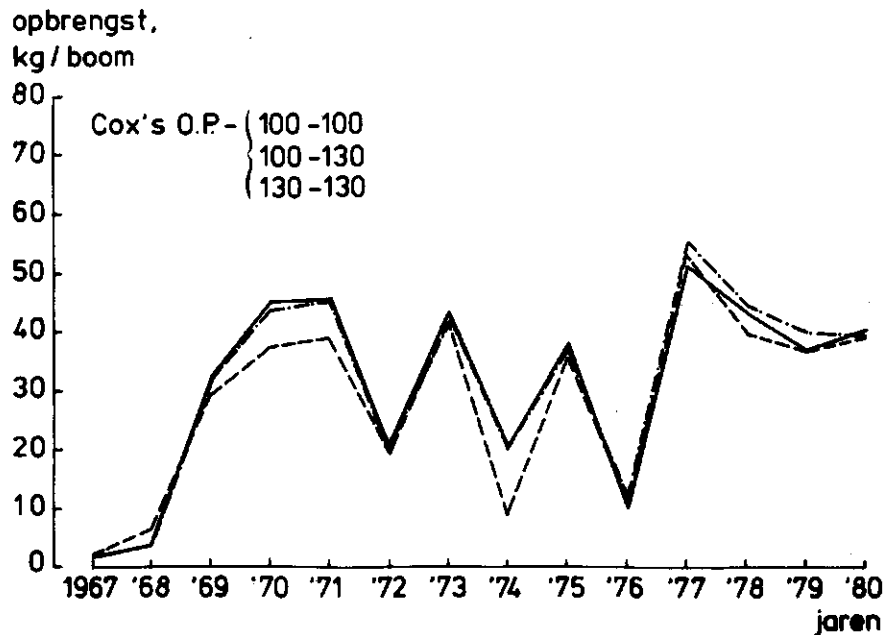
Figure 4.9. Yields of Cox's Orange Pippin in kg per tree for three rates of nitrogen fertilisation and a groundwater level during winter-summer of 40-40 cm below the soil surface. Yield in 1979 and 1980 averaged over plots with and without chemical fruit thinning.

Wat in deze figuren in de eerste plaats opvalt is dat de door Visser bij Cox's in 1972-1976 en bij Golden Delicious in 1974-1976 vooral bij de 0 N-veldjes geconstateerde, aan nachtvorst toegeschreven, beurtjarigheid (par. 3.4.3), althans op bemeste goed ontwaterde veldjes, is verdwenen. Er deden zich in 1977-1980 ook geen zware nachtvorsten voor. De opbrengsten waren in die jaren aan de hoge kant en van een door Visser veronderstelde met de leeftijd teruglopende produktiviteit is niets te merken.

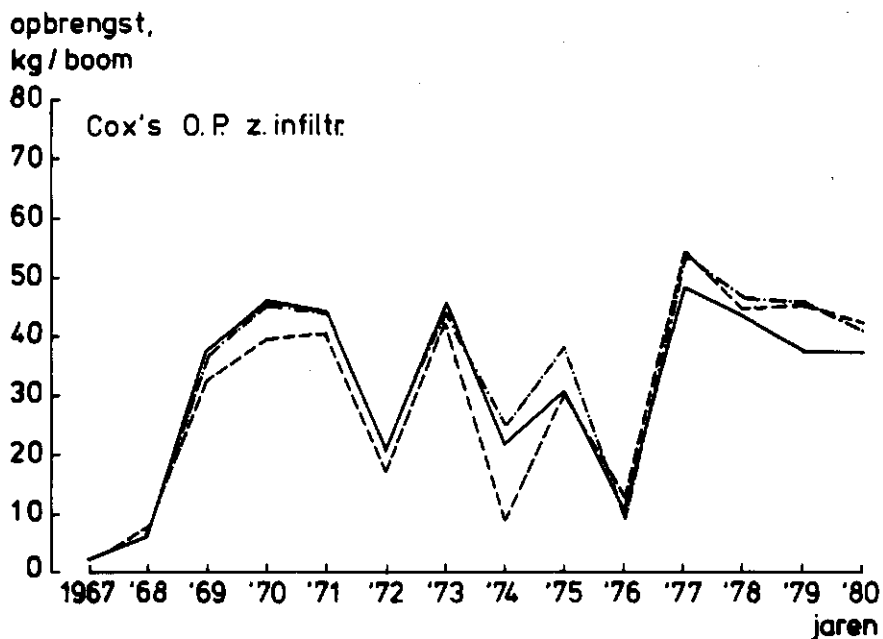
Op de veldjes Golden Delicious met hoge grondwaterstanden (40-40; 40-70 cm-mv.) heeft de beurtjarigheid zich in 1978 nog wel zwak herhaald, maar alleen op de licht of niet bemeste veldjes. Dit doet een verband veronderstellen met de stikstoftoestand van het gewas. In par. 4.4.2 komen wij hierop nog terug.



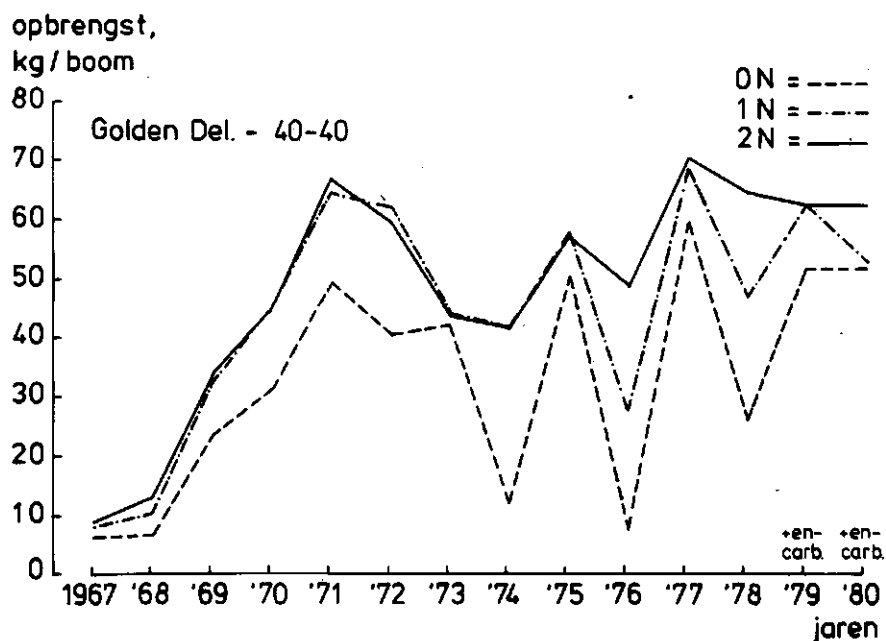
Figuur 4.10. Als figuur 4.9 voor het grondwaterregime 40-70 cm-mv.
Figure 4.10. As figure 4.9 for groundwater level 40-70 cm.



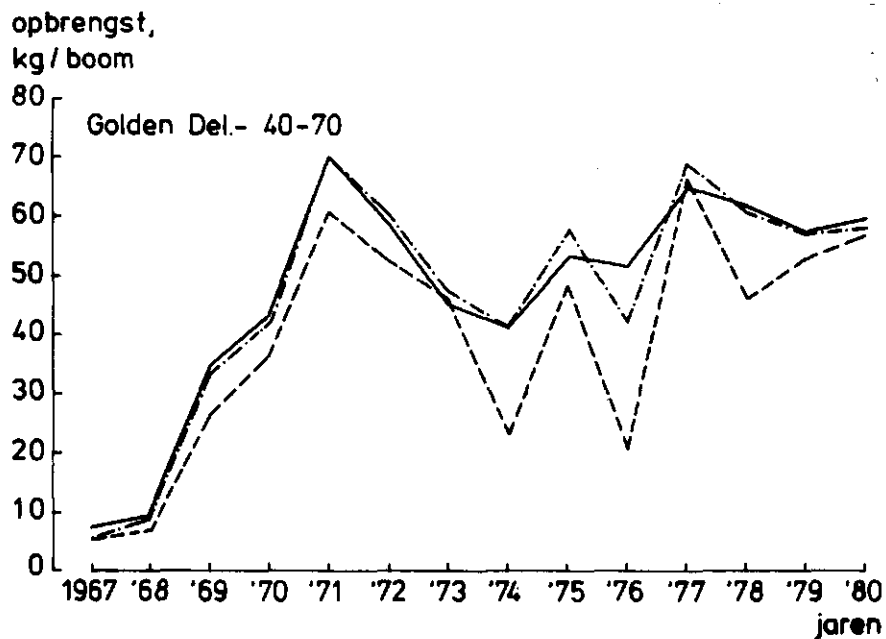
Figuur 4.11. Als figuur 4.9 voor de grondwaterstanden 100-100, 100-130 en 130-130 cm gemiddeld.
Figure 4.11. As figure 4.9 average of groundwater levels 100-100, 100-130 and 130-130 cm.



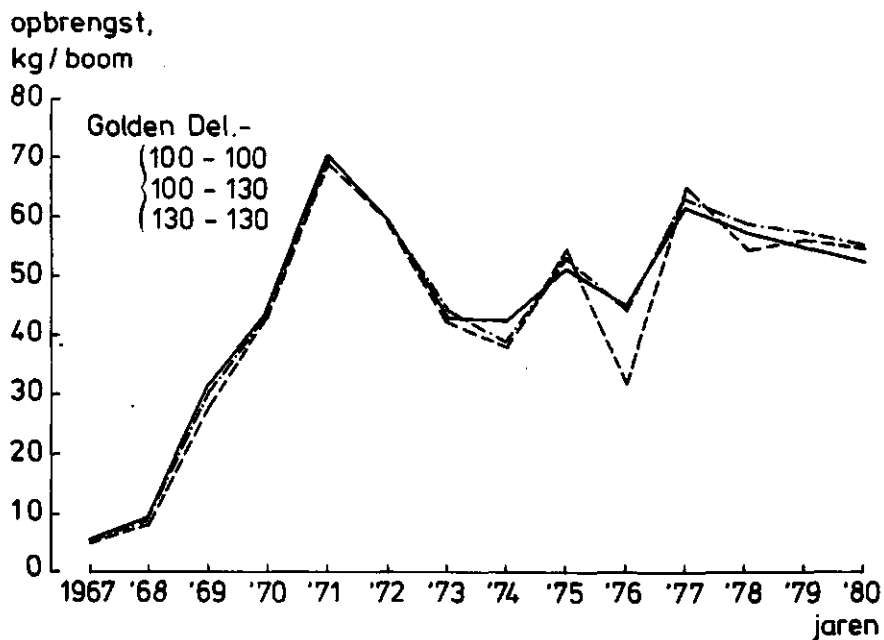
Figuur 4.12. Als figuur 4.9 voor veldjes zonder infiltratie.
 Figure 4.12. As figure 4.9 for drained plots without infiltration.



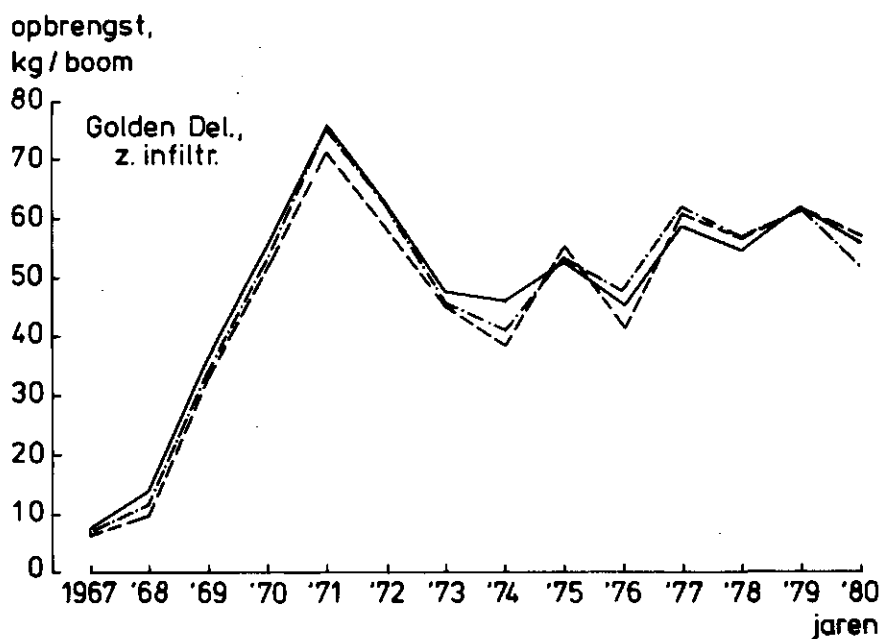
Figuur 4.13. De opbrengsten van Golden Delicious bij het grondwater-
 regime 40-40 cm-mv., voor alle proefjaren. In 1979 en 1980
 gemiddeld over wel en niet chemisch gedund.
 Figure 4.13. Yields of Golden Delicious as in figure 4.9, winter-summer
 groundwater level 40-40 cm.



Figuur 4.14. Als figuur 4.13 voor het grondwaterregime 40-70 cm-mv.
 Figure 4.14. As figure 4.13 for groundwater level 40-70 cm.



Figuur 4.15. Als figuur 4.13 voor de grondwaterstanden 100-100, 100-130 en 130-130 cm gemiddeld.
 Figure 4.15. As figure 4.13, average for groundwater levels 100-100, 100-130 and 130-130 cm.



Figuur 4.16. Als figuur 4.13 voor veldjes zonder infiltratie.
Figure 4.16. As figure 4.13 for drained plots without infiltration,

Wat de reactie van de opbrengsten in 1977-1980 op de N-bemesting betreft, valt op dat alleen bij de hoogste grondwaterstand (40-40 cm) de zware gift (2 N) bij beide rassen nog een duidelijke meeropbrengst heeft opgeleverd vergeleken met de lichte gift (1 N). Bij alle diepere grondwaterstanden waren de beide stikstofgiften gelijkwaardig of leek 2 N in een aantal gevallen ten opzichte van 1 N zelfs een lichte opbrengstderiving te hebben veroorzaakt (tabellen 4.13 en 4.14). Of dit laatste effect reëel is wordt in par. 4.4.3 nader onderzocht en in twijfel getrokken.

De gift van 50 kg N per ha (1 N) heeft bij beide rassen alleen bij een ontwatering in de zomer tot 70 cm tot duidelijke opbrengstverbeteringen geleid. Bij de meeste overige grondwaterregimes is van deze lichte gift geen of slechts een zwak gunstige invloed op de opbrengst te bespeuren. Voor deze 8 regimes (grondwaterstanden in de zomer dieper dan 70 cm) werd berekend dat de gemiddelde opbrengstverbetering door 1 N respectievelijk voor de perioden 1969-1976 en 1977-1980, voor Cox's Orange Pippin 15,2% en 3,2% bedroeg. Voor Golden Delicious was dit 6,5% en 0,7%. Het ras Cox's Orange Pippin reageerde dus duidelijker positief op stikstofbemesting dan Golden Delicious en verder waren de effecten in de laatste

jaren veel zwakker dan in 1969-1976. De verklaring hiervoor ligt in het optreden van beurtjarigheid in de periode 1969-1976, vooral op de 0 N-veldjes en verder zal in die jaren een aanvankelijke achterstand in boomvolume door minder groei op de 0 N-veldjes de stikstofreactie hebben versterkt. In 1977-1980 was de aanplant volgroeid en op alle veldjes min of meer volledig gesloten. De stikstofeffecten zullen toen overwegend via bloei en vruchtzetting tot uiting zijn gekomen. In elk geval wordt de conclusie van Visser onderschreven, nl. dat de stikstofbehoefte bij Cox's Orange Pippin iets groter is dan bij Golden Delicious en dat de bemesting op goed ontwaterde boomgaarden mede met het oog op het behoud van de vruchtkwaliteit, beperkt dient te blijven tot zeer lage giften.

Omdat van alle veldjes bladanalytische gegevens van de jaren 1977-1980 ter beschikking stonden is nagegaan welk effect van bemesting op de opbrengst is te verwachten uitgaande van verschillende stikstofgehalten in de bladeren. Opgemerkt moet worden dat deze gehalten ondanks verwaarloosbaar kleine verschillen in vruchtdracht tussen de jaren nogal uiteenliepen. Zo waren deze gehalten op de 0 N-veldjes in 1977-1980 achtereenvolgens voor Cox's Orange Pippin: 2,43 - 2,33 - 2,52 en 2,26% N, voor Golden Delicious respectievelijk: 2,23 - 2,19 - 2,32 en 2,07% N, gemiddeld over alle grondwaterregimes. De hoge, respectievelijk lage gehalten in 1979 en 1980 kunnen deels worden verklaard uit de relatief vroege, resp. late bemonstering (par. 2.5.2) terwijl het achterwege laten van de bemesting en overvloedige neerslag in juli 1980 een verdere verlaging van de gehalten in dat jaar in de hand kunnen hebben gewerkt.

In figuur 4.17 is de relatie tussen het bemestingseffect en het stikstofgehalte in de bladeren voor elk van de twee herhalingen van de elf grondwaterregimes weergegeven. De berekende regressieformules voor Cox's Orange Pippin luiden:

$$1 \text{ N} : y = - 64,60 x + 162,48 \quad n = 22 \quad r = - 0,738^{\text{xxx}}$$

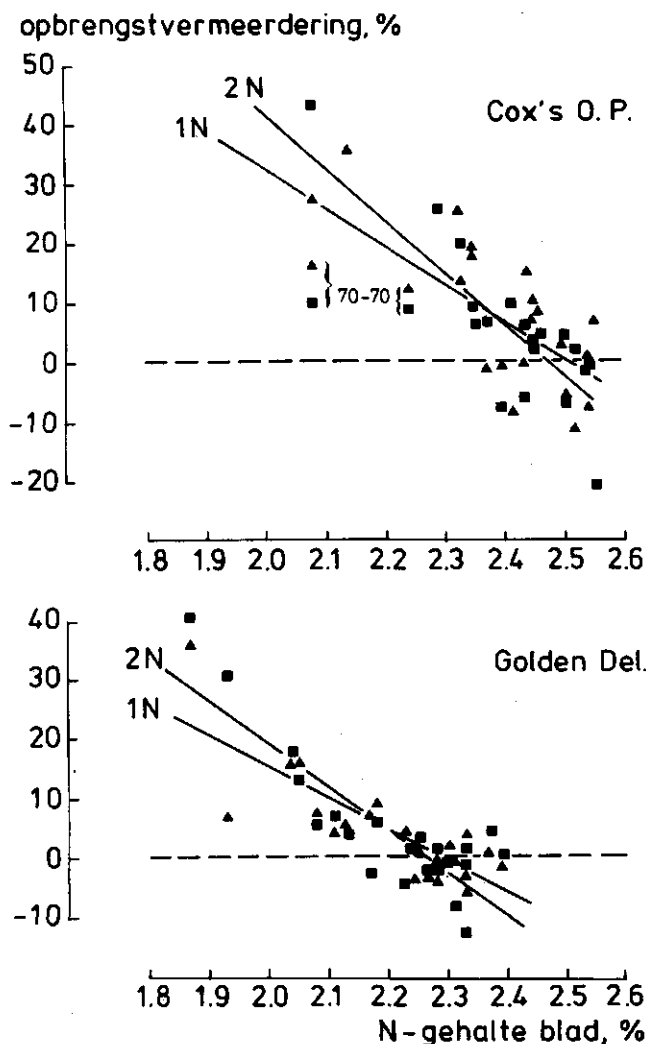
$$2 \text{ N} : y = - 87,71 x + 217,06 \quad n = 22 \quad r = - 0,760^{\text{xxx}}$$

Voor Golden Delicious:

$$1 \text{ N} : y = - 53,31 x + 121,96 \quad n = 22 \quad r = - 0,815^{\text{xxx}}$$

$$2 \text{ N} : y = - 72,37 x + 164,14 \quad n = 22 \quad r = - 0,856^{\text{xxx}}$$

Daaruit blijkt dat uit een bladstikstofgehalte vrij goed valt te voorspellen of, en in welke mate, bemesting een positieve invloed op de opbrengst zal hebben. De hogere regressiecoëfficiënten voor de 2 N- vergeleken met de 1 N-lijnen duiden op een grotere positieve reactie op



Figuur 4.17. Procentuele opbrengstvermeerdering 1977-1980 door de bemesting 1 N (\blacktriangle) en 2 N (\blacksquare), uitgezet tegen het stikstofgehalte in de bladeren op de 0 N-veldjes, gemiddeld over 1977-1980.

Figure 4.17. Relative average yield increase over 1977-1980 due to nitrogen rates 1 N (\blacktriangle , $50 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) and 2 N (\blacksquare , $150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) as related to leaf-N contents of unfertilized trees, averaged over 1977-1980.

bemesting naarmate het stikstofgehalte in het blad lager is. Bij gehalten voor Cox's Orange Pippin van ca. 2,50% N en voor Golden Delicious van ca. 2,30% N zal bemesting geen opbrengstverbetering meer opleveren. Bij hogere gehalten zal zelfs opbrengstreductie kunnen optreden en wellicht sterker naarmate de N-gift hoger is. Door Visser (Flevobericht 201, p. 201) worden voor Cox's Orange Pippin gehalten van

2,1-2,3% N en voor Golden Delicious van 2,0-2,2% N genoemd als wenselijke niveaus, waarbij de geldelijke opbrengst optimaal is, dank zij verbeterde vruchtkwaliteit en ondanks een lichte opbrengstderving. De verbanden in figuur 4.17 suggereren dat bij de door hem genoemde ondergrenzen het geheel achterwege laten van bemesting wegens te groot risico van opbrengstderving toch niet verantwoord is, met name onder omstandigheden die beurtjarigheid in de hand werken.

De hogere regressiecoëfficiënten van Cox's Orange Pippin wijzen voorts op sterkere te verwachten bemestingseffecten bij lage stikstoftoestand van het gewas, vergeleken met Golden Delicious. In het voorgaande kwam dit ook al naar voren.

Een verder aspect is dat de spreiding van de punten om de lijnen bij Cox's wat groter is dan bij Golden Delicious en dit komt ook in lagere correlatiecoëfficiënten tot uiting. Blijkbaar is - onder omstandigheden van gevarieerde waterhuishouding - een bemestingseffect bij Cox's Orange Pippin wat minder goed voorspelbaar dan bij Golden Delicious. Waarschijnlijk hangt dit samen met de grotere gevoeligheid van Cox's voor onregelmatig dragen door verbreking van het evenwicht tussen groei en vruchtbaarheid. Demonstratief in dit verband is het zwakke bemestings effect - ondanks lage stikstoftoestand - van Cox's bij de grondwaterstanden 70-70 (figuur 4.17). Bij dit regime was sprake van een (super-) optimale vochtvoorziening en relatief sterke scheutgroei (Flevobericht 201, bijlage 5).

Bestudering van de invloed van het grondwaterregime (tabellen 4.13 en 4.14) leidt voor de gegevens van 1977-1980 niet tot een duidelijke uitspraak over een optimaal waterregime. Bij voor elk regime gunstigst bemestingsniveau zijn de verschillen uiterst klein. Als het effect van stikstoftekort bij hoge zomergrondwaterstand door bemesting wordt geëlimineerd is het aanpassingsvermogen van het gewas aan uiteenlopende, maar constant gehouden grondwaterstanden, blijkbaar zeer groot. Visser (Flevobericht 201, p. 281, bijlage 12) kon voor de periode 1969-1976 nog een voorkeur uitspreken voor een door diepe zomerwaterstanden en achterwege laten van de bemesting enigszins afgeremde groei, waardoor hogere vruchtbaarheid (bij het regime "zonder infiltratie"). Een dergelijk effect lijkt er voor Cox's nog wel enigszins, voor Golden Delicious echter niet meer in te zitten. De vraag is of de toegenomen leeftijd van het gewas hierbij een rol heeft gespeeld. De aanplant was

in 1977-1980 volgroeid, hoog-productief en er werd vrijwel geen vruchtdunning toegepast (in 1979 en 1980 alleen op de helft van de veldjes). Onder deze omstandigheden zal aan de behoefte aan groeiremming ten gunste van de vruchtbaarheid, door de toegenomen onderlinge vochtconcurrentie tussen de bomen, beter zijn voldaan dan in 1969-1976, ook bij hogere grondwaterstanden. Bij dichtere beplantingen, waarbij nog minder wordt gesnoeid, gaat de onderlinge vochtconcurrentie een nog grotere rol spelen en op jongere leeftijd. De eis van Visser (Flevo-bericht 201, p. 281) om door diepe ontwatering en lage waterstanden in de zomer tot een matiging van de groei en hogere vruchtbaarheid te komen, moet voor volgroeide en dichte beplantingen wellicht wat worden afgezwakt.

4.4.2. Stikstof en beurtjarigheid

Beurtjarigheid - het van jaar tot jaar landelijk, of van een gehele boomgaard, of van individuele bomen in een aanplant sterk wisselend produceren - is een uiterst onwelkom aspect in de fruitteelt. In een landelijk draagjaar is de produktie weliswaar hoog, maar de prijs per kg wordt daardoor vaak laag, terwijl de vruchten ook nog de neiging hebben te klein te blijven. Er is dan veel arbeid nodig voor vruchtdunning. In een beurtjaar is de produktie laag, worden de vruchten te groot en ontstaan moeilijkheden bij bewaring, zoals stip en zacht. In een onregelmatig dragende aanplant wordt zowel van kleine als grote vruchten te veel geproduceerd. Regelmaat in de produktie is daarom een van de belangrijkste doelstellingen van teeltmaatregelen.

Afgezien van grote verschillen in gevoeligheid tussen rassen hebben weersfactoren (schade door nachtvorst, neerslagtekort), stikstofvoeding, natuurlijke vochtvoorziening uit de grond en teelthandelingen invloed op de neiging tot onregelmatig produceren. Delver (1981) toonde aan dat de combinatie van droogte (1976), stikstofgebrek en grote plantdichtheid beurtjarigheid bij het ras 'Schone van Boskoop' in de hand kan werken. Ook geringe groei-kracht, waardoor grote vruchtbaarheid, gecombineerd met te weinig dunnen is een factor die, eventueel versterkt door droogte, verminderde bloemaanleg en beurtjarigheid in een volgend jaar kan veroorzaken. De omstandigheid dat in het grondwaterstandenproefveld bewust vrijwel niet werd gedund, het voor 6- tot 7 á 8-jarige bomen al hoge produktieniveau (1970-1972) en de door zware dracht veroorzaakte te kleine vruchtmaat (3,5) zijn wellicht factoren geweest die bij het ont-

staan van beurtjarigheid in de jaren daarna wellicht mede een rol hebben gespeeld. Visser (Flevobericht 201, p. 184) noemt nachtvorstschade in 1974 en 1976 als belangrijkste factoren voor de teruggang in produktie in die jaren, maar de opbrengstreductie bij Cox's Orange Pippin in 1972 (figuren 4.9-4.12) en de zwak herhaalde reductie bij Golden Delicious in 1978 (figuren 4.13-4.14) zijn niet door nachtvorst veroorzaakt.

De mate waarin opbrengsten van jaar tot jaar verschillen kan in een relatieve maat, de "beurtjarigheidindex" worden uitgedrukt. Dit is voor twee opvolgende jaren het verschil, gedeeld door de som van de twee produkties x 100. De maat varieert van 0 (geen verschil) tot 100 (produktie in één van beide jaren = 0). Omdat in het onderzoek met Schone van Boskoop en ook door Visser een verband werd gevonden met de stikstofvoorziening, zijn voor de perioden waarin bij de twee rassen beurtjarigheid optrad (voor Cox's Orange Pippin 7, voor Golden Delicious 8 jaar-paren) de gemiddelde indices berekend en uitgezet tegen het gemiddelde stikstofgehalte in het blad over 1977-1980 (als aanvaardbare maat voor de stikstoftoestand in de voorgaande jaren). Figuur 4.18 toon deze verbanden en het is duidelijk dat het aansturen op een marginale stikstoftoestand van het gewas risico's van grotere onregelmatigheid van opbrengsten inhoudt, althans wanneer factoren zoals nachtvorstschade, te weinig dunnen etc. daartoe meewerken. Voor Cox's Orange Pippin werd de regressielijn berekend:

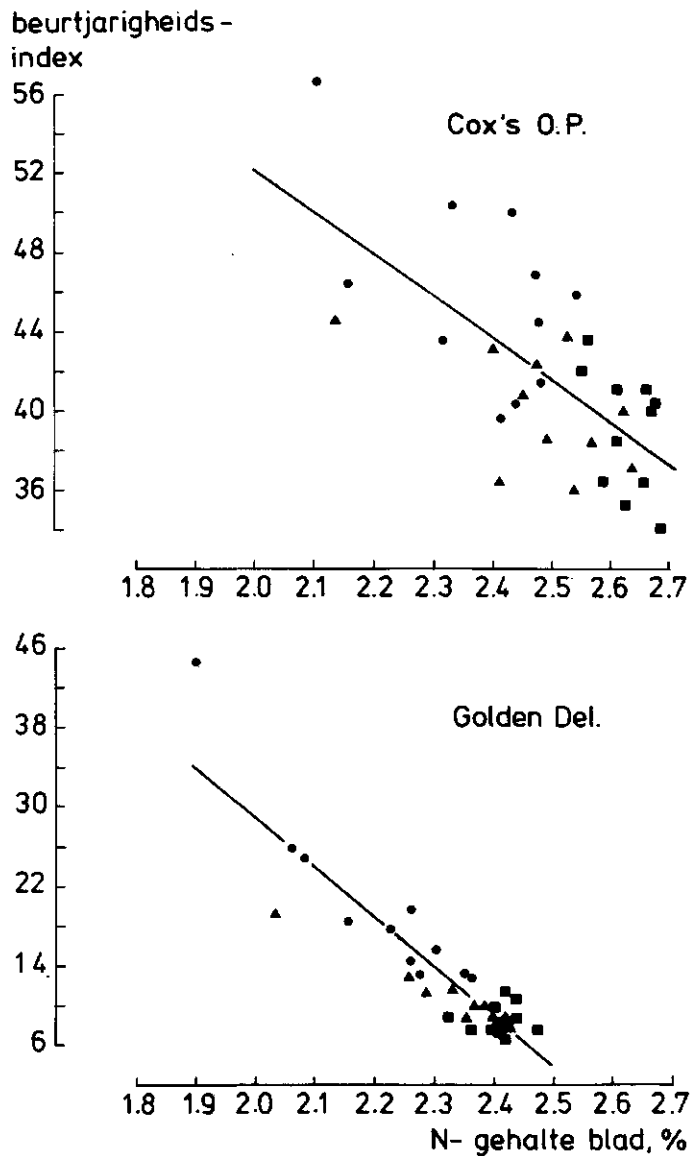
$$y = -21.379x + 95.021 \quad n = 33 \quad r = -0,671^{\text{xxx}}, \text{ voor Golden Delicious:}$$

$$y = -50.682x + 130.308 \quad n = 33 \quad r = -0,907^{\text{xxx}}.$$

Hoewel Cox's Orange Pippin op zich onregelmatiger droeg dan Golden Delicious (vergelijk het niveau van de beurtjarigheidsindices en de figuren 4.9-4.16) kan men uit de grotere regressiecoëfficiënt voor Golden Delicious opmaken dat de regelmaat van dragen bij dit ras sneller door stikstofgebrek wordt verstoord dan bij Cox's Orange Pippin. Wellicht is dit mede een gevolg van het hogere produktieniveau van Golden Delicious.

4.4.3. Invloed van de veldjesligging op het proefresultaat.

Tijdens de bewerking van de gegevens viel het op dat de rangschikking van de stikstofgiften op alle grondwaterstandsvakken en op de beide herhalingen steeds dezelfde was, nl. gaande van het noordoostelijk gelegen betonpad naar de zuidwestelijke kavelsloot steeds 2 N - 0 N - 1 N (figuur 2.1). Er was in die richting dus sprake van een systematische

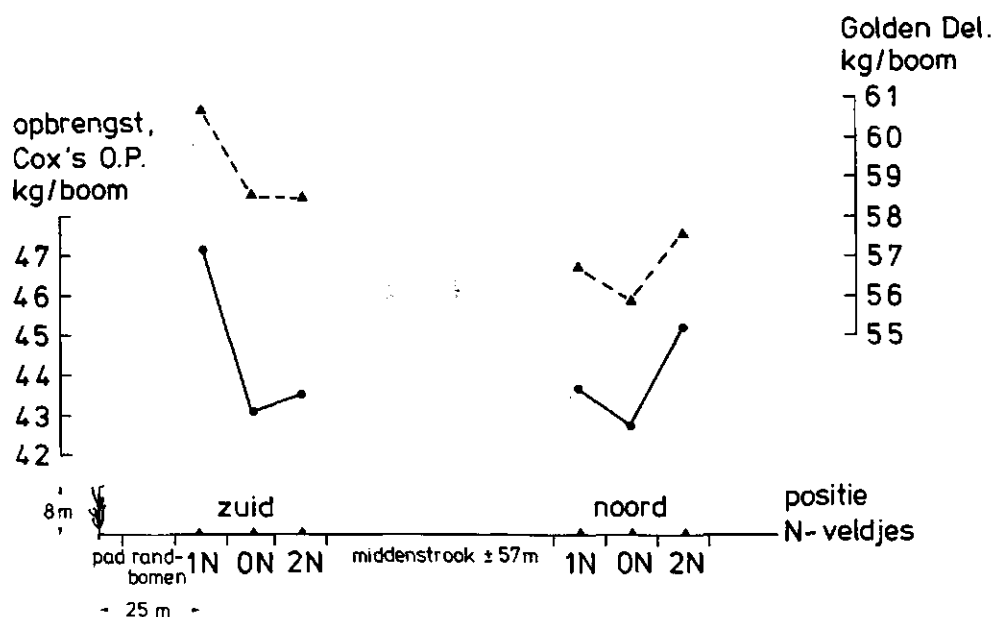


Figuur 4.18. Verband tussen de gemiddelde beurtjarigheidsindices (1971/72 t/m 1977/78 voor Cox's Orange Pippin; 1971/72 t/m 1978/79 voor Golden Delicious) en het stikstofgehalte in het blad gemiddeld over 1977-1980 0 N = ● ; 1 N = ▲ ; 2 N = ■ .

Figure 4.18. Effect of average leaf-N content over 1977-1980 on biennial bearing index for Cox's Orange Pippin (averaged over 1971/72-1977/78) and Golden Delicious (averaged over 1971/72-1978/79). 0 N, 1 N, 2 N = ● , ▲ and ■ , respectively.

rangschikking, waardoor vruchtbaarheidsverschillen de resultaten van de bemesting zouden kunnen beïnvloeden. Dit bleek inderdaad het geval te zijn geweest. In figuur 4.19 zijn voor de zuidwestelijke en noordoostelijke herhalingen apart de over de jaren 1977-1980 gemiddelde opbrengsten per bemestingstrap berekend. Wegens het duidelijk positieve bemestingseffect op de vakken "40-40" zijn deze hierbij buiten beschouwing gelaten.

De figuur toont aan dat op de zuidelijke helft de veldjes 1 N gemiddeld duidelijk beter produceerden dan 0 N en 2 N, terwijl op de noordelijke helft 2 N een iets hogere opbrengst opleverde dan 1 N. De verklaring voor de hoge opbrengst van de veldjes 1 N-zuid moet in het luwte-



Figuur 4.19. Gemiddelde opbrengsten 1977-1980 per bemestingstrap en rangschikking van de stikstofveldjes in het terrein. Veldjes 1 N-zuid op ca. 25 m van zuidwestelijke windsingel populier. Cox's Orange Pippin = ● ; Golden Delicious = ▲ .

Figure 4.19. Average yield over 1977-1980 for each level of nitrogen fertilisation and systematic arrangement of 0 N, 1 N and 2 N plots in direction across shelter belt of *Populus* sp. Direction of poplar hedge SE-NW. Cox's Orange Pippin = ● ; Golden Delicious = ▲ . Plots 1 N "south" systematically located on the lee side at about 25 m from the hedge were shelter effect is maximum.

effect door de ca. 8 m hoge populierenhaag langs de kavelsloot worden gezocht. Uit een studie van Van Rhee (1959) is gebleken dat windsingels die min of meer dwars op de overheersende windrichting (zuid-west) staan aan de lijzijde een maximaal luwte-effect, tot uiting komend in hogere opbrengsten, veroorzaken op een afstand van ca. 3 maal de hoogte van de haag. De veldjes 1 N-zuid komen inderdaad met deze situatie overeen: ze bevinden zich op ca. 25 m achter de haag en deze staat dwars op de overheersende windrichting.

Een analyse van dergelijke luwte-effecten in een proefveld op droogtegevoelige grond te Wilhelminadorp (niet-gepubliceerde gegevens) leverde op een afstand 3 h (h = hoogte in m) aan de lijzijde van een noord-zuid gerichte 8 m hoge populierehaag bij Golden Delicious, bij een over een aantal jaren gemiddeld produktieniveau van 45 kg per boom, ca. 15 kg/b hogere opbrengsten op vergeleken met bomen die op 80 m van de haag ston-

den. Door de veel betere vochtvoorziening en waarschijnlijk de geringere windsterkte dan in Zeeland was het luwte-effect in het grondwaterstandenproefveld veel kleiner, maar kan het oordeel over de betekenis van de bemesting toch enigszins hebben beïnvloed. Aangenomen dat ook de opbrengsten in de voorgaande jaren door luwte zijn beïnvloed, zal dit oordeel voor wat de produktie betreft iets te veel ten gunste van de lage gift (50 kg N per ha) zijn uitgevallen en dus ten nadele van de hogere gift.

4.4.4. Invloed van het pluktijdstip

Visser (Flevobericht 201, p. 225) heeft de invloed van de behandelingen op de produktie, vruchtkleur, smaak en bewaarbaarheid uitgebreid geanalyseerd (par. 3.4.4.). Daarbij werd voor alle behandelingen steeds uitgegaan van gelijke voor het betreffende gebied normale pluktijden, nl. + 25-29 september voor Cox's Orange Pippin en 8-12 oktober voor Golden Delicious. Bij de voortzetting van het onderzoek rees de vraag of bv. vruchtkleurverschillen (appels van bemeste bomen hadden steeds een groenere kleur en minder bloes dan die van niet bemeste bomen) afhankelijk zijn van het pluktijdstip. Bij Golden Delicious is dit in 1977 nagegaan. Per veldje zijn toen 2 bomen op 28-29 september, 3 op 10-12 oktober en 3 op 26-27 oktober geplukt. Bij de pluk werden vruchtkleuren geschat, waarbij getracht werd het oordeel in de drie perioden zo gelijk mogelijk te houden. De over alle grondwaterregimes gemiddelde produkties en vruchtkleuren zijn voor de drie stikstofniveaus in tabel 4.15 weergegeven.

Voor de produktie blijkt uitstel van de pluk tot in de eerste helft van oktober zinvol te zijn geweest: per dag later plukken werd per boom gemiddeld 0,23 kg of, per ha, 230 kg méér geplukt. Voor onbemeste bomen was dit effect wat groter (0,30 kg per boom) dan voor bemeste (gemiddeld 0,20 kg per boom). Later plukken dan medio oktober heeft in veel mindere mate tot produktietoename geleid, maar in de tweede helft van oktober is de verbetering van de vruchtkleur wel veel duidelijker geweest dan in de eerste helft. Dit moet mede aan de weersomstandigheden worden toegeschreven: september tot + 10 oktober was koel en somber, daarna werd het weer droger en zonniger. Onder deze omstandigheden kan enig uitstel van de pluk van bemeste bomen na 10 oktober het kleurverschil ten opzichte van (eerder geplukte) onbemeste bomen grotendeels hebben opgeheven. Bij

TABEL 4.15. Produktie en vruchtkleur bij Golden Delicious in 1977, geplukt in drie perioden.

TABLE 4.15. Yield and fruit colour of Golden Delicious picked in three periods: I = 28-29 September, II = 10-12 October, III = 26-27 October 1977. Fruit colour 4 = hard green; 5 = light green; 6 = yellow green.

Stikstof-niveau	Plukperiode			Plukperiode		
	I	II	III	I	II	III
	kg per boom			vruchtkleur		
0 N	60,4	64,3	65,4	4,48	4,90	5,94
1 N	61,8	64,4	66,5	4,13	4,75	5,81
2 N	61,0	63,5	63,1	4,03	4,56	5,63

gelijktijdig plukken bleven de kleurverschillen tussen de bemestingsniveaus, hoewel klein, waarneembaar tot bij de laatste pluk.

Analyse van de invloed van het pluktijdstip op produktie en vruchtkleur bij de verschillende grondwaterregimes heeft geen verdere gezichtspunten opgeleverd.

Opgemerkt moet nog worden dat de in tabel 4.15 getoonde resultaten betrekking hebben op ongedunde bomen met een hoog opbrengstniveau en relatief kleine appels. Bij de sortering van de bewaarpartijen (zie par. 4.5) bleek 18% van de appels in klasse II te vallen, terwijl 31% beneden de maat 65 mm bleef.

4.4.5. Ontwikkeling van de vruchtkleur

Zoals door Visser is beklemtoond (Flevobericht 201, p. 225) en in par. 3.4.4 en 3.5 is samengevat, brengen goed gekleurde vruchten een hogere prijs op en smaken beter dan slecht gekleurde. Daarom is naast het pluktijdstip (par. 4.4.4) ook de invloed van enkele andere factoren op de kleurontwikkeling onderzocht. Daartoe zijn in 1977 bij beide rassen tijdens de pluk kleurschattingen uitgevoerd, terwijl dit bij Golden Delicious in 1978-1980 en bij Cox's Orange Pippin in 1979 en 1980 pas na de bewaring werd gedaan.

Het stikstofleverende vermogen van de grond en de bemesting hebben uiteraard grote invloed op de vruchtkleur. Uit de tabellen 4.15 en 4.16 blijkt echter dat bij de latere plukperioden, respectievelijk een goede ontwateringstoestand, de bemesting slechts graduele kleurverschillen veroorzaakt. Het weglaten van de bemesting heeft dan bij lange na niet

hetzelfde effect als stikstofgebrek veroorzaakt door hoge grondwaterstanden. In de figuren 4.20 en 4.21 zijn verbanden weergegeven voor de kleur met het stikstofgehalte in het blad in het betreffende jaar. Deze demonstreren dat de vruchtkleur progressief verbetert als de stikstof-toestand van het gewas daalt. Bij voor de produktie "veilige" gehalten (figuur 4.17: 2,2-2,4% voor Golden Delicious; 2,4-2,6% N voor Cox's Orange Pippin) heeft een variatie in N-toestand vrijwel geen effect. Pas bij de door Visser aanbevolen marginale gehalten (Flevobericht 201,

TABEL 4.16. Vruchtkleur bij de pluk¹⁾ voor Cox's Orange Pippin en Golden Delicious, respectievelijk geplukt 26-30 september en 10-12 oktober 1977, bij drie sterk verschillende grondwaterregimes en bemestingen.

TABLE 4.16. Effect of groundwater regime and nitrogen fertilisation on fruit colour at picking. Cox's Orange Pippin picked on 26-30 September, Golden Delicious on 10-12 October 1977. For explanation of colour scale see table 4.15.

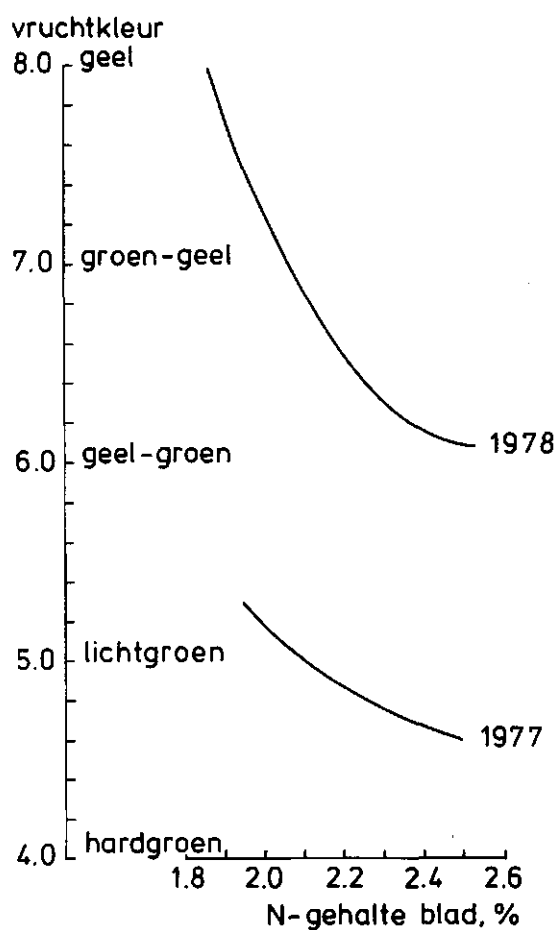
Infiltratieniveau	Cox's Orange Pippin			Golden Delicious		
	0 N	1 N	2 N	0 N	1 N	2 N
40-40	5,9	5,1	4,4	5,7	5,3	4,6
70-70	5,3	4,4	4,2	4,7	4,6	4,4
z. infiltr.	4,8	4,7	4,5	4,6	4,5	4,2

1) voor betekenis kleurschaal zie figuren 4.20 en 4.21

p. 281, licht stikstofgebrek: 2,0-2,2% N voor Golden Delicious, 2,1-2,3% N voor Cox's Orange Pippin) wordt kleurverbetering duidelijk merkbaar. Hierbij bestaat echter ook al een risico van opbrengstderving o.a. door beurtjarigheid als de bemesting wordt weggelaten (zie figuur 4.17).

Hoewel de vruchtkleur, en de beoordeling daarvan, van de produkties van twee jaren niet geheel vergelijkbaar zijn, lijkt het geoorloofd uit figuur 4.20 verder te concluderen dat de kleur vooral verbetert tijdens de bewaring en dat verschillen in stikstoftoestand dan duidelijker tot uiting komen dan bij de pluk. Dit was ook de ervaring van Visser (Flevobericht 201, p. 227).

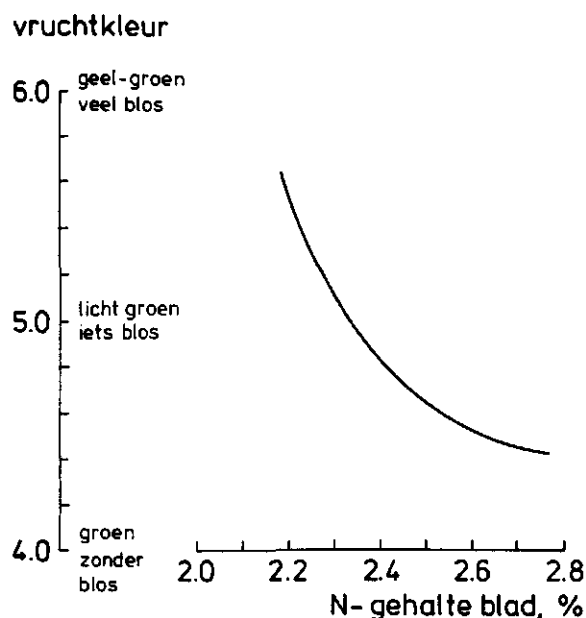
Een factor die de vruchtkleur eveneens bevordert is chemische vruchtdunning. In 1979 en 1980 is bij de helft van de bomen dunning door middel van carbaryl-besputtingen toegepast. Op de resultaten van dat onderzoek wordt in 4.4.6 nader ingegaan. Figuur 4.22 demonstreert dat deze



Figuur 4.20. Verband voor Golden Delicious, tussen vruchtkleur en stikstofgehalte in het blad in het betreffende jaar, voor 1977 beoordeeld bij de pluk (10-12 oktober), voor 1978 na bewaring tot 1 mei 1979.

Figure 4.20. Relationship between leaf-N content and fruit colour ratings of Golden Delicious, in 1977 at picking time, in 1978 after storage until 1 May 1979.

bespuitingen in 1979 een positieve invloed hadden op de vruchtkleur, vergelijkbaar met dat van een daling van het stikstofgehalte in het blad met 0,1-0,2% N. Hoewel het dun-effect van carbaryl blijkens tellingen aan proeftakken in 1980 sterker was dan in 1979 komt dit in figuur 4.22 niet of nauwelijks in een betere vruchtkleur tot uiting. De verklaring is dat, gezien de gunstige invloed van dunning in 1979 op de vruchtgrootte en -kwaliteit, werd besloten - na de controle-tellingen aan de proeftakken in 1980 ter vaststelling van het carbaryl-effect (26 juni) - alsnog de onbespoten veldjes eveneens te dunnen, maar dan met de hand en



Figuur 4.21. Als figuur 4.20, voor Cox's Orange Pippin in 1977 beoordeeld bij de pluk, 26-30 september.

Figure 4.21. As figure 4.20 for Cox's Orange Pippin in 1977 at picking.

ongeveer tot het niveau van de chemisch gedunde bomen. Dit laatste werd vrij goed bereikt, wat blijkt uit de opbrengstcijfers: in 1979 werd bij Cox's Orange Pippin ongedund en gedund respectievelijk gemiddeld 42,6 en 35,0 kg per boom geplukt. Bij Golden Delicious was dit 67,6 en 46,3 kg. Bij beide rassen had het dunnen een positieve invloed op de vrucht-grootte. In 1980 waren de opbrengsten met de hand gedund en chemisch gedund respectievelijk 40,6 en 38,3 kg per boom voor Cox's Orange Pippin en 55,9 en 52,5 kg voor Golden Delicious. Het achterwege blijven van een verschil in vruchtkleur in figuur 4.22 is dus niet verwonderlijk.

Uit dit helaas eenmalige onderzoek komt naar voren dat naast het aansturen op marginale bemesting, dunnen een maatregel is die de vruchtkleur kan bevorderen. In beide gevallen treden echter risico's van opbrengstderving op, hetzij door te weinig groei, beurtjarigheid of te sterk dunnen. De vraag is maar hoe beheersbaar het effect van deze maatregelen is met het oog op het behoud van het productiepeil.

Ten slotte is nog nagegaan of op de zwaar bemeste veldjes (2 N) het **grondwaterregime** nog invloed had op de vruchtkleur. Gemiddeld over alle

waarnemingen kwamen bij beide rassen slechts zeer kleine verschillen naar voren. Deze wezen op iets groenere kleuren naarmate in de zomer dieper werd ontwaterd.

4.4.6. Chemische vruchtdunning

De vraag of de analyse van stikstof- en ontwateringseffecten op de vruchtkwaliteit in de voorgaande jaren beïnvloed zou kunnen zijn geweest door het achterwege laten van vruchtdunning is in 1979 en 1980 aanleiding geweest tot het uitvoeren van chemische dunning en wel op één van beide herhalingen van alle grondwaterstandsobjecten, gelijkelijk verdeeld over de zuid- en noordhelft van het proefveld. Gegevens over de uitvoering zijn in par. 2.5.4 vermeld. Een bijzondere vraag daarbij was of de sterk uiteenlopende stikstoftoestand van het gewas invloed zou kunnen hebben op het dun-effect van de carbarylbespuitingen. Dit effect is nl. niet altijd voorspelbaar: raseigenschappen, dracht en ontwikkelingsstadium van de vruchten, en weersomstandigheden spelen daarbij ook een rol.

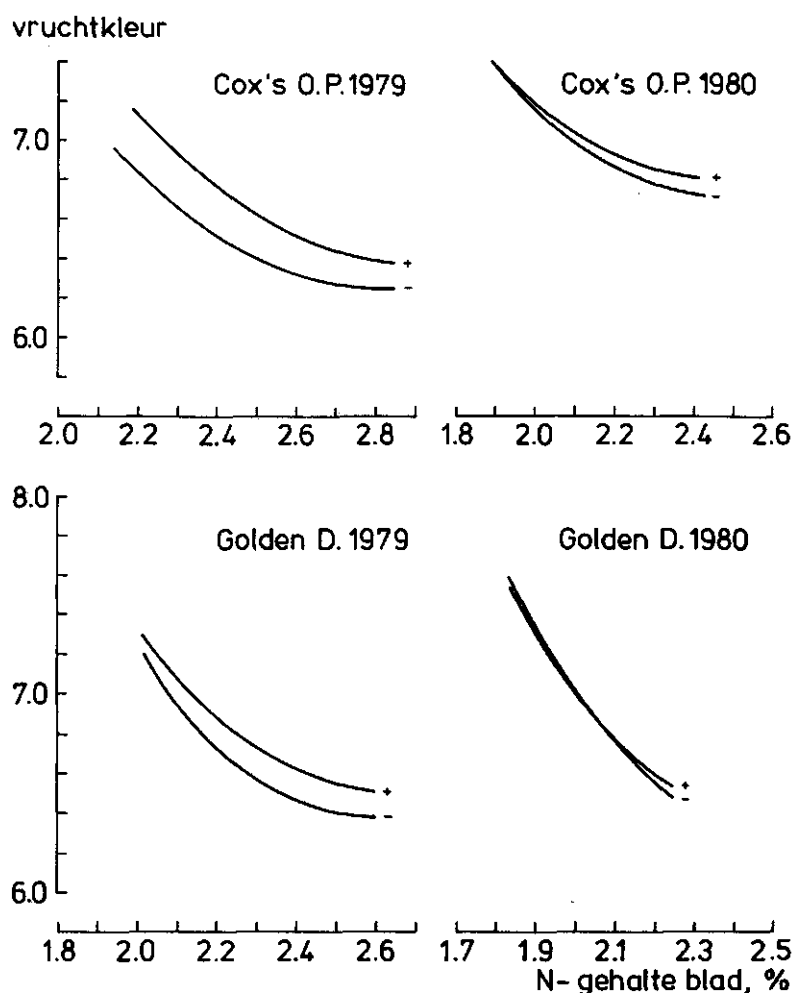
In beide jaren is voor de vaststelling van de rui en het dun-effect, in 1979 alleen op de vakken met winterwaterstanden van 40 of 70 cm-mv., van elke proefboom per ras één takgedeelte gemerkt en zijn vruchten geteld vóór en enkele weken na de bespuitingen. De takgedeelten waren ongeveer 0,7 meter lang, bevonden zich op schouderhoogte aan de west- en oostzijde van de bomen en droegen per tak bij de eerste telling gemiddeld ruim 30 vruchten in 1979 en bijna 40 in 1980.

In 1979, het laatste jaar dat de bemesting nog normaal werd uitgevoerd, konden vrij duidelijke verbanden worden aangetoond tussen de perentages na de rui overgebleven vruchten (y) en het stikstofgehalte in het blad (x) (figuur 4.23). Voor Cox's Orange Pippin werden de volgende regressieformules berekend:

$$\begin{array}{llll} \text{ongedund: } y = 9,932x + 18,511 & n = 21 & r = 0,396 & \text{(x)} \\ \text{gedund : } y = 17,674x - 8,392 & n = 21 & r = 0,383 & \text{(x)} \end{array}$$

Voor Golden Delicious waren dit:

$$\begin{array}{llll} \text{ongedund: } y = 24,300x - 0,017 & n = 21 & r = 0,658 & \text{xxx} \\ \text{gedund : } y = 29,574x - 19,133 & n = 21 & r = 0,730 & \text{xxx} \end{array}$$

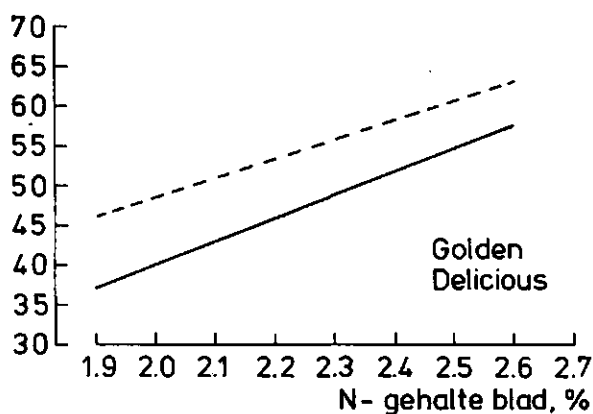
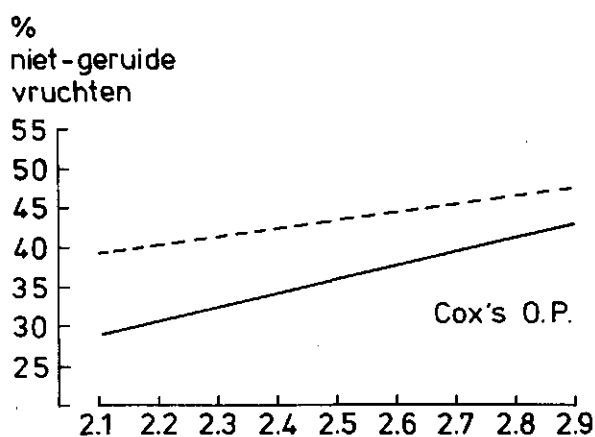


Figuur 4.22. Verband tussen de vruchtkleur na bewaring en het stikstofgehalte in het blad voor bomen zonder (-) en met (+) chemische vruchtdunning.

Figure 4.22. As figure 4.20 and 4.21 for fruit colour ratings after storage. Trees with (+) and without chemical thinning (-). In 1980 "-" trees were hand-thinned.

Een daling in de stikstoftoestand ging dus gepaard met meer rui. Bij de chemisch gedunde bomen was uiteraard sprake van meer rui, maar uit de regressiecoëfficiënten en uit fig. 4.23 lijkt bovendien een lichte interactie met de stikstoftoestand naar voren te komen: bij lage gehalten is het carbaryl-effect iets sterker dan bij hoge.

Omdat het percentage na de rui overgebleven vruchten ook met de aanvankelijke vruchtdracht (aantal per eenheid van taklengte) samenhangt en dit aantal door de N-toestand van het gewas zou kunnen zijn beïnvloed is



Figuur 4.23. Aantal op 17 juli 1979 getelde vruchten, in % van op 7 juni vóór de Carbaryl-bespuiting aan proeftakken getelde vruchten, voor onbehandelde (----) en chemisch gedunde bomen (—) in relatie tot het stikstofgehalte in het blad in augustus 1979.

Figure 4.23. Number of fruits on labelled branches counted on 17 July 1979 as a percentage of numbers counted on 7 June before chemical fruit thinning, as related to leaf-N contents. Untreated trees:----; trees with carbaryl treatments: — .

de genoemde interactie ook op andere wijze nagegaan: de veldjes werden in twee groepen verdeeld: die met extreem tot vrij lage stikstofgehalten (de behandelingen 40-40 (0,1, 2 N); 40-70 (0 N), 40-100 (0 N) en 70-70 (0 N) en die met normaal tot hoge stikstofgehalten in het blad (de overige). Voor de vier groepen: "laag N", ongedund, gedund en "hoog N" ongedund, gedund werden verbanden berekend tussen de percentages op 17 juli na de rui van de oorspronkelijke aantallen overgebleven vruchten en

deze op 7 juni getelde aantallen per tak van ca. 0,7 m. Daaruit kon worden afgeleid dat de percentages bij de tweede telling overgebleven vruchten toenamen naarmate de beginaantallen lager waren, een normaal verschijnsel bij rui.

De invloed van de stikstoftoestand op het carbaryl-effect is nu uit deze verbanden berekend voor gelijke, gemiddelde aantallen vruchten per tak (tabel 4.17). Door normale rui (ongedund) is ongeveer de helft van de vruchten verloren gegaan. De chemische dunning heeft deze rui nog iets versterkt en wel bij lage N-toestand relatief iets meer dan bij hoge. De tendens in figuur 4.23 wordt dus wel bevestigd, maar de invloed van de stikstoftoestand op het carbaryl-effect is zo zwak dat er, gezien de overige factoren die bij chemische vruchtdunning een rol spelen, geen praktische betekenis aan mag worden toegekend.

Bij de pluk in 1979 is per veldje, evenredig verdeeld over de 9 proefbomen, één kist geplukt waarvan de vruchten werden geteld en gewogen. De vruchtgewichten, gemiddeld over alle grondwaterstanden (tabel 4.18) laten een uiterst zwak gunstig effect van lage mestgiftten zien. Vermoedelijk is dit veroorzaakt door iets meer rui bij weinig stikstof (figuur 4.23) en door relatief veel slecht belichte, kleine vruchten binnen in de boomkruin bij 2 N. Het effect van de carbaryl-besputting op het vruchtgewicht is bij Golden Delicious veel sterker dan bij Cox's Orange Pippin. Dit moet aan de ongedund te zware vruchtdracht van Golden Delicious worden toegeschreven. Een samenhang van het dun-effect met de N-bemesting is niet waar te nemen.

De kg-opbrengst, gescheiden berekend voor de groepen veldjes met "lage" en "hoge" stikstofvoedingstoestand, laat voor Cox's Orange Pippin een evengroot dun-effect zien als berekend uit de proeftellingen (tabel 4.19 en 4.17). Omdat er enige nivellering van het verminderde aantal vruchten door een hoger vruchtgewicht plaatsvond (tabel 4.18), moet het dun-effect op het aantal vruchten, gemiddeld over de hele boom, wat sterker zijn geweest dan aan de goed-belichte proeftakken. Bij Cox's komt wederom een iets sterker carbaryl-effect naar voren bij bomen met lage N-toestand.

Golden Delicious bevestigt deze tendens niet. Bij dit ras was sprake van een relatief sterker carbaryl-effect op de opbrengst dan berekend uit de proeftellingen (tabel 4.17) en dit ondanks een sterke compensatie van het verlies aan vruchten door beter uitgroeien. De conclusie moet dan

TABEL 4.17. Percentage in 1979 na de rui aan proeftakken overgebleven vruchten bij ongedunde en met carbaryl bespoten bomen bij twee stikstoftoestanden van het gewas.

TABLE 4.17. Numbers of fruits on labeled branches counted on 17 July 1979 after fruit drop, as a percentage of numbers counted on 7 June just before fruit thinning with carbaryl, for non-thinned (-) and thinned (+) trees and for high N and low N trees separately. Percentages refer to average equal numbers of 30 and 35 fruits per branch present on 7 June, for Cox's Orange Pippin and Golden Delicious, respectively; "high" N and "low" N according to leaf-N content.

Cox's Orange Pippin				Golden Delicious			
Aantal vruchten per tak 17 juli in % van 30 vruchten per tak 7 juni				Aantal vruchten per tak 17 juli in % van 35 vruchten per tak 7 juni			
hoog N	laag N	hoog N	laag N	hoog N	laag N	hoog N	laag N
-carb.	+carb.	-carb.	+carb.	-carb.	+carb.	-carb.	+carb.
47,4	38,5	44,0	34,5	64,5	54,2	56,3	43,4
81,2 ¹⁾		78,4 ¹⁾		84,0 ¹⁾		77,1 ¹⁾	

1) carbaryl-effect

TABEL 4.18. Vruchtgewichten bij de pluk in 1979 in g bij drie N-bemestingsniveaus, niet en wel chemisch gedund.

TABLE 4.18. Fruit weights at picking in 1979 in g per fruit for non-thinned (-) and thinned trees (+) as related to level of N-fertilisation.

	Cox's Orange Pippin			Golden Delicious		
	0 N	1 N	2 N	0 N	1 N	2 N
ongedund (-)	101	98	98	107	107	106
chem. gedund (+)	109	110	106	136	137	134

ook zijn dat de chemische vruchtdunning bij Golden Delicious gemiddeld over de hele boom veel meer extra rui heeft veroorzaakt dan op de proeftakken aan de buitenkant van de kroon. Een verklaring kan zijn dat aan goed belichte takken minder extra rui door carbaryl plaatsvindt dan binnen in de matig belichte kroon. Mogelijk is ook dat de proeftellingen bij Golden Delicious te vroeg zijn uitgevoerd en dat het dun-effect na 17 juli nog doorging. De betere vruchtgroei bij gedunde bomen kan de interactie tussen het dun-effect en de N-toestand hebben beïnvloed.

TABEL 4.19. Opbrengst in kg per boom in 1979 op veldjes met "hoog N" en "laag N", ongedund en gedund, en het relatieve dun-effect bij de twee stikstofniveaus.

TABLE 4.19. Yield in kg per tree in 1979 for high N and low N trees, non-thinned (-) and thinned (+) and the relative effect of thinning.

Cox's Orange Pippin				Golden Delicious			
hoog N		laag N		hoog N		laag N	
-carb.	+carb.	-carb.	+carb.	-carb.	+carb.	-carb.	+carb.
42,8	35,6	41,9	32,3	68,0	46,0	65,7	47,5
83,2 ¹⁾		77,0 ¹⁾		67,8 ¹⁾		72,3 ¹⁾	

1) carbaryl-effect in %

Een verdere analyse van de opbrengst liet geen invloed van het grondwaterregime op het carbaryl-effect zien.

De waarnemingen in 1980 hadden in de eerste plaats betrekking op de bloeiintensiteit. Schattingen enkele dagen vóór de volle bloei lieten bij beide rassen een iets grotere bezetting met bloemen zien bij de gedunde dan bij de in 1979 ongedunde bomen, een reactie dus op het verminderde aantal vruchten. Bij Cox's bloeiden de bomen bovendien iets minder sterk naarmate vroeger meer stikstof was gegeven.

Er werden opnieuw proeftakken gemerkt, nu op alle 66 veldjes. De eerste tellingen, op 3 juni, lieten ondanks het verschil in bloemrijkdom geen verschillende aantallen gezette vruchten zien bij vorig jaar niet en wel gedunde bomen. De bespuitingen in 1980 werden uitgevoerd op de bomen die ook in 1979 al waren bespoten. De tweede telling werd op 26 juni uitgevoerd, wellicht iets te vroeg, maar dit stond in verband met het voornemen de onbespoten bomen alsnog met de hand te dunnen om ook hier een betere vruchtkwaliteit te bewerkstelligen.

De percentages bij de tweede telling overgebleven vruchten vertoonden nu geen verband meer met de stikstofgehalten in het blad, zoals in 1979 (figuur 4.23). Ten dele kan dit worden toegeschreven aan het achterwege laten van de bemesting in 1980, waardoor de stikstoftoestand van de bomen minder sterk uiteenliep dan in 1979. Bij Cox's Orange Pippin varieerden de gehalten in het blad van ca. 2,0 tot 2,5% N, bij Golden Delicious van 1,9 tot 2,3% N (vergelijk figuur 4.23). Ook bestond de indruk dat bij de invloed van de N-toestand op de ruil een zeer lichte vorm

van "beurtjarigheid" is gaan optreden, althans bij Golden Delicious. Zo vertonen in tabel 4.20 de percentages na de rui overgebleven vruchten in 1979 een positieve tendens door meer stikstof, vooral bij Golden Delicious. In 1980 was dit bij Cox's Orange Pippin ook nog het geval, maar Golden Delicious, die het vorig jaar het duidelijkst positief op een hoger N-gehalte reageerde (figuur 4.23) liet nu een tegengesteld effect zien. Deze reactie, een zeer lichte vorm van beurtjarigheid, is wel in overeenstemming met de in par. 4.4.2 geconstateerde grotere neiging van Golden Delicious tot beurtjarigheid als gevolg van stikstofgebrek. Onder deze omstandigheden kon in 1980 geen invloed van de N-toestand op het - overigens duidelijke - carbaryl-effect worden aangetoond.

Bij de analyse van de kg-opbrengst hebben we te maken met de effecten van chemische vruchtdunning op 31 mei (Cox's Orange Pippin) en 2 en 10 juni (Golden Delicious), en van handdunning na 23 juni. Het effect van decarbaryl-besputtingen kan uit deze gegevens niet meer worden nagegaan. Uit tabel 4.21 blijkt dat de opbrengsten bij de handdunning iets hoger zijn uitgevallen dan bij de chemische dunning. De vruchtgewichten van Cox's Orange Pippin zijn daarbij iets achtergebleven. Dit blijkt uit de volgende waarnemingen aan één proefkist per veldje: bij 0 N, 1 N en 2 N wogen de vruchten respectievelijk 126, 128 en 124 g voor handgedund en 134, 135 en 130 g voor chemisch gedund. Omdat de wijze van handdunnen

TABEL 4.20. Percentage aan proeftakken na de rui overgebleven vruchten bij niet en wel chemisch gedunde bomen en drie stikstoftrappen. Proeftakken in 1979 alleen op grondwaterpakken met winterstanden van 40-70 cm, in 1980 op alle vakken.

TABLE 4.20. Number of fruits on labeled branches counted after fruit drop as a percentage of numbers present just before chemical thinning for non-thinned (-) and thinned trees (+) as related to rate of nitrogen fertilisation.

	Cox's Orange Pippin			Golden Delicious		
	0 N	1 N	2 N	0 N	1 N	2 N
1979 -carb.	43,2	43,3	46,8	56,1	61,6	60,7
+carb.	37,5	36,2	39,5	46,8	52,6	54,3
1980 -carb.	51,1	54,2	54,4	43,1	41,6	39,3
+carb.	37,9	39,1	39,2	24,9	22,8	21,7

TABEL 4.21. Opbrengst in 1980 in kg per boom bij twee wijzen van dunnen en drie stikstoftrappen.

TABLE 4.21. Yield in 1980 in kg per tree for hand-thinned (-) and Carbaryl-thinned trees (+) as related to rate of nitrogen fertilisation.

	Cox's Orange Pippin			Golden Delicious		
	0 N	1 N	2 N	0 N	1 N	2 N
-carb. (handd.)	40,1	40,5	41,1	56,1	56,2	55,4
+carb.	37,5	38,4	38,9	51,9	52,5	53,0

niet is na te gaan, kunnen daar verder geen conclusies uit worden getrokken. Van Golden Delicious zijn geen vruchtgewichten bepaald.

Het geheel aan gegevens over het effect van de carbaryl-besputtingen overziende kan worden geconcludeerd dat vooral bij te zware vruchtdracht (Golden Delicious) een belangrijke verbetering van zowel de vruchtmaat als de -kleur kan worden verkregen. Het is mogelijk dat het risico van beurtjarigheid, bevorderd door marginale stikstofbemesting, kan worden verminderd door bij zware zetting vruchtdunning toe te passen. De tendens dat stikstofgebrek het dunnend effect van carbaryl versterkt was zwak en kwam alleen in 1979 naar voren. Het lijkt voor de praktijk geen factor om rekening mee te houden.

4.5. Bewaaronderzoek

Gegevens over de hoeveelheid bewaarde appels en de duur van de bewaring zijn in par. 2.5.5 vermeld. De partijen werden mechanisch gekoeld en bij uitslag gesorteerd en op vruchtkleur en bewaarziekten beoordeeld. Waarnemingen over de vruchtkleur zijn al in par. 4.4.5 besproken.

4.5.1. Cox's Orange Pippin

4.5.1.1. Sortering. Omdat de bewaarde partijen vrij groot waren, geeft de sortering een goede indruk van de vruchtgrootte. In tabel 4.22 zijn voor de vier laatste proefjaren alleen de percentages kleine appels < 60 mm \varnothing , weergegeven. Wat in de eerste plaats opvalt, is de "beurtjarigheid" in het percentage kleine appels. In 1977, een jaar met een extreem hoge produktie (bijlage 1), kwamen veel te veel kleine appels voor. In 1978 zal de vruchtdracht veel lager zijn geweest, wat door

beter uitgroeien van de vruchten echter gedeeltelijk is gecompenseerd en dus minder sterk in een lagere kg-opbrengst tot uiting komt. De ongedunde veldjes in 1979 laten weer veel te hoge percentages kleine appels zien. Deze gegevens, die van tabel 4.18, en de gemiddelde vruchtgewichten in de voorgaande jaren (Flevobericht 201, bijlage 9), duiden erop dat een opbrengstniveau in deze proef van meer dan 35 à 40 kg per boom voor een goede vruchtmaat van Cox's feitelijk ongewenst is.

De stikstofbemesting laat, behalve in 1980, toen overal gedund en er niet meer bemest werd, een zeer lichte toename van het aandeel kleine vruchten zien. Dit kan door een iets zwaardere dracht als gevolg van minder rui (tabel 4.20) zijn veroorzaakt. Ook de percentages voor de grondwaterstanden, gemiddeld over de stikstoftrappen, vertonen verschillen die hoewel onregelmatig, duiden op enige invloed van het grondwaterregime: relatief wat meer kleine vruchten kwamen voor bij de hoge grondwaterstanden 40-40 en 40-70 en bij diepe waterstanden in de zomer, nl. de objecten met 130 cm in de zomer en zonder infiltratie. Uit de analyse van de scheutgroei over 1967-1975 (Flevobericht 201, bijlage 5) komt naar voren dat dit ook de regimes zijn met minder scheutgroei dan de regimes met weinig fluctuerende en niet al te diepe waterstanden zoals bij 70-70, 70-100, 100-100 cm-mv., zodat de verschillen in percentages kleine vruchten wellicht op door de groei veroorzaakte verschillen in vruchtdracht en vruchtgroei zijn terug te voeren. De hoge percentages kleine vruchten bij diepe grondwaterstanden in de zomer bevestigen dan de zienswijze van Visser (Flevobericht 201, p. 278) dat diepe ontwatering leidt tot enige matiging van de groei en verhoging van de vruchtbaarheid.

4.5.1.2. Stip en zacht. Het duidelijke optreden van stip en zacht in de bewaarpartijen Cox's Orange Pippin (tabel 4.23), het hoge produktiepeil in aanmerking genomen (1977!), wijst op een vrij grote gevoeligheid van dit groei krachtige gewas voor deze bewaarziekten. De stikstofbemesting heeft, gemiddeld over alle vruchtgrootten geen, dan wel een iets gunstige invloed gehad, wat door zwaardere vruchtdracht en kleine vruchtmaat zal zijn veroorzaakt. Per sortering, vooral bij de grotere maten, nam het percentage stip en zacht wel iets toe door meer stikstof. In 1978 zijn de percentages bij lage N-giften hoog door de achteruitgang van de produktie (bijlage 1) en de toename van de vruchtgrootte (tabel 4.22). De verschillen tussen de jaren kunnen dus goeddeels uit de beurtjarig-

TABEL 4.22. Percentage appels , 60 mm \varnothing in de bewaarpartijen Cox's Orange Pippin, gemiddeld voor de drie stikstoftrappen en voor de grondwaterregimes.

TABLE 4.22. Percentage of Cox's Orange Pippin fruits < 60 mm diameter in stored lots as related to level of N-fertilisation and groundwater regime. In 1977 for lots without and with chemical thinning, in 1980 for lots with hand-thinning (-) and chemical thinning (+).

Behandeling	1977	1978	1979		1980	
			-carb.	+carb.	handd.	+carb.
0 N	28,9	2,4	21,0	8,6	6,4	3,3
1 N	37,6	3,4	23,3	10,0	4,9	3,2
2 N	37,2	4,0	26,4	12,5	4,6	3,2
40- 40	38,8	3,5	45,4	7,2	10,8	7,0
40- 70	36,5	3,8	14,0	13,2	7,2	5,4
40-100	24,7	3,2	18,2	8,9	4,6	1,6
40-130	29,4	3,6	28,2	8,5	6,5	3,4
70- 70	27,9	2,6	16,9	9,2	6,7	4,0
70-100	35,3	2,5	20,2	16,6	2,2	5,1
70-130	36,0	2,4	25,4	7,4	5,6	1,6
100-100	33,2	2,8	9,8	6,0	3,7	2,1
100-130	39,9	3,6	16,3	8,8	4,8	1,4
130-130	34,3	4,7	36,9	10,4	3,8	1,9
z.infilt.	41,1	3,2	26,5	17,7	2,1	1,9

heid worden verklaard (vergelijk figuur 4.9). De vruchtdunning in 1979 heeft tot iets meer stip en zacht geleid. Opvallend is het carbaryl-effect bij 40-40, het grondwaterregime met de laagste stikstofgehalten in het blad. Dit vormt een bevestiging van de in par. 4.4.6 gevonden zwakke interactie tussen het dun-effect en de stikstoftoestand van het gewas. In overeenstemming met de kleine verschillen in opbrengst (tabel 4.21) en vruchtgewicht zijn de verliezen aan stip en zacht in 1980 voor de twee methoden van dunning weinig verschillend. Het waterregime zonder infiltratie lijkt zich in 1977-1979 door lage verliezen te onderscheiden.

4.5.2. Golden Delicious

4.5.2.1. Sortering. Ook voor Golden Delicious is uit de sortering na bewaring het percentage appels kleiner dan 60 mm doorsnede berekend (tabel 4.24). Deze maat moet voor dit ras veel te klein worden geacht en de percentages laten zien dat vooral in de jaren 1977 en 1979 (ongedund),

TABEL 4.23. Percentages stip en zacht in bewaarpartijen Cox' Orange Pippin gemiddeld over alle sorteringen, voor de drie stikstoftrappen en de grondwaterregimes. In 1978 alleen zacht.

TABLE 4.23. Percentage of bitter pit plus breakdown in stored Cox's Orange Pippin fruits as related to level of N-fertilisation and groundwater regime. In 1978 percentage breakdown only.

Behandeling	1977	1978	1979		1980	
			-carb.	+carb.	handd.	+carb.
0 N	7,4	12,3	4,0	7,8	5,4	8,0
1 N	8,1	11,5	3,1	7,0	6,4	7,8
2 N	7,4	6,9	2,6	4,5	7,2	6,8
40- 40	5,7	19,6	3,0	21,2	7,3	10,4
40- 70	7,6	11,4	6,6	4,2	8,7	3,7
40-100	11,8	8,8	2,0	7,6	4,3	8,2
40-130	11,0	8,9	3,6	7,4	3,4	4,6
70- 70	5,9	16,5	5,1	5,2	4,0	7,2
70-100	7,7	13,3	1,6	4,0	5,1	3,9
70-130	6,8	11,7	3,8	6,7	4,7	15,2
100-100	7,7	7,9	3,1	3,7	5,7	6,0
100-130	6,9	6,7	4,0	2,9	6,4	6,9
130-130	7,9	5,2	1,3	5,6	8,8	7,1
z.infiltr.	5,5	2,7	1,6	2,4	11,2	9,7

met gemiddelde opbrengsten per boom van respectievelijk 63,6 en 67,7 kg te veel kleine vruchten werden geproduceerd. Een vergelijking met de opbrengsten in 1977 tot 1980 (bijlage 2) laat zien dat er een duidelijk verband bestond tussen het aandeel van deze sortering en het produktieniveau. Voor dit verband werd uit een aantal behandelingen (42) verdeeld over deze jaren, gedund en ongedund, de rechtlijnige regressieformule berekend:

$$y(\% < 60 \text{ mm}) = 0,575x \text{ (kg/boom)} - 25,250 \text{ (n = 42; r = + 0,721}^{\text{xxx}} \text{)}.$$

Daaruit volgt dat deze sortering pas afwezig is bij een produktieniveau van lager dan 43,9 kg per boom. Een vergelijking met de figuren 4.15 en 4.16 laat zien dat dit produktieniveau op goed ontwaterde veldjes in de meeste jaren duidelijk werd overschreden.

Evenals bij Cox's Orange Pippin lijkt het aandeel kleine appels door de bemesting iets te zijn toegenomen als er niet werd gedund (1977-1979). Dit wijst wederom op een wat lager niveau van de vruchtrui door de bemesting. De verschillen tussen de grondwaterregimes zijn onduidelijk en laten geen conclusies toe. Een invloed van de chemische vrucht-

TABEL 4.24. Percentage appels < 60 mm \emptyset in de bewaarpartijen Golden Delicious, gemiddeld voor de drie stikstoftrappen en voor de grondwaterregimes.

TABLE 4.24. Percentage of Golden Delicious fruit < 60 mm diameter in stored lots as related tot level of N-fertilisation, ground water regime and method of fruit thinning (1979-1980).

Behandeling	1977	1978	1979		1980 (< 65 mm)	
			-carb.	+carb.	handd.	+carb.
0 N	9,7	4,2	20,7	4,0	9,2	5,0
1 N	8,5	5,6	22,7	2,9	9,4	6,4
2 N	10,0	5,9	23,7	4,0	8,1	5,2
40- 40	15,5	4,4	11,5	1,4	9,4	5,5
40- 70	10,0	4,3	23,2	2,8	8,3	5,7
40-100	8,4	6,9	22,8	3,1	6,4	3,3
40-130	8,5	6,5	21,6	8,3	4,1	5,7
70- 70	7,9	3,7	26,9	3,5	8,6	3,9
70-100	8,3	4,4	24,1	4,2	6,6	8,3
70-130	9,5	4,9	26,6	4,1	10,5	3,4
100-100	9,6	6,7	19,6	3,8	9,4	5,0
100-130	9,2	5,6	23,0	2,4	14,8	5,6
130-130	7,5	4,6	21,1	3,4	6,3	9,2
z.infiltr.	9,0	5,4	26,3	3,0	13,5	5,6

dunning in 1979 is wel aanwezig. Dit blijkt ook uit de percentages vruchten groter dan 70 mm: 19,6% en 54,0% respectievelijk voor ongedund en gedund. In 1980 lijkt carbaryl iets meer effect te hebben gehad dan de (te late) handdunning.

4.5.2.2. Schilbruin. Golden Delicious heeft alleen in 1977 wat schilbruin laten zien. In de weken vóór de pluk was het weer droog en vooral in oktober kwamen relatief hoge temperaturen voor. In latere jaren traden geen bewaarziekten op. Naarmate later geplukt was nam het percentage bruin toe. Bij de plukperioden I, II en III (par. 2.5.3.) werd na bewaring respectievelijk 3,8%, 4,3% en 7,3% bruin gevonden. De stikstofbemesting deed het percentage iets afnemen. Deze ervaringen stemmen overeen met die welke elders zijn opgedaan (Anon., 1966): warm, droog weer in de weken vóór de pluk, met gemiddelde maximum temperaturen in september-oktober boven 17 °C, relatief laat plukken en bewaring in gewone koelcellen (vergeleken met bewaring in gascellen) zijn factoren die het schilbruin bevorderen.

5. DISCUSSIE

Het grondwaterstanden-stikstoftrappenproefveld "R 18" zal de geschiedenis in gaan als het grootste, veeljarigste en qua aanleg, uitvoering, exploitatie en wetenschappelijke begeleiding veruit kostbaarste proefveld met vruchtbomen op het gebied van de waterhuishouding en bemesting in ons land. De resultaten hebben grote invloed gehad op de ontwateringsnormen voor de fruitteelt en op de matiging van de stikstofgiften, niet alleen in de IJsselmeerpolders, maar ook daarbuiten. Tussen ± 1963 en 1980 is het gemiddelde stikstofverbruik in de Nederlandse fruitteelt gedaald van gemiddeld ca. 200 tot 76 kg N per ha (onderzoek Centraal Bureau voor Statistiek en Landbouw-Economisch Instituut). Hoewel aanwijzingen voor een relatief lage mestbehoefte in diep wortelende boomgaarden met grasstroken ook in verscheidene proeven elders in ons land zijn gevonden, heeft R 18 dit landelijk lagere stikstofverbruik zeker mede gestimuleerd. De opzet - het realiseren van een breed scala van grondwatersituaties - was uniek en de talloze waarnemingen over vele jaren aan grond, gewas en vruchten zijn een voorbeeld van goede wetenschappelijke begeleiding door gedetailleerde analyse van effecten geweest. Vrijwel alle informatie die er uit te halen viel is er uitgehaald. Het inzicht dat het natuurlijke stikstofleverend vermogen van de grond toen de stikstofmestbehoefte afneemt naarmate de beworteling onder invloed van diepere ontwatering en verbeterde fysische bodemomstandigheden dieper gaat, is richtinggevend geweest voor het onderbouwen van het stikstofbemestingsadvies voor uiteenlopende bodemsituaties elders in ons land. Ook het inzicht dat er bij mulchen van gemaaid gras op boomstroken sprake is van recycling van diverse door het gras opgenomen voedingsstoffen, en dat dit kan leiden tot matiging van het bemestingsniveau in het algemeen, is waardevol geweest.

Toch rijzen bij het afsluiten van dit onderzoek en bij een terugblik op het vele werk dat werd verzet nog enkele vragen en bedenkingen. Deze betreffen de doelstelling, de proefopzet, de interpretatie en de overdraagbaarheid van de proefresultaten en ten slotte de zin van voortzetting over 1977 tot 1980.

Wat de doelstelling betreft: "het vaststellen van ontwateringsnormen voor fruitteelt op jonge, rijpende mariene klei- en zavelgronden"

(Flevobericht 201, p. 11) moet geconstateerd worden dat het onderzoek zich gericht heeft op nogal specifieke bodemsituaties die buiten de IJsselmeerpolders, op oude diep doorwortelbare klei- en zavelgronden op het "oude land", niet of in veel mindere mate worden aangetroffen. De pas drooggelegde polders bestaan uit aanvankelijk nog weinig gerijpte gronden met door afwezigheid van scheuren en macroporiën slecht doorlatende ondergrond, derhalve gering waterbergend vermogen. Overvloedige neerslag veroorzaakt er sterke en te langdurige grondwaterfluctuaties en bijgevolg grote risico's van wortelsterfte door wateroverlast. Ervaringen elders in ons land hebben geleerd dat op slecht ontwaterde percelen schade door wateroverlast (wortelsterfte, dode bomen) zeer overwegend veroorzaakt wordt door overvloedige zomerneerslag (+ juli-september) waardoor te langdurige grondwaterstandsverhogingen in de wortelzone optreden. In extreme mate zijn zulke situaties in de afgelopen 30 jaren eens in de 3 à 4 jaar opgetreden (1954, 1957, 1960, 1965, 1966, 1968, 1974, 1980; Delver, 1978). Vruchtbomen op de jonge poldergronden lopen in dubbel opzicht risico van schade door wateroverlast: in de eerste plaats door het aanvankelijk nog geringe waterbergende vermogen van de ondergrond, in de tweede plaats door het van nature hoge groeिनiveau dat extra hoge eisen stelt aan de zuurstofvoorziening in de wortelzone. Sterk groeiende, matig vruchtdragende bomen zijn verhoogd gevoelig voor schade door wateroverlast (Delver, 1969). Het drainageonderzoek op zulke gronden moet daarom in de eerste plaats (zoals trouwens overal elders) gericht zijn op het zo goed mogelijk elimineren van het risico van te sterke grondwaterfluctuaties (drainafstand, draindiepte). Wat dit aspect betreft heeft R 18 wegens het gedurende de winter- en zomerperiode op zeer constant peil houden van de grondwaterniveaus weinig geleerd. Het is overigens tekenend voor de groeiende inzichten dat normen voor de ontwatering van fruitpercelen in de nieuwe polders al in 1971 werden gepubliceerd, toen R 18 nog slechts enkele produktiejaren had opgeleverd (Segeren en Visser, 1971) en dat deze inzichten in beginsel al eerder bestonden (De Koning en Segeren, 1963). Deze normen zijn aldus geformuleerd: "op opdrachtige tot minstens 1 m bewortelbare klei- en zavelgrond dient de draindiepte midden op de kavel 1,1 m te bedragen. De ontwateringstoestand wordt als goed beschouwd als de grondwaterstand midden tussen de drains bij een afvoer van 10, 5 en 1 mm per etmaal niet ondieper is dan respectievelijk 60, 70 en 95 cm beneden maaiveld". Voor het opstellen van deze normen is vooral gebruik gemaakt van resultaten van

onderzoek elders in proefplekken en in een drainageproefveld. R 18 heeft hierbij in zoverre een rol gespeeld dat de gekozen gemiddelde draaindiepte (1,1 m) waarschijnlijk werd afgeleid uit de grondwatersituatie waarbij niet alleen diepe rijping, scheurvorming en beworteling tot 1 m kon optreden, maar waarbij het grondwater midden tussen de drains, ter hoogte van de boomrijen, tevens vrij diep (+ 1,8 m) kon wegzakken (Flevo-bericht 201, p. 36). Zoals Visser betoogt (Flevobericht 201, p. 153, 267, 270) ontstaat hierdoor een lichte stress-situatie, iets sub-optimaal voor de vegetatieve groei en derhalve bevorderlijk voor de vrucht-dracht, produktie en kwaliteit. De vraag is nu maar of men draineert om het risico van wateroverlast te ontlopen, dan wel om de van nature te sterke vegetatieve groei wat in te perken. Een volgende vraag is dan of dit gunstige effect van groei beperking ook is te verwachten in volgroei-de of dichtere, weinig gesnoeide beplantingen waar het groeiniveau door onderlinge concurrentie tussen de bomen wat lager is. Het aspect van diep ontwateren om de groei te beperken is wel karakteristiek voor de bodemsituatie in deze jonge polder. Op veel gronden elders, met geringe opdrachtigheid of beperkte worteldiepte is juist het ongunstige, vocht-beperkende effect van diep draineren relevant.

Wat R 18 vooral heeft geleerd is, dat de grondwaterstand op deze opdrachtige grond binnen bepaalde grenzen in feite weinig invloed heeft op het produktieniveau zolang deze maar geen fluctuaties gedurende het groeiseizoen vertoont en het effect van stikstofgebrek bij hoge waterstanden (achterblijvende groei) of van stikstofovermaat bij lage standen (te veel groei, lagere vrucht-dracht) maar wordt voorkomen door aangepaste bemesting (vergelijk de tabellen 4.13 en 4.14). Daaruit blijkt het enorme aanpassingsvermogen van het gewas onder risicoloze omstandigheden. Deze bevinding staat uiteraard ver buiten de realiteit van het grondwatergedrag in de praktijk. Het is daarom jammer, achteraf beschouwd, dat het accent van het onderzoek op R 18 niet meer op de effecten van min of meer kortstondige grondwaterfluctuaties, vooral gedurende het groeiseizoen, is komen te vallen, voor welk onderzoek het mid-dendeel van het proefveld was bedoeld (figuur 2.2). Visser heeft de argumenten voor het niet verder benutten van deze mogelijkheid echter uiteengezet (Flevo-bericht 201, p. 17-18).

Wat het effect van de stikstofbemesting in relatie tot het grondwater-regime betreft, een uiterst belangrijk aspect van de proef, moet het worden betreurd dat de rangschikking van de N-trappen systematisch was,

samenvallend met de gevonden richting van het vruchtbaarheidsverloop als gevolg van luwte-effecten door de zuidwestelijke populierenhaag (par. 4.4.3). Zou de plaatsing van de 0-, 1- en 2 N-veldjes statistisch verantwoord hebben plaatsgevonden, dan zou statistische toetsing van de effecten van beide N-giften kunnen zijn uitgevoerd (de toetsing in Flevobericht 201: (2 N + 1 N) : 2 ten opzichte van 0 N, bijlagen 7-12, is niet geheel aanvaardbaar). Het oordeel over het bemestingseffect en mogelijk het bestaan van interacties met het grondwaterregime, beurtjarigheid en de leeftijd van de bomen zou dan wat beter kunnen worden onderbouwd. Uit de tabellen 4.13 en 4.14 komt bv. naar voren dat, hoewel het effect van bemesting in de periode 1969-1976 vergeleken met onbemest bij vrijwel elk grondwaterregime betrouwbaar lijkt, dit in de aansluitende periode 1977-1980 hoogstens nog geldt voor hoge zomerwaterstanden tot 70 cm-mv. Bij dieper ontwateren komt hier en daar zelfs een tendens van opbrengstderving door beide of de hoogste stikstofgift naar voren. Is deze mogelijke interactie toe te schrijven aan het in de eerste periode wel, in de tweede niet meer optreden van beurtjarigheid? Of is in de eerste periode het tijdelijk nog niet geheel, in de tweede het volledig gesloten zijn van de aanplant hiervan de achtergrond? Tijdens de pluk in de jaren 1977-1980 is herhaaldelijk geconstateerd dat de vruchten binnen in de boom uitgesproken klein en slecht gekleurd waren. Het is denkbaar dat bemesting bij sterk groeiende bomen in een (te) gesloten aanplant, op grond met een groot stikstofleverend vermogen, via vergroting van het bladoppervlak lichtgebrek in de hand werkt en daardoor bloemaanleg, vruchtzetting of het uitgroeien van vruchten tegenwerkt. Een vraag is verder hoe de analyse van stikstofeffecten op de vruchtkwaliteit zou zijn uitgevallen als bv. steeds vruchtdunning, minder snoei of op bemeste veldjes later plukken zou zijn toegepast, maatregelen die ook in de praktijk ter beheersing van de vruchtkwaliteit en het boomvolume worden uitgevoerd. Hoe het zij, de analyse van stikstofeffecten in 1977-1980 bevestigt de conclusie van Visser, nl. dat onder vergelijkbare omstandigheden en bij afwezigheid van omstandigheden die beurtjarigheid in de hand werken, bij goede ontwatering de mestbehoefte uiterst gering moet worden geacht, zij het dat deze voor Cox's Orange Pippin bij dalende N-toestand van het gewas iets groter lijkt dan voor Golden Delicious. Het aansturen op een min of meer marginale stikstoftoestand van het gewas ter bevordering van de vruchtkwaliteit, zoals door Visser aanbevolen (Flevobericht 201, p. 280) lijkt bij diepe ontwatering en zeer goede

vochtvoorziening een betrekkelijk veilige maatregel onder voorbehoud dat de N-toestand door bladanalyse en visuele beoordeling voortdurend onder controle blijft en eventueel wordt gecorrigeerd (bijbemesting, ureumbesputtingen).

Het experimenteren met chemische vruchtdunning heeft, mede door de korte duur ervan, weinig voor de praktijk bruikbare informatie opgeleverd. Een interactie tussen het dunnend effect van carbarylbesputting met de stikstoftoestand van het gewas zit er nauwelijks in. Wel is een positieve invloed op vruchtgrootte en- kleur aangetoond, maar deze effecten zijn bekend.

Ten slotte de vraag of de voortzetting van het onderzoek over 1977-1980, gezien de belasting die dit voor de op een afstand opererende afdeling bodemvruchtbaarheid van het proefstation betekende, zinvol is geweest. Wij menen van wel. Het inzicht over de invloed na verscheidene jaren, van het grasstrokensysteem op de bodemvruchtbaarheid in relatie tot de bemesting en de waterhuishouding is belangrijk verdiept. Door de uitgebreide toepassing van de bladanalyse is een duidelijker beeld verkregen over het stikstofleverende vermogen van de grond en de invloed daarvan op het gewas. De relatie N-behoefte en beurtjarigheid kon nader worden onderzocht. Dit heeft het inzicht over de betekenis van de bemesting verdiept. Het bestuderen van gewasreacties bij een van nature hoog, elders zelden aangetroffen groeiniveau werd als bijzonder leerzaam ervaren.

6. SAMENVATTING

In 1964 werd door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders op maagdelijke zavelgrond, kavel R 18 van de in 1957 drooggevalle polder Oostelijke Flevoland, een grondwaterstandenproefveld aangelegd met twee appelrassen, Cox's Orange Pippin en Golden Delicious op de onderstam M.9. De behandelingen bestonden uit 11 combinaties in tweevoud van verschillend winter- (november tot maart) met gelijke of diepere zomerwaterstanden (april tot oktober). De niveaus waren 40, 70, 100 en 130 cm beneden maaiveld, terwijl ook een behandeling zonder infiltratie aanwezig was. De grondwaterstanden werden door middel van drainage, en infiltratie gedurende de betreffende periode, op een constant peil gehouden. Elk grondwaterstandsvak was verdeeld in drie veldjes waarop verschillende stikstofhoeveelheden werden gegeven. Van 1970 tot 1979 waren dit 0-75 of 50 en 150 kg N per ha per jaar. Het laatste proefjaar 1980 werd er niet bemest (tabel 2.2).

Het proefveld had tot doel inzicht te verschaffen in de ontwateringseisen van fruitgewassen op pas ontgonnen IJsselmeerpoldergrond en daarbij tevens het van het grondwaterregime afhankelijk geachte niveau van de stikstofbemesting vast te stellen. De uitvoering en exploitatie van het ca. 5 ha grote proefveld berustte gedurende de gehele periode 1964-1980 bij de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. De wetenschappelijke leiding gedurende 1964-1976 had ing. J. Visser (RIJP). Van 1977 af werd het onderzoek voortgezet en in 1980 beëindigd door de afdeling bodemvruchtbaarheid van het Proefstation voor de Fruitteelt (de door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid gestationeerde onderzoeker).

Over de eerste periode 1964-1976 is door ing. J. Visser uitvoerig gerapporteerd (Flevobericht 201, 291 pp. + bijlagen). Dit rapport behelst de resultaten over de aansluitende vier jaren. In 1977-1979 bleven de stikstofgiften ongewijzigd 0-50 of 150 kg N per ha. In 1980 werd niet bemest. In 1979 en 1980 werd op de hleft van de veldjes chemische vruchtdunning toegepast. In 1980 werden de bomen op de niet met carbaryl bespoten veldjes met de hand gedund.

Nadat het grasstrokensysteem, met mulchen op de boomstrook, gedurende 11 jaar wasa toegepast vond in 1977 uitgebreid en laagsgewijs tot 60 cm diepte **grondonderzoek** plaats (par. 4.1). De pH van deze kalkhoudende

grond was onder de grasbaan iets gedaald ten opzichte van de boomstrook, maar alleen duidelijk bij hoge grondwaterstanden. De gehalten aan koolzure kalk waren onder invloed van zowel de grasbegroeiing als de N-bemesting iets gedaald. In de boomstrook was het organische-stofgehalte lager dan in de grasbaan. De stikstofbemesting had een zwak positieve invloed op dit gehalte en op het gehalte aan N-totaal, zowel in de gras- als in de boomstrook (tabellen 4.1-4.3). De fosfaathuishouding werd uitvoerig bestudeerd (tabellen 4.4-4.8). Naarmate meer stikstof was gegeven en dieper werd ontwaterd was, gemeten aan het gehalte aan P-totaal, meer fosfaat aan de grasstrook onttrokken en via de mulch toegevoegd aan de boomstrook. In de boomstrook was de hoeveelheid gemakkelijk opneembaar fosfaat (P-AL en vooral P_w-getallen) veel groter dan in de grasstrook en dit vooral in de 0-15 cm bovengrond. Het verschil nam toe naarmate er meer was bemest en er dieper was ontwaterd.

Aan de hand van de K-HCl-gehalten, laagsgewijs tot 60 cm diepte, kon ook de kalihuishouding uitvoerig worden bestudeerd (tabel 4.9; figuren 4.1-4.3). Met het gemaaid gras wordt kali van de grasstrook naar de boomstrook verplaatst. De hieruit voortkomende verarming van de grasstrook en de verrijking van de boomstrook waren duidelijker als door N-bemesting en ontwatering meer gras was geproduceerd. In de magnesiumgehalten in de bovengrond (tabel 4.10) kwam geen verplaatsing van magnesium van gras- naar boomstrook naar voren. Wel bleek het proces van fysische rijping van de grond, merkbaar aan een daling van de MgO-gehalten, te zijn versneld door ontwatering, het niet berijden (de boomstrook) en nog iets door de stikstofbemesting. Extreem hoge gehalten kwamen voor in de grasbaan, onbemest, bij een grondwaterstand van 40 cm-mv. gedurende winter en zomer. Hier was ook sprake van structuurberderf door het berijden.

De **bladanalyse** liet een duidelijke invloed zien van de ontwateringsdiepte op de stikstofvoeding (figuren 4.4 en 4.5). Deze was zelfs op de zwaar bemeste veldjes nog iets waarneembaar. Door de sterk negatieve samenhang tussen de N-gehalten en de P- en K-gehalten (figuren 4.6 en 4.7) kon een invloed van de veranderingen in de bodemvruchtbaarheid (verplaatsing van fosfaat en kali van gras- naar boomstrook) op de opname door het gewas niet worden aangetoond. De Ca-gehalten vertoonden een positieve correlatie met het niveau van de scheutgroei (figuur 4.8). Mangaangebrek na de natte zomer van 1977 kwam vooral voor op slecht ontwaterde niet-bemeste veldjes (tabel 4.12).

De **produktie aan vruchten** vertoonde, in tegenstelling tot de voorgaande jaren, vrijwel geen beurtjarigheid meer (figuren 4.9-4.16). Van een duidelijke opbrengstverbetering door stikstofbemesting was alleen nog sprake bij hoge zomerwaterstanden tot 70 cm-mv. Bij diepere ontwatering gaf bemesting geen en soms, vooral bij de hoogste gift, zelfs een lichte opbrengstreductie. Er bestaat een verband tussen de N-toestand van het gewas en beurtjarigheid: naarmate het N-gehalte in het blad daalt neemt de beurtjarigheidsindex toe (figuur 4.18). Naarmate dit gehalte verder daalt, beneden ca. 2,5% N voor Cox's Orange Pippin en 2,3% N voor Golden Delicious, neemt ook het opbrengstverbeterende effect door bemesting toe, bij Cox's wat sterker dan bij Golden Delicious (figuur 4.17). Bij voldoende bemesting was de invloed van de constant gehouden grondwaterstand op de opbrengst zeer gering (tabellen 4.13 en 4.14).

Bij plukken in drie perioden tussen eind september en eind oktober 1977 bleek de **vruchtkleur** van Golden Delicious op goed ontwaterde veldjes minstens even sterk te worden verbeterd door verlating van de pluk met twee weken als door weglaten van de stikstofbemesting. Ook chemische vruchtdunning verbeterde de vruchtkleur waarneembaar. De gunstige invloed van het matigen van de stikstofbemesting op de kleur wordt pas duidelijk zichtbaar bij voor de produktie en de beurtjaargevoeligheid riskant lage N-gehalten in het blad.

Het **vruchtdunnende effect** van carbaryl-bespuitingen leek iets te worden versterkt door een lage N-toestand van het gewas (tabel 4.17; figuur 4.23), maar deze interactie is onder praktijkomstandigheden van geen betekenis. De vruchtdunning had in 1979 wel een positief effect op het vruchtgewicht, vooral bij het zwaar dragende ras Golden Delicious (tabel 4.18).

Bewaaronderzoek liet bij Cox's Orange Pippin in alle vier proefjaren vrij veel stip en zacht zien. Vruchtdunning in 1979 veroorzaakte een lichte toename in de verliezen. Relatief weinig stip en zacht werd aangetroffen in vruchten van de veldjes zonder infiltratie waar de vegetatieve groei iets was getemperd als gevolg van diepe waterstanden in de zomer, + 1,80 m (tabel 4.23). De invloed van de bemesting was gemiddeld iets gunstig. Schilbruin in Golden Delicious in 1977 nam iets toe naarmate later geplukt was en de N-toestand van het gewas lager was.

7. SUMMARY

For the purpose of studying the drainage requirements of apple trees, an experiment was laid out in 1964 on a parcel of land designated R 18 in the polder East Flevoland reclaimed in 1957. The soil was an immature IJssellake bottom, a deep silty clay loam with approx. 20-30% clay, 3% organic matter and 9% lime. The soil profile was slightly stratified in the form of thin layers of sandy deposits. Due to the initial absence of macropores the water storage capacity and permeability were very limited resulting in strong fluctuations of the water table in rainy periods. Also, soil aeration was very poor.

The experiment consisted of 10 duplicate combinations of different constant groundwater tables during the winter (November-March; 40, 70, 100, 130 cm below the soil surface) with constant equal or lower levels during the summer (April-October; 40, 70, 100, 130 cm; table 2.1). The groundwater tables were established and kept constant by tile drainage (4 m apart, between the tree rows) and infiltration at different levels. In one extra treatment with drains at 110 cm depth no infiltration was used. This resulted in a considerable drop of the water table to 180-200 cm under the tree rows in summer. Each groundwater parcel was subdivided into three plots receiving different rates of nitrogen. As from 1970, 0-75 or 50, and 150 kg N was given. In 1980, the last year of the experiment, no fertilizer was applied (table 2.2).

The technical arrangements for the experiment were carried out in 1964. Apple trees, Cox's Orange Pippin and Golden Delicious, both on rootstock M.9, were planted in 1965 spaced 2.5 m apart in the rows with a row width of 4 m. The 5 ha experiment was designed, laid out and maintained by the Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders until its conclusion in 1980. Until 1976, scientific direction was in the hands of ing. J. Visser (RIJP), who reported extensively on the results over 1964-1976 (Visser, 1984). During the period 1977-1980 the experiment was under the direction of the author, Institute for Soil Fertility, stationed at the Experiment Station for Fruit Growing (Wilhelminadorp). The present report contains the results over 1977-1980.

The soil management system was grass in the alleys and mulching of the grass cuttings on the herbicide-treated tree strips. To investigate the effect of lateral displacement of nutrients, **soil testing** was done in 1977, 11 years after commencement of the system. The soil was sampled in layers to a depth of 60 cm, both in the grass strips and the tree strips (4.1). Although the free lime content was high, pH under the grass had dropped slightly compared with the herbicide strip and more so where the water table had been kept high. Organic matter content was lower in the herbicide strip, but in both strips it had increased slightly as a consequence of nitrogen fertilisation (tables 4.1-4.3). Total phosphate contents and fractions soluble in ammonium lactate and water showed that phosphate had been moved from the grass alley to the herbicide strip, and the more so as more grass had been produced due to nitrogen application and deeper soil drainage. Plant-available fractions in the topsoil markedly increased in the tree strip at the expense of the grass strip (tables 4.4-4.8). K soluble in 10% HCl also showed that lateral displacement of potassium took place (table 4.9; figures 4.1-4.3). The enrichment of the tree strip at the expense of the grass strip was promoted by nitrogen fertilisation and deep drainage. Magnesium displacement was not evident, but soil ripening consequent on deep drainage, resulting in improvement of soil structure, aeration, permeability and deeper rooting, was attended with a considerable drop in magnesium content (table 4.10).

Leaf analysis showed higher nitrogen contents as groundwater levels were lower during the summer, indicating enhanced nitrogen mineralisation due to drainage. The effect was even apparent when high dressings of 150 kg N.ha⁻¹ were applied. Lowering the water table during the winter, however, resulted in slightly lower N contents in the leaves, probably as a result of leaching of nitrate mineralised in an earlier period (figures 4.4 and 4.5). There were significant negative correlations of N contents with K and P contents (figures 4.6 and 4.7). Therefore an effect of changes in soil fertility (displacement of P and K) on tree nutrition could not be demonstrated. Calcium in the leaves was positively correlated with growth vigour expressed in shoot lengths (figure 4.8). Manganese deficiency in spur leaves appearing after excessive rainfall in the summer of 1977 was severest in unfertilized plots with a high groundwater level during winter and summer (40-40 cm, table 4.12).

Contrary to 1971-1976, when spring frost induced biennial bearing particularly in nitrogen-deficient trees, **yields** in the following 4 years were high and more regular (figures 4.9-4.16). In the period 1971-1978, indices of biennial bearing ((difference in yield between two years divided by their sum) x 100) were negatively correlated with leaf-N percentages (figure 4.18). During 1969-1976 when the stand on part of the plots was not yet closed nitrogen fertilisation resulted in significantly higher yields at any groundwater level, but in later years positive fertilisation effects were obtained only on plots where the groundwater during the summer was kept at 40-70 cm below the soil surface. At lower levels yields did not respond to fertilisation or even declined (tables 4.13 and 4.14). Leaf-N percentage appears to be a valuable parameter for predicting fertiliser effects: larger yield increments can be expected as N percentages drop below approx. 2.5% for Cox's Orange Pippin and 2.3% for Golden Delicious. The effect of fertilisation is expected to be slightly stronger in Cox's than in Golden Delicious (figure 4.17).

Fruit colour of both cultivars was improved by moderating or omitting nitrogen dressings, but the effect was striking only at low leaf-N percentages, too low to safeguard productivity (figures 4.20 and 4.21). In well-drained Golden Delicious plots, delaying the picking time in October 1977 by two weeks produced an equally favourable effect on fruit colour as omission of nitrogen fertilisation. Chemical fruit thinning with 0.15% carbaryl solutions also slightly improved colour. The effect was comparable to that of lowering N percentages in the leaves by 0.1-0.2%.

Throughout the experimental period until 1979, fruit thinning was omitted so as not to obscure treatment effects. This usually resulted in undersized fruit. In 1979 carbaryl sprayings were introduced on half of the plots. Chemical thinning also improved **fruit weight**, particularly of the high-yielding Golden Delicious (table 4.18). There was a slight tendency towards an interaction between the thinning effect and the nitrogen status of the crop: in nitrogen-deficient trees the carbaryl effect was somewhat stronger. However, under conditions of commercial production this interaction is of no significance (figure 4.23; tables 4.17 and 4.19).

Fruits of both cultivars were stored to assess treatment effects on **keepability**. In all 4 years there were some losses in Cox's Orange

Pippin due to bitter pit and breakdown (table 4.23). Fertilisation was slightly favourable or had little or no effect. Fruit thinning (1979) increased bitter pit. The effect of different constant groundwater levels was not clear, but plots without infiltration tended to develop somewhat less bitter pit and breakdown, probably due to less vigorous growth resulting from the groundwater being very low during the summer (1.8-2.0 m under the tree rows). Superficial scald on the skin of Golden Delicious appeared in 1977 only. It was related to late picking and a low nitrogen status of the crop.

The ultimate conclusion of this extensive long-term experiment is that in newly reclaimed polders drainage on clay soils considered suitable for fruit growing should be deep and intensive to avoid large groundwater fluctuations and to promote deep ripening of the soil and deep rooting. Under these conditions natural nitrogen mineralisation is at a high level. To avoid excessive growth, nitrogen rates should be kept at the lowest possible level, not exceeding approx. 50 kg N.ha⁻¹.

8. LITERATUUR

- Anoniem., 1966. Bruinverkleuring op de vruchtschil. *De Fruitteelt* 56: 911-912.
- Delver, P., 1969. Wateroverlast en het afsterven van vruchtbomen. *De Fruitteelt* 59: 475-477 + 480.
- Delver, P., 1973. Stikstofvoeding, bodembehandeling en stikstofbemesting bij vruchtbomen (appel, peer). *Versl. Landbouwkd. Onderz.* 790, 187 pp.
- Delver, P., 1978. De kunstmatige watervoorziening in Nederlandse boomgaarden. *Inst. Bodemvruchtbaarheid, Nota 60*, 23 pp.
- Delver, P., 1981. Nitrogen requirement of Belle de Boskoop apple trees at different densities grown under dry conditions. *Acta Horticulturae* 114: 57-68,
- Koning, J.C. de en W.A. Segeren, 1963. De ontwatering van fruitteeltgronden in de IJsselmeerpolders. *De Fruitteelt* 53: 1270-1284.
- Rhee, J.A. van, 1959. Windbeschutting van cultuurgewassen, vooral onderzocht voor fruit. *Proefstation voor de Fruitteelt in de vollegrond, Wilhelminadorp, Meded. No. 1*, 66 pp.
- Segeren, W.A. en J. Visser, 1971. Nieuwe normen voor de ontwatering van appelboomgaarden. *Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Van zee tot land* 49: 103-126.
- Sieben, W.H., 1964. Invloed van de ontwateringstoestand op stikstofhuishouding en opbrengst. *Landbouwkd. Tijdschrift* 76: 784-802.
- Tromp, J. and J. Oele, 1972. Shoot growth and mineral composition of leaves and fruits of apples as affected by relative air humidity. *Physiol. Plant.* 27: 253-258.
- Visser, J., 1977. Soil aeration capacity, an index for soil structure, tested against yield and root development of apple trees at various soil treatments and drainage conditions. *Plant Soil* 46: 221-237.
- Visser, J., 1983. De invloed van grondwaterregime en stikstofbemesting op opbrengst en kwaliteit van appels. *Flevobericht* 201, 291 pp.
- Visser, J., 1984. Effect of the groundwater regime and nitrogen fertilizer on the yield and quality of apples. *Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. Van zee tot land* 53, 266 pp.

Visser, J., J. Th. Locher and R. Brouwer, 1971. Effects of aeration and mineral supply on growth and mineral content of shoots and roots of apple trees (var. Golden Delicious on M IX). *Neth. J. Agric. Sci.* 19: 125-137.

Visser, J. en H. Slager, 1974. Invloed van stikstofbemesting op opbrengst, vruchtkwaliteit en smaak bij appels (1, 2, en 3). *De Fruitteelt* 64: 1039-1043, 1056-1059 en 1074-1078.

Visser, J. en H. Slager, 1985. Grondwater, stikstofbemesting en de teelt van appels. *De Fruitteelt* 75: 712-715.

9. BIJLAGEN

BIJLAGE 1. Opbrengst bij Cox's Orange Pippin in kg per boom.

Infiltratie- niveau cm-mv.	Gemidd. 1969-1976	1977 leeftijd 13	1978 14	1979 15 -carb.	1979 15 +carb.	1980 16 -carb.	1980 16 +carb.	Gemidd. 1977-1980 (- + carb.)
0 N								
40- 40	16,9	42,9	27,0	37,0	20,4	31,3	28,5	32,1
40- 70	25,0	50,2	34,9	31,4	38,3	40,8	38,7	39,9
40-100	24,8	48,0	45,2	42,9	34,1	41,5	41,0	43,2
40-130	25,9	53,6	46,5	43,6	33,9	44,0	38,3	45,0
70- 70	25,3	55,0	36,2	40,2	32,0	41,4	35,1	41,4
70-100	26,9	53,0	40,7	39,9	35,8	41,5	40,2	43,1
70-130	26,1	57,2	45,5	45,6	30,4	42,4	32,9	44,6
100-100	25,7	49,7	34,4	34,2	29,7	35,1	37,3	38,1
100-130	28,1	53,4	40,2	33,3	34,3	38,8	37,4	41,4
130-130	29,6	55,5	44,7	49,2	37,8	40,4	42,0	46,2
geen inf.	27,5	53,9	44,1	48,2	41,6	43,1	40,3	46,1
gemiddeld	25,6	52,0	39,9	40,5	33,5	40,0	37,4	41,9
1 N								
40- 40	31,5	62,4	32,3	46,4	33,7	31,7	36,1	42,2
40- 70	32,9	60,3	48,1	43,5	42,4	46,1	42,5	48,9
40-100	28,8	59,3	46,1	42,9	32,8	40,7	39,5	45,8
40-130	29,5	57,5	45,3	35,5	38,0	38,4	40,5	44,8
70- 70	31,7	63,9	43,4	45,9	36,0	47,1	35,7	47,4
70-100	30,8	55,7	44,5	39,4	36,3	39,6	39,1	44,4
70-130	30,7	52,6	44,9	45,0	27,9	42,3	34,2	43,1
100-100	32,7	54,9	43,7	40,4	35,1	37,3	44,2	44,3
100-130	31,1	55,3	44,9	42,1	34,6	41,3	36,9	44,4
130-130	30,7	55,0	44,7	52,9	32,1	34,9	39,1	44,8
geen infilt.	32,4	53,3	46,0	52,8	37,5	45,0	35,2	46,1
gemiddeld	31,2	57,3	44,0	44,3	35,1	40,4	38,5	45,1
2 N								
40- 40	30,2	64,0	43,5	53,4	35,0	36,2	41,6	47,7
40- 70	31,0	56,1	44,2	45,5	36,4	46,2	40,8	46,2
40-100	29,8	56,4	45,1	39,1	35,2	43,2	41,1	45,2
40-130	31,0	53,8	46,8	48,5	36,7	40,5	41,6	46,1
70- 70	32,5	62,6	41,1	40,7	37,3	40,4	36,4	45,3
70-100	32,9	55,7	44,2	46,0	36,8	43,7	37,3	45,5
70-130	30,8	56,6	47,7	44,6	40,2	39,4	38,5	46,4
100-100	31,7	54,9	44,0	41,9	32,5	38,5	40,3	43,9
100-130	31,7	50,5	40,5	35,0	30,3	46,0	38,5	41,5
130-130	32,8	47,9	43,9	44,1	39,2	36,9	38,7	42,8
geen inf.	31,8	48,0	43,3	35,0	39,5	41,0	33,5	41,5
gemiddeld	31,5	55,1	44,0	43,1	36,3	41,1	38,9	44,7

BIJLAGE 2. Opbrengst bij Golden Delicious in kg per boom.

Infiltratie- niveau cm-mv.	Gemidd. 1969-1976	1977 leeftijd 13	1978 14	1979 15 -carb.	1979 15 +carb.	1980 16 -carb.	1980 16 +carb.	Gemidd. 1977-1980 (- + carb.)
0 N								
40- 40	31,7	58,9	25,8	54,3	47,6	50,2	51,8	46,7
40- 70	39,0	65,4	45,5	59,6	45,3	58,3	54,2	54,9
40-100	41,4	65,7	57,8	69,3	48,9	62,2	56,6	60,5
40-130	43,4	62,4	58,5	69,7	43,2	54,2	52,4	57,7
70- 70	42,3	66,0	45,9	64,4	43,4	56,3	43,1	53,9
70-100	44,8	64,2	56,1	65,6	45,3	52,8	48,2	56,6
70-130	45,7	64,0	60,2	70,0	42,0	59,2	49,3	58,6
100-100	43,6	64,6	52,2	62,0	42,7	52,9	51,4	55,3
100-130	46,2	65,2	56,0	72,0	44,7	61,2	52,8	59,1
130-130	46,5	64,2	54,9	70,0	42,4	52,6	54,8	57,3
geen infiltr.	48,9	60,3	56,1	73,5	50,2	56,8	56,6	58,7
gemiddeld	43,0	63,7	51,7	66,4	45,1	56,1	51,9	56,3
1 N								
40- 40	46,4	67,8	46,7	72,8	50,4	56,3	48,4	57,1
40- 70	49,0	67,6	59,9	65,5	47,4	55,8	58,9	60,3
40-100	46,2	64,1	59,8	71,1	44,4	60,2	53,8	59,7
40-130	46,6	59,8	61,9	66,7	47,6	57,4	56,9	59,0
70- 70	48,2	70,9	56,2	67,4	50,5	58,7	49,1	60,0
70-100	48,7	66,5	59,9	61,0	47,1	50,2	52,6	58,0
70-130	47,0	61,1	58,7	67,5	42,1	54,6	48,2	56,5
100-100	47,4	66,7	58,7	66,9	46,5	52,5	53,7	58,8
100-130	47,8	61,7	57,3	69,4	41,9	61,8	52,2	57,9
130-130	48,2	62,5	60,1	70,5	47,2	54,1	56,9	59,2
geen infiltr.	51,2	61,3	56,3	69,8	51,9	56,3	46,6	57,5
gemiddeld	47,9	64,5	57,8	68,1	47,0	56,2	52,5	58,5
2 N								
40- 40	49,2	69,7	63,9	73,9	49,3	63,6	59,8	64,2
40- 70	49,5	64,5	61,1	65,2	48,1	58,5	59,0	60,3
40-100	46,4	65,0	60,5	71,2	48,1	64,6	51,6	60,8
40-130	48,5	62,7	63,1	70,7	45,5	52,7	54,5	59,4
70- 70	48,8	66,5	60,4	74,2	47,6	55,1	48,2	59,9
70-100	48,8	62,0	60,6	61,3	49,6	50,6	53,9	57,6
70-130	48,2	56,8	56,5	66,6	46,3	53,0	47,5	55,0
100-100	47,0	62,7	57,5	64,3	42,2	50,5	49,2	55,8
100-130	48,3	62,6	56,0	62,6	47,9	56,2	50,8	56,8
130-130	49,4	59,0	56,6	67,8	42,7	50,0	55,2	55,9
geen infiltr.	52,2	58,6	54,2	75,2	48,0	57,4	53,4	57,5
gemiddeld	48,7	62,7	59,1	68,5	46,8	55,6	53,0	58,4