

**TIEN JAAR ONDERZOEK  
OP NPK-BEMESTINGSPROEFVELDEN  
MET COX'S ORANGE PIPPIN IN ZEELAND**

**WITH A SUMMARY**

**TEN YEARS OF RESEARCH ON NPK-FERTILIZER EXPERIMENTS  
WITH COX'S ORANGE PIPPIN IN THE PROVINCE  
OF ZEELAND**

**W. G. BEEFTINK, M. KEULS  
EN  
J. BUTIJN**



**CENTRUM VOOR LANDBOUWPUBLIKATIES EN LANDBOUWDOCUMENTATIE**

475.794

# INHOUD

1	INLEIDING. . . . .	1
2	HET BEMESTINGSPROEFVELD TE KRABBENDIJKE . . . . .	2
2.1	Bodemgesteldheid en opzet . . . . .	2
2.2	Proefresultaten . . . . .	5
2.2.1	Invloed van de bemesting op opbrengst en boomgrootte . . . . .	5
2.2.1.1	Invloed van de bemesting op de opbrengst. . . . .	5
2.2.1.2	Correlatie van de boomafmetingen onderling en met de opbrengst. . . . .	8
2.2.1.3	Invloed van de bemesting op boomgrootte en opbrengst . . . . .	9
2.2.2	Grondmonsteronderzoek . . . . .	12
2.2.3	Bladmonsteronderzoek. . . . .	13
2.2.3.1	Invloed van de bemesting op enkele bladgehalten. . . . .	13
2.2.3.2	Correlaties van de bladgehalten onderling en met de opbrengst . . . . .	15
3	HET BEMESTINGSPROEFVELD TE LEWEDORP. . . . .	17
3.1	Bodemgesteldheid en opzet . . . . .	17
3.2	Proefresultaten . . . . .	20
3.2.1	Invloed van de bemesting op opbrengst en boomgrootte . . . . .	20
3.2.1.1	Invloed van de bemesting op de opbrengst. . . . .	20
3.2.1.2	Correlatie van de boomafmetingen onderling en met de opbrengst . . . . .	21
3.2.1.3	Invloed van de bemesting op boomgrootte en opbrengst . . . . .	22
3.2.2	Grondmonsteronderzoek . . . . .	24
3.2.3	Bladmonsteronderzoek. . . . .	24
3.2.3.1	Invloed van de bemesting op enkele bladgehalten. . . . .	24
3.2.3.2	Correlaties van de bladgehalten onderling en met de opbrengst . . . . .	25
4	STATISTISCHE BESCHOUWINGEN . . . . .	28
4.1	Variatiecoëfficiënten in de proeven te Krabbendijk en Lewedorp . . . . .	28
4.1.1	De variatiecoëfficiënten van de proef in Krabbendijk . . . . .	28
4.1.2	De variatiecoëfficiënten van de proef in Lewedorp . . . . .	31
4.2	Enkele opmerkingen betreffende de statistische nauwkeurigheid der besproken proeven . . . . .	32
5	CONCLUSIES . . . . .	36

SAMENVATTING . . . . .	37
SUMMARY. . . . .	38
VERANTWOORDING . . . . .	40
LITERATUUR . . . . .	40

## 1. INLEIDING

In het voorjaar van 1945 en 1948 zijn door de Rijkstuinbouwvoorlichtingsdienst voor Zeeland en Westelijk Noord-Brabant twee NPK-bemestingsproefvelden met appels aangelegd. Het eerste op het bedrijf van L. Th. en Th. A. VOGELAAR te Krabbendijke in het zuidwestelijk gedeelte van de Stroodorpepolder waarvan de grond tot de zwaarste jonge zeekleigronden kan worden gerekend. Het andere proefveld werd aangelegd op het bedrijf van de C.V. 'Oost-Ketelaar' te Lewedorp op een perceel met van ouds dikwijls optredende verdrogingsverschijnselen veroorzaakt door de aard van het bodemprofiel.

Het was de bedoeling met deze proefvelden nadere informatie te krijgen over de behoefte aan enkele van de voornaamste voedingselementen bij appels. Het ras Cox's Orange Pippin op M II was in beide gevallen als proefobject gekozen. De keuze van de uiteenlopende bodemgesteldheid werd bepaald door de overweging, dat het inzicht zou kunnen worden verrijkt wanneer twee van de meest uiteenlopende bodemtypen, waarop in Zeeland fruitteelt wordt bedreven, ten grondslag van de proeven zouden worden genomen.

Uit voorzichtigheidsoverwegingen heeft men echter de kunstmestgiften op de proefvelden, die overigens volgens eenzelfde schema waren opgezet, niet gelijk gemaakt en ook niet constant gehouden. Men verwachtte, dat de lichtere, gemakkelijk verdrogende 'plaatgrond' in Lewedorp een grotere behoefte aan bepaalde voedingselementen zou hebben dan de zware 'schorgrond' van het andere proefveld. Hierdoor zou het proefveld in Lewedorp bij een te geringe bemesting in de aanvang binnen weinig jaren gedeeltelijk een ernstige achteruitgang van de fruitopstand te zien geven, of wel het proefveld in Krabbendijke zou bij te hoge giften in de laagste trap geen resultaten opleveren. Achteraf moet dit worden betreurd, omdat door het prijsgeven van de uniformiteit enige informatie verloren is gegaan. Bovendien moet het door een verstandig proefveldbeleid mogelijk zijn ook voor de fruitteler gevaarlijke experimenten zonder voor hem belangrijke financiële consequenties te volvoeren.

Een gedeelte van de verzamelde gegevens leende zich voor een wiskundige bewerking, nl. de opbrengsten, de boomgroottemetingen en de resultaten van het grond- en bladmonsteronderzoek. Het Centrum voor Landbouwwiskunde te Wageningen voerde deze bewerking uit.

## 2. HET BEMESTINGSPROEFVELD TE KRABBENDIJKE

### 2.1 BODEMGESTELDHEID EN OPZET

De Stroodorpepolder, waarin het proefveld is gelegen, is bedijkt in 1808 en 44 ha groot.

De opslibbing van de bodem in de periode voor de bedijking had plaats vanuit de Oosterschelde, zodat de gronden met het hoogste percentage aan fijn materiaal in het zuidelijk gedeelte van de polder zijn gelegen. Dit verloop is in het proefveld, dat 1,75 ha groot is, duidelijk waarneembaar.

In tabel 1 zijn enkele gegevens van bodemeigenschappen ten tijde van de aanleg van het proefveld weergegeven. Zij geven een indruk van de spreiding, die hier in enkele bodemfactoren aanwezig is. Deze spreiding hangt ten dele samen met het

TABEL 1 Enkele bodemeigenschappen van het proefveld in Krabbendijke ten tijde van de aanleg. Monsterdatum 26-3-1945

Laag cm <i>Layer cm</i>	Afslibbare delen in % <i>% particles</i> < 16 $\mu$	Humus in %	CaCO <sub>3</sub> in %	pH—H <sub>2</sub> O	P-citroen <i>P-citric acid</i>	Kali in 1/1000%
0-20	44-63	2,7-3,4	7,0- 8,3	7,3-7,8	25-59	27-45
20-40	32-60	2,0-3,0	7,5-10,2	7,4-7,8	15-38	13-36

TABEL 1 *Some soil characteristics of the experimental field at Krabbendijke as measured in March 1945*

bovenvermelde verloop in de zwaarte van de grond, uitgedrukt in percentages afslibbare delen. Voor Zeeuwse begrippen was het fosfaat- en kaligehalte aan de lage kant. Vóór de aanleg van de proef is een geringe bemesting met organische mest toegepast.

Een belangrijke factor, die nauw bij de aanleg van een proefveld is betrokken, is de invloed van het windscherm. Ook op dit proefveld is men daaraan niet ontkomen, zoals uit de bespreking van de resultaten zal blijken. Een indruk van de ligging t.o.v. de overheersende windrichting, die west tot zuid is, geeft fig. 1.

Het perceel waarin het proefveld is gelegen, werd in 1942 aangeplant met Cox's Orange Pippin en Glorie van Holland op M II als blijvers in de verhouding 8:1, de laatste als bestuiver van de Cox's. Daartussen als semi-wijkers Jonathan op M IV en als wijkers Cox's Orange Pippin op M IX. De plantafstand der blijvers is 6 x 6 m. Deze zijn aanvankelijk gesnoeid volgens het Modified Leader-systeem, doch daarvan

FIG. 1 Overzicht van de Stroodorpepolder te Krabbendijke met de ligging van het bemestingsproefveld

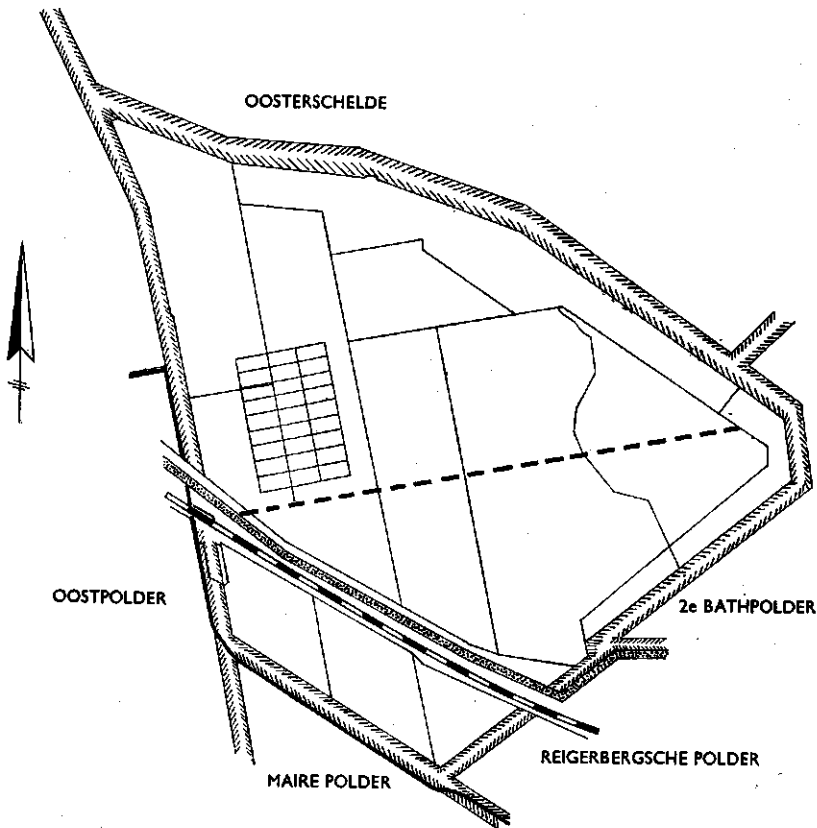


FIG. 1 Situation of the field experiment at Krabbendijke in the Stroodorpepolder

is men later afgeweken. Alleen Cox's Orange Pippin op M II fungeert als proefobject. Het proefveld omvat 27 veldjes, elk van 10 proefbomen. Elke groep van 10 bomen is aan alle zijden omgeven door een rij bufferbomen, eveneens blijvers. Deze staan op de grenzen der veldjes (fig. 2).

De voedingselementen N, P en K zijn elk in drie trappen toegediend, stikstof in de vorm van zwavelzure ammoniak, fosfor als superfosfaat en kali als patentkali. Door wijziging van de inzichten is het bemestingsschema van 1945 tot 1951 enige malen veranderd, met dien verstande echter, dat de veldjes steeds op dezelfde trap van het schema bleven liggen (tabel 2).

FIG. 2 Gedeelte van het plantschema van het proefveld te Krabbendijke met proefbomen en bufferbomen

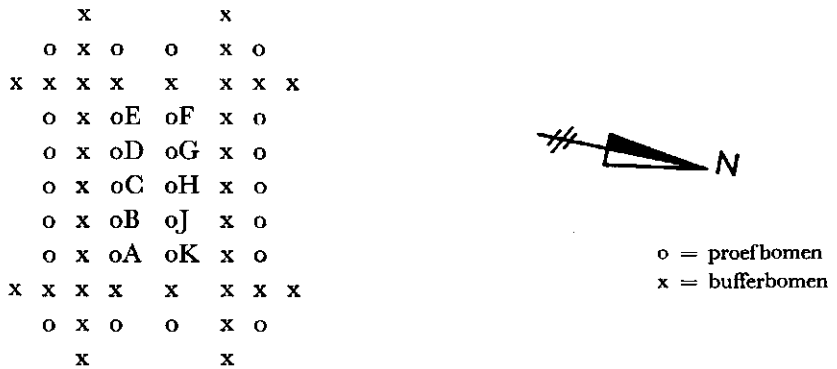


FIG. 2 The system of planting in the Krabbendijke experiment

TABLE 2 Giften van N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O in kg/ha/jaar op het bemestingsproefveld te Krabbendijke

Jaren/ Years	N			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			K <sub>2</sub> O		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2
1945-1947 <sup>1</sup>	40-80-160			34-68-136			75-150-300		
1948	40-80-160			34-68-136			0-75-150		
1949	0-80-160			34-68-136			0-75-150		
1950 en volgende jaren and following years	0-80-160			0-68-136			0-75-150		

TABLE 2 Amounts of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O in kg/ha/year, given in the Krabbendijke fertilizer experiment<sup>2</sup>

De 27 mogelijke combinaties komen in enkelvoud voor. Deze 27 veldjes zijn in drie stroken van negen veldjes ongeveer evenwijdig aan het westelijke windscherm gelegd, zodanig, dat in één strook van elk element afzonderlijk elke trap juist driemaal voorkomt. (fig. 1 en 3).

In verband met de beoordeling van de proefresultaten is het van betekenis te vermelden dat het proefveld in 1947 met witte klaver is ingezaaid. In 1950 was deze groenbemester reeds grotendeels verdrongen door grassen. Dit proces heeft zich in de volgende jaren voortgezet, afhankelijk van de stikstofgiften.

<sup>1</sup> „1945-1947” enz. betekent hier en in het vervolg „1945 tot en met 1947” enz.

<sup>2</sup> 1 ha (= hectare) is 2.47 acres.

FIG. 3 Proefschema vanaf 1950 van het proefveld te Krabbendijke. Giften zuiver N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O in kg/ha/jaar. Het cijfer in de linker bovenhoek is het nummer van het veldje

19 160 0 0	20 0 68 75	21 160 68 150	22 80 0 75	23 0 0 150	24 160 136 75	25 0 136 0	26 80 68 0	27 80 136 150
18 80 136 75	17 160 136 0	16 0 0 75	15 80 0 0	14 80 68 150	13 0 68 0	12 160 0 150	11 160 68 75	10 0 136 150
1 0 0 0	2 160 0 75	3 80 0 150	4 0 68 150	5 80 68 75	6 160 68 0	7 0 136 75	8 80 136 0	9 160 136 150

FIG. 3 Lay-out of the Krabbendijke experiment (3<sup>3</sup>-factorial design). Yearly amounts of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O in kg/ha, given since 1950

## 2.2 PROEFRESULTATEN

### 2.2.1 Invloed van de bemesting op opbrengst en boomgrootte

#### 2.2.1.1 Invloed van de bemesting op de opbrengst

De resultaten van de wiskundige verwerking van de opbrengsten volgens de variantieanalyse zijn in tabel 3 weergegeven. Ter vereenvoudiging zijn de F-waarden vervangen door symbolen. Uit deze tabel kan het volgende worden afgelezen:

Het stikstofeffect is op enkele uitzonderingen na (1950 en 1951) in alle jaren positief lineair, d.w.z. dat een sterkere bemesting een hogere opbrengst, voornamelijk in rechtlijnig verband, tengevolge heeft. Voor enkele jaren is het verband ook kwadratisch betrouwbaar te achten, doch dan negatief, d.w.z. dat de sprong in de opbrengst van N = 0 naar N = 1 groter is dan van N = 1 naar N = 2. De tendens, dat het N-effect van N = 1 ten opzichte van N = 0 groter is dan van N = 2 ten opzichte van N = 1, is bovendien in tabel 4 duidelijk te zien door vergelijking van de kolommen 5 en 6.



TABEL 3 Variantieanalyses van de opbrengsten van de proef te Krabbendijke per jaar en over groepen van jaren. Elke kolom geeft de uitkomsten van één variantieanalyse; het teken en de significantie van de verkregen F-waarden is door symbolen aangeduid. Een effect is significant (resp. zeer significant) indien  $F \geq F_{\alpha}$ ; daarbij is F het bij dat effect berekende variantiequotient bij 1 en 15 vrijheidsgraden en  $F_{\alpha}$  de tabelwaarde bij  $\alpha = 0,05$  (resp.  $\alpha = 0,01$ ), d.i.  $F_{\alpha} = 4.54$  (resp. 8,68)

Factor	Jaar/Year										Groepen van jaren/ Groups of years			
	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1950	1954	1950	1952	
										'53	'56	'56	'55	
N lin.	++	0	(+)	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
N kwadr.	0	0	0	--	--	0	0	(+)	0	--	0	(-)	-	
P lin.	(-)	--	(-)	0	(-)	-	0	0	(-)	--	0	(-)	(-)	
P kwadr.	0	0	+	0	(+)	(+)	0	0	0	(+)	0	0	(+)	
K lin.	(-)	(-)	0	0	-	(-)	0	0	0	(-)	0	(-)	(-)	
K kwadr.	0	(+)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
N lin. × P lin.	(+)	0	0	0	0	0	(+)	(+)	0	(+)	(+)	(+)	0	
N lin. × K lin.	0	++	(-)	0	0	(+)	0	0	0	(+)	0	(+)	0	
P lin. × K lin.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Stroken/Blocks (2 d. f.)	s	s	zs	zs	zs	zs	0	s	zs	zs	0	s	0	

TABLE 3 Variance analyses of yield in the Krabbendijke experiment, yields per year and accumulated per group of years. Each column represents one variance analysis and gives sign and significance (based on F-test at 1 and 15 d.f.) of the linear and quadratic components of the main effects and of the linear interactions

Verklaring der symbolen / explanation of symbols

- negatief en zeer significant effect / negative and highly significant ( $P = 0,01$ )
- negatief en significant effect / negative and significant ( $P = 0,05$ )
- (-) negatief effect / negative and non-significant
- 0 geen effect / no effect ( $F < 1,4$ )
- ++ positief en zeer significant effect / positive and highly significant ( $P = 0,01$ )
- + positief en significant effect / positive and significant ( $P = 0,05$ )
- (+) positief effect / positive and non-significant
- s significant / significant
- zs zeer significant / highly significant

De volgende figuurtjes mogen nog verduidelijken wat bedoeld wordt met een positief resp. negatief lineair, of een positief resp. negatief kwadratisch effect. Vele andere figuren zijn mogelijk door de grootte van de lineaire en kwadratische componenten te variëren.

FIG. 4 Schematische voorstelling van lineaire en kwadratische effecten

N-lin: +	N-lin: -	N-lin: 0	N-lin: +	N-lin: +
N-kwadr: 0	N-kwadr: 0	N-kwadr: -	N-kwadr: -	N-kwadr: +

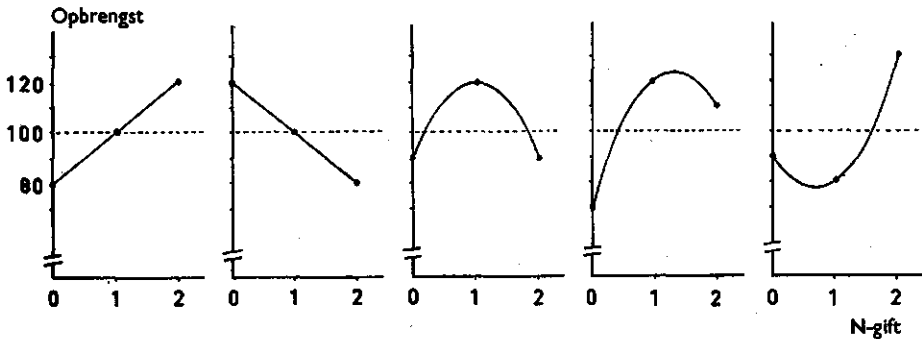


FIG. 4 Illustrative examples of positive or negative linear and quadratic effects of nitrogen (abscissa) on yield (ordinate)

Tabel 4 laat ook zien, dat het effect van  $N = 1$  t.o.v.  $N = 0$  (kolom 6) door de jaren vrij constant was. Het effect op de opbrengst van de hoogste N-gift t.o.v.  $N = 1$  (kolom 5) was in later jaren groter dan in het begin, hetgeen suggereert dat de N-behoefte toeneemt met de leeftijd van de bomen, dan wel met de zich ontwikkelende grasmat. Tenslotte geeft de tabel nog de indruk dat de N-bemesting in de magere jaren effectiever was dan in de jaren met grote opbrengsten, zodat kan worden verondersteld dat een N-bemesting het beurtjareneffect enigszins verzwakt.

Ten aanzien van het fosfaat- en het kali-effect kan geconcludeerd worden, dat zich in de 10-jarige periode van de proef nog geen behoefte aan K of P heeft voorgedaan. Het optreden van gebreksverschijnselen op de nulveldjes is na een eventuele voortzetting van de proef op den duur niet uitgesloten, doch gezien de gehalten aan deze elementen in de bodem voorlopig nog zeer onwaarschijnlijk.

Er was een strokeneffect, waarbij de strook langs het windscherm bijna steeds de hoogste opbrengst gaf. Een significant omgekeerd effect in 1950 en 1954 kan een gevolg zijn van beurtjaren waarbij wellicht in een voor de bomen zeer gevoelige periode een andere windrichting dan de zuidwestelijke overheerste.

TABEL 4 Het stikstofeffect bij de proef te Krabbendijke, uitgedrukt in % meeropbrengst, in de opeenvolgende jaren en in groepen van jaren

Jaar en groepen van jaren/ Year and groups of years	Gemiddelde opbrengst per veldje van 10 bomen/ Mean yield per plot (10 trees)		Stikstof-effect in %/Nitrogen-effect in %		
	kg/veldje kg/plot	kg/ha	$\frac{N_2-N_0}{N_0} \cdot 100$	$\frac{N_2-N_1}{N_1} \cdot 100$	$\frac{N_1-N_0}{N_0} \cdot 100$
			$N_0$	$N_1$	$N_0$
1949	88,6	2461	50	24	21
1950	292,1	8114	4	—1	4,5
1951	149,9	4164	26	4	22
1952	418,4	11622	51	5	44
1953	659,8	18329	12	—10	24
1954	457,5	12708	32	10	20
1955	582,2	16172	54	20	28
1956	323,4	8983	74	61	9
1957	638,1	17725	24	12	11
1950-'53	1520,2	42228	25	—3	29
1952-'55	2117,9	58831	34	5	26
1954-'56	1363,1	37864	54	25	23
1950-'56	2883,3	80092	38	9	26
1949-'57	3610,0	100278	33	10	20

TABLE 4 Nitrogen effect on yield as a percentage increase over  $N_0$ , in subsequent years and (on accumulated yield) per group of years in the Krabbendijke experiment

#### 2.2.1.2 Correlatie van de boomafmetingen onderling en met de opbrengst

Op 8 december 1954 is van elke proefboom de hoogte en de kroondoorsnede gemeten, de laatste zowel in N-Z als in O-W richting. Met 'kroondoorsnede' wordt in het vervolg steeds het gemiddelde van deze twee metingen bedoeld.

We komen nu tot de vraag in hoeverre de grootheden waarin de boomgrootte is uitgedrukt, onderling en met de opbrengst i.c. de totalen over de jaren 1952-1955 correleren. Tabel 5 geeft de correlatiecoëfficiënten van deze betrekkingen. Na eliminatie van de verschillen tussen de veldjes, dus bij beschouwing van slechts de verschillen van boom tot boom binnen de veldjes, blijft er nog een geringe correlatie over (tabel 5, sub. A). De correlatie van de kroondoorsnede met de opbrengst en de boomhoogte is echter nog in een behoorlijke mate betrouwbaar.

Na eliminatie van alleen de behandelings- en strokenverschillen uit de verschillen tussen de totalen per veldje worden voor deze verschillen tussen de veldjes in alle

TABEL 5 Correlatiecoëfficiënten van kroondoorsnede, boomhoogte en de opbrengst in de jaren 1952-1955 van de proef te Krabbendijke

		Boomhoogte Height	Kroondoorsnede Spread
A : verschillen tussen bomen binnen telkens één veldje (243 vr. gr.) <sup>1</sup> / <i>differences between trees within plots (243 d.f.)</i> <sup>2</sup>	opbrengst/yield boomhoogte/height	0,106	0,268*** 0,497**
B <sub>1</sub> : verschillen tussen veldjes na eliminatie van behandelingseffecten (17 vr.gr.)/ <i>differences between plots eliminating treatments (17 d.f.)</i>	opbrengst/yield boomhoogte/height	0,471*	0,606** 0,794**
B <sub>2</sub> : als B <sub>1</sub> , doch partiële correlatiecoëfficiënten (16 vr.gr.)/ <i>as B<sub>1</sub>, partial correlation (16 d.f.)</i>	opbrengst/yield	0,021	0,433(*)

TABLE 5 Correlation coefficients for height and spread of trees (both in 1954) and the accumulated yield over 1952-'55 in the Krabbendijke experiment

gevallen nog duidelijke correlaties gevonden, waarbij ook hier de correlatiecoëfficiënt van de boomhoogte met de opbrengst het geringst is (tabel 5, sub. B<sub>1</sub>). Worden in dit geval de partiële correlatiecoëfficiënten van de boomhoogte en de kroondoorsnede met de opbrengst berekend, d.w.z. na eliminatie van de invloed van kroondoorsnede respectievelijk boomhoogte (tabel 5, sub. B<sub>2</sub>), dan blijkt de boomhoogte niet met de opbrengst te correleren. M.a.w. voor het verklaren van de opbrengstverschillen uit de gegeven boomafmetingen is de kroondoorsnede van de twee de aangewezen maatstaf. Dit verschijnsel zou het gevolg kunnen zijn van een nauwkeuriger meting van de kroondoorsnede. In andere fruitaanplantingen, bijv. een zeer dichte aanplant, is het echter zeer wel mogelijk dat een andere maat, bijv. de hoogte, de voorkeur verdient (PEARCE en BROWN, 1960).

### 2.2.1.3 Invloed van de bemesting op boomgrootte en opbrengst

De stikstofbemesting heeft een duidelijk gunstig effect gehad op de boomafmetingen in het bijzonder op de boomhoogte. Enkele resultaten vindt men in tabel 6.

<sup>1</sup> „vr.gr.” is een in het vervolg steeds gebruikte afkorting voor „vrijheidsgraden”

<sup>2</sup> „d.f.” is the abbreviation of „degrees of freedom”

\*\* zeer significant / highly significant  
\* significant / significant

(\*) bijna significant / nearly significant

TABEL 6 Enkele uitkomsten van variantieanalyses van de boomafmetingen in 1954 op het proefveld te Krabbendijke. Het teken en de significantie der effecten (voor de betekenis der symbolen zie men tabel 3); het proefgemiddelde ( $m$ ) per boom in m; de variatiecoëfficiënten V-‘tussen veldjes’ en V-‘binnen veldjes’ (voor de betekenis zij verwezen naar § 4, p. 29); de gemiddelden per N-bemestingstrap in m

Factor	Tekenen en significantie der effecten <i>Sign and significance of effects</i>	
	Boomhoogte <i>Height</i>	Kroondoorsnede <i>Spread</i>
N lineair	++	(+)
N kwadratisch	—	—
P lineair	(—)	0
K lineair	0	0
N lineair × K lineair	(+)	+
Stroken/Blocks	zs	s
Proefgem. per boom in m/ <i>General mean in m per tree</i>		
Variatiecoëfficiënt V-‘tussen-veldjes’ (10 bomen; 15 vr. gr.)/ <i>Variation coefficient V-‘between plots’ (10 trees; 15 d.f.)</i>	3,9	4,2
Variatiecoëfficiënt V-‘binnen veldjes’ (243 vr. gr.)/ <i>Variation coefficient V-‘within plots’ (243 d.f.)</i>	17,2	23,2
	10,4	11,3
Bemestingstrap/ <i>Nitrogen level</i>		
	Gemiddelde per boom in m <i>Mean value per tree in m</i>	
N <sub>0</sub>	3,6	3,9
N <sub>1</sub>	4,0	4,4
N <sub>2</sub>	4,1	4,2

TABLE 6 *Variance analyses of height and spread of trees (both in 1954) in the Krabbendijke experiment. Sign and significance of effects (explanation in table 3); general mean ( $m$ ) in meters per tree; variation coefficients ( $V$ ) (see § 4, p. 29); mean values per nitrogen level*

De dubbele dosis stikstof gaf geen noemenswaardig groeieffect boven de enkele dosis. P en K werkten niet of zelfs negatief. De positieve interactie van N en K kwam neer op een negatief K-effect bij de laagste N-gift (N<sub>0</sub>). Een duidelijk strokeneffect werd veroorzaakt doordat de grootste bomen langs het windscherm voorkwamen. Bovendien waren er ook standplaatsverschillen die niet in het strokeneffect werden opgevangen, zoals blijkt uit de hoge waarden van de variatiecoëfficiënten V-‘tussen veldjes’ in verhouding tot V-‘binnen veldjes’ (zie ook par. 4).

Na eliminatie door middel van een covariantieanalyse van het effect van de boomafmetingen bleef nog een duidelijk N-effect op de opbrengst over. Het blijkt daarbij, dat de werking van de stikstofbemesting niet alleen in de boomgrootte en langs deze



vergroting van de kroondoorsnede met 10 % volgens deze lijn een opbrengstvermeerdering van 6,5 % ( $b_{yx} = 0,65$  is de helling van de regressielijn).

De getrokken verticale lijnstukken van de regressielijn naar  $N_0$ ,  $N_1$  en  $N_2$  geven de opbrengstvermindering resp. -vermeerdering voor de stikstofbemestingstrappen aan, die uitgaat boven de opbrengstvermindering resp. -vermeerdering als gevolg van het kleiner of groter zijn dan de gemiddelde boomomvang. Hetzelfde geldt voor de verticale lijnstukken van de regressielijn naar  $P_0$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $K_0$ ,  $K_1$  en  $K_2$ .

Het rechtstreeks totale bemestingseffect (dus opbrengstvermeerdering door vergroting van de boomomvang + de opbrengstverhoging die daarboven uitgaat) wordt verkregen door evenwijdig aan de X-as een lijn te trekken door de waarde van de nultrap van de te beschouwen bemesting. Dit is voor de stikstofbemesting gedaan. De verticale lijnstukken  $CN_1$  en  $DN_2$  geven de totale opbrengstvermeerdering als gevolg van resp. de  $N_1$ - en  $N_2$ -gift weer. De lijn door  $N_0$  evenwijdig aan de regressielijn deelt de lijnstukken  $CN_1$  en  $DN_2$  bij resp. A en B elk in twee stukken. Daarvan geven AC en BD de meeropbrengsten weer die het gevolg zijn van het verschil in boomomvang. De lijnstukken  $AN_1$  en  $BN_2$  stellen de meeropbrengsten voor als gevolg van het *directe* N-effect op de opbrengst, uitgaande boven die welke het gevolg zijn van het verschil in boomomvang.

Teneinde ook de betrouwbaarheid van de uitkomsten in beeld te brengen is aan weerszijden van de regressielijn op een afstand van  $2\sigma - \sigma$  is hier een schatting voor de standaardafwijking (= spreiding) van de gemiddelden van 9 veldjes (uitgedrukt in indexcijfers)—een stippellijn aangebracht. Neemt men,  $2\sigma$  als norm, dan blijken de P- en K-trappen zich binnen het normale toevalstraject behorend bij de regressielijn te bevinden. Alleen de stikstofbemestingstrappen blijven daarbuiten. Zelfs bij  $3\sigma$  als norm zouden  $N_0$  en  $N_2$  er buiten blijven. Dit betekent dus dat van de bemestingen alleen het stikstofeffect een betrouwbare meeropbrengst per eenheid van kroondoorsnede heeft opgeleverd.

### 2.2.2 Grondmonsteronderzoek

Teneinde een controle te hebben op de gevolgen van de bemestingen voor het gehalte aan voedingselementen in de bodem, is periodiek van elk veldje een grondmonster genomen en op verschillende eigenschappen door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek geanalyseerd. Dit gebeurde eerst jaarlijks (1945, 1946 en 1947), doch later met tussenpozen van jaren (1949, 1952, 1954 en 1956) en met uitzondering van 1945, steeds in de maanden oktober, november of december. We zullen hier alleen de belangrijkste analyses bespreken, nl. die van het P-citroen- en kaliegehalte. Daartoe zijn zij in twee groepen van jaren samengevat, nl. 1945-1947 en 1949-1956.

De beide groepen van jaren toonden duidelijke strookverschillen, zowel voor  $\text{CaCO}_3$  als voor P-citroen en K. Het ligt voor de hand hierbij een verband te veronderstellen met het percentage afslibbaar van de grond dat evenals het K-gehalte in de richting van het windscherm toeneemt.

De jaargroep 1945-1947 gaf geen noemenswaardig verschil tussen de bemestings-trappen te zien. De afwezigheid van onbemeste veldjes tot 1948 had tot gevolg, dat de bemestingsverschillen onvoldoende waren om toen reeds merkbare verschillen in deze bodemgehalten op te leveren.

Voor de jaargroep 1949-1956 was er een duidelijk effect van P op P-citroen en van K op K 1/1000 %. Tabel 7 geeft enige uitkomsten.

TABEL 7 Enige uitkomsten van variantieanalysen van de bodemgehalten in de laag van 0-20 cm over de jaargroepen 1945-1947 en 1949-1956 (proef te Krabbendijke)

Links: Proefgemiddelden  $m$  en variatiecoëfficiënten  $V$  (15 vr.gr.) van de gehalten der veldjes. (Voor de betekenis van  $V$  wordt verwezen naar § 4)

Rechts: Gemiddelden per bemestingstrap voor de significante effecten, nl. van de P-bemesting op het P-citroencijfer, en van de K-bemesting op het K-gehalte, beide over de jaargroep 1949-1956

	Jaargroep <i>Group of years</i>				Jaargroep/ <i>Group of years</i> 1949-1956			
	1945-1947		1949-1956		P bemest- ting P level $P_0$	P-citroen <i>P-citric acid</i> $P_1$ $P_2$	$K_2O$ bemesting $K_0$ $K_1$ $K_2$	K 1/1000%
	$m$	$V$	$m$	$V$				
P-citroen <i>P-citric acid</i>	42	13,4	56	12,5		46		53
K 1/1000 %	42	8,8	58	8,4		55		57
$\text{CaCO}_3$ %	8	3,5	7	5,8		64		63

TABLE 7 Variance analyses of some mineral constituents in the soil in the layer 0-20 cm for two groups of years in the Krabbendijke experiment

Left: general mean ( $m$ ) and variation coefficient (15 d.f.) of minerals per plot

Right: means per fertilizer level for the significant effects, i.e. of  $P_2O_5$  on P-citric acid, and of  $K_2O$  on potash content

### 2.2.3 Bladmonsteronderzoek

#### 2.2.3.1 Invloed van de bemesting op enkele bladgehalten

Met het verzamelen van bladmonsters is in 1950 een aanvang gemaakt. Sindsdien is jaarlijks in juli of augustus een mengmonster genomen van de vier bomen in het N.O. deel van elk der veldjes (de bomen A, B, J en K in fig. 2). Ook hier zijn de gegevens per groep van jaren samengevat, nl. voor 1950-1952 en voor 1954-1956. In de jaren 1950-1952 zijn de bladstelen in verse toestand geëxtraheerd en het analysesresultaat



uitgedrukt in d.p.m. Bij de monsters van de jaren 1954-1956 werd het gehele blad geëxtraheerd na tot droge stof te zijn teruggebracht en zijn de uitkomsten uitgedrukt in mgmol/100 g of mgaeq/100 g droge stof. De analyses zijn uitgevoerd op het Proefstation voor de Fruitteelt in de Volle Grond te Wilhelminadorp ten dele met de Morgan-Venema-methode. Aangezien dus het uitgangsmateriaal niet hetzelfde was, zijn de beide groepen van jaren in hun absolute cijfers niet vergelijkbaar. De tabellen 8 en 10 geven enkele uitkomsten.

TABEL 8 Enkele uitkomsten van variantieanalyses van de bladgehalten op het proefveld te Krabbendijke gemiddeld per groep van jaren. Het teken en de significantie der effecten (voor de betekenis van de symbolen zij verwezen naar tabel 3); de variatiecoëfficiënt (V) en de proefgemiddelden (m); de gemiddelden per veldje voor de drie N-bemestingstrappen

Factor	1950-1952			1954-1956			
	P-blad <i>P-leaf</i>	K-blad <i>K-leaf</i>	Mg-blad <i>Mg-leaf</i>	N-blad <i>N-leaf</i>	P-blad <i>P-leaf</i>	K-blad <i>K-leaf</i>	Mg-blad <i>Mg-leaf</i>
	Teken en significantie/Sign and significance						
N	--	--	+	++	--	--	+
P	0	(-)	(+)	0	0	0	(-)
K	0	0	(-)	0	0	0	(-)
Stroken/Blocks	s	0	zs	0	0	0	0
V	31,9	13,5	5,9	4,7	14,2	7,9	8,0
m	4,6	178	16	133	9,1	41	22
Bemestingstrap	Gemiddelde/Mean						
<i>N-level</i>							
N <sub>0</sub>	6,5	191	16	127	11,4	45	21
N <sub>1</sub>	4,0	177	16	132	8,6	41	21
N <sub>2</sub>	3,2	165	17	142	7,5	37	23

TABLE 8 Variance analyses of some mineral constituents in the leaves, averaged per group of years in the Krabbendijke experiment. Sign and significance of main effects (explanation in table 3); general mean and variation coefficient (18 d.f.); means per nitrogen level

De stikstofbemesting had een zeer duidelijk en aanzienlijk negatief effect op P-blad en een kleiner, maar nog duidelijk, negatief effect op K-blad. Een duidelijke positieve invloed van de stikstofbemesting op het N-gehalte van het blad was te verwachten en wordt hier ook in de cijfers gedemonstreerd. De fosfaat- en kali-bemesting hebben geen effect op het P- en K-gehalte van het blad gehad. Merkwaardig is het duidelijke strokeneffect bij Mg-blad in 1950-1952, waarbij in de strook langs het windscherm het minste Mg in het blad aanwezig was. Het is aannemelijk, dat het hogere K-ge-

halte van de grond in deze strook antagonistisch op de opname van Mg heeft gewerkt. Vooral in de jeugd van de bomen en bij lage opbrengsten is dit effect te verwachten.

Deze uitkomsten zijn in het algemeen in overeenstemming met de ervaringen van andere auteurs. Voor literatuuropgave zie BUTIJN (1961).

### 2.2.3.2 Correlaties van de bladgehalten onderling en met de opbrengst

Tabel 9 geeft een overzicht van de correlatiecoëfficiënten van de bladgehalten onderling en met de opbrengst, berekend uit de kwadraat- en produktsommen der 27 veldjes na eliminatie van de hoofdeffecten N, P en K en stroken, d.i. uit 18 vrijheidsgraden.

TABEL 9 Correlatiecoëfficiënten van de bladgehalten onderling en met de opbrengst in de periode 1954-1956

	N-blad <i>N-leaf</i>	P-blad <i>P-leaf</i>	K-blad <i>K-leaf</i>	Mg-blad <i>Mg-leaf</i>
Opbrengst/ <i>Yield</i>	0,464* <sup>1</sup>	-0,191	-0,519*	0,473*
N-blad/ <i>N-leaf</i>		-0,163	-0,466*	0,058
P-blad/ <i>P-leaf</i>	$r_{17; 0,05} = 0,455$		0,586**	-0,062
K-blad/ <i>K-leaf</i>	$r_{17; 0,01} = 0,575$			-0,469*

TABLE 9 Correlation coefficients for some minerals in the leaves and (accumulated) yield over 1954-'56 in the Krabbendijke experiment

Uit deze tabel komen enkele duidelijke correlaties naar voren. Vooreerst gaat een hoge opbrengst samen met een hoger N- en Mg-gehalte in het blad, doch met een lager K-gehalte. Dit duidt op een antagonisme tussen N en K en tussen Mg en K, hetgeen ook uit de betreffende correlatiecoëfficiënten blijkt. P-blad vertoont geen samenhang met de opbrengst. Een zeer duidelijk positief verband tussen P- en K-blad gaat samen met negatieve correlaties tussen de N- en P-gehalten resp. de N- en K-gehalten.

Bovengenoemde correlaties worden in fig. 6 nog eens schematisch weergegeven. Een getrokken lijn stelt een positieve correlatie voor en een gebroken lijn een negatieve correlatie. De dikte der lijn geeft de grootte van de correlatiecoëfficiënt weer; hoe dikker de lijn is, des te sterker de correlatie. Daarnaast is nog de invloed van de stikstofbemesting door een pijl aangeduid, waarbij de gebroken lijnen weer een negatieve invloed voorstellen. Het schema laat duidelijk zien, dat er bij dit proefveld twee tegengesteld werkende factorencomplexen zijn: Enerzijds P-blad en K-blad, anderzijds N-blad, Mg-blad en opbrengst. De onderlinge correlatie binnen deze factorencomplexen is positief. De werking van de stikstofgift blijkt geheel parallel te

<sup>1</sup> Zie noot 3 op pag. 9/See footnote 3, page 9

FIG. 6 Schematische voorstelling van de correlaties van de bladgehalten onderling en met de opbrengst, alsmede de invloed van de stikstofbemesting

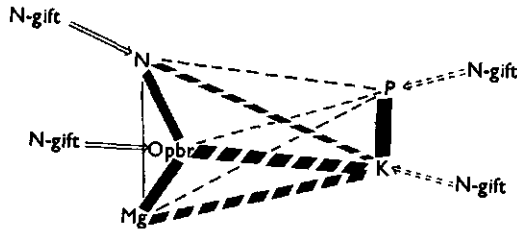


FIG. 6 Diagram illustrating correlations among mineral contents in the leaves, yield and nitrogen level in the Krabbendijke experiment. Broken lines represent negative correlation, full lines positive correlation; thicker lines represent higher correlation. The effects of Nitrogen-gifts are depicted by arrows

lopen met N-blad, d.w.z. een positief effect op de opbrengst en een negatief effect op P- en K-blad. Ook deze relaties zijn in overeenstemming met de ervaringen van de meeste andere auteurs. Enkele uitkomsten van afzonderlijke jaren worden nog in tabel 10 samengevat.

TABEL 10 Boven: Enkele gemiddelde bladgehalten bij de proef te Krabbendijke in de jaren 1954-'55-'56. Onder: Gemiddelde waarden van P-blad voor enkele bemestingstrappen

	Proefgemiddelden General means		
	1954	1955	1956
Opbrengst in kg/boom/ Yield in kg/tree	45,8	58,2	32,3
N-blad/N-leaf	134	135	131
K-blad/K-leaf	37	43	45
Mg-blad/Mg-leaf	22	21	22
P-blad/P-leaf	8,3	9,6	9,5

Bemestingstrap Fertilizer level	P-blad gemiddelden Mean P-leaf		
	1954	1955	1956
N <sub>0</sub>	9,7	12,8	11,6
N <sub>2</sub>	7,4	7,5	7,6
P <sub>0</sub>	8,6	10,1	9,5
P <sub>2</sub>	8,1	10,4	9,7
K <sub>0</sub>	8,3	9,3	10,1
K <sub>2</sub>	7,9	9,6	8,6

TABLE 10 Minerals in the leaves, and yield in separate years in the Krabbendijke experiment  
Above: General means Under: Means of P-leaf for extreme fertilizer levels

### 3. HET BEMESTINGSPROEFVELD TE LEWEDORP

#### 3.1 BODEMGESTELDHEID EN OPZET

Het perceel van het bedrijf C.V. 'Oost-Ketelaar' waarop het proefveld is gelegen, wordt wel aangeduid als 'De Oven'. Waarschijnlijk houdt deze naam verband met de droogteverschijnselen die in deze omgeving in warme zomers met weinig neerslag veelvuldig kunnen worden waargenomen. Deze verschijnselen staan in nauwe betrekking met de opbouw van het bodemprofiel. De bodem kan nl. worden beschouwd als een zandplaat waarop ten tijde van de inpoldering in 1612 nog slechts een dunne zavel laag was afgezet. De daarmee samenhangende ondiepe beworteling van de bomen heeft een slechte watervoorziening tot gevolg. Het profiel ziet er ongeveer als volgt uit:

- 0-22 cm donkergrijze, humusarme zavel (27 % afslibbaar) van kruimelige structuur
- 22-45 cm iets lichter gekleurde zavelige overgangslaag (22 % afslibbaar) met enkele roestvlekken
- 45- cm vrij grof zand (6 % afslibbaar), rijk aan glauconiet, met enkele roestvlekken en plaatselijk slibbandjes.

De begrenzing tussen de genoemde horizonten is niet scherp, voornamelijk tengevolge van de diepe grondbewerking, die vóór het planten van de bomen plaats had. Het zaveldek is dus 40-45 cm dik en rust op een slibarme, grofzandige ondergrond. De beworteling blijft tot de zavelagen beperkt. GOEDEWAAGEN c.s. (1955) hebben dergelijke toestanden uitvoerig beschreven. De waterhuishouding, die door deze profielopbouw ongunstig wordt beïnvloed, ondervindt nog een verslechtering door de althans in de zomer vrij lage grondwaterstanden ( $\pm 2$  m onder het maaiveld). De vruchtbomen zijn in die periode zo goed als geheel aangewezen op het water dat in het zaveldek blijft hangen, zodat ze zeer dankbaar zijn voor af en toe een buitje regen.

Plaatselijk voorkomende slibbandjes in het zand hebben voor de waterhuishouding een grote betekenis, aangezien zij het doorwortelbare profiel in niet onbelangrijke mate kunnen verdiepen. De droogtegevoeligheid van de bomen kan daardoor plaatselijk minder zijn.

Vóór en tijdens de aanleg van de proef is het perceel herhaalde malen met grote hoeveelheden organische meststoffen behandeld.

Met het oog op de ongunstige watervoorziening is ieder jaar de begroeiing van de grond zorgvuldig verwijderd. Slechts in dit opzicht onbelangrijke onkruiden, zoals muur (*Stellaria media*), kregen de gelegenheid zich te ontwikkelen.

In tabel 11 zijn verder enkele bodemeigenschappen ten tijde van de aanleg van het proefveld weergegeven.

TABEL 11 Enkele bodemeigenschappen van het proefveld te Lewedorp ten tijde van de aanleg. Monsterdatum 24/10/1947

Laag in cm <i>Layer in cm</i>	Afslibbare delen in % <i>% particles</i> <16 $\mu$	Humus in %	CaCO in %	pH-H <sub>2</sub> O	P- citroen <i>P-citric acid</i>	Kali in 1/1000 %
0-20	20-30	1,6-2,0	3,4-5,5	7,6-7,9	44-80	32-55
20-40	17-36	0,7-1,4	3,6-7,5	7,2-7,9	14-45	12-30

TABLE 11 *Some soil characteristics of the Lewedorp experiment as measured in October 1947*

Het perceel werd in 1938 aangeplant met Cox's Orange Pippin op M II en Jonathan op Zaailling als blijvers, Jonathan op M II als semi-wijkers en Cox's Orange Pippin en Goudreinette op M IX als wijkers. De plantafstand der blijvers is 8 x 8 m. De proefveldjes zijn ingericht op de blijverbepanting. Elk veldje bevat 8 bomen<sup>n</sup>, waaronder 6 Cox's Orange Pippin en 2 Jonathan. Elke groep van 8 bomen is aan alle zijden omgeven door een rij bufferbomen, eveneens blijvers. Deze staan op de grenzen der veldjes. Alleen de 6 Cox's Orange Pippin op M II worden hier in beschouwing genomen.

In tegenstelling tot het andere proefveld is dit tegen het oostelijk windscherm aan gelegen (fig. 7). Dit betekent dat een eventueel strokeneffect zich waarschijnlijk geheel anders zal uiten, temeer ook omdat hier niet van een verloop in bodemeigenschappen, met name in de korrelgrootteverdeling, kan worden gesproken zoals in Krabbendijke het geval was.

De voedingselementen N, P en K worden elk in drie trappen toegediend, stikstof als zwavelzure ammoniak, fosfor als superfosfaat 17 % en kali tot en met het seizoen 1950/'51 in de vorm van patentkali, daarna als kalizout 40 %. Het bemestingschema is hier slechts éénmaal gewijzigd (tabel 12).

TABEL 12 Giften N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O in kg/ha/jaar op het bemestingsproefveld te Lewedorp

Jaren/ <i>Years</i>	N			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			K <sub>2</sub> O		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2
1948 t/m 1950	60-120-240			51-102-204			100-200-400		
1951 en volgende jaren <i>1951 and following years</i>	50-100-150			0- 40- 80			100-200-300		

TABLE 12 *Amounts of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O in kg/ha/year, given in the Lewedorp fertilizer experiment*

FIG. 7 Ligging van het proefveld te Lewedorp

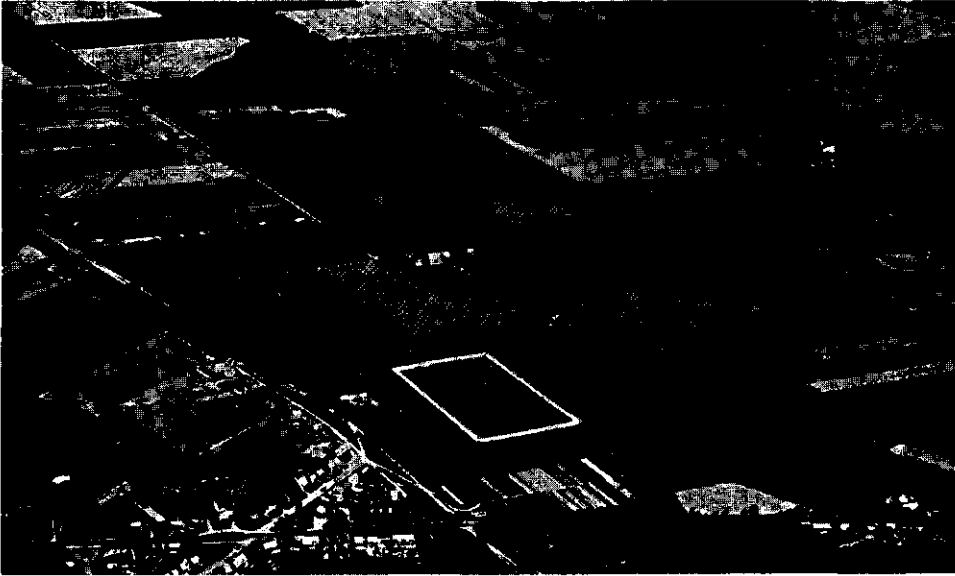


FIG. 7 Situation of the fertilizer experiment at Lewedorp

Foto KLM Aerocarto N.V

De opzet van de proef is verder gelijk aan die van Krabbendijke. De 27 mogelijke combinaties komen hier dus ook in enkelvoud voor en zijn gerangschikt in drie stroken van negen veldjes (fig. 8).

FIG. 8 Proefschema vanaf 1951 van het proefveld te Lewedorp. Giften zuiver N,  $P_2O_5$  en  $K_2O$  in kg/ha/jaar. Het cijfer in de linker bovenhoek is het nummer van het veldje

19 150 0 100	20 50 40 200	21 150 40 300	22 100 0 200	23 50 0 300	24 150 80 200	25 50 80 100	26 100 40 100	27 100 80 300
18 100 80 200	17 150 80 100	16 50 0 200	15 100 0 100	14 100 40 300	13 50 40 100	12 150 0 300	11 150 40 200	10 50 80 300
1 50 0 100	2 150 0 200	3 100 0 300	4 50 40 300	5 100 40 200	6 150 40 100	7 50 80 200	8 100 80 100	9 150 80 300

FIG. 8 Lay-out of the Lewedorp experiment ( $3^3$ -factorial design). Yearly amounts of N,  $P_2O_5$  and  $K_2O$  in kg/ha, given since 1951

## 3.2 PROEFRESULTATEN

## 3.2.1 Invloed van de bemesting op opbrengst en boomgrootte

3.2.1.1 *Invloed van de bemesting op de opbrengst*

Teneinde de invloed van de bemestingstrappen op de opbrengst te kunnen vaststellen, zijn wederom variantieanalyses uitgevoerd. Het resultaat daarvan is neergelegd in een vereenvoudigde F-waardentabel (tabel 13).

TABLE 13 Variantieanalyses van de opbrengsten per jaar en per groep van jaren van het proefveld te Lewedorp. Het teken en de significantie der effecten. (Voor een verklaring der symbolen, zie tabel 3)

Factor	Jaar/ <i>Year</i>								Groepen van jaren <i>Groups of years</i>			
	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	'50-'53	'54-'56	'50-'56	
N lin.	(—)	0	0	(—)	(—)	(—)	—	(—)	(—)	(—)	(—)	
N kwadr.	0	(+)	0	0	0	0	(+)	0	0	0	0	
P lin.	(—)	(+)	0	0	0	0	--	0	0	0	0	
P kwadr.	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+	++	0	+	(+)	+	
K lin.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Stroken lin.	zs	s	s	zs	(s)	(s)	(s)	0	zs	0	(s)	
<i>Blocks</i>												

TABLE 13 *Variance analyses of yield in the Lewedorp experiment, yields yearly and accumulated per group of years. Sign and significance of the effects (explanation in table 3)*

De lineaire component van het stikstofeffect is over de afzonderlijke jaren en de groepen van jaren zo goed als steeds negatief, d.w.z. dat de opbrengst van het N = 2-object over het algemeen kleiner is dan die van het N = 0-object. Deze tendens was echter alleen in 1955 duidelijk (= significant). Bij de kwadratische component is geen tendens in de een of andere richting te bespeuren.

De lineaire component van het fosfaat-effect is zwak, meest negatief en ook alleen in 1955 duidelijk. De kwadratische component is in enkele gevallen duidelijk tot zeer duidelijk en positief, hetgeen wil zeggen dat de sprong in de opbrengst van P = 0 naar P = 1 kleiner is dan van P = 1 naar P = 2.

Het kali-effect komt nergens enigszins duidelijk naar voren. Het strokeneffect is in de jaren 1949-1953 duidelijk tot zeer duidelijk, daarbij had de strook die het verst van het oostelijk windscherm is gelegen, de hoogste opbrengsten. In de volgende jaren is dit effect geleidelijk geheel verdwenen. Het is daarom niet waarschijnlijk dat hier van enig windschermeffect sprake is.

Ter vergelijking met de proef in Krabbendijke (tabel 4) diene, dat over de jaren 1950-1956 de opbrengst in totaal 311 kg gemiddeld per boom d.i. 48700 kg/ha bedroeg.

### 3.2.1.2 *Correlatie van de boomafmetingen onderling en met de opbrengst*

De hoogte van de proefbomen en de doorsnede van de kronen zijn op 12 november 1954 opgemeten, op dezelfde wijze als bij de proef in Krabbendijke. De correlaties tussen boomhoogte, kroondoorsnede en opbrengst zijn in tabel 14 weergegeven.

TABEL 14 Correlatiecoëfficiënten van kroondoorsnede, boomhoogte en opbrengst in de jaren 1954-1956 in de proef te Lewedorp

		Boomhoogte <i>Height</i>	Kroondoorsnede <i>Spread</i>
A: verschillen tussen bomen binnen telkens één veldje (135 v.gr.)/ <i>differences between trees within plots (135 d.f.)</i>	opbrengst/yield	0,273** <sup>1</sup>	0,363**
	boomhoogte/height		0,684**
B <sub>1</sub> : verschillen tussen veldjes na eliminatie van behandelingseffecten (17 vr.gr.)/ <i>differences between plots eliminating treatments (17 d.f.)</i>	opbrengst/yield	0,688**	0,805**
	boomhoogte/height		0,892**
B <sub>2</sub> : als B <sub>1</sub> , doch partiële correlatiecoëfficiënten (16 vr.gr.)/ <i>as B<sub>1</sub>, partial correlation (16 d.f.)</i>	opbrengst/yield	-0,132	0,582*

TABLE 14 *Correlation coefficients of height and spread of trees (both in 1954) and of accumulated yield over 1952-'55 in the Lewedorp experiment*

Onder A staan correlatiecoëfficiënten tussen de afmetingen boom voor boom na eliminatie van alle veldjesverschillen, zodat dus alleen de verschillen tussen de bomen van telkens één veldje overblijven. Ondanks deze eliminatie blijven de correlaties nog zeer duidelijk.

Onder B zijn hiervan onafhankelijke correlatiecoëfficiënten berekend uit de verschillen tussen de veldjes onderling na eliminatie van de behandlings- en strokenverschillen (18 vr. gr.) (tabel 14 B<sub>1</sub>). Hierbij zijn uit de verschillen tussen de veldjes alleen de hoofdeffecten en strokenverschillen geëlimineerd, zodat 18 vrijheidsgraden overblijven. Ook deze zijn zeer duidelijk ondanks het geringe aantal vrijheidsgraden. Evenals bij de vorige proef blijkt echter ook hier de correlatiecoëfficiënt

<sup>1</sup> Zie noot 3 op pag. 9/See footnote 3, page 9



van de boomhoogte met de opbrengst het geringst te zijn. Deze tendens komt ook duidelijk tot uiting na berekening van de partiële correlatiecoëfficiënten (tabel 14 B<sub>2</sub>), waarbij dan blijkt dat de boomhoogte in deze proef naast de kroondoorsnede geen noemenswaardige 'eigen' bijdrage geeft in de correlatie van boomafmetingen met opbrengsten.

### 3.2.1.3 Inloed van de bemesting op boomgrootte en opbrengst

De bemestingen hadden geen of zelfs een negatief effect op de boomafmetingen zoals blijkt uit tabel 15.

TABEL 15 Enkele uitkomsten van de variantieanalyses van de boomafmetingen in 1954 op het proefveld te Lewedorp.

Het teken en de significantie der effecten (voor de betekenis der symbolen zie men tabel 3); het proefgemiddelde (m) per boom in m; de variatiecoëfficiënten V - 'tussen veldjes' en V - 'binnen veldjes' (voor de betekenis zie men § 4); de gemiddelden per N-bemestingstrap

Factor	Tekens en significantie der effecten <i>Sign and significance of effects</i>	
	Boomhoogte <i>Height</i>	Kroondoorsnede <i>Spread</i>
N lineair	(—)	(—)
N kwadratisch	0	(+)
P lineair	(—)	0
K lineair	0	0
N lineair x K lineair	0	(+)
Stroken/Blocks	0	0
Proefgem. per boom in m/ <i>General mean m per tree</i>	2,73	1,63
Variatiecoëfficiënt V - 'tussen-veldjes' (6 bomen; 15 vr.gr.)/ <i>Variation coefficient V -</i> <i>'between plots' (6 trees; 15 d.f.)</i>	32,5	27,7
Variatiecoëfficiënt V - 'binnen-veldjes' (243 vr.gr.) <i>Variation coefficient V - 'within plots' (243 d.f.)</i>	11,5	13,3
Bemestingstrap/ <i>Nitrogen level</i>	Gemiddelde per boom in m <i>Mean value per tree in m</i>	
N <sub>0</sub>	2,84	1,74
N <sub>1</sub>	2,69	1,57
N <sub>2</sub>	2,67	1,57

TABLE 15 *Variance analyses of height and spread of trees (both in 1954) in the Lewedorp experiment. Sign and significance of effects (explanation in table 3); general mean (m) in meters per tree; variation coefficients (V) (see § 4); mean values per nitrogen level*

Uit de gemiddelden blijkt de slechte ontwikkeling der bomen. De heterogeniteit van het proefveld (grote standplaatsverschillen) wordt geïllustreerd door het grote verschil tussen de variatiecoëfficiënten berekend als V-‘tussen veldjes’ resp. V-‘binnen veldjes’ (zie par. 4).

Een covariantieanalyse van de opbrengsten over de jaren 1954-1956 op de kroondoorsnede leverde ook na correctie geen effecten van N, P, K of stroken op. De F-toets gaf in alle gevallen F-waarden kleiner dan 1.

Op dezelfde wijze als bij de vorige proef is in fig. 9 nogmaals gedemonstreerd op welke wijze de opbrengst samenhangt met de kroondoorsnede en de bemesting en welke betrouwbaarheid de uitkomsten bieden. De effecten van de bemesting uitgaande boven de meeropbrengsten die kunnen worden verwacht door de verschillen in de kroondoorsnede (regressielijn), zijn gering en vallen alle binnen de strook van

FIG. 9 Invloed van de bemesting op de opbrengst en de kroondoorsnede

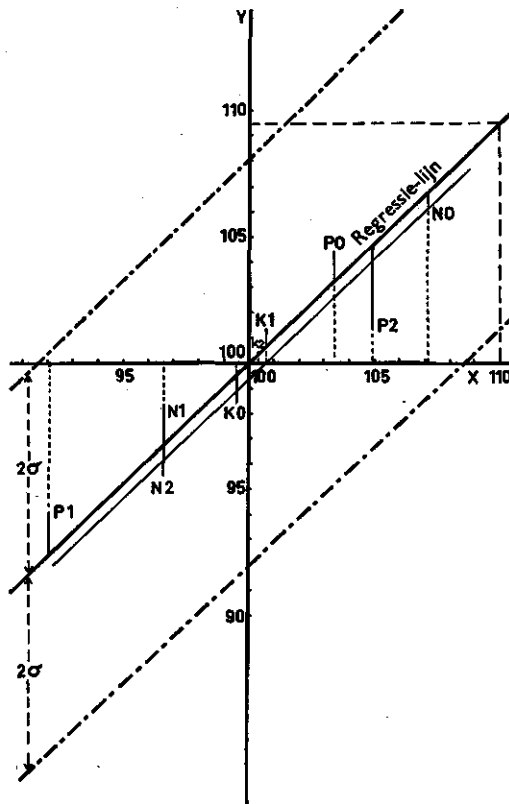


FIG. 9 Effect of fertilizers on yield and spread in the Lewedorp experiment (For explanation see fig. 5 and text)

4  $\sigma$ , die om de regressielijn is gelegen. Er is hier dus geen sprake van een betrouwbare meeropbrengst per eenheid van kroonddoorsnede als gevolg van welke bemesting ook. De regressielijn heeft hier een grotere helling dan bij de vorige proef:  $b_{yx} = 0,945$ , d.i. één procent meeropbrengst bij één procent groter kroonddoorsnede.

### 3.2.2 Grondmonsteronderzoek

De grondmonsters zijn genomen in de herfst van 1949, 1952 en 1955. Bij de variantie-analysen (tabel 16) zijn de gehalten van deze drie jaren samengevat. Er was een zeer

TABEL 16 Bodemgehalten in de laag 0-20 cm bij de proef te Lewedorp gemiddeld over de jaren 1949, 1952 en 1955 voor het P-bemestingseffect op P-citroen en het K-bemestingseffect op het K-gehalte. (Alleen deze effecten waren significant)

P-citroen <i>P-citric acid</i>		K 1/1000 %	
Bemesting <i>P-level</i>	gem./mean	Bemesting <i>K-level</i>	gem./mean
P <sub>0</sub>	50	K <sub>0</sub>	39
P <sub>1</sub>	62	K <sub>1</sub>	43
P <sub>2</sub>	63	K <sub>2</sub>	50

TABLE 16 Some minerals in the 0-20 cm layer in the Lewedorp experiment, averaged over the years 1949, '52 and '55. Mean P-citric acid per P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-level; mean K<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per K<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-level. (Only these effects were significant)

duidelijk effect van de K-bemesting op het K-gehalte van de grond en van de P-bemesting op het P-citroen getal. In tegenstelling tot de vorige proef is hier geen sprake van een strokeneffect, hetgeen te verwachten was, daar de grond in de richting van de stroken geen geleidelijke verandering van eigenschappen vertoont.

### 3.2.3 Bladmonsteronderzoek

#### 3.2.3.1 Invloed van de bemesting op enkele bladgehalten

De bladmonsters zijn vanaf 1950 jaarlijks in juli of augustus verzameld als een mengmonster van alle proefbomen van Cox's Orange Pippin per veldje. Wegens een verschil in analysemethode bij de bepaling der gehalten vóór en na 1953 is het ook hier noodzakelijk de analysecijfers in twee jaargroepen samen te vatten, nl. 1950-1952 en 1954-1956 (zie tabel 17).

TABEL 17 Enkele uitkomsten van variantieanalyses van de bladgehalten op het proefveld te Lewedorp gemiddeld per groep van jaren. Het teken en de significantie der effecten (voor de betekenis der symbolen zie men tabel 3); de variatiecoëfficiënten (V) (15 vr.gr.) en de proefgemiddelden (m); de gemiddelden per veldje voor de drie N-bemestingstrappen

Factor	1950-1952			1954-1956				
	P-blad <i>P-leaf</i>	K-blad <i>K-leaf</i>	Mg-blad <i>Mg-leaf</i>	N-blad <i>N-leaf</i>	P-blad <i>P-leaf</i>	K-blad <i>K-leaf</i>	Mg-blad <i>Mg-leaf</i>	Ca-blad <i>Ca leaf</i>
	Teken en significantie <i>Sign and significance</i>							
N lin.	—	0	0	0	—	(+)	0	0
P lin.	(—)	0	0	0	0	(+)	0	0
K lin.	—	0	0	0	(—)	(+)	0	0
Stroken/ <i>Blocks</i>	0	s	0	0	zs	0	0	0
V	13,9	10,0	8,9	4,0	5,6	6,5	14,1	8,5
m	3,3	179	15,0	164	6,8	38,5	15,3	98
	Gemiddelde/ <i>Mean</i>							
Bemestingstrap <i>N-level</i>								
N <sub>0</sub>	3,5	181	15	163	7,5	38	15	98
N <sub>1</sub>	3,2	173	15	163	6,3	38	15	97
N <sub>2</sub>	3,0	184	15	165	6,4	40	15	98

TABEL 17 *Variance analyses of some mineral constituents in the leaves, averaged per group of years in the Lewedorp experiment. Sign and significance of main effects (explanation in table 3); general mean and variation coefficient (18 d.f.); means per nitrogen level*

Alleen het P-gehalte der bladeren vertoonde duidelijke tot zeer duidelijke verschillen met betrekking tot de behandelingen. De stikstofbemesting had een duidelijk resp. zeer duidelijk negatief effect op het P-gehalte van het blad in de jaargroepen 1950-1952 resp. 1954-1956, de K-bemesting had eveneens een duidelijk negatief effect in de periode 1950-1952. Verder was er een duidelijk strokeneffect op P-blad in de jaargroep 1954-1956, d.w.z. dat in die periode de strook langs het windscherm de laagste waarden vertoonde.

### 3.2.3.2 *Correlatie van de bladgehalten onderling en met de opbrengst*

In tabel 18 zijn de correlatiecoëfficiënten van de bladgehalten onderling en met de opbrengst weergegeven, op dezelfde wijze berekend als bij de vorige proef. In fig. 10 zijn deze coëfficiënten nog eens in een schema gezet, op dezelfde wijze als in fig. 4 bij

TABEL 18 Correlatiecoëfficiënten van de bladgehalten onderling en met de opbrengst in de periode 1954-1956

	N-blad <i>N-leaf</i>	P-blad <i>P-leaf</i>	K-blad <i>K-leaf</i>	Mg-blad <i>Mg-leaf</i>	Ca-blad <i>Ca-leaf</i>
Opbrengst/ <i>yield</i>	-0,557* <sup>1</sup>	0,059	0,101	0,450*	0,598**
N-blad/ <i>N-leaf</i>		-0,366	0,153	-0,471*	-0,626**
P-blad/ <i>P-leaf</i>			0,152	0,245	0,264
K-blad/ <i>K-leaf</i>	$r_{17;0,05} = 0,455$			-0,372	-0,172
Mg-blad/ <i>Mg-leaf</i>	$r_{17;0,01} = 0,575$				0,752**

TABLE 18 Correlation coefficients for some minerals in the leaves and (accumulated) yield over 1954-1956 in the Lewedorp experiment

FIG. 10 Schematische voorstelling van de correlaties van de bladgehalten onderling en met de opbrengst, alsmede de invloed van de stikstofbemesting. Voor een toelichting zij verwezen naar hetgeen met betrekking tot fig. 6 en in de tekst op p. 16 is vermeld

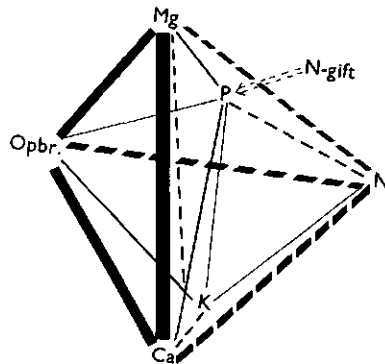


FIG. 10 Diagram illustrating correlations among mineral contents in the leaves, yield and nitrogen level in the Lewedorp experiment. (For explanation see fig. 6 and text on p. 15)

de vorige proef. Er komen enkele duidelijke correlaties naar voren. Het zijn echter geheel andere dan bij de proef in Krabbendijke. In tegenstelling tot dat proefveld correleert het N-gehalte van het blad hier negatief met de opbrengst, Mg-blad en Ca-blad correleren positief met de opbrengst, terwijl P- en K-blad een tussengroep vormen. Opvallend zijn verder de duidelijk negatieve correlatie van Ca-blad met N-blad en de positieve correlatie met Mg-blad.

Het is begrijpelijk dat het patroon van correlaties op deze droogtegevoelige grond nauw samenhangt met groei en opbrengst. Bij meer groei en een grotere opbrengst

<sup>1</sup> Zie noot 3 op pag. 9/See footnote 2, page 9

zal het N-gehalte in het blad enigszins dalen, m.a.w. de stikstof in de boom wordt verdund. Grote oogsten, zoals hier in 1954, gaan meestal gepaard met relatief hogere Mg- en Ca-gehalten en lagere K-gehalten in het blad. Het laatste valt te verwachten omdat kali in de vruchten in een relatief hoger gehalte voorkomt dan in de bladeren. In tabel 19 zijn enkele uitkomsten betreffende afzonderlijke jaren samengevat.

TABEL 19 Boven: Enkele gemiddelde bladgehalten in de jaren 1954, 1955 en 1956 bij de proef te Lewedorp.

Onder: Gemiddelde waarden van P-blad voor enkele bemestingstrappen

	Proefgemiddelden <i>General means</i>		
	1954	1955	1956
Opbrengst in kg/boom <i>Yield in kg/tree</i>	76,7	32,6	44,0
N-blad/ <i>N-leaf</i>	178	146	168
K-blad/ <i>K-leaf</i>	35	38	42
Mg-blad/ <i>Mg-leaf</i>	15	17	14
Ca-blad/ <i>Ca-leaf</i>	104	98	91
P-blad/ <i>P-leaf</i>	7,0	6,1	7,2

Bemestingstrap <i>Fertilizer level</i>	P-blad gemiddeld <i>Mean P-leaf</i>		
	1954	1955	1956
N <sub>0</sub>	7,7	7,0	8,0
N <sub>2</sub>	6,6	5,9	6,8
P <sub>0</sub>	6,9	6,3	7,3
P <sub>2</sub>	7,3	6,0	7,3
K <sub>0</sub>	7,2	6,4	7,2
K <sub>2</sub>	6,6	6,4	6,9

TABLE 19 Minerals in the leaves and yield in separate years in the Lewedorp experiment.

Above: general means

Under: means of P-leaf for extreme fertilizer levels

## 4. STATISTISCHE BESCHOUWINGEN

### 4.1 VARIATIECOËFFICIËNTEN VAN DE OPBRENGSTEN IN DE PROEVEN TE KRABBENDIJK EN LEWEDORP

De variatiecoëfficiënt  $V_0$  van een toevallige (stochastische) variabele (zoals de opbrengst van bomen) is het quotiënt in procenten van de spreiding (standaarddeviatie)  $\sigma$  en de verwachting (het gemiddelde)  $\mu$  van die variabele:  $V_0 = 100 \sigma/\mu$ . Nu worden in de variantieanalyse de schattingen  $s$  ( $s =$  de wortel uit de restvariantie  $s^2$ ) en  $m$  ( $m =$  het proefgemiddelde) van de onbekende constanten  $\sigma$  en  $\mu$  berekend. Hieruit wordt de steekproef-variatioecoëfficiënt  $V = 100 s/m$  bepaald als een schatting van  $V_0 = 100 \sigma/\mu$ .

In de beide besproken proeven zijn de jaarlijkse opbrengsten boom voor boom bepaald. Bij de variantieanalyse hiervan worden de volgende twee restvarianties verkregen:

$s_1^2 = s^2$ -‘binnen veldjes’; dat is de variantie berekend uit de verschillen tussen bomen van telkens één veldje.

$s_2^2/n = s^2$ -‘tussen veldjes’. Hierbij is  $s_2^2$  de restvariantie (na eliminatie van bemestings- en strokeneffecten) verkregen uit de verschillen tussen de opbrengsttotalen der veldjes (van  $n$  bomen). Zijn er tussen de veldjes geen systematische verschillen (bijv. vruchtbaarheidsverschillen binnen een strook), dan zijn  $s_2/\sqrt{n}$  en  $s_1$  onafhankelijke schattingen van eenzelfde spreiding. Is omgekeerd de verkregen uitkomst  $s_2/\sqrt{n}$  veel groter dan  $s_1$ , dan is dit een aanwijzing voor een heterogeniteit van de blokken (stroken), bijv. voor een vruchtbaarheidsverloop binnen een blok.

Corresponderend met  $s_1$  en  $s_2/\sqrt{n}$  berekent men de variatiecoëfficiënten:

$$V\text{-‘binnen veldjes’} = 100 s_1/m$$

$$V\text{-‘tussen veldjes’} = 100 s_2/m\sqrt{n}.$$

De variatiecoëfficiënt kan dienstig zijn in verband met de volgende vragen:

1. Hoeveel bomen zijn nodig om bij een zeker onderzoek een nuttige conclusie te mogen verwachten. Welk onderscheidingsvermogen heeft een proef.
2. Is het gewenst de bomen over veel kleine dan wel over enkele grotere veldjes te verdelen.
3. Hoeveel jaren moet de proef worden voortgezet.

#### 4.1.1 De variatiecoëfficiënten van de proef in Krabbendijk

De jaarlijkse opbrengsten per boom zijn van 1950 af verzameld. Hierdoor was het mogelijk ook uit verschillen van bomen van eenzelfde veldje de variatiecoëfficiënt te berekenen (tabel 20).

TABEL 20 De variatiecoëfficiënten V-'binnen veldjes' van de proef te Krabbendijke berekend voor de geaccumuleerde opbrengsten per boom vanaf 1950 (243 vrijheidsgraden) alsmede de proefgemiddelden m in kg/boom

	Groepen van jaren/ <i>Groups of years</i>							
	1950	'50-'51	'50-'52	'50-'53	'50-'54	'50-'55	'50-'56	'50-'57
V	37	37	29	24	23	22	21	20
m	29,2	44,4	86,2	152	198	256	288	352

TABLE 20 *Variation coefficients V-'within plots' (243 d.f.) and general means (m) in kg per tree for yield accumulated since 1950 in the Krabbendijke experiment*

Tabel 21 geeft de variatiecoëfficiënten V-'tussen veldjes'. In de variantieanalyse blijven na eliminatie van de hoofdeffecten N, P, K en stroken en de interactiecomponenten  $N_{lin} \times P_{lin}$ ,  $N_{lin} \times K_{lin}$ ,  $K_{lin} \times P_{lin}$  voor de restvariantie  $s_e^2$  15 vrijheidsgraden over. Om V-'tussen veldjes' te verkrijgen werd de spreiding  $s_e$  voor de veldjes van 10 bomen gedeeld door  $\sqrt{10}$  en door de gemiddelde opbrengst per boom m.

TABEL 21 De variatiecoëfficiënten V-'tussen veldjes' voor de proef te Krabbendijke van de opbrengsten per boom (10 bomen per veldje, 15 vr.gr.), berekend van de jaarlijkse opbrengsten en van de geaccumuleerde opbrengsten vanaf 1949, alsmede de proefgemiddelden (m) in kg/boom

		Jaar/ <i>Year</i>								
		1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Jaarlijks <i>Yearly</i>	V	82	33	77	34	22,5	34,5	54	93	46
	m	8,9	29,2	15,0	41,8	66,0	45,8	58,2	32,3	63,8
Geaccumuleerd <i>Accumulated</i>	V	82	33	34	30	22	20	24	29	29,5
	m	8,9	38,1	53,1	94,9	161	207	265	297	361

TABLE 21 *Variation coefficients V-'between plots' (15 d.f., plots of 10 trees) and general means (m) in kg per tree for yield in individual years and for yield, accumulated since 1949 in the Krabbendijke experiment*

V-'tussen veldjes' van de afzonderlijke jaaropbrengsten schommelt hier van 22 % in het jaar 1953 dat een zeer hoge opbrengst gaf tot 93 % in het zeer slechte fruitjaar 1956. Dit wijst er reeds op, dat de hoeveelheid informatie in het ene proefjaar met betrekking tot de te onderzoeken factoren veel groter is dan in het andere jaar. Door de opbrengsten te accumuleren loopt men daarom gevaar, dat nuttige informatie met middelen verloren gaat. De genoemde schommeling is ook ten dele aan het geringe aantal vrijheidsgraden toe te schrijven. Een indruk hiervan krijgt men als volgt.



Bij de verkregen meting  $V$  van de constante  $V_0$  kan men op grond van de bekende kansverdeling van  $\sqrt{N/V}$  (dit is de niet-centrale Studentverdeling bij 15 vrijheidsgraden en parameter  $\sqrt{N/V_0}$  - we kunnen hier niet in detail op ingaan) aangeven welke waarden van de constante  $V_0$  nog redelijk (men zegt met 'een voldoende betrouwbaarheid') overeenstemmen met de meting  $V$ . Deze waarden van  $V_0$  vormen het zg. betrouwbaarheidsinterval voor  $V_0$ . Wij volstaan met de volgende uitkomst (de berekening hiervan is beschreven door VAN EEDEN, 1960).

voor  $V = 22,5$  (1953) — vindt men bij be- —  $17,4 < V_0 < 32,3$   
 = 93 (1956) — trouwbaarheid 0,90: —  $71,0 < V_0 < 136,3$

Het interval  $17,4 < V_0 < 32,3$  (' $V_0$  ligt tussen 17,4 en 32,3') is nu een bewering betreffende de onbekende  $V_0$ . Deze bewering is juist of onjuist. De betrouwbaarheid van de bewering is 0,90. Voor beweringen met deze betrouwbaarheid geldt, dat in een voldoende lange reeks er 90 van de 100 juist zijn.

Betrekt men een toenemend aantal jaren in de geaccumuleerde opbrengst, dan dalen zowel  $V$ -'tussen veldjes' als  $V$ -'binnen veldjes'. De geringe stijging van  $V$  in de laatste drie kolommen (tabel 21) duidt er op dat 1955, 1957 en vooral 1956 een grote onregelmatigheid in de opbrengst te zien gaven. Bij  $V$ -'binnen veldjes' (tabel 20) komt dit niet tot uiting, hetgeen wellicht wordt veroorzaakt, doordat de onregelmatigheid meer veldjesgewijs optreedt. De conclusie is: meer dan vier of vijf jaar accumuleren geeft geen noemenswaardige daling van  $V$  te zien, vooropgesteld dat hieronder normale fruitjaren voorkomen. *Met voorbehoud van jaren met extreem onregelmatige opbrengsten kan men dus voor nauwkeurige opbrengstvergelijkingen door beschouwing van meer dan vier tot vijf jaren geen noemenswaardige vergroting van de betrouwbaarheid verkrijgen.*

De variatiecoëfficiënt  $V$ -'binnen veldjes' van opbrengsten over een periode van minstens 4 jaar was in deze proef 20-24 % (tabel 22). De  $V$ -'tussen veldjes' was aanzienlijk hoger, nl. 23-32 %. Daaruit blijkt dat er aanzienlijke veldjesverschillen optraden. Het jaar 1956 had een zeer ongunstig effect op de variatiecoëfficiënt van de periode 1954-1956.

Dat de spreiding 'tussen veldjes' hoger is dan 'binnen veldjes' is normaal doch onge-

TABEL 22 Variatiecoëfficiënten bij de proef te Krabbendijke van de opbrengsten per boom voor enkele groepen van jaren

	Groepen van jaren/Groups of years			
	'50-'53	'54-'56	'50-'56	'52-'55
$V$ -'binnen veldjes'/ $V$ -'within plots'	24,1	28,3	21,3	21,9
$V$ -'tussen veldjes'/ $V$ -'between plots'	23,2	53,4	31,5	27,2

TABLE 22 Variation coefficients of (accumulated) yield per group of years in the Krabbendijke experiment

wenst, aangezien het in de variantieanalyse juist de spreiding tussen veldjes is waarmee getoetst wordt. Het streven bij de opzet van de proef is dan ook deze laag te houden. Hiertoe houdt men rekening met een eventueel vruchtbaarheidsverloop, dat door een doeltreffende blokindeling kan worden geëlimineerd. In de onderhavige proef waren veldjes in stroken van 9 veldjes gerangschikt, waarbij enig vruchtbaarheidsverloop over de lengte van de strook niet is uitgesloten. Daar bovendien elk veldje door bufferbomen omgeven was, is de oppervlakte per veldje groter dan door het aantal proefbomen (10) gesuggereerd wordt; deze omstandigheid kan de spreiding 'tussen veldjes' vergroten.

#### 4.1.2 De variatiecoëfficiënten van de proef in Lewedorp

De tabellen 23 en 24 geven de variatiecoëfficiënten voor de proef te Lewedorp, op dezelfde wijze berekend als bij de vorige proef.

TABEL 23 De variatiecoëfficiënten V-'binnen veldjes' (243 vr. gr.) van de geaccumuleerde opbrengsten per boom vanaf 1950, alsmede de proefgemiddelden (m) in kg/boom bij de proef te Lewedorp

	Groepen van jaren/ <i>Groups of years</i>								
	1950	'50-'51	'50-'52	'50-'53	'50-'54	'50-'55	'50-'53	'54-'56	'50-'56
V	33	37	24	23	27	26	23	22	20,5
m	19,6	52,9	100	157	233	262	157	154	311

TABEL 23 *Variation coefficients V-'within plots' (135 d.f., plots of 6 trees) and general means in kg per tree for yields accumulated since 1950 in the Lewedorp experiment*

TABEL 24 De variatiecoëfficiënten V-'tussen veldjes' bij de proef te Lewedorp van de opbrengsten per boom (6 bomen per veldje en 15 vr.gr.), berekend voor de jaarlijkse opbrengsten en voor de gesommeerde opbrengsten van enkele groepen van jaren, alsmede de proefgemiddelden (m)

	Jaar/ <i>Year</i>								Groepen van jaren <i>Groups of years</i>		
	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	'50-'53	'54-'56	'50-'56
V	47	46	55	32	39	34	17	47	33	30	30
m	24,6	19,6	33,3	47,2	56,7	75,7	32,6	44,0	157	154	311

TABEL 24 *Variation coefficients V-'between plots' (15 d.f.) and general means in kg per tree for yield in individual years and for (accumulated) yield per group of years in the Lewedorp experiment*

De variatiecoëfficiënt van de geaccumuleerde opbrengsten neemt zowel voor de veldjes in hun geheel als per boom 'binnen de veldjes' nauwelijks af door beschouwing van meer dan vier oogstjaren. Ook hier is V-'tussen veldjes' aanzienlijk groter dan V-'binnen veldjes'.

#### 4.2 ENKELE OPMERKINGEN BETREFFENDE DE STATISTISCHE NAUWKEURIGHEID DER BESPROKEN PROEVEN

Men kan zich achteraf afvragen of de twee besproken proeven voldoende onderscheidend zijn geweest. Immers tot zover is uit de proeven alleen geconcludeerd welke effecten significant zijn. Wordt echter na een variantieanalyse geconcludeerd dat een zeker effect niet significant is, dan is daarmee de werkzaamheid van de betreffende invloed nog niet uitgesloten; gezegd is slechts, dat deze niet aangetoond kon worden. Alleen indien een proef voldoende onderscheidend is, impliceert het niet vinden van een effect het niet (in noemenswaardige mate) werkzaam zijn van de betreffende invloed.

Het onderscheidend vermogen van een proef met betrekking tot een bepaalde factor kan men nu karakteriseren door die waarde van het verwachte<sup>1</sup> effect voor de betreffende factor, waarbij nog juist een voldoende kans ( $\beta$ ) bestaat om bij realisatie van de proef ook een significant effect voor die factor te verkrijgen. Voor grotere waarden van het verwachte effect is de proef dan zeker voldoende onderscheidend d.w.z. dat de genoemde kans  $\beta$  dan meer dan voldoende groot is; voor kleinere waarden is de proef onvoldoende onderscheidend. In de volgende, wat gecompliceerde berekening zal voor de voornaamste factoren – dat zijn de lineaire componenten van de hoofdeffecten N, P en K – het onderscheidend vermogen worden onderzocht.

Beschouwen we het lineaire effect op de opbrengst van de factor P. (Zonder enige wijziging in de beschouwing mag men ook lezen K of N). Dit effect kan worden uitgedrukt als het verschil tussen de opbrengstgemiddelden van de veldjes met resp. de hoogste bemestingstrap  $P_2$  en de laagste bemestingstrap  $P_0$ . De waarde van de verwachting van dat verschil zijn D, waarbij n het aantal bomen per veldje is ( $n = 10$  voor Krabbendijke,  $n = 6$  voor Lewedorp).

De gang der berekeningen bij een variantieanalyse van de 27 opbrengsten van gehele veldjes volgens het schema der besproken proeven is nu als volgt. Allereerst

wordt voor het lineaire P-effect de variantie  $s_{PL}^2$  bij t vrijheidsgraden berekend:

$$s_{PL}^2 = \frac{9}{2} \left( \bar{x}_{P_2} - \bar{x}_{P_0} \right)^2,$$

<sup>1</sup> „Verwacht” is een wat paradoxale term omdat we dit verwachte effect juist zouden willen kennen; indien we de proef onder dezelfde omstandigheden  $10^{10}$  maal doen en de dan verkregen effecten middelen, wordt het „verwachte” effect verkregen

$\bar{x}_{P_0}$  resp.  $\bar{x}_{P_2}$  is het gemiddelde van de opbrengsten der negen  $P_0$ - resp.  $P_2$ - veldjes.

Tevens wordt een (reeds genoemde) restvariantie  $s_2^2$  bij 15 vrijheidsgraden verkregen na eliminatie van de hoofdeffecten 'stroken', N, P en K (8 vrijheidsgraden) en van de interacties der lineaire componenten van N, P en K (3 vrijheidsgraden). Vervolgens wordt het variantiequotiënt  $s_{PL}^2 / s_2^2$  berekend.

We concluderen nu, dat van een linear P-effect sprake is (F-toets), indien het variantiequotiënt groter is dan een getal  $F_\alpha$  uit de F-tabel, waarbij  $\alpha$  de significantiedrempel van de toets is. We spreken van

zeer significant bij  $\alpha = 0,01$

significant bij  $\alpha = 0,05$

zwak significant bij  $\alpha = 0,10$

In de volgende beschouwing zullen wij ons beperken tot  $\alpha = 0,05$  en  $\alpha = 0,10$ . We vinden dan voor

$$\alpha = 0,05, 1 \text{ en } 15 \text{ vrijheidsgraden: } F_\alpha = 4,54$$

$$\alpha = 0,10, 1 \text{ en } 15 \text{ vrijheidsgraden: } F_\alpha = 3,07$$

Ons interesseert nu de kans  $\beta$  op een significante uitkomst van de F-toets. Deze kans hangt op volgende wijze af van het genoemde verschil nD. Bij het variantiequotiënt

$$\frac{9(\bar{x}_{P_2} - \bar{x}_{P_0})^2}{s_2^2}$$

denken we ons als volgt een getal  $\gamma > 0$ : Men vervangt  $\bar{x}_{P_2} - \bar{x}_{P_0}$  door de verwachting van dit verschil nD, en men vervangt de noemer door zijn verwachting  $n\sigma^2$  (per definitie van  $\sigma^2$ ). Dan verkrijgt men  $\gamma^2$ :

$$\gamma^2 = \frac{9/2 (nD)^2}{n \sigma^2} \gamma = \frac{3}{\sqrt{2}} \sqrt{n} \frac{D}{\sigma} \quad (1)$$

Het variantiequotiënt  $s_{PL}^2 / s_2^2$  is een toevallige variabele, die door uitvoering van de proef een waarde  $s_{PL}^2 / s_2^2$  aanneemt<sup>1</sup>. Onder de bij de variantieanalyse gebruikelijke veronderstellingen heeft deze toevallige variabele (= stochastiek) een verdeling, die bekend is als die van de niet-centrale F-stochastiek bij p en q vrijheidsgraden en parameter  $\gamma$ , aangeduid met het symbool  $F_{-q}^{p, \gamma}$  (p = het aantal vrijheidsgraden van de variantie in de teller, q dat van de variantie in de noemer van het variantiequotiënt).

<sup>1</sup> We onderscheiden de toevallige variabele  $\underline{x}$  van de waarde x die deze in een proef aanneemt, door x te onderstrepen.

De kans  $\beta$  op een significante uitkomst is nu de kans op waarden van het variantie-quotiënt groter dan  $F\alpha$ :

$$\beta = P[\text{sign. effect}] = P\left[\frac{s^2_{PL}}{s^2_2} > F\alpha\right] = P\left[F_{\frac{p}{q}, \gamma} > F\alpha\right]$$

Bekend is, dat deze kans  $\beta$  een toenemende functie is van  $\gamma$  ( $\gamma > 0$ ). Maar dan is er juist één waarde  $\gamma_0$  van  $\gamma$  waarvoor de kans  $\beta$  juist voldoende is en bijv. de waarde  $\beta = \beta_0$  (bijv.  $\beta_0 = 0,80$  of  $0,90$ ) aanneemt.  $\gamma_0$  karakteriseert dan het onderscheidingsvermogen van de F-toets.

Deze waarde van  $\gamma_0$  is op eenvoudige wijze te verkrijgen uit één van de nomogrammen beschreven door KEULS (1960), in het bijzonder de figuren 7 en 8. Deze nomogrammen werden geconstrueerd voor het bijzondere geval van de gewone blokkenproef, maar zijn voor elke F-toets handig bruikbaar. In deze nomogrammen treden de grootheden  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $r$ ,  $n$  en  $A/\sigma$  op.  $A/\sigma$ ,  $r$  en  $n$  hangen daarbij als volgt samen met  $\gamma$  en de vrijheidsgraden  $p$  en  $q$  van de variantie in resp. de teller en de noemer:

$$n = p + 1, r = (q + p)/p, A/\sigma = \gamma/\sqrt{r}$$

In de besproken proeven is:  $p = 1$ ,  $q = 15$ , dus is:  $n = 2$ ,  $r = 16$ ,  $\sqrt{r} = 4$ .

We vinden nu in de nomogrammen:

fig. 7 ( $\alpha = 0,05$ ): Voor  $n = 2$ ,  $r = 16$ ,  $\beta = 0,90$ :  $A/\sigma = 0,87$ , dus  $\gamma = 3,50$

fig. 8 ( $\alpha = 0,10$ ): Voor  $n = 2$ ,  $r = 16$ ,  $\beta = 0,80$ :  $A/\sigma = 0,66$ , dus  $\gamma = 2,64$

Uit deze waarden van  $\gamma$  berekenen we  $D_0$  met behulp van formule (1):

$$D_0 = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \frac{\sqrt{2}}{3} \gamma_0$$

Wel is  $\sigma$  ( $= V_0$  indien uitgedrukt in eenheden van het gemiddelde  $\mu$ ) onbekend, maar op grond van de verkregen proefuitkomsten kan men de volgende schattingen gebruiken met betrekking tot de opbrengsten over een reeks van  $\pm$  vier jaar:

$$V_0\text{-'tussen veldjes' te Krabbendijke} = 25$$

$$V_0\text{-'tussen veldjes' te Lewedorp} = 32$$

Hieraan zij nog toegevoegd dat het aantal bomen ( $n$ ) in Krabbendijke 10 en in Lewedorp 6 was.

Tabel 25 geeft de waarden van  $D_0$  voor de proeven in Krabbendijke resp. Lewedorp ( $D_0$  is uitgedrukt in procenten van de opbrengst per boom  $\mu$ ).

$D_0$  is nu die waarde van het verwachte verschil in de opbrengst tussen de bomen van een  $P_2$ -veldje en een  $P_0$ -veldje (bij overigens gelijke behandelingen en uitgedrukt in eenheden van het gemiddelde der beide opbrengsten), waarbij de kans op een significant effect betreffende de lineaire component van de P-factor  $\beta_0$  ( $= 0,90$  resp.  $0,80$ ) is.

TABEL 25 Waarde  $D_0$  van het verwachte verschil  $D$  (in procenten van het proefgemiddelde) tussen de gemiddelde opbrengsten (geaccumuleerd over drie tot vijf jaar) voor de beide uiterste trappen van elk der bemestingsfactoren, waarvoor de kans  $\beta_0$  is om de hypothese ' $D = 0$ ' te verwerpen bij een onbetrouwbaarheid  $\alpha$

	n	$V_0$	$D_0$	
			$\alpha = 0,05, \beta = 0,90$	$\alpha = 0,10, \beta = 0,80$
Krabbendijke	10	25	13,0	9,8
Lewedorp	6	32	21,5	16,3

TABLE 25 Values  $D_0$  of the expected difference  $D$  (expressed as a percentage of the general mean) between mean yields accumulated over three to five years for the extreme levels of the fertilizer factors, at which the probability is  $\beta_0$  to reject at a significance  $\alpha$  the zero hypothesis ' $D = 0$ '

Er blijkt dus met betrekking tot opbrengsten, gesommeerd over een periode van vier jaar, en bij toepassing van een F-toets met significantiedrempel 0,05 het volgende. Is er een reëel verschil<sup>1</sup> tussen de uiterste bemestingstrappen van één der factoren N, P of K, ter grootte van 13 % in de proef te Krabbendijke of 21,5 % in de proef te Lewedorp (uitgedrukt in procenten van het gemiddelde), dan is er juist 10 % kans dat bij een variantieanalyse der proefuitkomsten geen significant lineair effect van de betreffende factor wordt verkregen.

Men kan dit ook als volgt formuleren: Indien bij de F-toets van één der factoren N, P of K in de beschreven proef bij een onbetrouwbaarheidsdrempel 0,05 geen significant effect werd verkregen, dan is de conclusie gewettigd (bij onbetrouwbaarheid 0,10) dat een reëel verschil tussen de uiterste bemestingstrappen ter grootte van 13 % of meer in de proef te Krabbendijke of 21,5 % of meer in de proef te Lewedorp niet aanwezig is.

Zou men menen het boven geformuleerde 'onderscheidend vermogen' van de proef te kunnen verbeteren door meer dan vier jaren in de gesommeerde opbrengst te betrekken (of soms: de proef nog enige jaren voort te zetten), dan komt men bedrogen uit, daar gebleken is dat daarbij de variatiecoëfficiënt nauwelijks daalt.

<sup>1</sup> De proef verschaft ons de waarneming of de meting  $x$  betreffende een zeker verschil. Zouden we 1000000 proeven doen, dan is het gemiddelde van de zo verkregen 1000000 metingen trefzeker een getal  $z$ , dat algemeen de verwachting van  $\bar{x}$  wordt genoemd. Met „reëel verschil” bedoelen we deze onbekende constante  $z$  waarvan het gevonden verschil  $x$  een schatting is.

## 5. CONCLUSIES

Het bemestingsproefveld te Krabbendijke geeft het normale beeld van een positieve reactie van de appelopbrengst op bemesting met stikstof. Het zware, goed vocht-houdende en diep doorwortelde bodemprofiel deed aanvankelijk geen sterke reactie op de bemesting verwachten. Vóór de aanleg van de proef waren echter weinig organische meststoffen aangevoerd, zodat in deze grond niet op een belangrijke mineralisatie van stikstof mocht worden gerekend. Een omstandigheid van veel gewicht was de zich steeds sterker ontwikkelende grasmat in het proefperceel: De consumptie van stikstof door het gras maakt de sterke reactie van de opbrengst der vruchtbomen op de bemesting zeer goed verklaarbaar.

De invloed van de bemesting op de gehalten aan elementen in het blad en de correlaties tussen deze elementen onderling en met de opbrengst zijn op dit proefveld niet afwijkend van hetgeen uit de literatuur bekend is en in andere proeven naar voren is gekomen (BUTIJN, 1961).

Het proefveld te Lewedorp verkeert onder geheel andere omstandigheden. Het dunne zaveldek op een slibarme, grofzandige ondergrond en de relatief diepe grondwaterstand kan het profiel sterk doen uitdrogen. De ondiepe beworteling van de bomen verhoogt de gevoeligheid voor deze omstandigheden. Een steeds zorgvuldige verwijdering van de onkruidbegroeiing kan niet verhinderen dat de waterhuishouding hier de beperkende factor blijft. Door deze toestand kan een N-bemesting niet tot zijn recht komen. Vóór en tijdens de aanleg is echter het gehele perceel herhaalde malen met grote hoeveelheden organische meststoffen behandeld, zodat kan worden verwacht dat gedurende de proefjaren een ruime stikstofmineralisatie heeft plaats gehad. Bodemonderzoek op nitraat op dit proefveld door de derde schrijver bevestigde deze veronderstelling (GOEDEWAAGEN c.s., 1955). Hierdoor zou de laagste N-gift hoogstens slechts een gering nadelig effect kunnen teweegbrengen. Dat deze N-gift niettemin de hoogste opbrengsten opleverde, kan worden toegeschreven aan toevallige verschillen in de fysische toestand van de bodem die de boomgrootte heeft beïnvloed. (Het effect was niet significant).

De correlaties tussen de opbrengst en de gehalten van enkele elementen in het blad en tussen deze elementen onderling weken bij de proef in Lewedorp af van die welke normaliter optreden. Hogere opbrengsten gingen op dit proefveld gepaard met een lager N-gehalte van het blad. Vermoedelijk moet dit verschijnsel worden toegeschreven aan het samengaan van een sterkere groei met een grotere productie van vruchten bij een onvoldoende opname van stikstof uit de bodem.

Bemesting met kali en fosfor vertoonde op beide proefvelden geen enkele invloed op de opbrengst. De vroeger opgestelde conclusies dienaangaande voor de praktijk kunnen dus, ook na statistische bewerking van de gegevens, gehandhaafd blijven (BEEFTINK, 1956).

Onderzocht werd of het onderscheidend vermogen van de proeven wel voldoende was om een economisch belangrijke werking van de beproefde factoren aan te tonen. Ten opzichte van de opbrengsten gesommeerd over een periode van vier jaren (meer jaren geeft nauwelijks aanvullende informatie) is gebleken, dat zelfs indien men bij de F-toets met een zwakke significantiedrempel 0,10 werkt, er bij reële verschillen in de opbrengst tussen de uiterste bemestingstrappen van N, P of K van resp. 10 % in de proef te Krabbendijke en 16 % in de proef te Lewedorp nog 20 % kans is, dat deze niet leidén tot significante proefuitkomsten (en dit ongeacht de duur van de proef).

### SAMENVATTING

Dit artikel vermeldt de resultaten van onderzoeken die op twee NPK-bemestingsproefvelden op Cox's Orange Pippin te Krabbendijke en te Lewedorp door de Rijkstuinbouwvoorlichtingsdienst in Zeeland over een tijdvak van 10 jaar zijn verricht. De volgende gegevens worden beschouwd: opbrengsten, boomafmetingen en de resultaten van grond- en bladmonsteronderzoek. Deze leenden zich voor wiskundige verwerking. Uit het verzamelde materiaal zijn de volgende resultaten verkregen:

1. Het effect van de stikstofbemesting was bij de beide proeven geheel verschillend. Bij de bijzondere bodemgesteldheid te Lewedorp, te weten een vrij dunne laag zavel op een zandplaat, met als gevolg ondiepe beworteling en verdrogingsverschijnselen, was de stikstofbemesting geheel onwerkzaam. Door een grote voorraad organische mest toegediend bij de aanleg van het proefveld en het jaarlijks verwijderen van de begroeiing van de grond, werden verdroging en N-gebrek beperkt.
2. De stikstofbemesting in Krabbendijke gaf een aanzienlijke meeropbrengst, die deels is terug te brengen tot een forsere ontwikkeling van de bomen naar hoogte en kroondoorsnede in sterke onderlinge correlatie, maar deels ook berustte op een grotere opbrengst per 'eenheid van kroondoorsnede'. De hoogte en kroondoorsnede waren op de  $N_1$ - en  $N_2$ -veldjes (deze waren gelijk gunstig) 10 % groter dan op de  $N_0$ -veldjes, hetgeen (op grond van een covariantie-berekening) 7 % meeropbrengst zou 'verklaren'. De werkelijke meeropbrengst was over 8 jaren (1949-1956) en t.o.v. de  $N_0$ -veldjes 33 % voor de  $N_2$ -veldjes en 20 % voor de  $N_1$ -veldjes. De stikstofconsumptie van de jonge grasmat zou de sterke reactie van de bomen op de bemesting kunnen verklaren.
3. Stikstofbemesting verhoogde te Krabbendijke op het goed vochthoudende bodemprofiel zoals te verwachten was, de gehalten aan N, Mg en Ca in het blad en verlaagde de gehalten aan P en K. Onder de droge omstandigheden van Lewedorp kwamen ongebruikelijke effecten naar voren, zoals een verlaging van het N-gehalte in het blad bij een hogere opbrengst.



4. Bemesting met kali en fosfor vertoonde in beide proeven gedurende de gehele periode van onderzoek geen aantoonbare invloed op de opbrengst.

5. Met voorbehoud van het optreden van jaren met extreem onregelmatige opbrengsten levert het geen noemenswaardige vergroting in de betrouwbaarheid op, wanneer men in opbrengstvergelijkingen meer dan vier of vijf jaren betreft.

Uit de gevonden variatiecoëfficiënten van  $\pm 25\%$  voor de proef te Krabbendijke kon worden berekend, dat deze proef voldoende nauwkeurig was om met redelijke kans ( $\beta = 0,80$ ) een reëel verschil tussen de hoogste en laagste trap van de onderzochte factoren ter grootte van  $10\%$  van de gemiddelde opbrengst, indien aanwezig, aan te tonen. Voor de proef te Lewedorp, waar de variatiecoëfficiënten  $\pm 32\%$  bedroegen, lag dit reële verschil tussen de hoogste en laagste trap op  $17\%$  van de gemiddelde opbrengst.

## SUMMARY

The present paper gives the results of two field experiments with NPK-fertilizers on the apple-variety Cox's Orange Pippin, grafted on Malling II. The experiments were carried out by the Horticultural Advisory Service in the neighbourhood of the villages Krabbendijke and Lewedorp (province of Zeeland). The results are based on records of the yield, height and spread of the individual trees as well as on soil- and foliage analyses of the plots, collected over a period of about ten years. These data appeared to be suitable for statistical analyses.

For both field experiments a  $3^3$ -factorial design without replication was applied. The arrangement of the plots in three blocks involved confounding of a component of the second-order interaction (fig. 3 and 8).

At Krabbendijke the trees were planted in 1942 and the experiment was started in 1945; for the experiment at Lewedorp the dates were 1938 and 1948 respectively. In this paper the records up to and including the year 1956 are dealt with. The 27 plots of each field experiment comprised 10 and 6 trees respectively. The experimental trees of each plot were separated from those of the neighbouring plots by rows of buffer-trees as is shown in fig. 2 (Krabbendijke-experiment).

The production in the field experiment at Krabbendijke showed a positive reaction on nitrogen manuring. However the heavy, moist and deep rooted soil, seemed not suitable for showing a pronounced reaction on nitrogen manure. The increasing lack of nitrogen indicated by the yield, growth of the shoots and colour of the foliage, might be explained by the fact that, previously only a little organic manure had been applied, together with the fact that an initial undergrowth of clover had been replaced by a profuse development of grass at a fairly early stage of the experiment.

For the years 1949-56 the nitrogen manuring on the field at Krabbendijke gave on

an average a gain in yield of 33 % in the case of the  $N_2$ -treatment (160 kg N/ha/annum) and of 20 % in the case of the  $N_1$ -treatment (80 kg N/ha/annum) compared with the control ( $N_0$ -) treatment. Partly this phenomenon must be ascribed to a better development of the trees as regards both the spread and the height - which factors are closely correlated (tables 5 and 14). The trees of both the  $N_1$ - and  $N_2$ -treatments showed a 10 % bigger height and spread compared with those of the  $N_0$ -treatment.

In an analysis of covariance a gain in production of 6,5 % for the  $N_2$ -treatment could be explained merely on account of the larger spread (fig. 5). A further gain in yield was explained as a larger yield per 'unit of spread'.

The field experiment at Lewedorp showed a quite different soilprofile. The thin layer of sandy clay laying on a coarse-sandy subsoil, only locally poor in silt, and the rather deep ground-water table may severely dry out the top-soil. Moreover, the shallow rooting of the trees owing to the physical discontinuity in the soil-profile, increased the sensitivity against these circumstances. Regular and accurate weeding could not ameliorate this sensitivity against drought. Before and during the first years of the experiment the whole field was given large quantities of organic manure; thus during the further course of the experiment nitrogen mineralization took place on a large scale, as could be established by the third author (GOEDEWAAGEN, c.s. 1955) In this situation nitrogen fertilization appeared to give only a nonsignificant or even a negative effect. The latter effect is ascribed to local differences in the physical condition of the subsoil.

In both field experiments K- and P- fertilization did not influence the production during the whole period of observation.

In the field experiment at Krabbendijke nitrogen fertilization increased the N, Mg and Ca contents of the foliage and decreased the P and K contents (fig. 6), as was repeatedly found by others (BURIJN, 1961). Under the dry soil conditions at Lewedorp unusual effects emerged, such as a low nitrogen content of the foliage, together with a higher production (fig. 10).

Disregarding years with a very irregular production of the trees, no appreciable statistical gain was obtained in yields from more than four or five successive years.

The evidence presented by the experiments was studied in order to make clear whether their accuracy was sufficient to show up any real effects of economic interest. The data suggested the following variation coefficients for the total yields of the plots over a period of four years: 25 for the experiment at Krabbendijke and 32 for that at Lewedorp. It was estimated that applying a significance level even as low as 0,10, leaves a chance of 20 % that real differences between the extreme doses of N, P or K, in the order of 10 % and 16 % for the respective experiments, will not give a significant result (table 25). Continuation of the experiments over a longer period will not improve this situation.

## VERANTWOORDING

De bemestingsproefvelden zijn aangelegd door de toenmalige Rijkstuinbouwconsulent voor Zeeland en West Noord-Brabant dr. ir. G. DE BAKKER en stonden daarna achtereenvolgens onder beheer van de onderzoekers ir. B. VRIJHOF en ir. W. G. BEEFTINK, verbonden aan de Rijkstuinbouwvoorlichtingsdienst te Goes. Dr. ir. J. BUTIJN (Proefstation voor de Fruitteelt in de Volle Grond te Wilhelminadorp) belastte zich met het bladmonsteronderzoek. De heren M. KEULS en ir. D. C. POST van het Centrum voor Landbouwwiskunde te Wageningen hadden de leiding bij de statistische berekeningen welke werden uitgevoerd door de heren A. J. KOSTER en J. P. BOL RAAP.

## LITERATUUR

- |                                     |      |   |
|-------------------------------------|------|---|
| BEEFTINK, W. G.                     | 1956 | Bemesting van appelbomen. Ervaringen met enkele Zeeuwse bemestingsproefvelden. <i>De Fruitteelt</i> . 46, 36, 846-848.  |
| BUTIJN, J.                          | 1961 | Bodembehandeling in de fruitteelt. <i>Versl. Landbouwk. Onderz.</i> 66.7, 1-403. (In het bijzonder zij verwezen naar hoofdstuk 3).                                  |
| EEDEN, C. VAN                       | 1960 | Bepaling van een betrouwbaarheidsgebied voor de variatiecoëfficiënten van een normale verdeling. <i>Stat. Neerl.</i> 14, 2, 151-154.                                |
| GOEDEWAAGEN, M. A. J.<br>e.a.       | 1955 | Wortelgroei in gronden, bestaande uit een bovengrond van klei en een ondergrond van zand. <i>Versl. Landbouwk. Onderz.</i> 61.7, 1-37.                              |
| KEULS, M.                           | 1960 | Tabellen en nomogrammen voor het onderscheidingsvermogen van de 5% en 10%-F-toets voor het gebruik bij de gewarde blokkenproef. <i>Stat. Neerl.</i> 14, 2, 127-150. |
| PEARCE, S. C. and<br>A. H. F. BROWN | 1960 | Improving fruit tree experiments by a preliminary study of the trees. <i>J. Hort. Sci.</i> 35, 1, 56-65.  |