WINDBESCHUTTING VAN CULTUURGEWASSEN, VOORAL ONDERZOCHT VOOR FRUIT

WIND PROTECTION OF AGRICULTURAL CROPS, ESPECIALLY STUDIED ON FRUIT

BIBLIOTHEEK
DER
LANDBOUWHOGESCHOOL
WAGENINGEN.

J. A. VAN RHEE

NN08201.260

WINDBESCHUTTING VAN CULTUURGEWASSEN, VOORAL ONDERZOCHT VOOR FRUIT

WIND PROTECTION OF AGRICULTURAL CROPS, ESPECIALLY STUDIED ON FRUIT

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD
VAN DOCTOR IN DE LANDBOUWKUNDE
OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS IR. W. DE JONG,
HOOGLERAAR IN DE VEETEELTWETENSCHAP,
TE VERDEDIGEN TEGEN DE BEDENKINGEN
VAN EEN COMMISSIE UIT DE SENAAT
VAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN
OP WOENSDAG, 24 JUNI 1959 TE 16 UUR

DOOR

JACOB ANTON VAN RHEE

G. W. VAN DER WIEL & CO. - ARNHEM

STELLINGEN

1

Een onverwijld onderzoek is geboden, naar de vraag of het vroeg in produktie brengen van vruchtbomen niet ten koste gaat van het uiteindelijk rendement.

2

Opneming van meer hoogwaardige zomerrassen in het appelsortiment zou, mede met het oog op een betere arbeidsspreiding, de rationalisatie van de fruitteelt bevorderen.

3

Wegens de eisen, die de Keuringsdienst (NAKB) stelt ten aanzien van belending, verdient, ten behoeve van uitbreiding van de aardbeienteelt, een wettelijke bescherming van de vermeerderaar van virusvrij aardbeipootgoed te worden overwogen.

4

Afdoende onkruidbestrijding in de rijstcultuur is slechts mogelijk bij een goede waterbeheersing.

5

Overbemesting met fosfaat in de suikerrietcultuur is aanbevelenswaardig.

6

Gezien de resultaten van de onderzoekingen van Eid *) en medewerkers, is het te betwijfelen of onder de klimatologische omstandigheden hier te lande wel een grote betekenis voor het mineralisatieproces mag worden toegekend aan de biologische activiteit in de grond.

*) M. T. Eid, C. A. Black en O. Kempthorne, Soil Sci. 71 (1951) 361-370

7

Bestudering van fysische, chemische en biologische processen in cultuurgronden dient te worden voorafgegaan door fundamenteel onderzoek ter zake in ongestoorde grond.

8

Levende bedekking van de bodem verrijkt niet alleen het organische-stofgehalte ervan, maar schept mede een zodanig microklimaat dat de biologische activiteit in de bodem beter voortgang kan vinden in het koude jaargetijde.

9

Met het oog op het sterk wisselende P_2O_5-gehalte van rietsappen verdient het aanbeveling, in defecatiefabrieken steeds enig fosfaat toe te dienen.

10

Een bepaling van de werkelijke suikerverliezen, die tijdens de rietsuikerfabricage optreden, stuit op praktische moeilijkheden.

11

Opbrengstvermeerderingen van graan door DNOC bespuiting moet niet zo zeer worden toegeschreven aan groeistofwerking dan wel aan een vertraging van de overgang van het vegetatieve naar het generatieve stadium.

Diss. J. A. van Rhee
Mei 1959

ERKENTELIJKHEID past mij jegens

mijn promotor, Professor Dr. Ir. S. J. Wellensiek voor zijn spontane belangstelling in het onderwerp en zijn nauwlettende aandacht bij de uitwerking van de resultaten van het onderzoek tot proefschrift;
Dr. A. D. Voûte, die als directeur van het Itbon mij het onderzoek toevertrouwde, dat onderliggend zijn neerslag vond;
Dr. R. J. van der Linde, mijn voorganger in dit onderzoek, tot welks problematiek hij mij inleidde;
de Rijkstuinbouwconsulent te Goes, Ir. J. J. van Hennik, en zijn personeel, alsmede de hoofdassistent van de Landbouwvoorlichtingsdienst aldaar, de heer G. J. Bom, aan wier medewerking en hulpvaardigheid ik bijzonder veel verschuldigd ben;
Ir. S. H. Justesen, directeur van het Centrum voor Landbouwwiskunde te Wageningen, en zijn medewerkers voor de wiskundige verwerking van het omvangrijke cijfermateriaal;
fruittelers en tuinders, die mij voor het verrichten van waarnemingen gastvrijheid en hulp op hun bedrijven verleenden;
de Besturen van het Itbon en het Proefstation voor de fruitteelt in de volle grond, onder wier auspiciën het onderzoek werd verricht en die mij hun toestemming hebben willen geven om de resultaten in een proefschrift te verwerken.

INHOUD

PAG.

I. INLEIDING 1
1. Het onderzoek in het buitenland 1
2. Het onderzoek in Nederland 2

II. DE WINDREMMING EN HET MICROKLIMAAT IN DE BESCHUTTING 5
1. De windremmende werking van windschermen 5
2. De verdamping in de beschutting 6
3. De temperatuur in de beschutting 8
4. Andere factoren die nauw samenhangen met de mate van beschutting 8

III. BESCHUTTING BIJ TUINBOUWGEWASSEN IN ZEELAND 10
1. Beschutting in de fruitteelt 10
1.1. Opbrengstonderzoek 10
1.2. Het beschuttingsrendement 16
1.3. Causaal-analytisch onderzoek 18
1.3.1. Effect van de windverdeling op vegetatieve en generatieve eigenschappen van de bomen 18
1.3.2. Invloed van de totale windsterkte op het beschuttingseffect . . . 28
1.3.3. Slotconclusie 34
1.4. Praktische toepassing van de resultaten 34
2. Beschutting van aardbeien en andere groentegewassen 36
2.1. Onderzoek bij aardbeien 36
2.1.1. Opbrengstonderzoek 36
2.1.2. Fenologisch onderzoek 40
2.2. Onderzoek bij vroege aardappelen 44
2.2.1. Opbrengstonderzoek 44
2.2.2. Fenologisch onderzoek 45
2.3. Conclusie en praktische toepassing 48

IV. BESCHUTTING BIJ LANDBOUWGEWASSEN 49
1. Onderzoek op zandgronden in zuidoostelijk Nederland 49
2. Onderzoek in Zeeland 55
3. Conclusie en praktische toepassing 56

SAMENVATTING 57

SUMMARY 59

LITERATUUR 65

BIJLAGEN 67

HOOFDSTUK I

INLEIDING

1 – Het onderzoek in het buitenland

In 1941 werden door NÄGELI (34) – zie ook FRANSSEN (13) – uitvoerige gegevens verstrekt over de invloed van windschermen op de produktiviteit in land- en tuinbouw. Sindsdien publiceerden ook VAN DER LOEFF (31) en VAN DER LINDE (26, 29) samenvattende artikelen hierover. Uit genoemde publikaties bleek, dat de aanwezigheid van houtopstanden (houtwallen, windschermen, heggen enz.) tussen het cultuurland in vele gevallen gepaard gaat met een verhoging van het rendement op de aangrenzende percelen.

Vooral van Russische zijde werd op het belang van beschutting gewezen. Over een reeks van jaren werden in steppengebieden de opbrengsten van granen en andere landbouwgewassen, van beschutte percelen vergeleken met die van onbeschutte. Het effect van de beschutting bleek in droge jaren belangrijk hoger te liggen dan in natte jaren. In droge en warme jaren waren de opbrengsten 150 tot 300% hoger. Gedurende jaren met veel regen varieerden de opbrengstverhogingen van 10 tot 30%.

Interessant zijn ook de in Denemarken verkregen resultaten, daar zij betrekking hebben op een gebied waarvan althans de klimatologische omstandigheden in vele opzichten overeenkomst hebben met de onze. Uit de in Jutland uitgevoerde onderzoekingen kwamen eveneens duidelijke verschillen in opbrengst tussen beschutte en onbeschutte landbouwpercelen naar voren. In een samenvattend artikel geeft ANDERSEN (zie 29) enige cijfers hierover. Bij granen en aardappelen waren de opbrengstverhogingen gemiddeld 17%; bij bieten gemiddeld 23%. Ook hier varieerde het effect van jaar tot jaar. FLENSBORG EN LAUESEN (zie 29) maken ook melding van onderzoekingen waarbij de opbrengsten op toenemende afstand van de windkering onderling werden vergeleken. Uit een onderzoek aan een grasklavermengsel bleek, dat op een smalle strook naast het windscherm de opbrengst nadelig was beïnvloed door de wortelconcurrentie en de beschaduwing. Daarbuiten waren over een uitgestrekt gebied de opbrengsten aanmerkelijk hoger. SMITH (zie 13) gewaagt eveneens van een gunstige uitwerking bij tuinbouwgewassen. Vooral bij appelbomen werden grote verschillen gevonden dank zij de beschutting. Bij aardbeien vond men naast een verhoging van de opbrengst ook een vervroeging.

In de Verenigde Staten had het beschuttingsprobleem eveneens reeds lang de aandacht. Hoewel de maatregelen tot windbeheersing met name in de centrale staten meer gericht waren op de beteugeling van het steeds toenemende erosiegevaar, was er de beschutting als cultuurmaatregel ter verhoging van het land-

bouwkundige rendement eveneens bekend. Vooral de onderzoekingen van BATES (2, 3, 4) hebben hiertoe bijgedragen. In Noord- en Zuid-Dakota heeft genoemde auteur uitvoerige waarnemingen verricht bij graangewassen, zoals mais en tarwe. Ook hier waren betrekkelijk dicht bij de windsingels de opbrengsten het hoogst. Tot soortgelijke resultaten komt hij ook voor de fruitteelt. Met name weer in de centrale staten ondervinden de appelbloesems bijna jaarlijks schade van de wind. METCALF (32) kwam tot de conclusie, dat in de citruscultuur in Californië door middel van windkeringen een belangrijke verhoging van het rendement kan worden verkregen.

Van meer recente datum is het onderzoek in Duitsland. Daar echter wezen niet alle onderzoekingen op een positief resultaat. VAN EIMERN, FRANKEN EN HARRIES (11, 29) noteerden voor rogge en haver onderling tegenstrijdige uitkomsten. BENDER (6, 29) vond bij aardappelen en suikerbieten opbrengstverhogingen resp. van 15.7% en 11.4%. Bovendien werd het rendement nog verhoogd door een betere kwaliteit van het produkt. Tot dezelfde conclusie kwamen ook HANKE EN KAISER (15, 29) eveneens bij suikerbieten. KREUTZ (23) nam bij aardappelen en Spaanse peper ook een vervroegde ontwikkeling waar. Aardappelen kwamen op beschutte plaatsen vier dagen vroeger op. Spaanse peper was in de luwte tien dagen eerder rijp.

Met betrekking tot de oorzaak van het beschuttingseffect bestaan theoretische verklaringen, die men eveneens in vorengenoemde publikaties kan nalezen. Men beschouwt een verbetering van het microklimaat in de luwte als een van de voornaamste oorzaken. Met name zouden de verdamping en de temperatuur gunstig worden beïnvloed. In de luwte neemt de verdamping af en de gemiddelde dagtemperatuur toe. Verder is het duidelijk dat in de Russische steppen beschutting de verstuiving van sneeuw voorkomt. Op beschutte plaatsen hoopt de sneeuw zich op, hetgeen in het voorjaar de watervoorziening daar ten goede komt. Ook het schadelijke verstuiven van de bodem zal in de beschutting ongetwijfeld minder zijn. Tenslotte is het duidelijk dat in een beschut landschap de wind minder directe schade aan het gewas zal aanrichten.

2 – *Het onderzoek in Nederland*

Hier te lande wordt beschutting slechts plaatselijk toegepast. In de fruitteelt worden al sinds lang windschermen aangelegd, onder meer om de vruchten tegen afwaaien te beschermen. Ook in het tuinbouwgebied in Kennemerland vond beschutting algemeen toepassing. Het was namelijk reeds bekend dat de wind vlak bij zee schadelijk is voor onze tuinbouwgewassen. Vooral vroege gewassen worden er daarom in de beschutting van betonnen muren of schuttingen geteeld. In de bollenstreken werden vaak hagen aangelegd om de gronden stuifvrij te houden.

Heel anders was de zienswijze in de praktijk van de landbouw. Over de invloed

die de beschutting door houtwallen of windsingels langs bouw- en grasland wellicht op het aangrenzende gewas zou hebben, liepen de meningen nogal uiteen. De houtwallen, die sinds overoude tijden in vele delen van het land hebben bestaan, hadden – althans in het verleden – slechts erkende waarde als leverancier van brand- en geriefhout, alsmede voor het verkrijgen van looistof. Verder werden zij gebruikt voor het keren van het wild of zij dienden als afscheiding van de landbouwpercelen. Nu hierin op andere wijze kon worden voorzien, leverden deze opstanden de bodemgebruikers slechts nadelen op. De opbrengsten werden immers ongunstig beïnvloed door de wortelconcurrentie en de beschaduwing. Op de meer gemechaniseerde landbouwbedrijven beschouwde men de houtwallen bovendien als lastige obstakels die, mede in verband met de grote behoefte aan cultuurgronden, dienden te worden opgeruimd.

Een en ander leidde tot een debat tussen de praktijk van de landbouw en de natuur- en landschapsbescherming, die de houtopstanden wilde sparen, en wel op ideële gronden. Dit meningsverschil was voor verscheidene instellingen de directe aanleiding tot het aanvatten van het houtwallenonderzoek, waarbij het zakelijke element centraal werd gesteld. Op instigatie van VAN DISSEL (9) werd in 1942 ook door het Instituut voor toegepast biologisch onderzoek in de natuur (ITBON) een onderzoek ter zake aangevat. De werkzaamheden droegen in de aanvang uitsluitend een microklimatologisch karakter. In samenwerking met het K.N.M.I. werd in een gebied van eikehakhoutwallen bij Oldebroek de invloed van de beschutting op de temperatuur en de verdamping nagegaan.

In 1950 deed de afdeling Tuinbouw van de Directie van de Landbouw het verzoek om ook de in de praktijk gegroeide beschutting in de Zeeuwse fruitteelt aan een nader onderzoek te onderwerpen. Tot nog toe ontbraken algemene richtlijnen met betrekking tot de opstelling van de windschermen, omdat een algemeen inzicht in het beschuttingsprobleem ontbrak. Het was daarom zeker gewenst na te gaan bij welke beschuttingstoestand in een boomgaard het hoogste rendement mag worden verwacht. Hiertoe begon VAN DER LINDE (27, 28) in 1952 het onderzoek inzake de invloed van de beschutting op opbrengst en groei bij fruitbomen. Daarnaast werd in een boomgaard, beschut door Italiaanse populieren en elzen, bij Wolphaartsdijk ook het microklimatologische onderzoek uitgevoerd. De toen verkregen resultaten hebben aan het licht gebracht dat, afgezien van het valfruit bij harde wind, beschutte bomen belangrijk meer produceren dan onbeschutte. Ook bij de groei werd een positief effect waargenomen. Om zich echter een betrouwbaar beeld omtrent het beschuttingseffect te kunnen vormen, was het gewenst dat het onderzoek in groter verband werd voortgezet, waarmede steller dezes in 1955 werd belast. Ook aan het probleem inzake de beschutting bij groentegewassen werd toen meer aandacht geschonken. Reeds eerder had op Walcheren, in overleg met VAN DER LINDE, de Tuinbouwvoorlichtingsdienst enige oriënterende

proeven genomen met aardbeien, vroege aardappelen en sla. Deze gewassen bleken toen inderdaad gunstig op de beschutting te reageren.

In 1954 stelde het ITBON ook een onderzoek in naar de invloed van de beschutting bij landbouwgewassen. In de Noordoostpolder, op kleigrond, was in de jaren 1947–1950 door JONKER (19) onderzoek verricht aan enkele graangewassen (gerst, haver en tarwe), evenwel zonder positief resultaat. Omdat echter de mogelijkheid bestond, dat het nuttige effect van beschutting in de verschillende delen van het land uiteen loopt, heeft de auteur in 1954 en 1955 ook op door houtwallen beschutte zandgronden in het zuidoostelijke deel van ons land de reactie bij enkele landbouwgewassen nagegaan. Dit werk werd in 1956 door Ir. A. BAKKER van het Instituut voor bosbouwkundig onderzoek (I.B.O.) voortgezet. Door gebrek aan personeel was het niet mogelijk dit onderzoek steeds in die omvang uit te voeren als wel wenselijk leek.

Het succes met de beschuttingsproeven in de tuinbouw in Zeeland heeft in 1958 de Landbouwvoorlichtingsdienst te Goes gestimuleerd tot een soortgelijk onderzoek op Walcheren, zulks in overleg met de auteur.

Hoewel een verbetering van de beschuttingstoestand in de fruitteelt in deze publikatie als het centrale probleem moet worden beschouwd, zijn ook de resultaten van het andere onderzoek vermeld.

HOOFDSTUK II

DE WINDREMMING EN HET MICROKLIMAAT IN DE BESCHUTTING

1 – De windremmende werking van windschermen

Zoals uit het voorgaande reeds is gebleken, wordt het landbouwkundige rendement veelal in sterke mate begunstigd door de beschuttingstoestand in het terrein. Een goed begrip van de windremming door windsingels is voor een beoordeling van de beschuttingsresultaten dan ook het allereerste vereiste.

De eerder vermelde ervaringen met beschutting waren voor onderzoekers in verschillende landen aanleiding, om ook de beschutting als zodanig te bestuderen. Voor een overzicht van deze onderzoekingen kan wederom worden verwezen naar de publikaties van VAN DER LINDE (29) en FRANSSEN (13). Slechts de resultaten, die van praktisch belang zijn, zullen in het navolgende worden besproken.

NÄGELI (36) komt op grond van talrijke waarnemingen tot de in fig. 1 weergegeven verdeling van de windsterkte in de luwte van smalle windschermen van vier dichtheidsklassen, t.w. open, middelmatig dichte, dichte en zeer dichte schermen. De windmetingen werden verricht op een hoogte van 1.4 meter. De windsnelheid is uitgedrukt in procenten van die in het vrije veld, en de afstand tot het windscherm in de gemiddelde hoogte (h) van het windscherm, hetgeen gerechtvaardigd is, omdat de diepte van de beschutte zone nauw samenhangt met de hoogte van het windscherm.

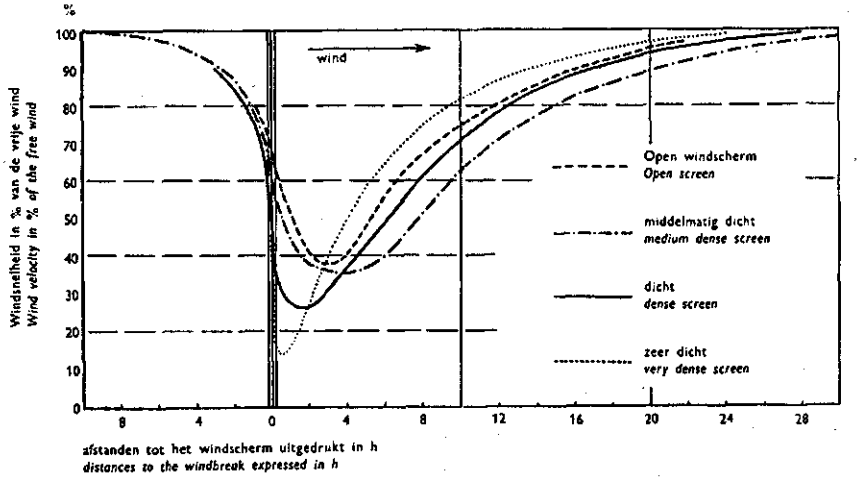


Fig. 1 Windsnelheid op verschillende afstanden van het windscherm (Nägeli)
Fig. 1 Velocity of the wind at different distances from windbreak (Nägeli)

Uit de figuur blijkt, dat een windkering haar invloed zowel aan de loef- als aan de lijzijde doet gelden. Op een afstand van ongeveer 5h voor het scherm begint de windsnelheid geleidelijk af te nemen. De windreductie is het sterkst achter het scherm. Daar is op enige afstand van het scherm het windminimum gelegen. Na dit punt te zijn gepasseerd, neemt de wind weer in kracht toe. Aangenomen mag worden, dat op een afstand van ongeveer 30h de windkracht weer gelijk is aan die in het vrije veld.

De ligging en de grootte van het windminimum worden in sterke mate door de dichtheid van het scherm bepaald. Bij zeer dichte schermen bevindt dit minimum er zich het dichtst bij en tevens bewerken deze schermen de grootste windreductie. Verder van het scherm af neemt de wind echter sneller in kracht toe dan bij minder dichte schermen. Uit de figuur is voorts te zien, dat achter zeer dichte windkeringen de gemiddelde windremming het laagst is. Zij geven bovendien aanleiding tot het optreden van wervels, hetgeen bij graangewassen legeren kan veroorzaken.

Bij middelmatig dichte schermen is de gemiddelde windreductie het grootst. Weliswaar ligt het windminimum bij dit schermtype aanzienlijk hoger, doch de beschutte zone is er dieper dan bij enig ander. Volgens JENSEN (zie 29), die met verschillende windschermmodellen experimenteerde, werd bij de typen met een doorlatendheid van 35 tot 40% dit effect bereikt. Tot dezelfde conclusie kwamen ook KREUTZ EN WALTER (24). Windkeringen met het doorboringspercentage 30 bleken volgens hen reeds schadelijke wervelingen te veroorzaken.

In de praktijk is de doorlatendheid moeilijk te beoordelen, omdat deze grootheid niet exact te bepalen is. Uiteraard zal bij levende schermen vooral de bebladeringstoestand van invloed zijn op de dichtheid, doch NÄGELI (36) wijst erop dat de invloed van deze factor niet moet worden overschat. Het is gebleken, dat de schermen ook in onbebladerde toestand een duidelijke windremming vertonen.

2 – De verdamping in de beschutting

De invloed van de beschutting op de verdamping is eveneens door vele onderzoekers bestudeerd.

Onder verdamping wordt hier verstaan het waterverlies gemeten aan een verdampingsmeter (b.v. een Piche buis); als zodanig geeft deze grootheid een indruk van de mate, waarin de waterhuishouding plaatselijk kan worden beïnvloed.

Men is het er algemeen over eens, dat de verdamping in de luwte belangrijk lager is dan in de wind. Dit blijkt onder meer uit de curven in fig. 2 en 3, die eveneens afkomstig zijn van NÄGELI (35). De verdamping geeft in fig. 3 een verloop te zien, dat nauw overeenstemt met de in hetzelfde terrein verkregen windcurve (zie fig. 2).

Het zal duidelijk zijn, dat de verminderde verdamping in de luwte van invloed is op de vochtigheidstoestand van de grond. VAN DER LINDE (29) vermeldt in zijn

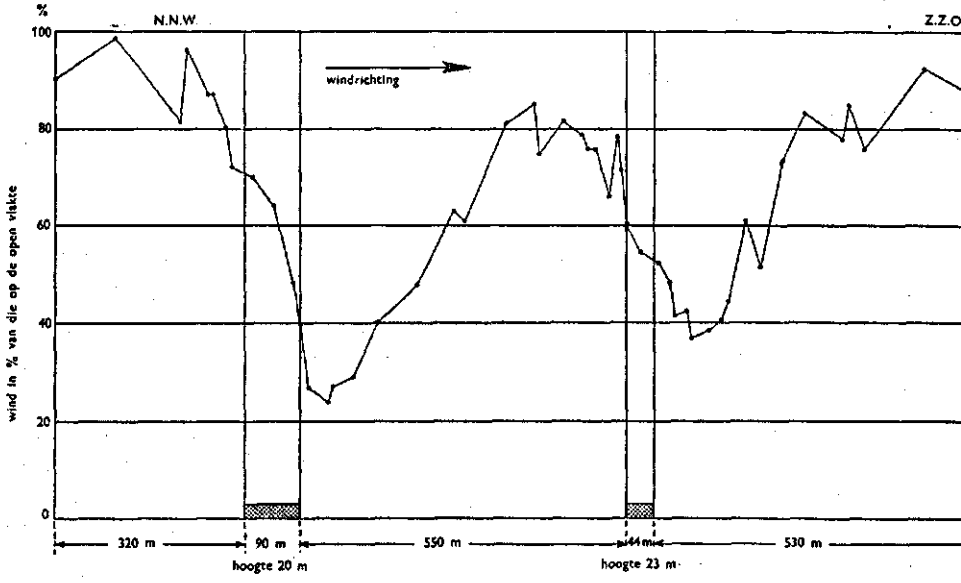


Fig. 2 De windsnelheid voor, tussen en achter twee opeenvolgende schermen (Nägeli, 35)

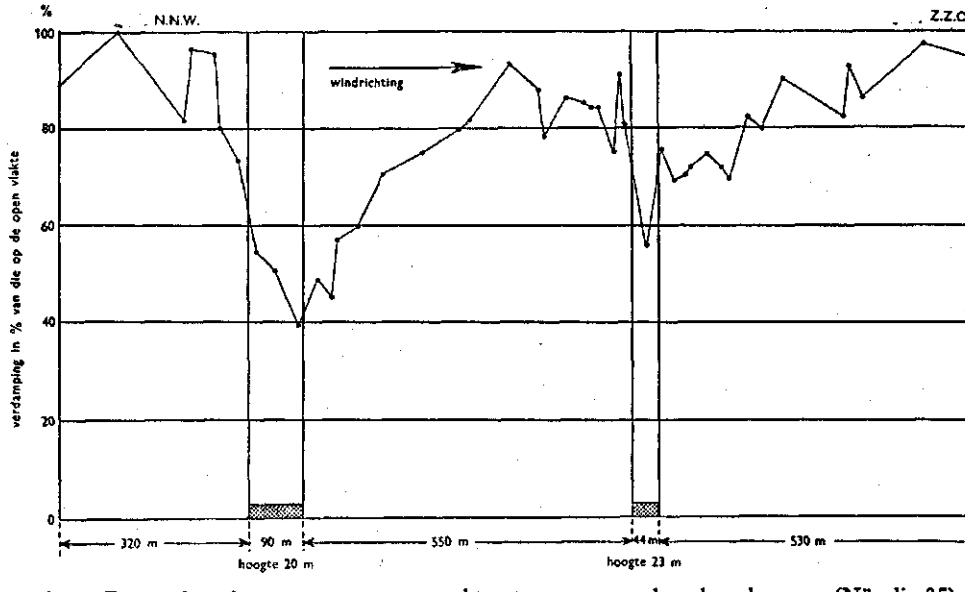


Fig. 3 De verdamping voor, tussen en achter twee opeenvolgende schermen (Nägeli, 35)

overzicht enkele voorbeelden, waarin verschillen in het vochtgehalte van de grond werden gevonden. In een bepaald geval, ontleend aan de Russische literatuur, was het watergehalte in de beschutting 25–30% hoger dan er buiten. In de Russische steppen zijn het echter ook de ophopingen van sneeuw in de luwte van de windkeringen, die daar de vochtigheid van de bodem verhogen.

3 – De temperatuur in de beschutting

Ook de beïnvloeding van de temperatuur in een beschut terrein is voor velen onderwerp van onderzoek geweest. VAN DER LINDE EN WOUDENBERG (29, 30) onderscheiden in de luwte, overdag bij zonnig weer, drie zones, t.w.:

a) een schaduwzone, vlak naast het scherm, met een betrekkelijk lage temperatuur;
b) een eveneens smalle zone aan de zonzijde, met een hogere temperatuur als gevolg van de reflectie tegen het windscherm, en een gedeeltelijke vermindering van de uitstraling;
c) een zone buiten de onder a en b genoemde zones, waar de temperatuur in de morgenuren tot kort na het middaguur hoger is dan in het vrije veld, daarna afneemt en tot zonsopgang beneden de temperatuur in het vrije veld blijft. Ook BODROFF (7) vond in de luwte na ongeveer 3 uur in de namiddag tot zonsopgang een temperatuurverlagende invloed.

Gedurende de nacht ontstaan eveneens zones, die in diepte vrijwel met de onder a), b) en c) genoemde overeenkomen. Tijdens heldere nachten is, althans bij zwakke wind, in de luwte de temperatuur iets lager dan in het vrije veld. In perioden, waarin nachtvorst kan worden verwacht, is de kans hierop ook daar het grootst, behoudens bij windstilte; dan zal namelijk de temperatuur in de beschutting hoger zijn, doordat in de onder a) en b) genoemde zones de uitstraling minder is.

LA COUR (zie 13) vond in de beschutting als gevolg van de stijging van de temperatuur overdag, een verhoging van het daggemiddelde van 1½° C. VAN WIJK EN HIDDING (46) achten slechts de temperatuurverhoging in het gebied tot ten hoogste 10h van betekenis, omdat zij alleen daar een grootte bereikt van 2° C of iets meer.

Het is duidelijk, dat er ook een nauw verband bestaat tussen de temperaturen van de lucht en van de grond, zodat met windsingels ook een verhoging van de bodemtemperatuur kan worden bereikt. JENSEN (zie 29) vermeldt een gemiddelde temperatuurverhoging variërend van 0.5 tot 2.5° C.

4 – Andere factoren die nauw samenhangen met de mate van beschutting

Neerslag – Een probleem, dat eveneens verband houdt met de windremming, is dat van de beïnvloeding van de neerslag (sneeuw, regen, dauw, enz.). Vroegere onderzoekingen in het Russische steppengebied hebben aangetoond, dat in

de beschutting meer neerslag valt. Ook KREUTZ (23) komt tot deze conclusie. Hoogstwaarschijnlijk hebben de Russische gegevens over de neerslag van sneeuw betrekking op de ophopingen van stuivende sneeuw. De meerdere neerslag in de vorm van regen is evenmin het gevolg van een verhoging van de totale hoeveelheid regen. Neerslagverschillen achter de windkeringen duiden er namelijk op, dat hogere neerslag in de luwte ten koste moet gaan van die in het onbeschutte gedeelte.

De dauwvorming is in sterke mate afhankelijk van de luchttemperatuur. Als gevolg van de lagere temperatuur des nachts in de luwte wordt de afzetting van dauwdruppels daar bevorderd.

Langs de kust is voorts de horizontale neerslag van zoutdeeltjes van belang (29). Ook in ons land wordt – vooral bij westerstormen – veel last hiervan ondervonden, hetgeen door windkeringen in belangrijke mate kan worden verminderd (43).

Luchtvochtigheid – Het is voorts van belang te wijzen op de nauwe relatie tussen het dagelijkse temperatuurverloop in de luwte en de relatieve luchtvochtigheid. BODROFF (7) vond een verlagende invloed op de relatieve luchtvochtigheid in de voormiddag en een verhogende invloed daarna. Tot een soortgelijke conclusie kwamen ook VAN DER LINDE EN WOUDENBERG (30).

Hoofdstuk III

BESCHUTTING BIJ TUINBOUWGEWASSEN IN ZEELAND

1 – *Beschutting in de fruitteelt*

1.1 – *Opbrengstonderzoek*

Teneinde het effect van de beschutting op de opbrengsten te kunnen vaststellen, werden voor het onderzoek in de eerste plaats waarnemingspercelen met beschutting tegen de overheersende westelijke winden uitgezocht. Daar van de noordelijke en noordoostelijke wind eveneens een schadelijke uitwerking kan worden verwacht, werden in 1957 en 1958 ook enkele boomgaarden met een beschutting dáártegen in het onderzoek betrokken.

Bij de keuze van de proefpercelen werd uiteraard ook gelet op de homogeniteit daarvan. Verschillen in ras, variaties in de leeftijd van de bomen, een verloop in de vruchtbaarheid van de grond en verschillen in de genomen cultuurmaatregelen zijn storende elementen, die in het gunstigste geval de spreiding in de waarnemingsuitkomsten nodeloos vergroten.

Met betrekking tot de methodiek kan het volgende worden opgemerkt. Aangezien de beschuttingstoestand varieert met de afstand tot het windscherm, werd het effect van de beschutting onderzocht door op regelmatig toenemende afstanden van het windscherm de opbrengsten van een aantal bomen te bepalen, en te middelen. Om in hoofdstuk II vermelde redenen worden deze afstanden uitgedrukt in de hoogte van de windkering (h) en voor zover mogelijk werden de waarnemingen gedaan op afstanden van 1h, 3h, 5h, enz. Het gewicht van de opbrengst per boom werd berekend door vlak na de pluk het aantal der volle kisten te vermenigvuldigen met het gemiddelde netto-gewicht per kist. Ten dele gevulde kisten moesten per boom apart worden gewogen. Bij jongere bomen was het eenvoudiger om het aantal vruchten van de boom te tellen en door vermenigvuldiging met het gemiddelde gewicht per appel het gewicht van de boomopbrengsten te berekenen.

Begonnen werd in 1952 met in een boomgaard te Krabbendijke op de boven beschreven wijze de opbrengsten van een blok met Jonathan-struiken te bepalen (28). In 1953 en 1954 werden in een aangrenzend perceel met Golden-Delicious-struiken eveneens opbrengstwegingen verricht. In 1952 en 1954 werd een duidelijk, met de mate van beschutting positief gecorreleerd verloop der opbrengsten waargenomen. In 1953 was op beide percelen gemiddeld geen effect te zien.

Het is echter duidelijk, dat met de uit zo'n beperkt aantal objecten verkregen gegevens slechts een globale kijk op het vraagstuk wordt verworven. Nodig was het een omvangrijker feitenmateriaal te verzamelen, waaruit met een grotere mate

van betrouwbaarheid kan worden afgeleid hoe diep achter het windscherm het beschutte gebied zich uitstrekt – waar zich dus de grens van zijn werking bevindt – en vervolgens bij welke beschuttingstoestand het hoogste rendement zou zijn bereikt, het grondverlies e.d. in rekening gebracht. En hierbij moest dan nog in aanmerking worden genomen, dat de omstandigheden en daarmee waarschijnlijk het effect van jaar tot jaar variëren, alsook dat soorten, rassen en boomtypen verschillend zouden kunnen reageren.

Gelet op bovengenoemde overwegingen werden van 1955 af op een groter aantal percelen, verspreid over Walcheren, Zuid-Beveland, Tholen, West-Brabant en Zeeuws-Vlaanderen, waarnemingen uitgevoerd. Van de meest gebruikelijke appelrassen, in aanplantingen van struikvormen zowel als van vrije spillen, werden de opbrengsten bepaald en van 1956 af tevens die van een aantal pererassen.

In tabel 1 en 2 (achterin geplaatst als bijlage) zijn de opbrengstgegevens voor appels en peren met beschutting tegen zuidwestelijke tot noordwestelijke wind perceelsgewijze weergegeven. Daar het produktiepeil in de onderscheidene boomgaarden sterk varieerde, werden voor een onderlinge vergelijking van het effect de opbrengstgewichten per object omgerekend tot procenten van de hoogste opbrengst, verkregen op het desbetreffende perceel.

Men dient zich de vraag te stellen in hoeverre de waargenomen verschillen in opbrengst op verschillende afstand van het scherm als statistisch betrouwbaar kunnen worden beschouwd. Een door het Centrum voor Landbouwwiskunde uitgevoerde berekening toonde aan, dat in de gevonden ruimtelijke verdeling van de opbrengst statistisch duidelijke verschillen voorkomen. In de gehele reeks van proeven werd de rangtekentoets toegepast (5). Op deze wijze kon worden berekend welke verschillen minstens kunnen worden verwacht bij het gekozen risico van 5%. Uit deze berekening bleek dat over het geheel genomen de hoogste opbrengst bij ongeveer 3h ligt (zie tabel 1). Tot ongeveer 13h neemt de opbrengst van appels duidelijk af, waarna geen verdere afneming valt te bespeuren. Ten opzichte van de opbrengst bij 5h valt nog een afneming te constateren tot 9h, waarna deze niet meer duidelijk is. Bij de opbrengst van peren is een soortgelijk effect waarneembaar, zelfs met hogere grenswaarden, doch minder regelmatig dan bij appels (zie tabel 2).

Van het cijfermateriaal over de jaren 1952 t/m 1956 werden reeds eerder samenvattende curven gepubliceerd (39, 40). Een onderlinge vergelijking van de reactie bij appels, en wel van struikvormen en vrije spillen, en die bij perestruiken leidde toen tot de voorlopige conclusie dat peren zeer gevoelig zijn voor wind. Bij appels was de vrije spil het minst gevoelig. Een nadere beschouwing van tabel 1 geeft evenwel geen bevestiging van het laatste. In 1957 was het effect bij andere spillenpercelen nl. hoger dan bij struikvormen. Misschien is het niet juist om deze gegevens te groeperen volgens het boomtype. Het leek daarom zinvol om in een be-

perkt aantal grafieken nog eens het verband tussen opbrengst en beschuttingstoestand voor appels en peren apart weer te geven (fig. 4 en 5).

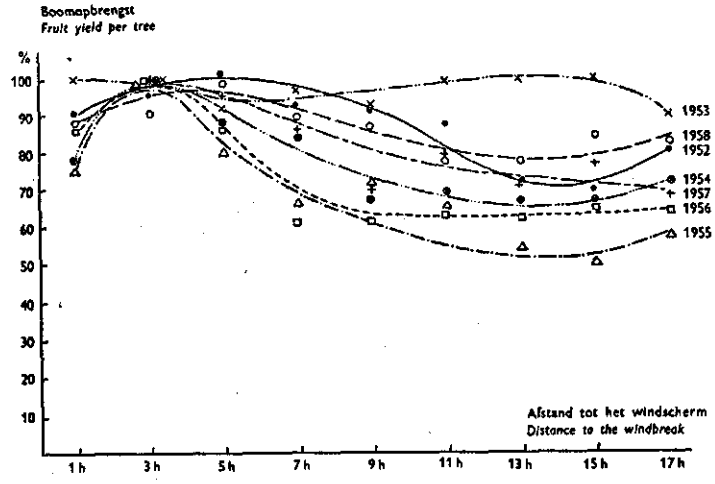


Fig. 4 De gemiddelde boomopbrengst op verschillende afstanden van het windscherm (bij appels)

Fig. 4 Average fruit yield per tree at different distances from windbreak (with apples)

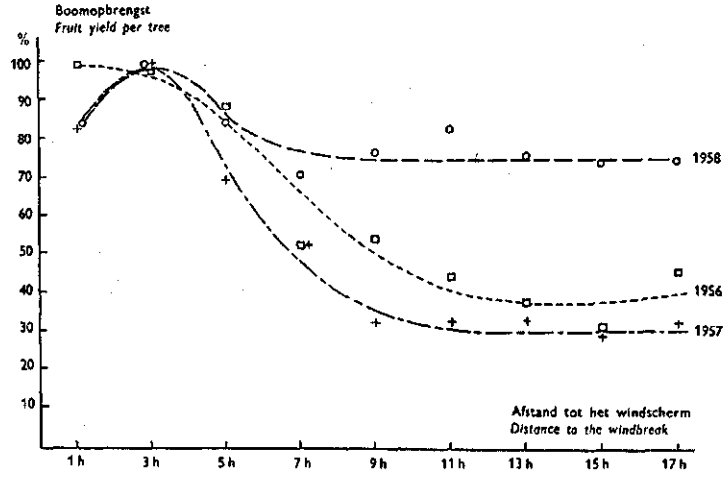


Fig. 5 De gemiddelde boomopbrengst op verschillende afstanden van het windscherm (bij peren)

Fig. 5 Average fruit yield per tree at different distances from windbreak (with pears)

Het verloop van de gemiddelde curven vertoont inderdaad een grote overeenkomst met de verdeling van de windsnelheid in de luwte, zoals deze volgens fig. 1 door NÄGELI werd waargenomen. De gemiddeld meest gewenste beschuttings-

toestand werd, zoals reeds eerder opgemerkt, ongeveer bij 3h verkregen. Dit gaat bij benadering ook op voor de gemiddelde boomgaard in Zeeland, hetgeen tot uitdrukking komt in fig. 6. De erin opgestelde curve heeft namelijk betrekking op een boomgaard te Wolfaartsdijk (Zuid-Beveland), tegen westenwind beschut met Italiaanse populieren, d.w.z. met een windkering die het Zeeuwse gemiddelde zeer goed vertegenwoordigt. De curve is gevormd uit gegevens, die VAN DER LINDE en WOUDENBERG trokken uit waarnemingen ter plaatse in de jaren 1952–1954. Daaruit toch blijkt, dat de windreductie het grootst was op ongeveer 4h, hetgeen nagenoeg overeenkomt met de resultaten van NÄGELI.

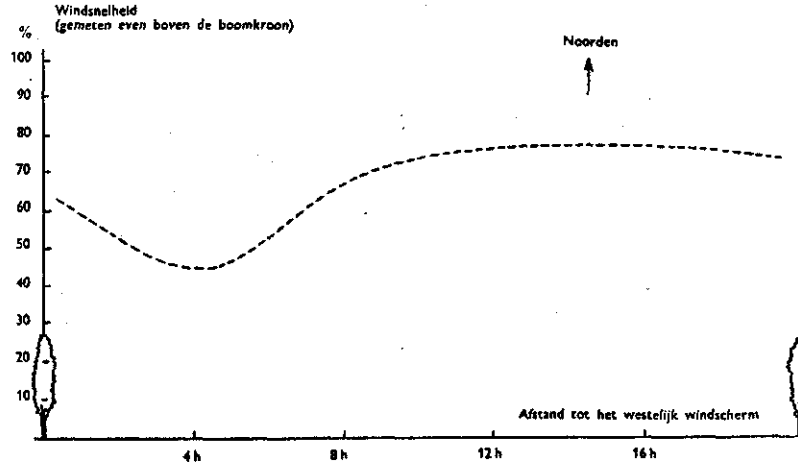


Fig. 6 Windremming in een boomgaard bij Wolfaartsdijk

Verder bevestigen de gegevens dat peren belangrijk gevoeliger voor wind zijn dan appels. Voorts is uit de grafieken een sterk van jaar tot jaar wisselende invloed van windschermen af te leiden. Het verschil in opbrengst binnen en buiten de effectief beschutte strook kwam bij appels vooral in de jaren 1955 en 1956 sterk tot uiting. In 1953 werd, zoals reeds gemeld, in het geheel geen effect van de beschutting waargenomen, terwijl in 1958 de reactie zwak positief was. In 1952, 1954 en 1957 was het effect eveneens duidelijk positief, maar minder dan in 1955 en 1956. Bij peren was de invloed van de beschutting in 1956 en 1957 aanzienlijk groter dan bij appels. In 1958 had de beschutting evenals bij appels een betrekkelijk geringe uitwerking.

De door VAN OOSTEN (37) gepubliceerde resultaten in de Noordoost-polder mogen worden aangehaald ter bevestiging. De gegevens, die hieraan ten grondslag liggen, zijn volledigheidshalve in tabel 3 weergegeven.

Tabel 3 – Beschuttingseffect bij appels en peren in de N.O.-polder

Appels

Jaren	Jonathan IV		Winston IV	
	goed beschut	matig beschut	goed beschut	matig beschut
1955	56 kg	35.5 kg	71.5 kg	50.4 kg
1956	45 kg	23 kg	43.8 kg	27 kg

Peren

Jaren	Conference		Prés. Loutreuil	
	goed beschut	matig beschut	goed beschut	matig beschut
1953	25.3 kg	15.1 kg	22.9 kg	16.5 kg
1954	27.4 kg	20.6 kg	23.8 kg	16.6 kg
1955	25.2 kg	18 kg	51.8 kg	13.4 kg
1956	21.7 kg	11.1 kg	20.7 kg	9.1 kg

Hieruit blijkt tevens dat ook daar het effect in de jaren 1955 en 1956 belangrijk groter is geweest dan in 1953 en 1954, althans bij peren. Een verklaring voor deze verschijnselen zal in de volgende paragrafen aan de orde komen.

Het lijkt interessant om hier ook de resultaten te vermelden van soortgelijke onderzoekingen die in Spangsbjerg en Blangsted resp. in de perioden 1919–1922 en 1922–1931 werden verricht (1, 12). Op beide plaatsen werd de invloed van de beschutting tegen westelijke winden nagegaan. Ook daar bleek het effect van de beschutting nogal uiteen te lopen, zoals tabel 4 te zien geeft.

Uit tabel 5 blijkt, dat ook de beschutting tegen de wind uit noordelijke tot noordoostelijke richting een gunstige invloed heeft op de produktiviteit van de boomgaarden. Kwalitatief komt het geconstateerde effect overeen met de reactie die in tegen westelijke winden beschutte boomgaarden werd waargenomen. De resultaten hebben echter betrekking op een te gering aantal objecten om een be-

trouwbaar kwantitatief beeld van het effect te kunnen geven. Om praktische redenen konden niet meer percelen met een dergelijke beschutting in het onderzoek worden betrokken.

Tabel 4 – Het beschuttingseffect bij appels in West-Jutland
Spangsbjerg 1919-1922

Afstand tot het windscherm	1½h	3h	4h	5h	7h	8h
Relatieve opbrengst	100	50	22	17	14	17

Blangsted 1922–1931

Afstand tot het windscherm	1½h–5½h	5½h–9½h	9½h–13½h	13½h–17½h	17½h–21½h	21½h–25½h
Relatieve opbrengst	100	92	82	82	79	77

Tabel 5 – Relatieve opbrengst bij beschutting tegen noordelijke tot noordoostelijke wind
Relative yield of trees with protection against northerly and north-easterly winds

Afstand tot het scherm *Distance to the windbreak*	1957			1958
	Gold. Del. IX	Winston IX	Conference	Gold. Del. IX
1h	100	100	100	92.7
3h	63.2	94.2	88.0	90.6
5h	66.7	76.9	76.0	90.6
7h	42.1	76.9	58.4	92.2
9h	42.1	80.8	64.0	80.7
11h.	44.7	76.9	93.6	100

1.2 – Het beschuttingsrendement

Uit het dalende verloop van de opbrengsten in fig. 4 en 5 is duidelijk gebleken dat de in de praktijk bereikte beschuttingstoestand verre van ideaal is, d.w.z. bij vele boomgaarden is in een deel daarvan de beschutting onvoldoende. Het verschil tussen de bestaande toestand en de meest gewenste zal in het volgende uit de opbrengst-gegevens worden benaderd. Een berekening van het rendement van de beschutting was hiervoor noodzakelijk. Daarna kan worden nagegaan hoe in de praktijk dit verschil het beste kan worden opgeheven.

Het is duidelijk dat de diepte van de effectieve beschuttingsstrook alsmede de daarin verkregen opbrengstverhoging bepalend zijn voor het profijt van de beschutting.

De effectief beschutte zone is het gebied waar het gewas nog op de beschutting heeft gereageerd. Hoe groter de diepte van deze strook, hoe meer profijt men van een windkering heeft. Bij een geleidelijk dalend opbrengstverloop zal de keuze van de grens van dit gebied min of meer willekeurig moeten zijn. De diepte van genoemde zone blijkt bij benadering voor appels 12h te zijn, voor peren 6–10h.

Een geheel ander begrip is de grens met het vrije veld. Deze zou volgens reeds vermelde onderzoekingen bij ongeveer 30h moeten liggen (36).

Het verschil tussen de opbrengsten in het effectief beschutte gedeelte en daarbuiten is een maatstaf voor de aangerichte windschade. Hoe groter dit verschil, hoe nuttiger het windscherm is geweest.

Natuurlijk dienen naast de oogstvermeerdering ook alle nadelen van een windkering in rekening te worden gebracht. De verliezen door wortelconcurrentie en beschaduwing kunnen uitsluitend in de 1h-zone van enige betekenis zijn. Bij de berekeningen werden echter deze opbrengstdervingen reeds in de oogstvermeerdering begrepen. Aangenomen mag worden dat de kosten voor aanleg en onderhoud van windschermen zullen opwegen tegen de lagere bedrijfskosten als gevolg van het geringere aantal vruchtbomen. Het rendement is dus bijna uitsluitend afhankelijk van de verhouding tussen de opbrengstverhoging en het verlies aan cultuurgrond. In deze zal, bij de te stellen eisen ten aanzien van de doelmatigheid van de beschutting, in de opstelling van de windkeringen naar een compromis moeten worden gezocht.

Ter oriëntatie werd reeds eerder een rendementsberekening uitgevoerd, gebaseerd op de gegevens van één jaar, t.w. 1956 (39, 40). Voor de percelen met appels in struikvorm en als vrije spillen alsmede van de perenobjecten werd daarbij verondersteld dat de windkeringen waren aangebracht op zes verschillende afstanden, variërend tussen 2h en 12h.

Aan de hand van het in tabel 1 en 2 opgenomen cijfermateriaal worden onderstaand, voor een reeks van jaren, voor appels en peren apart soortgelijke berekeningen gemaakt. Hierbij wordt verondersteld dat er schermen staan op onderlinge

afstanden van 2h, dan wel 4h, 6h, 8h of 10h. Voor elk dezer vijf gevallen kunnen de door beschutting verkregen opbrengstverhoging alsmede het verlies aan cultuurgrond worden berekend. De eerste van deze twee grootheden, de meeropbrengst, werd uitgedrukt in het verschil tussen de gemiddelde boomopbrengst in de strook tussen de veronderstelde schermen en die in het niet effectief beschutte gedeelte. Bij de berekening van het grondverlies werd voor wat de appels betreft uitgegaan van een spillenaanplant met noord-zuid lopende plantrijen op afstanden van 4 meter. Voor perenaanplantingen, die doorgaans in vierkantsverband worden aangelegd, is het plantverband gesteld op 4 × 4 meter. Daar het grondverlies mede afhankelijk is van de werkelijke hoogte van het windscherm, werd de berekening gebaseerd op een voor een populierenscherm normale hoogte van 10 meter. Aangenomen werd voorts dat voor de aanleg van een extra scherm slechts één rij vruchtbomen wordt opgeofferd, hetgeen inderdaad voldoende is voor de bewegingsvrijheid der werktuigen op de wendakkers.

Welnu, bij inachtneming van al deze voorwaarden zou dan het grondverlies voor beide plantsystemen bij afstanden van 2h, 4h, 6h, 8h of 10h tussen de schermen resp. 20%, 10%, 6.7%, 5% en 4% bedragen.

De oogstderving door grondverlies is alleen voor de gevallen waarin de veronderstelde afstand tussen de windkeringen groter is dan de effectief beschutte zone, aan het procentuele grondverlies gelijk te stellen. Wanneer deze afstand kleiner is dan de diepte van die zone, is het oogstverlies echter groter, omdat de opbrengst daar hoger is.

In tabel 6 (zie bijlage) zijn de uitkomsten voor de jaren 1952 t/m 1958 weergegeven met uitzondering van 1953, omdat toen immers geen effect van de beschutting werd waargenomen. Er zijn de volgende conclusies uit te trekken.

1e. Het rendement is bij peren inderdaad belangrijk hoger dan bij appels.

2e. Over het algemeen is het niet meer economisch verantwoord om de windkering op afstanden van 2h aan te leggen, omdat de nadelige invloeden van wortelconcurrentie en beschaduwing dan de overhand krijgen. Alleen in jaren met een sterk positief effect, zoals in 1955 en 1956 bij appels en in 1956 en 1957 bij peren, zou ook dan nog zulk een beschutting nuttig zijn geweest. Voor appels zou het meest economische compromis bij een afstand van 6h zijn verkregen. In jaren met veel windschade, zoals in 1955, ware het profijt nog iets hoger geweest, indien de schermen op afstanden van 4h zouden zijn aangelegd. In 1952 en 1958 was het beschuttingseffect betrekkelijk gering. Hierdoor zou bij afstanden tussen de windschermen van 6h tot 10h het rendement nagenoeg gelijk gebleven zijn. Bij peren zou het netto-profijt in drie achtereenvolgende jaren (1956 t/m 1958) het grootst zijn geweest bij een afstand van 4h tussen de schermen.

Bij de berekening van het rendement werd met de beschutting tegen de incidenteel optredende noordelijke en noordoostelijke wind geen rekening gehouden. Ook

de wind uit deze richtingen kan, zoals reeds eerder is gebleken, aanzienlijke schade aan het gewas berokkenen. In de praktijk worden daarom vaak twee elkaar loodrecht kruisende systemen van evenwijdige schermen aangetroffen. Het is uiterst moeilijk uitvoerbaar om ook het precieze effect van een aldus samengestelde beschutting te berekenen. Naar echter veilig kan worden aangenomen, zal alleen reeds bij evenwijdig aangelegde schermen de opbrengstverhogende werking door de luwte aan de loefzijde van het volgende scherm dusdanig worden versterkt, dat het verlies als gevolg van wortelconcurrentie en beschaduwing aan deze zijde van de windkering er ruimschoots door wordt gecompenseerd. In dit verband mag worden opgemerkt, dat ook het profijt bij een volledige beschutting door haaks op elkaar aangebrachte schermen hoogstwaarschijnlijk hoger zal liggen dan de berekende rendementen, ondanks het grotere grondverlies.

1.3 – Causaal analytisch onderzoek

1.3.1 – Effect van de windverdeling op vegetatieve en generatieve eigenschappen van de bomen

Uit het voorgaande is gebleken, dat door beschutting de opbrengst van het fruit aanzienlijk kan worden verbeterd. Met betrekking tot de veroorzaking van dit effect van de beschutting kon aanvankelijk niet met zekerheid worden gezegd, welke levensprocessen in feite gunstig door de beschutting worden beïnvloed.

De ervaring leert, dat bij harde wind de vruchten kunnen afwaaien. In dit verband kan worden vermeld, dat blijkens incidentele schattingen elders in het land (Noord-Holland), de oogst in onbeschutte boomgaarden met 50–70% en in beschutte met 10–20% werd verminderd (10). Ook het stukslaan van bloemen is een vaak voorkomend verschijnsel, vooral in de winderige kustgebieden. Voorts is het bekend, dat de schrale winden in het voorjaar schade toebrengen aan de bloesems. Door de beschutting worden deze vormen van windschade in zekere mate beperkt. Verder bleek, dat – afgezien van een beïnvloeding van de generatieve ontwikkeling – vooral in de kuststreken ook de vegetatieve, dus de groei van de vruchtbomen, in belangrijke mate door de wind kan worden geremd. Dat de fruitbomen daar veel van de wind te lijden hebben, blijkt uit de langzame groei en de scheef gegroeide kronen. In de beschutting is de groei van de bomen gunstiger.

Een nader onderzoek naar de oorzaken, die aan het verband tussen opbrengst en beschuttingstoestand ten grondslag liggen, leek daarom alleszins de moeite waard, omdat mogelijk hieruit zou zijn af te leiden op welke wijze de doelmatigheid van de beschutting kan worden verhoogd.

Op grond van de zojuist vermelde groeiafwijkingen werd begonnen met een onderzoek naar de vegetatieve ontwikkeling van de bomen in te stellen. In de eerste jaren van het onderzoek kon nauwelijks worden vermoed, dat afgezien van het

afwaaien van fruit de vruchtbaarheid van de bomen in sterke mate door de wind kan worden beïnvloed. Een dergelijke conclusie was pas uit het effect van de beschutting in verschillende jaren af te leiden.

Om een indruk van de invloed van de beschutting – of de wind – op de groei van de vruchtbomen te kunnen krijgen, werden op een groot aantal percelen met beschutting tegen de westelijke wind, en wel bij 18 appel- en 2 perenpercelen, de stamomtrek en de hoogte van de bomen gemeten. Overeenkomstig het opbrengstonderzoek werden deze waarnemingen op verschillende afstanden van het windscherm gedaan. De stamomtrek werd steeds op dezelfde hoogte (± 30 cm) boven de entplaats gemeten. De plaatsen waar de stam verdikkingen vertoonde, werden hierbij zorgvuldig vermeden. De hoogte van de boom werd van een meetlat afgelezen. Teneinde ook de scheutgroei in beschutte boomgaarden te kunnen nagaan, werd in een aantal appelpercelen het snoeihout gewogen. Dit geschiedde eveneens op verschillende afstanden van het windscherm. Wegens de bewerkelijkheid konden deze waarnemingen slechts op een beperkt aantal percelen worden verricht.

Op dezelfde wijze als bij de opbrengst zijn in fig. 7 de uitkomsten van de groeimetingen, alsmede de gewichten van het snoeihout afgebeeld. Het cijfermateriaal, dat in deze grafiek is samengevat, werd wederom volgens de rangtekentoets bewerkt. Hieruit bleek dat alleen ten aanzien van de boomhoogte een duidelijk windschermeffect waarneembaar was. Ten opzichte van de 3h-zone zijn de volgende verschillen in lengtegroei minstens te verwachten.

	1h	5h	7h	9h	11h	13h	15h	17h	
3h:	0	0	1	2	3	3	4	3	(P = 0.05)

Least significant differences between the 3h zone and the others

De diktegroei bleek niet op de beschutting te reageren. Wellicht als gevolg van het beperkte aantal waarnemingen waren ook in de snoeihoutgewichten statistisch geen duidelijke verschillen te constateren. Een zekere uit de grafiek waarneembare tendens wijst nochtans op correlatie met de boomhoogte, hetgeen bezwaarlijk aan het toeval alleen kan worden toegeschreven. Dit geeft aanleiding tot het opperen van de mogelijkheid van een verband tussen de groei en de verschillen in de waterhuishouding in de luwte. In een eerder genoemde, voorlopige publikatie (39) werd reeds op deze mogelijkheid gewezen. Bij de langzaam groeiende spillen en bij peren op kweeonderstam was de gevonden samenhang tussen groei en beschuttingstoestand namelijk iets duidelijker dan bij appels op sterke onderstammen; en bij zwakke onderstammen met een oppervlakkige beworteling was het te verwachten dat zij scherper op de verschillen in de waterhuishouding zouden reageren.

Van Deense zijde was reeds eerder de aandacht gevestigd op de groeiverschijn-

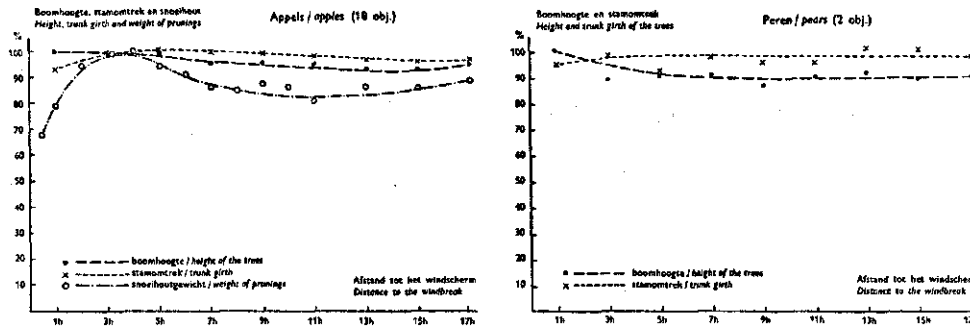


Fig. 7. Relatieve boomhoogten en stamomtrek alsmede het snoeihoutgewicht in verband met de mate van beschuttting

Fig. 7. Relative height and trunk girth of trees and weight of prunings in relation to the degree of shelter

Tabel 7 – Toename stamomtrek en scheutgroei in de beschutting Spangsbjerg 1918–1922

Afstand tot het windscherm	2h	4h	6h	8h	10h	12h
Toename stamomtrek in 4 jaren in cm	5.01	4.52	3.38	3.58	3.63	3.67
Toename stamomtrek in 4 jaren in procenten . . .	100	90	68	72	72	73
Scheutgroei (groeicijfers van 1 tot 10)	6.3	6.2	5.7	5.6	5.7	5.7
Scheutgroei in procenten .	100	99	91	90	90	91

selen in tegen de westelijke wind beschutte boomgaarden. De in Spangsbjerg verrichte onderzoekingen brachten de in tabel 7 vermelde feiten aan het licht (1).

De opvallend sterke beïnvloeding van de stamomvang, hier geconstateerd, is niet in overeenstemming met de vorengenoemde resultaten uit eigen onderzoek. Wel echter kwam in ons land een zo grote schadelijke invloed dicht bij zee tot uiting. De groeimetingen van een tweetal objecten, t.w. bij Koudekerke en bij Domburg, geven hiervan het bewijs.

Het object in Koudekerke is een boomgaard, die in de luwte van een remisegebouw is opgegroeid. In deze boomgaard, die in het najaar van 1947 was aange-

legd, is het ras Schone van Boskoop als blijver aangeplant en Jonathan op type IV als wijker. Het perceel nabij Domburg werd drie jaar later aangeplant. De vruchtbomen, eveneens Schone van Boskoop, werden toen tegelijk met het windscherm (populier en els) uitgeplant op een nagenoeg geheel boomloze vlakte, achter de duinen van Domburg.

Tabel 8 – Groeiverschijnselen in een boomgaard bij Koudekerke

Afstand tot het windscherm	2h	3h	4h	5h	6h
Boomhoogte in meters	3.7	2.9	3.1	2.9	2.7
Stamomvang in cm's	34	28	34	26	26

Idem bij Domburg

Afstand tot het windscherm	2h	4h	6h	8h	10h
Boomhoogte in meters	1.7	1.3	1.3	1.2	1.3
Stamomvang in cm's	14.5	11.0	10.5	10.5	10.9

De groeiverschillen (zie tabel 8) zijn bij deze objecten van meer betekenis dan op de in fig. 7 opgenomen percelen kon worden geconstateerd. Vermoedelijk heeft het fruitgewas dicht bij zee ook veel van het atmosferische zout te lijden gehad. De ernstige gevolgen hiervan blijken wel uit een onderlinge vergelijking van bovengenoemde objecten.

Het leeftijdsverschil van de twee boomgaarden was ogenschijnlijk belangrijk groter dan drie jaar, hetgeen ongetwijfeld in sterke mate of uitsluitend te danken was aan de luwte die de Koudekerkse boomgaard van het aangrenzende gebouwencomplex ondervond.

Naast een bestudering van de vegetatieve ontwikkeling van de bomen werd in 1955 en 1956 voor een aantal appelrassen het gemiddelde appelgewicht op beschutte en onbeschutte plaatsen bepaald, zulks naar aanleiding van de bewering van fruittelers, dat de vruchten dicht bij het windscherm groter zouden zijn. Na onderzoek bleek dit echter geenszins het geval te zijn. De resultaten van dit onderzoek, die reeds in een voorlopige publikatie (39) werden opgenomen, worden volledigheidshalve nogmaals in tabel 9 vermeld.

Tabel 9 – Gemiddeld appelgewicht in kg op beschutte en op onbeschutte plaatsen [1])
Average fruit weights in kg of protected and unprotected trees

[1]) Tussen haakjes de aantallen vruchten waaruit de gemiddelden werden afgeleid.
The number of fruits on which the average value is based is shown in parentheses.

	J. Grieve	Cox's O.P.	Gold. Del.	Jonathan
Beschut	0.15 (450)	0.12 (493)	0.17 (270)	0.14 (350)
Onbeschut	0.15 (450)	0.11 (465)	0.17 (140)	0.14 (350)

Dat de beschutting geen of nagenoeg geen invloed op de grootte van de appelen heeft, mag als vaststaand worden aangenomen, omdat bij een eventueel bestaan van een dergelijke invloed deze onder de toen heersende weersomstandigheden zeker tot uiting zou zijn gekomen.

Toen uit de eerste resultaten van het onderzoek naar de vegetatieve ontwikkeling bleek dat ook de groei van de vruchtbomen zeker geen voldoende verklaring van het beschuttingseffect zou kunnen geven, werd meer aandacht aan de vruchtvorming geschonken, t.w. aan de vorming van de gemengde knoppen, de vruchtzetting en de retentie van de vruchten.

Met betrekking tot het afwaaien van de vruchten werd reeds eerder opgemerkt, dat dit in onvoldoend beschutte boomgaarden vooral bij harde winden aanleiding kan geven tot aanzienlijke oogstdervingen. Fruittelers hebben de bescherming hiertegen dan ook aangemerkt als het voornaamste voordeel van een windkering. In het kader van het fenologische onderzoek werd in 1955 voor het eerst ook de invloed van de beschutting op de retentie van het rijpe fruit nagegaan. In Tholen werd op een perceel met Jonathanstruiken enkele dagen na de storm op 6 oktober 1955 het valfruit per boom bepaald. De desbetreffende gegevens – ook zij werden in de laatst genoemde publikatie reeds vermeld – volgen hier (tabel 10). De val wordt erin uitgedrukt in procenten van de totale opbrengst per boom.

Tabel 10 – Verhouding tussen hoeveelheid valfruit en beschutting

	1h	3h	5h	7h	9h	11h	13h
% Valfruit . .	2.1	7.0	6.3	8.5	9.6	8.0	9.9

Uit het bovenstaande moge blijken, dat tussen de fruitval en de mate van beschutting slechts een zwakke samenhang bestaat, behoudens vlak achter het scherm. Een soortgelijk reeds eerder in Blangsted (West-Jutland) uitgevoerd onderzoek leverde volgens tabel 11 nagenoeg hetzelfde resultaat op (12). Ook daar was de gevonden directe schade door de wind gering.

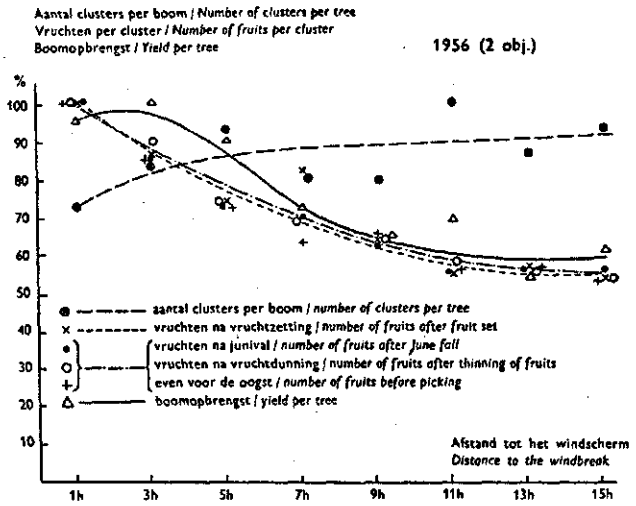
Tabel 11 – Valfruit op toenemende afstand van het scherm (Blangsted 1935)

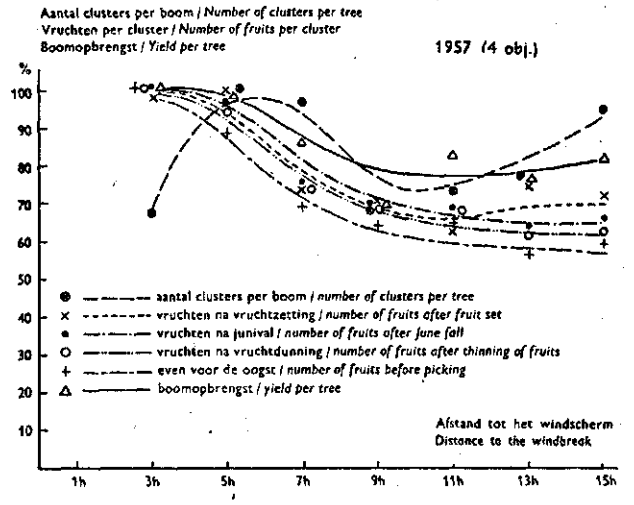
	1½h–5½h	5½h–9½h	9½h–13½h	13½h–17½h	17½h–21½h	21½h–25½h
Valfruit voor de storm .	8.3		8.3		8.1	
Valfruit na de storm . . .	6.2	9.0	10.7	11.6	14.8	10.5

Geconstateerd kan dus worden, dat in Zeeland het positieve effect van beschutting maar zeer ten dele kan worden toegeschreven aan de val, de groei en de vruchtvulling, zelfs niet wanneer deze factoren samenwerken. Dit geeft aanleiding tot het vermoeden, dat er grote verschillen in het aantal vruchten bij beschutte en bij onbeschutte bomen optreden en het lag dan ook voor de hand om de oorzaak hiervan te zoeken in een gunstige beïnvloeding van de vruchtbaarheid van de bomen.

Teneinde na te gaan in welke mate, waar en wanneer deze verschillen in een beschutte boomgaard tot uiting komen, werden van 1956 af jaarlijks gedurende het gehele seizoen verschillende fasen van de generatieve ontwikkeling bestudeerd. Hoewel de mate van bloei nog geen maatstaf voor de vruchtbaarheid behoeft te zijn, werd voor zover mogelijk toch ook de gemengde knopvorming van de bomen bestudeerd. Daar het praktisch ondoenlijk is om het aantal bloemknoppen aan volwassen bomen te tellen, werden deze waarnemingen alleen bij jonge bomen gedaan.

Met betrekking tot de hierbij gevolgde methodiek kan nog het volgende worden opgemerkt. Om de ontwikkeling van bloem tot vrucht op de voet te kunnen volgen, moesten, uitgaande van een aantal bloemen, enige malen gedurende het seizoen de gezette vruchten worden geteld. Deze tellingen werden evenals bij de andere waarnemingen op bepaalde afstanden van de windkering gedaan. Van de proefbomen werden voor dit doel hele takken of gedeelten van een tak uitgezocht, welke ten aanzien van plaatsing, leeftijd en kwaliteit als vergelijkbaar konden worden beschouwd. Bij aanplantingen van jonge spillen werden genoemde waarnemingen aan de hele boom gedaan.





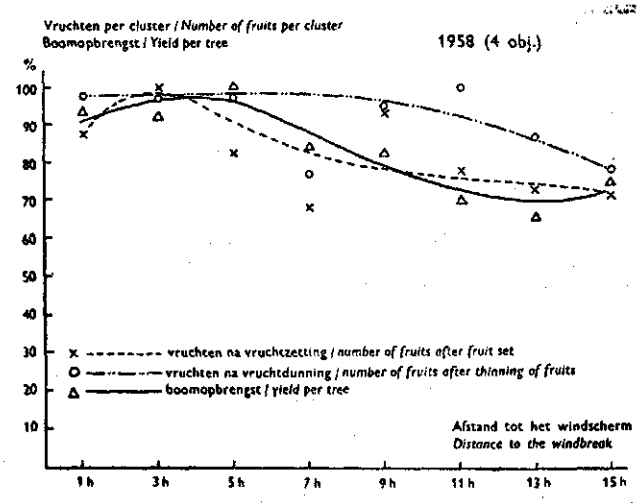


Fig. 8 Het verloop van de vruchtvorming in de luwte (bij appels)

Fig. 8 The sequence of the formation of fruits in sheltered orchards (with apples)

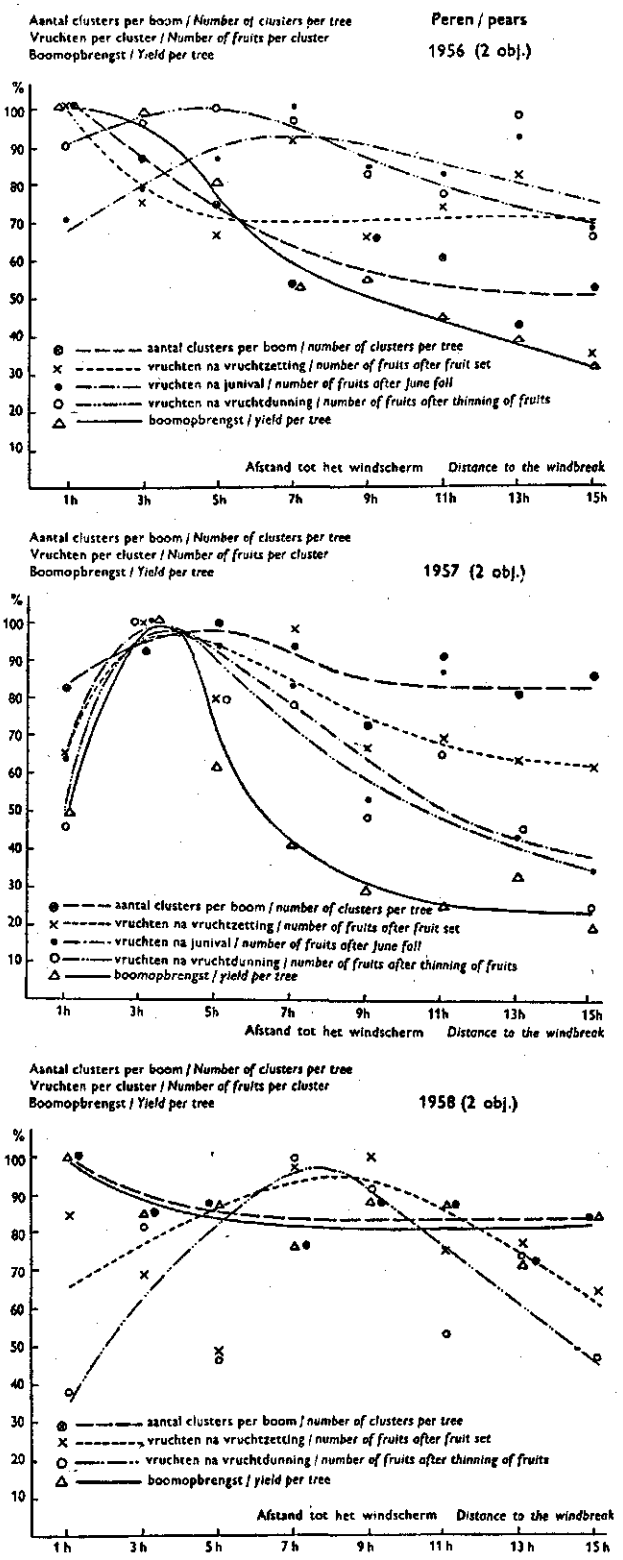


Fig. 9 Het verloop van de vruchtvorming in de luwte (bij peren)

Fig. 9 The sequence of the formation of fruits in sheltered orchards (with pears)

Op deze wijze kon van een zeker aantal clusters worden uitgegaan, waarvan allereerst de bloemen werden geteld. Daarna werden de gezette vruchten drie maal geteld, en wel na de vruchtzetting, na de junival en na de vruchtdunning. In sommige gevallen werd even voor de oogst nog een telling gedaan om ook de retentie van het rijpe fruit nader te kunnen beoordelen.

Om de aldus in de jaren 1956 t/m 1958 verkregen resultaten te vergelijken, was het nodig ook deze gegevens in verhoudingscijfers om te rekenen. In de figuren 8 en 9 is, voor appels en peren apart, de samenhang tussen de vruchtontwikkeling en de mate van beschutting weergegeven. Ook de gemiddelde opbrengsten van de betrokken percelen zijn in genoemde grafieken opgenomen; deze gegevens werden eveneens in procenten uitgedrukt. Nog dient te worden vermeld, dat in het aantal bloesems per cluster geen verschillen werden waargenomen.

Hoewel het verloop van de vruchtvorming in de verschillende fasen van de generatieve ontwikkeling soms sterk bleek te verschillen, valt bij vergelijking van vruchtontwikkeling en opbrengst toch een zekere overeenstemming op. In 1956 was er bij Conference-peren een duidelijke samenhang tussen opbrengst en gemengde knopvorming. Ook in de verdere ontwikkeling viel na de vruchtzetting een correlatie met de opbrengst waar te nemen, zij het in mindere mate dan bij de bloemknopvorming. Bij appels vertoonde de generatieve ontwikkeling in dat jaar alleen ná de vruchtzetting, dus niet in de bloemknopvorming, een nauwe samenhang met de opbrengst. In 1957 was het opbrengstverloop zowel bij appels als bij peren voor een goed deel het gevolg van een beïnvloeding van de vruchtzetting. Ook de gemengde knopvorming bleek toen positief op de beschutting te hebben gereageerd, doch in belangrijk mindere mate dan in 1956 bij peren het geval was. In 1958 was bij peren, althans op de voor dit gedeelte van het onderzoek gebruikte percelen, zowel aan de opbrengsten als aan de vruchtvorming geen duidelijk verband met de beschuttingstoestand te zien. De betreffende appelpercelen hebben daarentegen in dat jaar wél gunstig op de beschutting gereageerd, welke tendens wederom al direct na de vruchtzetting tot uiting kwam. Na de vruchtdunning was deze echter niet meer waarneembaar. Vermoedelijk moesten bij het dunnen van de vruchten op één in de beschutting meer vruchten worden verwijderd dan daarbuiten. Dat de opbrengst desondanks nog op de beschutting heeft gereageerd, is waarschijnlijk te danken aan een verschil in de gemengde knopvorming; wegens de grootte van de bomen konden hieromtrent geen waarnemingen worden gedaan.

De sterke variatie en de onregelmatigheden in het gevonden verloop van de vruchtbaarheid geven aanleiding tot de veronderstelling dat misschien de keuze van de proeftakken toch nog ongelukkig is geweest. Een andere mogelijkheid is dat er niet voldoende objecten dan wel te weinig proefbomen per object in het onderzoek waren betrokken. Bij het onderzoek werd namelijk met gemiddeld

slechts vier parallellen, dus vier proefbomen per strook evenwijdig aan het windscherm gewerkt.

Het leek daarom goed de gegevens over een periode van drie jaren nog nader te bezien en deze ook aan de rangtekentoets te onderwerpen. Ten aanzien van de vruchtvorming kon toen een duidelijk effect van de beschutting worden aangetoond. De hieronder vermelde minimum verschillen bij een vergelijking van de (3 + 4)h-zone ten opzichte van de andere geven hiervan het bewijs.

	(1 + 2)h	(5 + 6)h	(7 + 8)h	(9 + 10)h	(11 + 12)h	(13 + 14)h
(3 + 4)h:	0	10	6	11	15	21

(P = 0.05)

Least significant differences between the (3 + 4)h-zone and the other zones

Uit de gemiddelde curven, die in fig. 10 worden weergegeven, is zelfs te zien dat deze beïnvloeding van de vruchtvorming een volledige verklaring geeft van de opbrengstverschillen, die in de betreffende percelen werden waargenomen. In dit opzicht zal in de eerste plaats aan een gunstige beïnvloeding van de vruchtzetting moeten worden gedacht.

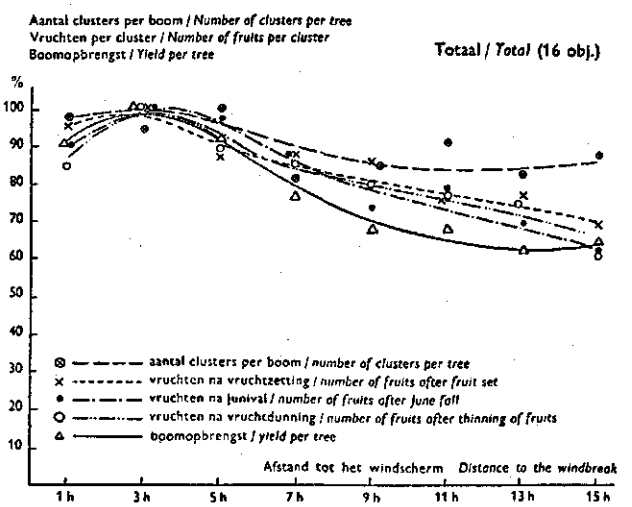


Fig. 10 Het gemiddelde verloop van de vruchtvorming van alle appel en peren objecten
Fig. 10 Mean sequence of the formation of fruits of all apple and pear objects

Het is zojuist evenwel gebleken, dat deze zowel bij appels als bij peren van jaar tot jaar uiteenloopt. Dit was aanleiding om ook de gemiddelde vruchtzetting per cluster in deze beschouwing te betrekken. Zij nu was bij de betreffende appelpercelen in de jaren 1956, 1957 en 1958 resp. 0.88, 1.01 en 1.23, en bij peren resp. 1.52, 0.9 en 2.33. Er blijkt dus dat in jaren met een goede vruchtzetting, i.c. in 1958, het effect van de beschutting op het verloop van de vruchtvorming minder

duidelijk is. Bij peren kon toen, althans bij de proefobjecten, in het geheel geen invloed worden waargenomen.

Wat de andere tendens in de gemiddelde curven van fig. 10 betreft, blijkt dat de inwerking van de beschutting eveneens tot uiting komt in de gemengde knopvorming. Hiermede in overeenstemming zijn de in tabel 12 vermelde resultaten die in Spangsbjerg bij appels werden verkregen (1).

Uit de tabel is te zien welk een betekenis in dit opzicht aan de beschutting in een winderig klimaat zoals dat van West-Jutland mag worden toegekend.

Tabel 12 – Opbrengst en gemengde knoppen in de beschutting (Spangsbjerg)

Afstand tot het windscherm	2h	4h	6h	8h	10h	12h
Opbrengst in %	100	50	22	17	14	17
Gemengde knoppen in % .	100	69	51	44	42	31

1.3.2 – Invloed van de totale windsterkte op het beschuttingseffect

Uit het voorgaande is komen vast te staan dat onder de in Zeeland heersende weersomstandigheden het rendement in de fruitteelt in sterke mate afhankelijk is van de beschuttingstoestand in de boomgaarden. Het is gebleken dat de gevonden opbrengstverhogingen nauw samenhangen met de gemengde knopvorming en de mate van vruchtzetting. Deze waren in de beschutting veel beter dan in de onbeschutte gedeelten van een boomgaard. Verder bleek dat ook de groei van de bomen gunstig door de beschutting wordt beïnvloed.

Laten de bovengenoemde resultaten ten aanzien van het causale verband weinig twijfel over, met de physiologische achtergrond is dit nog geenszins het geval.

Wel is men het er over eens, dat de groeiverschijnselen nauw verband houden met de in de inleidende hoofdstukken vermelde verschillen in de verdamping. In de kustgebieden wordt bovendien gedacht aan een versterking van dit effect als gevolg van een schadelijke beïnvloeding door het zout, dat met de wind wordt meegevoerd.

De waargenomen kwantitatieve verschillen in de gemengde knopvorming komen vermoedelijk eveneens voor rekening van de waterhuishouding. Het is denkbaar, dat in de beschutte gedeelten van de boomgaarden meer assimilaten en reservevoedingsstoffen voor de bloemknopvorming beschikbaar komen. Dat vooral bij Conference-peren grote verschillen in de bloemknopvorming werden gevonden, is ongetwijfeld hieraan toe te schrijven. Het gladde oppervlak van de bladeren is

vermoedelijk de oorzaak dat perebomen sterker verdrogen dan appels. Welke gevolgen een periode van harde winden, zoals in mei 1955 het geval was, voor de ontwikkeling van perebomen kunnen hebben, blijkt duidelijk uit foto 1. Het behoeft geen betoog dat een en ander ook de produktie in 1956 nadelig heeft beïnvloed.

Over de oorzaak van de invloed op de vruchtzetting kan voorshands weinig worden gezegd. Er zijn echter verschillende argumenten, die ter verklaring van dit verschijnsel zijn aan te voeren. Als meest voor de hand liggende oorzaak kan een begunstiging van de factoren temperatuur en luchtvochtigheid in de luwte worden genoemd, want het is bekend dat het verloop van het bevruchtingsproces hiervan in sterke mate afhankelijk is.

Een verhoging van de gemiddelde dagtemperatuur in de beschutting, vooral dicht bij het windscherm, mag over het algemeen als gunstig voor de kieming van de stuifmeelkorrels worden beschouwd (33). Dit is van belang omdat in ons land gedurende de bloeitijd zelden optimale temperaturen worden bereikt. Te lage temperaturen werken nadelig. De ervaring leert dat door sterke temperatuurdalingen bij nachtvorst zelfs de vruchtbeginsels kunnen worden vernietigd. In dit verband kan, zoals reeds in hoofdstuk II werd opgemerkt, er op worden gewezen dat onder bepaalde omstandigheden het nachtvorstgevaar achter een windscherm minder is dan in het vrije veld, en wel bij windstilte.

Ten aanzien van de invloed van de factor luchtvochtigheid is het nog niet duidelijk hoe het oorzakelijke verband moet worden gedacht. Aangenomen mag worden dat een hoge luchtvochtigheid een remmende invloed op de bestuiving heeft, doch daar staat tegenover dat de bevruchting er wel gunstig door wordt beïnvloed (14).

Reeds eerder werd gewezen op mechanische beschadigingen aan bloemen en bladeren, vooral bij hoge windsnelheden. Het lijkt aannemelijk, dat ook de activiteit van insekten sterk wordt beïnvloed door de windsnelheid. Men hoort vaak de bewering dat het insectenbezoek aan bomen in de luwte groter is dan bij onbeschutte bomen. Ook deze overweging is van belang, omdat een goede bestuiving primair is. Als in deze hypothesen ten aanzien van de vruchtzetting waarheid schuilt, zal zulks ook in de samenhang tussen het beschuttingseffect en de windcondities in de bloeimaand tot uiting moeten komen.

Tot slot valt nog te denken aan betere vruchtzetting als gevolg van een gunstige beïnvloeding van de kwaliteit der bloemknoppen in de beschutting, hetgeen evenals de geconstateerde, kwantitatieve verschillen mogelijk in verband is te brengen met een ruimere assimilaatvorming aldaar.

Om al de bovenstaand geopperde veronderstellingen op hun juistheid te kunnen toetsen, wordt daarom onderstaand enigszins gedetailleerd de vermoedelijke samenhang tussen de windcondities en het waargenomen beschuttingseffect na-

gegaan en wel over een reeks van jaren (zie tabel 13). Hiertoe wordt voor appels, omdat over deze het meeste materiaal beschikbaar is, onder meer het beschuttingseffect vergeleken met de windgegevens tijdens de bloeimaand en de zomermaanden. De klimatologische gegevens zijn afkomstig van het weerstation te Vlissingen. Aangenomen werd dat deze gegevens voldoende representatief waren. Van de winden uit zuidwestelijke, westelijke en noordwestelijke richting samen werden in de tabel het percentage uren en de gemiddelde snelheid in m/sec vermeld. Tevens werd het produkt van deze grootheden, windsom genoemd, in de tabel opgenomen, omdat dit eveneens een indruk van de windcondities gedurende een zekere periode geeft. Het bezwaar van een dergelijke werkwijze is dat korte perioden met extreem hoge windsnelheden hierin niet tot uiting komen. Daar deze nabeschouwing geheel in het natuurwetenschappelijke vlak ligt, werd voor het beschuttingseffect de bruto-meeropbrengst genomen, en wel in de 6h-strook (volgens tabel 6, zie bijlage).

Reeds eerder werd gewezen op een mogelijk verband tussen het beschuttingseffect en de gemiddelde vruchtzetting. Het is niet uitgesloten dat een dergelijke interactie nauw verband houdt met een beïnvloeding van de vruchtbaarheid van de bomen door andere weersfactoren. In dit verband kan worden gewezen op de in de literatuur vermelde mogelijkheden, die voor de samenhang tussen oogstgrootte en weersgesteldheid een verklaring kunnen geven (18). Voor een juiste beoordeling van het verband tussen beschuttingseffect en windcondities lijkt het daarom zinvol in deze discussie hiermede rekening te houden. Daar de oogstgrootte uiteindelijk een weerspiegeling geeft van het totale weersverloop, mag deze grootheid veilig als criterium voor de algemene weersgesteldheid in de verschillende jaren worden genomen. In Zeeland, waar het aantal jonge bedrijven vooral na het rampjaar jaarlijks belangrijk toeneemt, is deze grootheid zeker niet in het aantal kilogrammen per hectare uit te drukken. De beoordeling van de oogst door de Rijkstuinbouwconsulent te Goes, zoals in de tabel is weergegeven, leek voor dit doel evenwel zeer goed bruikbaar.

Ter toetsing van de hypothese ten aanzien van de beïnvloeding van de vruchtzetting is het beschuttingseffect in fig. 11 uitgezet tegen de windsom gedurende de bloeitijd volgens tabel 13. Het beschikbare materiaal is gering en maakt het enigszins speculatief om uit de niettemin aanwezige samenhangen de juiste te vinden.

Het leek evenwel verantwoord om bij het zoeken naar de normale verhouding tussen beschuttingseffect en windcondities gedurende de bloeimaand de zeer goede fruitjaren 1953 en 1958 buiten beschouwing te laten. Dit is te aanvaarden, in aanmerking genomen het verloop van de vruchtzetting in 1958 en gelet op het geconstateerde verband daarvan met de gemiddelde vruchtzetting. Hoewel de uitwerking van de beschutting op de vruchtzetting in 1953 niet werd bestudeerd, is

Tabel 13 – Beschuttingseffect bij appels in verband met windcondities en oogstgrootte over een reeks van jaren

N 30 = 30 jarig gemiddelde
— = geen waarn. verricht
V = windsnelheid in m/sec.
Ws = windsom = % uren × V

Jaar	Wind uit westelijke richting						Beschuttings-rendement bij appels	Beoordeling oogstgrootte
	mei			zomer				
	% uren	V	Ws	% uren	V	Ws		
1951	31	4.9	152	58	4.9	284	—	—
1952	39	5.7	222	61	6.1	372	28%	goed
1953	37	6.0	222	63	5.6	352	0	zeer goed
1954	37	5.2	194	70	5.7	396	34%	goed
1955	58	7.4	432	38	4.3	163	55%	matig (40% beneden normaal)
1956	63	4.3	272	61	5.6	342	45%	beneden normaal
1957	34	5.0	170	55	5.6	306	32%	matig
1958	57	7.7	438	58	7.5	435	18%	zeer goed
N 30 (Vlissingen	40	4.7	190	57	5.0	290	?	normaal
N 30 (de Bilt)	40	4	160	51	4.4	226	?	

een soortgelijk effect ook in dat jaar niet ondenkbaar, omdat toen de gemiddelde vruchtzetting eveneens goed is geweest. Dat het inderdaad juist is om de jaren met uitzonderlijk hoge opbrengsten apart te groeperen, blijkt uit het nagenoeg parallelle verloop van de aldus geprojecteerde lijnen I en II. De twee in deze neergelegde samenhangen wijzen er onmiskenbaar op, dat de bloeitijd als een voor windinvloeden zeer kritieke fase in de groeicyclus van het gewas moet worden beschouwd, m.a.w. dat bij afnemende wind de vruchtzetting toeneemt. Vermoedelijk is de kwaliteit van de onder gunstige weersomstandigheden gevormde bloemknoppen van dien aard dat het gewas dan minder beschutting voor een goede vruchtzetting

van node heeft. Het verschil is slechts, dat in zeer goede fruitjaren het effect van de beschutting op een ander niveau ligt dan in jaren met een van matig tot goed variërende oogst. Het karakter ervan is er echter volkomen mee identiek, zoals uit fig. 11 moge blijken.

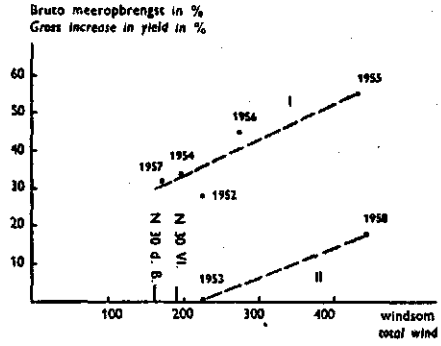


Fig. 11 Bruto meeropbrengst in verband met de windsom gedurende de bloeimaand
Fig. 11 Gross increase in yield in relation to the total wind during the flowering month

Het was interessant ook een verband te leggen, gelijk in fig. 12 en 13 is gedaan, tussen beschuttingseffect en windcondities gedurende de zomermaanden van het oogstjaar, alsmede dat gedurende de zomermaanden vooráfgaande aan het oogstjaar. Een dergelijke onderneming is echter in feite te riskant, omdat nu, mede door het uitvallen van 1955 en 1956, het aantal punten volstrekt onvoldoende is geworden. Het is in vele opzichten verantwoord om behalve 1953 en 1958 ook deze jaren buiten de samenhang te houden, aangezien reeds duidelijk is gebleken, dat toen de windcondities gedurende de bloeimaand een te grote rol hebben gespeeld om in deze samenhang te worden betrokken. In verband hiermede

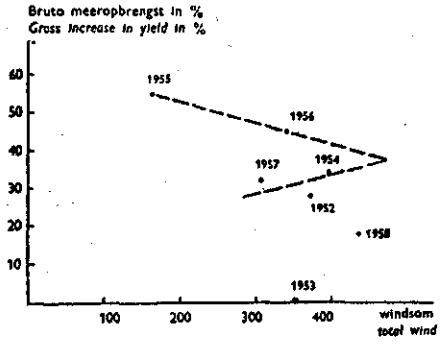


Fig. 12 Bruto meeropbrengst in verband met de windsom gedurende de zomermaanden van het oogstjaar

Fig. 12 Gross increase in yield in relation to the total wind during the summer of the crop year

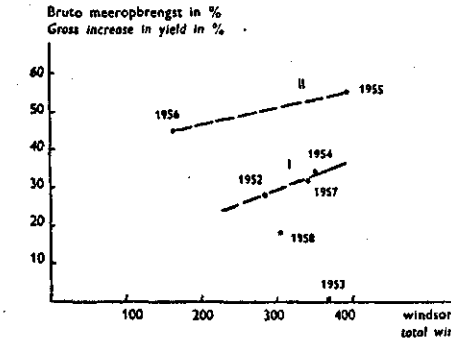


Fig. 13 Bruto meeropbrengst in verband met de windsom gedurende de zomermaanden van het voorafgaande jaar.

Fig. 13 Gross increase in yield in relation to the total wind during the summer of the foregoing year.

zouden in fig. 12 twee lijnen te trekken zijn. Waarschijnlijker evenwel is een samenhang, gelegen in een lijn tussen deze beide in. Een dergelijk verband geeft geen aanleiding om veel verliezen door valfruit te doen vermoeden, hetgeen trouwens door de waarnemingen wordt bevestigd. De mogelijk in fig. 13 door lijnen I en II voor te stellen verbanden zijn identiek en wijzen op de duidelijke tendens dat ook de bloemknopvorming, zij het in mindere mate dan de vruchtzetting, door de luchtverplaatsingen beïnvloed wordt, waarbij dus bedoeld is de luchtverplaatsingen gedurende de zomermaanden voorafgaande aan het betrokken oogstjaar. Een en ander wordt, zoals uit fig. 10 moge blijken, eveneens door eigen waarnemingen gesteund.

Het van de peren beschikbare materiaal was te gering om in deze beschouwing betrokken te mogen worden. Intussen is wel op te merken dat het bij dit gewas gevonden effect aanzienlijk groter was dan bij appels. De betreffende percelen waren hoofdzakelijk beschut tegen noord-noordwestelijke wind, die in de jaren 1956 en 1957 gedurende de laatste decade van april, dus in de bloeitijd, ver boven normaal was. In 1958 was zulks niet het geval. De luchtverplaatsingen uit die richting waren toen zelfs beneden het normale. Dat toen, naar uit de oogstgrootte is gebleken, ook de algemene weersgesteldheid in deze een belangrijke rol moet hebben gespeeld, blijkt uit een onderlinge vergelijking van het beschuttingseffect in drie opeenvolgende jaren op een perceel Conference-peren met beschutting tegen de noordnoordwestelijke wind. In 1956, 1957 en 1958 waren n.l. de verkregen bruto-meeropbrengsten resp. 163%, 235% en nihil. De oogstgrootte in deze jaren werd gekwalificeerd zoals in tabel 13 is aangegeven. Dit kwam ook tot uiting in de gemiddelde vruchtzetting in die jaren: resp. 1.52, 1.09 en 2.28 vruchten per cluster.

Thans is na te gaan of het mogelijk is de vragen te beantwoorden welk profijt de beschutting gemiddeld, niet alleen in Zeeland maar ook elders in het land, met name in het binnenland, zal opleveren.

Ten aanzien van Zeeland, dus over het algemeen de kustgebieden, is het antwoord uit fig. 11 af te leiden, en wel dat in een in alle opzichten normaal jaar het profijt van de beschutting van 30 tot 40% zou moeten variëren. Met betrekking tot de fruitteelt in het binnenland werden de gemiddelde windgegevens van de Bilt als criterium genomen. Deze liggen, zoals uit tabel 13 blijkt, iets lager dan in Zeeland. Hier staat tegenover dat in andere opzichten het Zeeuwse klimaat betere voorwaarden biedt voor een goede vruchtbaarheid. Ten aanzien van de factoren temperatuur en licht mag, aldus VAN HENNIK (17) EN SCHARRINGA (42), worden gezegd dat deze aan de kust stabieler zijn dan meer landinwaarts. Het is dan ook niet onwaarschijnlijk dat, gezien in het licht van het voorgaande, in het binnenland, dus op plaatsen met minder wind, beschutting eveneens rendabel te maken is.

1.3.3 – Slotconclusie

Zowel uit het effect van de windverdeling op vegetatieve en generatieve eigenschappen van de bomen als uit de invloed van de totale windsterkte op het effect van de windbeschutting werden aanwijzingen verkregen dat door het aanbrengen van windkeringen:

1e. het aantal gemengde knoppen toeneemt:
2e. de vruchtzetting verbetert;
3e. de vruchtval nagenoeg niet wordt beïnvloed;
4e. de vegetatieve groei in zekere mate wordt bevorderd.

1.4 – Praktische toepassing van de resultaten

In het voorgaande moet als aangetoond worden beschouwd dat de beschuttingstoestand in de meeste Zeeuwse boomgaarden te wensen overlaat. Met betrekking tot de beschutting tegen westelijke winden kunnen nu ten aanzien van de opstelling van de schermen de volgende richtlijnen worden aangegeven.

Daar in een strook tot ongeveer 6h achter het scherm de voor- en nadelen van de beschutting in de meest gunstige verhouding tot elkaar staan, verdient het aanbeveling om de noord-zuid lopende windkeringen metterdaad op deze afstand van elkaar aan te brengen. Bij peren is het wenselijk de afstand tussen de schermen nog iets kleiner te nemen.

Men moet zich nog afvragen of in een dergelijke situatie de lij- en loefluwte van twee opeenvolgende schermen elkaar niet zullen overlappen en of zij geen cumulerende werking vertonen. Zo ja, dan konden de schermen op grotere afstanden van elkaar worden geplant. Volgens onderzoekingen van NÄGELI (35) was dat echter niet het geval. Fig. 14 laat zien dat het verloop van de windreductie tussen de schermen bij een systeem van evenwijdigheid nagenoeg identiek is. De windschermen bleken, zelfs op betrekkelijk korte afstanden van elkaar aangebracht, nog individueel te werken. Eerst bij afstanden van 3½h of kleiner was een cumulerende werking te constateren.

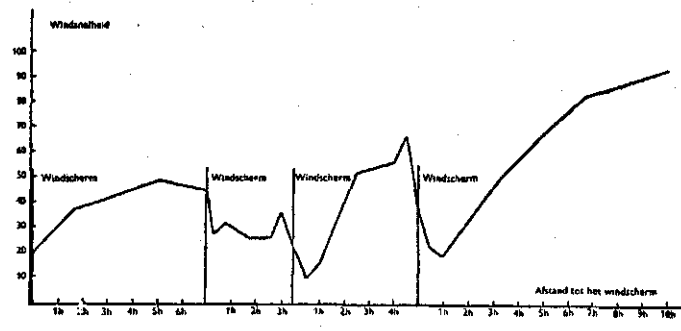


Fig. 14 De windsnelheid tussen opeenvolgende schermen (Nägeli, 35)

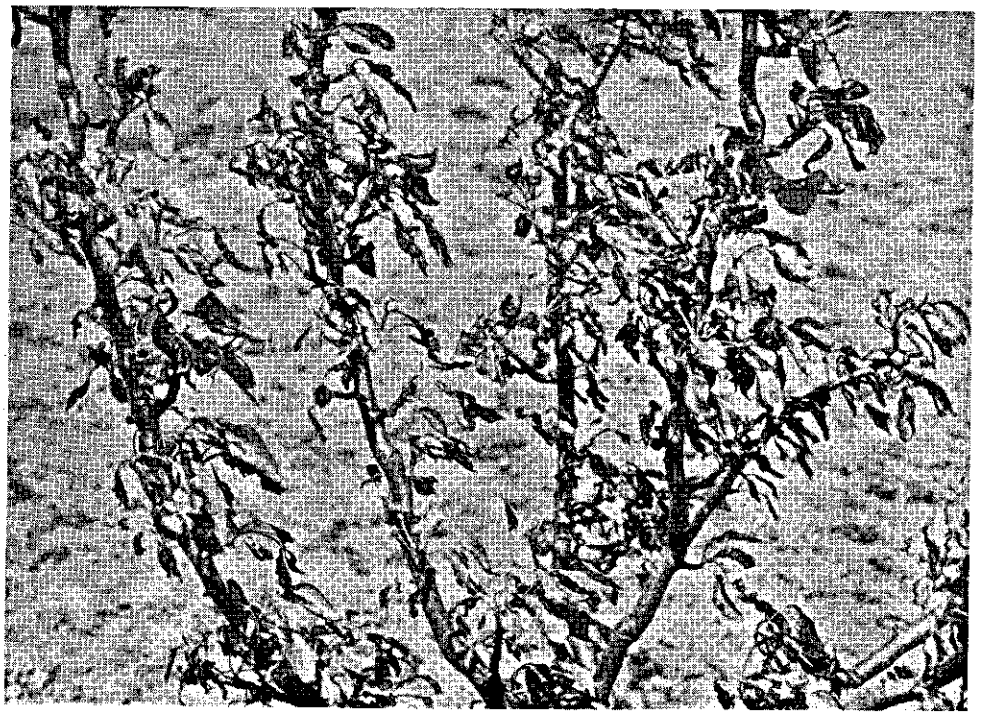


Foto 1 Verwaaide Conference struik nà storm in mei 1955
(foto Van der Linde)

Foto 2 Populus simonii fastigiata, met aan weerszijden Populus Vereecken, was op 14 april 1959 reeds duidelijk *in* blad.

Bij een dergelijke aanleg van de schermen mag uiteraard een behoorlijke luwte worden verwacht ook bij de wind uit andere richtingen dan loodrecht op het scherm. Bij het streven naar volledige beschutting kunnen daarom de oost-west lopende schermen, die ook de noordoostenwind moeten tegenhouden, wellicht op ruimere afstand van elkaar worden geplant.

Voorts dient met het oog op het beschuttingsrendement te worden gewezen op het verband tussen de diepte van het te beschutten gebied en de meest gewenste schermhoogte. Hoge windschermbomen dan verdienen de voorkeur boven lage, omdat het totale grondverlies relatief afneemt naarmate de hoogte van de windkering toeneemt.

Bij het aanleggen van meer schermen dan tot nog toe gebruikelijk was, dient verder rekening te worden gehouden met de mogelijkheid dat meer windschermbomen in de rijen moeten worden geplant, en wel wanneer deze oostwest lopen. In dit geval is de kroonbreedte van de bomen een factor die bij de keuze van de te gebruiken houtsoort een belangrijke rol gaat spelen. Van de soorten met een breed uitgroeiende kroon is onder meer de *Populus Vereecken* te noemen. Deze populier kan zonder enig bezwaar op ruime afstand (d.i. bij spillenrijen op 4 meter van elkaar) worden geplant, omdat de takken gemakkelijk naar elkaar toe te leiden zijn en het scherm bovendien zonder enig bezwaar smal te houden is.

Het onderzoek heeft verder bewezen, dat de meeste windschade gedurende de bloeitijd wordt aangericht. Een goede beschutting in het voorjaar, en wel in mei voor appels, en voor peren soms al in de tweede helft van april, is een allereerste vereiste. Het is voorshands nog moeilijk te bezien of in deze het huidige sortiment nog verbetering behoeft. Tot nog toe werd de hoog opgroeiende Italiaanse populier tot de meest geschikte windschermbomen gerekend. Buitendien worden in Zeeland ook wilgen en elzen in windkeringen aangeplant, terwijl in de laatste jaren de reeds eerder genoemde *Populus Vereecken* steeds meer op de voorgrond treedt. Hoewel uit de waarnemingen vooral de genoemde *Populus*-soorten in voldoende mate aan de te stellen eisen blijken te voldoen, lijkt het goed nog eens de aandacht te vestigen op twee nog weinig aangeplante populierensoorten, t.w. *Populus simonii fastigiata* en *Populus berolinensis* cult. HOUTZAGERS. VAN OOSTEN (38) EN TORENAAR (44) prijzen van deze soorten vooral de eigenschap van het vroeger in blad komen dan de eerder genoemde (zie foto 2). De *Populus simonii fastigiata* zou wegens zijn dichte en fijne vertakking zelfs zonder blad al voldoende beschutting geven. Evenals de *Populus Vereecken* groeit deze soort breed uit. Bovendien vertonen beide houtsoorten in mindere mate het verschijnsel van vroege bladval dan de Italiaanse populier.

Maatregelen met betrekking tot het onderhoud van de windschermen kunnen gevoegelijk aan de praktijk worden overgelaten.

2 – *Beschutting van aardbeien en andere groentegewassen*

De praktijk heeft geleerd dat ook groentegewassen, met name vroege soorten, gevoelig voor wind zijn. Voor wat Zeeland betreft, zijn het inzonderheid sla en spinazie die incidenteel worden beschut en daarvan dan baat ondervinden, zij het uiteraard in veel mindere mate dan wanneer zij onder glas worden geteeld. Een voorkeur bestaat in die gevallen voor een teelt aan de zuidzijde van muren en schuttingen.

Teneinde het nut van een dergelijke cultuurmaatregel te kunnen beoordelen en om na te gaan welke mogelijkheden voor een toepassing aanwezig zijn, werd van 1955 tot en met 1958 in Zeeland een onderzoek ingesteld bij aardbeien en vroege aardappelen, en meer incidenteel ook bij sla en peentjes.

In het navolgende wordt aan de hand van het waarnemingsmateriaal een beschouwing gegeven welke tevens bedoelt de landbouwkundige betekenis van windbeschutting als cultuurmaatregel te verduidelijken.

2.1 – *Onderzoek bij aardbeien*

2.1.1 – *Opbrengstonderzoek*

Wegens hun overwegende betekenis in de verschillende perioden van het groeiseizoen werd voornamelijk de invloed nagegaan van de wind uit westelijke richtingen en die van noord tot oost.

Obj. 1, 3 en 5 – Voor het eerste proefperceel viel de keus op een aardbeiveldje met Deutsch Evern onder Ritthem (Walcheren). Hier werden vroeg in het voorjaar van 1955, en wel eind maart, dwars door een eenjarige aanplant twee 20 meter lange lattenschermen van 1 meter hoog op ruime afstand van elkaar aangebracht: het ene scherm in n.w.-z.o. lopende richting en het andere haaks er op. Op deze wijze was het mogelijk, de invloed te onderzoeken van beschutting tegen wind uit de in de vorige alinea genoemde windstreken.

Obj. 2 en 4 – In 1958 werd het onderzoek wederom verricht op het perceel onder Ritthem, benevens op een tweede te Oostkapelle, eveneens met een eenjarig gewas. In het ene geval werd de aanplant ongeveer medio april aan de zuidwestkant van een 2 meter hoge windkering van rijshout voorzien. Het andere perceel was reeds aan de noordzijde door een permanente rietmattenwindkering van 1.40 meter hoog tegen de noordelijke winden beschut. De uit latwerk en evenzo de van rijshout vervaardigde windschermen kunnen als middelmatig dicht worden beschouwd. De rietmatten-windkering is als een volkomen dicht scherm aan te merken.

Om de invloed van de beschutting te bepalen, werden in een proefstrook haaks op de windkering op regelmatig toenemende afstanden ervan de vruchten van een

aantal planten pluksgewijze gewogen. Om praktische redenen kon dit op elke plek bij slechts tien planten worden gedaan.

Bij het onderzoek aan Jucunda-aardbeien, in Kruiningen, werden in 1956 direct na het uitplanten, t.w. in midden juli, op voor het onderzoek geschikte plaatsen twee lattenschermen van 1 meter hoog en 40 meter lengte aangebracht, het ene met beschutting tegen zuidwestelijke en noordoostelijke wind, het andere tegen noordwestelijke. In 1957 en 1958 werden op verschillende afstanden van de windkering bij iedere pluk de opbrengsten van 5 meter lange proefrijen bepaald. In verband met de beschikbare tijd werden in 1958 in het object met beschutting tegen de noordwestelijke wind proefrijen van slechts 2 meter genomen.

Om de invloed van de beschutting op de ontwikkeling van het gewas te bepalen, moest eerst het verband tussen opbrengst en afstand tot het windscherm worden vastgelegd. Hiertoe rekende het Centrum voor Landbouwwiskunde de rangcorrelatie volgens KENDALL (20) uit, en wel voor de vroege, de late en de totale pluk. De volgende waarden werden er voor gevonden:

Deutsch Evern	Obj. 1	Obj. 2	Obj. 3	Obj. 4	Obj. 5
Vroege pluk / *early picking*	0.733^{++}	0.667^{++}	0.786^{++}	0.867^{++}	0.733^{++}
Late pluk / *late picking*	–0.067	-0.611^{+}	0.071	0.600	–0.333
Totale pluk / *total picking*	0.511	–0.278	0.500	0.876^{+}	0.333

Jucunda	Obj. 6	Obj. 6a	Obj. 7	Obj. 7a	Obj. 8	Obj. 8a
Vroege pluk / *early picking*	0.717^{++}	0.867^{++}	0.414	0.733^{++}	0.619^{+}	0.619^{+}
Late pluk / *late picking*	0.182	0.404	–0.067	–0.600	0.524	–0.048
Totale pluk / *total pikcing*	0.303	0.733^{++}	0.333	0.067	0.429	0.238

$++$ ($P < 0.01$) $+$ ($P < 0.05$)

Correlation coefficients between weight of fruits and distances from windbreak.

Hieruit blijken de vroege plukken een zeer duidelijke correlatie te vertonen, die in alle gevallen hoger is dan die bij de late en de totale pluk. Vervroeging is dus evident. Voor obj. 2 en 7a is de correlatie bij de vroege pluk positief en hoog, bij de late pluk eveneens hoog, doch negatief. In dit geval heeft de beschutting dus uitsluitend een vervroeging van de pluk tot gevolg gehad. Daartegenover werkte in de andere negen gevallen de beschutting tevens opbrengstverhogend. Over de gróótte van de waargenomen verschijnselen geeft deze bewerking evenwel geen informaties. Deze zijn pas uit de opbrengstgegevens te benaderen.

In tabel 14 en 15 (zie achterin) nu zijn de totale opbrengsten op verschillende afstanden van het windscherm relatief weergegeven. Het omrekenen tot procenten van de hoogste opbrengst uit de betreffende proefstrook was nodig om een onderlinge vergelijking van de objecten mogelijk te maken. Ter beoordeling van de rendabiliteit van de vervroeging werd tevens de verhouding van de géldelijke op-

brengsten in de tabel opgenomen. De kwestie van de rendabiliteit ligt immers niet zuiver op natuurwetenschappelijk terrein, maar is ook sterk afhankelijk van het prijspeil op de onderscheidene plukdata.

Uit tabel 14 blijkt, dat bij Deutsch Evern tussen de opbrengst in gewicht en de mate van beschutting inderdaad een positief verband bestaat. Object 2 alleen vormt hierop een uitzondering. Het làât aanbrengen van het windscherm is vermoedelijk de oorzaak hiervan.

Bij de middelmatig dichte schermen is de uitwerking van dien aard, dat in een strook achter het scherm, variërend van 2 tot 6h diep (h = hoogte van het windscherm), de beschuttingstoestand als optimaal voor dit gewas kan worden beschouwd. Het blijkt, dat in de luwte van een dicht scherm het optimum nog iets meer naar het scherm toe verschuift. De aanzienlijke opbrengstverhoging die object 4 te zien geeft, doet vermoeden dat de duur van de beschutting het effect in belangrijke mate heeft versterkt. Dit bevestigt indirect de zojuist ten aanzien van obj. 2 uitgesproken veronderstelling.

Uit tabel 15 blijkt dat ook de opbrengst van Jucunda-aardbeien positief heeft gereageerd op beschutting. Het grotere effect in 1958 is vermoedelijk ook hier aan de langere beschuttingsduur toe te schrijven. In het gunstigste geval waren de beste oogstresultaten verkregen in een strook van ongeveer 7h achter het scherm.

Voor alle objecten Deutsch Evern en Jucunda wordt in de tabellen voorts het beschuttingsrendement vermeld zowel ten aanzien van de opbrengst in gewicht als van die in geld. Bij Deutsch Evern gebeurde dit voor verschillende zones achter de windkering, resp. op 2h, 4h en 6h diep, en bij Jucunda voor een strook op 7h. De verschillen tussen de hier en in minder beschutte gedeelten t.a.v. gewicht en van geld gevonden gemiddelden werden als het rendement beschouwd, hetgeen verantwoord is omdat de windschermen tussen de plantrijen waren aangebracht en geen grondverlies veroorzaakten.

Uit de aldus berekende waarden is voor alle objecten tevens de mate van vervroeging af te leiden. Wat Deutsch Evern betreft, het in 1955 grotere profijt door vervroeging dan in 1958 is ten dele toe te schrijven aan de slechtere weersomstandigheden: de storm op 16 mei van het eerstgenoemde jaar berokkende vrij veel schade aan het onbeschutte gewas. Ook het scherpere prijsverloop heeft toen blijkbaar tot een extra verhoging van de geldelijke inkomsten in het effectief beschutte gedeelte bijgedragen. De prijzen in 1955 en 1958 vertonen namelijk het volgende beeld:

Prijs van Deutsch Evern in guldens in kg:

Plukdatum										
1955	10–6	13–6	17–6	20–6	22–6	24–6	27–6	30–6	5–7	7–7
	1.80	1.50	1.40	1.40	1.40	1.40	0.90	0.90	0.90	0.90

Plukdatum 1958	6–6	9–6	11–6	13–6	16–6	18–6	20–6	24–6	27–6	30–6
	3.12	1.77	1.55	1.55	1.23	1.35	1.34	1.15	1.13	1.06

Uit een vergelijking van het prijsverloop in 1957 en 1958 blijkt, dat er in 1958 ook bij Jucunda een tweede extra winst moet zijn geweest, en wel als gevolg van een ongewoon groot kwaliteitsverschil tussen de vroeger en de later geplukte aardbeien, en waarvan klaarblijkelijk de oogst in de beschutting verhoudingsgewijze het meest heeft geprofiteerd.

Prijs van Jucunda in guldens in kg:

Plukdatum 1957	20–6	25–6	1–7	4–7	9–7
	1.30	1.10	1.—	1.—	0.80

Plukdatum 1958	23–6	26–6	30–6	3–7	8–7	11–7
	1.22	1.34	0.96	0.86	0.80	0.76

Teneinde de vervroeging weer te geven in tijd, werd in fig. 15 van de Deutsch Evern-objecten 1 en 3 in 1955 (hoog extra vroegheidsprofijt) en het object 2 in 1958 (laag extra profijt) het verloop van de geaccumuleerde opbrengsten – uitgedrukt in procenten van de desbetreffende totale opbrengst – uitgezet voor de verschillende plukdata. Hetzelfde werd in fig. 16 bij Jucunda gedaan, en wel van object 6 in 1957 (laag extra profijt) en object 6a in 1958 (hoog extra profijt). Hieruit blijkt dat bij Deutsch Evern de oogst in 1955 met ongeveer 7 dagen werd vervroegd en in 1958 met ongeveer 3 dagen; voor Jucunda was de vervroeging in beide gevallen 3 à 4 dagen. Nogmaals zij opgemerkt, dat bij Deutsch Evern in 1958 de windkering vrij laat in het seizoen, t.w. medio april, was aangebracht.

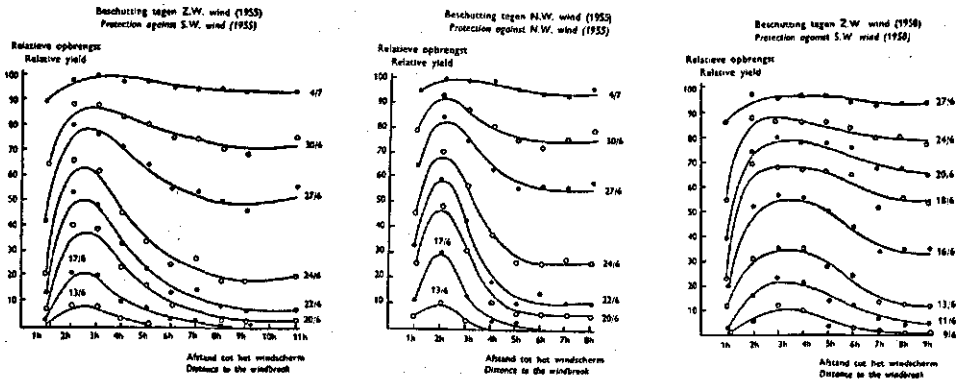
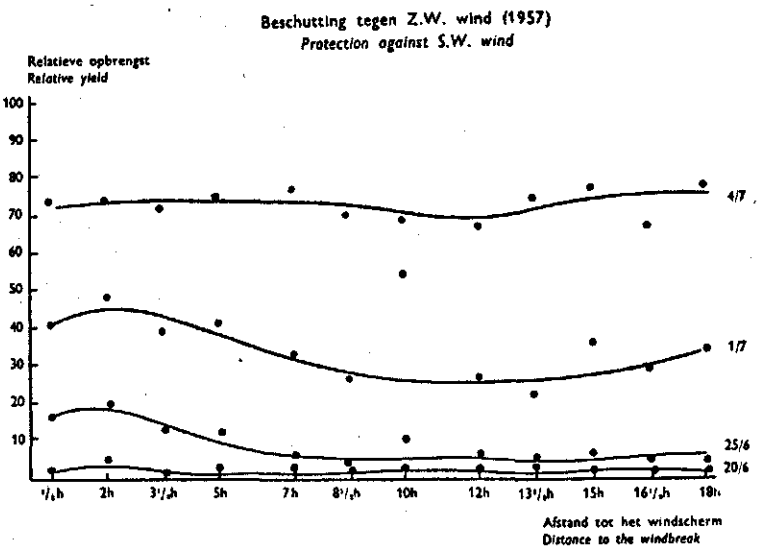


Fig. 15 Geaccumuleerd opbrengst verloop op verschillende plukdata (Deutsch Evern)
Fig. 15 Accumulated yields of strawberries picked at different dates (Deutsch Evern)



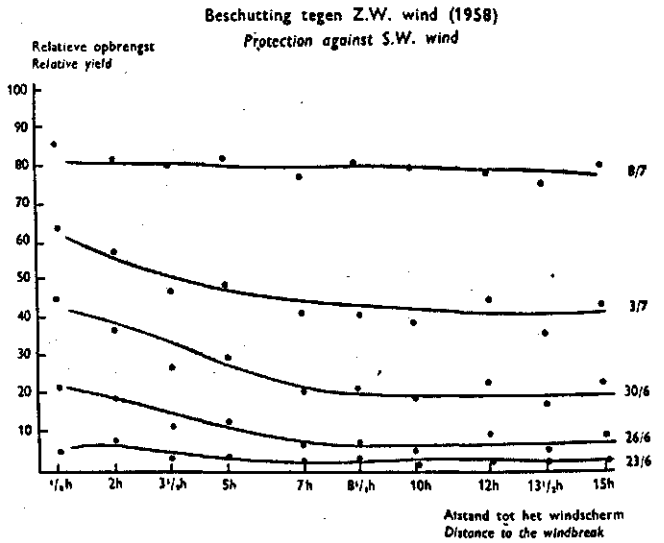


Fig. 16 Geaccumuleerd opbrengstverloop op verschillende plukdata (Jucunda)
Fig. 16 Accumulated yields of strawberries picked at different dates (Jucunda)

2.1.2 – Fenologisch onderzoek

Ter verklaring van een en ander werden naast de opbrengstbepalingen ook fenologische waarnemingen verricht. Zowel bij Deutsch Evern als Jucunda werden ter karakterisering van de vegetatieve ontwikkeling periodiek aantekeningen

gemaakt over de bladvorming. Deze waarnemingen hadden betrekking op de objecten 1 en 3 van Deutsch Evern en de objecten 6 en 6a van Jucunda.

Bij Deutsch Evern werden in het voorjaar van 1955 om de twee weken op verschillende afstanden van de windkering telkens van 10 planten de ontplooide bladeren geteld. Bij Jucunda werden deze waarnemingen twee maal in 1956 en zo wederom in het voorjaar van 1957 gedaan. De resultaten zijn in fig. 17 en 18 grafisch voorgesteld.

Duidelijk blijkt hieruit, dat van het windscherm af de bladeren later tot ontwikkeling komen. De enigszins oplopende tendens op grotere afstand van de windkering is moeilijk te verklaren, omdat overeenkomstig de voorafgegane visuele beoordeling van het profiel, het opbrengstverloop geen aanwijzing bevat voor bodemverschillen.

Bij Deutsch Evern was de bladontwikkeling op minder goed beschutte plaatsen belangrijk later dan direct achter het windscherm. In deze tendens kunnen variaties optreden als gevolg van het draaien van de wind in de verschillende perioden van het groeiseizoen. In april waren de verschillen bij beschutting tegen de z.w.-wind kleiner dan bij beschutting tegen de n.w.-wind, maar in mei groter (zie tabel 16). Dit is te verklaren uit het feit dat de wind in mei overwegend uit het zuidwesten kwam, wat in april niet het geval was.

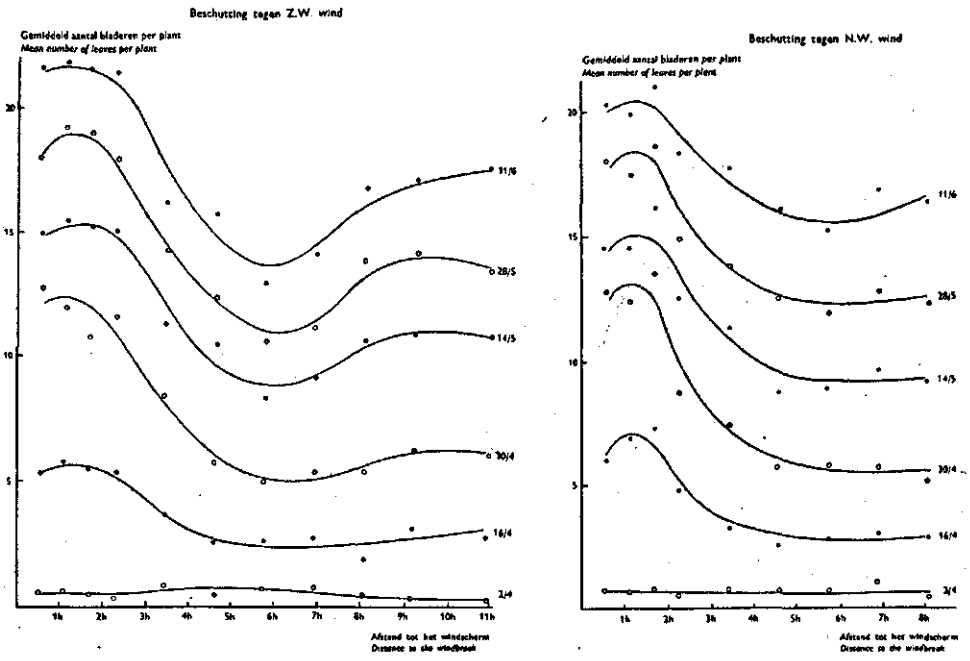
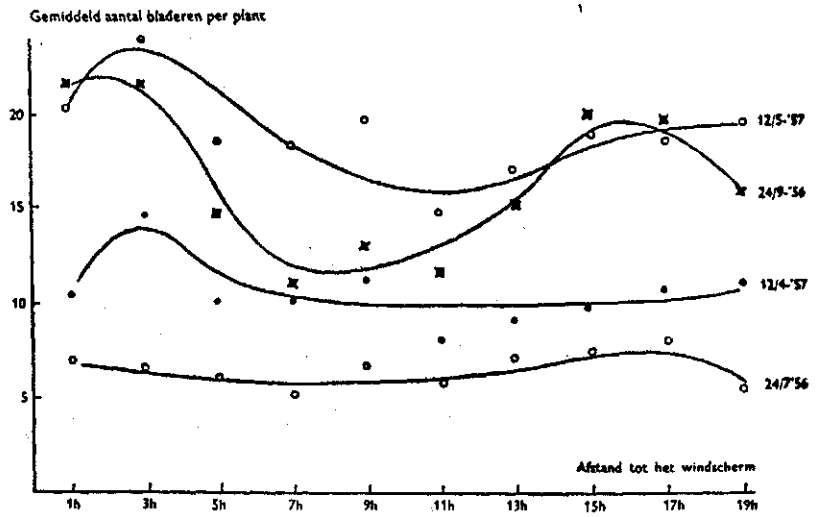


Fig. 17 Bladontwikkeling op verschillende afstanden van het windscherm
Fig 17 Development of leaves at different distances from windbreak

Jucunda met beschutting tegen Z.W. wind



Jucunda met beschutting tegen N.W. wind

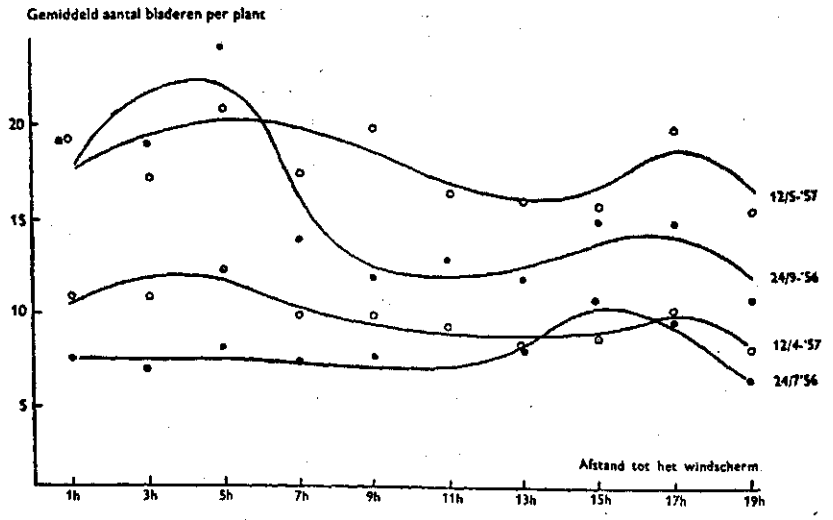


Fig. 18 Bladontwikkeling op verschillende afstanden van het windscherm

Tabel 16 – Vervroeging in weken van de bladontwikkeling bij Deutsch Evern

Datum	2.4.'55	16.4.'55	30.4.'55	14.5.'55	28.5.'55
Beschutting tegen n.w.-wind	—	2½	4½	3	ruim 2
Beschutting tegen z.w.-wind	—	2	4	4	2

Het is niet bekend hoe na 11.6.'55 (zie fig. 17) het verloop van de bladontwikkeling is geweest, maar blijkens de tabel was reeds na 30.4.'55 een inhaaltendens waarneembaar en stellig heeft die zich nog voortgezet. Anderzijds mag echter worden aangenomen, dat na de bloei hieraan een einde is gekomen. De voorsprong, die de planten in de luwte aldus behielden, zou dan mede een verklaring van de meeropbrengst inhouden.

Deze vervroegde ontwikkeling zal in de eerste plaats aldus moeten worden verklaard, dat de plant, althans vroeg in het voorjaar, vooral profiteert van de hogere temperatuur in de luwte. Bovendien is de snellere ontluiking van de bladknoppen het gevolg van de betere waterhuishouding daar. En ten derde wordt er veel minder groeibelemmering ondervonden van het met de zeewind aangevoerde zout. Hoe aanzienlijk het gewas door dit laatste kan worden geschaad, was na de storm in mei 1955 maar al te goed zichtbaar aan de verkleuring vooral op onbeschutte plaatsen tot donkerbruin en zwart van het blad.

Bij Jucunda werd blijkens fig. 18 eveneens een vervroeging van de bladontwikkeling waargenomen. Doordat het gewas direct na het planten in juli 1956 werd beschut, was deze tendens al in het najaar te constateren. Het is aannemelijk dat hierdoor ook de bloemknopvorming op beschutte plaatsen werd bevorderd. Mogelijk was dit ook bij object 4 (tabel 14 Deutsch Evern) het geval, aangezien het gewas vanaf het uitplanten beschut heeft gestaan.

Met betrekking tot de vruchtzetting konden in verband met de bewerkelijkheid geen waarnemingen worden gedaan. KRONENBERG (25) deelt echter mede dat de vruchtzetting althans bij Jucunda door onder meer de wind ongunstig wordt beïnvloed. Uit haar onderzoek daaromtrent bij een aantal klonen in 1951 bleek, dat het percentage misvormde vruchten in Middelburg aanzienlijk groter was dan op meer landinwaarts, luwer, gelegen plaatsen. Het uit eigen onderzoek vermelde kwaliteitsverschil ten gunste van beschutte Jucunda-aardbeien is hiermede al zeer goed in overeenstemming te brengen. Het is niet onwaarschijnlijk dat de factoren temperatuur en luchtvochtigheid in de luwte ook in dit opzicht een belangrijke rol ten goede spelen.

2.2 – *Onderzoek bij vroege aardappelen*

2.2.1 – *Opbrengstonderzoek*

Van 1955–1958 werd een onderzoek ingesteld bij vroege aardappelen, evenzo op Walcheren. Ten aanzien van de proefopzet kan worden vermeld dat gebruik werd gemaakt zowel van lattenschermen en rietmatten als van bestaande vaste windkeringen (muren), in totaal 7 objecten. Met deze middelen werd de invloed van beschutting tegen westelijke en noordelijke wind nagegaan.

Bij het opbrengstonderzoek werden op verschillende afstanden van het windscherm de knollen en het loof van 10 pollen gewogen. Ter beoordeling van het waargenomen effect werd tussen de afstanden tot de windkering en het gewicht aan knollen en loof wederom de rangcorrelatie volgens KENDALL (20) berekend. De hiervoor gevonden waarden zijn deze:

	Obj. 1	Obj. 2	Obj. 3	Obj. 4	Obj. 5	Obj. 6	Obj. 7
Knollen / *tubers*	0.714^{+}	–0.2	0.733	0.737	0.390	—	0.552
Loof / *leaves*	0.429	–0.4	0.333	1^{++}	0.238	—	0.278

++ ($P < 0.01$) + ($P < 0.05$)

Correlation coefficients between weight of fruits and distances from windbreak.

Het is opvallend dat bij de langere reeksen, dus bij objecten waar (zoals straks zal blijken) ook op grotere afstanden van het windscherm waarnemingen werden gedaan, de knolproduktie duidelijker met de mate van beschutting correleert. De korte reeksen, t.w. volgens tabel 17 de objecten 2, 5 en 7, geven te weinig informatie. Nochtans wijzen de voor de objecten 5 en 7 berekende waarden op een positieve beïnvloeding door de beschutting. Voorts blijkt uit bovenvermelde cijfers dat de loofproduktie minder sterk gecorreleerd was.

De gróótte van het beschuttingseffect komt pas tot uiting bij een vergelijking van de produktie op verschillende afstanden van het windscherm. Op de zelfde wijze als bij aardbeien is gebeurd, is ook hier de opbrengstverhoging berekend (tabel 17 zie bijlage).

Over een verband tussen dit effect en de dichtheid van de windkeringen valt uit de tabel niets op te maken, daar de onderscheidene proefobjecten op verschillende data waren gerooid. Wel is een duidelijke vervroeging af te leiden uit fig. 19. Deze geeft een samenvattend overzicht van de meeropbrengsten van het effectief beschutte gewas in chronologische volgorde van de oogstdata. Eén beïnvloeding van de vroegheid blijkt uit de samenhang tussen het beschuttingseffect en de oogstdatum. Bij vroeg rooien valt een hoger profijt te constateren dan bij laat rooien, hetgeen wijst op een vervroeging. Daar hier de oogstdata van vier jaren onderling worden vergeleken, dient deze gevolgtekking met enig voorbehoud te worden beschouwd.

Voor de objecten 1 en 6 waren de oogstdata enigszins aan de late kant. Ver-

moedelijk gaat het voordeel van de vervroeging dan verloren als gevolg van een inhaaltendens bij het onbeschutte gewas. De bladontwikkeling schijnt deze conclusie te rechtvaardigen (zie volgende paragraaf). Dat bij object 1 ondanks de late oogst toch nog een positief effect werd gevonden, is waarschijnlijk toe te schrijven aan de aanzienlijke windschade, door de storm van de 16e mei 1955 aangericht. Hierdoor kon later de achterstand in het onbeschutte gedeelte maar ten dele worden ingehaald.

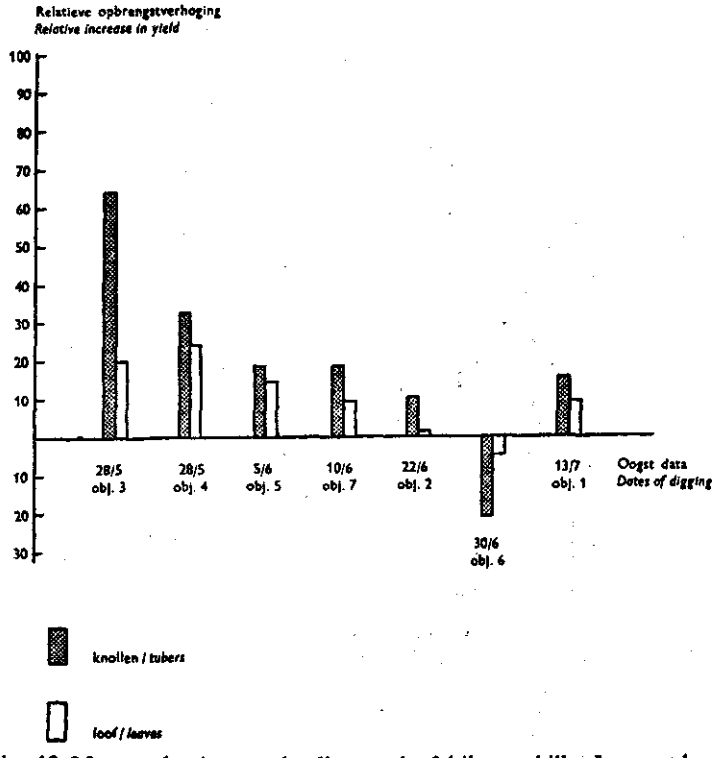


Fig. 19 Meerproducties aan knollen en loof bij verschillende oogstdata
Fig. 19 Increases in the production of tubers and leaves at different dates of digging

2.2.2 – Fenologisch onderzoek

Bestudering van de fenologie van het gewas in 1955 geeft van een en ander een aannemelijke verklaring. Om de twee weken werd bij object 1, en wel op verschillende afstanden van het windscherm, de hoogte van een aantal planten gemeten. De in fig. 20 uitgezette groeicijfers tonen duidelijk aan, dat een betere beschutting aanvankelijk gepaard ging met een versnelling van het groeiproces, gevolgd door een inhaaltendens na 9 juni.

Een analyse van de knolvorming leert, dat ook het aantal knollen varieert met de mate van beschutting. Dit blijkt uit tabel 18.

Tabel 18 – Het aantal knollen van 10 planten op verschillende afstanden van het windscherm

	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	11h	13h
Obj. 1 . .	70	—	64	—	66	—	62	—	55	57	55
Obj. 2 . .	107	—	122	—	138	—	115	—	114	—	—
Obj. 3 . .	90	—	105	—	80	—	72	—	94	70	—
Obj. 4 . .	109	98	—	85	—	81	—	72	—	—	—

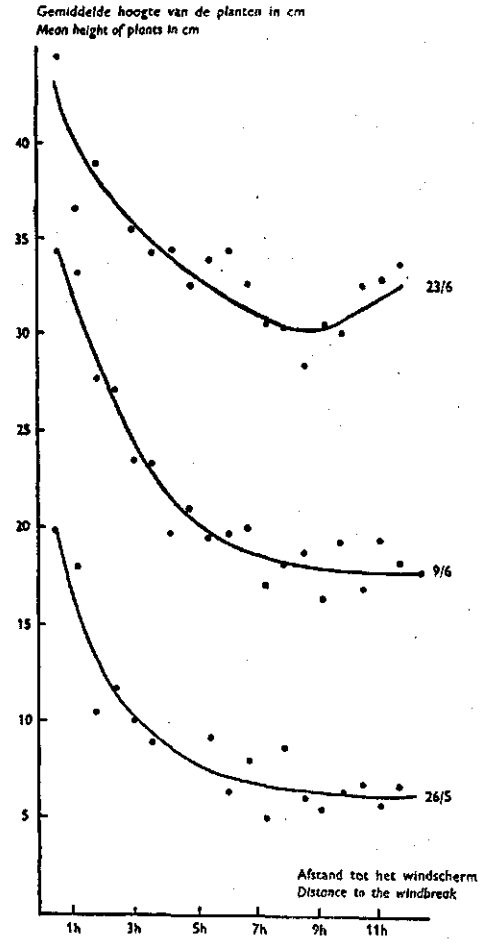


Fig. 20 Hoogte van de planten op verschillende afstanden van het windscherm
Fig. 20 Height of plants at different diistances from windbreak

Vermoedelijk heeft de meerdere knolaanleg dichter bij het scherm al plaats gehad in de periode dat in de loofontwikkeling nog vrij grote verschillen bestonden. Het is immers aannemelijk dat zich ook ondergronds een overeenkomstige tendens ontwikkelt. De verschillen daar worden door laat rooien weer ten dele opgeheven onder invloed van de inhaaltendens in de loofontwikkeling. In dit geval worden in het onbeschutte gedeelte iets grotere knollen gevormd.

Beschutting bij sla en peentjes

Op een perceel dat aan de noordzijde was voorzien van een vaste windkering van rietmatten, werden in 1956 de opbrengsten van sla bepaald. In 1957 werden op het zelfde perceel opbrengstbepalingen bij peentjes verricht. Van de sla werd in een proefstrook, haaks op het windscherm, op verschillende plaatsen het gewicht van 10 kroppen bepaald. Bij peentjes werd op verschillende afstanden van het windscherm uit 3 meter rijlengte behalve de wortels ook het loof gewogen. Bovendien werd het aantal plantjes geteld. De resultaten van dit onderzoek zijn opgenomen in tabel 19.

Ook bij deze gewassen blijken de oogstresultaten het gunstigst te zijn in de beschutting. Voor sla betekent de hogere produktie aldaar mede, dat de kroppen er eerder oogstbaar zijn, hetgeen uit commercieel oogpunt als een belangrijk voordeel moet worden beschouwd.

Tabel 19 – Produktie in kg bij sla en peentjes op verschillende afstanden van het windscherm
Production in kg of lettuce and carrots at different distances from windbreak

	Sla *lettuce*	Peentjes *carrots*			
	gewicht *weight*	wortel-gewicht *weight of roots*	loofgewicht *weight of leaves*	aantal planten *number of plants*	gem. wortel-gewicht in gr. *mean weight of roots in gr.*
1h	3.1	2.6	1.4	300	8.67
2h	2.9	—	—	—	—
3h	2.7	2.4	1.5	275	8.07
4h	2.7	—	—	—	—
5h	2.5	1.8	1.1	252	7.10
6h	2.3	—	—	—	—

Evenals bij vroege aardappelen vertoont ook bij peentjes het gewicht van de wortels een correlatie met dat van de bovengrondse delen. In het aantal planten is tevens een tendens die er op wijst dat het gunstiger klimaat in de luwte vermoedelijk ook de groei van de jonge planten ten goede komt.

2.3 – Conclusie en praktische toepassing

Aangezien de resultaten van dit onderzoek nagenoeg alle in dezelfde richting wijzen, kan worden gezegd dat door het scheppen van een betere beschuttingstoestand ook in tuinderijen over het algemeen een hoger rendement wordt bereikt. Uit de waarnemingen blijkt, dat dit gunstige effect deels aan een verhoging van het produktieniveau en deels aan een vervroeging van het gewas is te danken.

Deze voordelen hangen samen met een klimaatverbetering van het terrein als gevolg van de beschutting tegen de westelijke en noordelijke tot oostelijke winden. Mede van praktisch belang is, dat het nuttig effect zich veelal uitstrekt over een strook achter het windscherm van ongeveer 6× de hoogte van de windkering diep. Deze ervaringen houden aanwijzingen in voor het realiseren van de meest gewenste beschuttingstoestand.

Voorts leert het onderzoek dat het scheppen van een zo gunstig mogelijk microklimaat reeds vroeg in het seizoen moet gebeuren. Het verdient zelfs aanbeveling tuinderijen permanent, b.v. door elzenschermen, te beschutten, te meer omdat in de praktijk is gebleken dat ook de meeste kleinfruitgewassen gevoelig voor wind zijn (41).

Met betrekking tot het gebruik van tijdelijke beschuttingsvormen kan worden opgemerkt, dat in Zeeland door ROELOFSEN (41) gunstige resultaten werden bereikt met het op regelmatige afstanden inzaaien van regels rogge tussen het gewas. In dit verband zijn eveneens te noemen de in Noord-Holland door KOOMEN (21, 22) met positieve uitkomsten genomen proeven met beschutting door andere gewassen, onder meer haver en mais bij stamslabonen en augurken. Deze goedkope vormen van beschutting hebben bovendien het voordeel geen verlies aan cultuurgrond te veroorzaken.

Welke voorkeur de omstandigheden ook mogen ingeven: vaste dan wel tijdelijke beschutting, zeker is het dat om een zo rendabel mogelijke teelt te verkrijgen verreweg de meeste tuinbouwgewassen gebaat zijn met een beheersing van de wind gedurende het groeiseizoen.

Hoofdstuk IV

BESCHUTTING BIJ LANDBOUWGEWASSEN

1 – Onderzoek op zandgronden in zuidoostelijk Nederland

Van 1954 t/m 1956 werd onderzoek aan landbouwgewassen verricht op zandgronden in het zuidoostelijk deel van ons land.

Aangezien van de beschutting tegen de overheersende westelijke winden het meeste effect werd verwacht, kwamen hoofdzakelijk landbouwpercelen met daaraan beantwoordende beschutting voor dit onderzoek in aanmerking. Hierbij kon op de zuidelijke Veluwe en op de zandgronden in het noordoostelijk deel van Noord-Brabant en in Noord-Limburg gebruik worden gemaakt van de aldaar nog veelvuldig aanwezige eikehakhoutwallen. Deze windkeringen hebben gewoonlijk een hoogte en een diepte van enkele meters en bieden voldoende beschutting aan het aangrenzende gewas om het praktische effect van de beschutting te kunnen vaststellen. In de bosrijke omgeving van Renkum werden de opbrengsten ook van de aan bosranden grenzende gewassen nagegaan. Dit verschil in beschuttingsvorm zal verder ongenoemd blijven, omdat er geen consequenties uit bleken.

Voorts werden in 1955 en 1956 op het verstuivingsproefterrein bij Grubbenvorst (Noord-Limburg) opbrengstmetingen verricht. Op dit terrein waren in 1949 en 1950 windsingels van berken en eiken aangelegd ten einde er het beschuttingsvraagstuk in zijn algemeenheid te kunnen bestuderen. Inmiddels hadden de berken een hoogte van ongeveer 3.5 meter bereikt, zodat goede mogelijkheden aanwezig waren voor een onderzoek naar de invloed van beschutting op de gewasopbrengsten.

Naar in het vorige hoofdstuk is uiteengezet, kunnen vele factoren, gelijk de bodemgesteldheid, de aard van het gewas en de weersgesteldheid, het waar te nemen verschijnsel beïnvloeden. Bijgevolg zullen talrijke waarnemingen aan allerlei gewassen nodig zijn om een volledige beoordeling van het beschuttingseffect in de landbouw in het algemeen mogelijk te maken. In disharmonie hiermee is dus, dat slechts drie gewassen konden worden onderzocht, t.w. rogge, aardappelen en mais, en zo ook dat door gebrek aan personeel de opbrengstbepalingen slechts in beperkte mate konden worden gedaan. De in het onderstaande getrokken conclusies beschouwe men daarom als van voorlopige aard, en te toetsen aan meer gewassen en meer metingen, ook elders in het land, op algemeengeldigheid en betrouwbaarheid.

Bij rogge werd in plaats van opbrengstbepalingen van min of meer grote proefvakken het onderzoek verricht aan de hand van oogstanalyses van kleine proefmonsters van aren. Per proefobject werden op regelmatig toenemende afstanden van de houtwal telkens drie monsters genomen, bestaande uit alle aren van twee

rijen over een lengte van ½ meter, zulks overeenkomstig het advies van Dr. W. H. van DOBBEN (Instituut voor biologisch en scheikundig onderzoek van landbouwgewassen). De roggemonsters werden afzonderlijk onderzocht op het 1000-korrelgewicht, de korrelopbrengst en het aantal aren per monster (de standdichtheid). Het aantal korrels per aar kon uit deze gegevens worden berekend.

Tegelijk met de monstername geschiedde meting van de hoogte van het gewas. In 1954 werd de gemiddelde lengte van het stro geschat. In 1955 en 1956 werd daarentegen de lengte van de hoofdhalmen als maatstaf voor de stro-ontwikkeling gekozen omdat bij zulk schatten van gemiddelden licht fouten worden gemaakt.

Dan nog werden in 1956 (ditmaal door ir. A. BAKKER, toen nog verbonden aan het Instituut voor Bosbouwkundig Onderzoek) op het verstuivingsproefterrein bij Grubbenvorst naast de gewasanalyse ook enige fenologische waarnemingen verricht. Op verschillende afstanden lij- en loefwaarts van de windsingels werd driemaal gedurende het seizoen de lengte van de halmen gemeten, terwijl op de zelfde plaatsen op 1 juni de mate van bloei werd genoteerd.

Op deze wijze was aan de hand van de oogstcompositie een oordeel te vormen inzake de rol die de beschutting bij de ontwikkeling van het gewas had gespeeld.

Uit de resultaten bleek, dat de moeilijkheden die bij dit onderzoek werden ondervonden, hoofdzakelijk voortkwamen uit de aanwezige verschillen in de vruchtbaarheid van de grond. Van de bemonsterde percelen vertoonde het merendeel een positieve reactie op de beschutting. Bij de overige objecten waren de resultaten daarentegen, althans ogenschijnlijk, negatief. In de meeste gevallen kon een dergelijke negatieve reactie aan de genoemde bodemverschillen worden toegeschreven, nadat een profielonderzoek van deze objecten een sterk vruchtbaarheidsverloop aan het licht had gebracht. Hierbij nam de vochthoudende laag op grotere afstanden van de houtwal steeds toe. Op 'n enkel perceel, waar een dergelijk verloop in de bodem niet kon worden aangetoond, waren vermoedelijk andere bodemverschillen de oorzaak. Mogelijk zou uit kennis der ontginningsgeschiedenis van het perceel de verklaring hiervoor zijn op te sporen. Zo valt te overwegen, of het dichter bij de houtwal gelegen terreingedeelte niet later in cultuur zal zijn gebracht dan het overige en bij gevolg een vooralsnog lagere graad van vruchtbaarheid bezit, daar het immers nog niet lang met stalmest is behandeld. Hoe dit zij, steeds waar dergelijke ongelijkheid optreedt, wordt de normale correlatie tussen plantengroei en beschuttingstoestand verstoord.

Daar bij de positieve gevallen geen bodemverschillen konden worden aangetoond, werden deze objecten apart gegroepeerd. Teneinde er de invloed van de beschutting voor te kunnen vaststellen, is nagegaan welke samenhang er tussen de verschillende oogstcomponenten en de afstand tot de houtwal bestaat.

Slechts de voor het 1000-korrelgewicht en de strolengte gevonden waarden alsmede de korrelopbrengst van de monsters zijn in fig. 21 samengevat. De hierin

opgenomen uitkomsten, uitgedrukt in procenten van de desbetreffende gemiddelden, werden op een derdegraads-kromme vereffend. De aldus weergegeven relaties kunnen als volgt worden beschreven. Voor alle drie jaren (1954, 1955 en 1956) bestaat er een duidelijke positieve samenhang van de korrelgrootte, en ook van de korrelopbrengst, met de mate van beschutting. In 1955 en 1956 kwam het beschuttingseffect bovendien duidelijk tot uiting in de strolengte. De verklaring van deze samenhangen ligt voor de hand. In het algemeen toch geldt, dat naarmate de beschuttingstoestand ongunstiger wordt, dit ook met de waterhuishouding

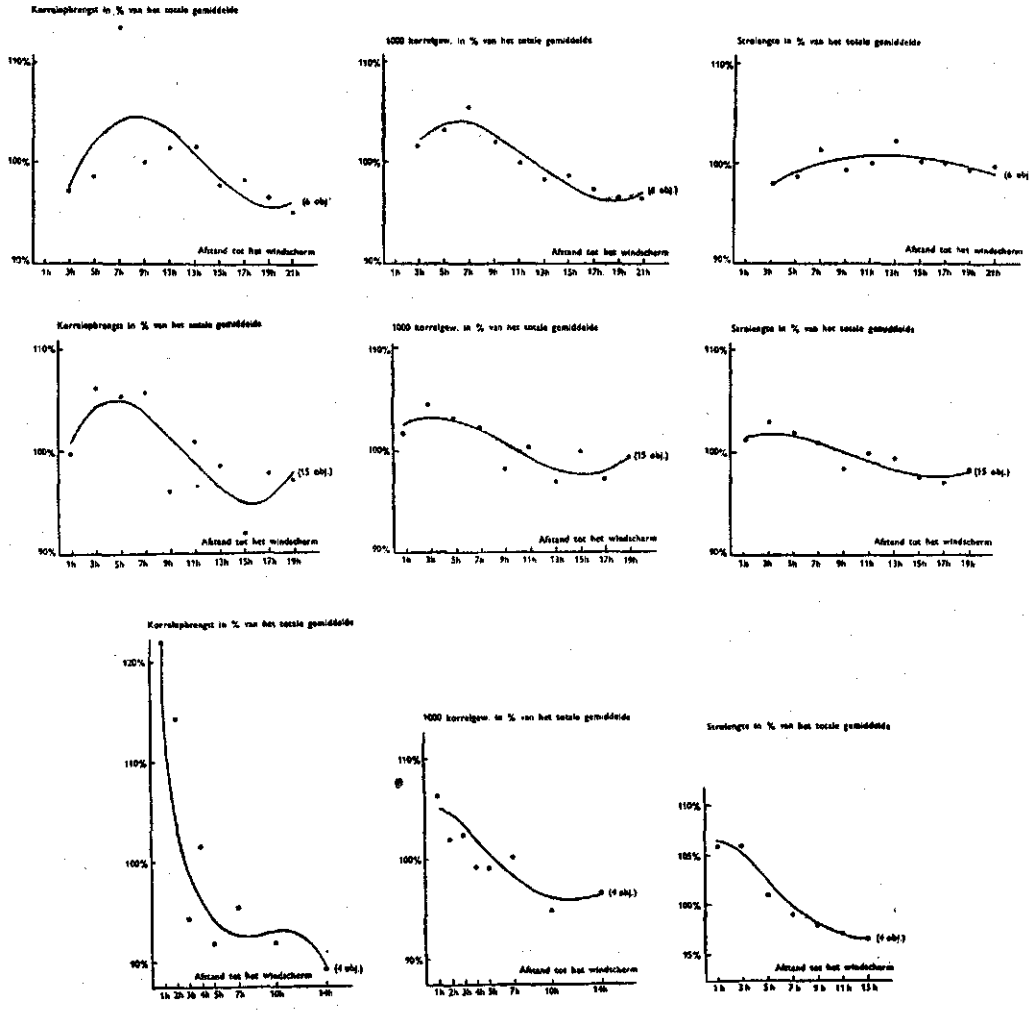


Fig. 21 Korrelopbrengst, 1000-korrelgewicht en strolengte in % van het totale gemiddelde op verschillende afstanden van het windscherm.

het geval is, waardoor als gevolg van meer verdamping in de plant zowel de koolzuur- als de vochtvoorziening in het gedrag komen. In dit opzicht zijn de omstandigheden in de zone tot ongeveer 7h verreweg het gunstigst, hetgeen daar ter plaatse ongetwijfeld de korrel- en strogroei ten goede is gekomen. Dicht bij de houtwal gaan soms de nadelige invloeden van wortelconcurrentie en beschaduwing overheersen, terwijl van de houtwal af de toenemende verdamping zich doet gelden. In 1956 bleek het gewas al bij 5h niet meer op de beschutting te reageren. In 1954 en 1955 daarentegen was de beschutting nog tot ongeveer 13h merkbaar.

De ontwikkelingsgang in 1954 en 1956 verdient een nadere interpretatie. In 1954 waren de korrelopbrengsten lager dan de korrelgewichten deden vermoeden. Dit was te wijten aan een negatieve tendens in de standdichtheid. Vermoedelijk was op de betreffende percelen toch nog sprake van een vruchtbaarheidsverloop. Dat de strogroei, zoals uit fig. 21 blijkt, en ook het aantal korrels per aar (niet getekend), niet een negatieve tendens hadden, kan aan de beschutting worden toegeschreven. Het is te verwachten dat bij harde wind de topbloempjes op onbeschutte plaatsen de neiging zullen vertonen tot verdroging, waardoor het korrelgetal er per aar afneemt.

In 1956 daarentegen werd het beschuttingseffect versterkt, doordat toen ook de standdichtheid positief werd beïnvloed. Daar een beïnvloeding van de standdichtheid over het algemeen als een proces gedurende de jeugdontwikkeling moet worden gezien, is het aannemelijk dat als gevolg van de sterke verdamping op onbeschutte plaatsen deze ontwikkeling daar is vertraagd. Maar het is niet onwaarschijnlijk dat in dit opzicht in sommige jaren ook schade kan worden ondervonden van de verstuivingen in winter en voorjaar (45).

Wat het korrelgetal betreft, heeft de beschutting vermoedelijk alleen in 1954 een gunstige invloed gehad.

Ten aanzien van de lengtegroei is nog op te merken, dat een zelfde tendens werd teruggevonden in de ontwikkeling van het gewas in een vroeger stadium. Uit fig. 22 blijkt dat in 1956 de groei al betrekkelijk vroeg op de beschutting heeft gereageerd. De in fig. 23 weergegeven relatie tussen de bloei en de mate van beschutting wijst op een mogelijke vervroeging als gevolg van bovengenoemde ontwikkelingsgang.

Aangenomen dat de monsters juiste steekproeven zijn geweest, kan uit hun korrelopbrengsten tevens een indruk worden verkregen van het opbrengstverloop in de beschutting. Aan de hand van het basismateriaal was te berekenen dat een verbetering van de beschuttingstoestand gepaard ging met opbrengstverhoging die, in het gebied tot 10h, in 1954, 1955 en 1956 resp. 4.0%, 6.4% en 9.4% bedroeg.

Op de roggepercelen met een vruchtbaarheidsverloop is de samenhang tussen beschuttingstoestand en oogstcompositie geheel anders. In 1954 en 1956 kon naar de houtwal toe bij alle componenten een sterke daling worden geconstateerd,

gevolgd door een toeneming dicht bij de houtwal. Ook in 1955 was deze tendens bij alle oogstcomponenten aanwezig, met dien verstande dat het 1000-korrelgewicht reeds in de 5-7h-zone geen verdere daling vertoonde, terwijl de strolengte van daar af zelfs iets toenam, hetgeen aan de beschutting kan worden toegeschreven.

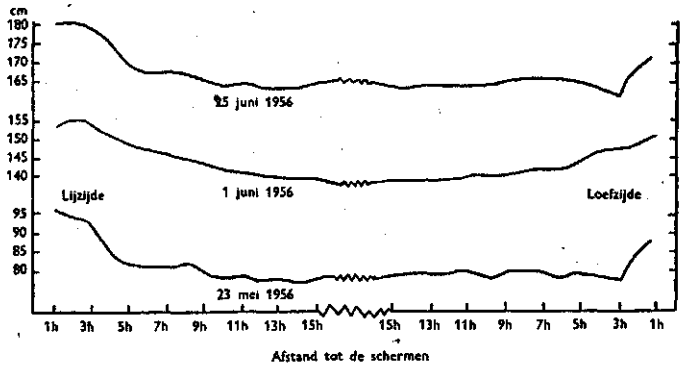


Fig. 22 Lengte van roggehalmen in de beschutting gemeten op 23 mei, 1 juni en 25 juni 1956

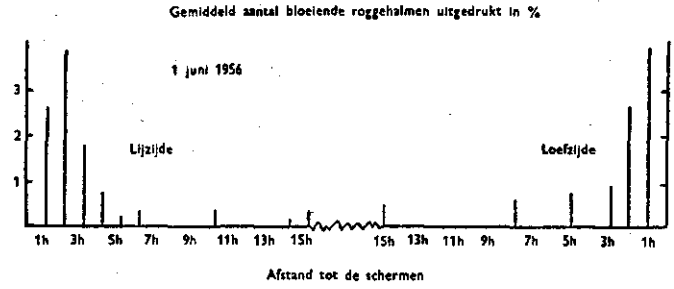


Fig. 23 Aantal bloeiende roggehalmen (in % uitgedrukt) op 1 juni 1956

Evenmin konden bij het onderzoek met *aardappelen* grote vakken worden geoogst. Slechts werden pleksgewijze, met twee of drie parallellen, een 4- tot 6-tal pollen gerooid. Wegens de grote variabiliteit in de knolproduktie was het te verwachten dat door het rooien van een zo beperkt aantal planten moeilijk een betrouwbaar beeld omtrent het beschuttingseffect te vormen zou zijn. Een betrekkelijk groot aantal objecten moest daarom in het onderzoek worden betrokken. Evenals bij rogge bevonden zich hieronder weer percelen met een sterk afwijkend gedrag. Op deze percelen vertoonden de knolopbrengsten een scherpe daling naar de houtwal toe. Dit verloop is in goede overeenstemming met de ook hier gevonden profielverschillen.

De overige gevallen gaven slechts een zwak positieve reactie te zien. Uit fig. 24 blijkt, dat de opbrengstkromme in 1955 bij ongeveer 5h haar hoogste punt heeft. De opbrengstvermeerdering bedroeg voor het 10h diepe gedeelte achter de houtwal gemiddeld 3.0% en 5.6% resp. in de jaren 1954 en 1955.

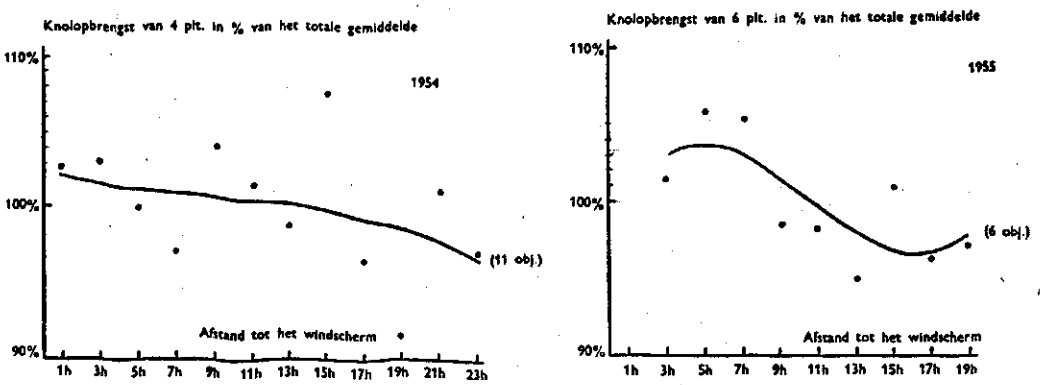


Fig. 24 Knolopbrengst bij aardappelen op verschillende afstanden van het windscherm.

Ook bij *mais* moest worden volstaan met steekproeven, bestaande uit een zeer beperkt aantal planten: 20 met drie parallellen in 1955, 10 met twee parallellen in 1956. Bij dit gewas werden de kolfopbrengsten bepaald. In 1956 werd tevens de hoogte van het gewas gemeten. De resultaten leverden gelijk fig. 25 laat zien, overwegend een positieve reactie op. Vooral in 1956 valt het op, dat het gewicht van de ontbladerde kolven sterk toeneemt in de beschutting. En de verschillen in de hoogte van het gewas spreken een zelfde taal met betrekking tot de loofontwikkeling. Het opbrengstsurplus in de beschutting bedroeg in laatstgenoemd jaar rond 19% in de zone van 1–10h.

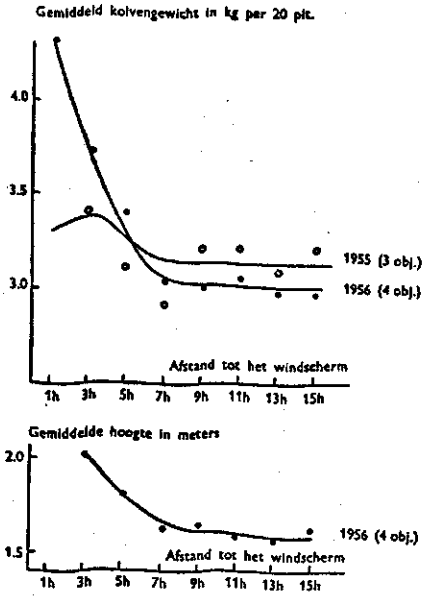


Fig. 25 Opbrengst en lengtegroei bij mais in de beschutting

Evenals bij de vorige gewassen moet de betere waterhuishouding als de voornaamste oorzaak van de waargenomen verschijnselen worden beschouwd. Hierbij dient echter tevens de temperatuur verhogende werking der beschutting in het voorjaar niet te worden onderschat. Het is tekenend, dat BATES (2) bij zijn onderzoekingen aan mais in Noord- en Zuid-Dakota vooral de beïnvloeding van de temperatuur noemt als een belangrijke factor gedurende het jeugdstadium van het gewas.

2 – Onderzoek in Zeeland

In het najaar van 1957 werd, in samenwerking met de Landbouwvoorlichtingsdienst te Goes, op Walcheren een aanvang gemaakt met een serie praktijkproeven inzake beschutting van landbouwgewassen, en wel op een aardappelperceel. In 1958 werd dit onderzoek voortgezet aan wintertarwe, aardappelen en suikerbieten. Het ligt in de bedoeling het onderzoek enige jaren voort te zetten en zo mogelijk bij meer gewassen.

Tabel 20 – Oogstresultaten van landbouwgewassen op verschillende afstanden van het windscherm (Zeeland)

Afstand tot het windscherm	1957	1958						
	aardappel	aardappel	zomertarwe		suikerbieten			
	knollen in kg per 13,2 m²	knollen in kg per 22,75 m²	korrel-opbrengst in kg per 25 m²	stro-gewicht in kg per 25 m²	knollen in kg per 20 m²	loof en kop in kg per 20 m²	aantal plt. per 20 m²	suiker-gehalte in %
1h . .	—	93.0	—	—	—	—	—	—
2h . .	54.0	—	—	—	127.5	90.7	115	16.9
3h . .	—	109.7	10.0	21.5	—	—	—	—
4h . .	68.5	—	—	—	129.7	93.3	162	17.5
5h . .	—	113.6	10.0	21.7	—	—	—	—
6h . .	63.5	—	—	—	133.3	99.0	153	17.4
7h . .	—	—	—	—	—	—	—	—
8h . .	82.0	—	—	—	—	—	—	—
9h . .	—	90.0	9.7	20.9	—	—	—	—
10h . .	—	—	—	—	126.3	88.7	157	17.4
12h . .	84.5	—	—	—	—	—	—	—
13h . .	—	102.5	9.6	20.6	—	—	—	—
14h . .	84.8	—	—	—	126.3	78.3	166	16.9

Door genoemde Dienst werden op daartoe geschikte landbouwpercelen, met beschutting tegen westenwind, de opbrengsten bepaald van veldjes, al naar het gewas variërend van 13.2 tot 25 m² en op regelmatig toenemende afstanden van het scherm gelegen. Bij de tarwe werd behalve de korrelopbrengst ook het strogewicht bepaald en bij suikerbieten ook het gewicht van loof + kop; tevens werd hier per proefvak het aantal planten geteld en het suikergehalte van de wortels bepaald.

De in tabel 20 vermelde resultaten geven voor aardappelen in 1957 een sterk negatief effect te zien en in 1958 een positieve invloed van de beschutting. Voor die negatieve reactie is vooralsnog geen verklaring te vinden geweest, daar het perceel gelijkmatig van vruchtbaarheid was. Anderzijds kon worden waargenomen, dat de loofontwikkeling in de beschutting veel beter was dan er buiten.

De cijfers voor 1958 echter wezen op enige gunstige invloed van het windscherm zowel bij aardappelen als bij tarwe en suikerbieten. Ook hier was in overeenstemming met de eerder besproken onderzoekingen de uitwerking van de beschutting hoofdzakelijk merkbaar in een strook tot 5 à 6h diep. De volgende opbrengstverhogingen werden er genoteerd: voor tarwe 3%, voor aardappels 12%, voor suikerbieten 3%.

Bij tarwe kwam de gunstige beïnvloeding van beschutting ook tot uiting in het strogewicht. Uit de waarnemingen met betrekking tot het aantal planten per veldje en het suikergehalte bij de bieten blijkt dat deze niet op de beschutting hebben gereageerd.

3 – Conclusie en praktische toepassing

Uit het voorgaande is gebleken dat zowel in het binnenland op zandgronden als in de kustgebieden op meer vochtige gronden beschutting voor de betrokken gewassen van nut is, zij het in mindere mate dan in de tuinbouw. Dooreengenomen bedroeg het profijt nog geen 10%.

Een gewasanalyse aan rogge bracht aan het licht, dat de invloed van de beschutting tot uiting komt in de korrelvulling en in de groei van het gewas. Ook de uitstoeling was in de luwte soms gunstiger dan op onbeschutte plaatsen. Bij mais ging een verhoging van de kolfopbrengsten samen met een betere loofontwikkeling.

Deze resultaten geven voorshands geen aanleiding tot het uitspreken van een algemeen oordeel ten aanzien van een praktische toepassing van beschuttingsmaatregelen in de landbouw. Wel bevatten deze resultaten een aanwijzing dat het vrij algemeen gekoesterde bezwaar tegen houtopstanden tussen landbouwgronden wegens oogstdervingen door wortelconcurrentie en beschaduwing ongegrond is, daar deze in voldoende mate worden gecompenseerd door meeropbrengsten verder op.

Voor een nauwkeurige beoordeling van de rendabiliteit van beschutting is het gewenst, de reeds gevonden resultaten gedurende enige jaren met grotere proefvakken te toetsen. Voorts dient te worden overwogen, meer gewassen in het onderzoek te betrekken.

SAMENVATTING

1. Teneinde de invloed van beschutting op het rendement in de fruitteelt na te gaan, werd van 1952 t/m 1958 in een aantal, hoofdzakelijk tegen westelijke winden beschutte, Zeeuwse boomgaarden de ruimtelijke verdeling van de boomopbrengsten bij appels en peren nagegaan.

2. Het bleek, dat in de luwte van een windscherm de opbrengst vooral bij peren aanzienlijk hoger is. Het effectief beschutte gedeelte was bij appels ongeveer 12h (h = hoogte van het windscherm) en bij peren van 6 tot 10h diep. Voor beide waren de opbrengsten het hoogst in de 3h-zone.

3. Een berekening van het beschuttingsrendement werd uitgevoerd ter benadering van de meest gewenste beschuttingstoestand. Deze nu is voor appels en peren te verwezenlijken door de schermen op onderlinge afstanden van resp. ongeveer 6h en 4h aan te brengen, met een netto profijt (dus inclusief dervingen door grondverlies, beschaduwing en wortelconcurrentie) van 10 tot 45% bij appels en 12 tot 162% bij peren.

4. Een causaal-analytisch onderzoek werd ingesteld, omdat een verhoging van de doelmatigheid der beschutting hieruit af te leiden zou zijn.

5. Bestudering van de vegetatieve eigenschappen van de bomen leerde, dat met name de lengtegroei en de scheutgroei slechts in geringe mate door de beschutting worden bevorderd, hetgeen moet worden toegeschreven aan de betere waterhuishouding (geringe verdamping en minder zoutschade).

6. In de generatieve ontwikkeling was een tendens tot de vorming van meer gemengde knoppen in het effectief beschutte gedeelte waarneembaar, wederom vermoedelijk als gevolg van een betere waterhuishouding. De vruchtzetting bleek daar zelfs gunstig te worden beïnvloed, waarvoor aannemelijke oorzaken zijn aan te wijzen met betrekking tot de temperatuur, luchtvochtigheid (vermoedelijk) en de insektenactiviteit.

7. De bovendien geconstateerde samenhangen tussen de totale windsterkte en het uiteindelijke beschuttingsrendement steunen het onder 6 aangewezen causale verband. Het bleek, dat de vruchtbomen vooral in minder goede fruitjaren beschutting van node hebben.

8. Voor de praktijk is derhalve meer en vroege beschutting aan te bevelen. In dit verband dient hiervoor aan vroeg in het blad komende houtsoorten met een brede kroon de voorkeur te worden gegeven.

9. Het onderzoek bij aardbeien en andere groentegewassen heeft aangetoond, dat door beschutting een verhoging van het rendement in tuinderijen wordt bereikt, hetgeen deels aan een vervroeging van het gewas en deels aan een hogere opbrengst is te danken. Dit nuttig effect werd verkregen in een ongeveer 6h diepe strook achter het windscherm.

10. Bij aardbeien, t.w. Deutsch Evern bedroeg de vervroeging maximaal 7 dagen en bij Jucunda 4 dagen. Dit kwam tot uitdrukking in een extra verhoging van de geldelijke inkomsten van soms 20% bij totale rendementsverhogingen variërend van rond 30 tot 50%.

11. De beschutting bleek ook in sterke mate de bladontwikkeling te stimuleren.

12. Op vroege aardappelen heeft de luwte eveneens een gunstige invloed. De knollen waren er eerder te oogsten dan op onbeschutte plaatsen. Bestudering van de fenologie van dit gewas leerde, dat een betere beschutting het groeiproces versnelt.

13. Ook bij sla en peentjes werd een positieve invloed van de beschutting waargenomen.

14. Samenvattend kan dus worden gezegd, dat verreweg de meeste tuinbouwgewassen gebaat zijn met een beheersing van de wind gedurende het groeiseizoen.

15. Ten aanzien van landbouwgewassen werd in 1954 t/m 1956 op zandgronden in zuidoostelijk Nederland onderzoek verricht.

16. Een morfologische gewasanalyse aan rogge bracht aan het licht, dat de invloed van de beschutting tot uiting komt in de korrelvorming en de groei van het gewas, soms inclusief de uitstoeling. Bij aardappelen was de reactie op de beschutting zwak positief. Aan mais kon eveneens een gunstige invloed van windsingels worden waargenomen.

17. Het oriënterend onderzoek in Zeeland bij tarwe, aardappelen en suikerbieten wees op enige invloed van beschutting.

18. Dooreengenomen bedroeg het profijt bij landbouwgewassen (exclusief het grondverlies, doch inclusief beschaduwing en wortelconcurrentie) nog geen 10%.

19. Voor een nauwkeurige beoordeling van het beschuttingsrendement in de landbouw is het gewenst, dat het onderzoek nog enige jaren wordt voortgezet.

SUMMARY

WIND PROTECTION OF AGRICULTURAL CROPS, ESPECIALLY STUDIED ON FRUIT

A renewed interest in shelterbelts and windbreaks in several European countries and a controversy between the practice of agriculture and nature- and landscape protectionists led to a study of shelter problems also in the Netherlands since about 1942.

The aim throughout the present study has especially been to investigate the utility of wind protection in fruit orchards of the coastal province of Zeeland and how the space occupied by the windbreak trees may best be utilized to get most effective protection.

It was interesting to consider such crops as strawberry and early potato as well. An examination of early horticultural crops is important, since wind protection produces rather „hothouse" conditions which are favourable to the growth.

This paper further deals with the investigations with field crops as rye, potato and maize on light soils in the south-eastern part of Holland, and wheat, potato and sugar-beets in the province of Zeeland.

Protection of orchards

For seven years, from 1952–1958, data on the yields of apple trees in orchards which were sheltered on the west have been gathered in order to determine the effective zone of protection. In the last three years attention has also been given to pears. Incidentally the shelter effect on apple plantations with windbreaks on the east was studied.

Homogeneous orchards with representative varieties of apple and pear and forms of tree were chosen in several localities, since the effect of wind protection might also depend on both the methods of cultivation and local soil conditions.

In measuring the effect of windbreaks, comparisons have been made between the yields of trees at different distances from windbreak. Since the windfields of high and low windscreens show geometric similitude, distances to the screen throughout this paper have been measured with the height of the screen (=h) as a unit.

Table 1 and 2 (see appendix) show the results of the yields per tree, expressed in relative terms. For statistical analysis of the data the Wilcoxon's test for symmetry was applied. For apples the results over seven years were taken as a whole and with pears only the results over three years.

From Fig. 4 (apples) and Fig. 5 (pears) on p.12 it will be seen that the greatest yield was found at about 3h. Apples appeared to be considerably more resistant

to wind than pears. It is of particular interest to note that there was also some year-to-year variability in the results; in 1953 even no effect was recorded.

An appreciation of the way in which windbreaks act, as shown in Fig. 1 on p.5, will help toward an understanding of the results obtained. There appears to be a close correspondence of the reduction of the wind velocity by windbreaks of medium density to the tendencies observed in the sheltered orchards concerned. The zone of effective protection is about 10h wide, though the reduction in wind velocity may be traced much farther away.

The protection of orchards against incidental northeasterly winds also appears to favour the productivity of the trees (Table 5 on p.15).

Supposing north-south windbreaks to be planted with different spacing, the most profitable distance between windbreaks was calculated (Table 6 see appendix) Assuming the cost of establishing one windbreak row to equal that of one row of fruit trees, only the decreases in yield due to loss of orchard area are to be deducted from the increases in yield caused by reduction of the windspeed in order to obtain the benefit of wind protection. The difference between the mean returns in sheltered and unsheltered areas was assumed to be the profit due to protection. The losses of orchard area were calculated for plantations of dwarfing trees (apples on M. IX and pears on quince rootstock) with plant rows at distances of 4 metres. The height of the windbreak is assumed to be 10 metres. Devoting only one plant row to each windbreak row may be estimated to be practical in view of difficulties presented by mechanization.

From Table 6 (see appendix) it follows that distances of about 4–6h with apples and 4h with pears are the most profitable. High net profits of 45% and 35% resp. in 1955 and 1956 were calculated with apples. With pears net increases in yield of 122% and 162% would have been obtained resp. in 1956 and 1957, if the screens had been standing at the distance mentioned.

It may be expected that in wholly protected orchards even a higher profit would be obtained, since a similar but not so great a benefit was also measured on the east side of the windbreak. Concerning the damage from shading and root competition it should be noted that these disadvantages were already accounted for in the net profit.

It is difficult to interpret the different cropping without knowing the causal relationships. Further study was therefore undertaken to find out what part wind protection might play in vegetation and fruit morphogenesis.

Though the yearly variations observed in the effect obviously indicate a close relationship between fruitfulness and wind protection, first of all measurements were made of stem girth and the length of trees. Furthermore the shoots removed at pruning were weighed. Fig. 7 on p.20 shows that the sheltered trees were only slightly longer than the unsheltered ones and had also a greater weight of prunings,

but there was no difference in trunk girth. A statistical analysis was carried out on all data concerned (12 objects); this indicated only a positive correlation for the length of trees with least significant differences as shown on p.19.

Samples of the picked fruits at different distances from windbreak were used to measure any differences in fruit size; however, no correlation was found between the average fruit weight and the degree of shelter (Table 9 on p.22).

Records of the fruit drop, only made from one orchard after a storm in autumn 1955, show small differences, as well.

From these results wind protection was not likely to have played a very important part in the growth, fruit size and wind fall. For that reason the wind should be recognized as a major factor in fruit cropping bij influencing fruitfulness. To check this, the whole sequence of fruit development and formation of flower-buds has been observed with apples and pears during a period of 3 years. The method of recording fruitfulness is by counting the fruit-buds and all the fruits. The former could only be done on young trees. Counting of flowers and periodically of the fruits was done from selected branches.

As has been presented in Fig. 8 on p.24 and Fig. 9 on p.25 fruit set as well as the formation of fruit-buds are correlated with the degree of shelter, though a from year-to-year variability is evident. Taking the results as a whole, only the first correlation appears to be supported by the Wilcoxon's test for symmetry on p.27).

From a summary of these three years' results as shown in Fig. 10 on p.27 it is evident that differences in yield are in the first place due to failure of fruit set on unsheltered spots.

Furthermore sheltered trees seem to produce more flower-buds.

An interaction was also found of the setting as affected by wind protection and the general mean fruit set in a certain year. It is probable that in years with a high setting (e.g. 1958) only a slightly positive effect will be found.

Discussing the different growth and cropping in sheltered orchards, it is plain that the lower evaporation in sheltered spots may account for the better growth of trees and the production of more flower-buds on these places.

As to the cause of different cropping more hypotheses are necessary to explain the whole sequence of events from pollination to fruit set in protected orchards. Wind protected places having higher mean temperatures may favour pollination and fertilisation. Strong, desiccating easterly winds and salt-laden westerly winds during the blossoming period are often associated with poor fruit set, since low humidity may dry the stigma or style and reduce pollen germination and tube development. Finally less insects on windy spots may interfere with cross pollination. However, there may also be a nutritional interpretation for the differences in fruit set.

A study of the fruit yields with apples in relation to the wind conditions at different periods (i.e. the blooming and fruit setting period as well as the summer-months during the crop-year and the foregoing year) suggests the above mentioned hypotheses to be true except for the last one (resp. Fig. 11, Fig. 12 and Fig. 13 on p.32).

There are indications that wind protection plays an essentiel role during blooming especially in years with low crops. In this situation a betterment of the microclimatical environment of the tree on sheltered places will help the grower minimize crop losses.

Since considerable improvement of the fruit set could be obtained by planting more windbreaks, the next important measure is in planting trees which are already in leaf in the blooming period.

Planting windbreaks at distances of 6h being most profitable, more windbreaks are to be planted in fruit rows than nowadays. Therefore, broad crowned species should be chosen, which can easily be flattened by pruning. Some suitable species are *Populus simonii fastigiata* and *Populus berolinensis* cult. HOUTZAGERS which are also early leaving out.

Protection of strawberries and vegetables

Investigations were also undertaken with strawberry, early potato and other vegetables. Care was also taken in making comparisons between different forms of windbreak as walls (dense) and artificial lattice windscreens (moderately dense).

The varieties used in the strawberry investigations were Deutsch Evern and Jucunda. In order to study the effect of wind protection on cropping the usefulness of windbreak protection against south-westerly, north-westerly and north-easterly winds was tested. At different distances from windbreak the weight of each picking was determined.

It may be found from a statistical examination of the data that windbreaks cause an appreciable advancement of the ripening of strawberries. Correlation coefficients between weight of fruits and distances from windbreak were found according to the rank correlation test of KENDALL as shown on p.37. From these figures an advancement of the ripening appears to be evident. In some cases it may also be concluded that windbreaks give significant increases of the yield. In the other objects a similar tendency is probable except obj. 2, where no effect in the total yield has been found at all. This is presumably due to placing the windbreaks too late in spring.

In Table 14 and 15 (see appendix) increased revenues through windbreaks were also calculated, since the profit of earliness is highly dependent on the price per kg. Higher increases in 1955 than in 1958 with Deutsch Evern were caused partly by a storm in May 1955, partly by greater differences in price between

early and late pickings. With Jucunda the objects in 1958 showed more profit than in 1957 presumably by greater differences in quality between early and late picking. With Deutsch Evern permanent windscreens are actually more profitable than temporary ones.

The usefulness of windbreaks may also be examined as in Fig. 15 on p.39 and 16 on p.40. At a distance of 3h from windbreak with Deutsch Evern fruit picking could be done almost 7 days earlier than on unsheltered places; the ripening of Jucunda was about 3 days in advance in this region.

From an examination of the plant development it is shown in Fig. 17 on p.41 that growth behind the windbreak was notably better than in the open, where eventually the stage of development showed a lag of two weeks.

This may result from the improvement of atmospherical conditions on sheltered places. Due to a better water economy and higher temperature of air and soil in the protected zone vegetation may be assumed to begin earlier.

Similar results were obtained with early potato as shown in Table 17 (see appendix). An increase of yield through wind protection in some cases is supported by a statistical examination. The data were also submitted to the rank correlation of KENDALL. From the figures on p.44 a positive correlation in most cases suggests a favourable effect through wind protection.

From Fig. 19 on p.45 it follows that the shelter effect was accentuated by early digging the tubers. Late digging shows only little effect of wind protection. This may be an indication that windbreaks are actually favouring plant growth and the formation of tubers as well, especially in an early stage of development of the crop.

This is in harmony with the phenological observations. Periodical measurements of the height of potato plants (Fig. 20 on p.46) show an obviously better development in the sheltered zone. The next correlation coefficients were found.

dates	26/5'55	9/6'55	23/6'55
	0.905^{++}	0.714^{+}	0.810^{++}
	$++ (P < 0.01)$	$+ (P < 0.05)$	

Incidental measurements of the yields with lettuce and carrots were also in accordance with the foregoing results (Table 19 on p.47).

Protection of field crops

To answer the question concerning the influence of wind protection on field crops, measurements of the yields of rye, potato and maize on sheltered plots in sandy areas of the south-eastern part of the Netherlands have been made in 1954, 1955 and 1956. With these crops only small samples were taken at various points in the shelter of windbreaks. On these points with rye and maize the height of the stalks was also measured. With rye an analysis of the samples was carried

out after counting the ears. These samples were threshed out by hand, weighed and the 1000-kernel weight determined. With maize and potato the weight of ears and tubers was determined.

It appears that leeward in a restricted zone of nearly 10h the wind reduction resulted in an increase in yield with rye 4.0, 6.4 and 9.4% resp. in 1954, 1955 and 1956, potatoes 3.0 and 5.6% in 1954 and 1955, and maize 19% in 1956.

It may be concluded that the different cropping of rye has been caused by an increase of the kernel weight. Sometimes crop tillering also may be favoured by shelter.

It should also be noticed that with rye and maize the wind-protected plants were in fact larger than those on windy spots.

In Zeeland crop measurements were made since 1957. On sheltered fields with wheat, potato and sugar-beets the yield of plots varying from 13.2 to 25 m^2 was determined at different distances from windbreak. From these data a picture of the trend of shelter-belt influences can be obtained. However, the number of fields is not great enough to give definite results now. These investigations are therefore planned to be continued for some years.

LITERATUUR

1. ANONIEM, *Laeets Indflydelse paa Frugttraeernes Trivsel og ydeevne. Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur,* 101 *Medd. Jan.* (1935) 2.
2. BATES, C. G., *Windbreaks; their influence and value. U.S. Dept. of Agr. For. Serv. Bull.* 86 (1911) 100.
3. BATES, C. G., *Farm crops benefit from fiield shelter-belts. Minnesota Farm a. Home Sci. 5,* 3, (1948) 6–7.
4. BATES, C. G., *How shelterbelts benfit crops. J. For. 46* (1948) 767–768.
5. BENARD, A. en C. VAN EEDEN, *Handleiding voor de symmetrietoets van Wilcoxon. Rapport Math. Centrum Amsterdam S* 208 (M 76) (1956) 33.
6. BENDER, M., *Einfluss des Windschutzes auf den Bodenertrag. Mitt. dtsch. Landwirsch. Ges. 70,* 29 (1955) 767–770.
7. BODROFF, V., *The influence of shelterbelts over the microclimate of adjacent territories. J. For. 34* (1936) 696–697.
8. CABORN, J. M., *The influence of shelterbelts on microclimate. Quart. J. Royal Meteorol. Soc. 81,* nr. 347, (1955) 112–115.
9. DISSEL, E. D. VAN, *De betekenis van bomen en struiken in het landschap voor de cultuurgewassen.* Ned. Boschb. Tijdschr. *15* (1942) 52–54.
10. DIJKSTERHUIS, H. P., *Ervaringen met windschermen in het noorden van ons land.* De Fruitteelt, *46,* 42 (1956) 979–981.
11. EIMERN, J. VAN, E. FRANKEN und H. HARRIES, *Ergebnisse von Windschutzuntersuchungen in Hamburg–Garstedt* 1952. *Bundesmin. Ernährung, Landwirtsch. u. Forsten Landwirtschaftsverl.* G.m.b.H. Hiltrup bei Münster (Westf.) (1954) 96.
12. ESBJERG, N. og N. DULLUM, *Laeets Virkning paa AEbletraeer. Stat. Forsgøsvirksomhed i Plantekultur Medd. 245* (1936) 4.
13. FRANSEN, J. J., *De invloed van windschermen op landbouwgewassen.* Landbouwk. Tijdschr. *54* (1942) 202–218.
14. GERRITSEN, J. D., *Bestuiving en bevruchting in de Fruitteelt.* Tjeenk Willink, Zwolle, (1946) 44. Leidraad Land- en Tuinbouwonderwijs, Serie C Nr. I.
15. HANKE, E. und H. KAISER, *Untersuchungen über den Einfluss eines künstlichen Windschutzstreifens auf den Ertrag von Zuckerrüben im Jahre* 1954. Z. f. Acker- u. Pflanzenbau. *102,* 1 (1956) 81–100.
16. HELLINGS, A. J., *Windsingelproeven.* Versl. Comm.agr. Belangen in Limburg, 1 okt. 1955–1 okt. 1957 (1957) 77–79.
17. HENNIK, J. J. VAN, *Heeft Zeeland een eigen klimaat?* Zeeuws Fruittelersbl. *13,* 1 (1957) 10–12.
18. IG NATIUS, J. G. W. en W. DE WIT, *Onderzoek naar de invloed van het weer op de appel- en perenoogst.* Landbouw Tijdschr. *61* (1949) 153–167.
19. JONKER, J. J., *Resultaten van de proefnemingen met windschermen in de Noordoostpolder in de jaren 1947–1950.* In „Langs gewonnen velden", Wageningen (1954) 63–74.
20. KENDALL, M. G., *Rank correlation methods.* London, Charles Griffin & Co., (1948) 160.
21. KOOMEN, J. P., *De groei van groentegewassen kan sterk worden beïnvloed door het gebruik van windschermen.* Groenten en Fruit, *10,* 12, (1954) 1230–1231.
22. KOOMEN, J. P., *Ervaringen met windschermen bij de teelt van enkele groentegewassen.* Meded. Proefst. Groenteteelt in de volle grond *6,* (1957) 43.
23. KREUTZ, W., *Der Windschutz,* Ardey Verlag, Dortmund (1952) 168.
24. KREUTZ, W. und W. WALTER, *Windschutzwirkung in Abhängigkeit von der Breite und Durchlässigkeit des Hindernisses.* Z. Acker- u. Pflanzenbau, *105,* 3 (1958) 271–282.

25. KRONENBERG, H. G., *Proeven over de vruchtzetting van Jucunda.* Boer en Tuinder, 10 jan. (1953) 5.
26. LINDE, R. J. VAN DER, *Houtwallenprobleem in Nederland.* T. N. O. Nieuws *4*, 43 (1949) 368–375.
27. LINDE, R. J. VAN DER, *Windschermen in de fruitteelt.* de Tuinbouw *6*, 5, 1951, 115–117.
28. LINDE, R. J. VAN DER, *Windschermen in de Zeeuwse fruitteelt.* de Fruitteelt *45*. 51 (Kerstnr. 1955) 1121–1125.
29. LINDE, R. J. VAN DER, *Het probleem van de houtopstanden in het cultuurlandschap.* Centr. Landbouwdoc., Lit. overz. nr. 21 (1958) 44.
30. LINDE, R. J. VAN DER and J. P. M. WOUDENBERG, *On the microclimatic properties of sheltered areas; The oakcoppice sheltered area.* Meded. Itbon 10 (1951); Meded. Verh. K.N.M.I. A 56 (1950) 152.
31. LOEFF, J. A. VAN DER, *Hout- en wildwallen.* Landbouwk. Tijdschr. *60* (1948) 249–256.
32. METCALF, W., *The influence of windbreaks in protecting citrus orchards.* J. For. *34* (1936) 571–580.
33. MODLIBOWSKA, I., *Pollen tube growth and embryo-sac development in apples and pears.* J. of Pomol. and Horticult. Sci. 21, (1954) 57–89.
34. NÄGELI, W., *Über die Bedeuting von Windschutzstreifen zum Schutze landwirtschaftlicher Kulturen.* Schweiz. Z. Forstwes. *11* (1941) 1–16.
35. NÄGELI, W., *Untersuchungen über die Windverhältnisse im Bereich von Windschutzstreifen.* Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchswes. *23* (1943) 223–276.
36. NÄGELI, W., *Weitere Untersuchungen über die Windverhältnisse im Bereich von Windschutzstreifen.* Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchswes. *24*, 2 (1946) 659–737.
37. OOSTEN, A. VAN, *Windschermen in de N.O.P.* de Boomgaard *1*, 3, (1956).
38. OOSTEN, A. VAN, *Welke populier kiezen we als windscherm?* Groenten en Fruit, *13*, 39, (1958) 1212–1213.
39. RHEE, J. A. VAN, *Beschuttingsproblemen in de Zeeuwse fruitteelt.* Meded. Dir. Tuinb. *20* (1957) 416–423.
40. RHEE, J. A. VAN, *The cropping of fruit trees in relation to windbreak protection.* Neth. J. agr. Sci. *6* 1 (1958) 11–18.
41. ROELOFSEN, B. en A. SCHALK, *De teelt van kleinfruit.* Ned. Fruittelers org. (1959) 79.
42. SCHARRINGA, M., *Zie: Ontwikkelingsdag v. de Zeeuwse fruitteelt.* de Fruitteelt, *49*, 4 (1959) 83–85.
43. SIPKES, C. *Wind en windschade in de tuinbouw.* de Tuinbouw nr. 6, juni (1949).
44. TOORENAAR. G., *Het windscherm van populieren.* de Fruitteelt, *48*, nr. 12, (1958) 325.
45. WOODRUFF, N. P., *Wind-blown soil abrasive injuries to winter wheat plants.* Agron. J. *48* 11 (1956) 499–504.
46. WIJK, W. R. VAN en A. P. HIDDING, *Onderzoek over de verandering van het klimaat achter windschermen.* Landbouwk. Tijdschr. *67* 10 (1955) 707–712.

Tabel I - RELATIEVE OPBRENGSTEN VAN APPELS IN BESCHUTTE BOOMGAARDEN, UITGEDRUKT IN % VAN HOOGSTE OPBRENGST. / RELATIVE YIELDS OF APPLE TREES IN PROTECTED ORCHARDS, EXPRESSED IN % OF THE HIGHEST YIELD

Afstand tot het scherm *Distance from windbreak*	1952 Jonath. str.	1953 Jonath. str.	1953 G. Del. str.	1953 Gem.	1954 Jonath. str.	1954 G. Del. str.	1954 Gem.
1h	90.6	86.2	100	100	84.1	68.4	77.2
3h	95.7	96.3	89.6	99.9	97.6	100	100
5h	100	87.2	83.5	91.7	100	73.2	87.7
7h	93.2	88.1	90.4	95.9	96.8	67.6	83.2
9h	90.6	89.0	81.7	91.7	69.8	63.2	67.3
11h	85.5	99.1	83.1	97.9	69.0	65.8	68.2
13h	69.2	100	82.4	98.0	64.3	64.5	65.2
15h	68.4	98.2	82.4	97.0	65.9	64.5	66.0
17h	79.5	82.6	82.4	88.6	75.4	64.5	70.9
19h	—	—	—	—	—	—	—

Afstand tot het scherm *Distance from windbreak*	1955 Jonath. str.	1955 Jonath. str.	1955 G. Del. str.	1955 G. Del. sp. op IX	1955 J. Gr. str.	1955 J. Gr. str.	1955 C. O.P. str.	1955 Gem.
1h	100	68.1	47.0	35.3	99.3	85.7	82.9	76.8
3h	97.7	100	100	100	99.3	77.9	100	100
5h	65.2	58.0	91.0	90.8	100	73.4	64.3	80.4
7h	91.7	58.7	77.6	71.9	44.7	74.0	33.7	67.0
9h	87.1	60.1	55.2	66.7	69.5	100	41.2	71.1
11h	65.2	78.3	56.7	54.9	73.0	69.5	34.2	64.0
13h	57.6	69.6	56.0	67.3	39.0	44.2	35.7	54.8
15h	70.5	69.3	56.0	43.1	40.4	30.5	28.6	50.1
17h	62.9	69.3	56.0	56.9	73.8	39.6	27.1	57.2
19h	—	—	—	—	—	—	—	—

Afstand tot het scherm *Distance from windbreak*	1956 Jonath. str.	1956 Jonath. sp. op IX	1956 G. Del. str.	1956 G. Del. sp. op IX	1956 G. Del. sp. op IX	1956 C. O.P. str.	1956 C. O.P. str.	1956 Sch. van Bosk.	1956 Gem.
1h	—	—	79.7	84.5	—	100	—	—	88.8
3h	100	100	100	100	99.7	93.9	100	100	100
5h	88.6	99.6	85.0	94.0	100	82.2	79.5	65.5	87.5
7h	59.7	66.1	63.2	89.7	76.7	51.7	56.1	41.5	63.6
9h	55.0	83.5	60.2	84.5	63.2	43.3	74.2	40.9	63.6
11h	61.7	61.4	61.7	87.1	73.7	47.8	71.2	55.6	65.5
13h	63.1	81.9	61.7	77.6	69.2	28.3	78.8	53.2	64.7
15h	48.3	84.3	61.7	79.3	70.7	40.0	89.4	54.4	66.5
17h	63.1	81.1	61.7	80.2	78.2	39.4	57.6	57.3	65.3
19h	48.3	66.1	61.7	81.7	60.9	43.3	74.2	30.4	58.8

Vervolg tabel 1

Afstand tot het scherm *Distance from windbreak*	G. Del. str.	Jonath. str.	Sch. van Bosk.	1957 C. O.P. str.	C. O.P. sp. op IX	Winst. sp. op IX	Gem.
1h	—	—	—	—	—	—	—
3h	86.3	96.9	100	84.3	100	82.1	100
5h	97.4	100	78.9	93.9	60.3	100	96.5
7h	100	88.4	85.9	100	28.0	76.4	87.1
9h	83.8	71.3	74.6	82.6	10.9	67.5	71.1
11h	84.6	70.5	81.0	80.9	28.5	97.6	80.7
13h	88.9	79.1	50.7	87.0	31.8	61.8	72.7
15h	87.2	74.4	70.4	86.1	39.3	75.8	78.8
17h	70.9	58.9	57.7	84.2	31.8	75.8	69.0
19h	—	—	—	—	—	—	—

Afstand tot het scherm *Distance from windbreak*	C. O.P. str.	G. Del. sp. op IX	G. Del. sp. op IX	1958 C. O.P. sp. op IX	Winst. sp. op IX	G. Del. sp. op IX	Gem.
1h	—	73.1	77.5	—	—	100	98.9
3h	100	99.1	82.9	100	66.7	68.9	92.9
5h	90.4	96.3	96.4	92.1	100	82.4	100
7h	80.9	99.1	100	59.7	79.7	85.7	90.6
9h	70.6	89.8	99.1	72.7	68.8	89.1	87.9
11h	63.2	100	83.8	52.5	65.2	75.6	79.0
13h	53.7	96.9	92.4	54.7	54.3	80.3	77.6
15h	70.6	96.9	92.4	59.9	67.0	80.3	83.9
17h	59.6	96.9	92.4	59.9	67.0	80.3	81.8
19h	—	—	—	—	—	—	—

Vervolg tabel 1

OVERZICHT VAN DE GEMIDDELDE OPBRENGSTEN IN KG. / MEAN YIELDS IN KG.

	1952	1953		1954	
	Jonath. str.	Jonath. str.	G. Del. str.	Jonath. str.	G. Del.
Gem. opbrengst in kg	72.7	41.4	89.3	63.1	45.7
Mean yield in kg					
idem t/m 6h	82.2	40.5	90.2	76.5	49.8
idem 8 t/m 18h resp. 20h	68.9	41.8	88.5	57.7	41.7

	1955						
	Jonath. str.	Jonath. str.	G. Del. str.	G. Del. sp. op IX	J. Gr. str.	J. Gr. str.	C. O.P. str.
Gem. opbrengst in kg	16.5	21.4	38.0	9.8	2.7	27.5	9.8
Mean yield in kg							
idem t/m 6h	19.1	24.0	44.3	11.3	3.7	33.4	16.2
idem 8 t/m 18h resp. 20h	15.4	19.3	31.8	9.1	2.1	24.9	6.2

	1956							
	Jonath. str.	Jonath. sp. op IX	G. Del. str.	G. Del. sp. op IX	G. Del. sp. op IX	C. O.P. str.	C. O.P. str.	Sch. van Bosk.
Gem. opbrengst in kg	25.5	20.5	64.5	46.0	28.6	19.4	20.0	15.3
Mean yield in kg								
idem t/m 6h	35.9	24.7	75.8	49.5	37.5	31.6	23.7	21.7
idem 8 t/m 18h resp. 20h	22.0	19.3	53.3	44.3	26.5	14.7	18.8	12.8

	1957					
	G. Del. str.	Jonath. str.	Sch. van Bosk.	C. O.P. str.	C. O. P. sp. op IX	Winst. sp. op IX
Gem. opbrengst in kg	33.2	9.6	34.8	37.1	0.5	1.0
Mean yield in kg						
idem t/m 6h	37.0	11.8	42.4	39.6	0.8	1.1
idem 8 t/m 18h resp. 20h	31.9	8.6	31.4	35.8	0.4	1.0

	1958					
	C. O.P. str.	G. Del. sp. op IX	G. Del. sp. op IX	C. O.P. sp. op IX	Winst. sp. op IX	G. Del. sp. op IX
Gem. opbrengst in kg	77.3	71.9	66.9	12.6	13.4	6.8
Mean yield in kg						
idem t/m 6h	100	69.5	63.7	14.7	15.2	6.9
idem 8 t/m 18h resp. 20h	69.7	74.6	70.0	10.5	11.6	6.7

Berekend werd welke verschillen tussen de opbrengst bij 3h en die van de andere zones kunnen worden verwacht bij het gekozen risico van 5% / *The following least differences between the 3h-zone and the other were found to be significant at the 5 percent level*

	1h	5h	7h	9h	11h	13h	15h	
3h:	3	2	12	13	18	32	28	(in %)

Tabel 2 – Relatieve opbrengsten van peren in beschutte boomgaarden, uitgedrukt in % van hoogste opbrengst
Relative yields of pear trees in protected orchards, expressed in % of the highest yield

Afstand tot het scherm *Distance from windbreak*	1956			1957						1958				
	Conf.	Conf.	Gem.	B. L. d'Arc.	Conf.	Conf.	Beurré H.	B. Alex. Luc.	Gem.	B. L. d'Arc.	Conf.	Conf.	B. Alex. Luc.	Gem.
1h	79.7	100	100	100	71.4	27.1	95.0	78.5	83.1	76.3	90.7	82.0	71.2	84.1
3h	100	76.2	98.0	90.2	100	100	57.2	100	100	90.6	89.7	100	100	100
5h	67.5	74.4	79.0	69.2	59.7	62.6	47.2	72.3	69.5	100	87.9	75.0	58.9	84.6
7h	51.2	42.9	52.4	18.8	33.3	50.6	100	32.2	52.4	49.6	100	82.8	37.0	70.9
9h	39.2	58.9	54.6	29.3	24.2	34.1	28.3	31.1	32.8	64.7	100	63.3	61.6	76.1
11h	30.1	50.0	44.6	24.1	9.5	41.1	45.6	26.0	32.7	59.0	100	72.7	85.6	83.4
13h	24.4	44.0	38.0	24.1	37.2	29.9	29.4	29.8	33.6	65.5	85.0	73.4	65.8	76.1
15h	25.4	31.0	31.4	24.1	10.8	28.0	42.2	29.8	30.2	59.7	93.3	69.8	61.8	74.9
17h	37.3	45.4	46.1	24.1	23.0	33.3	36.4	29.8	32.7	59.7	93.3	69.8	61.8	74.9
Gem. opbrengst in kg *Mean yield in kg*	7.6	10.0	—	3.9	6.4	4.6	18.0	1.9	—	26.5	28.7	23.6	24.4	—
idem t/m 6h	13.1	14.0	—	4.5	11.4	6.3	21.5	2.7	—	29.1	27.5	25.7	27.6	—
idem 8 t/m 18h	5.1	7.6	—	1.1	3.4	3.6	15.5	1.0	—	23.1	29.6	22.1	22.0	—

Berekend werd welke verschillen tussen de opbrengst bij 3h en die van de andere zones kunnen worden verwacht bij het gekozen risico van 5%.
The following least differences between the 3h zone and the other were found to be significant at the 5 per cent level.

	1h	5h	7h	9h	11h	13h	
3h:	0	18	21	40	18	33	(in %)

Tabel 6 – Relatief-rendementsberekening bij verschillende afstanden tussen de schermen
Calculation of the relative effect of windprotection at different distances between windbreaks

a = bruto-meeropbrengst / *gross increase in yield*
b = opbrengstderving wegens grondverlies / *decrease in yield by loss in orchard area*
c = netto-profijt / *net profit*

Afstand tussen de windschermen *Distance between windbreaks*		2h	4h	6h	8h	10h
Appels / *Apples*						
1952	a	19.8	24.3	27.5	26.3	24.9
	b	24.0	12.4	8.5	6.3	5.0
	c	–4.2	11.9	19.0	20.0	20.0
1954	a	14.4	36.9	34.1	31.0	24.0
	b	22.9	13.7	9.0	6.6	5.0
	c	–8.5	23.2	25.1	24.4	19.0
1955	a	35.9	63.4	54.9	44.6	40.4
	b	27.2	16.3	10.4	7.2	5.6
	c	8.7	47.1	44.5	37.4	34.8
1956	a	38.8	50.5	45.0	31.9	24.7
	b	27.8	15.1	9.7	6.6	4.0
	c	11.0	35.4	35.3	25.3	20.7
1957	a	—	34.2	31.9	26.8	19.1
	b	—	13.4	8.8	6.3	4.8
	c	—	20.8	23.1	20.5	14.3
1958	a	11.5	14.0	18.0	16.4	14.8
	b	22.3	11.4	7.9	5.8	4.6
	c	–10.8	2.6	10.0	10.6	10.2
Peren / *Pears*						
1956	a	150	146.8	127.0	99.5	85.5
	b	50	24.7	15.2	10.0	4.0
	c	100	122.1	111.8	89.5	81.5
1957	a	156.5	191.4	160.5	132.4	103.1
	b	51.3	29.1	17.5	11.6	8.1
	c	105.2	162.3	143.0	120.8	95.0
1958	a	10.5	24.4	19.2	11.7	9.1
	b	22.1	12.4	6.7	5.0	4.0
	c	–11.6	12.0	12.5	6.7	5.1
Grondverlies in % *Loss of orchard area in %*		20	10	6.7	5	4

Tabel 14 – Relatieve opbrengsten en geldelijke inkomsten van Deutsch Evern aardbeien in verband met de beschuttingstoestand

Relative yields and revenues of Deutsch Evern strawberries in relation to wind protection

	Beschutting tegen z.w. wind *Protection against S.W. wind*				Beschutting tegen n.w. wind *Protection against N.W. wind*				Beschutting tegen n.o. wind *Protection against N.E. wind*	
Beschuttingsvorm *Sort of windscreen*	lattenscherm *lattice screen*				latten-scherm *lattice screen*	riet-matten *reed mats*	latten-scherm *lattice screen*	riet-matten *reed mats*	lattenscherm *lattice screen*	
Doorlatendheid *Permeability*	middelmatig dicht *medium dense*				midd. dicht *medium dense*	dicht *dense*	midd. dicht *medium dense*	dicht *dense*	middelmatig dicht *medium dense*	
	Opbrengsten *Yields*		Geld. inkomsten *Revenue*		Opbrengsten *Yields*		Geld. inkomsten *Revenue*		Opbr. *Yields*	Geld. ink. *Revenue*
	obj. 1 (1955)	obj. 2 (1958)	obj. 1 (1955)	obj. 2 (1958)	obj. 3 (1955)	obj. 4 (1958)	obj. 3 (1955)	obj. 4 (1958)	obj. 5 (1955)	obj. 5 (1958)
½h	—	—	—	—	—	100.0%	—	100.0%	—	—
1h	69.2%	70.2%	55.9%	69.5%	100.0%	96.1%	100.0%	94.9%	72.4%	69.5%
2h	100.0%	92.0%	100.0%	97.0%	82.1%	96.3%	91.5%	91.1%	61.4%	66.0%
3h	73.9%	87.7%	72.6%	91.2%	54.9%	73.0%	62.8%	68.5%	100.0%	100.0%
4h	95.9%	99.0%	87.0%	100.0%	72.5%	70.0%	69.6%	64.4%	66.1%	64.7%
5h	78.2%	85.1%	67.3%	85.0%	67.6%	42.4%	61.4%	39.7%	59.7%	55.7%
6h	82.7%	75.1%	68.1%	72.7%	61.8%	—	56.0%	—	69.0%	63.8%
7h	68.4%	100.0%	56.9%	96.2%	58.9%	—	53.9%	—	75.3%	66.9%
8h	73.6%	95.6%	58.9%	91.3%	63.3%	—	55.7%	—	68.3%	60.3%
9h	63.9%	—	51.0%	—	—	—	—	—	50.1%	45.5%
10h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11h	56.1%	—	45.2%	—	—	—	—	—	57.3%	52.2%

	obj. 1	obj. 2	obj. 3	obj. 4	obj. 5	
Geldelijke winst in 0–2h zone *Revenue in the 0–2h zone*				65.7%		
Opbrengstverhoging in 0–2h zone *Increase in yield in the 0–2h zone*				57.8%		
Extra profijt door vervroeging *Extra profit through earliness*				7.9%		
Geldelijke winst in 0–4h zone *Revenue in the 0–4h zone*	48.9%	3.6%	42.6%	—	33.6%	
Opbrengstverhoging in 0–4h zone *Increase in yield in the 0–4h zone*	29.5%	-2.1%	23.1%	—	19.4%	
Extra profijt door vervroeging *Extra profit through earliness*	19.4%	5.7%	19.5%	—	14.2%	
Geldelijke winst in 0–6h zone *Revenue in the 0–6h zone*	41.9%	—	34.3%	—	24.6%	
Opbrengstverhoging in 0–6h zone *Increase in yield in the 0–6h zone*	27.2%	—	19.8%	—	13.7%	
Extra profijt door vervroeging *Extra profit through earliness*	14.7%	—	14.5%	—	10.9%	

Tabel 15 – Relatieve opbrengsten en geldelijke inkomsten van Jucunda aardbeien in verband met de beschuttingstoestand
Relative yields and revenues of Jucunda strawberries in relation to wind protection

Beschuttingsvorm *Sort of windscreen*	Beschutting tegen z.w. wind *Protection against S.W. wind*				Beschutting tegen n.w. wind *Protection against N.W. wind*				Beschutting tegen n.o. wind *Protection against N.E. wind*			
	lattenscherm *lattice screen*				lattenscherm *lattice screen*				lattenscherm *lattice screen*			
Doorlatendheid *Permeability*	middelmatig dicht *medium dense*				middelmatig dicht *medium dense*				middelmatig dicht *medium dense*			
	Opbrengsten *Yields*		Geld. inkomsten *Revenue*		Opbrengsten *Yields*		Geld. inkomsten *Revenue*		Opbrengsten *Yields*		Geld. inkomsten *Revenue*	
	obj. 6 eenjarig *oneyear*	obj. 6a tweejarig *twoyears*	obj. 6 eenjarig *oneyear*	obj. 6a tweejarig *twoyears*	obj. 7 eenjarig *oneyear*	obj. 7a tweejarig *twoyears*	obj. 7 eenjarig *oneyear*	obj. 7a tweejarig *twoyears*	obj. 8 eenjarig *oneyear*	obj. 8a tweejarig *twoyears*	obj. 8 eenjarig *oneyear*	obj. 8a tweejarig *twoyears*
	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958
½h	100.0%	91.3%	100.0%	91.0%	—	—	—	—	87.2%	80.6%	84.4%	83.6%
2	90.5%	85.8%	91.2%	100.0%	100.0%	96.7%	100.0%	99.6%	98.2%	84.1%	100.0%	90.9%
3½h	65.9%	100.0%	65.2%	92.1%	—	—	—	—	75.4%	82.4%	75.1%	83.9%
5	65.6%	84.5%	65.4%	78.7%	89.5%	100.0%	84.0%	100.0%	100.0%	100.0%	99.1%	100.0%
7 h	73.0%	95.6%	72.4%	85.5%	—	—	—	—	80.8%	89.4%	76.8%	88.2%
8½h	69.9%	68.7%	68.2%	61.3%	93.7%	68.7%	88.6%	64.5%	60.4%	77.5%	58.0%	75.8%
10 h	53.8%	62.6%	52.7%	55.5%	—	—	—	—	61.2%	58.1%	60.9%	59.4%
12 h	75.6%	65.3%	73.1%	59.2%	78.3%	74.7%	74.9%	69.9%	—	—	—	—
13½h	74.4%	55.4%	72.8%	48.8%	94.0%	82.5%	90.6%	78.3%	—	—	—	—
15 h	55.0%	49.7%	54.3%	44.9%	—	—	—	—	—	—	—	—
16½h	79.3%	—	76.5%	—	84.6%	84.6%	79.1%	60.8%	—	—	—	—
18 h	48.1%	—	47.4%	—	—	—	—	—	—	—	—	—

	1957 obj. 6 eenjarig *oneyear*	1958 obj. 6a tweejarig *twoyears*	1957 obj. 7 eenjarig *oneyear*	1958 obj. 7a tweejarig *twoyears*	1957 obj. 8 eenjarig *oneyear*	1958 obj. 8a tweejarig *twoyears*
Geldelijke winst in 0–7h zone *Revenue in the 0–7h zone*	23.9%	66.0%	10.4%	45.9%	46.4%	32.1%
Opbrengstverhoging in 0–7h zone *Increase in yield in the 0–7h zone*	21.2%	51.6%	8.1%	26.8%	45.2%	28.8%
Extra profijt door vervroeging *Extra profit through earliness*	2.7%	14.4%	2.3%	19.1%	1.2%	3.3%

Tabel 17 – Knollen- en loofproductie in kg van 10 aardappelplanten in verband met de mate van beschutting
Production of tubers and leaves of 10 plants in kg in relation to wind protection

Objecten *Objects* Oogstdatum *Date of digging*	1 13-7-1955		2 22-6-1956		3 28-5-1957		4 28-5-1957		5 5-6-1957		6 30-6-1958		7 10-6-1958	
Beschuttingsvorm *Sort of windscreen* Doorlatendheid *Permeability*	rietmatten *reed mats* dicht *dense*		rietmatten *reed mats* dicht *dense*		rietmatten *reed mats* dicht *dense*		rietmatten *reed mats* dicht *dense*		lattenscherm *lattice screen* middelm. dicht *medium dense*		lattenscherm *lattice screen* middelm. dicht *medium dense*		muur *wall* dicht *dense*	
Duur *Duration*	tijdelijk *temporary*		tijdelijk *temporary*		permanent *permanent*		permanent *permanent*		tijdelijk *temporary*		tijdelijk *temporary*		permanent *permanent*	
	knollen *tubers*	loof *leaves*	knollen *tubers*	loof *leaves*	knollen *tubers*	loof *leaves*	knollen *tubers*	loof *leaves*	knollen *tubers*	loof *leaves*	knollen *tubers*	loof *leaves*	knollen *tubers*	loof *leaves*
1h	7.4	—	3.0	2.8	3.1	3.0	2.0	3.9	3.3	4.1	—	—	3.4	3.4
2h	—	—	—	—	—	—	1.7	3.3	3.5	4.3	5.0	5.8	4.0	4.6
3h	8.0	3.1	3.5	3.0	3.6	3.5	—	—	3.9	4.8	—	—	4.0	4.6
4h	—	—	—	—	—	—	1.7	2.7	3.8	4.7	5.3	7.6	3.0	3.7
5h	7.5	3.6	4.0	3.4	2.5	2.8	—	—	2.7	3.5	—	—	3.0	3.5
6h	—	—	—	—	—	—	1.2	2.5	3.3	3.6	7.8	8.7	2.5	2.5
7h	7.8	3.7	3.3	3.0	—	—	—	—	2.5	3.7	—	—	—	—
8h	—	—	—	—	—	—	1.3	2.2	—	—	7.6	7.8	—	—
9h	6.9	3.5	3.1	3.1	2.2	2.4	—	—	—	—	—	—	—	—
10h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.4	7.9	—	—
11h	6.7	3.2	—	—	2.4	3.1	—	—	—	—	—	—	—	—
12h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.4	7.8	—	—
13h	6.6	3.0	—	—	1.2	2.3	—	—	—	—	—	—	—	—
14h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.6	7.5	—	—
Verhoging van de knolopbrengst en het loofgewicht . *Increase of tubers and leaves*	14.9	9.4	9.3	0	63.2	19.2	32.0	23.4	18.0	13.9	–21.7	–5.4	18.0	8.3
Resp. in de zone t/m . . . . . *Resp. in the zone from 0 to*	7h		5h		5h		4h		4h		6h		3h	