

1 Onderzoek naar hagelnetten

Fruittelers zijn decennia lang gewend geweest om appels en peren in de open lucht te telen. Met het plaatsen van hagelnetten boven een gewas begeven fruittelers zich op onbekend terrein. Logisch dus dat in vrijwel alle teeltgebieden waar hagelnetten geplaatst zijn, tevens gedegen onderzoek naar de invloeden van de hagelnetten op allerlei teelt- en kwaliteitsaspecten is uitgevoerd. Op dit moment is er een grote hoeveelheid resultaten en ervaringen uit onderzoek naar hagelnetten bij appel beschikbaar. Helaas betreft dit vooral onderzoek dat is uitgevoerd in streken met veel meer zoninstraling dan in Nederland. Onderzoeken naar hagelnetten onder omstandigheden vergelijkbaar met de Nederlandse teeltomstandigheden zijn beperkt aanwezig. PPO-fruit heeft vanaf 2003 onderzoek uitgevoerd naar de invloed van hagelnetten op de productie- en vrucht kwaliteit in Zuid-Limburg.

1.1 Onderzoek in Nederland

Na enkele jaren met zeer zware hagelschade hebben in 2003 enkele telers in Zuid-Limburg besloten om hun appel-aanplant met hagelnetten te beschermen. Op dat moment was niet bekend welke invloed hagelnetten onder de klimatologische omstandigheden in Nederland zouden hebben op productie, vruchtmaat en -kwaliteit.

Om inzicht te krijgen in de invloeden die hagelnetten onder de Nederlandse, en dan specifiek de Zuid-Limburgse klimaatomstandigheden op appel hebben, is in 2003 onderzoek hiernaar gestart. NFO, OFH, de veiling Zuid-Limburg en Fruitadvies Zuid-Limburg (Peter van Arkel) waren de initiatiefnemers. PPO-fruit is gevraagd het onderzoek uit te voeren.

Voor het onderzoek zijn drie bedrijven uitgezocht die Elstar in dezelfde leeftijd zowel onder als buiten de hagelnetten hadden staan. Vanaf 2004 is per bedrijf aan tien bomen onder en tien bomen buiten het hagelnet een groot aantal waarnemingen gedaan om de invloed van de netten op groei, productie, bloemknopaanleg en vruchtkwaliteit vast te kunnen stellen.

De drie proeflocaties

Om het lichtverlies door hagelnetten zo klein mogelijk te houden hebben alle telers voor hetzelfde type witte hagelnetten gekozen. De proefbomen werden door de telers op dezelfde manier behandeld (gesnoeid, gedund et cetera) als de overige bomen op het perceel.

Bij teler 1 en teler 3 stonden de Elstar-bomen op onderstam M.9, teler 2 gebruikte M.27 als onderstam. De plantafstand op alle drie de proeflocaties was 3,25 x 1 meter. Bij teler 1 en 3 zijn de bomen in het voorjaar van 2000 geplant. Bij teler 2 waren de bomen een jaar jonger. Teler 1 en teler 3 hebben in 2003 hagelnetten boven de bomen aangebracht. Bij teler 2 waren in 2003 nog geen hagelnetten geplaatst. Teler 3 heeft in 2004 pas na de bloei de netten aangebracht en gesloten. De netten hebben dus korter dan gebruikelijk boven de bomen gezeten. De net-

ten worden normaal gesproken tijdens de bloei gesloten. Teler 1 wachtte ten behoeve van de bestuiving met het sluiten van de netten tot de bloeipeik voorbij was. In de jaren waarin onderzoek is gedaan, is bij de telers geen hagel gevallen.

1.2 Waarnemingen

Op de drie proeflocaties is een groot aantal waarnemingen gedaan om de invloed van de hagelnetten op groei, bloemknopaanleg en vruchtkwaliteit te kunnen beoordelen. De appels zijn na de oogst ongeveer zes maanden onder gangbare ULO-omstandigheden in een praktijkcel op de veiling Zuid-Limburg bewaard.

1.2.1 Productie

Tijdens de bloei is jaarlijks het aantal bloemtrossen per boom geteld.

De appels zijn geplukt op het moment dat de appels aan de bomen buiten het hagelnet rijp waren. Toen zijn de appels van de bomen zowel met als zonder hagelnet geplukt. De appels werden 'op kleur' geoogst en zijn in twee of drie keer geplukt. Van iedere pluk werden het aantal appels per boom en het gemiddelde vruchtgewicht bepaald.

1.2.2 Uitwendige kwaliteit

Na de oogst werden de appels op maat, kleur en verruwing beoordeeld. Bij de kleursortering werden de appels ingedeeld in klassen van >33% en >75% bloos. Ook is de achtergrondkleur van 75 appels per behandeling en per pluk bepaald in lab-kleurwaarden, die vervolgens zijn omgezet naar normale (RGB) kleurwaarden.

Voor het bepalen van de vruchtmaat werden de appels op 5 mm gesorteerd. Uit de sorteergegevens is een maatcijfer berekend. Een hoger maatcijfer betekent een groter aandeel grovere appels. Ook het percentage appels boven de 70 mm is berekend.

Om de invloed van hagelnetten onder Nederlandse omstandigheden na te gaan is in Zuid-Limburg op drie praktijkbedrijven een proef opgezet. Foto: NFO



Voor het vaststellen van de verruwing werden de appels na de oogst ingedeeld in verruwingklassen. Het percentage appels in verruwingklasse 1 (glad en licht verruwd) is bepaald.

1.2.3 Inwendige kwaliteit

Van elke pluk is de zetmeelomslag bepaald. Om een indruk van de mate van succesvolle bestuiving te krijgen is het aantal goede en loze pitten per vrucht geteld van telkens 75 appels uit de eerste en tweede pluk. Verder zijn – als dat mogelijk was – metingen gedaan aan hardheid, suikergehalte en zuurgehalte van elke pluk, zowel voor inslag als na uitslag.

1.3 Resultaten

De resultaten zijn deels in grafiekvorm weergegeven. De hoogte van de balken en punten in de grafieken geven de gemiddelde waarden aan. Bij de meeste grafieken staat er op deze gemiddelde waarde een T-vormige lijn. Deze lijn stelt de standaardafwijking van het gemiddelde voor. Hoe groter de standaardafwijking, hoe meer spreiding er in de gegevens was. Als de gemiddelde waarden minder dan het totaal van beide standaardafwijkingen van elkaar zijn verwijderd, zijn de verschillen waarschijnlijk door toeval ontstaan.

1.3.1 Bloei en zetting

In alle proefjaren zijn het aantal bloemknoppen per boom en het uiteindelijk geplukte aantal appels per boom vastgesteld.

Hagelnetten blijken geen betrouwbare invloed op het aantal bloemknoppen per boom te hebben. Bij één van de telers hadden de bomen in sommige jaren onder het net minder bloemknoppen. In andere gevallen was de situatie omgekeerd en hadden de bomen onder het net juist meer bloemknoppen.

Ook het uiteindelijk geplukte aantal vruchten per boom vertoonde een zeer wisselend beeld. In sommige gevallen werden onder de netten meer, in andere gevallen juist minder vruchten per boom geplukt.

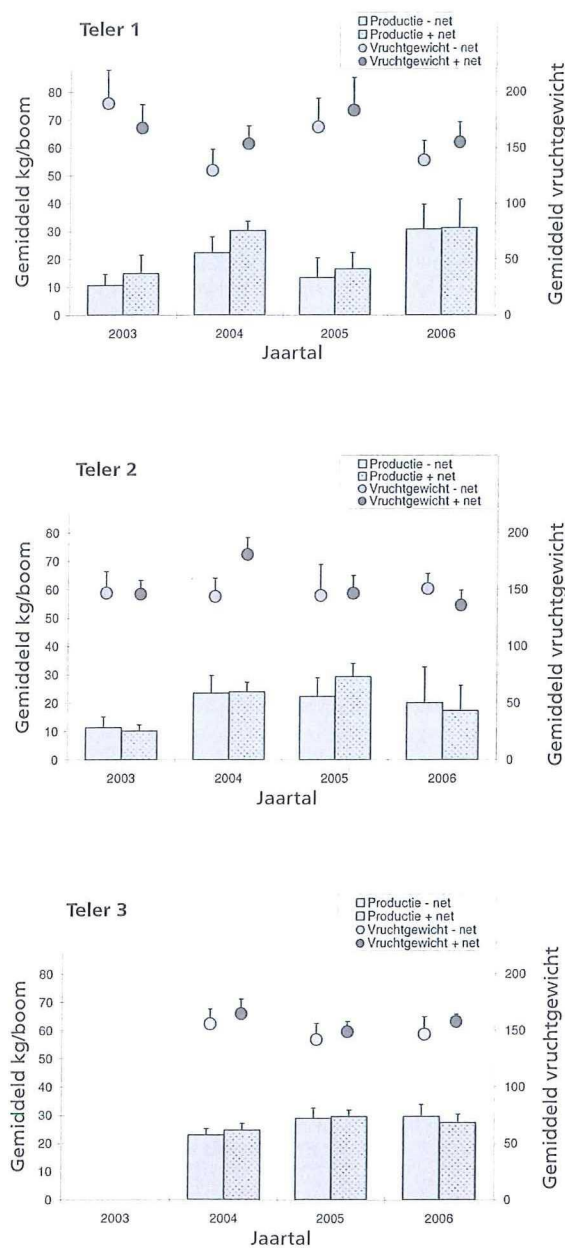
1.3.2 Totale opbrengst

Gemiddeld over alle jaren en alle telers werden onder de hagelnetten iets hogere producties behaald dan erbuiten. De hogere producties werden vooral veroorzaakt doordat het gemiddelde vruchtgewicht van appels onder de hagelnetten hoger lag dan van appels gegroeid buiten de netten. De verschillen zijn echter niet statistisch betrouwbaar. De variatie in productie en vruchtmaat is hiervoor te groot.

In figuur 1 zijn van de drie afzonderlijke bedrijven de productie en het gemiddelde vruchtgewicht in grafiekvorm weergegeven.

In 2004 en 2005 werd, gemiddeld over de drie bedrijven, onder de hagelnetten een hogere productie behaald dan

Figuur 1. Totale opbrengst en gemiddeld vruchtgewicht van Elstar-appels van drie telers in 2003 t/m 2006



buiten de hagelnetten. In 2006 lag de productie onder de hagelnetten juist iets lager dan erbuiten.

In 2004 kwam de productie van de bomen buiten de hagelnetten gemiddeld over de drie bedrijven uit op 23,0 kilo per boom. De bomen onder de netten produceerden gemiddeld 25,4 kilo. In 2005 lagen de producties buiten en onder de netten op respectievelijk 20,9 en 25,1 kilo per boom. In 2006 op 26,9 en 25,4 kilo.

1.3.3 Gemiddeld vruchtgewicht

Het gemiddelde vruchtgewicht was, gemiddeld over de drie proefbedrijven, in alle drie de proefjaren onder de



Op de drie proeflocaties zijn witte hagelnetten geplaatst.

Foto: NFO

hagelnetten hoger dan erbuiten. In 2004 kwam het vruchtgewicht, gemiddeld over de drie bedrijven, zonder hagelnet uit op 143 gram. Onder de netten waren de appels gemiddeld 23 gram zwaarder, ofwel 166 gram per stuk. In 2005 en 2006 waren de verschillen kleiner: in 2005 respectievelijk 152 en 159 gram voor de bomen buiten en onder de hagelnetten en in 2006 146 en 150 gram.

1.3.4 Oogstverdeling eerste, tweede en derde pluk

De proefbomen zijn in twee of drie keer geplukt. In principe werden alle appels met meer dan 33% blosoppervlak geoogst. De bomen onder de hagelnetten werden op dezelfde dag geplukt als de bomen die niet onder de netten stonden.

De verdeling van de oogst over de eerste, tweede en derde pluk is in figuur 2 in percentages weergegeven. De totale oogst staat steeds op 100%.

In vrijwel alle jaren en bij alle drie de telers konden onder de hagelnetten minder appels bij de eerste pluk worden geoogst. Het aandeel derde pluk was onder de netten gemiddeld hoger dan buiten de netten. De verschuiving van een deel van de oogst van de eerste naar de derde pluk duidt op het later kleuren van de appels onder de netten. In één geval (teler 1 in 2004) konden de appels buiten het net in twee keer worden geplukt, terwijl onder het hagelnet drie keer plukken nodig was.

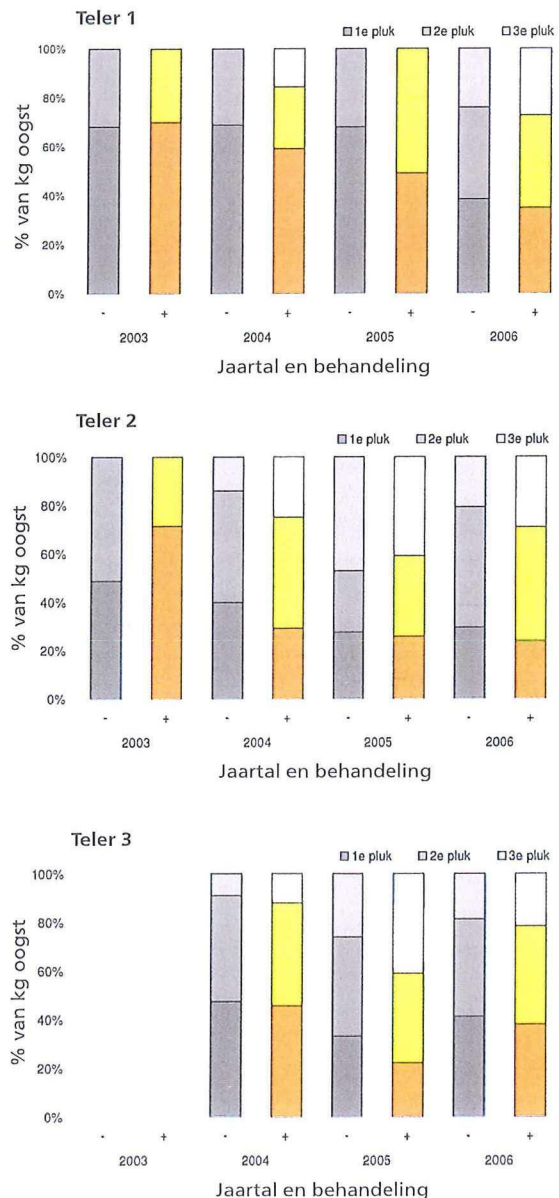
1.3.5 Uitwendige vruchtkwaliteit

De appels zijn na bewaring op maat, kleur en verruwing gesorteerd om te kunnen bepalen welke invloed de hagelnetten op de uitwendige vruchtkwaliteit hebben. Uit de maatsortering blijkt dat onder de hagelnetten iets meer appels met meer dan 70 mm vruchtdoorsnede werden geplukt. Dit is in lijn met de waarneming dat het gemiddelde vruchtgewicht onder de netten hoger was dan buiten de netten.

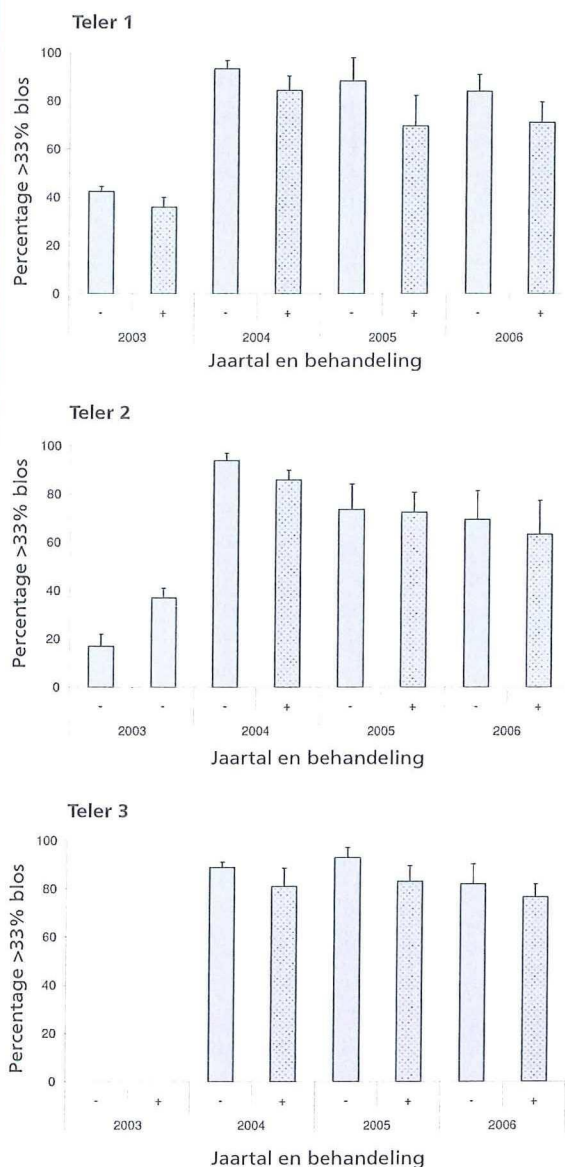
Door de grote spreiding tussen de bedrijven zijn de verschillen in vruchtmaat echter niet statistisch betrouwbaar. Uit de sortering op verruwing blijkt een lichte tendens naar iets meer verruwing onder de hagelnetten. De verschillen zijn echter zeer klein, zodat deze niet statistisch betrouwbaar zijn.

Een hagelnet neemt, afhankelijk van de kleur en leeftijd van het net, 10 tot 20% van het invallende zonlicht weg. Bij appelrassen en -mutanten waarvoor direct zonlicht belangrijk is voor de kleuring (zoals bij Elstar Elshof in deze proef), zou een hagelnet wel eens tot minder kleur van de appels kunnen leiden.

Figuur 2. Oogstverdeling van Elstar-appels van drie telers in 2003 t/m 2006 over de 1^e, 2^e en 3^e pluk. De vruchten kwamen van bomen zonder (-) of met (+) hagelnet.



Figuur 3. Boskleur van Elstar-appels van drie telers in 2003 t/m 2006. De getallen zijn verkregen uit de totale oogst (1^e t/m 3^e pluk). De vruchten kwamen van bomen zonder (-) of met (+) hagelnet.



Zoals eerder vermeld zijn de appels in de proef 'op kleur' geplukt. In principe zijn zowel buiten de netten als onder de netten de appels met meer dan 33% kleur geplukt. Bij de eerste pluk werden onder de hagelnetten minder appels geplukt dan buiten de netten. Ondanks deze manier van plukken blijkt uit de kleursortering dat de appels onder de hagelnetten minder gekleurd zijn dan erbuiten (figuur 3). In figuur 3 zijn de resultaten van de kleursortering weergegeven. Van 2003 is het percentage appels met meer dan 75% bos weergegeven. Van de overige jaren is het percentage appels met meer dan 33% bos weergegeven.

Hagelnetten hebben, onder Nederlandse omstandigheden bij Elstar Elshof, dus een negatieve invloed op de kleur van de appels. In de proef is gekozen de vruchten onder en naast het net op dezelfde dag te oogsten. De vruchtanalyses laten zien dat de vruchten onder het net bij de oogst minder rijp waren. Bij enkele dagen later plukken wordt het verschil in rijpheid en kleur minder (zie ook de publicatie over een eerdere proef in Limburg. Wagenmakers: Gevolgen lichtderving bepalen toekomst van hagelnetten in Nederland, Fruitteelt 1999, nr. 7, pagina 10). Door het aanpassen van teeltmaatregelen (meer open boomvorm) is het mogelijk de nadelen zoveel mogelijk te beperken. De hagelnetten bleken geen invloed op de grondkleur van de appels te hebben.

1.3.6 Inwendige vruchtkwaliteit en aantal pitten

Direct na de pluk zijn van alle partijen zetmeelomslag, hardheid, suikergehalte en zuurgethalte gemeten. In de meeste gevallen was de rijping onder de hagelnetten minder ver gevorderd dan buiten de hagelnetten. Dit duidt erop dat de hagelnetten de rijping van de appels vertraagden.

Verschillen in hardheid, suikergehalte en zuurgethalte werden niet vastgesteld.

Door de hagelnetten zou het voor bestuivende insecten moeilijker kunnen zijn om de bloemen te bereiken. Daardoor zou de bestuiving minder goed kunnen verlopen. Het bestuivingssucces is af te meten aan het aantal goede pitten in de vrucht. Hoe minder goed de bestuiving verloopt, hoe meer loze pitten er in een vrucht zitten. Naar verwachting is het aantal goede pitten per vrucht met hagelnet lager dan zonder.

Uit waarnemingen naar het aantal pitten per vrucht bleek een tendens aanwezig dat vruchten aan bomen onder hagelnetten minder pitten hadden dan vruchten aan

De proeven uitgevoerd met Elstar op de proeftuin in Klein Altendorf (D) bevestigen de Nederlandse proefresultaten.

Foto: NFO

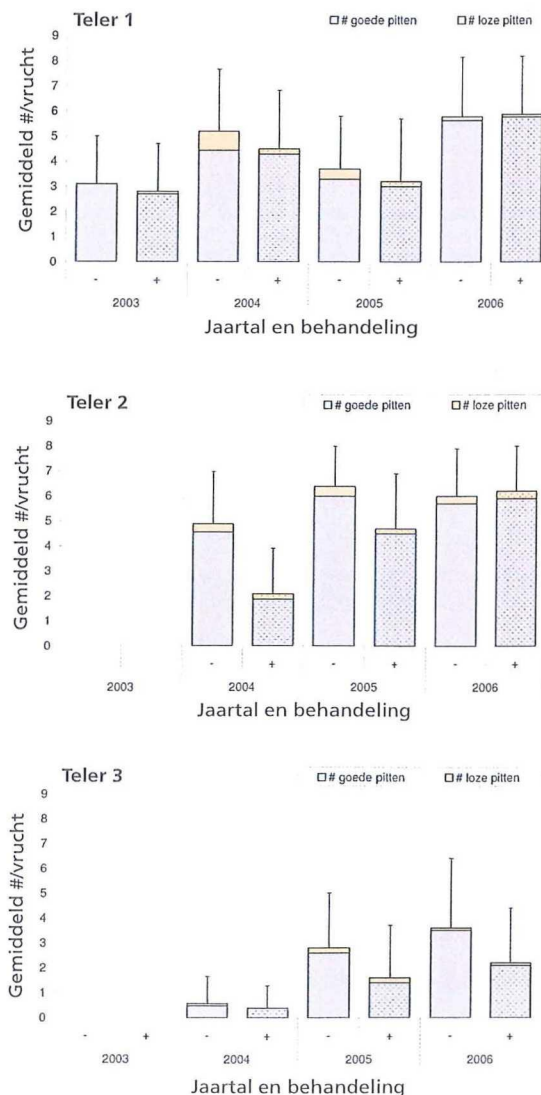


bomen buiten de netten (figuur 4). De verschillen waren echter niet statistisch betrouwbaar.

De pitten produceren het plantenhormoon gibberellinezuur. Dit hormoon laat de vrucht groeien. Regelmatig verdeelde, goede pitten zorgen voor een volle, symmetrische appel.

Naast de positieve invloed op de vruchtgrootte en -vorm heeft de aanwezigheid van pitten ook een keerzijde. Het in de pitten geproduceerde gibberellinezuur remt de bloemknaanleg voor het volgende jaar. Bij een overschot aan gibberellinezuur door een grote oogst kan een beurtjaar ontstaan. Als er minder goede pitten in de appels zitten, wordt minder gibberellinezuur aangemaakt. Daardoor wordt de bloemknaanleg voor het volgende jaar minder geremd.

Figuur 4. Het gemiddeld aantal goede en loze pitten per vrucht bij drie telers van Elstar in 2003 t/m 2006. De vruchten kwamen van bomen zonder (-) of met (+) hagelnet.



De appels zijn na bewaring nauwkeurig op maat gesorteerd.

Foto: NFO

1.4 Hagelnetten in ons omringende teeltgebieden

In verschillende teeltgebieden in Europa is de afgelopen jaren veel ervaring opgedaan met de teelt onder hagelnetten. Op diverse Europese onderzoekinstellingen is inmiddels behoorlijk wat kennis beschikbaar over de invloed van hagelnetten op productie en vruchtkwaliteit. Op verschillende onderzoekslocaties in de ons omringende landen wordt onderzoek gedaan naar de invloed van hagelnetten op productie, maat, kleur en overige teeltaspecten. Omdat de onderzoekinstellingen tamelijk dicht bij Nederland liggen, zijn de onderzoeksresultaten redelijk 'vertaalbaar' naar onze situatie. Uit de onderzoeksresultaten en praktijkervaringen blijkt dat hagelnetten afhankelijk van de klimaatomstandigheden en de rassen zowel een negatieve als een positieve invloed op productie en kwaliteit kunnen hebben.

1.4.1 Hagelnetten en fotosynthese

Een hagelnet vangt een deel van het invallende licht weg. Hoeveel licht precies wordt onderschept, hangt af van de kleur hagelnet en van de lichtintensiteit. Onder lichtarme omstandigheden zoals bij zwaar bewolkt weer kan de lichtreductie door hagelnetten (tijdelijk) aanzienlijk zijn. Metingen van de voor fotosynthese actieve straling (PAR) op de proeftuin in Klein Altendorf, in de buurt van Bonn – hemelsbreed ongeveer 30 kilometer zuidelijker dan Maas-tricht – laten in het voorjaar en in de herfst lichtverliezen zien van 20% onder witte en 24% onder zwarte hagelnetten. Gemiddeld over het jaar is de lichtonderschepping van

Tabel 1. Invloed van witte en zwarte hagelnetten op vruchtgewicht en -maat van Elstar in het tweede groeijjaar in de hete zomer van 2003

	Aantal vruchten per boom	Vruchtgewicht in gram	% vruchten >75 mm	Productie kg/boom
Zonder net	46	168,40	68,60	7,82
Wit net	44	173,00	71,80	7,66
Zwart net	50	177,10	73,70	8,88

Bron: *Obstbau 4-2007*

netten gelukkig veel minder groot. Als vuistregel wordt een lichtverlies van ongeveer 12% voor witte en 20% voor zwarte netten aangehouden.

Naar de beleving van de gemiddelde Nederlandse fruitteiler zal een hagelnet een negatieve invloed op de fotosynthese en daarmee productie, vruchtmaat en -kleur van het eronder geteelde gewas hebben. Dit is echter lang niet altijd het geval. Sterker nog. Afhankelijk van de omstandigheden kan een hagelnet de fotosynthese en daarmee productie en vruchtkwaliteit ook positief beïnvloeden. Dit komt met name voor in warme, zonnige gebieden zoals in Europa de lager gelegen delen van Südtirol, de Povolakte in Italië en Zuid-Frankrijk. In dergelijke warme, droge en zonnige gebieden is de lichtinstraling vaak hoger dan nodig voor een optimale fotosynthese. De hoge temperaturen werken onder deze omstandigheden eerder nadelig dan voordelig uit op netto-fotosynthese. Ook in ons klimaatgebied kan in warme, zonnige zomers hetzelfde effect optreden. Bij hoge temperaturen wordt een relatief groot deel van de bij de fotosynthese aangemaakte assimilaten weer opgebruikt (verbranding of ademhaling) voor de voor de plant noodzakelijke levensprocessen. Onder dergelijke omstandigheden kan door de meer gematigde temperaturen en verhoogde luchtvochtigheid onder een hagelnet de

ademhaling worden verminderd en daarmee de netto-fotosynthese juist worden verhoogd.

De gunstige invloed van hagelnetten op de netto-fotosynthese en daarmee productie en vruchtmaat kan worden geïllustreerd door waarnemingen aan tweejarige Elstar-bomen op de proeftuin in Klein Altendorf in de warme zomer van 2003. Onder zwarte hagelnetten waren de vruchten ruim 11 gram zwaarder dan op de bomen met een ongeveer gelijk vruchtaantal zonder hagelnetten (zie tabel 1).

1.4.2 Zonnebrand

In warme, zonnige gebieden of jaren hebben hagelnetten het voordeel dat ze het risico van zonnebrandschade aan de eronder geteelde appels verkleinen door de geringere hoeveelheid UV-B straling en de lagere vruchttemperatuur onder het net.

Op de proeftuin in Klein Altendorf is tijdens de hete zomerperiode van 2003 de vruchttemperatuur gemeten en het aantal appels met zonnebrand geteld. Uit de temperatuurmeting blijkt dat het vruchtoppervlak van Elstar-appels onder een zwart hagelnet ruim twee graden koeler is dan van vruchten zonder een hagelnet erboven (zie tabel 2). Een temperatuurverschil van twee graden lijkt niet veel, maar kan net het verschil betekenen tussen wel of geen zonnebrandschade.

1.4.3 Productie en kwaliteit bij Elstar

In het in Zuid-Limburg uitgevoerde hagelnettenonderzoek worden de productie en de vruchtmaat van de onder de

In warme teeltgebieden hebben hagelnetten een gunstige invloed op de netto-fotosynthese en daarmee productie en vruchtmaat.

Foto: NFO

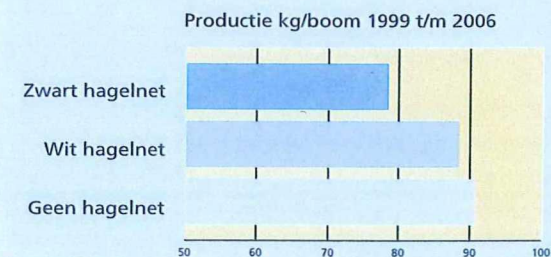


Tabel 2. Invloed van hagelnetten op de temperatuur van het vruchtoppervlak zonnebrandschade bij Elstar in 2003

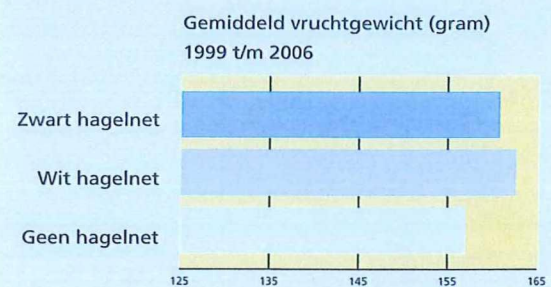
	Temperatuur van het vruchtoppervlak op 16 september 2003	Aantal vruchten per boom met zonnebrand
Zonder net	31,63°C	4,3
Wit net	30,99°C	3,2
Zwart net	29,48°C	1,1

Bron: *Obstbau 4-2007*

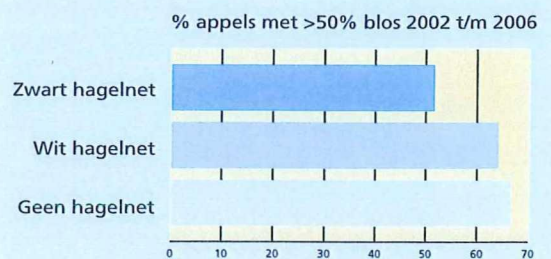
Figuur 5. Invloed van witte en zwarte netten op de productie van Elstar Elshof op de proeftuin in Köln-Auweiler
Bron: Gartenbauzentrum Köln-Auweiler



Figuur 6. Invloed van witte en zwarte netten op gemiddeld vruchtgewicht van Elstar Elshof op de proeftuin in Köln-Auweiler
Bron: Gartenbauzentrum Köln-Auweiler



Figuur 7. Invloed van witte en zwarte netten op kleur van Elstar Elshof op de proeftuin in Köln-Auweiler
Bron: Gartenbauzentrum Köln-Auweiler



netten geteelde Elstar Elshof licht positief beïnvloed door de hagelnetten. Een zeer interessant onderzoek vindt plaats op de proeftuin in het Duitse Auweiler, nabij Keulen. De proeftuin ligt op de hoogte van Susteren in Nederland. De gegevens van de proeftuin in Auweiler zijn zo interessant omdat de klimaatomstandigheden redelijk met die in Nederland zijn te vergelijken.

Op de proeftuin in Auweiler is in de winter van 1997/1998 een proef geplant waarin de invloed van zwarte en witte hagelnetten werd nagegaan. De inmiddels reeds tien jaar lopende proef bevestigt in grote lijnen de resultaten van het Nederlandse onderzoek naar hagelnetten (figuur 5 t/m 7).

Uit de gegevens in de figuren 1 tot en met 3 blijkt dat de productie van bomen onder witte hagelnetten niet onder-

doet voor die van bomen waar geen net boven zit. De vruchtmaat is, net als in het Nederlandse onderzoek, onder witte hagelnetten beter dan bij de referentiebomen die niet onder een hagelnet stonden. De invloed van de witte hagelnetten op de kleur varieerde van jaar tot jaar. In sommige jaren was de kleur van appels onder witte netten vergelijkbaar met de kleur buiten de netten. In andere jaren kleurden de appels onder de hagelnetten, net als in de Nederlandse proeven, minder. Al met al was er ook in de proef in Köln-Auweiler geen nadelige invloed van witte hagelnetten op de productie en maat van Elstar. Zwarte netten daarentegen zorgden voor een productieverlies van 13% en voor minder gekleurde appels. Het productieverlies onder zwarte netten werd vooral veroorzaakt door minder appels. De maat lag op een gelijk niveau met die van appels geteeld aan bomen zonder of onder witte hagelnetten.

In de proeven zijn de appels op kleur geplukt. Door de vaak optredende latere kleuring en latere rijping zijn onder de witte en zwarte netten gemiddeld genomen minder appels bij de eerste pluk en meer appels bij de tweede en eventueel derde pluk geoogst dan bij de bomen zonder hagelnetten. De in de tabellen gepresenteerde gegevens hebben betrekking op de totale oogst.

1.4.4 Niet altijd positief

Helaas is het niet zo dat onder hagelnetten de productie en de vruchtmaat van Elstar altijd gelijk of hoger zijn dan buiten de netten. Er zijn ook gegevens bekend, bijvoorbeeld van de proeftuin in Klein Altendorf waar de productie onder (witte) netten lager ligt dan buiten de netten. Telen onder hagelnetten is werken op het scherpst van de snede. De lichtonderschepping door hagelnetten kan, gecombineerd met bijvoorbeeld een net iets te hoog productieniveau of een net even te sterk groeiende boom resulteren in een situatie dat er net te weinig licht is voor een goede bloemknopaanleg met als gevolg productievermindering of een beurtjaar in het volgende jaar.

Wel is de ervaring/mening van veel onderzoekers in Europa dat de teeltmaatregelen (juiste boomvorm, groeiremming et cetera) belangrijker zijn dan de mindere lichtinval onder hagelnetten.