



# De bijdrage van (wilde) bestuivers aan de opbrengst van appels en blauwe bessen

Kwantificering van ecosysteemdiensten in Nederland

G.A. de Groot, R. van Kats, M. Reemer, D. van der Sterren, J.C. Biesmeijer en D. Kleijn



---

# De bijdrage van (wilde) bestuivers aan de opbrengst van appels en blauwe bessen

Kwantificering van ecosysteemdiensten in Nederland

G.A. de Groot<sup>1</sup>, R. van Kats<sup>1</sup>, M. Reemer<sup>2</sup>, D. van der Sterren<sup>3</sup>, J.C. Biesmeijer<sup>3</sup> en D. Kleijn<sup>1</sup>

1 Alterra Wageningen UR, Wageningen

2 EIS – Kenniscentrum Insecten, Leiden

3 Naturalis Biodiversity Center, Leiden

Dit onderzoek is uitgevoerd door Alterra Wageningen UR, in opdracht van en gefinancierd door het ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Biodiversiteit' (projectnummer BO-11-0.11.01-0.51).

Alterra Wageningen UR  
Wageningen, april 2015

---

Alterra-rapport 2636

ISSN 1566-7197

---

De Groot, G.A., R. Van Kats, M. Reemer, D. van der Sterren, J.C. Biesmeijer & D. Kleijn, 2015. *De bijdrage van (wilde) bestuivers aan de opbrengst van appels en blauwe bessen; Kwantificering van ecosysteemdiensten in Nederland*. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2636. 72 blz.; 36 fig.; 9 tab.; 35 ref.

Mens en samenleving hebben baat bij het behoud van biodiversiteit, onder andere vanwege de ecosysteemdiensten die deze levert. Bestuiving van landbouwgewassen door in het wild levende soorten bijen en zweefvliegen is een aansprekend voorbeeld van zo'n ecosysteemdienst. Het betreft tevens een dienst die onder toenemende druk staat. De honingbijen die traditioneel landbouwgewassen bestuiven, gaan in aantal sterk achteruit als gevolg van te hoge sterfte, met name gedurende de winterperiode. Ook veel wilde bijensoorten nemen in aantal af. Hoofddoel van het voorliggende onderzoek was het agronomisch en economisch kwantificeren van de bijdrage van bestuivende diensten door wilde en gedomesticeerde (bijgeplaatste) insecten aan de landbouwkundige productie van twee belangrijke Nederlandse insecten-bestoven fruitgewassen: de appel en de blauwe bes. Op deze wijze levert dit onderzoek een 'proof-of-concept' van het economisch belang van ecosysteemdiensten, en daarmee biodiversiteit, voor de Nederlandse samenleving.

Trefwoorden: Elstar, Duke, Liberty, bestuiving, bijen, hommels, bedrijfseconomie

Dit rapport is gratis te downloaden van [www.wageningenUR.nl/alterra](http://www.wageningenUR.nl/alterra) (ga naar 'Alterra-rapporten' in de grijze balk onderaan). Alterra Wageningen UR verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2015 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.nl), [www.wageningenUR.nl/alterra](http://www.wageningenUR.nl/alterra). Alterra is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alterra-rapport 2636 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Ruud van Kats



---

# Inhoud

	<b>Woord vooraf</b>	<b>5</b>
	<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>Introductie</b>	<b>9</b>
	1.1 Probleemstelling	9
	1.2 Achtergrond	9
	1.3 Gewaskeuze	10
	1.4 Vraagstelling	11
	1.5 Onderzoeksopzet	11
<b>2</b>	<b>Methoden</b>	<b>13</b>
	2.1 Locatiekeuze	13
	2.1.1 Appel	13
	2.1.2 Blauwe bes	15
	2.1.3 Geschikte nestelhabitat	15
	2.2 Analyse van bedrijfseconomie en bestuivingsbeleid	16
	2.2.1 Enquêteering van deelnemende bedrijven	16
	2.2.2 Kosten-batenanalyse	17
	2.3 Analyse van de bestuivende gemeenschap	18
	2.4 Bestuivingsbehandelingen	19
	2.4.1 Opzet	19
	2.4.2 Bepaling oogstopbrengst	20
	2.5 Data-analyse	23
	2.5.1 Bijen-inventarisaties	23
	2.5.2 Oogstkarakteristieken	23
	2.5.3 Verdeling over kwaliteitsklassen	24
	2.5.4 Economische waardering	25
<b>3</b>	<b>Bedrijfseconomische analyses</b>	<b>27</b>
	3.1 Bedrijfsprofielen	27
	3.1.1 Omvang van de bedrijven	27
	3.1.2 Opbrengst en omzet	28
	3.2 Kosten-batenanalyse	29
	3.2.1 Appel	29
	3.2.2 Blauwe bes	31
	3.3 Aandeel van bestuivingsbevordering in de totale kosten	32
<b>4</b>	<b>Aanwezigheid van bloembezoekende bestuivers</b>	<b>33</b>
	4.1 Variatie tussen bedrijven en jaren	33
	4.2 Invloed van weerscondities	37
	4.3 Invloed van het omringende landschap	39
<b>5</b>	<b>Invloed van bestuiving op de oogst</b>	<b>40</b>
	5.1 Effecten van insectenbestuiving op de oogstopbrengst	40
	5.1.1 Effect van insectenbestuiving op kwantitatieve en kwalitatieve oogstkarakteristieken	40
	5.1.2 Opbrengstlimitatie door gebrek aan bestuiving	41
	5.1.3 Effect van insectenbestuiving op de kwaliteitsklassering	43

---

5.1.4	Doorwerking van bijdrage bestuivers op de financiële opbrengst per hectare	43
5.1.5	Financiële bijdrage van bestuivers op landelijke schaal	45
5.2	Relatieve bijdrage van wilde en gedomesticeerde bestuivers aan de oogstopbrengst	46
5.2.1	Relatief aandeel in de pollendepositie	46
5.2.2	Effect van verschillende soorten en aantallen bestuivers op de opbrengst	46
<b>6</b>	<b>Bestuivingsbeleid</b>	<b>49</b>
6.1	Gedomesticeerde bestuivers	49
6.1.1	Appeltelers	49
6.1.2	Blauwe-bessentelers	50
6.2	Aantallen bijgeplaatste hommels en honingbijen	51
6.2.1	Appeltelers	51
6.2.2	Blauwe-bessentelers	51
6.3	Wilde bestuivers	51
6.3.1	Appeltelers	52
6.3.2	Blauwe-bessentelers	52
<b>7</b>	<b>Discussie</b>	<b>54</b>
7.1	Bedrijfseconomische situatie	54
7.2	Bestuivingsbeleid	55
7.3	Agronomische effecten van bestuivers	55
7.3.1	De bijdrage van de bestuivende gemeenschap als geheel	55
7.3.2	De relatieve bijdrage van verschillende aantallen en typen bestuivers	57
7.4	Economische doorwerking van de rol van bestuivers	59
<b>8</b>	<b>Conclusies</b>	<b>61</b>
8.1	De bijdrage van bestuivers	61
8.2	Het bestuivingsbeleid van telers	63
8.3	Aanbevelingen	63
	<b>Literatuur</b>	<b>64</b>
	<b>Bijlage 1</b>	<b>66</b>
	<b>Bijlage 2</b>	<b>68</b>

---

# Woord vooraf

Het voorliggende onderzoek is tot stand gekomen in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en werd uitgevoerd door Alterra, in samenwerking met Naturalis Biodiversity Center en EIS Kenniscentrum Insecten.

De uitvoering van dit onderzoek was niet mogelijk geweest zonder de medewerking van in totaal 35 Nederlandse teeltbedrijven, waaronder 18 appeltelers en 17 telers van blauwe bessen. Wij willen alle telers die hebben deelgenomen aan ons onderzoek hartelijk bedanken, niet alleen voor de toestemming om activiteiten te verrichten op hun bedrijven, maar ook voor hun enthousiasme in het delen van hun ervaring met de teelt van appels en blauwe bessen en de rol van bestuivers daarbij. De door hen verstrekte inzichten en gegevens zijn van grote waarde gebleken voor onze resultaten.

Ook willen we WUR-studenten Quint Rusman, Vita Hommersen en Mariska Slot, en Alterra-collega's Dennis Lammertsma, Wim Dimmers, Jan Bovenschen en Dorine Dekkers hartelijk bedanken voor hun betrokkenheid bij het uitgebreide veldwerk dat de basis vormde van dit onderzoek.





---

# Samenvatting

Mens en samenleving hebben baat bij het behoud van biodiversiteit, onder andere vanwege de ecosysteemdiensten die deze levert. Bestuiving van landbouwgewassen door in het wild levende soorten bijen en zweefvliegen is een aansprekend voorbeeld van zo'n ecosysteemdienst. Juist deze dienst staat echter onder toenemende druk. De honingbijen die traditioneel landbouwgewassen bestuiven, gaan in aantal sterk achteruit als gevolg van te hoge sterfte, met name gedurende de winterperiode. Ook veel wilde bijensoorten nemen in aantal af.

Hoofddoel van het voorliggende onderzoek, uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Economische Zaken, was het agronomisch en economisch kwantificeren van de bijdrage van bestuivende diensten door wilde en gedomesticeerde (bijgeplaatste) insecten aan de landbouwkundige productie van twee belangrijke Nederlandse insecten-bestoven fruitgewassen: de appel en de blauwe bes. Op deze wijze levert dit onderzoek een 'proof-of-concept' van het economisch belang van ecosysteemdiensten, en daarmee biodiversiteit, voor de Nederlandse samenleving.

Het onderzoek werd gestart in 2013 met een onderzoek voor Elstar, het meest algemene (en daarmee economisch meest relevante) appelras, en Duke, in Nederland een van de meest algemeen geteelde blauwe-bessenrassen. Vanwege de grote natuurlijke variatie tussen jaren in zowel de kwaliteit en opbrengst van fruitgewassen als de vliegperiode en abundantie van wilde bestuivers, en vanwege het feit dat de weersomstandigheden in het bloeiseizoen van 2013 abnormaal waren, werd het onderzoek in 2014 herhaald. Omdat deelnemende telers aangaven dat tussen blauwe-bessenrassen zowel de bestuivingsbehoefte als de bloeiperiode (en daarmee potentieel de gemeenschap van bestuivers) sterk verschilt, werd in 2014 gekozen voor een ander blauwe-bessenras, genaamd Liberty, dat sterk in opkomst is in Nederland.

Voor beide gewassen werd in beide jaren op vijftien verschillende bedrijven onderzoek verricht. Daarbij werd tijdens de bloeiperiode onderzocht hoeveel en welke soorten bestuivers daadwerkelijk de bloemen van het fruitgewas bezochten. Tijdens de oogst werd vervolgens van een aantal planten de vruchtzetting en de kwaliteit van de vruchten (o.a. vruchtmaat en vruchtgewicht) bepaald.

Via een bestuivingsexperiment werd op elk bedrijf onderzocht in hoeverre de oogstopbrengst verschilde in drie situaties: bij vrije bestuiving door wind en insecten (open bloemen), bij gemaximaliseerde bestuiving (open bloemen die tevens met de hand werden bestoven), en bij het ontbreken van insectenbestuiving (bloemen afgeschermd met gaas; windbestuiving wel mogelijk). Door de opbrengst bij vrije en gemaximaliseerde bestuiving te vergelijken, kon worden nagegaan in hoeverre in de Nederlandse teelt sprake is van een limitatie van de opbrengst door gebrek aan bestuivers. Gemiddeld genomen bleek dit bij beide soorten niet het geval. Echter, enkele appelboomgaarden waarbij handbestuiving de opbrengst wel duidelijk verhoogde, waren tevens de bedrijven met een opvallend lage oogst onder normale condities. Dit duidt erop dat in incidentele gevallen bestuivingslimitatie in de appelteelt wel degelijk voorkomt, echter in aanmerkelijk mindere mate dan bijvoorbeeld in Groot-Brittannië het geval is.

Door de opbrengst met en zonder vrije bestuiving door insecten te vergelijken, kon worden nagegaan welk deel van de opbrengst afhankelijk is van insectenbestuiving. Deze resultaten suggereren een daling van 40% in de opbrengst van Elstar-percelen in kilogrammen per hectare, indien geen bestuivende insecten aanwezig zijn. Eenzelfde afname werd gevonden voor het blauwe-bessenras Duke. Bij het ras Liberty bedroeg de afname zelfs ruim 56%.

De aanwezigheid van bestuivers resulteerde niet alleen in een hoger aantal kilogrammen vruchten per teeltoppervlak, maar ook in vruchten van hogere kwaliteit. Het formaat, en in sommige jaren ook de symmetrie, van Elstar-appels neemt toe, waardoor een groter percentage vruchten in de hoogste kwaliteitsklasse terechtkomt. Ook bij de blauwe bessen resulteert een grotere vruchtmaat in een hogere kwaliteitsklassering.

Gezamenlijk werken deze kwantitatieve en kwalitatieve aspecten op aanzienlijke wijze door in de financiële opbrengst van de oogst. Onze resultaten laten zien dat meer dan de helft van de

---

productiewaarde en meer dan de helft van de winst op de fruitoogst van de onderzochte gewassen afhankelijk is van bestuivers. Maatregelen die het behoud van bestuivende insecten in algemene zin bevorderen (zoals minimalisatie van schadelijke bestrijdingsmiddelen) zijn daarmee essentieel.

Wilde bestuivers leveren een belangrijke bijdrage aan de totale bestuiving. Wilde soorten presteren opvallend beter dan honingbijen in de overdracht van pollen op bloemen van Elstar-appelbomen. Hoewel ze relatief minder abundant waren dan honingbijen, nemen ze gemiddeld rond de 60% van de totale bestuiving van appelbloemen voor hun rekening. Op basis daarvan kan worden geschat dat bijna een kwart (23-24%) van de totale vruchtopbrengst in kilogrammen per hectare afhankelijk is van wilde bestuivers. Op basis van onze resultaten lijkt de teelt van Elstar, die een zeer lage winstmarge kent, zelfs niet langer rendabel zonder aanwezigheid van wilde bestuivers. Bij de blauwe bessen zijn aardhommels relatief efficiënte bestuivers. Deze worden, naast honingbijen, in groten getale als gedomesticeerde soort uitgezet, waardoor ze een belangrijk deel van de totale bestuiving voor hun rekening nemen. De bijdrage van de wilde soorten aan de totale bestuiving (18%) – en daarmee aan de uiteindelijke winst per hectare – is daarmee relatief laag, maar nog altijd substantieel (12%).

In totaal loopt de bijdrage van wilde bestuivers aan de productiewaarde van appels en blauwe bessen jaarlijks in de duizenden euro's per hectare, en op landelijk niveau in de tonnen tot miljoenen.

Hoewel de aanwezigheid van een populatie wilde bestuivers dus van aanzienlijk belang blijkt, lieten onze resultaten echter slechts in beperkte mate rechtstreekse verbanden zien tussen de opbrengst en de talrijkheid van specifieke typen bestuivers of hun soortendiversiteit.

Voor Elstar-appels resulteerde een groter totaal aantal wilde bestuivers in het perceel in significant grotere appels. Voor de honingbijen werd dit verband niet gevonden, ondanks het feit dat niet alle bedrijven actief honingbijen bijplaatsen en hun aantallen dus flink verschilden tussen bedrijven. Dit suggereert dat plaatsing van flinke aantallen bijenkasten niet altijd noodzakelijk is. Dit komt overeen met de praktijk van de telers, waarvan een deel überhaupt geen kasten meer plaatst.

In de blauwe-bessenteelt bleken verschillende typen bestuivers verantwoordelijk voor verschillende aspecten van de oogstopbrengst, waarbij alleen het aantal honingbijen effect had op de zetting, en alleen het aantal wilde bestuivers effect had op de vruchtkwaliteit. Verschillen in het aantal aardhommels hadden geen aantoonbaar effect op de oogstopbrengst. Dit is opvallend, omdat aardhommels op alle bedrijven in flinke aantallen worden bijgeplaatst. Onze resultaten suggereren dat mogelijk op sommige bedrijven sprake is van een overmaat aan aardhommels, terwijl juist op deze bedrijven het aantal honingbijen en wilde bestuivers suboptimaal is. Voor telers die veel meer aardhommels bijplaatsen dan hun collega's lijkt het dus zinvol om de investering in verschillende soorten bestuivers te heroverwegen.

Onze resultaten geven geen eenduidig beeld van het belang van een hoge diversiteit aan (wilde) bestuivers voor het verhogen van de opbrengst. In de appelteelt werd geen enkele relatie waargenomen tussen opbrengst en het aantal wilde soorten; voor de bessenteelt lijkt de vruchtkwaliteit bij toenemende diversiteit aan bestuivers eerst toe te nemen, maar bij hogere diversiteit weer af te nemen. Juist omdat telers aangeven pas maatregelen te nemen als ze eenduidig geadviseerd kunnen worden over het relatieve effect van verschillende maatregelen op hun oogst, lijkt het belangrijk om deze relaties verder te onderzoeken alvorens de suggestie te wekken richting fruittelers dat zij in bedrijfseconomisch opzicht baat hebben bij investeringen gericht op het behoud van een hoge diversiteit aan wilde bestuivers. Vanuit het perspectief van beleid lijkt het zinvol om ook andere beweegredenen voor soortbehoud voldoende aandacht te geven.

---

# 1 Introductie

## 1.1 Probleemstelling

Mens en samenleving hebben baat bij het behoud van biodiversiteit, onder andere vanwege de ecosysteemdiensten die deze levert. Het belang van ecosysteemdiensten is de laatste jaren echter vooral kwalitatief uitgewerkt of conceptueel ontwikkeld. In diverse studies zijn kwantitatieve uitspraken gedaan over de waarde van de natuur op landschapsniveau (een concreet gebied of ecosysteem), waarbij het totale pakket van mogelijke ecosysteemdiensten wordt onderzocht. In Nederland is nauwelijks geprobeerd om de bijdrage te kwantificeren die specifieke ecologische processen leveren op het schaalniveau van een bedrijf of individu. Meer inzicht in deze bijdrage versterkt de relevantie en toepasbaarheid voor directe belanghebbenden van ecosysteemdiensten.

De bestuiving van landbouwgewassen door gehouden en in het wild levende soorten bijen en zweefvliegen vormt een relevante en veelgenoemde ecosysteemdienst, die echter onder toenemende druk staat. De honingbijen die traditioneel landbouwgewassen bestuiven, gaan in aantal sterk achteruit als gevolg van te hoge sterfte, met name gedurende de winterperiode. Momenteel wordt door meerdere instituten, waaronder Wageningen UR, onderzoek uitgevoerd naar de oorzaken van de sterfte van honingbijen. Waarschijnlijk speelt een complex van factoren een rol, waaronder het gebruik van bepaalde insecticiden en de parasitaire varroamijt, een gebrek aan natuurlijke voedselbronnen en/of klimaatsveranderingen. Ook veel wilde bijensoorten nemen in aantal af. Ongeveer de helft van de wilde bijensoorten in Nederland staat op de Rode Lijst.

Hoofddoel van het voorliggende onderzoek was het agronomisch en economisch kwantificeren van de bijdrage van bestuivende diensten door wilde en gedomesticeerde (bijgeplaatste) insecten aan de landbouwkundige productie van twee belangrijke Nederlandse insecten-bestoven fruitgewassen: de appel en de blauwe bes. Op deze wijze levert het onderzoek een 'proof-of-concept' van het economisch belang van ecosysteemdiensten, en daarmee biodiversiteit, voor de Nederlandse samenleving.

## 1.2 Achtergrond

Van de bloem-bezoekende insecten dragen bijen veruit het meest bij aan de bestuiving van landbouwgewassen. Vanwege hun foeragegedrag, hun afhankelijkheid van bloemen voor het voortbrengen van nageslacht en hun morfologische aanpassingen om efficiënt pollen te verzamelen en te transporteren, worden bijen ten opzichte van andere bloembezoekers als superieure bestuivers beschouwd (Free, 1993). De door de mens gehouden honingbijen werden voorheen vaak als de belangrijkste bestuivers van insect-bestoven landbouwgewassen gezien (Blacqui re, 2010). Inmiddels is duidelijk dat dit niet altijd en overal het geval is en dat ook wilde bijensoorten in belangrijke mate bijdragen aan bestuiving van landbouwgewassen en hierin regelmatig zelfs effectiever zijn (O'Toole, 1993, Winfree *et al.* 2008). Over de relevantie van wilde bijensoorten voor de bestuiving van Nederlandse landbouwgewassen is echter weinig bekend.

In 2010 is op initiatief van het ministerie van EZ een drie jaar durend onderzoek gestart om factoren te identificeren en aan te pakken die het aantal honingbijen en hun volken *en andere bestuivers* negatief beïnvloeden. Terwijl andere partijen het onderzoek naar de honingbij uitvoerden, richtten Alterra en EIS-Kenniscentrum Insecten zich op de 'andere bestuivers': de ongeveer 350 soorten wilde bijen en 330 soorten zweefvliegen die Nederland rijk is. Uit het deelonderzoek over wilde bijen kwamen onder meer *kwalitatieve* antwoorden op de vraag welke soorten wilde bijen zoal welke gewassen bezoeken en mogelijk bestuiven of in het verleden hebben bestoven in Nederland (Scheper *et al.* 2014). Daarvoor is collectiemateriaal gebruikt en is met medewerking van ondernemers veldonderzoek gedaan in appel- en perenboomgaarden (Reemer & Kleijn 2012).

---

Voor de Nederlandse situatie rijst nu de vervolgvraag wat – in potentie – de kwantitatieve bijdrage van gewas-bestuivende (wilde) bijensoorten is in de bestuiving van de belangrijkste insect-bestoven gewassen. Hierbij gaat het niet alleen om de fysieke fruitproductie, maar vooral ook de economische waarde die dat vertegenwoordigt. Daarnaast speelt de vraag in hoeverre via het bevorderen van de aanwezigheid van wilde bestuivers nog ruimte is voor verbetering van de opbrengst ten opzichte van traditionele productiesystemen. Onderzoek voor de Nederlandse situatie is nodig, omdat zowel de teelten (rassen) als de gemeenschap van wilde bijen (soortensamenstelling en talrijkheid van individuen) per land verschillen. Ook is de Nederlandse landbouw gemiddeld genomen een stuk intensiever dan de landbouw in de ons omringende landen (Giampietro *et al.* 1999) en het is de vraag of inzichten opgedaan in die landen, te vertalen zijn naar de Nederlandse situatie.

Met antwoorden op bovenstaande vragen wordt het in beeld brengen van de betekenis van een aansprekende ecosysteemdienst door een aanwijsbare groep wilde soorten in ons land een belangrijke stap verder gebracht. Het ministerie van Economische Zaken verzocht daarom Alterra om, in samenwerking met Naturalis Biodiversity Center en EIS Kenniscentrum Insecten en andere ongewervelden, voor een tweetal fruitgewassen onderzoek te verrichten naar de bijdrage van wilde en gedomesticeerde bestuivers aan de gewasopbrengst.

Het onderzoek werd gestart in 2013, met een onderzoek voor Elstar, het meest algemene (en daarmee economisch meest relevante) appelras, en Duke, in Nederland een van de meest algemeen geteelde blauwe-bessenrassen. Vanwege de grote natuurlijke variatie tussen jaren in zowel de kwaliteit en opbrengst van fruitgewassen als de vliegperiode en abundantie van wilde bestuivers, en vanwege het feit dat de weersomstandigheden in het bloeiseizoen van 2013 abnormaal waren (het uitzonderlijk koude en natte weer zorgde voor een atypisch samenstelling van de wilde bestuivende gemeenschap met vooral weinig solitaire levende wilde bijen), werd het onderzoek in 2014 herhaald. Omdat deelnemende telers aangaven dat tussen blauwe-bessenrassen zowel de bestuivingsbehoefte als de bloeiperiode (en daarmee potentieel de gemeenschap van bestuivers) sterk verschilt, werd in 2014 gekozen voor een ander blauwe-bessenras, genaamd Liberty, dat sterk in opkomst is in Nederland.

### 1.3 Gewaskeuze

De appel (*Malus domestica*) is, na de peer, het meest verbouwde fruitgewas van ons land. Het totale areaal appel daalde afgelopen jaren licht, maar bedroeg in 2013 nog altijd 7790 ha, ofwel ruim 40% van het totale fruitareaal in Nederland. Zo'n 41% van het totale appelareaal wordt ingenomen door het ras Elstar (3200 ha; CBS, 2013). De Betuwe is van oudsher een middelpunt van de Elstar-teelt in Nederland. De bloeiperiode is kort en valt meestal in april; de oogst volgt in september. Zoals veel appelrassen is ook Elstar in principe zelffertil. Echter, kruisbestuiving met een ander ras levert over het algemeen kwalitatief betere vruchten op. Om die reden denken appelteelers bewust na over het bevorderen van kruisbestuiving. De meeste telers planten bomen van een tweede ras in dezelfde rij (elke tiende boom een stuifmeelbron). Enkele telers bevorderen kruisbestuiving door rijen Elstar af te wisselen met rijen van een ander ras. Veelal wordt sierappel of Golden Delicious toegepast als stuifmeelbron. De meerderheid van de telers (hoewel niet allemaal) plaatst bijenkasten in de boomgaard ter bevordering van de bestuiving door insecten.

Het totale Nederlandse areaal blauwe bes (*Vaccinium corymbosum*) is weliswaar veel lager, maar is de afgelopen jaren sterk gegroeid. Sinds 2006 is het areaal blauwe bes meer dan verdubbeld, tot 577 ha in 2013 (CBS, 2013). Hiermee is de blauwe-bessenteelt in omvang het belangrijkste kleinfruitgewas van ons land geworden. De meeste blauwe-bessenbedrijven bevinden zich in Noord-Limburg, in de regio rond Horst aan de Maas. Sinds enkele jaren is echter ook een aantal bedrijven in het Noordoosten van het land opgestart. De teelt bestaat uit diverse 'highbush'-rassen, waaronder voornamelijk Duke, Draper, Aurora en Liberty. Het huidige onderzoek richtte zich op de rassen Duke en Liberty. Duke is een vroegbloeiend ras, dat economisch belangrijk is doordat het ook als eerste geoogst kan worden, op een moment dat het aanbod van bessen uit het buitenland nog zeer gering is. De bloei van Duke valt meestal in april of mei, de oogst start in juli. Liberty daarentegen bloeit normaal gesproken relatief laat. In vergelijking met Duke bloeit Liberty relatief uitbundig (veel

---

bloemen), maar heeft relatief kleine bloemen. Beide rassen zijn zelffertil, maar met name van Liberty is bekend dat bestuiving met pollen van een ander ras de vruchtmaat kan bevorderen (Bal 2011). De meeste telers zorgen daarom voor een gemengde teelt, door een of enkele rijen struiken van het ene ras af te wisselen met een of enkele rijen van een ander ras. De combinatie van rassen varieert sterk. Blauwe-bessentelers plaatsen vrijwel allemaal zowel bijenkasten als grote aantallen aardhommelkolonies in de teeltpercelen.

## 1.4 Vraagstelling

In overleg met de opdrachtgever, het ministerie van Economische Zaken, werd voor dit onderzoek getracht een antwoord te vinden op een vijftal hoofdvragen die van toepassing waren op het onderzoek van de Nederlandse teelt van zowel appels als blauwe bessen:

1. *In hoeverre wordt in de Nederlandse teelt de vruchtopbrengst gelimiteerd door bestuiving?*
2. *Welk aandeel van de vruchtopbrengst is afhankelijk van bestuiving door insecten (ten opzichte van bestuiving door de wind)?*
3. *Wat is de relatieve bijdrage van wilde en gedomesticeerde bestuivers aan de vruchtopbrengst?*
4. *Welk aandeel van de financiële opbrengst van de teelt is afhankelijk van bestuivers in het algemeen, en wilde bestuivers in het bijzonder?*
5. *Is er een positieve relatie tussen de talrijkheid of de soortenrijkdom van wilde bestuivers en de vruchtopbrengst?*

## 1.5 Onderzoekopzet

Verskillende methoden zijn beschreven in de wetenschappelijke literatuur voor het bepalen van de mate waarin de vruchtopbrengst afhangt van bestuiving. Alle zijn gebaseerd op de vergelijking van de opbrengst onder verschillende condities, maar de beste opzet hangt af van de exacte vraagstelling. Als deze zich richt op de mate waarin überhaupt sprake is van limitatie door een suboptimale stuifmeelvoorziening (vraag 1 in dit onderzoek), dan kunnen de normale teeltomstandigheden het beste in een experiment vergeleken worden met een situatie waarbij bloemen met de hand worden bestoven met een optimaal stuifmeeltype (FAO 2011). Wanneer de vraagstelling zich richt op de mate waarin de opbrengst afhangt van bestuiving door insecten (vraag 2 in dit onderzoek), kan gebruik worden gemaakt van een vergelijking met bloemen die voor bestuivende insecten onbereikbaar zijn gemaakt, door ze af te dekken met een winddoorlatend gaas (o.a. FAO 2011). Verschillende recente buitenlandse studies voor fruit- en andere landbouwgewassen, zoals koolzaad (Bommarco *et al.* 2012), appel (Garratt *et al.* 2013, 2014), aardbei (Klatt *et al.* 2013), blauwe bes (Isaacs *et al.* 2010) en kers (Holzschuh *et al.* 2012), hebben de bovengenoemde bestuivingsbehandelingen met elkaar vergeleken om uitspraken te doen over het effect van verschillende typen bestuiving op de opbrengst (Bijlage 1).

Wil men uitspraken doen over het effect van verschillende aantallen of verschillende soortverhoudingen van bestuivende insecten (vraag 3 en 5 in dit onderzoek), dan is een uitgebreidere vergelijking nodig. Aangezien manipulatie van de aanwezige bestuivende insectengemeenschap in veldsituaties zeer lastig haalbaar is, kan dan het beste een vergelijking gemaakt worden tussen de opbrengst onder verschillende natuurlijke omstandigheden (FAO 2011). Diverse studies hebben gebruikgemaakt van een vergelijking van bedrijven gesitueerd in verschillende landschappen, resulterend in variatie in de samenstelling van de lokale gemeenschap van bestuivende insecten (zie o.a. Holzschuh *et al.* 2012). Een gradiënt in de aanwezigheid van wilde bestuivers kan worden bereikt door bedrijven zo te kiezen dat ze verschillen in de mate waarin natuurlijke nestelgelegenheid voor bijen beschikbaar is in de directe omgeving van het onderzochte bedrijf (o.a. Holzschuh *et al.* 2012).

---

Daarnaast kunnen bedrijven gekozen worden op grond van een verschil in de mate waarin door imkers gehouden bijenvolken worden bijgeplaatst.

Om alle onderzoeksvragen naar behoren te beantwoorden, werden in ons onderzoek de bovenstaande methoden gecombineerd. Op in totaal dertig verschillende bedrijven (vijftien per gewas), gelegen in verschillende landschapstypen en met verschillende inzet van bijgeplaatste bijen, werd telkens de opbrengst vergeleken voor fruitplanten onderworpen aan drie behandelingen: normale bestuiving (wind + insecten), maximale bestuiving (wind + insecten + hand) en minimale bestuiving (alleen windbestuiving).

Twee methoden worden algemeen toegepast om de economische waarde van bestuivingsdiensten door insecten te bepalen (Winfree *et al.* 2011). Een eerste is de zogenaamde 'replacement value method', waarbij de kosten van alternatieven voor insectenbestuiving expliciet in beeld worden gebracht. Wanneer het gaat om het totale effect van alle bestuivende insecten, kan gekeken worden naar de kosten die gepaard gaan met het vervangen van bestuiving door honing- en andere bijen door menselijke arbeid via handbestuiving (Allsopp *et al.* 2008). Wanneer het gaat om het effect van wilde bestuivers, kan bijvoorbeeld worden gekeken naar de hoeveelheid gehouden bestuivers (volken van imkers) die moet worden bijgeplaatst om te compenseren voor de bestuiving door wilde insecten (De Groot *et al.* 2002).

Een tweede mogelijkheid is de zogenaamde 'production value method', waarbij de marktwaarde van de geproduceerde vruchten bij aanwezigheid van (wilde, bijgeplaatste, dan wel alle) bestuivers wordt vergeleken met de marktwaarde van geproduceerde vruchten bij afwezigheid van deze bestuivers (o.a. Losey & Vaughan 2006; Klein *et al.* 2007). De eventuele waardevermindering bij het ontbreken van bestuivers is dan te beschouwen als de economische bijdrage van deze bestuivers aan de teelt. Deze tweede methode is door ons toegepast voor het beantwoorden van vraag 4 in het huidige onderzoek, omdat deze methode het meest algemeen wordt toegepast in wetenschappelijke studies, de rekenmethode relatief simpel is en de benodigde gegevens efficiënt te verzamelen waren door middel van de eerder beschreven vergelijking van de opbrengst onder verschillende condities (verschillende landschappen en verschillende bestuivingsbehandelingen).

Om de bijdrage van bestuivers aan de kwalitatieve en kwantitatieve vruchtopbrengst te kunnen omrekenen naar de bijdrage aan de financiële oogstwaarde en de nettowinst op bedrijfsniveau, werd in dit onderzoek tevens gebruikgemaakt van een uitgebreide enquêtering van de deelnemende telers, aangevuld met sectorspecifieke landbouweconomische gegevens uit de literatuur. In deze enquête werd tevens aandacht besteed aan de visie van de telers op het belang van (wilde) bestuivers en de wijze waarop zij hun beheer hierop aanpassen. Hoewel de op basis van deze enquête verkregen uitkomsten met betrekking tot het bestuivingsbeleid van fruittelers op zichzelf niet onder de hoofdvragen van dit onderzoek vielen, zijn de resultaten onmisbaar voor een juiste interpretatie van de experimentele gegevens, en voor een gedegen berekening van de financiële bijdrage van bestuivers. In de resultaten en discussie wordt daarom wel uitgebreid aandacht besteed aan deze inzichten.

## 2 Methoden

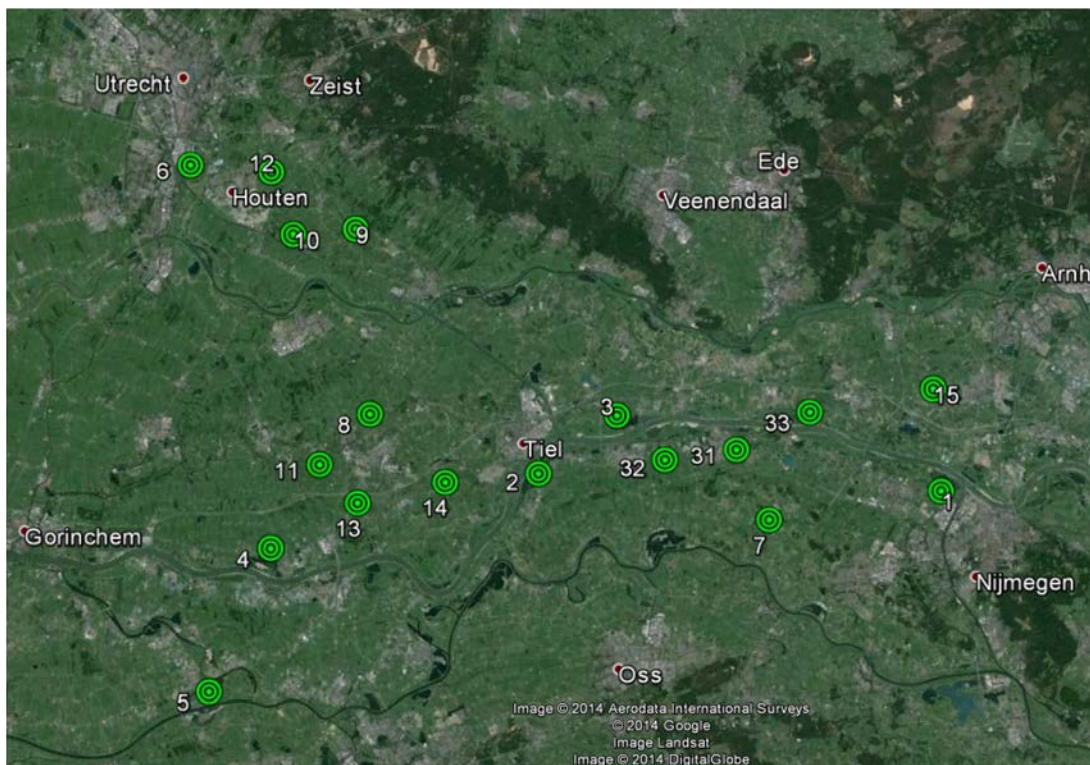
### 2.1 Locatiekeuze

Per gewas werden in totaal vijftien bedrijven geselecteerd voor deelname aan het onderzoek. Deze selectie vond plaats op basis van een aantal criteria:

- Allereerst moest sprake zijn van teelt van het onderzochte ras (Elstar, Duke of Liberty).
- Bedrijven werden zo geselecteerd dat het bodemtype zo veel mogelijk overeenkwam.
- De geselecteerde percelen moesten op >3 kilometer afstand van elkaar zijn gevestigd, zodat zo weinig mogelijk sprake was van overlap in de gemeenschap van bestuivers (Bommarco *et al.* 2012).
- Gestreefd werd naar de selectie van bedrijven met elk een andere eigenaar, en dus een onafhankelijke bedrijfsvoering.
- Om de kans op verschil tussen bedrijven in de verhouding in aanwezigheid van wilde en gedomesticeerde bestuivers zo veel mogelijk te vergroten, werden bedrijven zodanig geselecteerd dat sprake was van een gradiënt in de hoeveelheid geschikte landschapselementen voor het nestelen van bijen en zweefvliegen (FAO 2011; Holzschuh *et al.* 2012).

#### 2.1.1 Appel

In totaal namen achttien verschillende appelboomgaarden deel aan het onderzoek. In 2014 voldeden twaalf van de bedrijven uit 2013 opnieuw aan de criteria en waren opnieuw bereid tot deelname. Daarnaast werden drie nieuwe bedrijven geselecteerd. Een overzicht van de deelnemende bedrijven is beschikbaar in Tabel 1; hun ligging is weergegeven in Figuur 1. Alle deelnemende appelboomgaarden zijn gevestigd op de rivierklei van het rivierengebied tussen Utrecht en Nijmegen. De meeste bedrijven zijn gevestigd in de nabijheid van de Waal, tussen Zaltbommel en Nijmegen. Een viertal bedrijven was gevestigd in de Kromme Rijnstreek nabij Houten.



**Figuur 1** Ligging van de in totaal 18 appelboomgaarden die in 2013 en/of 2014 deelnamen. Zie Tabel 1 voor bedrijfsnamen en plaatsnamen.



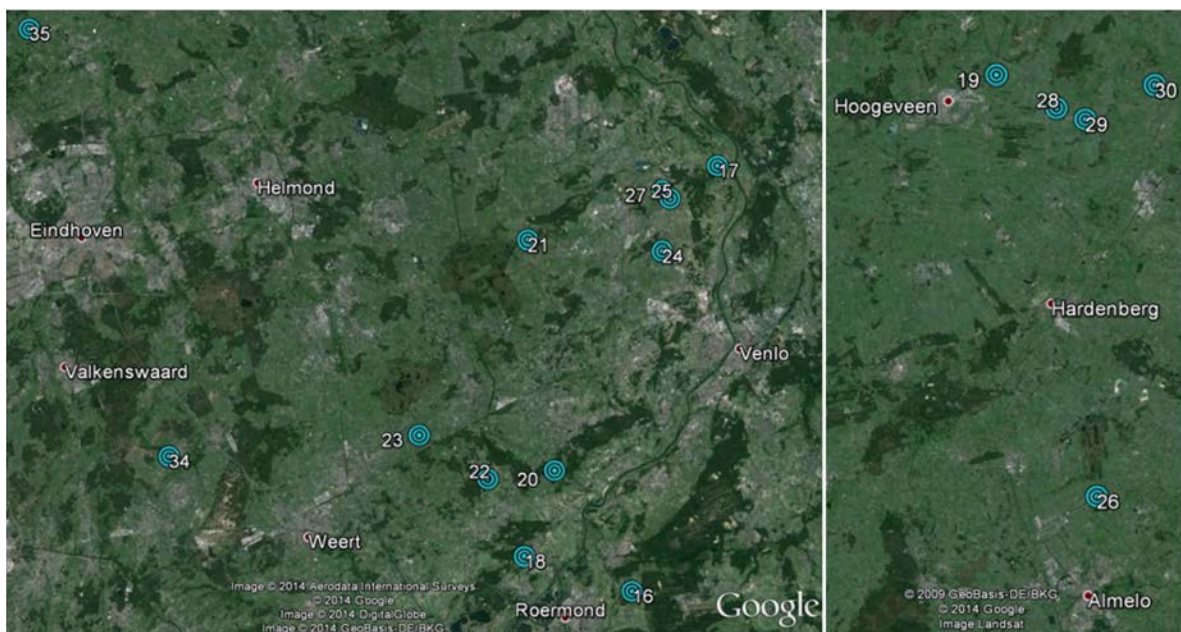
Tabel 1

Overzicht van de deelnemende appelboomgaarden en blauwe-bessenbedrijven in 2013 en 2014.  
Per deelnemend bedrijf is de datum vermeld van de twee vangrondes voor bestuivers.

Experiment	Nummer	Plaatsnaam	Naam/Eigenaar	Vangronde 1	Vangronde 2
Elstar-appels 2013	1	Weurt	Winnemuller	5-mei-13	17-mei-13
	2	Dreumel	Verbruggen	10-mei-13	15-mei-13
	3	Echteld	Van Westreenen	6-mei-13	17-mei-13
	4	Haaften	Van Kuilenburg	7-mei-13	9-mei-13
	5	Nederhemert-Zuid	Van Kessel	8-mei-13	9-mei-13
	6	Nieuwegein	Van der Grift	7-mei-13	15-mei-13
	7	Bergharen	Berben	8-mei-13	15-mei-13
	8	Buurmalsen	Van Mourik	7-mei-13	17-mei-13
	9	Werkhoven	Landrust	7-mei-13	15-mei-13
	10	't Goy	Van Ojen	7-mei-13	15-mei-13
	11	Deil	Van Wijk	7-mei-13	15-mei-13
	12	Odijk	Miltenburg	7-mei-13	17-mei-13
	13	Meteren	Van Doorn	8-mei-13	16-mei-13
	14	Wadenoijen	Van Haaften	9-mei-13	16-mei-13
	15	Valburg	Blijderveen	7-mei-13	17-mei-13
Elstar-appels 2014	1	Weurt	Winnemuller	11-apr-14	16-apr-14
	2	Wamel	Verbruggen	12-apr-14	17-apr-14
	3	Echteld	Van Westreenen	12-apr-14	17-apr-14
	4	Haaften	Van Kuilenburg	11-apr-14	16-apr-14
	6	Nieuwegein	Floris van der Grift	16-apr-14	17-apr-14
	7	Bergharen	Jan Willem Berben	12-apr-14	16-apr-14
	8	Buurmalsen	Van Mourik	11-apr-14	16-apr-14
	9	Werkhoven	Landrust	16-apr-14	19-apr-14
	11	Deil	Van Wijk	11-apr-14	16-apr-14
	13	Meteren	Van Doorn	11-apr-14	17-apr-14
	14	Wadenoijen	Van Haaften	12-apr-14	16-apr-14
	15	Valburg	Kees Blijderveen	11-apr-14	16-apr-14
	31	Afferden	Landwinkel Zandroos	12-apr-14	16-apr-14
	32	Puiflijk	FitApple	12-apr-14	16-apr-14
33	Dodewaard	Vilier	12-apr-16	16-apr-14	
Duke blauwe bessen 2013	16	Swalmen	Landgoed Blankwater	9-mei-13	25-mei-13
	17	Broekhuizen	Hayberries	7-mei-13	27-mei-13
	18	Haelen	Criens	8-mei-13	25-mei-13
	19	Tiendeveen	Noorderbos	14-mei-13	30-mei-13
	20	Neer	Peeters	8-mei-13	28-mei-13
	21	America	Geurts	13-mei-13	3-jun-13
	22	Heibloem	Van Lier – Mevissen	9-mei-13	28-mei-13
	23	Ospel	Heldens	12-mei-13	28-mei-13
	24	Grubbenvorst	Schrijnwerkers	6-mei-13	18-mei-13
	25	Melderslo	Driessen	6-mei-13	27-mei-13
	26	Vriezeveen	Grefthenhoeve	19-mei-13	31-mei-13
	27	Horst aan de Maas	Douven	7-mei-13	21-mei-13
	28	Geesbrug	Bussemaker	14-mei-13	30-mei-13
	29	Zwinderen	Koops	15-mei-13	30-mei-13
	30	Wachtum	Ijken	20-mei-13	31-mei-13
Liberty blauwe bessen 2014	16	Swalmen	Landgoed Blankwater	13-apr-14	28-apr-14
	17	Broekhuizen	Hayberries	17-apr-14	30-apr-14
	18	Haelen	Criens	13-apr-14	27-apr-14
	19	Tiendeveen	Noorderbos	23-apr-14	5-mei-14
	20	Neer	Luuk Peeters	13-apr-14	21-apr-14
	21	America	Hay Geurts	17-apr-14	28-apr-14
	24	Grubbenvorst	Schrijnwerkers	17-apr-14	28-apr-14
	25	Melderslo	Driessen	16-apr-14	30-apr-14
	26	Vriezeveen	Grefthenhoeve	23-apr-14	29-apr-14
	27	Horst aan de Maas	Theo Douven	16-apr-14	22-apr-14
	28	Geesbrug	Bussemaker	20-apr-14	6-mei-14
	29	Zwinderen	Koops	20-apr-14	6-mei-14
	30	Wachtum	Ijken	23-apr-14	5-mei-14
	34	Soerendonk	Jan Jansen	19-apr-14	1-mei-14
	35	Sint Oedenrode	Van Hoof – v/d Biggelaar	19-apr-14	1-mei-14

### 2.1.2 Blauwe bes

In totaal namen zeventien blauwe-bessenbedrijven deel aan het onderzoek. Dertien van de bedrijven waar in 2013 onderzoek werd verricht naar het ras Duke, beschikten ook over een geschikt perceel van het ras Liberty, en namen in 2014 ook deel aan het onderzoek naar dit ras. Een overzicht van de bedrijven die in respectievelijk 2013 en 2014 deelnamen, is beschikbaar in Tabel 1; hun ligging is weergegeven in Figuur 2. Vier bedrijven waren gevestigd ten oosten van Hogeveen en één bedrijf was gevestigd ten noordoosten van Vriezenveen. Deze bedrijven namen zowel in 2013 als 2014 deel. Tien van de bedrijven die in 2013 deelnamen, lagen in Noord-Limburg, rond Horst aan de Maas en ten oosten van De Grootte Peel. Voor het onderzoek naar Liberty werd gekozen voor acht bedrijven in Noord-Limburg en twee bedrijven in Brabant (Figuur 2). Op deze wijze vormen de deelnemende bedrijven een representatieve steekproef van de kerngebieden voor de blauwe-bessenteelt in Nederland. Hoewel de verwachting was dat de bloei en vruchtrijping op de noordelijk gelegen bedrijven 1 à 2 weken zou achterliggen op de bedrijven in het zuiden, bleek dit voor beide rassen in de praktijk niet het geval. Ook in het zuiden waren aanzienlijke verschillen aanwezig in de timing van bloei en rijping.

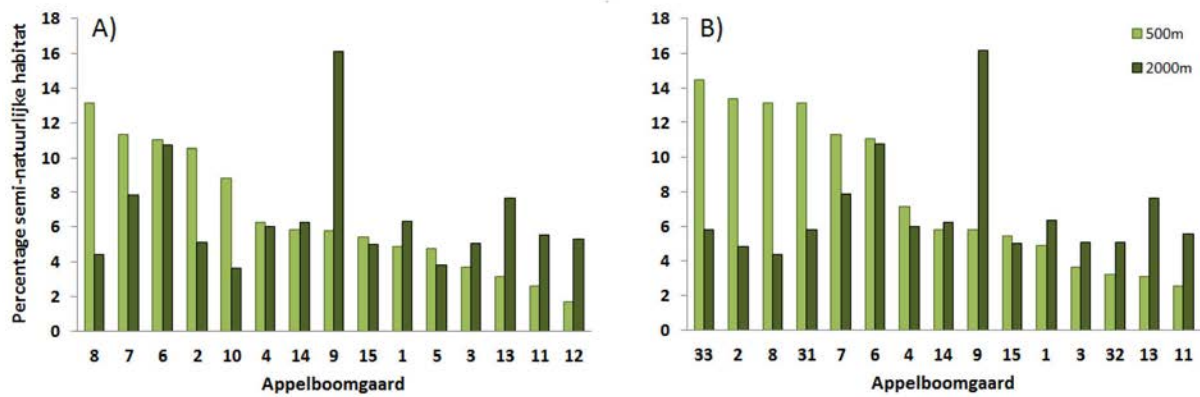


**Figuur 2** Ligging van de in totaal 17 blauwe bessenbedrijven die in 2013 en/of 2014 deelnamen. Zie Tabel 1 voor bedrijfsnamen en plaatsnamen.

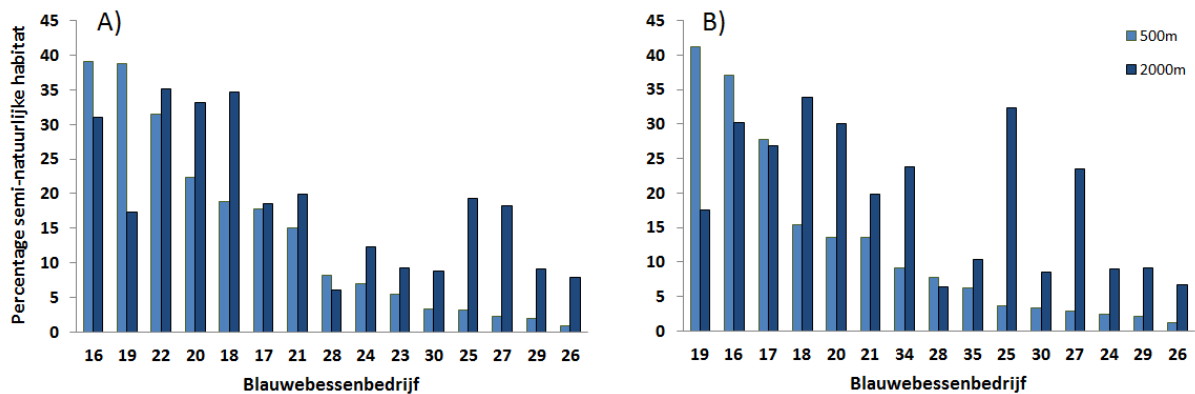
### 2.1.3 Geschikte nestelhabitat

De hoeveelheid geschikte habitat voor het nestelen van bijen werd voor elk van de deelnemende bedrijven gekwantificeerd als het percentage door geschikte habitat bedekte oppervlakte binnen een straal van zowel 500 m als 2 km in de omtrek van het onderzochte perceel (FAO 2011; Holzschuh *et al.* 2012). Dit percentage werd bepaald met gebruikmaking van ArcGIS Desktop (v.10, ESRI, USA), waarbij onder geschikte habitat werd verstaan natuurgebieden van de beheerstypen loof-, naald- en gemengd bos, en vochtige en droge heide, en de volgende aanvullende landschapselementen: begraafplaatsen, houtwallen, bomenrijen, heggen en hagen, taluds en dijken, en weg- en spoorbermen. In de analyse werd gecorrigeerd voor overlap van meerdere typen landschapselementen. Voor elk ras en onderzoeksjaar was inderdaad sprake van een duidelijke gradiënt (Figuur 3 en 4). De Elstar-boomgaarden verschilden onderling ongeveer 12% in percentage geschikte habitat, zowel binnen een straal van 500 m als 2 km. Het maximumpercentage lag iets hoger bij een straal van 2 km, op 16,2%. Voor de blauwe-bessenbedrijven was het maximum-percentage geschikte habitat aanzienlijk groter. Binnen 500 m in de omtrek lag het maximum rond de 40% voor beide rassen; binnen een straal van 2 km lag dit rond de 35%. Bij een straal van 500 m rond de blauwe-

bessenbedrijven was sprake van een iets grotere en meer geleidelijke gradiënt (Figuur 4); binnen 2 km in de omtrek was het percentage geschikte habitat voor relatief veel bedrijven hoog als gevolg van de relatief uitgestrekte heide- en bosgebieden in Limburg.



**Figuur 3** Percentage geschikte nestelhabitat binnen een straal van 500 m en 2000 m rond de deelnemende Elstar-percelen in 2013 (A) en 2014 (B).



**Figuur 4** Percentage geschikte nestelhabitat binnen een straal van 500 m en 2000 m rond de deelnemende Duke-percelen in 2013 (A) en Liberty-percelen in 2014 (B).

## 2.2 Analyse van bedrijfseconomie en bestuivingsbeleid

### 2.2.1 Enquête van deelnemende bedrijven

In het najaar van 2013 werd bij zo veel mogelijk appel- en blauwe-bessentelers een bedrijfseconomische enquête afgenomen. Hoofddoel van deze enquête was om per fruitteeltbedrijf gegevens te verzamelen waarmee meer inzicht verkregen kon worden in de verhouding tussen kosten en baten bij de productie van de onderzochte gewassen en de variatie daarin tussen bedrijven. Per bedrijf werden gegevens verzameld met betrekking tot de totale omzet, de oogstbrengrst en de teeltkosten. In het najaar van 2014 werd deze enquête herhaald bij de bedrijven die ook dit jaar weer deelnamen, en voor het eerst uitgevoerd bij de nieuwe bedrijven.

Een tweede set vragen in de enquête richtte zich op het bestuivingsbeleid. Er werd informatie verzameld over de inzet van bestuivingsbevorderende middelen, zowel gericht op bijplaatsing van gedomesticeerde bijen (aantal bijgeplaatste kasten bijen en hommels, kweek en uitzet van metselbijen) en de inzet van middelen om meer wilde bestuivers aan te trekken (bijenhôtels, planten van bloemenstroken etc.). Tevens werd gevraagd naar de kosten die samenhangen met deze maatregelen.

---

Een deel van de vragen over het bestuivingsbeleid had specifiek betrekking op de beweegredenen van telers om wel of niet extra maatregelen te nemen ter bevordering van bestuiving, en hun algemene indruk van het nut van bijgeplaatste en wilde bijen voor de zetting en vruchtbaarheid. Aangezien het overgrote deel van de telers die in 2014 deelnam deze vragen in 2013 al had beantwoord, werd dit onderdeel in 2014 niet herhaald. Wel werd steekproefsgewijs geverifieerd of grote veranderingen waren opgetreden in hun beleving ten opzichte van bestuiving. Dit bleek niet het geval.

De vragen in de enquête hadden betrekking op het voorafgaande seizoen (2013 of 2014) en werden zo veel mogelijk gefocust op de onderzochte rassen (Elstar, Duke en Liberty). Voor de eerste opzet is gebruikgemaakt van een enquête, afgenomen tijdens een vergelijkbaar onderzoek in Engeland (Breeze en Biesmeijer, persoonlijke communicatie). Op basis van literatuuronderzoek (o.a. Delaplane & Mayer, 2000; Free, 1993) en via overleg met experts op het gebied van (de bedrijfseconomie van) fruitteeltbedrijven kon de enquête worden aangepast aan de doelstellingen van dit onderzoek. De telers werden vooraf op de hoogte gebracht van de voorwaarden en het doel van de enquête. Vervolgens werd de enquête middels een interview bij de teler thuis afgenomen. Met de telers is afgesproken de verstrekte gegevens vertrouwelijk te behandelen. De bedrijfseconomische resultaten die in dit rapport worden gepresenteerd, zijn dan ook geanonimiseerd. In 2013 waren van de vijftien bedrijven die per gewas per jaar deelnamen aan het onderzoek, dertien appelteelers en veertien blauwe-bessenteelers bereid tot deelname aan de enquête. In 2014 namen veertien appelteelers en dertien blauwe-bessenteelers deel aan de enquête.

### 2.2.2 Kosten-batenanalyse

Voor het maken van de kosten-batenanalyse werd per bedrijf een saldobegroting opgesteld. Als uitgangspunt hiervoor werd het rekenschema zoals gepresenteerd in het rapport Kwantitatieve Informatie Fruitteelt 2009 – 2010 (vanaf hier afgekort als KWIN 09/10; Heijerman – Peppelman & Roelofs, 2010) gebruikt.

In deze begroting zijn – waar mogelijk – de gegevens aangepast naar de individuele bedrijfssituaties, gebaseerd op de uit de interviews en individuele bedrijfsrapporten verkregen cijfers. In hoeverre dit mogelijk was, hing af van de bereidheid van elke teler deze gegevens met ons te willen delen. De ontbrekende cijfers konden worden aangevuld met recente landelijke gemiddelden uit het KWIN rapport (Heijerman – Peppelman & Roelofs, 2010). De volgende gegevens konden grotendeels op basis van de enquête per bedrijf worden gespecificeerd:

- het totaal aantal hectare appels of blauwe bes;
- het totaal aantal hectare Elstar of Duke;
- de totale oogst in kilogrammen per klasse;
- de oogst in kilogrammen per klasse specifiek voor de rassen Elstar of Duke;
- het aantal ingezette bestuivers (honingbijenkasten en/of hommelmkolonies);
- bestuiving-gerelateerde kosten & kennis;
- informatie over het wel of niet nemen van maatregelen ter bevordering van wilde bestuivers en eventuele kosten die hiervoor zijn gemaakt.

Om de telers onderling te kunnen vergelijken, zijn voor het maken van de begrotingen alle gegevens omgerekend naar een waarde per hectare Elstar of Duke. Hierbij is uitgegaan van het aantal hectares dat de telers in respectievelijk 2013 en 2014 van deze rassen in productie hadden.

In overeenkomst met het KWIN-rapport wordt in de begroting uitgegaan van de toegerekende kosten (ook wel directe kosten of variabele kosten) en worden de vaste lasten buiten beschouwing gelaten. De variabele kosten hangen direct af van de productieomvang of oppervlakte voor berekening van het marginale saldo. De rol van de vaste kosten verschilt sterk per bedrijf en daarom kunnen die kosten niet goed opgenomen worden in een vergelijkend onderzoek. De marginale kosten geven veel beter aan wat de stijging in kosten is bij een groter teeltoppervlak.

Voor zowel de saldobegroting van Elstar als Duke is uitgegaan van het volproductieve stadium (KWIN, 2010). Dit wil zeggen dat vanaf een bepaalde leeftijd de productie van een boom of struik (en dus perceel) niet meer toeneemt en zijn maximale capaciteit heeft bereikt. De meeropbrengst per boom of struik kan wel afnemen naarmate er meer op een perceel staan en vanaf een bepaald aantal bomen of struiken zal de productie per hectare ook niet meer toenemen. De geïnterviewde appelteelers hebben

---

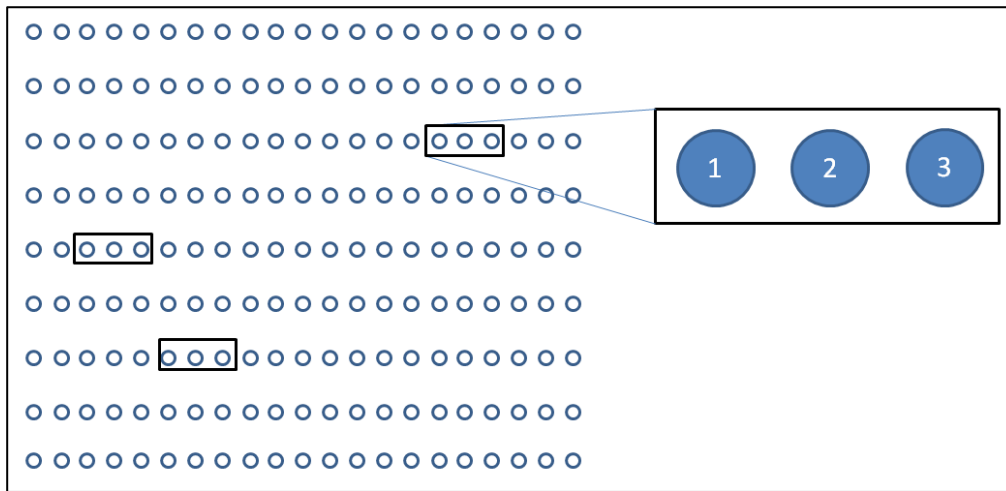
gemiddeld 3000 bomen per ha staan. Dus is er gebruikgemaakt van de gegevens voor een teeltsysteem met 3000 bomen per hectare in volproductief stadium, zoals gegeven in het KWIN-rapport.

Voor het merendeel van de blauwe-bessentelers is uitgegaan van het BB3-teeltsysteem, dat in het KWIN-rapport wordt omschreven als 'teelt in de grond zonder bescherming, met handpluk voor de verse consumptie'. Enkele deelnemende telers plukten de laatste bessen machinaal in plaats van met de hand. Specifiek voor deze bessen is voor de berekening uitgegaan van de arbeidsbehoefte van machinale pluk en sortering zoals gegeven voor het BB2-teeltsysteem ('teelt in de grond zonder bescherming met machinale pluk/sortering zowel voor de verwerkende industrie als voor de verse consumptie').

## 2.3 Analyse van de bestuivende gemeenschap

Per deelnemend bedrijf werd in één perceel van het onderzochte ras een inventarisatie gemaakt van de aantallen en soortenrijkdom van de bloembezoekende bestuivers. De inventarisatie richtte zich op alle soorten bijen (inclusief honingbijen en hommels) en zweefvliegen. Hiertoe werden op willekeurige locaties in het perceel twaalf transecten van 25 meter uitgezet, in een rechte lijn tussen twee rijen fruitplanten/bomen, en onafhankelijk van de ligging van de bestuivingsplots (zie 2.4; FAO 2011; Holzschuh *et al.* 2012). Bij elk bedrijf werden twee bemonsteringsrondes uitgevoerd, waarvan eenmaal gedurende de ochtend en eenmaal gedurende de middag (Reemer & Kleijn 2012). Per ronde werd elk transect gedurende tien minuten afgelopen, waarbij de bloemen van de planten aan weerszijden van het pad werden gescand op de aanwezigheid van bestuivers. Alle bestuivers die zich op of vlak bij een bloem bevonden werden gevangen met een insectennet (Westphal *et al.* 2008). Per transect werden de gevangen bijen – waar mogelijk – ter plaatse gedetermineerd en vervolgens losgelaten. Exemplaren die niet met zekerheid op soortnaam konden worden gedetermineerd, werden opgeslagen in potjes, meegenomen, en later onder de binoculair gedetermineerd.

Bemonsteringsrondes vonden plaats tijdens de bloeiperiode van het gewas, en in principe enkel onder weersomstandigheden waarbij bestuivers uitvliegen:  $\geq 15$  graden, weinig wind ( $< 40$  km/h), zonnig of hooguit halfbewolkt, en droge vegetatie (Reemer & Kleijn 2012; FAO 2011; Bommarco *et al.* 2012). De weersomstandigheden in het voorjaar van 2013 waren echter uitzonderlijk koud en vochtig. De bloeiperiode viel voor beide gewassen dan ook uitzonderlijk laat (mei; zie Tabel 1 voor vangdagen), en ook tijdens de bloeiperiode was het aantal dagen met droog weer zeer gering. Om toch binnen de bloeiperiode elk bedrijf tweemaal te kunnen bezoeken, was er dan ook geen andere mogelijkheid dan ook te vangen op regenachtige dagen. De vangrondes werden gestaakt tijdens regen, maar vangst bij bewolkt weer en deels vochtige vegetatie kon in veel gevallen niet worden voorkomen. Een eventuele mismatch tussen de jaarcyclus van bepaalde soorten bestuivers en het bloeiseizoen van de fruitgewassen, en met name de weersomstandigheden tijdens de bloei, hebben met hoge waarschijnlijkheid een rol gespeeld bij de relatief lage aantallen wilde bestuivers (vooral solitaire bijen) die werden waargenomen. In 2014 was het voorjaar minder koud en regenachtig, en lukte het wel om alleen te vangen bij bovengenoemde gunstige omstandigheden. De bloeiperiode viel voor zowel de appels (Elstar) als de bessen (Liberty) in de normale periode (april; zie Tabel 1).



**Figuur 5** Schematische weergave van proefopzet per boomgaard. Elke cirkel symboliseert 1 boom. Per boomgaard werden drie plots uitgelegd, die elk drie gemarkeerde bomen omvatten (gevulde cirkels). Per plot werd aan elke boom een van de drie bestuivingsbehandelingen toegekend.

## 2.4 Bestuivingsbehandelingen

### 2.4.1 Opzet

Per bedrijf werden drie plots geselecteerd, op random locaties in hetzelfde perceel als waar de bijeninventarisaties plaatsvonden. Elke plot omvatte een groep van drie fruitbomen of fruitplanten (Figuur 5). Voor Elstar werd op sommige bedrijven zowel in 2013 als 2014 gemeten, zo veel mogelijk in hetzelfde perceel. In 2014 werden echter ook hier random drie nieuwe locaties geselecteerd waar plots werden uitgezet. Per plot werd elk van de drie bomen aan een andere behandeling onderworpen met betrekking tot de wijze waarop de bloemen werden bestoven (Figuur 6). Per appelboom werden twee zijtakken geselecteerd, gemarkeerd en aan de behandeling onderworpen. Per blauwe bessenplant werd één tak gemarkeerd en behandeld. De takken werden in alle gevallen zodanig geselecteerd dat de afmeting van de takken zo goed mogelijk overeenkwam tussen verschillende bomen/planten.

Eén behandeling betrof de uitgangssituatie, waarbij de plant vrij kon worden bestoven door zowel de wind als door insecten (vanaf hier aangeduid als 'vrije bestuiving'). De oogstopbrengst van deze planten vertegenwoordigt dus de oogst onder normale omstandigheden, die ook op de overige planten binnen het perceel van toepassing waren. Een tweede behandeling bestond uit het met de hand bestuiven van bloemen. Tijdens de bloeiperiode werden appelbloemen bestoven met stuifmeel van bloemen van een tweede appelras, waarvan de bomen ofwel in dezelfde rij tussen de Elstar-bomen waren aangeplant, ofwel in een naburige rij, om zo als stuifmeelbron te dienen voor de Elstar-bomen. Bij de deelnemende bedrijven betrof dit bestuivende ras in bijna alle gevallen een sierappel; in enkele gevallen Golden Delicious. Het blauwe-bessenras Duke bloeit eerder dan alle andere rassen in de Nederlandse teelt, en wordt dus bestoven door stuifmeel van planten van hetzelfde ras. Handbestuiving vond plaats door bloemen met rijpe meeldraden te plukken en tegen de te bestuiven bloem te drukken, zodat de meeldraden en stampers goed met elkaar in aanraking kwamen. De handbestoven takken werden niet afgedekt en konden dus tevens bestoven worden door insecten en wind. Deze behandeling vertegenwoordigt dan ook de maximaal haalbare bestuiving. Vergelijking van de oogstopbrengst met die bij vrije bestuiving biedt de mogelijkheid om de mate van bestuivingslimitatie te kwantificeren (in hoeverre is de bestuiving optimaal onder normale omstandigheden of wordt deze geremd door een gebrek aan stuifmeeldepositie). De derde behandeling bestond uit het inpakken van takken met gaas van polyethyleen, met een maaswijdte van 1x1 millimeter. Dit gaas biedt geen doorgang aan bestuivende insecten, maar heeft relatief weinig invloed op bestuiving door middel van de wind (hoewel een beperkte invloed niet kan worden uitgesloten). Deze behandeling

---

vertegenwoordigt een simulatie van de situatie die zou ontstaan indien het Nederlandse landschap volledig verstoken zou zijn van bestuivende insecten. Vergelijking van de oogstopbrengst bij deze behandeling met die bij vrije bestuiving biedt de mogelijkheid om de bijdrage van bestuivende insecten aan de oogstopbrengst te kwantificeren.

De gazen zakken werden enkele weken voor het bloeiseizoen over de takken heen geschoven en met een tiwrap bevestigd aan de tak om de opening te sluiten (zie Figuur 6). Direct nadat de laatste bloemen waren afgevallen, werden bij alle bedrijven de zakken verwijderd, om een eventuele invloed van een veranderd microklimaat op de ontwikkeling van de vruchten te voorkomen.

## 2.4.2 Bepaling oogstopbrengst

### **Vruchtzetting**

Voor blauwe bes werd de vruchtzetting bepaald door vlak voor het oogstseizoen van 25 bloemtrossen per tak de verhouding te bepalen tussen het aantal bloemen en het aantal geproduceerde vruchten. Op het moment dat de vruchten werden geteld, waren de bloemen al afgevallen. Echter, het totaal aantal bloemen per tros kon worden herleid door de littekens van afgevallen bloemstelen te tellen. Voor appelbomen was het bepalen van een exacte vruchtzetting lastig, doordat telers tijdens de vruchtontwikkeling appels verwijderen om overproductie te voorkomen. De verhouding in het aantal appels dat per boom kon worden geoogst, kon echter wel als schatting worden gebruikt voor de verhouding in vruchtzetting tussen verschillende bestuivingsbehandelingen.

### **Vruchtkwaliteit**

Kort voor het moment waarop de oogst door de telers werd gestart, werden de vruchten geoogst van de gemarkeerde en behandelde takken van elk van de negen geselecteerde bomen/planten per bedrijf. In het geval van blauwe bes was reeds een eerste oogstronde gepasseerd, waarbij de telers slechts enkele bessen verwijderen. Hierdoor konden de bessen worden geoogst op het moment dat ze volledig rijp waren, enkele dagen voordat de eerste grote oogstronde van alle rijpe bessen van start ging. Per plant werd een maximum van tien vruchten geoogst (bij appelbomen afkomstig van de twee takken gezamenlijk).

Van elke appel werd met behulp van een tafelweegschaal het gewicht bepaald (Figuur 7). Met behulp van een schuifmaat werd de equatoriale diameter gemeten. Vrijwel alle appels werden groen geoogst, waardoor de kleur van de appel niet kon worden meegenomen als kwaliteitskenmerk. Wel werd de symmetrie van de appel gescoord (Figuur 8) door middel van een klasse-indeling lopend van 1 (zeer asymmetrisch) tot 3 (geheel symmetrisch). De symmetrie van de appel is een belangrijk kenmerk bij de kwaliteitswaardering van appels.

Van elke blauwe bes werd het gewicht bepaald met behulp van een microbalans. Per bes werd zowel de equatoriale als de polaire diameter gemeten (Figuur 9), zodat aan de hand van de twee diameters het volume van de bes kon worden geschat op basis van een standaardformule voor het volume van een ellipsoïde.





**Figuur 6** Opzet van bestuivingsproef in appelboomgaarden (boven) en blauwe-bessenbedrijven (beneden). Per plot werden drie bomen/struiken gemarkeerd met gekleurde tape, die elk een andere bestuivingsbehandeling kregen toegewezen. Per appelboom werden twee takken gemarkeerd waaraan de behandelingen (gazen zak (blauw), handbestuiving (oranje) of vrije bestuiving (roze) werden uitgevoerd, en waarvan de vruchten werden geoogst en gemeten. Per blauwe-bessenstruik werd één tak gemarkeerd, behandeld en geoogst.



**Figuur 7** Meten van gewicht van geogste appels.



**Figuur 8** Verschil in vruchtsymmetrie van geogste appels.



**Figuur 9** Meten van de diameter van geogste blauwe bessen.

---

## 2.5 Data-analyse

### 2.5.1 Bijen-inventarisaties

Op basis van de waargenomen aantallen bestuivers per soort, werd per bedrijf per vangstronde het totaal aantal gedomesticeerde bestuivers, het totaal aantal wilde bestuivers, het percentage wilde bestuivers ten opzichte van het totaal en het aantal soorten wilde bestuivers berekend. In appelboomgaarden bestaan de gedomesticeerde bestuivers slechts uit honingbijen. Telers van blauwe bessen plaatsen daarentegen zowel kasten met honingbijen als dozen met kolonies van de aardhommel (*Bombus terrestris*). Aardhommels komen echter eveneens van nature in flinke aantallen in het landschap voor. Om een goede schatting te maken van de bijdrage van wilde en gedomesticeerde bestuivers aan de oogst, werd daarom voor blauwe-bessenbedrijven een deel van de aardhommels aan de wilde bestuivers toegewezen en de rest aan de gedomesticeerde bestuivers. Hiervoor werd gebruikgemaakt van een grote dataset met inventarisatiedata voor insect-bestoven gewassen in geheel Europa (D. Kleijn, ongepubliceerde data). Op basis van deze dataset werd een gemiddelde verhouding berekend tussen de aardhommel en een andere hommelse soort (*Bombus lapidarius*) die op insect-bestoven gewassen ook in hoge dichtheden voorkomt. Deze verhouding werd toegepast om op basis van het aantal waargenomen exemplaren van *B. lapidarius* voor elke vangronde per bedrijf het aantal wilde aardhommels te schatten. Voor het restant aan aardhommels werd vervolgens aangenomen dat het uitgezette individuen betrof. Aangezien de bron van herkomst vermoedelijk niet veel uitmaakt voor de relatie tussen het aantal bijen en de vruchtzetting en vruchtkwaliteit, werden in deze analyses alle aardhommels samengevoegd en vergeleken met het effect van de aantallen honingbijen en (overige) wilde bestuivers. Per bedrijf werden de aantallen bestuivers en de soortenrijkdom gemiddeld over de twee vangrondes, zodat een enkele waarde per bedrijf werd verkregen die kon worden meegenomen in de verdere analyses.

### 2.5.2 Oogstkarakteristieken

#### **Appel**

Doordat als gevolg van een beurtjaar een deel van de bomen geen appels produceerde en het aantal geproduceerde appels flink lager lag bij de behandeling 'windbestuiving', was voor een aanzienlijk aantal bomen het aantal geogste appels te laag om een realistisch gemiddelde te berekenen voor het gewicht en de diameter per appel. Daarom zijn gemiddelden berekend over alle appels van de drie bomen in een boomgaard die een bepaalde behandeling ondergingen. Tevens werd het totaal aantal appels dat werd geogst van deze drie bomen samen als parameter meegenomen. Voor elk bedrijf werd daarna per parameter de waarde bij vrije bestuiving gedeeld door de waarde bij windbestuiving. Op deze wijze werd de waarde oogstparameter gecorrigeerd voor eventuele variatie veroorzaakt door verschillen in windbestuiving tussen bedrijven.

#### **Blauwe bes**

Per bemonsterde plant werden het gemiddelde gewicht, het gemiddelde volume per bes en het gemiddelde zettingspercentage per bloemtros bepaald. De ratio tussen oogst bij vrije bestuiving en oogst bij windbestuiving kon vervolgens per plot worden bepaald, zodat drie onafhankelijke waarden werden verkregen per bedrijf. In onderstaande regressieanalyses werd een gemiddelde van deze drie waarden meegenomen.

#### **Oorzaken van verschillen in oogstopbrengst**

Via multiële lineaire regressieanalyses werden de verbanden bepaald tussen elk van de oogstparameters (gewicht per appel, diameter per appel en aantal appels bij Elstar; gewicht per bes, volume per bes en zetting per tros bij Duke) en een viertal verklarende variabelen: het aantal gedomesticeerde bestuivers, het aantal wilde bestuivers, het totaal aantal bestuivers en het aantal waargenomen bestuivende soorten (elk gemiddeld per ronde per bedrijf). Twee weersvariabelen tijdens het vangen (het aantal zonuren per vangdag en het aantal millimeters regen per vangdag) en het percentage geschikte bijenhabitat in de omtrek werden als covariabelen meegenomen. Voor de oogstparameters werd telkens gerekend met de bovengenoemde ratio, waarbij de oogst bij vrije bestuiving wordt gecorrigeerd voor de bijdrage van windbestuiving. Voor de blauwe bes werden in

deze analyses de honingbij, de aardhommel en de overige wilde bestuivers als losse groepen meegenomen. In dit geval werden de aardhommels dus niet verdeeld over de gedomesticeerde en wilde bestuivers.

### 2.5.3 Verdeling over kwaliteitsklassen

Verdeling over kwaliteitsklassen vindt op de veiling plaats per aangeboden partij, waarbij zekere tolerantiegrenzen gelden met betrekking tot afwijking van de eisen van een beperkt deel van de partij. Een dergelijke aanpak was echter niet haalbaar in deze studie, omdat slechts een kleine steekproef werd bemonsterd, met als doel inzicht te krijgen in de (financiële) opbrengst per hectare. Om inzicht te krijgen in verschillen in klasse-indeling tussen verschillende behandelingen, werd in dit onderzoek elke afzonderlijke vrucht in een bepaalde klasse ingedeeld op basis van vaste klassegrenzen. Voor beide gewassen is de gebruikte klasse-indeling hieronder beschreven.

#### Appel

De verdeling van appels over kwaliteitsklassen werd gebaseerd op de richtlijnen voor Elstar, beschreven in de 'Specifieke handelsnorm voor appels' (versie oktober 2013). Hierbij wordt een verdeling over drie kwaliteitsklassen (K1-3, met K1 = hoogste kwaliteit) aangehouden. Een eerste criterium betreft de vorm van de appels. Volledig symmetrische appels worden in principe ingedeeld in klasse 1, licht asymmetrische appels in klasse 2 en sterk asymmetrische appels in klasse 3, ongeacht hun formaat of gewicht. Voor formaat en gewicht gelden echter ondergrenzen van respectievelijk 50 mm (equatoriale diameter) en 70 g per appel. Elke appel die kleiner en/of lichter is dan deze ondergrens wordt ingedeeld in klasse 3. Binnen klasse 1 en 2 geldt een onderverdeling in acht deelklassen op basis van formaat (met klassebreedten van 5 mm). Uiteindelijk resulteert dit in een opsplitsing in 17 klassen, zoals weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2

*Afbakening van de verschillende kwaliteitsklassen zoals aangehouden voor appels.*

Naam klasse	Hoofdklasse	Formaatklasse (mm)
K1_50-55	K1	50-55
K1_56-60	K1	56-60
K1_61-65	K1	61-65
K1_66-70	K1	66-70
K1_71-75	K1	71-75
K1_76-80	K1	76-80
K1_81-85	K1	81-85
K1_>85	K1	>85
K2_50-55	K2	50-55
K2_56-60	K2	56-60
K2_61-65	K2	61-65
K2_66-70	K2	66-70
K2_71-75	K2	71-75
K2_76-80	K2	76-80
K2_81-85	K2	81-85
K2_>85	K2	>85
K3	K3	

#### Bes

Voor blauwe bessen is geen algemene handelsnorm beschikbaar. Informatie over de algemeen gehanteerde verdeling in kwaliteitsklassen werd verkregen uit gesprekken met meerdere veilinghuizen en op basis van informatie van de deelnemende boeren. Dit resulteerde in een opsplitsing in 2 hoofdklassen: Industrie (niet bedoeld voor de losse verkoop, maar voor verwerking tot andere producten) en Klasse 1 (de betere bessen, geschikt voor verkoop als hele bes). Alle bessen met een formaat kleiner dan 10 mm werden ingedeeld in kwaliteitsklasse Industrie. Binnen de hoge klasse (klasse 1) werd een onderverdeling gemaakt in drie deelklassen op basis van formaat. In totaal resulteerde dit in een opsplitsing in vier klassen, zoals weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3

Afbakening van de verschillende kwaliteitsklassen zoals aangehouden voor blauwe bessen.

Naam klasse	Kwaliteitsklasse	Formaatklasse	
Industrie	Industrie	fijn	<10.0 mm
K1_middel	K1	middel	10 - 12.0 mm
K1_midgrof	K1	mid/grof	12.1 - 15.0 mm
K1_grof	K1	grof	15.1 - 18.0 mm
K1_extragrof	K1	extra grof	>18.0 mm

#### 2.5.4 Economische waardering

De marktwaarde van een partij vruchten is afhankelijk van zowel een kwantitatieve factor (het gewicht van de oogst in kilogrammen) als een kwalitatieve factor (de waarde van de oogst per kilogram). Voor het berekenen van het verschil in economische waarde van de oogstopbrengst bij vrije bestuiving en bij windbestuiving, werd een aangepaste versie gehanteerd van een methode beschreven door Garrett *et al.* (2014), die zowel de kwalitatieve als kwantitatieve factor in beschouwing neemt. De door ons gehanteerde methode wordt hieronder stap voor stap beschreven.

Het verschil in economische waarde ( $\Delta V$ , in euro/hectare) tussen vrije bestuiving en windbestuiving is te schrijven als  $\Delta V = V_{\text{vrij}} - V_{\text{wind}}$ , waarbij

$V_{\text{vrij}}$  = de economische waarde in euro/hectare bij vrije bestuiving;

$V_{\text{wind}}$  = de economische waarde in euro/hectare bij windbestuiving.

De economische waarde per behandeling wordt verkregen door de totale opbrengst in kilogrammen per hectare op te splitsen over verschillende kwaliteitsklassen, de opbrengst in elke klasse te vermenigvuldigen met de prijs per kilogram van vruchten uit de betreffende klasse, en deze waarden op te tellen voor alle kwaliteitsklassen. Oftewel:

$V_t = \sum P_i \times O_{ti}$ , waarbij

$V_t$  de economische waarde is van de opbrengst van behandeling  $t$ ;

$P_i$  = prijs in euro/kg van vruchten van kwaliteitsklasse  $i$ ;

$O_{ti}$  de totale opbrengst in kg/ha van de vruchten van behandeling  $t$  uit kwaliteitsklasse  $i$ .

Voor appels werden 17 klassen gehanteerd en voor blauwe bessen 5 klassen, in overeenstemming met Tabel 2 en 3. Voor elke klasse werd een gemiddelde prijs per kilogram bepaald. Voor Elstar werd hiervoor gebruikgemaakt van zesjarige gemiddelde veilingprijzen per kwaliteitsklasse (2003-2009), zoals beschikbaar in de LEI-rapportage 'Kwantitatieve Informatie Fruitteelt 2009-2010' (KWIN; Heijerman-Peppelman & Roelofs 2010), en middenprijzen per week per formaatklasse voor de seizoenen 2013 en 2014, verkregen via veilinghuis Fruitmasters. Voor Duke werden eveneens middenprijzen per week per formaatklasse voor 2013 en 2014 verkregen via Fruitmasters.

De totale opbrengst  $O_{ti}$  werd per behandeling per kwaliteitsklasse afzonderlijk geschat op basis van verzamelde oogstgegevens. Hiervoor werd de volgende formule gehanteerd:

$O_{ti} = Y \times Q_{ti} \times W_{ti} \times S_t$ , waarbij

$Y$  = de gemiddelde productie (kg/ha) in de Nederlandse teelt (Elstar: landelijk gemiddelde volgens Land- en tuinbouwcijfers 2012 (LEI/CBS 2012); Duke: gemiddelde waarde op basis van gegevens verkregen van geënquêteerde deelnemers aan het huidige onderzoek, zie paragraaf 2.2);

$Q_{ti}$  = het percentage van de vruchten dat voor planten met bestuivingsbehandeling  $t$  werd toegekend aan klasse  $i$ ;

$W_{ti}$  = het gemiddelde gewicht per vrucht als percentage van de waarde bij vrije bestuiving, per behandeling  $t$  per klasse  $i$ ;

$S_t$  = de vruchtzetting als percentage van de waarde bij vrije bestuiving, per behandeling  $t$ .

Bovenstaande berekeningen werden uitgevoerd op basis van oogstgegevens gemiddeld over alle deelnemende bedrijven. Hierbij zijn we uitgegaan van de in onze plots gemeten kwaliteitswaarde. In 2014 ondervond een aantal bedrijven flinke schade van de vlieg *Drosophila suzukii*. Echter, deze was niet aanwezig in onze plots. Onze resultaten zijn dus geldig voor bedrijven die geen schade



---

ondervonden van *D. suzukii*. Op grond van het verschil in economische waarde tussen vrije en windbestuiving is te berekenen welk percentage van de oogstwaarde afhankelijk is van bestuiving door insecten.

Gelijktijdig met het hier beschreven onderzoek werd echter in 2013 in een van de deelnemende appelboomgaarden door student Quint Rusman een onderzoek uitgevoerd naar soortverschillen in de efficiëntie waarmee per bezoek stuifmeel wordt afgegeven aan de bezochte bloem. In het seizoen 2014 werd door Vita Hommersen een vergelijkbaar onderzoek uitgevoerd voor Liberty blauwe bessen. Op basis van deze resultaten (Rusman 2013 en Hommersen 2014) werd een gemiddelde efficiëntiefactor per soort bepaald. Indien voor een soort geen gegevens beschikbaar waren, werd gebruikgemaakt van een gemiddelde waarde voor het betreffende geslacht. Per bedrijf werd vervolgens de gemiddelde bijdrage per soort per bloembezoek aan de bestuiving geschat, door de efficiëntiefactor te vermenigvuldigen met het aantal waarnemingen van de soort in het perceel. Op basis hiervan werd per bedrijf een schatting gemaakt van de relatieve bijdrage van wilde bestuivers aan de bestuiving van bloemen. Op basis van dit percentage kan een inschatting worden gemaakt van de relatieve bijdrage van wilde bestuivers aan de oogstopbrengst (zie o.a. Isaacs *et al.* 2010).

Op basis van de bedrijfseconomische analyses beschreven in paragraaf 2.2. kon per gewas per bedrijf een schatting worden gemaakt van de kostprijs per kilogram verkochte vruchten. Vergelijking tussen bedrijven wees uit dat de kostprijs in euro/kg sterk afneemt naarmate de totale productie per hectare toeneemt. Op basis van een regressieanalyse voor het verband tussen kostprijs en totale productie en de geschatte totale productie (kg/ha) per bestuivingsbehandeling, kon een kostprijs worden geschat voor zowel de situatie met vrije bestuiving als de situatie met slechts windbestuiving. Door deze kostprijs te vermenigvuldigen met de totale productie per behandeling verkrijgt men de totale kosten. Door deze af te trekken van de oogstwaarde werd de nettowinst in euro/ha bepaald voor beide bestuivingsbehandelingen. Op grond daarvan werd een schatting gemaakt van de bijdrage van (wilde) bestuivers aan de nettowinst per hectare.

## 3 Bedrijfseconomische analyses

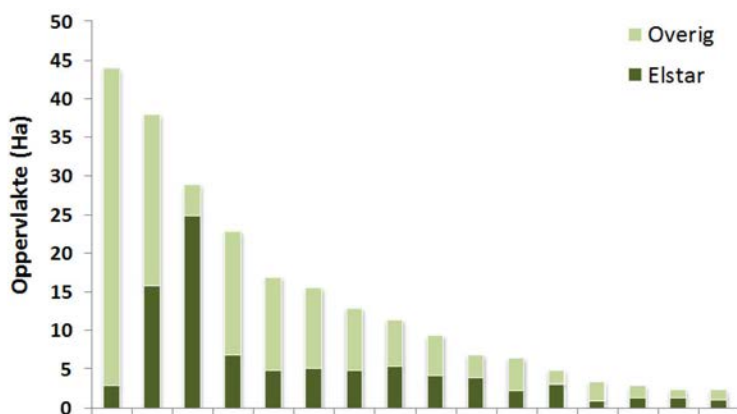
### 3.1 Bedrijfsprofielen

#### 3.1.1 Omvang van de bedrijven

##### Appel

De grootte van het areaal appel van de 16 fruitteeltbedrijven die aan de enquête meewerkten, varieerde van 2,5 tot 44 hectare appels (zie Figuur 10). Bij de meeste bedrijven bestond 1 tot 5 hectare daarvan uit Elstar, met een uitschieter van 25 hectare (98% van het totaal op dit bedrijf). Gemiddeld bestond 44% van het appel-areaal uit Elstar. Landelijk neemt Elstar ongeveer 41% van het appel-areaal in (3200 van de 7790 hectare appels in 2013 (CBS 2013); cijfers 2014 bij schrijven nog niet bekend).

Ongeveer 75% van de bedrijven teelde in meer of mindere mate ook nog andere gewassen naast appels, voornamelijk peer en in enkele gevallen kersen en/of pruimen.

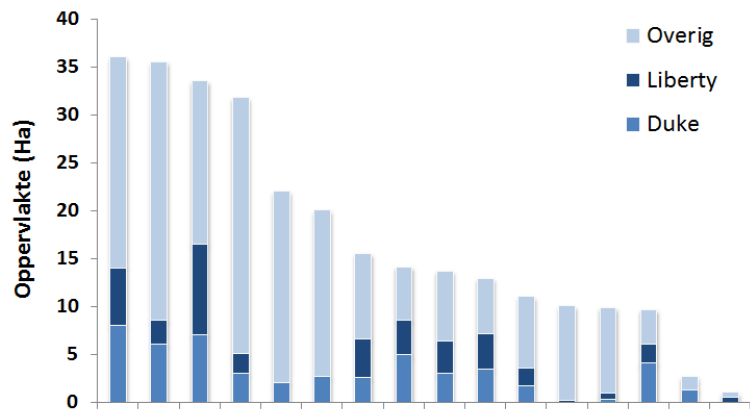


**Figuur 10** Spreiding in het oppervlak waarop appels werden geteeld per geënquêteerd bedrijf, en het aandeel dat daarin werd ingenomen door het ras Elstar.

##### Blaauwe bes

De 16 blauwe-bessentelers die hebben meegewerkt aan de bedrijfseconomische enquête telen een oppervlakte tussen de 1 en 36 hectare (Figuur 11), waarvan gemiddeld 21% werd ingenomen door het ras Duke en 18% door het ras Liberty. Eén bedrijf (niet geënquêteerd, dus ontbreekt in Figuur 11) was uitzonderlijk groot van omvang en teelt 65 hectare blauwe bes. Vergeleken met de appelteelt is de landelijke omvang van de blauwe-bessenteelt beperkt: 577 ha in 2013 (CBS, 2014; cijfers 2014 bij schrijven nog niet bekend). De 17 blauwe-bessentelers die in 2013 en 2014 deelnamen aan het onderzoek bezitten gezamenlijk 344 ha, wat neerkomt op 60% van het totale areaal blauwe bes in Nederland.

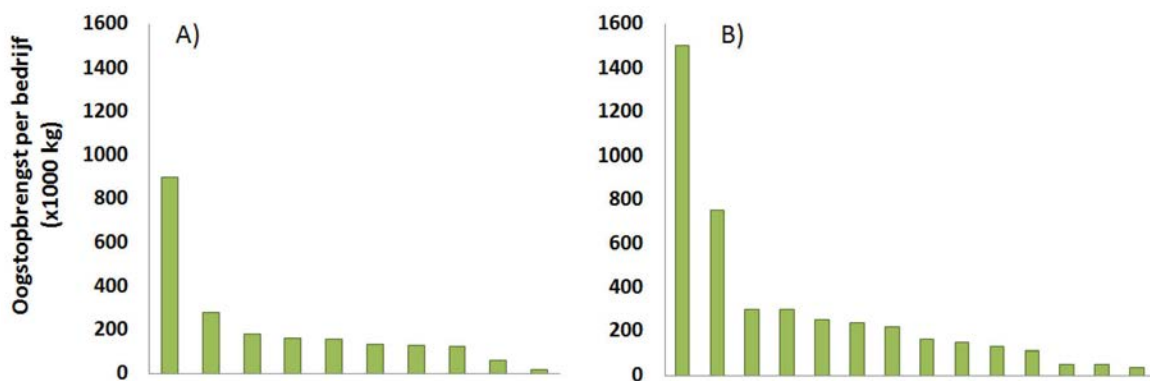




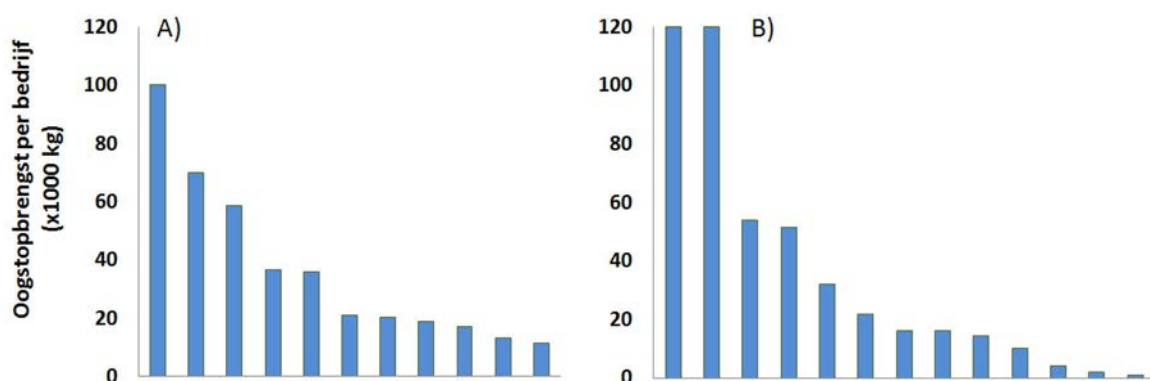
**Figuur 11** Spreiding in het oppervlak waarop blauwe bessen werden geteeld per geënquêteerd bedrijf en het aandeel dat daarin werd ingenomen door de onderzochte rassen Duke (2013) en Liberty (2014).

### 3.1.2 Opbrengst en omzet

De totale oogstopbrengst per deelnemende appelteler lag in 2013 tussen de 35.500 en 2.100.000 kilogram appels, waarvan tussen de 25.000 en 900.000 kilogram Elstar (Figuur 12A). In 2014 lag de totale opbrengst tussen de 70.000 en 1.900.000 kilogram, waarvan tussen de 35.000 en 1.500.000 kilogram Elstar (Figuur 12B). Onder de blauwe-bessentelers lag het aantal geoogste kilogrammen in 2013 tussen de 5.539 en 910.000 kilogram, waarvan tussen de 1.200 en 280.000 kilogram Duke (Figuur 13A). In 2014 werd per bedrijf tussen de 6.500 en 500.000 kilogram bessen geoogst, waarvan tussen de 1.000 en 120.000 kilogram Liberty. Een aantal telers gaf aan in 2014 een aanzienlijk hoger oogstverlies te hebben ondervonden als gevolg van schade door de vlieg *Drosophila suzukii*.

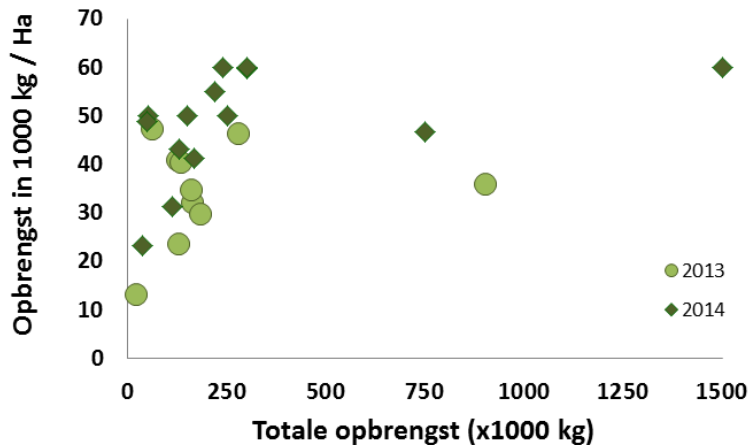


**Figuur 12** Oogstopbrengst in kilogrammen Elstar per bedrijf, in 2013 (A) en 2014 (B).

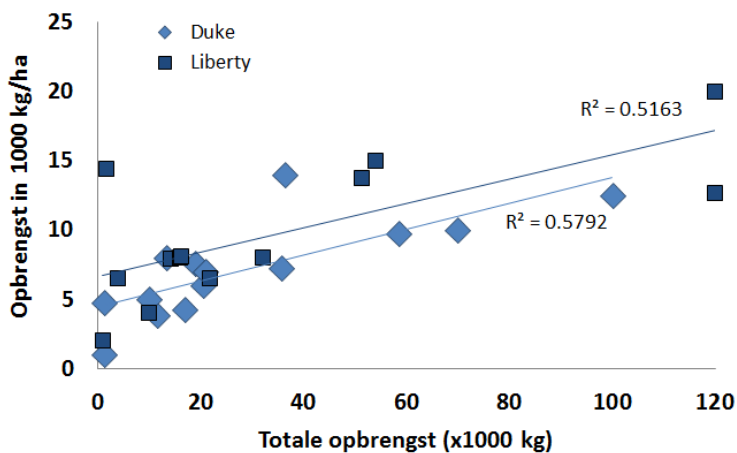


**Figuur 13** Oogstopbrengst per bedrijf voor Duke (figuur A, in 2013) en Liberty (figuur B, in 2014).

De opbrengst in kilogram Elstar appels die per hectare werd behaald, bleek zowel in 2013 als 2014 sterk te verschillen tussen de bedrijven (factor drie verschil; Figuur 14). Bij de kleinere bedrijven (opbrengst tot 300 ton) was er een duidelijk en significant lineair verband zichtbaar tussen de opbrengst per hectare en de totale opbrengst van het bedrijf ( $P < 0.001$  voor beide jaren). Bij de nog grotere bedrijven lag de opbrengst per hectare naar verhouding lager. Eenzelfde relatie was zichtbaar voor de beide blauwe-bessenrassen. Voor zowel Duke ( $P = 0.002$ ) als Liberty ( $P = 0.006$ ) nam – gezien over alle bedrijven – de opbrengst per hectare lineair toe met de schaalgrootte van het bedrijf (Figuur 15).



**Figuur 14** Relatie tussen oogst per hectare en de totale oogst per bedrijf voor Elstar-appels.



**Figuur 15** Relatie tussen oogst per hectare en de totale oogst per bedrijf voor de bessenrassen Duke (2013) en Liberty (2014).

## 3.2 Kosten-batenanalyse

### 3.2.1 Appel

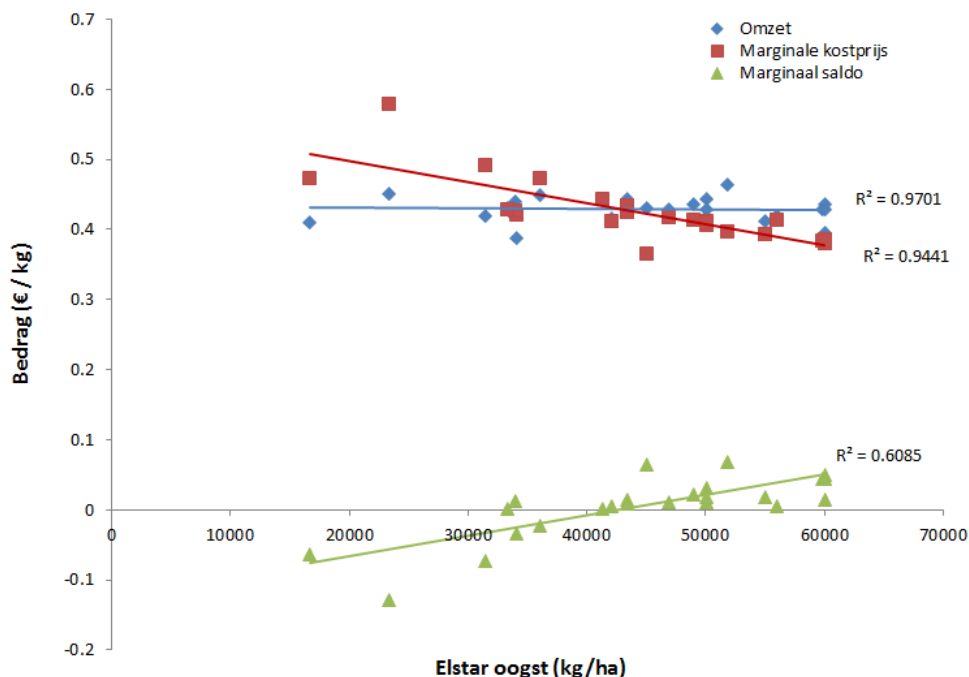
In 2013 viel van de geoogste Elstar-appels gemiddeld per bedrijf 88% in de hoogste kwaliteitsklasse (klasse 1), in 2014 was dit gemiddeld 81%. Dit komt goed overeen met het zesjaarlijks gemiddelde percentage van 85%, zoals gepresenteerd in het KWIN 09-10 (Heijerman – Peppelman & Roelofs, 2010). In 2013 varieerde het percentage appels in klasse 1 tussen 70% en 100% per bedrijf, in 2014 was dit tussen de 70 en 95%. De rest van de oogst bestond bij de meeste telers uit klasse 2-appels, met als uitzondering één teler die ook klasse 3-appels oogstte. Nederlandse appelteilers bewaren

gemiddeld rond de 80% van hun oogst in de koeling voor verkoop later in het jaar (Heijerman – Peppelman & Roelofs, 2010). Dit resulteert echter wel in een zeker bewaarverlies, waardoor het verkochte aantal kg per hectare op ongeveer 97% lag van de geoogst hoeveelheid (in geval van de geënkultuurde telers). De omzet van de appeltelers lag in 2013 tussen de € 6.615 en € 24.114 per hectare; in 2014 lag de omzet tussen de € 10.209 en € 25.323 per hectare (Tabel 6). Wanneer de kosten en baten worden vergeleken, valt op dat de teelt van Elstar zowel in 2013 als in 2014 voor een aantal telers in dit onderzoek niet rendabel lijkt te zijn geweest. De kosten per hectare zijn bijna gelijk aan de omzet per hectare (Tabel 6). De marginale kostprijs per kilogram kwam in 2013 gemiddeld uit op € 0,41 en in 2014 op € 0,42, waardoor het marginale saldo in 2013 gemiddeld uitkwam op € 0,02 en in 2014 op € 0,01. (zie Tabel 3). In de berekening van het marginale saldo zijn de vaste kosten nog niet eens meegenomen. Naar alle waarschijnlijkheid komen de totale kosten voor veel van de appeltelers dan ook boven de omzet te liggen. Deze resultaten komen overeen met de gegevens uit KWIN 09-10: voor het ras Elstar wordt een kostprijs gegeven van € 0,74/kg bij een teeltsysteem van 3000 bomen per hectare. Met een zesjaarlijks gewogen gemiddelde veilingprijs van € 0,45/kg komt de winst per kilogram dus uit op -0.29 euro/kg. Figuur 16 laat zien dat de omzet per kilogram gelijk blijft bij een grotere oogst, maar dat de productiekosten naar verhouding steeds lager worden, zodat per saldo een hogere winst wordt verkregen. Een grote opbrengst in kg/ha is dus noodzakelijk voor een rendabele productie.

Tabel 6

Overzicht van de minimale en maximale omzet, marginale kosten en marginaal saldo van Elstar & Duke in € per hectare en in € per kilogram.

	Elstar 2013	Elstar 2014	Duke 2013	Liberty 2014
	Min - Max	Min - Max	Min - Max	Min - Max
Omzet (€/ha)	6615 – 24114	10209 – 25323	5548 – 74060	8683 – 86832
Marginale kosten (€/ha)	7629 – 22461	14977 – 22444	4984 – 29504	6138 – 34319
Marginaal Saldo (€/ha)	-1015 – 3526	-2886 – 2879	563 – 44555	2545 – 52513
Omzet per kilo (€/kg)	0.39 – 0.47	0.40 – 0.44	5.02 – 5.29	3.67 – 4.59
Marginale kostprijs (€/kg)	0.35 – 0.47	0.38 – 0.58	1.85 – 4.75	1.22 – 3.07
Marginaal saldo per kilo (€/kg)	-0.06 – 0.08	-0.13 – 0.05	0.54 – 3.17	1.27 – 2.57



**Figuur 16** Omzet, marginale kostprijs en marginaal saldo in € per kilogram, uitgezet tegen de oogst in kilogrammen per hectare, weergegeven voor alle telers die deelnamen in 2013 en 2014.

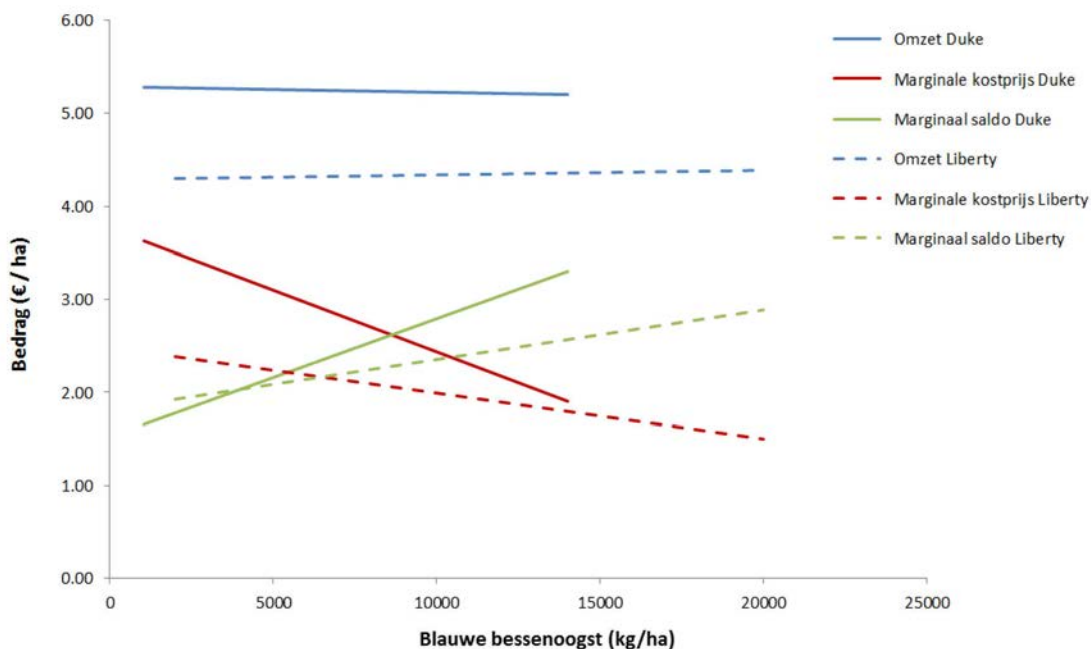
### 3.2.2 Blauwe bes

In Tabel 6 en Figuur 17 is zichtbaar dat de omzet per kilogram voor blauwe bessen veel hoger ligt dan voor appels. Voor het ras Liberty lag de omzet per kilogram wat lager dan voor Duke (gemiddeld respectievelijk € 4,34/kg en € 5,24/kg). Dit is jaarlijks het geval en wordt veroorzaakt doordat Duke een vroeg ras is, dat vroeg in het seizoen wordt aangeboden wanneer het aanbod van blauwe bessen uit het buitenland vaak nog beperkt is. Om die reden kunnen de telers gemiddeld een hogere prijs krijgen per kilogram Duke dan voor blauwe-bessenrassen die pas later in het seizoen geoogst kunnen worden, zoals Liberty. In ons onderzoek speelt echter ook een verschil in oogstwaarde tussen de jaren 2013 en 2014 een rol. Het overgrote deel van de oogst van het ras Duke bestond in 2013 uit klasse 1-bessen (gemiddeld 97%, tussen de 80 en 100% per bedrijf). Voor Liberty was dit in 2014 heel anders: gemiddeld 81% van de bessen viel in klasse 1, waarbij dit percentage tussen bedrijven verschilde van 33% tot 100%. Volgens de telers was dit niet zozeer te wijten aan een verschil in klasseverdeling van de rassen, maar was in 2014 voor alle rassen sprake van verlies van hoogwaardige bessen door schade ten gevolg van de pestsoort *Drosophila suzukii*, in combinatie met hagel en slagregens voorafgaand aan de oogst.

Bij een kleine oogstomvang lagen de productiekosten voor Liberty iets lager dan voor Duke, maar ze daalden minder snel naarmate het aantal geoogste kilogrammen toenam. Dit kwam onder andere doordat van Liberty gemiddeld een hoger percentage gekoeld wordt opgeslagen dan van Duke (15-20% meer op basis van de enquête-uitkomsten), wat resulteert in extra koelkosten per geoogste kilogram bes.

Het nettoresultaat is dat voor Liberty de winst, met name bij de grotere bedrijven, wat lager ligt dan voor Duke (Figuur 17). Voor Liberty is echter het geoogste aantal kilogrammen groter dan voor Duke, wat uiteindelijk resulteert in een grotere totale omzet per hectare (Tabel 6).

Voor beide blauwe-bessenrassen geldt dat sprake is van een zeer ruime winstmarge (gemiddeld 2,53 euro/kg voor Duke en 2,34 euro/kg voor Liberty). Dit maakt de productie van blauwe bessen veel rendabeler dan de productie van Elstar-appels.



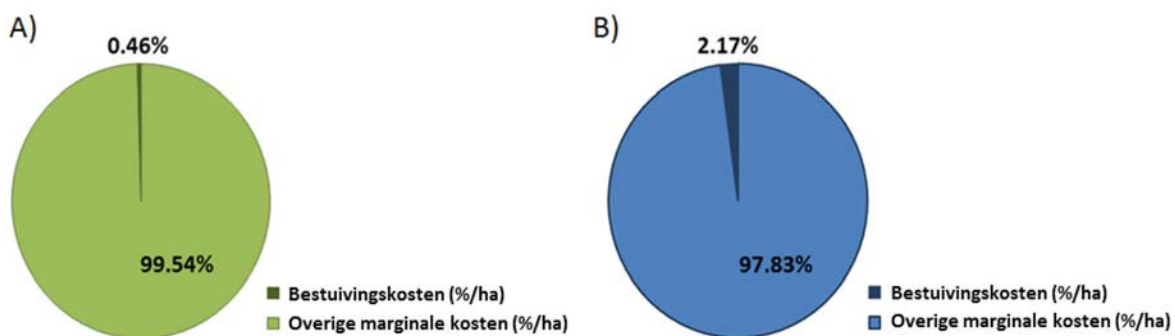
**Figuur 17** Verbanden tussen de omzet, marginale kostprijs of het marginaal saldo in € per kilogram en de oogst in kilogrammen per hectare, voor de rassen Duke en Liberty. Voor het overzicht in de grafiek zijn alleen de trendlijnen weergegeven en niet de afzonderlijke punten per teler.

### 3.3 Aandeel van bestuivingsbevordering in de totale kosten

De grootste kostenpost voor zowel appel- als blauwe-bessentelers is de arbeid voor het pluk- en sorteerwerk. Het plukken is in zowel de appel- als blauwe-bessenteelt hoofdzakelijk handwerk en daardoor erg kostbaar. Daarnaast is het sorteren van blauwe bessen ook voornamelijk handwerk, terwijl dit in de appelteelt bijna alleen machinaal gebeurt. Toch vallen de sorteerkosten voor beide teeltvormen hoog uit; dit komt doordat het aantal sorteeringen per hectare voor appel hoger ligt dan voor blauwe bes, gemiddeld 145 arbeidsuren ten opzichte van 67 uur.

Voor het berekenen van het aandeel van de bestuivingskosten in de rest van de kosten is uitgegaan van de marginale kosten per hectare. Zoals in Figuur 18 te zien is, vormen de bestuivingskosten slechts 0,46% van de totale toegerekende kosten per hectare bij de productie van Elstar-appels. Sommige appelteelers kiezen ervoor geen honingbijen in te zetten, maar de appelteelers die dat wel doen, maken hier per hectare verwaarloosbare extra kosten voor.

In tegenstelling tot de appelteelers zetten alle blauwe-bessentelers bestuivers in en daarnaast combineren ze honingbijen met andere bestuivers (hommels en/of solitaire bijen). Alhoewel de bestuivingskosten per hectare voor de blauwe-bessentelers hierdoor iets hoger liggen dan voor de appelteelers, betreft het nog altijd slechts 2,17% van de totale kosten.



**Figuur 18** De gemiddelde bestuivingskosten als percentage van de gemiddelde marginale kosten voor de productie van appels (figuur A) en blauwe bessen (figuur B).

---

# 4 Aanwezigheid van bloembezoekende bestuivers

## 4.1 Variatie tussen bedrijven en jaren

### Appel

Tabel 7 geeft voor respectievelijk onderzoeksjaar 2013 en 2014 een overzicht van het aangetroffen aantal bloembezoekende gedomesticeerde bijen, wilde bijen en zweefvliegen per bedrijf. Weergegeven zijn gemiddelden over de twee vangronden per bedrijf. Bij veel bedrijven varieerde het aantal aangetroffen bijen per soort echter aanzienlijk tussen de twee vangrondes.

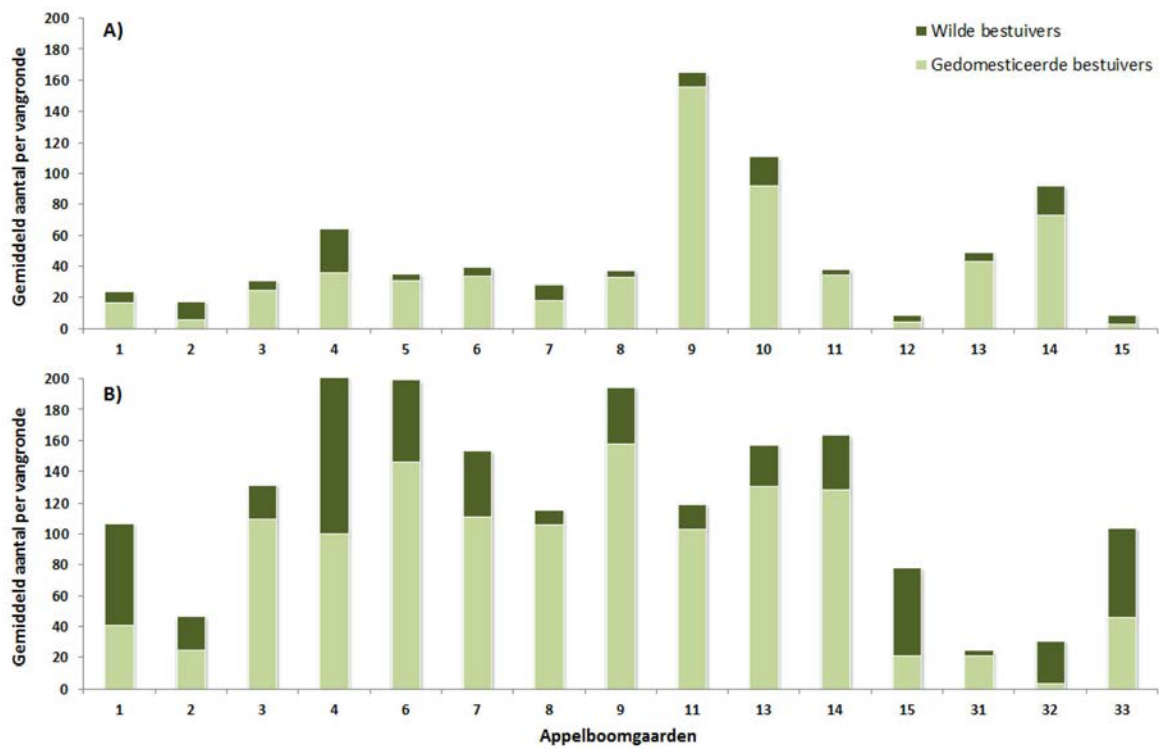
Reemer en Kleijn (2012) troffen in een eerder onderzoek in deels dezelfde boomgaarden, in totaal tussen de 30-70 exemplaren wilde bijen aan van 10-20 verschillende soorten en tussen de 2-20 zweefvliegen van 2-8 verschillende soorten. Voor zowel wilde bijen als zweefvliegen lag het aantal exemplaren en het aantal soorten in de appelboomgaarden in 2013 aanzienlijk lager. Het aantal aangetroffen honingbijen lag in 2013 in dezelfde orde van grootte als in 2010, al waren de aantallen bij drie bedrijven flink hoger (nummer 9, 10 en 14, Figuur 19A). In 2014 lag zowel de aangetroffen soortenrijkdom als de talrijkheid duidelijk hoger (Figuur 19B). Per bedrijf werden 2 tot 9 soorten wilde bijen en 3 tot 10 soorten zweefvliegen aangetroffen. Bij de bedrijven die ook door Reemer en Kleijn (2012) werden bezocht, werd echter in 2014 nog altijd slechts de helft van het aantal wilde bijensoorten gevonden vergeleken met hun eerdere studie. Binnen de groep bedrijven die in beide jaren deelnamen, was het totaal aantal bestuivers, het aantal honingbijen, het aantal wilde bijen en zweefvliegen en het aantal soorten wilde bijen en zweefvliegen allemaal significant hoger in 2014 dan in 2013 ( $P < 0.001$  voor alle parameters, op basis van gepaarde t-tests). De spreiding tussen bedrijven in aantal honingbijen en soortenrijkdom was in beide jaren ongeveer gelijk, maar de spreiding in het aantal waargenomen wilde bestuivers was in 2014 aanmerkelijk groter (6 tot 28 individuen per bedrijf per ronde in 2013; 10-102 individuen in 2014).

In Figuur 19A is duidelijk zichtbaar dat in 2013 de wilde bestuivers op bijna alle bedrijven veel minder abundant waren dan de gedomesticeerde bestuivers. Verschillen tussen bedrijven in totaal aantal waargenomen bestuivers en in het percentage wilde bestuivers ten opzichte van het totaal, werden dan ook voornamelijk veroorzaakt door verschillen in aanbod van honingbijen. In 2014 (Figuur 19B) bestond op de meeste bedrijven de meerderheid van de bestuivers uit honingbijen, maar de verhouding tussen wilde bestuivers en honingbijen verschilde aanzienlijk, waarbij wilde bestuivers tussen de 9% en 89% van het totale aanbod uitmaakten. De gevolgen van deze verschillen voor de bijdrage van wilde bestuivers aan de totale bestuiving en oogst hangt echter ook af van de efficiëntie waarmee verschillende soorten de bloemen bestuiven. In hoofdstuk 5 gaan we hier verder op in.

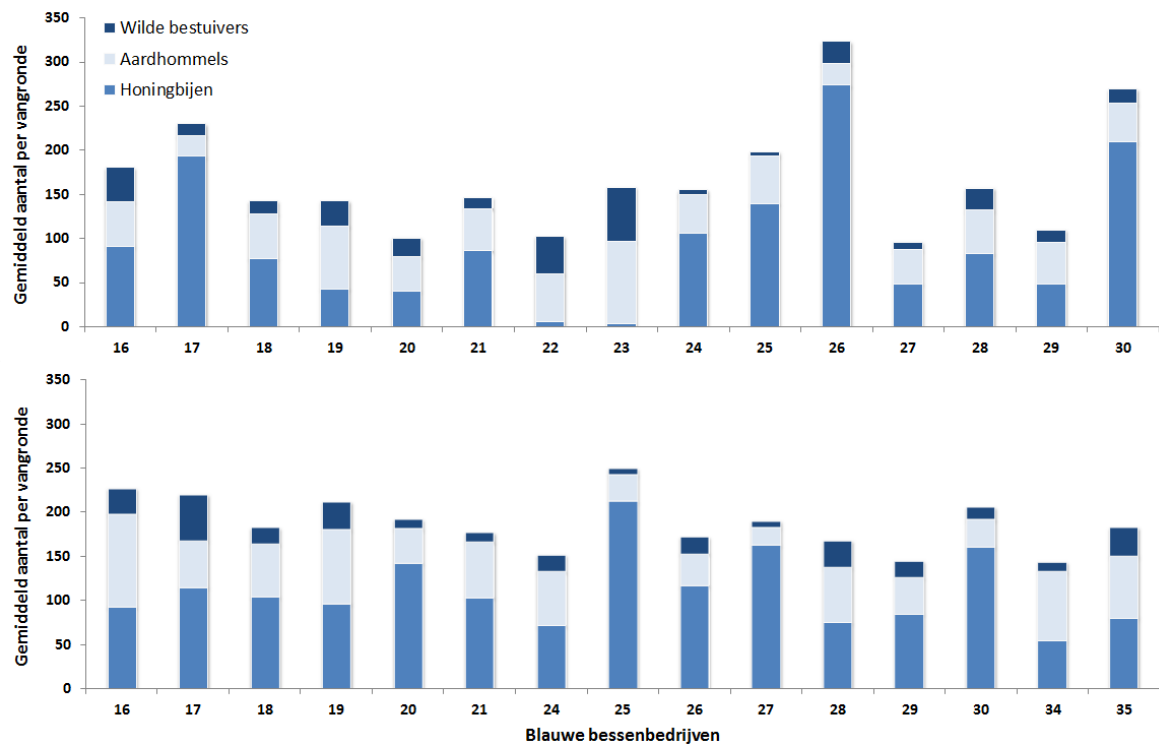
### Blauwe bes

De talrijkheid en soortenrijkdom van de aangetroffen wilde bestuivers in de percelen met Duke blauwe bessen (Tabel 8) was in 2013 relatief hoog ten opzichte van het aantal individuen en soorten in de Elstar-percelen, maar lag juist beneden het aantal individuen en soorten gevonden in de Elstar-percelen in 2014 (Tabel 7). Tussen de Duke-percelen verschilde het aantal wilde soorten niet sterk (gemiddeld 3-6,5 soort per vangronde). In de Liberty-percelen in 2014 werden opvallend weinig wilde bestuivers waargenomen, zowel in aantal als soortenrijkdom (Tabel 8). Met name het aantal zweefvliegsoorten was opvallend laag, zowel ten opzichte van de Duke-percelen in dezelfde regio een jaar eerder (significant lager;  $P < 0.001$ ) als ten opzichte van de Elstar-percelen in de Betuwe, die rond dezelfde tijd werden geïnventariseerd (significant lager;  $P < 0.001$ ).

In zowel Duke als Liberty bestond het overgrote aandeel van de bestuivers uit honingbij en aardhommel (Figuur 20), die door alle blauwe-bessentelers in grote aantallen worden bijgeplaatst (behalve bedrijf 34, waar geen hommelveken werden geplaatst). Als gevolg hiervan is het totale aantal bestuivers relatief hoog ten opzichte van de Elstar-percelen. De aantallen hommels en honingbijen lagen ongeveer gelijk tussen Duke in 2013 en Liberty in 2014.



**Figuur 19** Gemiddeld aantal aangetroffen individuen van wilde en gedomesticeerde bestuivers per vangronde in Elstar-percelen, voor elk van de deelnemende bedrijven in 2013 (A) en 2014 (B).



**Figuur 20** Gemiddeld aantal aangetroffen individuen van wilde en gedomesticeerde bestuivers per vangronde in percelen met blauwe bessen van het ras Duke (2013; figuur A) en Liberty (2014; figuur B).



Tabel 7

Overzicht van tijdens de vangrondes in Elstar-percelen aangetroffen aantallen individuen en soorten, per soortgroep. De gepresenteerde getallen zijn gemiddelden over de twee vangrondes per locatie. Bijen bijgeplaatst: B = kasten met honingbijen, X = niets bijgeplaatst. Maatregelen voor wilde bijen: X = niets gedaan.

	Appelboomgaard	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	31	32	33
<b>2013</b>	<b>Bijen bijgeplaatst</b>	X	X	?	B	B	B	B	B	B	?	B	X	X	B	X			
	<b>Maatregelen wilde bijen</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
<b>Talrijkheid</b>																			
	<i>Alle bestuivers</i>	24	18	31	64	35	40	29	38	165	111	38	9	49	92	9			
	<i>Honingbij (Apis mellifera)</i>	17	6	25	36	31	34	19	33	156	93	35	5	43	73	3			
	<i>Wilde bijen</i>	4	5	1	17	3	5	2	4	4	13	0	4	3	7	4			
	<i>Zweefvliegen</i>	3	8	5	12	2	1	9	1	5	6	4	1	3	12	2			
	<i>Totaal gedomesticeerde bestuivers</i>	17	6	25	36	31	34	19	33	156	93	35	5	43	73	3			
	<i>Totaal wilde bestuivers</i>	7	12	6	28	5	6	10	5	9	19	4	5	6	19	6			
	<i>Percentage wilde bestuivers</i>	29%	69%	19%	44%	13%	15%	35%	12%	5%	17%	9%	50%	12%	21%	67%			
<b>Soortenrijkdom</b>																			
	<i>Aantal soorten wilde bestuivers</i>	4.0	8.5	3.0	10.5	4.5	2.0	6.5	1.0	7.5	6.5	2.5	2.5	5.0	7.0	5.0			
	<i>Aantal soorten wilde bijen</i>	2.0	3.5	1.0	5.5	3.0	1.0	1.5	0.5	3.0	2.5	0.0	2.0	3.0	3.0	3.0			
	<i>Aantal soorten zweefvliegen</i>	2.0	5.0	2.0	5.0	1.5	1.0	5.0	0.5	4.5	4.0	2.5	0.5	2.0	4.0	2.0			
<b>2014</b>	<b>Bijen bijgeplaatst</b>	X	X	?	B		B	B	B	B		B		X	B	X	B	X	B
	<b>Maatregelen wilde bijen</b>	X	X	X	X		X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X
<b>Talrijkheid</b>																			
	<i>Alle bestuivers</i>	107	47	132	202		200	154	116	195		120		158	164	78	25	31	104
	<i>Honingbij (Apis mellifera)</i>	41	25	110	100		147	112	106	158		103		131	129	22	21	4	46
	<i>Wilde bijen</i>	29	12	7	59		9	20	5	17		4		18	4	19	3	13	50
	<i>Zweefvliegen</i>	37	10	15	43		44	23	5	20		13		9	31	38	1	14	8
	<i>Totaal gedomesticeerde bestuivers</i>	41	25	110	100		147	112	106	158		103		131	129	22	21	4	46
	<i>Totaal wilde bestuivers</i>	66	22	22	102		53	42	10	37		17		27	35	57	4	27	58
	<i>Percentage wilde bestuivers</i>	62%	51%	17%	50%		27%	28%	9%	21%		14%		19%	21%	72%	16%	87%	56%
<b>Soortenrijkdom</b>																			
	<i>Aantal soorten wilde bestuivers</i>	16.0	7.5	12.0	15.0		15.5	11.0	5.0	10.5		8.0		10.0	8.5	11.0	3.0	7.0	12.0
	<i>Aantal soorten wilde bijen</i>	9.0	3.5	4.0	9.0		5.5	4.0	2.0	5.0		2.0		7.0	3.0	5.5	2.0	3.0	7.0
	<i>Aantal soorten zweefvliegen</i>	7.0	4.0	8.0	6.0		10.0	7.0	3.0	5.5		6.0		3.0	5.5	5.5	1.0	4.0	5.0

Tabel 8

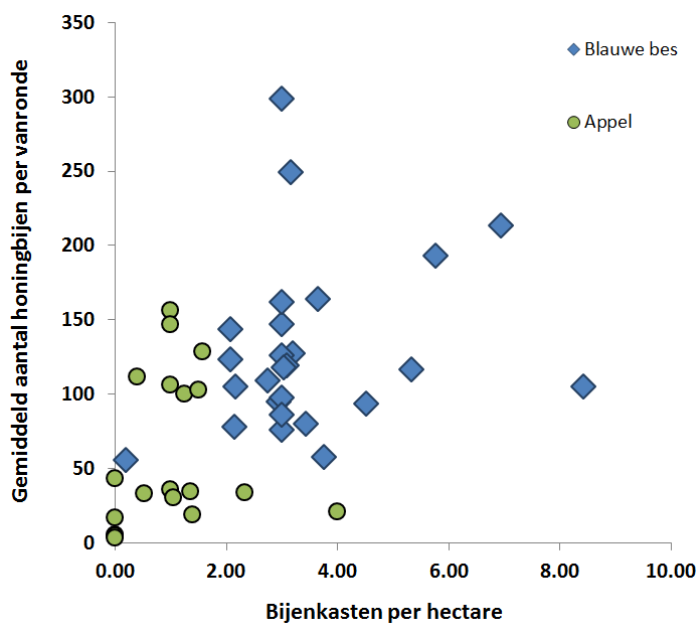
Overzicht van tijdens de vangrondes aangetroffen aantallen individuen en soorten, per soortgroep. De gepresenteerde getallen zijn gemiddelden over de twee vangrondes per locatie. Bijen bijgeplaatst: B = kasten met honingbijen, H = Aardhommels bijgeplaatst, X = niets bijgeplaatst. Maatregelen voor wilde bijen: X = niets gedaan, H = bijenhotels/nestblokken geplaatst, O = *Osmia rufus* bijgeplaatst, B = bloemrand langs perceel, M = aangepast maaibeheer.

	Blauwe bessenbedrijven	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	34	35
<b>Duke</b>	<b>Bijen bijgeplaatst</b>	B+H	B+H	B+H	B+H	B+H	B+H	B+H	?	B+H	B+H	B+H	B+H	B+H	B+H	B+H		
<b>2013</b>	<b>Maatregelen wilde bijen</b>	X	H+O	X	H	X	H+O	X	?	H+O	X	H	H+O	X	X	X		
	<b>Talrijkheid</b>																	
	<i>Alle bestuivers</i>	179	231	143	143	101	147	103	159	156	199	324	97	158	110	270		
	<i>Honingbij (Apis mellifera)</i>	92	194	78	43	41	87	6	4	107	140	274	49	84	49	210		
	<i>Aardhommel (Bombus terrestris)</i>	51	24	51	72	40	48	54	93	44	55	25	39	49	48	44		
	<i>Wilde bijen</i>	50	12	15	34	21	22	45	93	7	6	26	16	36	13	19		
	<i>Zweefvliegen</i>	1	5	2	1	2	2	0	0	2	0	0	1	3	2	3		
	<i>Totaal gedomesticeerde bestuivers</i>	127	213	126	109	78	123	58	65	147	193	298	80	119	95	249		
	<i>Totaal wilde bestuivers</i>	38	14	15	29	21	13	43	62	5	5	25	9	25	14	17		
	<i>Percentage wilde bestuivers</i>	23%	9%	10%	22%	20%	13%	47%	31%	6%	5%	7%	10%	16%	15%	7%		
	<b>Soortenrijkdom</b>																	
	<i>Aantal soorten wilde bestuivers</i>	7.5	8.5	6.5	7.0	6.5	5.0	4.0	4.5	4.5	4.0	5.0	5.5	6.5	6.5	8.0		
	<i>Aantal soorten wilde bijen</i>	6.5	5.5	5.0	6.5	4.5	3.5	4.0	4.5	3.0	4.0	5.0	5.0	5.5	5.5	5.5		
	<i>Aantal soorten zweefvliegen</i>	1.0	3.0	1.5	0.5	2.0	1.5	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.5	1.0	1.0	2.5		
<b>Liberty</b>	<b>Bijen bijgeplaatst</b>	B+H	B+H	B+H	B+H	B+H	B+H			B+H	B+H	B+H	B+H	B+H	B+H	B+H	B	B+H
<b>2014</b>	<b>Maatregelen wilde bijen</b>	X	O	O	H+O+B	O+M	O			H+O	X	H+O+M	O	X	X	X	X	X
	<b>Talrijkheid</b>																	
	<i>Alle bestuivers</i>	212	197	175	203	187	173			143	248	165	187	156	137	201	143	178
	<i>Honingbij (Apis mellifera)</i>	94	116	105	98	144	105			73	214	118	164	76	86	162	56	82
	<i>Aardhommel (Bombus terrestris)</i>	106	53	60	84	39	63			61	30	37	21	63	41	31	78	70
	<i>Wilde bijen</i>	13	28	10	21	5	6			10	4	10	3	17	10	8	9	26
	<i>Zweefvliegen</i>	1	1	0	1	0	0			0	0	1	1	1	0	1	1	1
	<i>Totaal gedomesticeerde bestuivers</i>	183	145	156	172	176	162			124	240	146	180	126	118	187	132	146
	<i>Totaal wilde bestuivers</i>	29	52	18	31	11	11			19	7	19	7	30	19	14	11	32
	<i>Percentage wilde bestuivers</i>	14%	26%	11%	15%	7%	5%			13%	3%	10%	4%	18%	11%	7%	6%	20%
	<b>Soortenrijkdom</b>																	
	<i>Aantal soorten wilde bestuivers</i>	3.5	5.5	3	5	1.5	1.5			2	3	4.5	1.5	3.5	2.5	4.5	4	6
	<i>Aantal soorten wilde bijen</i>	3	5	3	4.5	1.5	1.5			2	3	3.5	1	3	2.5	4	3.5	5.5
	<i>Aantal soorten zweefvliegen</i>	0.5	0.5	0	0.5	0	0			0	0	1	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0.5

### Relatie tussen talrijkheid en bijplaatsing

Het feit dat de talrijkheid van hommels en honingbijen in blauwe-bessenpercelen niet sterk verschilde tussen de jaren ondanks het verschil in weer, en relatief hoog was ten opzichte van Elstar in 2013 en 2014, suggereert dat het aantal bloembezoekende exemplaren van deze soorten sterker van het bijplaatsen afhangt dan van de weersomstandigheden. In appelboomgaarden werden geen aardhommels bijgeplaatst en bij ten minste vijf bedrijven per onderzoeksjaar werden zelfs geen honingbijen bijgeplaatst (Tabel 7). Opvallend was echter dat bij elk van deze vijf bedrijven wel degelijk honingbijen werden aangetroffen. Zowel voor appelboomgaarden als blauwe-bessenbedrijven bestond geen aantoonbaar verband tussen het aantal bijenkasten per hectare en het aantal aangetroffen honingbijen op de bloemen van de gewassen (Figuur 21).

Blauwe-bessentelers besteden tevens duidelijk meer aandacht aan het bevorderen van de aanwezigheid van wilde bijen (door het plaatsen van bijenhôtels, o.a. specifiek voor rosse metselbijen (*Osmia bicornis* (synoniem: *O. rufa*)), het aanleggen van bloemstroken of aangepast maaibeheer; zie Tabel 8 en Hoofdstuk 6). Toch was de soortenrijkdom in de Elstar-percelen in de Betuwe, waar vrijwel geen aandacht is voor wilde bijen, aanmerkelijk hoger. Ook valt op dat tussen de blauwe-bessenbedrijven onderling noch het totaal aantal wilde bijen, noch het aantal wilde soorten aantoonbaar samenhang met bevorderende maatregelen voor wilde bestuivers. In slechts drie Duke-percelen en drie Liberty-percelen werd de rosse metselbij aangetroffen (1 tot 6 exemplaren per bedrijf).



**Figuur 21** Relatie tussen het aantal geplaatste bijenkasten per hectare en het aantal waargenomen honingbijen voor appelboomgaarden en blauwe-bessenbedrijven

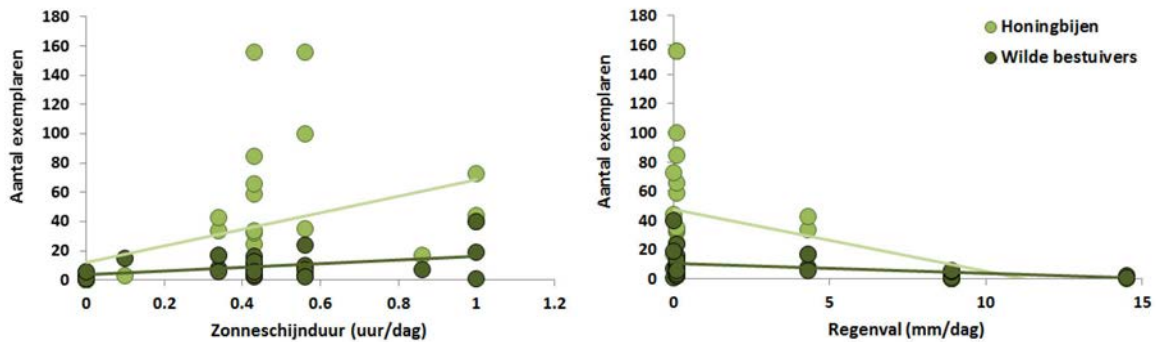
## 4.2 Invloed van weerscondities

In 2013 hing zowel in appelboomgaarden als in blauwe-bessenbedrijven het aantal bloembezoekende bestuivers duidelijk samen met twee weerscondities: zonneshijn en regenval. Zoals reeds beschreven in de methoden was het bloeiseizoen in 2013 opvallend nat en weinig zonnig, wat aantoonbaar effect had op het aantal bloembezoekende bestuivers. In het bloeiseizoen van 2014 was het weerbeeld in de bloeiperiode van de gewassen veel constanter, met hogere temperaturen, meer zon en minder regenval. Het effect op de aanwezigheid van bestuivers was dit jaar dan ook veel minder aanwezig. Belangrijk hierbij is dat in 2013 noodgedwongen werd doorgedaan met vangen tijdens regenachtig weer, terwijl het in 2014 mogelijk was om slechts te vangen bij gunstige vliegomstandigheden voor bijen, zelfs als op een ander moment op de dag een bui viel. Hieronder worden de relaties tussen weersomstandigheden en de aangetroffen bestuivende insecten meer gedetailleerd beschreven.

## Appel

Zoals zichtbaar in Figuur 22, had het aantal bloembezoekende honingbijen per vangronde toonde in 2013 een significante relatie met zowel de hoeveelheid zonneschijn ( $t_{30}=2.309$ ;  $P=0.029$ ) als de hoeveelheid regenval ( $t_{30}=-2.671$ ;  $P=0.012$ ). Dezelfde verbanden werden aangetoond voor het aantal individuen van wilde bestuivers (zonneschijn:  $t_{30}=2.794$ ;  $P=0.009$ ; regenval:  $t_{30}=-2.170$ ;  $P=0.039$ ). Geen verband werd gevonden met de soortenrijkdom.

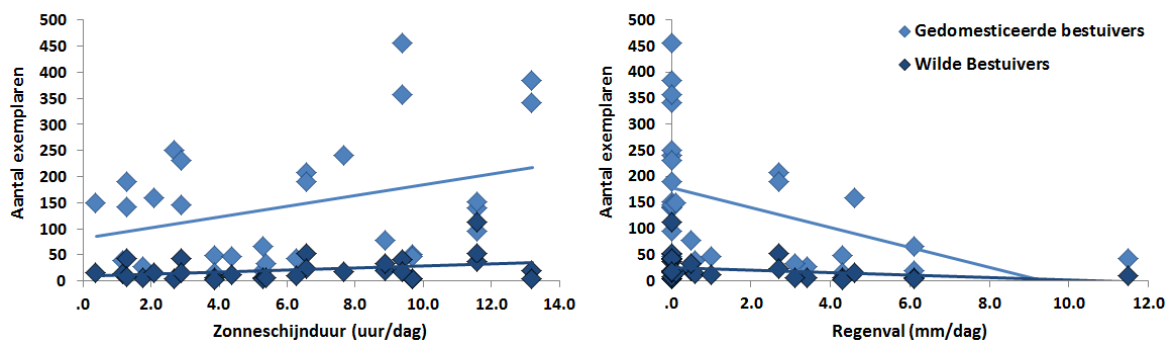
In 2014 hing noch het aantal wilde bijen of gedomesticeerde bijen, noch de soortenrijkdom samen met de zonneschijn of regenval.



**Figuur 22** Relatie tussen de hoeveelheid zonneschijn per dag (figuur A) of de hoeveelheid regenval per dag (figuur B) en het aantal bloembezoekende honingbijen en wilde bestuivers op Elstar-bloemen in 2013.

## Blauwe bes

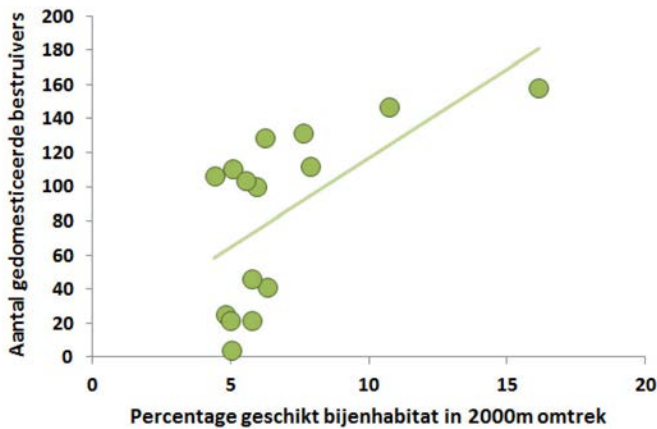
Zoals zichtbaar in Figuur 23, had de hoeveelheid zonneschijn per dag had in 2013 een bijna significant effect op zowel het aantal waargenomen gedomesticeerde bestuivers ( $t_{30}=1.871$ ;  $P=0.072$ ) als het aantal wilde bestuivers ( $t_{30}=1.806$ ;  $P=0.082$ ) per vangronde. De hoeveelheid regenval had een significant effect op het aantal gedomesticeerde bestuivers ( $t_{30}=-2.509$ ;  $P=0.018$ ) en een bijna significant effect op het aantal wilde soorten dat werd aangetroffen per ronde ( $t_{30}=-1.821$ ;  $P=0.079$ ). In 2014 vertoonde alleen het aantal wilde bestuivers een zwak significant positieve relatie met de regenval (meer wilde bestuivers op regenachtige dagen;  $t_{30}=2.000$ ;  $P=0.047$ ). Deze relatie hing volledig af van een hoog aantal individuen van *Bombus lapidarius* op drie bedrijven die werden bezocht op een dag met relatief veel regen, en berust zeer waarschijnlijk op toeval.



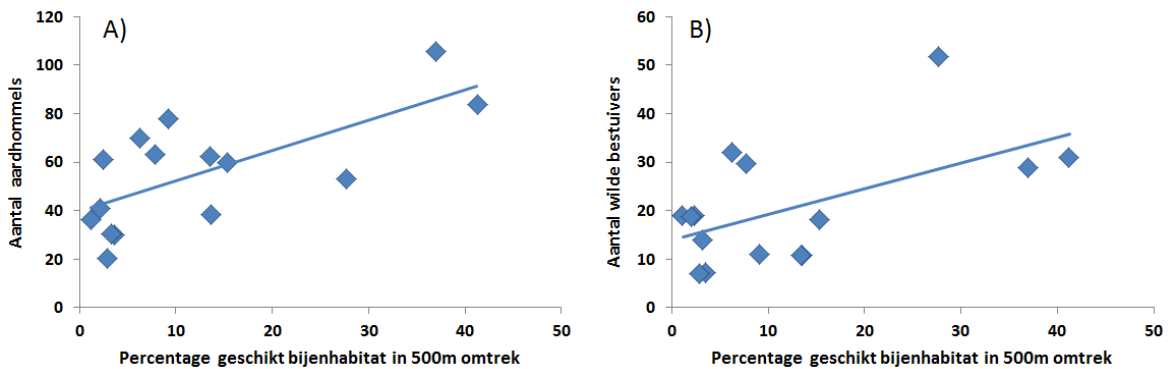
**Figuur 23** Relatie tussen de hoeveelheid zonneschijn per dag (figuur A) of de hoeveelheid regenval per dag (figuur B) en het aantal bloembezoekende gedomesticeerde en wilde bestuivers op Duke-bloemen in 2013.

### 4.3 Invloed van het omringende landschap

In 2013 werden zowel voor appelboomgaarden als voor blauwe-bessenbedrijven geen duidelijke verbanden gevonden tussen het percentage geschikte nestelhabitat in de directe omtrek (straal van 500 m) of in de omringende twee kilometer, en het aantal of de soortenrijkdom van bloembezoekende bestuivers. In 2014 hing het aantal of de soortenrijkdom van wilde bestuivers in Elstar-percelen eveneens niet af van de hoeveelheid bijenhabitat in de omgeving. Wel werd voor het aantal gedomesticeerde bestuivers (honingbijen) een positieve relatie gevonden met het percentage geschikte habitat in de omringende twee kilometer ( $t_{15}=2.800$ ,  $P=0.015$ ; Figuur 24). In blauwe-bessenpercelen werden slechts relaties gevonden voor de hoeveelheid habitat in de nabije omtrek die een effect leek te hebben op de hoeveelheid aardhommels (Figuur 25A;  $t_{15}=3.473$ ,  $P=0.004$ ) en de hoeveelheid wilde bestuivers (Figuur 25B;  $t_{15}=2.439$ ,  $P=0.030$ ).



**Figuur 24** Relatie tussen het percentage geschikte bijenhabitat in de omliggende 2000m rond een perceel Elstar en het aantal bloembezoekende gedomesticeerde bijen tijdens onderzoeksjaar 2014.



**Figuur 25** Relatie tussen het percentage geschikte bijenhabitat in de directe omgeving (omringende 500 m) rond een perceel Liberty en het aantal bloembezoekende aardhommels (A) of wilde bestuivers (B) in 2014.

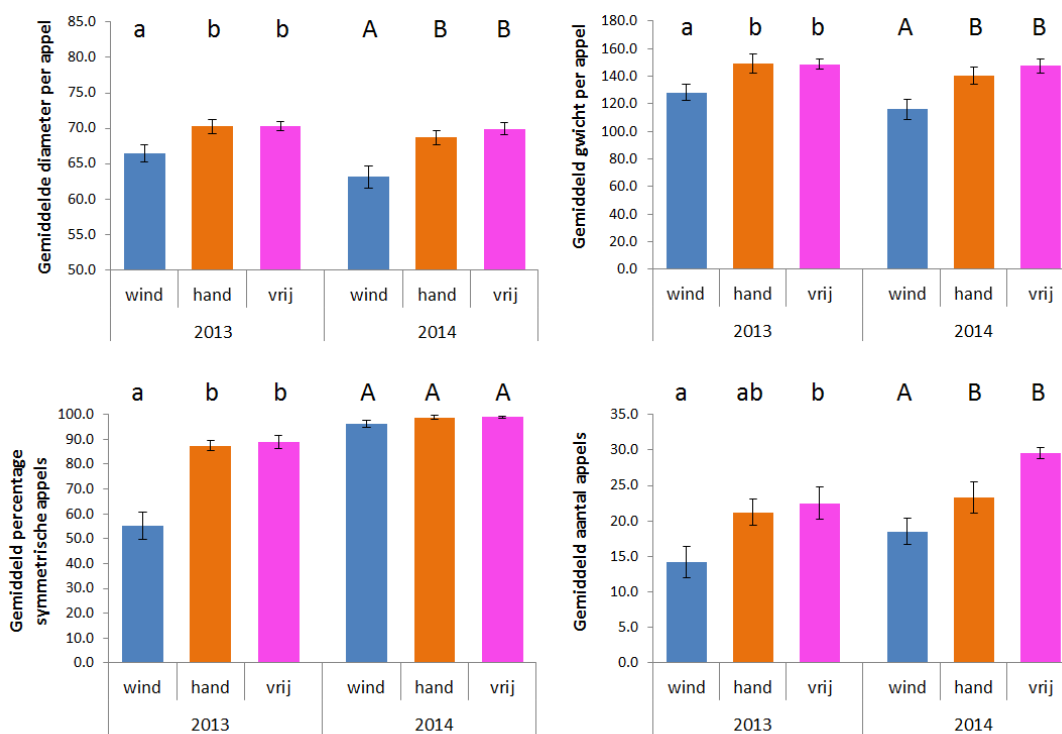
# 5 Invloed van bestuiving op de oogst

## 5.1 Effecten van insectenbestuiving op de oogstopbrengst

### 5.1.1 Effect van insectenbestuiving op kwantitatieve en kwalitatieve oogstkenmerken

#### Appel

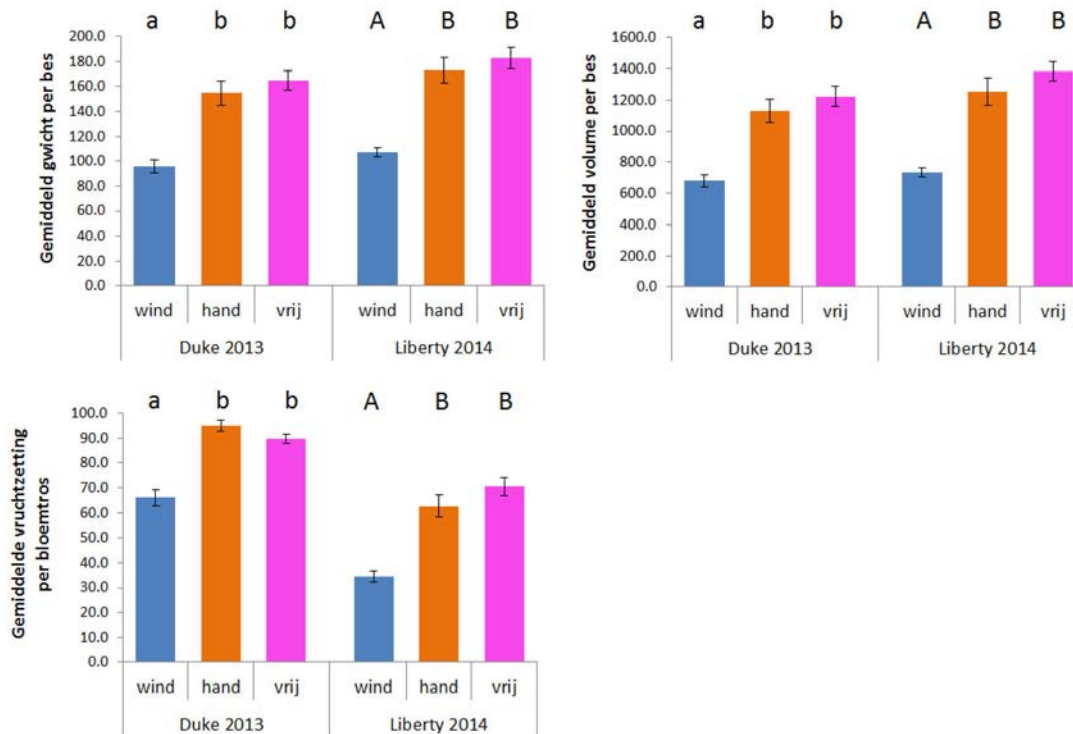
Figuur 26 laat zien dat bij volledig afwezige bestuiving door insecten (takken binnen gazen zak) bestuiving door de wind nog altijd resulteert in de productie van appels, waarbij echter het gewicht, de diameter en het aantal appels per tak duidelijk lager liggen dan bij de vrije bestuiving. Dit effect was zowel in 2013 als 2014 significant aanwezig en verschilde niet significant tussen de jaren. In beide jaren bedroeg de diameter bij windbestuiving rond de 90% en het gewicht rond de 80% van de waarde bij vrije bestuiving. In 2013 vertoonden de windbestoven takken ook sterk minder symmetrische appels dan bij vrije bestuiving (55% in plaats van 89%; Figuur 26). In 2014 trad dit effect echter niet op en lag het percentage symmetrische appels in alle behandelingen hoger dan in 2013.



**Figuur 26** Kwantitatieve en kwalitatieve oogstopbrengst in 2013 en 2014 voor Elstar-appels van bomen onderhevig aan drie verschillende bestuivingsbehandelingen: slechts windbestuiving mogelijk (wind), handbestuiving en vrije bestuiving (hand) en alleen vrije bestuiving (vrij). Parameters zijn gemiddelde waarden per bedrijf. Letters boven de staafdiagrammen geven significante verschillen weer (kleine letters voor 2013, hoofdletters voor 2014; behandelingen met verschillende letter(s) wijken significant van elkaar af).

## Blauwe bes

Ook voor de blauwe bessen lag het gewicht en volume per bes duidelijk lager indien alleen windbestuiving mogelijk was (Figuur 27). Zowel voor Duke als Liberty was bijna sprake van een halvering van het gewicht (58%) en het volume (55%) als bestuivers werden uitgesloten. Het effect van bestuivers op de zetting verschilde tussen Duke en Liberty. De zetting van Duke bedroeg bij windbestuiving 75% van de waarde bij vrije bestuiving; bij Liberty was dat slechts 49%.



**Figuur 27** Kwantitatieve en kwalitatieve oogstopbrengst voor blauwe bessen van de rassen Duke en Liberty, voor planten onderhevig aan drie verschillende bestuivingsbehandelingen: slechts windbestuiving mogelijk (wind), handbestuiving en vrije bestuiving (hand) en alleen vrije bestuiving (vrij). Parameters zijn gemiddelde waarden per plant per bedrijf. Letters boven de staafdiagrammen geven significante verschillen weer (kleine letters voor Duke, hoofdletters voor Liberty; behandelingen met verschillende letter wijken significant van elkaar af).

### 5.1.2 Opbrengstlimitatie door gebrek aan bestuiving

#### Appel

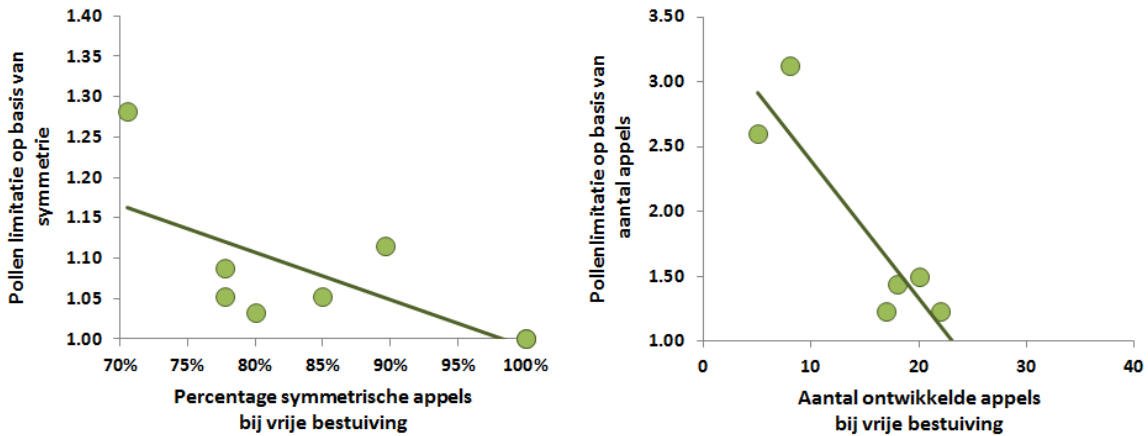
Gekeken over alle bedrijven tezamen is er geen significant verschil tussen de opbrengst bij hand- en bij vrije bestuiving (Figuur 26). Bij sommige bedrijven ligt de opbrengst bij handbestuiving iets hoger, bij andere juist iets lager.

De verhouding tussen hand- en vrije bestuiving verschilde echter aanzienlijk tussen bedrijven. Door de opbrengst bij handbestuiving (maximale stuifmeelgift) te delen door de opbrengst bij vrije bestuiving, verkrijgt men inzicht in de mate waarin de opbrengst gelimiteerd werd door een gebrek aan stuifmeel. Deze zogenaamde pollenlimitatie werd afzonderlijk geschat voor elk van de vier oogstkenmerken in Figuur 30 en vervolgens vergeleken met de 'normale' opbrengst per bedrijf in geval van vrije bestuiving.

In 2013 was voor de Elstar-appels sprake van een trend waarbij met name bij bedrijven met een laag aantal ontwikkelde appels sprake was van pollenlimitatie, wat suggereert dat bij deze bedrijven de beschikbaarheid van stuifmeel een belangrijke limiterende factor was voor de vruchtzetting. Een vergelijkbaar effect was zichtbaar met betrekking tot symmetrie. Als alleen waarden voor limitatie >1 werden meegenomen (Figuur 28), bleef de relatie tussen het aantal ontwikkelde appels bij vrije



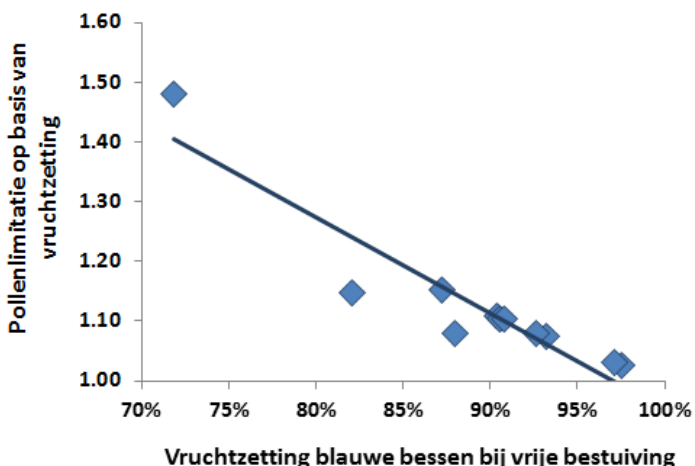
bestuiving en de pollenlimitatie sterk significant ( $t_6=-4.211$ ,  $P=0.014$ ) en de relatie tussen symmetrie bij vrije bestuiving en pollenlimitatie bijna significant ( $t_7=-2.357$ ,  $P=0.057$ ). De gemiddelde diameter en het gemiddelde gewicht per appel bij vrije bestuiving vertoonden geen verband met de mate van pollenlimitatie. In 2014 was vrijwel bij geen enkel bedrijf sprake van pollenlimitatie en was geen verband zichtbaar met de opbrengst per bedrijf.



**Figuur 28** Relaties tussen de pollenlimitatie voor een bepaalde oogstparameter (links: symmetrie, rechts: aantal geoogste appels) en de waarde van die parameter bij vrije bestuiving, per appelboomgaard.

### Bes

Ook voor de blauwe bessen was geen significant verschil aanwezig in de gemiddelde opbrengst bij hand- en bij vrije bestuiving (Figuur 27). Ook hier verschilde de verhouding aanmerkelijk tussen bedrijven. Alleen voor Duke werd een duidelijk verband gevonden tussen de gemiddelde vruchtzetting van vrij bestoven planten per bedrijf en de pollenlimitatie per bedrijf (vruchtzetting bij handbestuiving/vruchtzetting bij vrije bestuiving; Figuur 29). Wederom was significant meer sprake van pollenlimitatie bij bedrijven waar een lage vruchtzetting werd aangetroffen voor de vrij bestoven planten ( $t_{11}=-6.338$ ,  $P<0.001$ ). Voor andere oogstparameters bij Duke, en voor geen enkele oogstparameter bij Liberty in 2014, was sprake van eenzelfde trend.



**Figuur 29** Relaties tussen de pollenlimitatie op basis van vruchtzetting en de vruchtzetting bij vrije bestuiving, voor percelen met Duke blauwe bessen.

---

### 5.1.3 Effect van insectenbestuiving op de kwaliteitsklassering

De figuren 26 en 27 lieten reeds zien dat het gewicht, de diameter en symmetrie significant afnamen wanneer insectenbestuiving onmogelijk werd gemaakt. Dit resulteert in een lagere oogst in termen van het aantal geproduceerde kilogrammen, maar resulteert ook in vruchten van een lagere kwaliteitswaardering.

#### **Appel**

Wanneer de geproduceerde appels werden gesorteerd naar formaatklasse, was een duidelijke verschuiving te zien van de klassenverdeling richting een kleiner formaat (Figuur 28). In geval van vrije bestuiving waren vrijwel alle appels groter dan 50 mm (het minimale formaat voor appels in kwaliteitsklasse K1 en K2). Zonder insectenbestuiving was echter 4% van de appels in 2013 en 6% van de appels in 2014 kleiner dan deze ondergrens, wat resulteerde in een hoger percentage appels dat in de laagste kwaliteitsklasse (K3) belandde (Figuur 28). Een verdere verschuiving richting lagere kwaliteitsklassen werd veroorzaakt door een groter aantal appels met een matig asymmetrische vorm (resultierend in klasse 2) en een sterk asymmetrische vorm (resultierend in klasse 3). Als gevolg daarvan viel in 2013 van alle bemonsterde appels bij de normale, vrije bestuiving 89% van de appels in de hoogste kwaliteitsklasse, terwijl dit percentage daalde tot 55% wanneer insectenbestuiving werd verhinderd. Omdat in 2014 voor alle behandelingen een groter percentage symmetrische appels werd aangetroffen, viel tevens een groter percentage in de hoogste kwaliteitsklasse (98% met en 84% zonder insectenbestuiving; Figuur 28). Het effect van de bestuivers op de kwaliteitswaardering was in 2014 dus duidelijk minder groot.

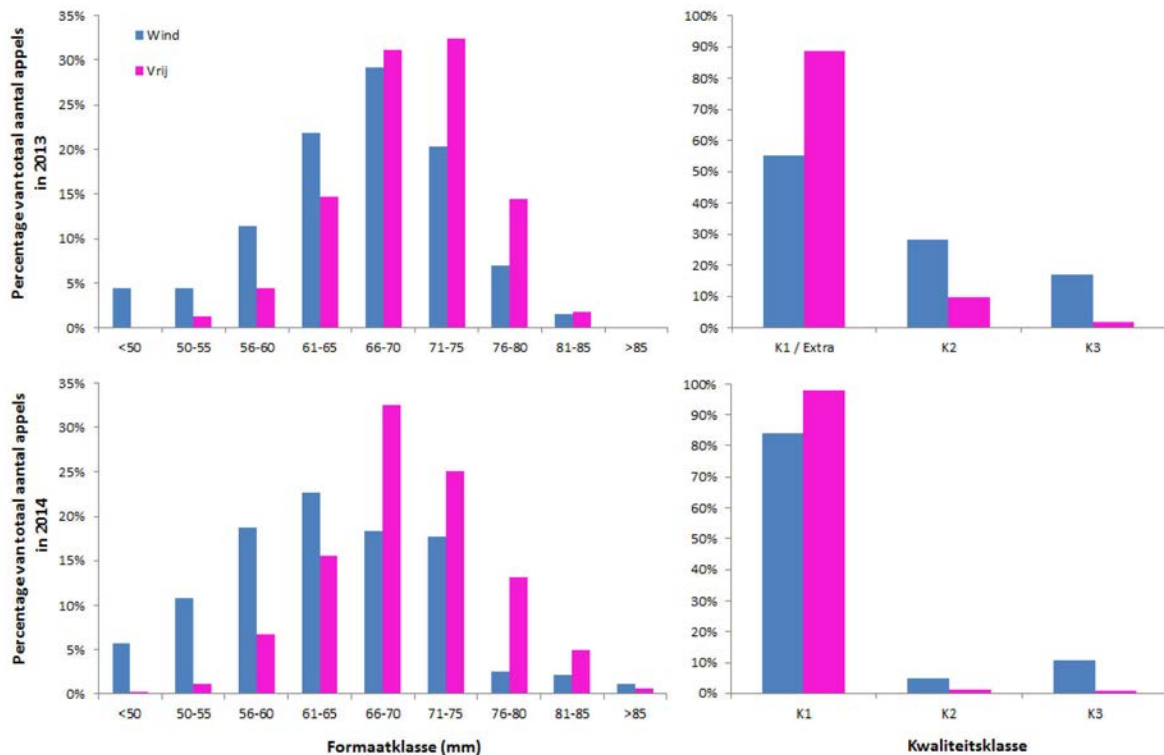
#### **Blauwe bes**

Een overeenkomstig effect was zichtbaar bij de blauwe bessen (Figuur 29). Zowel voor Duke als Liberty viel bij vrije bestuiving het merendeel van de bessen in de formaatklasse 'mid/grof', terwijl bijna de helft van de bessen van wind-bestoven takken in de kleinere klasse 'middel' belandde. Bij vrij bestuiving had minder dan 1% van de bessen een formaat <10 mm (formaatklasse 'fijn'). Wanneer alleen windbestuiving mogelijk was, viel 14% van de bessen van het ras Duke onder deze ondergrens, en 7% van de bessen van het ras Liberty (Figuur 29). Dit percentage belandde daardoor in de inferieure kwaliteitsklasse 'Industrie'. Voor beide rassen viel meer dan 99% van de bessen van vrij bestoven takken in de hoogste kwaliteitsklasse. Het effect van bestuivers op de kwaliteitswaardering was daarmee voor Duke tweemaal zo groot als voor Liberty.

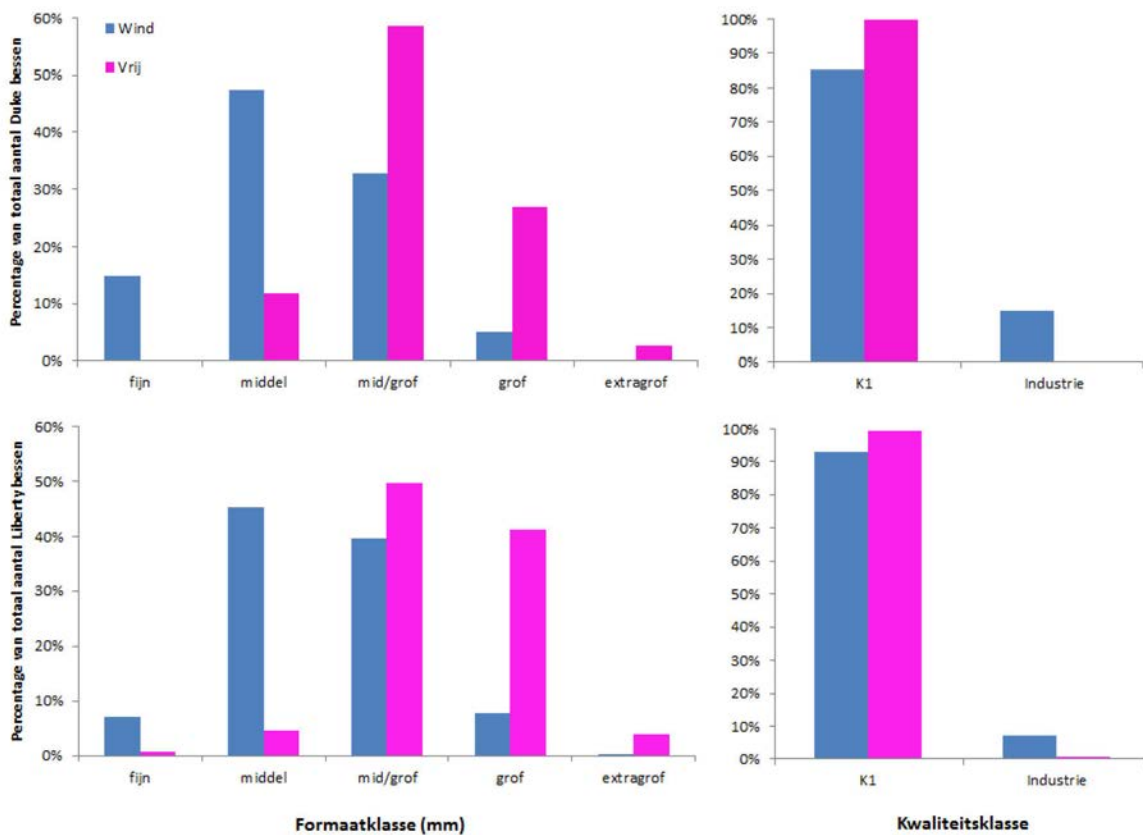
### 5.1.4 Doorwerking van bijdrage bestuivers op de financiële opbrengst per hectare

Op basis van de gemeten afname in vruchtzetting en vruchtgewicht in het geval dat alleen de wind voor bestuiving kan zorgen, kon worden berekend wat in theorie de gevolgen zouden zijn van een totale afwezigheid van bestuivende insecten in het landschap op de oogstopbrengst per hectare. Voor zowel de appels als de blauwe bessen zou het aantal geoogste kilogrammen fruit per hectare aanzienlijk lager uitvallen (Tabel 9). Wanneer ook de in paragraaf 6.1.3 beschreven verschuiving naar goedkopere kwaliteitsklassen wordt meegewogen, resulteert de gebruikte rekenmethode in een halvering van de oogstwaarde in euro's per hectare voor de appels (51% in beide jaren) en de blauwe bessen van het ras Duke. Voor Liberty valt de oogstwaarde dan zelfs 68% terug. Kortom, de geschatte bijdrage van bestuivers aan de oogstwaarde bedraagt de helft, of zelfs meer dan de helft van de oogstwaarde.

Wanneer de relatieve bijdrage van verschillende aanwezige bestuivende soorten aan de stuifmeeldepositie (zie paragraaf 5.2.1) wordt meegenomen in de berekening, bedraagt de totale bijdrage van wilde bestuivers aan de oogstwaarde van de Elstar-appels gemiddeld rond de 30%. Voor de blauwe-bessenrassen is de bijdrage van wilde bestuivers aan de totale oogstwaarde 10 tot 12% (Tabel 9). Wanneer ook de productiekosten in ogenschouw worden genomen, wordt zichtbaar dat de nettowinst van de productie van Elstar bij afwezigheid van bestuivers zodanig lager zou uitvallen dat deze, volgens de beschikbare gegevens en toegepaste rekenmethode, zou omslaan van een positieve naar een negatieve waarde. In 2014 was dit effect nog sterker dan in 2013. Voor Duke zou sprake zijn van een afname van 64% van de nettowinst indien de huidige populatie bestuivers zou wegvallen. Voor Liberty bedraagt dit 69%. Ook in dit geval is de geschatte bijdrage van wilde bestuivers groot.



**Figuur 28** Verdeling van de bemonsterde appels (van alle 15 bedrijven tezamen) in 2013 en 2014 over formaatklassen en kwaliteitsklassen. Zie methoden voor een exacte definitie van de gebruikte klassen.



**Figuur 29** Verdeling van de bemonsterde blauwe bessen (van alle 15 bedrijven tezamen) van de rassen Duke (2013) en Liberty (2014) over formaatklassen en kwaliteitsklassen. Zie methoden voor een exacte definitie van de gebruikte klassen.

Tabel 9

Invloed van (wilde) bestuivers op de gemiddelde opbrengst, productiewaarde en winst per hectare voor Elstar-appels en de twee blauwe bessenrassen.

	Elstar 2013	Elstar 2014	Duke 2013	Liberty 2014
<b>Gemiddelde opbrengst (kg/ha)</b>				
Opbrengst met bestuivers	38500	48575	7600	9750
Opbrengst zonder bestuivers	23675	29975	4361	4283
Totale bijdrage bestuivers aan de vruchtopbrengst	38%	38%	43%	56%
Gemiddelde bijdrage wilde bestuivers (range)	24% (7-37%)	23% (11-38%)	8% (2-17%)	10% (3-25%)
<b>Gemiddelde financiële productiewaarde (euro/ha)</b>				
Productiewaarde met bestuivers	16249	20895	40274	60505
Productiewaarde zonder bestuivers	7890	10388	19704	19560
Totale bijdrage bestuivers aan productiewaarde	<b>51%</b>	<b>50%</b>	<b>51%</b>	<b>68%</b>
Gemiddelde bijdrage wilde bestuivers (range)	<b>32%</b> (14-49%)	<b>30%</b> (13-49%)	<b>10%</b> (3-32%)	<b>12%</b> (4-30%)
<b>Gemiddelde nettowinst (euro/ha)</b>				
Nettowinst met bestuivers	1041	1711	23174	31574
Nettowinst zonder bestuivers	-2054	-3065	8364	9856
Totale bijdrage bestuivers aan nettowinst	<b>297%</b>	<b>279%</b>	<b>64%</b>	<b>69%</b>
Gemiddelde bijdrage wilde bestuivers (range)	<b>184%</b> (80-289%)	<b>165%</b> (73-274%)	<b>12%</b> (3-25%)	<b>12%</b> (4-30%)

### 5.1.5 Financiële bijdrage van bestuivers op landelijke schaal

#### Appel

In 2013 bedroeg het landelijke aantal hectares waarop appel werd geteeld ongeveer 7.790 (CBS 2013; cijfers 2014 bij schrijven nog niet bekend). Ongeveer 3.200 hectare daarvan (41%) betrof het ras Elstar.

Wanneer onze resultaten worden geëxtrapoleerd naar de landelijke productie, zouden bestuivers in het algemeen een productiewaarde vertegenwoordigen van tussen de 26,5 en 33,4 miljoen euro voor de totale Elstar-productie (in het seizoen 2013), waarvan wilde bestuivers 16,6 tot 20,0 miljoen euro bijdragen.

Wanneer vergelijkbare extrapolaties worden toegepast voor de nettowinst, zouden bestuivers verantwoordelijk zijn voor een winstbedrag van 9,9 tot 15,2 miljoen euro voor de Elstar-productie in ons land, waarvan wilde bestuivers 6,1 tot 9,0 miljoen euro bijdragen.

#### Blauwe bes

Het areaal van de Nederlandse blauwe-bessenteelt bedroeg in 2013 577 hectare (CBS, 2013; cijfers 2014 bij schrijven nog niet bekend). De 17 blauwe-bessenteelers die in 2013 en 2014 deelnamen aan het onderzoek bezitten gezamenlijk 344 ha, wat neerkomt op 60% van het totale areaal blauwe bes in Nederland. Over het totale areaal van de rassen Duke en Liberty waren voor ons geen exacte waarden beschikbaar. Als we echter aannemen dat de deelnemende bedrijven ook voor deze rassen 60% van het totale areaal vertegenwoordigen, zou het totale Nederlandse areaal van Duke 62 hectare bedragen en het totale areaal Liberty 50 hectare.

Wanneer op basis daarvan de productiewaarde wordt geëxtrapoleerd naar de landelijke teelt, zouden bestuivers verantwoordelijk zijn voor een productiewaarde van 1,2 miljoen euro in de teelt van het ras Duke, waarvan wilde bestuivers ongeveer 250.000 euro bijdragen. In de teelt van Liberty dragen bestuivers een productiewaarde bij van 2,1 miljoen euro, waarvan 363.000 euro afhankelijk is van de wilde bestuivers.

Wanneer vergelijkbare extrapolaties worden toegepast voor de nettowinst, zouden bestuivers verantwoordelijk zijn voor een winstbedrag van 920.000 euro voor de teelt van Duke, waarvan wilde bestuivers 172.000 euro bijdragen. Voor de teelt van Liberty zou de winstbijdrage uitkomen op 1,1 miljoen euro voor bestuivers in het algemeen en 189.000 euro voor de wilde bestuivers.

## 5.2 Relatieve bijdrage van wilde en gedomesticeerde bestuivers aan de oogstopbrengst

### 5.2.1 Relatief aandeel in de pollendepositie

Door per bedrijf de aantallen bloembezoekende individuen per bestuivende soort te vermenigvuldigen met de door Quint Rusman (2013; appel) en Vita Hommersen (2014; blauwe bes) geschatte efficiëntie van pollendepositie op een bloem, kon per bedrijf een schatting worden gemaakt van de relatieve bijdrage van wilde en gedomesticeerde bestuivers aan de totale pollendepositie (Tabel 10).

Wilde soorten presteren opvallend beter dan honingbijen in de overdracht van pollen op bloemen van Elstar-appelbomen (Rusman 2013), waardoor volgens onze berekeningen gemiddeld rond de 60% van pollendepositie wordt gedragen door wilde bestuivers. Dit gemiddelde is ongeveer gelijk tussen de twee jaren, maar binnen beide jaren is sprake van een enorme spreiding tussen bedrijven (Tabel 10). Bij de blauwe bessen zijn aardhommels, waarvan gedomesticeerde kolonies in groten getale worden bijgeplaatst, relatief efficiënte bestuivers (Hommersen 2014). Daardoor valt de relatieve bijdrage van wilde bestuivers aanmerkelijk lager uit (Tabel 10).

Tabel 10

*Percentueel aandeel van wilde bestuivers in de totale pollendepositie per bloem en per gewas per jaar per bedrijf, gebaseerd op een combinatie van relatieve abundantie en depositie-efficiëntie van verschillende bestuivende taxa.*

	Elstar 2013	Elstar 2014	Duke 2013	Liberty 2014
Minimum	19%	28%	5%	6%
Maximum	95%	98%	39%	44%
Gemiddeld	62%	59%	19%	18%
Mediaan	69%	55%	17%	18%

### 5.2.2 Effect van verschillende soorten en aantallen bestuivers op de opbrengst

#### Appel

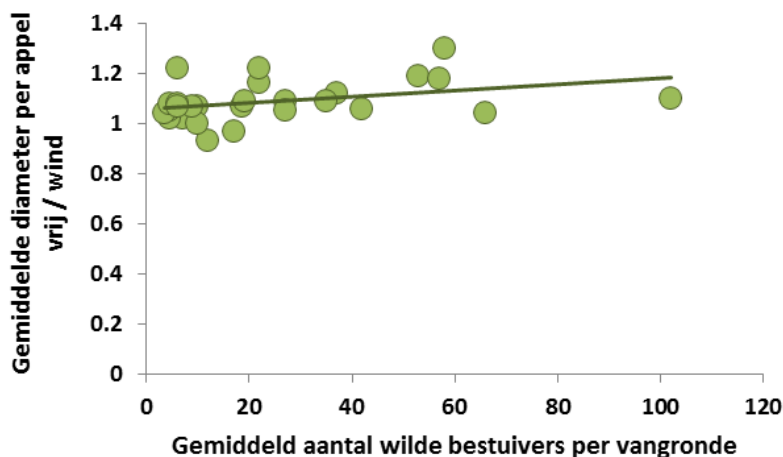
De waarden voor de oogstkenmerken verschilden aanzienlijk tussen bedrijven. Wanneer wordt gekeken naar de relatie tussen de oogstkwantiteit en oogstkwantiteit en de aantallen en soortenrijkdom van de wilde bestuivers, waren hiertussen zowel in 2013 als in 2014 geen significante relaties te vinden (Tabel 11). Het gewicht, het volume, de symmetrie of het aantal appels neemt dus niet aantoonbaar toe met een hoger aantal gedomesticeerde of wilde bestuivers, noch met het aantal bestuivers. Slechts in één geval was de relatie bijna significant: tussen het aantal wilde bijen per bedrijf en de symmetrie van Elstar-appels in 2013. In 2014 was deze relatie echter geheel afwezig. Ook wanneer de wilde bestuivers werden opgesplitst in wilde bijen en zweefvliegen, werd voor deze groepen geen relatie gevonden met de oogstparameters. In Bijlage 2 zijn de belangrijkste oogstparameters en aantallen soortenrijkdom van bestuivers tegen elkaar uitgezet.

Tabel 11

Resultaten (P-waarden) van lineaire regressieanalyses met oogstkarakteristieken als afhankelijke en de aanwezigheid van bestuivers als verklarende variabelen. Significante resultaten zijn vet gedrukt.

Gewas	Variabele	Totaal aantal bestuivers	Aantal gedomest. bestuivers	Aantal wilde bestuivers	Soortenrijkdom wilde bestuivers
Elstar 2013	Gemiddelde diameter	0.709	0.753	0.516	0.880
	Gemiddeld gewicht	0.468	0.628	0.585	0.521
	Symmetrie	0.731	0.641	0.068	0.317
	Aantal appels	0.516	0.837	0.953	0.214
Elstar 2014	Gemiddelde diameter	0.768	0.856	0.374	0.173
	Gemiddeld gewicht	0.708	0.894	0.616	0.299
	Symmetrie	0.941	0.984	0.862	0.953
	Aantal appels	0.887	0.821	0.728	0.567
Duke 2013	Gemiddeld gewicht	0.276	0.289	0.725	0.732
	Gemiddeld volume	0.259	0.258	0.633	0.661
	Vruchtzetting	0.584	0.521	0.884	0.912
Liberty 2014	Gemiddeld gewicht	0.850	0.862	<b>0.040</b>	<b>0.005</b>
	Gemiddeld volume	0.972	0.951	<b>0.024</b>	<b>0.019</b>
	Vruchtzetting	<b>0.007</b>	<b>0.009</b>	0.878	0.363

Wanneer de resultaten voor beide onderzoeksjaren worden gecombineerd in één analyse (multiple lineaire regressies met jaar als fixed factor), zijn de meeste relaties tussen bestuivers en oogstparameters nog altijd niet significant. Voor één relatie is dat echter wel het geval: de diameter van de appels lijkt licht toe te nemen met het gemiddelde aantal bloembezoekende wilde bestuivers per vangronde (Figuur 30; P = 0.042).



**Figuur 30** Relatie tussen het gemiddelde aantal wilde bestuivers in een Elstar-boomgaard en het formaat van de geoogste appels op basis van de onderzoeksresultaten uit 2013 en 2014 tezamen (N=30).

**Bes**

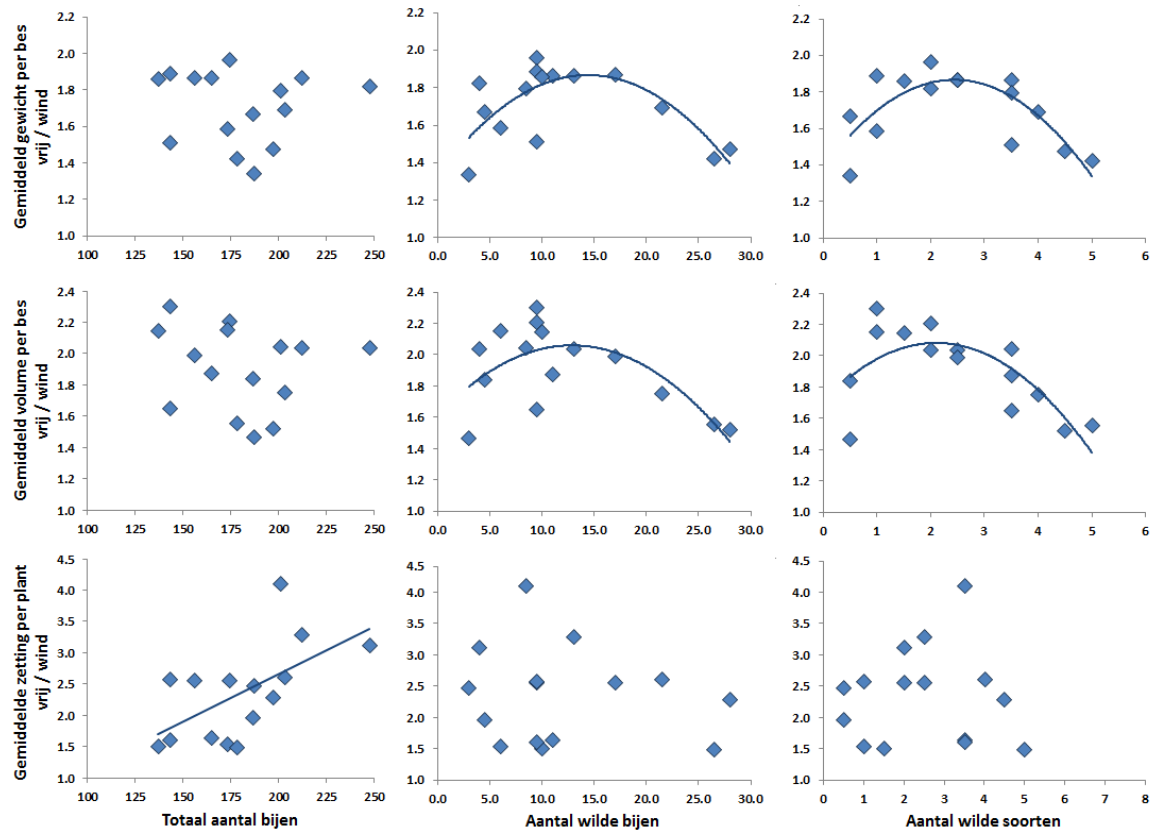
Ook voor de blauwe bessen van het ras Duke ontbrak in 2013 elke relatie tussen het voorkomen van bestuivers en de oogstparameters. De belangrijkste parameters zijn in Bijlage 2 tegen elkaar uitgezet. Voor Liberty werden in 2014 echter wel diverse significante verbanden gevonden. De vruchtzetting bleek sterk afhankelijk van het totale aantal bestuivers per boomgaard (Tabel 11). Deze relatie werd echter volledig verklaard door de gedomesticeerde bestuivers en niet door het aantal of de soortenrijkdom van de wilde bestuivers (Tabel 11 en Figuur 31). Ook wanneer de wilde bestuivers werden opgesplitst in wilde bijen en zweefvliegen, werd voor deze groepen geen relatie gevonden met de oogstparameters.

Het effect van de gedomesticeerde bestuivers werd niet door de aardhommels bepaald, maar door de honingbijen (P=0.007; Figuur 31).

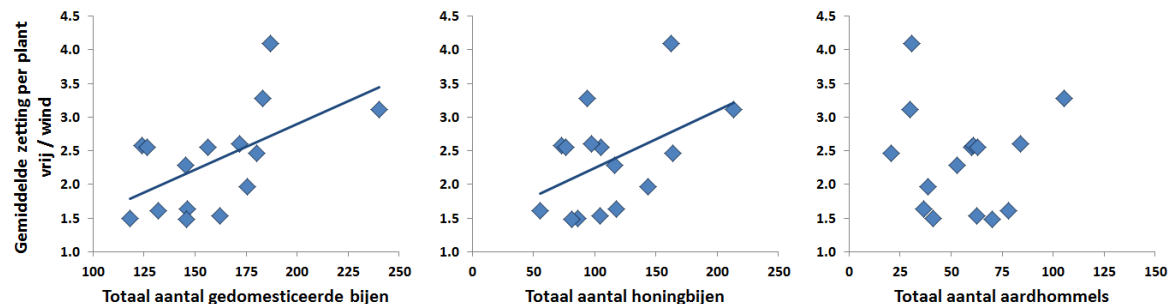
De kwaliteit van de vruchten (gewicht en volume per bes) bleek juist niet samen te hangen met het totale aantal bestuivers of de gedomesticeerde bestuivers, maar wel met zowel het aantal als de soortenrijkdom van de wilde bestuivers. Deze effecten werden vrijwel geheel verklaard door de wilde bijen, aangezien het aantal en de soortenrijkdom van de zweefvliegen zeer beperkt was (zie Tabel 8). Opvallend is hierbij echter dat sprake is van een kwadratisch verband, zodat het aantal wilde bestuivers en de soortenrijkdom een duidelijk optimum kent (Figuur 32).

Op de meeste bedrijven zijn ten minste twee van de drie meest algemene hommelsoorten *B. pascuorum*, *B. pratorum* en *B. lapidarius* aanwezig. Is dat niet het geval, dan is sprake van een lagere vruchtkwaliteit. Op de bedrijven waar naast deze soorten ook nog meerdere andere soorten aanwezig zijn, neemt de vruchtkwaliteit echter juist af.

Wanneer de data voor 2013 en 2014 gezamenlijk werden geanalyseerd, werd geen enkele significante relatie aangetroffen.



**Figuur 31** Relaties tussen het totaal aantal bijen, het aantal wilde bijen en het aantal wilde soorten met de oogstkwiteit (gemiddelde gewicht en volume per bes) en oogstkwantiteit (zetting) van blauwe-bessenstruiken van het ras Liberty. Voor significante relaties is de trend met een lijn weergegeven.



**Figuur 32** Relaties tussen de zetting van blauwe-bessenstruiken van het ras Liberty en het totaal aantal gedomesticeerde bijen, het aantal honingbijen en het aantal aardhommels. Voor significante relaties is de trend met een lijn weergegeven.



---

## 6 Bestuivingsbeleid

### 6.1 Gedomesticeerde bestuivers

#### 6.1.1 Appeltelers

Zowel in 2013 als in 2014 werden door vijf van de geënquêteerde appeltelers geen bestuivers bijgeplaatst. Allen hebben dat in het verleden op enig moment wel gedaan en zijn daar om uiteenlopende redenen mee gestopt. Bij een aantal telers was noodzaak tot bezuiniging reden om het een jaar zonder te proberen. Men merkte vervolgens geen of nauwelijks verschil in de oogst en besloot daarop de honingbijenkasten in het vervolg niet meer neer te zetten. De volgende teler plaatste wel een kanttekening bij deze beslissing: *'Toen wij onze kasten hebben weggehaald, had de buurman nog wel bijen. Dat merkten we ook, onze bomen zaten nog steeds vol'*. Het is dus goed mogelijk dat de telers na het weglaten van de kasten geen verschil hebben opgemerkt in de oogst, omdat de honingbijen van een in de buurt gelegen teeltbedrijf ook hun bloemen kwamen bestuiven. De keuze om geen honingbijen meer in te zetten, heeft in sommige gevallen ook met de imkerij te maken. Ten eerste gaat het niet zo goed met de honingbijen en zijn de volken in slechte conditie. Een teler merkte op dat zijn imker alleen halve kasten langsbracht en heeft daarop besloten de kasten dan maar helemaal weg te laten. Daarnaast zitten de bijenkasten voor sommige telers in de weg bij hun teeltwerkzaamheden en kunnen ze niet snel genoeg door de imker worden verplaatst.

Een andere reden om de honingbijenkasten weg te laten is omdat de teler simpelweg het gevoel heeft dat ze geen meerwaarde opleveren voor de oogst. Daarentegen zat er ook een teler bij die vindt dat honingbijen wel zorgen voor een grotere oogst en juist *daarom* de honingbijenkasten weglaat. Meer vruchtzetting betekent namelijk een grotere kans op een beurtjaar. Om dit te voorkomen, moeten ze de bomen dunnen om het teveel aan appels (of bloesem) weg te halen en dat is een arbeidsintensieve klus. Het is dan tegenstrijdig om meer kasten in te zetten en de kans op vruchtzetting te vergroten om vervolgens de bloemen kapot te spuiten om te veel vruchtzetting te voorkomen. Voor de telers die ervoor kiezen wel honingbijenkasten in te zetten, is die extra vruchtzetting geen reden om de kasten weg te laten. Zij zien liever te veel vruchten om vervolgens te moeten dunnen dan een tegenvallende oogst. Een tweede veelgenoemd argument voor het bijplaatsen is dat de appels zonder bijen kleiner of anderzijds van mindere kwaliteit zouden zijn, zelfs bij hoge zetting.

Het weer speelt voor zowel de telers die geen kasten inzetten als voor de telers die wel kasten inzetten een belangrijke rol in het maken van deze keuze. Afhankelijk van de visie van de teler op de invloed van deze weersomstandigheden, wordt de keuze gemaakt om wel of geen kasten in te zetten. Van de groep telers die geen kasten meer inzetten, geeft een aantal als argument dat in slechte jaren, wanneer de honingbijen extra hard nodig zijn omdat de vruchtzetting door wilde bestuivers minder is, ook de honingbijen minder vliegactiviteit vertonen. In een mooi bloeijaar vinden deze telers dat honingbijen een stuk minder hard nodig zijn, omdat de natuurlijke bestuiving door wilde bestuivende insecten en de wind dan wel voldoende is. Dus in zowel de ongunstige als de gunstige jaren laten deze telers de kasten weg.

De groep telers die wel kiest voor het inzetten van honingbijenkasten speelt 'op safe'. Net als de groep telers die geen honingbijenkasten inzetten, vindt ook deze groep telers dat honingbijen in een gunstig jaar minder hard nodig zijn vanwege de natuurlijke bestuiving. Echter, omdat er van tevoren niet valt te voorspellen of het een gunstig jaar gaat worden, durven zij de kasten niet weg te laten. *'Het is misschien maar 3 van de 10 jaar echt nodig, maar je weet van tevoren niet welk jaar dat gaat zijn. Dus voor de zekerheid zet je ze dan gewoon neer. In de jaren met slecht bloeiweer heb je ze echt nodig en dan wil je ze wel hebben.'* Uit dit antwoord blijkt al een beetje dat deze groep anders denkt over de invloed van honingbijen in de ongunstige jaren. Zij vinden namelijk dat de honingbijen in ongunstige jaren juist wél iets extra's toevoegen. Een teler vertelde hierover het volgende: *'Bij koud weer duurt de bloei langer, 2-3 weken, dan heb je de bijen echt nodig. Alle beetjes helpen om te zorgen dat de 1<sup>e</sup> bloei bestoven wordt, want die geeft de grootste appels. Ik weet uit ervaring dat dit*

---

de 'sterkste' bloemen zijn. Dan spuiten we de bloemen die later openen eraf met ATS om vruchtzetting te voorkomen.' Daar komt bij dat een aantal van deze telers aangeeft dat zelfs al zouden ze weten dat het een gunstig jaar wordt, ze het dan alsnog niet aan zouden durven om de kasten weg te laten. Ze willen achteraf niet horen dat het ergens anders beter was en ze zelf wellicht ook zo'n resultaat hadden kunnen behalen als ze wel honingbijenkasten hadden neergezet. Voor de geringe kosten die ze eraan hebben, vinden ze dat risico te groot.

Appeltelers die bestuivers inzetten, zetten alleen honingbijen in. Inzet van hommels is niet gangbaar. Ondanks dat honingbijen pas bij beter weer gaan vliegen, zijn ze – als ze dan eenmaal vliegen – wel heel erg actief en kunnen ze veel werk verzetten. Vanaf dat moment kunnen hommels het werk van honingbijen ook niet meer bijhouden. Eén teler omschreef dit als volgt: *'Honingbijen vliegen pas bij 15 graden, maar omdat de volken heel groot zijn, heb je op zo'n moment gewoon een klein leger tot je beschikking.'* Ook de hogere prijs van hommelsvolken is een veelgehoorde reden. Eén honingbijenvolk kost gemiddeld meer dan een hommelsvolk, maar een kast met honingbijen is wel 400 keer groter dan een hommelsvolk. De telers hebben het idee dat ze dus veel meer hommelsvolken moeten inzetten om eenzelfde hoeveelheid bestuivingswerk gedaan te krijgen als met de honingbijen. Een derde argument tegen hommels is dat honingbijen bloemvaster zijn. De telers zien graag dat vooral hun eigen gewassen bestoven worden en hommels vliegen volgens hen op alles.

### 6.1.2 Blauwe-bessentelers

De blauwe-bessentelers zitten meer op één lijn wat betreft bestuiving. Zo zetten ze allemaal bestuivers in en zijn ze het er daarnaast grotendeels over eens dat je zowel honingbijen als hommels nodig hebt. Alle telers plaatsen honingbijen bij, en er is slechts één blauwe-bessenteler die geen hommels meer gebruikt. Hij vindt dat er al voldoende hommels in en rondom zijn plantage voorkomen. Dit zijn deels wilde hommels, maar waarschijnlijk ook de uitgezette hommels van zijn buurman. Ook deze teler ziet dus wel het nut van voldoende hommels in het perceel. De reden voor een combinatie van hommels en bijen is dat deze elkaar aanvullen in hun vlieggedrag bij verschillende weerscondities. Men weet dat honingbijen alleen bij hogere temperaturen vliegen, gemiddeld pas vanaf 15 graden, terwijl hommels al bij lagere temperaturen vliegen, gemiddeld al vanaf 8 graden. De extra aandacht voor deze verschillen hangt nauw samen met het grote aantal verschillende blauwe-bessenrassen die de telers verbouwen. Deze rassen bloeien niet allemaal in dezelfde periode: zo bloeit Duke veel vroeger dan Liberty. Het is belangrijk dat er in al deze bloeiperiodes bestuivende insecten zijn. Van tevoren valt echter niet te voorspellen wat het weer gaat doen en een teler weet dus ook niet welke bestuivers hij wanneer nodig zal hebben. De temperatuur in combinatie met de spreiding van de bloei van de verschillende rassen maakt dat blauwe-bessentelers voor zowel hommels als honingbijen kiezen om meer zekerheid te hebben wat betreft de bestuiving van hun gewas.

De meeste blauwe-bessentelers geven aan bestuivers in te zetten vanwege de bijdrage die ze leveren aan de oogst. De meerderheid van de blauwe-bessentelers geeft aan dat bestuivers zorgen voor oogstvermeerdering en er daarnaast ook voor zorgen dat de kwaliteit van de bessen beter wordt. Insectenbestuiving resulteert in dikkere bessen, zo leert hun ervaring. Voor sommige telers is de kwantiteit belangrijk, voor andere de kwaliteit en voor sommige juist een combinatie van beide. Sommige blauwe-bessentelers vinden – net als de appelteler – dat je in jaren met gunstige weersomstandigheden toe zou kunnen met minder of helemaal geen bijplaatsing, omdat de bestuiving door wilde soorten in deze jaren vaak afdoende is. Eén blauwe-bessenteler heeft hier juist een andere kijk op: *'Bij mooi weer vliegen ze massaal, maar als de weersomstandigheden goed zijn heb je ook meer bloemen, dus dan heb je ze ook echt nodig.'*

Enkele telers zijn sinds een aantal jaar ook aan het investeren in solitaire bijen, met name metselbijen (de rosse metselbij *Osmia bicornis*, de gehoornde metselbij *Osmia cornuta*). Een van de redenen waarom ze in solitaire bijen investeren, is dat ze daarmee de wilde populatie solitaire bijen willen verbeteren. Als ze dat voor elkaar krijgen, zouden ze uiteindelijk geen honingbijen meer hoeven in te zetten. Een andere reden die werd gegeven is de kleine bloemen van blauwe-bessenstruiken: solitaire bijen kunnen daar beter inkomen omdat ze wat kleiner zijn dan hommels en honingbijen.

## 6.2 Aantallen bijgeplaatste hommels en honingbijen

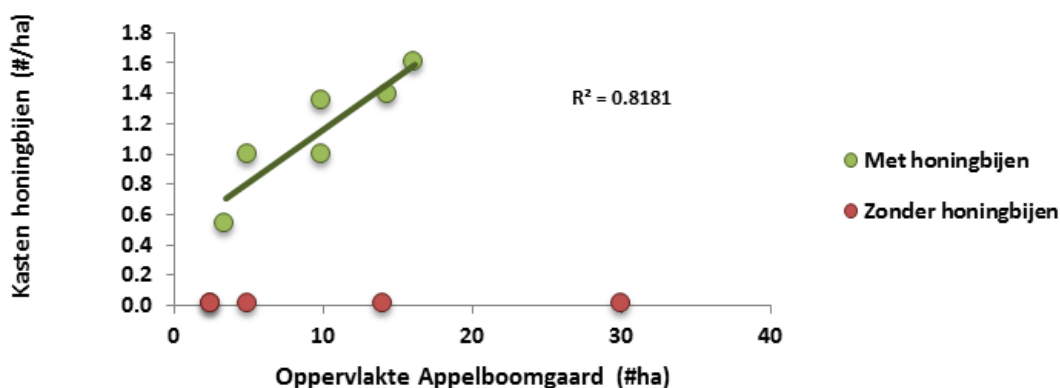
### 6.2.1 Appeltelers

De keuze voor de inzet van een bepaald aantal kasten per hectare is voor appeltelers vaak gebaseerd op een combinatie van kennis uit de literatuur, ervaring en advies van teeltbegeleiders en/of imkers. Op basis van al deze informatie bepalen ze zelf hoeveel honingbijenkasten zij denken per hectare nodig te hebben. Het aantal kasten dat een appelteler per hectare neerzet, blijkt afhankelijk te zijn van de grootte van het bedrijf (Figuur 33;  $p=0.013$ ,  $R=0.818$ ; op basis van gegevens voor 2013). Dat betekent dus dat appeltelers met een groter teeltoppervlak ervoor kiezen om meer kasten per hectare neer te zetten dan telers met een kleiner teeltoppervlak.

### 6.2.2 Blauwe-bessentelers

De meeste blauwe-bessentelers kiezen ervoor om tussen de 2 en 4 honingbijenkasten per hectare neerzetten, terwijl twee telers duidelijk kiezen voor veel hogere aantallen: 6 tot 7 kasten per hectare. De groep telers die kiest voor 2–4 honingbijenkasten valt uiteen in twee groepen: één groep zet als alternatief veel hommelveolken in (6–10 volken per hectare), een andere groep houdt ook het aantal hommelveolken beperkt tot 0.25 tot 4 per hectare. Er is geen significant verband tussen het aantal hommelen- en honingbijenvolken ( $\text{Adj}R^2=-0.024$ ,  $P=0.414$ ).

Net als de appeltelers baseren ook de blauwe-bessentelers hun keuze voor een bepaald aantal bijen- en hommelveolken op advies dat ze krijgen vanuit verschillende bronnen en combineren dit met de ervaring die ze in de loop van de jaren hebben opgedaan. Een aantal telers geeft bijvoorbeeld aan wat meer volken neer te zetten naarmate de struiken groter worden (dus naarmate de leeftijd van de percelen toeneemt). De telers die zowel qua plaatsing van bijen als qua plaatsing van hommels laag zitten, merken op dat er in hun geval 'van nature al genoeg rondvliegt op en rondom hun plantages'. De beschikbaarheid van wilde bestuivers speelt dus een duidelijke rol in de beslissing.



**Figuur 33** Het aantal kasten met honingbijen per hectare uitgezet tegen de totale oppervlakte van de appelboomgaard, weergegeven per appelteler. De appeltelers met honingbijen zetten per hectare meer kasten neer naarmate zij een grotere boomgaard hebben. Onder de appeltelers zonder honingbijen bevindt zich de teler met de grootste appelboomgaard.

## 6.3 Wilde bestuivers

De investering in wilde bestuivers dan wel solitaire bijen is vooral onder appeltelers gering. Onder blauwe-bessentelers is sprake van een toename in aandacht voor solitaire bijen.

---

### 6.3.1 Appeltelers

De belangrijkste reden voor appeltelers om geen maatregelen te nemen voor wilde bestuivers is dat ze simpelweg niet goed weten hoe ze dit aan zouden moeten pakken. Daarnaast geven de meeste appeltelers aan dat ze ook graag willen weten wat het effect is van bepaalde maatregelen voordat ze besluiten deze ook echt te nemen. Wanneer er aangetoond is dat bepaalde maatregelen echt helpen – en dan bedoelen ze vaak dat het hun ook echt wat moet opleveren in financiële zin –, zouden ze wel overwegen om deze maatregelen te gaan nemen. Een teler merkte op: *'Misschien zou ik wel bijenhôtels neerzetten als iemand kan aantonen dat dat helpt en ik bijvoorbeeld geen kasten meer hoeft neer te zetten. Maar ik heb geen tijd om zelf te pionieren.'*

Opvallend is het verschil in motivatie tussen appeltelers die wel honingbijenkasten inzetten en appeltelers die geen honingbijenkasten inzetten. Appeltelers die wel kasten inzetten, zijn vertrouwd met deze methode, dit werkt voor hen al jaren prima zo. De kosten die ze hebben aan de honingbijenkasten zijn ook gering, dus voor een klein bedrag zijn ze dan helemaal klaar en hebben ze er verder geen omkijken meer naar. De reden dat ze (nog) geen maatregelen nemen om wilde bestuivers aan te trekken, hangt hier vaak mee samen. Het nemen van zulk soort maatregelen kost hen te veel tijd. *'Dat vind ik te omslachtig, we zetten toch al honingbijen neer. Er komt misschien ook wel een stukje gemakzucht bij kijken, het kost veel tijd en voor die 100 euro per hectare gaan we dat niet doen. Het werkt goed hoe we het nu doen.'*

De appeltelers die geen honingbijenkasten inzetten, geven daarentegen allemaal aan geen maatregelen te nemen omdat ze vinden dat er van nature al genoeg wilde bestuivers zijn of dat de natuur haar gang laten gaan voldoende is. Ze zijn zich dus wel degelijk bewust van het nut van wilde bestuivers, maar zien (vooralsnog) geen problemen met de aanwezigheid daarvan.

### 6.3.2 Blauwe-bessentelers

Net als de appeltelers vindt een aantal blauwe-bessentelers ook dat er voldoende wilde bestuivers in en rondom hun plantages voorkomen en dat het nemen van extra maatregelen daarom niet nodig is. Eén blauwe-bessenteler zag überhaupt geen enkel nut in maatregelen voor wilde bestuivers: *'Stel je plant extra bloemdragende planten aan om wilde bestuivers aan te trekken. Blauwe bes bloeit echter vroeg in het seizoen als het nog koud is en dan moeten die extra planten dus ook bloeien. De komst van de wilde bestuivers hangt echter vooral samen met de temperatuur. Ze komen pas als het warmer wordt, zelfs als er al eerder planten bloeien. Dan heeft het dus geen zin.'*

Een aantal blauwe-bessentelers is echter wel bewust bezig met het bevorderen van de aanwezigheid van solitaire bijen en het creëren van voorwaarden om ze te kunnen behouden. In 2013 werkte een aantal telers binnen een werkgroep van de Vakgroep Blauwe Bes al samen aan het uittesten van methoden voor de inzet van metselbijen in de bessenenteelt. Men plaatst voor dit doeleinde bijenhôtels in de percelen (Figuur 34) en oogst in het najaar hieruit de cocons van metselbijen, die vervolgens koel worden opgeslagen. In het vroege voorjaar worden deze cocons in een beschermde bak in de buurt van het bijenhôtel geplaatst, zodat de uitvliegende metselbijen voldoende nestgelegenheden kunnen vinden. De metselbij vliegt wel degelijk al vroeg uit, wanneer de temperaturen nog laag zijn en het aanbod van bloeiende planten laag. Binnen de werkgroep wordt dan ook actief nagedacht over het bijplaatsen van bakken met vroegbloeiende planten om de metselbijen extra voedsel te bieden. Mede dankzij deze werkgroep groeit het enthousiasme voor de inzet van metselbijen onder telers: in 2013 waren vier van de in ons onderzoek deelnemende telers actief bezig met de inzet van metselbijen, in 2014 was dit aantal verdubbeld tot acht (Tabel 8). Als reden voor deze extra zorg geven de meeste telers aan de populatie bestuivers te willen vergroten. Ook andere redenen kunnen echter een rol spelen: één teler gaf aan een bijenhôtel te hebben neergezet vanwege de thuisverkoop van blauwe bessen. Het hotel is een stukje natuurbeleving voor zijn klanten.

Het bij de appeltelers veelgehoorde argument om liever af te wachten tot het nut bewezen is, speelt echter slechts een kleine rol. De blauwe-bessenteelt is een jonge, opkomende markt in Nederland en de betrokken telers zijn veelal pioniers, die bereid zijn om nieuwe dingen uit te proberen. Slechts enkele blauwe-bessentelers willen eerst zwart op wit zien wat het hun financieel oplevert voordat ze maatregelen voor wilde bestuivers zouden nemen. Ook de twijfel over de juiste maatregelen speelt een ondergeschikte rol. Het creëren van nestgelegenheden via insectenhôtels en het aanplanten van

bloemranden, worden genoemd als goede opties. Een aantal blauwe-bessentelers dat nu nog geen maatregelen neemt, overweegt om dat in de toekomst wel te gaan doen. Daarmee zouden ze dan de natuurlijke populatie bestuivers willen vergroten. De boeren die bloemranden overwegen in te zetten doen dit deels vanwege bestuiving, maar duidelijk ook voor andere doeleinden. Men is op zoek naar natuurlijk evenwicht en biologische bestrijding van potentiële plagen. De opkomst van de Suzuki-vlieg wordt genoemd als argument om nu toch de stap te gaan wagen.



**Figuur 34** Een voorbeeld van een bijenhotel, geplaatst om nestelgelegenheid te bieden voor metselbijen in een perceel blauwe bessen in Limburg. In het najaar worden de cocons geoogst, schoongemaakt en koel bewaard, in dit geval in een schoongemaakt melkpak. Het pak met de cocons (rechts op de foto) wordt in het voorjaar naast het hotel in het veld geplaatst, zodat de uitvliegende bijen meteen voedsel en nestelgelegenheid vinden.

---

# 7 Discussie

## 7.1 Bedrijfseconomische situatie

Op basis van een combinatie van informatie verstrekt door de deelnemende telers, aangevuld met landelijke gemiddelden (Heijerman-Peppelman & Roelofs 2010; CBS 2014), kon een beeld worden verkregen van de verhouding tussen kosten en baten bij de teelt van appels van het ras Elstar en blauwe bessen van de rassen Duke en Liberty. Deze analyse brengt een belangrijk verschil in winstmarge naar voren tussen de beide gewassen. Het gemiddelde marginale saldo ligt voor de teelt van Elstar een stuk lager dan voor Duke (€ 0,01-0,02 per kilogram voor Elstar tegen respectievelijk € 2,53 en € 2,34 per kilogram voor Duke en Liberty). Vergelijking van de resultaten voor verschillende bedrijven laat zien dat voor zowel de appel- als de blauwe-bessenteelt de winstmarge groter wordt naarmate de totale opbrengst toeneemt. Een hogere opbrengst in kilogrammen per hectare is dus van duidelijk belang voor de uiteindelijke winst voor de teler.

Op basis van onze berekeningen lijkt de teelt van Elstar gemiddeld slechts ternauwernood, en voor een deel van de bedrijven geheel niet rendabel meer. Aangezien een aantal additionele kosten niet kon worden meegenomen in de analyse, ligt het werkelijke saldo waarschijnlijk nog lager. Zowel de teeltkosten als de ontvangen prijs per kilogram hangen sterk af van externe factoren, zoals de weersomstandigheden en het totale aanbod vanuit de sector en fluctueren dus sterk. 2013 was in veel opzichten een extreem jaar, met sterke prijsfluctuaties. Zo was als gevolg van het koude voorjaar het afzetseizoen van Elstar extreem kort en de totale oogst kleiner dan in de afgelopen jaren, resulterend in relatief hoge prijzen (AGF Primeur 10, oktober 2013). Het volume per appel was echter juist uitzonderlijk groot. In 2014 waren de appels gemiddeld iets kleiner, maar met uitschieters naar juist erg grote appels. De oogst was vroeg en relatief omvangrijk en de appelprijs lag met name in het begin van het seizoen relatief laag. Opvallend is echter dat al met al de omzet per hectare weliswaar groter was door het grote aantal geogste kilo's, maar de winstmarge per kilogram opnieuw minimaal was. Er lijkt dus sprake van een structureel probleem. Dit sluit aan bij de resultaten zoals gepresenteerd in o.a. de KWIN-rapportage (Heijerman-Peppelman & Roelofs 2010). Ook verschillende deelnemende telers gaven inderdaad aan dat de teelt van Elstar structureel onrendabel is. Twee van de in 2013 deelnemende telers hebben dan ook in de winter van 2013 op 2014 hun Elstar-perceel geroid. Andere gaven aan dat Elstar toch meerwaarde heeft, omdat de appel erg populair is en dus een stabiele afzetmarkt biedt.

De teelt van blauwe bes is potentieel zeer winstgevend. De productiekosten zijn echter ook aanzienlijk. Telers zijn dan ook merkbaar ongerust over de risico's van schade door pestsoorten, die de omzet een flinke klap toe kunnen brengen en daarmee de sector in de problemen kunnen brengen. Met name de Suzuki-vlieg (*Drosophila suzukii*) leidde in 2014 tot veel onrust. Hoewel er bij veel telers een wens bestond om meer pesticiden te mogen gebruiken, valt op dat verschillende telers nadrukkelijk nadenken over mogelijkheden voor duurzame, natuurlijke bestrijding. Het zoeken naar een goede balans tussen duurzaam behoud van waardevolle populaties bestuivers en een adequate plaagbestrijding wordt daarbij als argumentatie genoemd. Verder valt op dat zowel voor de appel- als de blauwe-bessenteelt de kosten van bestuivingsbevorderende maatregelen op dit moment slechts een klein percentage van de totale productiekosten uitmaken. Voor de teelt van blauwe bessen, waarbij in aanzienlijke hoeveelheden gebruik wordt gemaakt van het bijplaatsen van honingbijen en aardhommels, liggen de gemaakte kosten iets hoger, maar bedragen nog altijd slechts 2,17% van de totale productiekosten.

---

## 7.2 Bestuivingsbeleid

De keuze voor een bepaald type of aantal bestuivers wordt door telers gebaseerd op een combinatie van kennis en ervaring. Veel telers krijgen daarnaast advies van een teeltbegeleider en voorlichters van bedrijven. De weersomstandigheden worden genoemd als een belangrijke variabele die van invloed is op bestuiving. Bij betere weersomstandigheden zijn gedomesticeerde bestuivers volgens zowel blauwe-bessentelers als appeltelers minder hard nodig vanwege de activiteit van wilde bestuivende insecten en bestuiving door de wind. De blauwe-bessentelers zetten vrijwel standaard zowel honingbijen als aardhommels in, in gunstige en in ongunstige jaren. Als reden daarvoor noemen ze de grote spreiding tussen de bessenrassen in bloeiperiode. Een combinatie van bestuivers met verschillende eigenschappen wat betreft vliegperiode en temperatuurafhankelijkheid zorgt voor meer zekerheid op bestuiving van alle rassen. Hieruit blijkt dat telers actief nadenken over de waarde van variatie in de gemeenschap van bestuivers, wat ook zijn weerslag vindt in de aandacht voor wilde bestuivers. Appeltelers daarentegen zetten überhaupt niet allemaal bestuivers in en zijn het erover eens dat bestuivers niet elk jaar nodig zijn. De inzet van honingbijen laat men afhangen van het weer. Vanwege de betrekkelijk korte en constante bloeiperiode bij appelrassen ziet men geen noodzaak tot bijplaatsing van aardhommels.

De meeste appeltelers nemen geen specifieke maatregelen ter bevordering van wilde bestuivers. Hoewel een deel hier het nut niet van inziet, staat een groot deel van de telers hier wel voor open, mits het effect van de maatregelen op de oogstopbrengst wordt aangetoond. Een aantal blauwe-bessentelers is al wel bezig met het nemen van of testen met aanvullende maatregelen. Ook voor hen geldt echter dat het doel vooral gericht is op een constantere en grotere oogst en in slechts heel geringe mate op natuurbehoud. In het algemeen ziet men op tegen de financiële investering en de tijd die het gaat kosten. Er bestaat onzekerheid over welke maatregelen ze zouden kunnen nemen om de aanwezigheid van wilde bestuivers op hun bedrijf te bevorderen en welke maatregelen het effectiefst zijn. Meerdere telers gaven dan ook aan behoefte te hebben aan meer zicht op het absolute en relatieve effect van verschillende potentiële maatregelen op de effectiviteit van het bestuivingsproces.

## 7.3 Agronomische effecten van bestuivers

### 7.3.1 De bijdrage van de bestuivende gemeenschap als geheel

In zowel 2013 als 2014 – en voor zowel Elstar als de twee blauwe-bessenrassen – liet een vergelijking van de oogstopbrengst bij een situatie met en zonder bestuiving door insecten duidelijk zien dat een aanzienlijk deel van de opbrengst afhankelijk is van bestuiving. Alle gemeten kwantitatieve en kwalitatieve oogstwaarden (zetting, vruchtgewicht, vruchtformaat en symmetrie van appels; zetting, vruchtgewicht en vruchtvolume van bessen) namen met een aanzienlijk percentage af indien geen bestuivers werden toegelaten tot de bloemen. Verschillende recente buitenlandse studies waarin eenzelfde experimentele set-up werd gebruikt (vergelijking van open bloemen met ingepakte bloemen), lieten voor verschillende fruitgewassen een vergelijkbaar effect zien op zowel de hoeveelheid vruchten (de vruchtzetting) als de kwaliteit per vrucht. Bommarco *et al.* (2012) vonden een significant verschil in het aantal zaden en het gewicht en vetgehalte van zaden. Klatt *et al.* (2013) zagen een significant verschil in vruchtgewicht en kleur bij aardbeien.

In 2014 verscheen een studie waarin het effect van bestuivers op twee appelrassen werd vergeleken voor boomgaarden in Groot-Brittannië (Garratt *et al.* 2014). Dit betrof de rassen Gala en Cox. Ook voor deze rassen was het vruchtgewicht en het vruchtvolume significant groter in geval van vrije bestuiving. In vergelijking met onze resultaten voor Elstar in 2013 liet Cox een iets kleiner en Gala een iets groter verschil in gewicht en volume zien. Echter, in 2014 liep het effect van bestuiving op de vruchtkwaliteit voor Elstar op tot een 10%-afname in vruchtgewicht (en 23%-afname in volume), een beduidend groter effect dan gevonden voor Cox en Gala en voor Elstar in 2013. Jaarlijkse verschillen lijken dus minstens even belangrijk als verschillen tussen rassen.

Het effect van bestuivers op het vruchtgewicht lijkt samen te hangen met de mate van zaadzetting in de vrucht. Buccheri & Di Vaio (2004) vonden voor een viertal appelrassen een duidelijk verband tussen het aantal zaden en het vruchtgewicht. Garratt *et al.* (2014) toonden aan dat vrij bestoven



---

appels meer dan viermaal zoveel zaden bevatten. Het tellen van de zaden in appels of bessen is echter een zeer tijdrovende bezigheid en helaas ontbrak in onze studie de mogelijkheid om deze factor te onderzoeken.

Verskil in zaadzetting lijkt ook de reden voor verschillen in de vorm van appels (Buccheri & Di Vaio 2004). Een gebrekkige zaadzetting in een of meer zaadhokken resulteert in een verminderde groei van het vruchtlichaam in het betreffende deel van de vrucht, waardoor deze asymmetrisch van vorm wordt. In 2013 was dit effect duidelijk zichtbaar: het percentage symmetrische appels lag in 2013 significant lager bij takken die waren afgeschermd voor bestuivers. Dit is een belangrijke bevinding, omdat vruchtvorm een belangrijke factor is bij het bepalen van de kwaliteitsklasse van appels en daarmee voor de prijs die de vruchten opbrengen. Opvallend is echter dat de vruchtsymmetrie in 2014 helemaal geen effect ondervond van de bestuivingsbehandeling. Ook de windbestoven takken droegen nu vrijwel uitsluitend symmetrische vruchten. Een efficiëntere bestuiving door de wind in 2014 is hiervoor geen afdoende verklaring, omdat het formaat en het gewicht van de vruchten aan de windbestoven takken in 2014 juist lager waren. Hoewel we dit effect niet kunnen verklaren, maakt ook dit resultaat duidelijk dat het effect van bestuiving op de vruchtkwaliteit sterk kan verschillen tussen jaren.

In onze studie werd er bewust voor gekozen om de teeltcondities zo veel mogelijk gelijk te houden aan de normale praktijk, om zo het daadwerkelijke effect van bestuivers te bepalen op de teelt zoals die in Nederland plaatsvindt. Om die reden werden chemische dunning (doodspuiten van bloemen) en handmatige dunning (wegplukken van overtollige appels voor de afrijping) ook toegelaten in onze experimentele plots. Een nadeel hiervan is dat deze aanpak niet de mogelijkheid gaf om een gedegen schatting van de vruchtzetting te maken, omdat ook de vrij bestoven takken bij de oogst minder vruchten dragen dan ze van nature zouden doen. Het feit dat telers deze strategie hanteren, geeft echter al duidelijk aan dat zetting in de praktijk niet het voornaamste punt van zorg is. De zetting is in de praktijk eerder te hoog dan te laag. Echter, in onze plots lag het aantal appels dat we uiteindelijk konden oogsten wel duidelijk lager voor ingepakte takken, wat aangeeft dat bij gebrek aan bestuivers minder appels worden geproduceerd dan het door de teler gewenste aantal. Een tweede potentieel nadeel is dat de kans bestaat dat als gevolg van vruchtdunning compensatie optreedt, waarbij de boom extra kan investeren in de overgebleven appels. Deze worden hierdoor groter dan onder natuurlijke omstandigheden. Aangezien de takken waarbij geen bestuivers werden toegelaten minder appels produceerden, zal hier geen handmatige dunning zijn uitgevoerd en zal dus bij de vrij bestoven takken meer compensatie zijn opgetreden dan bij de windbestoven takken. Ook hier geldt echter dat dit weliswaar een probleem is wanneer men het natuurlijke effect van bestuivers op de vruchtzetting en vruchtmaat wil bepalen, maar dat het wel degelijk een veel realistischer beeld geeft van het potentiële effect van het verdwijnen van bestuivers in de daadwerkelijke teeltsituatie.

In de beide blauwe-bessenrassen was het effect van bestuivers op het formaat en het gewicht van de vruchten duidelijk groter dan voor de appels. Indien alleen windbestuiving mogelijk was, namen het vruchtgewicht en de vruchtmaat af tot zo'n 60% van de waarde bij vrije bestuiving. Deze afname was erg vergelijkbaar voor beide rassen, wat suggereert dat bestuivers over het algemeen een grote invloed hebben op de vruchtkwaliteit van blauwe bessen. Dit komt overeen met eerdere resultaten van onder anderen Bal (2011). Bal (2011) liet echter ook zien dat het type ras dat als pollenbron voor bestuiving dient, sterk van invloed is op de vruchtmaat voor Liberty, maar niet voor Duke. Dit zou een deel van de verklaring kunnen vormen voor verschillen in vruchtmaat tussen bedrijven, aangezien niet elke teler dezelfde rassen teelt en ze op dezelfde wijze rangschikt binnen een perceel.

Ook de zetting van de blauwe bessen was sterk afhankelijk van bestuiving. Opvallend is dat de zetting van Liberty relatief laag is vergeleken met Duke, en sterker afhankelijk is van bestuivers. Dit bevestigt dat het daadwerkelijk gaat om een verschil tussen rassen en niet om een verschil tussen de twee onderzoeksjaren. Ook telers gaven aan dat de zetting van Liberty relatief problematisch is en het belang van bestuivers daarom groter. Dit was mede de reden om in 2014 het onderzoek op dit ras te richten.

In 2014 ondervonden de bessentelers duidelijke schade door de *Drosophila suzukii*. Zoals gezegd, was dat duidelijk terug te zien in de bedrijfseconomische analyse. De invloed op onze veldproef was echter klein, omdat op de struiken in onze plots de vlieg niet werd aangetroffen. Voor de door ons geoogste bessen lag de kwaliteitsverdeling dan ook op het gebruikelijke niveau (pers. comm. telers), terwijl op bedrijfsniveau sprake was van een verminderde hoeveelheid hoogwaardige bessen.

---

Op basis van gemiddelden over alle 15 bedrijven per gewas was er tussen hand-bestoven en vrij bestoven bomen voor geen enkele van de aan Elstar en Duke gemeten oogstkenmerken een significant verschil aanwezig. Het suggereert dat momenteel op het gemiddelde teeltbedrijf van de onderzochte gewassen niet duidelijk sprake is van een ondermaatse opbrengst door een gebrek aan bestuiving. Hoewel handbestuiving door de mens zeer lastig is en ook niet altijd een optimaal bestuivingsresultaat garandeert (zie bv. Young 1992), is dit een resultaat dat in meer wetenschappelijke studies is gevonden (o.a. Holzschuh *et al.* 2012). Belangrijk is wel dat in 2013 voor beide gewassen sprake leek van een trend waarbij de bedrijven met de laagste opbrengst ook de bedrijven waren waarin de handbestuiving wel voor een iets hogere opbrengst leek te zorgen. Dit suggereert dat in incidentele gevallen een teler wel degelijk te maken kan krijgen met een ondermaatse opbrengst door een gebrekkige bestuiving door insecten. Het feit dat deze trends volledig ontbraken in 2014 suggereert echter dat een dergelijk bestuivingstekort op sommige bedrijven slechts ontstaat onder afwijkende omstandigheden, wanneer sprake is van abnormale lage aantallen bestuivers. Dit benadrukt echter nogmaals het belang van bestuivers voor het garanderen van een optimale opbrengst.

### 7.3.2 De relatieve bijdrage van verschillende aantallen en typen bestuivers

Het doel van de huidige studie was niet alleen om het totale effect van bestuivers te kwantificeren, maar ook om betere uitspraken te kunnen doen over de invloed van verschillen in aantallen, en met name de relatieve bijdrage van verschillende soorten: in hoeverre zijn wilde bestuivers effectiever dan bijgeplaatste soorten, en in hoeverre resulteert een hogere soortenrijkdom of een hogere abundantie in een beter resultaat? In een recente meta-analyse gebaseerd op 41 teelten van diverse gewassen wereldwijd, lieten Garibaldi *et al.* (2013) zien dat het aantal bloembezoekende bijen een zeer duidelijke positieve invloed had op de vruchtzetting. Dit verband was ruim tweemaal sterker voor wilde bijen dan voor honingbijen. In veldstudies, zoals ook de huidige studie van appel en blauwe bes, vonden Klein *et al.* (2003) en Hoehn *et al.* (2008) een duidelijk positieve relatie tussen de diversiteit van de bestuivende gemeenschap en de vruchtzetting van respectievelijk koffie en pompoen. In een andere meta-analyse lieten Garibaldi *et al.* (2011) zien dat de diversiteit en de abundantie van wilde bestuivers afnamen bij toenemende isolatie van seminatuurlijke landschapselementen en dat dit resulteerde in een lagere vruchtzetting, onafhankelijk van de mate waarin op de betreffende bedrijven honingbijen werden bijgeplaatst. Op basis van deze resultaten lijkt dus duidelijk dat wilde bestuivers sterk van invloed zijn op de vruchtzetting en een natuurlijk landschap rond het teeltperceel bijdraagt aan de mate waarin zij deze dienst kunnen vervullen. Onze resultaten zijn hier echter deels mee in tegenspraak.

Het percentage geschikte bijenhabitat in de directe omgeving (binnen 500 m) had een positieve invloed op de hoeveelheid wilde bestuivers in blauwe-bessenpercelen, maar niet op de diversiteit van de bestuivers, en in het geheel niet in appelboomgaarden. Hoewel we na het onderzoeksjaar 2013 nog geen harde uitspraken durfden te doen wegens de toenmalige slechte weersomstandigheden en lage aantallen gevangen bijen, waren relaties tussen oogstopbrengst of soortenrijkdom van de bestuivers en het omringende landschap ook in 2014 duidelijk afwezig, ondanks flinke verschillen tussen de vijftien deelnemende bedrijven in al deze parameters. Dit suggereert dat, ondanks de duidelijke globale patronen zoals door Garibaldi *et al.* (2011 en 2013) waargenomen, de invloed van het landschap sterk afhankelijk is van de lokale teeltcondities en het lokale ecosysteem. Dit onderstreept de waarde van een gedegen kwantificering van ecosystemendiensten onder Nederlandse omstandigheden.

De bevinding dat het aantal aardhommels in een blauwe-bessenperceel toeneemt met de hoeveelheid seminatuurlijke habitat in het omliggende landschap, suggereert dat deze percelen – ondanks de grote aantallen hommels die al worden bijgeplaatst – ook nog flinke aantallen wilde hommels uit de omgeving aantrekken. Onduidelijk is hoe het kan dat het aantal honingbijen in appelboomgaarden toeneemt bij een groter percentage geschikte habitat in de omringende twee kilometer. Een mogelijke verklaring is een hogere activiteit van imkers in meer natuurlijk landschap.

De resultaten voor het jaar 2013 lieten tevens voor zowel appels als blauwe bes geen enkel verband zien tussen de talrijkheid van bloembezoekende gedomesticeerde of wilde bestuivers of de soortenrijkdom, en de kwantiteit of kwaliteit van de oogst. Dit zou deels kunnen worden verklaard

---

door de extreme weerscondities tijdens dat seizoen en de effecten daarvan op het vlieggedrag van de bestuivers, de (gebrekkige) overlap van de vliegperiode van de bestuivers met de bloeiperiode van de gewassen en/of de groei van de gewassen zelf.

Zowel de resultaten voor 2014 als de resultaten voor de twee onderzoeksjaren gezamenlijk, laten echter nog altijd geen effecten zien van het aantal honingbijen of de soortenrijkdom op de oogstopbrengst van de Elstar-appels. Aangezien de in totaal 18 deelnemende bedrijven een goede doorsnede vormden van de Nederlandse Elstar-teelt, en zij flink verschilden in zowel de samenstelling van de bestuivende gemeenschap als de oogstparameters, suggereert dit resultaat dat onder Nederlandse omstandigheden de oogstopbrengst van Elstar inderdaad niet sterk afhankelijk is van onderlinge verschillen in het totale aanbod aan bestuivers of het aanbod van honingbijen. Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn dat zelfs bedrijven met weinig bestuivers nog altijd kunnen rekenen op voldoende bloembezoeken om een goede bestuiving te garanderen. Dit lijkt niet waarschijnlijk, aangezien door ons op meerdere bedrijven tijdens twee vangrondes vrijwel geen enkele bij werd aangetroffen. Het is echter mogelijk dat incidentele pieken in activiteit van honingbijen (buiten onze vangrondes om) al voldoende zijn om de rol van honingbijen in het bestuivingsproces te vervullen.

Opvallend is ook dat het totale aantal wilde bestuivers wel verband lijkt te houden met de oogstopbrengst, maar het aantal wilde soorten niet. Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn dat een gering minimum aantal soorten al zorgt voor voldoende variatie in bestuivingsstrategieën en een positief effect van diversiteit zich dus slechts voordoet bij nog lagere aantallen soorten dan in onze boomgaarden werden aangetroffen. Gerichte experimenten met verschillende combinaties van bestuivers zouden nodig zijn om dit gedegen te onderzoeken. Onze resultaten zijn echter in tegenspraak met een recente studie van o.a. Mallinger & Gratton (2014) in 21 appelboomgaarden, waarin juist wel een effect werd aangetroffen van diversiteit en niet van het aantal honingbijen of wilde bijen. Een verschil tussen deze studies en onze studie is echter dat ons onderzoek geheel werd uitgevoerd onder normale teeltomstandigheden, dus inclusief chemische en handmatige dunning, terwijl in andere onderzoeken de onderzochte bomen werden onthouden van dunning. Het is mogelijk dat de effecten die in deze studies werden gevonden geldig zijn onder natuurlijke omstandigheden, maar onder de in Nederland gebruikelijke teeltcondities minder relevant zijn. Verder keken Mallinger & Gratton (2014) alleen naar de relatie tussen soortenrijkdom en zetting, terwijl het door ons aangetoonde verband met het aantal wilde bijen alleen het vruchtformaat betrof. De effecten van bestuivers op zetting en vruchtkwaliteit kunnen duidelijk verschillen, omdat vruchtzetting al plaatsvindt bij een relatief laag aantal bevruchte zaadknoppen, terwijl vruchtkwaliteit verbetert als het aantal bevruchte zaadknoppen verder toeneemt. Onder andere de resultaten van Quint Rusman (Rusman 2013) laten zien dat wilde bestuivers per bloembezoek veel hogere aantallen pollenkorrels deponeren dan honingbijen. Onze studie is een van de eerste waarin op landschaps- en bedrijfsniveau een vergelijking wordt gemaakt tussen het aantal en de soortenrijkdom van wilde bestuivers en de kwaliteit van de vruchten. Meer onderzoek is noodzakelijk om na te gaan in hoeverre het effect van het aantal wilde bestuivers op de vruchtkwaliteit van appels in algemene zin geldig is.

Voor de blauwe bessen van het ras Liberty werden in 2014 wel verbanden aangetroffen tussen de bestuivende gemeenschap en de oogstopbrengst. Het totaal aantal bestuivers lijkt duidelijk van invloed op de vruchtzetting. Dat dit effect wel tot uiting komt bij Liberty, en niet bij Duke, kan te maken hebben met een verschil in de condities tussen de twee jaren. Waarschijnlijker is echter dat de moeizame zetting bij Liberty resulteert in een behoefte aan een hoge pollendepositie voor succesvolle zetting.

Het ontbreken van een significante relatie tussen het aantal bloembezoekende aardhommels is opvallend. Een mogelijke verklaring zou zijn dat zelfs op bedrijven met relatief weinig aardhommels voldoende bloembezoek plaatsvindt om een hoge zetting te garanderen. Opvallend is ook dat noch het aantal wilde bestuivers, noch het aantal bestuivende soorten, de zetting beïnvloedde. Dit is in tegenspraak met de resultaten van Garibaldi *et al.* (2011; 2013).

Ook de relatie van het aantal en de soortenrijkdom van wilde bestuivers met de vruchtkwaliteit is opvallend. Bij lage aantallen en lage diversiteit is deze relatie positief (in overeenstemming met de in de vorige paragraaf geopperde hypothese voor de relatie tussen de diversiteit van bestuivers en de vruchtkwaliteit van Elstar). Indien de diversiteit of talrijkheid van wilde soorten verder toeneemt, neemt de vruchtkwaliteit echter juist duidelijk af. Het is vooralsnog lastig hier een goede verklaring

---

voor te geven. Een mogelijkheid houdt verband met de bevinding van Hommersen (2014) dat een deel van de wilde soorten minder efficiënt pollen overdraagt dan de aardhommel. Wanneer hoge aantallen van deze soorten de aardhommels verdringen bij het bloembezoek, zou dit tot minder efficiënte pollendepositie, en daarmee minder zaadzetting en dus kleinere vruchten kunnen leiden. Echter, in deze situatie zou men ook een negatief effect verwachten van de honingbij, die eveneens weinig efficiënt is.

Geconcludeerd moet worden dat de gevonden verbanden voor de Nederlandse blauwe-bessenteelt niet overeenkomen met de resultaten voor blauwe bessen of andere fruitgewassen in andere landen. Mogelijke factoren die een rol kunnen spelen bij deze verschillen zijn variatie in de gemeenschap van bestuivende soorten, maar ook de teeltcondities. Recent onderzoek van Melathopoulos *et al.* (2014) liet bijvoorbeeld zien dat onder meer de aanwezigheid en wijze van bestrijding van pestsoorten van invloed kunnen zijn op de rol van bestuivers bij de oogstopbrengst van een verwant bessenras ('lowbush blueberry'; *Vaccinium angustifolium*). Hieruit bleek dat bestuiving de opbrengst verhoogde, maar dat deze extra oogst alleen werd gerealiseerd indien pestsoorten rigoureuus werden bestreden met insecticiden en fungiciden. Meer onderzoek is nodig om de interacties tussen variatie in teeltcondities en het effect van bestuivers op de oogstopbrengst beter te leren begrijpen.

## 7.4 Economische doorwerking van de rol van bestuivers

Het hier beschreven onderzoek is het eerste in Nederland waarin expliciet wordt ingegaan op het effect van bestuivers – en wilde bestuivers in het bijzonder – op de financiële opbrengst van de fruitteelt. Ook wereldwijd is het aantal onderzoeken waarin deze link wordt gelegd zeer beperkt. De resultaten van de aan de deelnemende boeren voorgelegde enquête laten echter zien dat telers juist deze waarde duidelijk in beeld willen hebben, alvorens te beslissen of ze maatregelen nemen gericht op het bevorderen van wilde bestuivers. Dergelijke maatregelen brengen inspanning en kosten met zich mee en telers verdienen die kosten graag terug.

Onze onderzoeksresultaten laten zien dat telers van beide gewassen voor een aanzienlijk deel van zowel hun productiewaarde als de uiteindelijke winst afhankelijk zijn van bestuivers. Voor de Elstar-teelt betreft dit de helft van de totale productiewaarde (ruim 7.500 euro per hectare). Op basis van hun voorkomen op de bedrijven en hun relatief hoge rol in de pollendepositie, kan worden gesteld dat wilde bestuivers verantwoordelijk zijn voor ruim 30% van de totale productiewaarde, wat neerkomt op meer dan 5.000 euro per hectare. Voor de appelteelers zijn wilde bestuivers dus essentieel, temeer vanwege de zeer krappe winstmarge bij de teelt van Elstar. De resultaten laten zien dat bedrijven die momenteel nog net winst maken op de Elstar-teelt een sterk negatief saldo zouden laten zien als wilde bestuivers niet aanwezig zouden zijn. Op bedrijfsniveau lijkt de aanwezigheid van wilde bestuivers dus in veel gevallen van directe invloed op de vraag of de Elstar-productie rendabel is of niet.

Voor de berekening van de economische bijdrage van bestuivers is de methode aangehouden die is gebruikt door Garratt *et al.* (2014), de enige ons bekende studie die dit aspect van de appelteelt heeft onderzocht. Garratt *et al.* (2014) vonden voor de rassen Cox en Gala een iets hogere productiewaarde van bestuivers (omgerekend respectievelijk 13.880 en 17.700 euro per hectare). Dit verschil lijkt voornamelijk veroorzaakt te worden door een aanzienlijk hogere kiloprijs voor de betreffende Britse appels (~1.0 euro/kg; meer dan tweemaal zo hoog als voor Elstar in Nederland).

Op landelijk niveau bedraagt de bijdrage van wilde bestuivers aan de productiewaarde van Elstar vele miljoenen euro's (tot 20 miljoen euro). Ook de bijdrage van wilde bestuivers aan de daadwerkelijke winst die in Nederland wordt gemaakt op de Elstar-productie bedraagt op basis van onze berekeningen meer dan een miljoen euro. Hierbij moet wel de kanttekening worden geplaatst dat de waarde en de winst per hectare berekend zijn op basis van gemiddelden over 15 bedrijven en vervolgens zijn geëxtrapoleerd naar de rest van de Nederlandse Elstar-teelt, terwijl verschillende factoren, waaronder de vruchtopbrengst, aanzienlijk verschillen tussen bedrijven. Daarnaast verschilt de prijs per kilogram sterk van week tot week en is voor de huidige berekeningen gebruikgemaakt van een vaste prijs op basis van een gewogen gemiddelde.

Voor de blauwe bessen ligt de productiewaarde per hectare aanzienlijk hoger dan voor Elstar. Aangezien de relatieve bijdrage van bestuivers ook bij blauwe bessen meer dan de helft van de totale waarde bedraagt, vertegenwoordigen bestuivers een aanzienlijke waarde per hectare (ruim 20.000 en

---

40.000 euro per hectare voor respectievelijk Duke en Liberty). Opvallend is echter dat door de relatief lage pollendepositie door wilde bestuivers, hun aandeel in de productiewaarde en winst relatief laag is (10-12%). Desondanks lopen de financiële baten bij wilde bestuivers al snel in de tienduizenden euro's per ras voor een individuele blauwe-bessenteler, en op landelijk niveau zelfs in de tonnen euro's per ras. Voor zover bekend uit de wetenschappelijk literatuur betreffen deze uitkomsten de eerste schattingen die wereldwijd zijn gemaakt voor de financiële bijdrage van bestuivers aan de blauwe-bessenteelt.

---

# 8 Conclusies

## 8.1 De bijdrage van bestuivers

In de inleiding van dit rapport (sectie 1.4) werd een vijftal gerichte vragen geformuleerd waarop we in ons onderzoek een antwoord hebben proberen te vinden. Voor elk van deze onderzoeksvragen worden hieronder de voornaamste conclusies kort samengevat.

### **1. In hoeverre wordt in de Nederlandse teelt de vruchtopbrengst gelimiteerd door bestuiving?**

Gemiddeld over alle bedrijven resulteerde handbestuiving niet in een hogere opbrengst en in sommige opzichten zelfs in een lagere opbrengst dan bij vrije bestuiving. Dit suggereert dat – over het algemeen – de opbrengst van de onderzochte gewassen in Nederland niet gelimiteerd is door gebrek aan bestuiving door insecten. Dit is een opvallend verschil met de appelteelt in Groot-Brittannië, waar een duidelijk bestuivingstekort werd waargenomen (Garratt *et al.* 2013, 2014). Een tekort aan bestuivers lijkt lokaal wel op te kunnen treden. Bij enkele fruittelers was in 2013 de vruchtzetting bij handbestuiving aanmerkelijk hoger dan bij vrije bestuiving en dit waren ook de bedrijven met de laagste vruchtzetting. Het ontbreken van deze trend in 2014 suggereert echter dat een dergelijk bestuivingstekort slechts ontstaat onder afwijkende omstandigheden, wanneer sprake is van abnormale lage aantallen bestuivers.

### **2. Welk aandeel van de vruchtopbrengst (in kilogrammen per hectare) is afhankelijk van bestuiving door insecten?**

Al met al kan geconcludeerd worden dat voor zowel de appelteelt als de blauwe-bessenteelt bestuivers van essentiële waarde zijn. Als bloembezoek door insecten onmogelijk gemaakt werd, daalde de opbrengst van Elstar-appelboompjes met ongeveer 40%. Een vergelijkbare afname werd gevonden voor het blauwe-bessenras Duke. Bij het blauwe-bessenras Liberty bedroeg de afname zelfs ruim 56%.

### **3. Wat is de relatieve bijdrage van wilde en gedomesticeerde bestuivers aan de vruchtopbrengst?**

Wilde bestuivers leveren een belangrijke bijdrage aan de totale bestuiving van appel en peer. Wilde soorten zijn efficiënter dan honingbijen in de overdracht van stuifmeel op bloemen van Elstar-appelbomen. Hoewel ze minder talrijk waren dan honingbijen, namen ze gemiddeld rond de 60% van de totale bestuiving van appelbloemen voor hun rekening. Op basis daarvan kon worden geschat dat in de onderzochte boomgaarden bijna een kwart (23-24%) van de totale vruchtopbrengst in kilogrammen per hectare afhankelijk was van wilde bestuivers. Tussen bedrijven en jaren liep dit percentage echter uiteen van 7 tot 38%.

Bij de blauwe bessen zijn aardhommels relatief efficiënte bestuivers. Deze worden, naast honingbijen, in groten getale als gedomesticeerde soort uitgezet, waardoor ze een belangrijk deel van de totale bestuiving voor hun rekening nemen. De bijdrage van de wilde soorten aan de totale bestuiving (18%), en daarmee aan de vruchtopbrengst in kilogrammen per hectare, was daarmee relatief laag maar nog steeds aanzienlijk (10%). Ook hier was echter sprake van aanzienlijke variatie tussen bedrijven (bijdrage aan de vruchtopbrengst loopt uiteen van 3 tot 25%).

### **4. Welk aandeel van de financiële opbrengst van de teelt is afhankelijk van bestuivers in het algemeen en wilde bestuivers in het bijzonder?**

De aanwezigheid van bestuivers resulteert niet alleen in een hoger aantal kilogrammen vruchten per teeltoppervlak, maar ook in vruchten van hogere kwaliteit. Het formaat, en in sommige jaren ook de symmetrie, van Elstar-appels neemt toe, waardoor een groter percentage vruchten in de hoogste kwaliteitsklasse terecht komt. Ook bij de blauwe bessen resulteert een grotere vruchtmaat in een hogere kwaliteitsklassering. Gezamenlijk werken deze kwantitatieve en kwalitatieve aspecten sterk door in de financiële opbrengst van de oogst.

---

Onze resultaten laten zien dat meer dan de helft van de productiewaarde en meer dan de helft van de winst op de fruitoogst van de onderzochte gewassen afhankelijk is van bestuivers. Het aandeel dat wilde bestuivers vertegenwoordigen verschilt tussen gewassen en tussen rassen per gewas, maar kan worden geschat op 12% van de totale winst op de teelt van blauwe bessen. Op basis van onze resultaten lijkt de teelt van Elstar, die een zeer lage winstmarge kent, zelfs niet langer rendabel zonder aanwezigheid van wilde bestuivers. In totaal loopt de geschatte waarde van wilde bestuivers voor de appel- en blauwe-bessenteelt jaarlijks in de duizenden euro's per hectare, en op landelijk niveau in de tonnen tot miljoenen. Een openstaande vraag is in hoeverre dit eveneens het geval is voor de teelt van andere belangrijke fruitgewassen in ons land. Om die reden zal in 2015 een vergelijkbaar onderzoek worden uitgevoerd voor twee andere economisch relevante fruitgewassen, namelijk aardbei en peer.

### **5. Is er een positieve relatie tussen de talrijkheid of de soortenrijkdom van wilde bestuivers en de vruchtopbrengst?**

Hoewel de aanwezigheid van een populatie wilde bestuivers van aanzienlijk belang blijkt, lieten onze resultaten slechts in beperkte mate rechtstreekse verbanden zien tussen de opbrengst en de talrijkheid van specifieke typen bestuivers of hun soortendiversiteit.

Voor Elstar-appels resulteerde een groter totaal aantal wilde bestuivers in het perceel in significant grotere appels (en daarmee een groter aantal geoogste kilogrammen per hectare). Opvallend is dat deze relatie niet kon worden aangetoond voor het totaal aantal bestuivers of het aantal honingbijen, ondanks het feit dat op sommige bedrijven wel en op andere geen honingbijen werden bijgeplaatst. Ook op bedrijven zonder bijenkasten werden echter wel honingbijen aangetroffen, en mogelijk is de incidentele aanwezigheid van deze bijen al genoeg om hun rol in het bestuivingsproces te vervullen. In de blauwe-bessenteelt bleken verschillende typen bestuivers verantwoordelijk voor verschillende aspecten van de oogstopbrengst, waarbij alleen het aantal honingbijen effect had op de zetting, en alleen het aantal wilde bestuivers effect had op de vruchtkwaliteit. Verschillen in het aantal aardhommels hadden geen aantoonbaar effect op de oogstopbrengst. Dit is opvallend, omdat aardhommels op alle bedrijven in flinke aantallen worden bijgeplaatst. Hoewel de bijgeplaatste aantallen flink verschillen tussen bedrijven, is het ook hier mogelijk dat in alle percelen reeds genoeg individuen aanwezig waren om de rol van aardhommels in het bestuivingsproces te vervullen. Opvallend is ook dat de diversiteit van de bestuivende gemeenschap voor Elstar-appels en Duke-blauwe bessen geen verband vertoonde met de vruchtopbrengst, en de vruchtkwaliteit van Liberty een optimum leek te vertonen: een aanvankelijke toename met toenemende diversiteit aan wilde bestuivende soorten, maar juist een afname naarmate de diversiteit verder toenam. Een dergelijke relatie is niet bekend uit eerdere onderzoeken en is op dit moment gebaseerd op metingen in één seizoen.

We moeten concluderen dat meer onderzoek nodig is om beter te onderbouwen en te begrijpen hoe de exacte samenstelling van de bestuivende gemeenschap er idealiter dient uit te zien om een voldoende hoge vruchtopbrengst en vruchtkwaliteit te garanderen. Hoewel we kunnen concluderen dat wilde bestuivers gezamenlijk een flinke bijdrage leveren aan de oogstopbrengst, blijft onduidelijk hoe groot hun aantallen precies moeten zijn en hoe divers de soortensamenstelling dient te zijn.

De bovenstaande resultaten vormen een duidelijk voorbeeld van kwantificering van de diensten die de natuur – in dit geval in de vorm van bestuivende insecten – kan bijdragen aan de Nederlandse economie. Het betreft een van de eerst voorbeelden van daadwerkelijke economische kwantificering van ecosysteemdiensten voor Nederlandse omstandigheden. Bij dit type berekeningen is per definitie sprake van zeer grove schattingen. Daarnaast is de waarde van natuur niet slechts in geld uit te drukken. Het doel van financiële waardering van ecosysteemdiensten moet dan ook vooral worden gezocht in een onderbouwing van de realisatie dat natuurbehoud niet slechts een esthetische waarde heeft, maar ook zeer relevant kan zijn vanuit een economisch perspectief.

---

## 8.2 Het bestuivingsbeleid van telers

De keuze voor een bepaald type of aantal bestuivers wordt door telers gebaseerd op een combinatie van kennis en ervaring. Veel telers krijgen daarnaast advies van een teeltbegeleider en voorlichters van bedrijven. De blauwe-bessentelers zetten vrijwel standaard zowel honingbijen als aardhommels in. Als reden daarvoor noemen ze de grote spreiding tussen de bessenrassen in bloeiperiode: een mix van bestuivers, die verschillen in vliegperiode en temperatuurafhankelijkheid, zorgt voor meer zekerheid op bestuiving van alle rassen. Hieruit blijkt dat telers actief nadenken over de waarde van een gevarieerde gemeenschap van bestuivers. Appeltelers daarentegen plaatsen niet allemaal bestuivers (honingbijen) bij en zijn het erover eens dat bestuivers niet elk jaar nodig zijn. De inzet van honingbijen laat men afhangen van het weer. Vanwege de betrekkelijk korte en constante bloeiperiode bij appelrassen ziet men geen noodzaak tot bijplaatsing van aardhommels. De meeste appeltelers nemen geen specifieke maatregelen ter bevordering van wilde bestuivers. Bij verschillende blauwe-bessentelers resulteert de aandacht voor de waarde van variatie in eigenschappen tussen soorten echter wel ook in aandacht voor de wilde soorten. Een aantal van hen neemt of test aanvullende maatregelen, zoals bijenhôtels. Ook voor hen geldt echter dat het doel vooral gericht is op een constantere en grotere oogst en in slechts heel geringe mate op natuurbehoud. In het algemeen zien zowel appel- als bessentelers op tegen de financiële investering en de tijd die extra maatregelen gaan kosten. Hoewel een deel hier het nut niet van inziet, staat een groot deel van de telers hier wel open voor, mits het effect van verschillende mogelijke maatregelen op de oogstopbrengst wordt aangetoond en duidelijk is hoe de maatregelen het best geïmplementeerd kunnen worden. Meerdere telers gaven dan ook aan behoefte te hebben aan meer zicht op het effect van verschillende potentiële maatregelen op de effectiviteit van het bestuivingsproces.

## 8.3 Aanbevelingen

- Onze resultaten laten zien dat bestuivende insecten verantwoordelijk zijn voor meer dan de helft van de onder de huidige omstandigheden gerealiseerde productiewaarde en winst van de teelt van appels van het ras Elstar en blauwe bessen van de rassen Duke en Liberty. Hoewel momenteel op het merendeel van de teeltbedrijven van Elstar-appels en Duke en Liberty blauwe bessen geen sprake is van een tekort aan bestuivers, lijkt het dus wel essentieel om activiteiten te voorkomen die in algemene zin zouden kunnen leiden tot een (verdere) achteruitgang in de aanwezigheid van bestuivers (zoals gebruik van schadelijke bestrijdingsmiddelen of verder verlies van nestgelegenheden in de omgeving).
- Onze uitkomsten laten tevens zien dat ook wilde bijen en zweefvliegen een belangrijke bijdrage leveren aan de benodigde bestuivingsdiensten in de appel- en blauwe-bessenteelt. Het is daarom zeer aan te bevelen om op kostenefficiënte wijze maatregelen te treffen die ook de aanwezigheid van deze wilde bestuivers in stand te houden. Dit kan bijvoorbeeld door de bloemenrijkdom in perceelranden en tussen de gewasrijen te behouden (en eventueel te vergroten) of bloeiende houtige gewassen te planten in 'loze' hoekjes van de percelen (met name wilg, sporkehout, wilde kers en braam zijn hier geschikt voor). Wetenschappelijk onderzoek laat zien dat dit geen bestuivers weglukt van de gewassen, maar de populatieomvang van wilde bestuivers vergroot waardoor de bestuivingsfrequentie van fruitbomen verhoogd wordt (Blaauw & Isaacs 2014).
- Onze resultaten geven geen eenduidigheid over de waarde van een hoge soortendiversiteit voor het verhogen van de opbrengst. Juist omdat telers aangeven pas maatregelen te nemen als ze eenduidig geadviseerd kunnen worden over het relatieve effect van verschillende maatregelen op hun oogst, lijkt het belangrijk om deze relaties verder te onderzoeken alvorens de suggestie te wekken richting fruittelers dat zij in bedrijfseconomisch opzicht baat hebben bij investeringen gericht op het verhogen van de diversiteit aan wilde bestuivers.
- In de blauwe-bessenteelt lijkt een hoger aantal honingbijen wel te resulteren in een hogere opbrengst. Voor de aardhommel was dit echter niet het geval, terwijl juist van deze soort door sommige telers zeer grote aantallen kolonies worden bijgeplaatst. Onze resultaten suggereren daarmee dat mogelijk op sommige bedrijven sprake is van een overmaat aan aardhommels, terwijl juist op deze bedrijven het aantal honingbijen en wilde bestuivers suboptimaal is. Voor telers die veel meer aardhommels bijplaatsen dan hun collega's lijkt het dus zinvol om de investering in verschillende soorten bestuivers te heroverwegen.



---

# Literatuur

- AGF Primeur, 2013. Verlaat hardfruitseizoen met grotere volumes dan verwacht. AGF Primeur, editie 10-2013.
- Allsopp, M.H., Lange, W.J.D., Veldtman, R., 2008. Valuing insect pollination services with cost of replacement. *PloS One* 3 (9).
- Bal, J. 2011. Verbetering Bestuiving en Zetting in Blauwe Bes 2009 en 2010. Vakgroep Blauwe Bes.
- Blacquièrè, T., 2010. Hoe overleeft de honingbij onze beschaving? *De Levende Natuur* 111 (4): 182-187.
- Bommarco, R., Marini, L. & Vaissiere, B.E. 2012. Insect pollination enhances seed yield, quality, and market value in oilseed rape. *Oecologia* 169:1025–1032.
- Buccheri, M., Di Vaio, C., 2004. Relationship among seed number, quality, and calcium content in apple fruits. *Journal of Plant Nutrition* 27: 1735–1746.
- CBS, 2013. StatLine Databank. Bezoekt: december 2013.
- Groot, R.S.D., Wilson, M.A., Boumans, R.M., 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41 (3), 393–408.
- Delaplane, K.S., Mayer, D.F., 2000. Crop pollination by bees. CABI publishing.
- FAO. 2011. Protocol to detect and assess pollination deficits in crops - a hand book for its use. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Free, J.B., 1993. Insect pollination of crops. Academic Press Limited, London.
- Garibaldi LA., Steffan-Dewenter I., Kremen C., *et al.* 2011. Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. *Ecology Letters*, (2011) 14: 1062–1072.
- Garibaldi L.A., *et al.* 2013. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honeybee abundance. *Science* 399: 1608-1611.
- Garratt M.P.D., Trustlove C.L., Coston D.J. *et al.* (2013) Pollination deficits in UK apple orchards. *Journal of Pollination Ecology*, 12: 9-14.
- Garratt M.P.D., Breeze T.D., Jenner N., Polce C., Biesmeijer J.C., Potts S.G. 2014. Avoiding a bad apple: insect pollination enhances fruit quality and economic value. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 184: 34-40.
- Giampietro, M., Bukkens, S.G.F. & Pimentel, D. 1999. General trends of technological changes in agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences* 18: 261–282.
- Heijerman-Pepelman G., Roelofs P.F.M.M. 2010. Kwantitatieve Informatie Fruitteelt (KWIN) 2009/2010. PPO – Wageningen UR, rapport 2009-41.
- Hoehn, P., Tscharncke, T., Tylianakis, J. M. & Steffan-Dewenter, I. 2008. Functional group diversity of bee pollinators increases crop yield. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 275: 2283-2291.

- 
- Holzschuh, A. *et al.* 2012. Landscapes with wild bee habitats enhance pollination, fruit set and yield of sweet cherry. *Biological Conservation* 153:101.
- Hommersen, V. 2014. Efficiency and effectiveness of honeybees (*Apis mellifera*) and bumblebees (*Bombus*) in the pollination of highbush blueberry. MSc Thesis, Wageningen UR.
- Isaacs, R., Kirk, A.K., 2010. Pollination services provided to small and large high-bush blueberry fields by wild and managed bees. *Journal of Applied Ecology* 47: 841–849.
- Klatt, B.K., Holzschuh A., Westphal C., Clough Y., Smit I., Pawelzik E. & T. Tschardtke. 2013. Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. *Proceedings of the Royal Society B, Biological Sciences* 281: 20132440.
- Klein, A.M., Steffan-Dewenter I & T. Tschardtke. 2003. Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. *Proceedings of the Royal Society B, Biological Sciences* 270: 955-961.
- Klein, A.M., Vaissiere, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tschardtke, T., 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 274 (1608), 303–313.
- Losey, J.E., Vaughan, M., 2006. The economic value of ecological services provided by insects. *BioScience* 56 (4), 311–323.
- Mallinger, R.E. & C. Gratton. 2014. Species richness of wild bees, but not the use of managed honey bees, increases fruit set of a pollinator-dependent crop. *Journal of Applied Ecology*, accepted. DOI: 10.1111/1365-2664.12377.
- Melathopoulos, A.P., Tyedmers P. & G.C. Cutler. 2014. Contextualising pollination benefits: effect of insecticide and fungicide use on fruit set and weight from bee pollination in lowbush blueberry. *Annals of Applied Biology* 165: 387-394.
- O'Toole, C., 1993. Diversity of native bees and agroecosystems. In: J. LaSalle & I.D. Gauld (eds.). *Hymenoptera and biodiversity*. CAB International, Wallingford, UK: 169-196.
- Reemer, M. & Kleijn, D. 2012. Wilde bestuivers in appel- en perenboomgaarden in de Betuwe in 2010 en 2011. Rapport EIS2012-01. Stichting European Invertebrate Survey – Nederland.
- Rusman Q., 2013. Pollination effectiveness of wild and domesticated pollinators on apple, *Malus domestica*. MSc Thesis, Wageningen UR.
- Scheper, J.A., R.J.M. van Kats, M. Reemer en D. Kleijn, 2014. Het belang van wilde bestuivers voor de landbouw en oorzaken voor hun achteruitgang. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2592.
- Young H.J., Young T.P. 1992. Alternative outcomes of natural and experimental high pollen loads. *Ecology*, 73: 639-649.
- Westphal C., Bommarco R., Carré G., *et al.* 2008. Measuring bee diversity in different European habitats and biogeographical regions. *Ecological Monographs* 78: 653-671.
- Winfrey, R., N. M. Williams, H. Gaines, J. Ascher, and C. Kremen. 2008. Wild pollinators provide majority of crop visitation across land use gradients in New Jersey and Pennsylvania. *Journal of Applied Ecology* 45: 793-802.
- Winfrey, R., Gross, B.J. & Kremen, C. 2011. Valuing pollination services to agriculture. *Ecological Economics* 71: 80–88.

---

# Bijlage 1

Belangrijkste uitkomst van eerdere buitenlandse studies, waarin middels een bestuivingsexperiment de bijdrage van bestuivers aan de agronomische en/of economische opbrengst van landbouwgewassen werd bepaald.

**Bommarco R., Marini L. & Vaissière BE (2012) Insect pollination enhances seed yield, quality and market value in oilseed rape. *Oecologia*, 169: 1025-1032.**

*Gewas:* Koolzaad  
*Vergeleken behandelingen:* Vrij bestoven bloemen en afgeschermd bloemen  
*Belangrijkste conclusies:* Aanwezigheid van insecten resulteerde in een toename van 18% in zaadgewicht en 20% in marktwaarde per plant.

**Garratt MPD, Trustlove CL, Coston DJ et al. (2013) Pollination deficits in UK apple orchards. *Journal of Pollination Ecology*, 12: 9-14.**

*Gewas:* Appel (ras: Cox)  
*Vergeleken behandelingen:* Vrij bestoven bloemen, vrij + hand-bestoven bloemen, en afgeschermd bloemen  
*Belangrijkste conclusies:* Aanwezigheid van insecten resulteerde in een toename van 10% in vruchtgewicht en 2% in suikergehalte. Handbestuiving resulteerde in een sterk hogere vruchtzetting en een hoger aantal zaden per vrucht vergeleken met vrije bestuiving, wat aangeeft dat onder reguliere teeltcondities sprake was van een bestuivingstekort.

**Garratt M.P.D., Breeze T.D., Jenner N., Polce C., Biesmeijer J.C., Potts S.G. (2014) Avoiding a bad apple: insect pollination enhances fruit quality and economic value. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 184: 34-40.**

*Gewas:* Appel (rassen: Gala en Cox)  
*Vergeleken behandelingen:* Vrij bestoven bloemen, vrij + hand-bestoven bloemen, en afgeschermd bloemen  
*Belangrijkste conclusies:* Aanwezigheid van insecten resulteerde in een toename van 2% (Cox) tot 8% (Gala) in vruchtmaat en 5% (Cox) tot 16% (Gala) in vruchtgewicht. De totale bijdrage van bestuivers aan de opbrengst (ponden/hectare) bedroeg 60-64%. Handbestuiving resulteerde in een sterk hogere marktwaarde, wat aangeeft dat onder reguliere teeltcondities sprake was van een bestuivingstekort.

**Klatt BK, Holzschuh A, Westphal C, et al. (2014) Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. *Proceedings of the Royal Society B*, 281: 20132440.**

*Gewas:* Aardbei  
*Vergeleken behandelingen:* Vrij bestoven bloemen en afgeschermd bloemen  
*Belangrijkste conclusies:* Aanwezigheid van insecten resulteerde in ~12% toename in vruchtgewicht en 11% minder vruchtverlies (vanwege een verlengde bewaarduur). Insectenbestuiving resulteerde in vruchten met een 39% hogere marktwaarde.

---

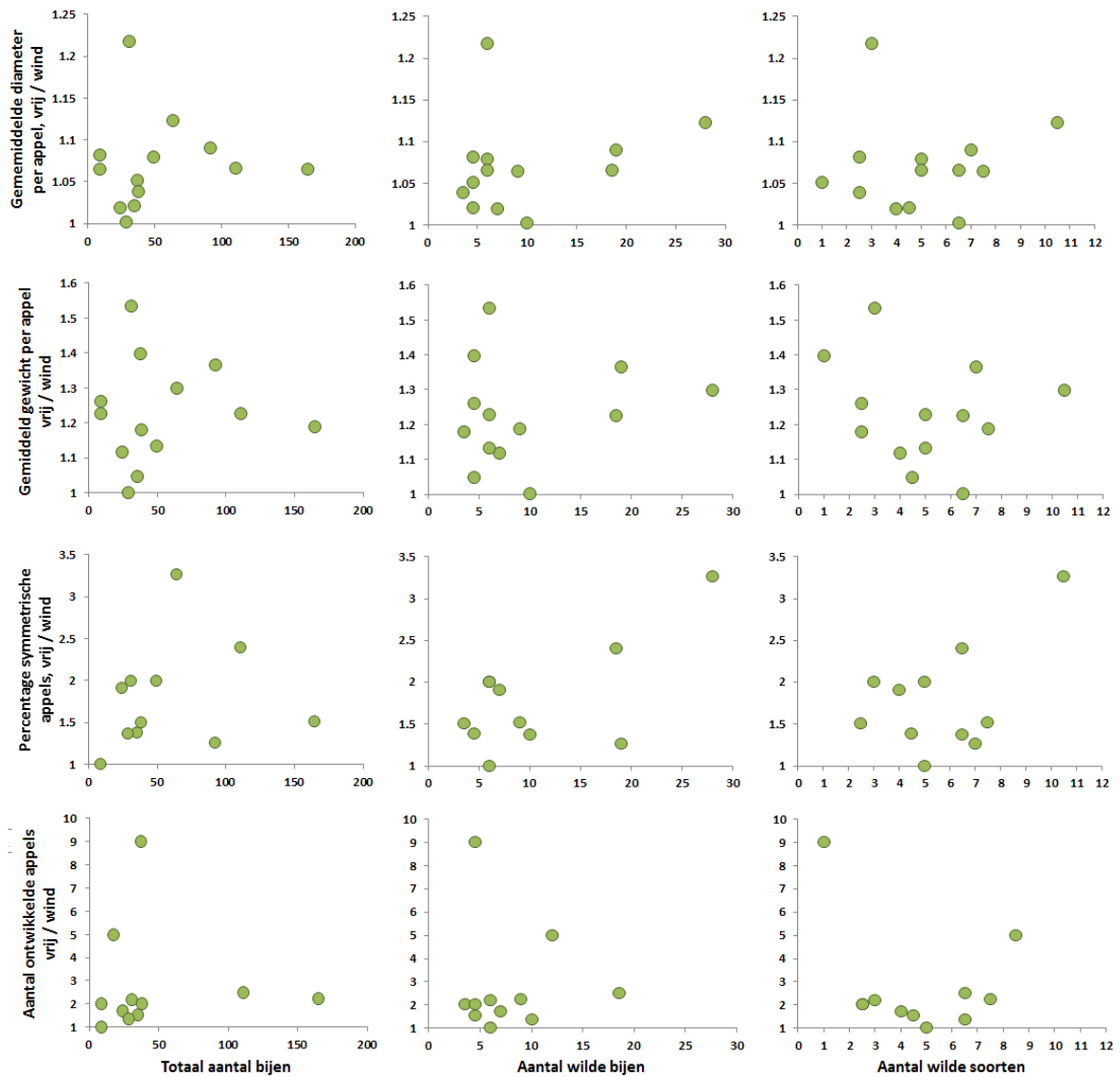
**Isaacs R & Kirk AK (2014) Pollination services provided to small and large highbush blueberry fields by wild and managed pollinators. *Journal of Applied Ecology*, 47: 841-849.**

*Gewas:* Blauwe bes (ras: Jersey)

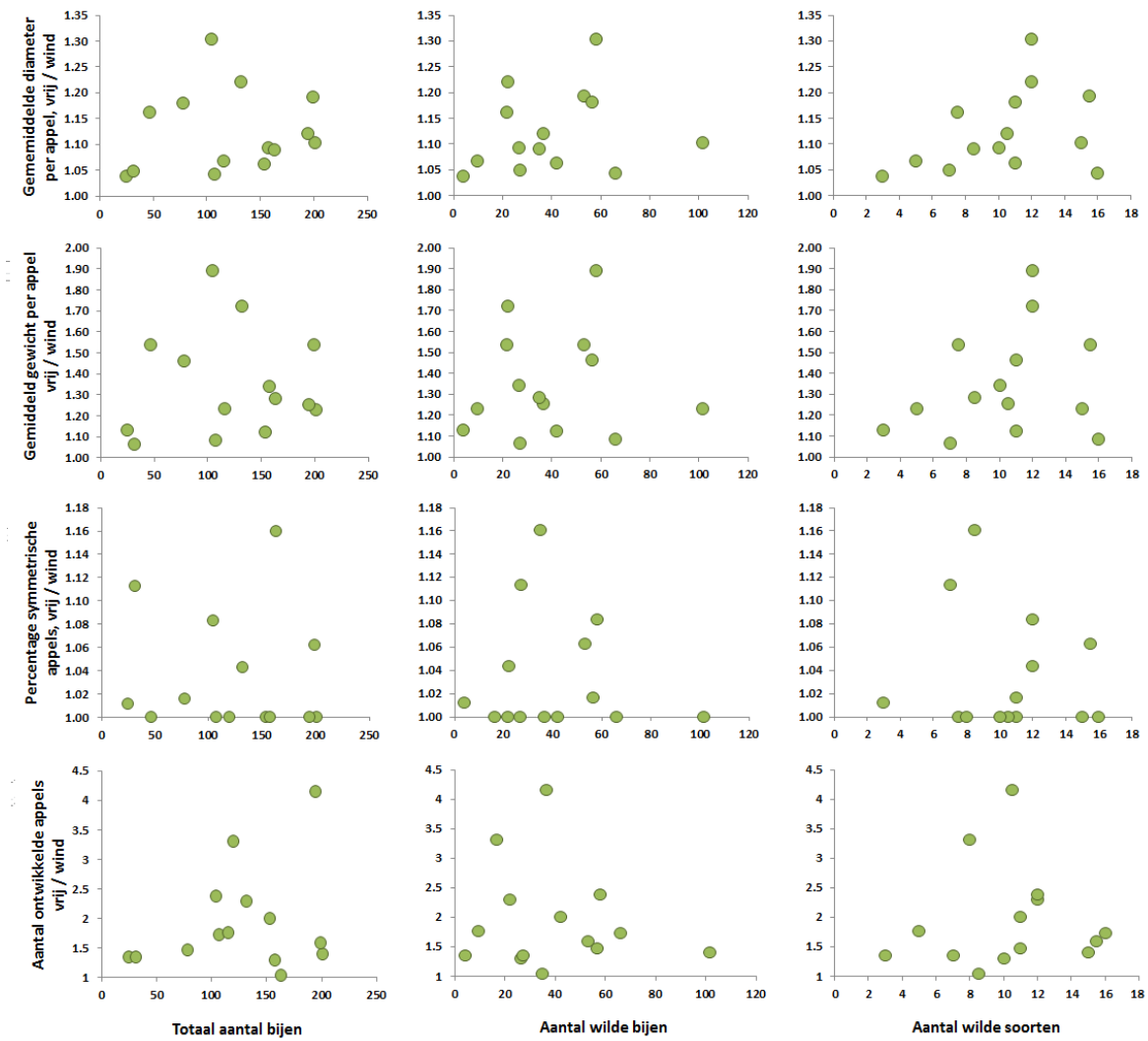
*Vergeleken behandelingen:* Vrij bestoven bloemen en afgeschermdde bloemen

*Belangrijkste conclusies:* Aanwezigheid van insecten resulteerde in 3-5% toename in vruchtzetting, en 35% (kleine percelen) tot 60% (grote percelen) in vruchtgewicht (afhankelijk van de schaalgrootte van het perceel). In kleine percelen waren wilde hommels de dominante bestuivers, in grote percelen waren bijgeplaatste honingbijen de dominante bestuivers.

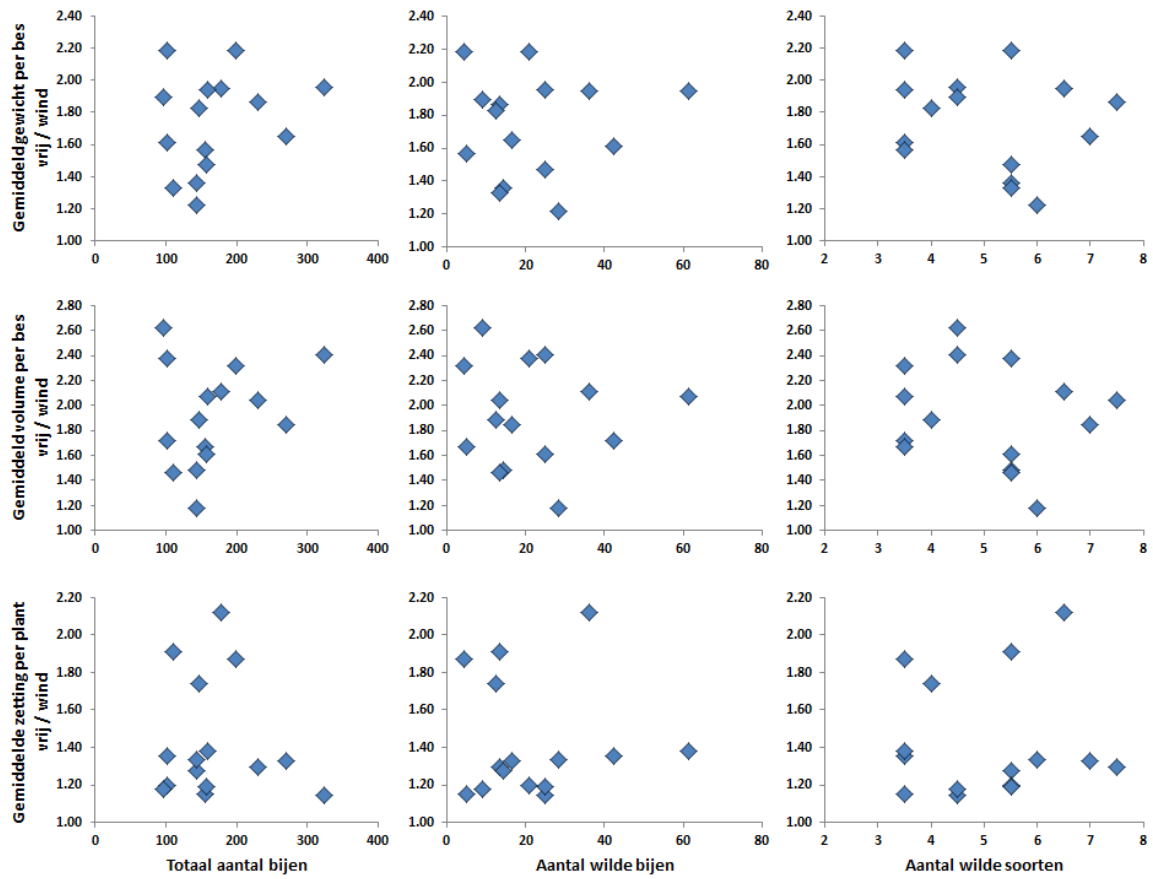
# Bijlage 2



**Figuur S1** Relaties tussen de diverse oogstkenmerken en de aanwezigheid van bestuivers bij de Elstar-appel in 2013.



**Figuur S2** Relaties tussen de diverse oogstkarakteristieken en de aanwezigheid van bestuivers bij de Elstar-appel in 2014.



**Figuur S3** Relaties tussen de diverse oogstkarakteristieken en de aanwezigheid van bestuivers bij Duke-blauwe bessen in 2013.





---

Alterra Wageningen UR  
Postbus 47  
6700 AA Wageningen  
T 0317 48 07 00  
[www.wageningenUR.nl/alterra](http://www.wageningenUR.nl/alterra)

Alterra-rapport 2636  
ISSN 1566-7197



---

Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

---



To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



Alterra Wageningen UR  
Postbus 47  
6700 AA Wageningen  
T 317 48 07 00  
[www.wageningenUR.nl/alterra](http://www.wageningenUR.nl/alterra)

Alterra-rapport 2636  
ISSN 1566-7197

Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

