
12 Bestuiving

Eefje den Belder (PRI), Willemien Geertsema (Wageningen University), Inez Woltjer, Bart de Knegt (Alterra)

Samenvatting

- Levering dienst uit ecosystemen in NL tov de huidige vraag: 8%
- Levering dienst uit ecosystemen buitenland tov de huidige vraag: 0%
- Levering dienst door inzet van techniek/substitutie: 92%
- Levering dienst onvervuld: 0%
- Relatieve bijdrage van ecosystemen: natuurgebied 76%, agrarisch gebied -% (niet meegenomen in totaal), urbaan gebied 24%
- Trend levering dienst sinds ca. 1990: stabiel
- Trend vraag sinds ca. 1990: afname
- Trend levering tov vraag sinds ca. 1990: toename
- Betrouwbaarheid: D (matig)
- Volledigheid: B (bevat belangrijkste aspecten)

12.1 Werking van de dienst

Veel planten in de natuur en ook economische belangrijke gewassen in fruit-, groenten- en zaadteelt – dragen pas vrucht en zetten zaad nadat insecten het stuifmeel van de meeldraden van de ene bloem naar de stamper op de andere bloem hebben overgebracht. Door te zorgen voor bestuiving leveren insecten – met name honingbijen en hommels – een essentiële ecosysteemdienst bij onder andere de teelt van hard- en zachtfruit (zoals appels, peren, kersen, aardbeien), bij de zaadteelt (bijvoorbeeld kool, sla, peen, ui) en ook bij de teelt van kasgroenten (bijvoorbeeld tomaten, aubergine, paprika). Ook lijn-, kool- en raapzaad, als groene bonen zijn afhankelijkheid van bestuivers voor een goede opbrengst. Voor de in Nederland belangrijke gewassen als granen en aardappels speelt insectenbestuiving geen rol. Deze worden door de wind bestoven. In de EU is appel het meest belangrijke gewas dat afhankelijk is van bestuiving door insecten (Leonhardt *et al.*, 2013).

De ecosysteemdienst bestuiving is in dit hoofdstuk gedefinieerd als de bestuiving door niet-gedomesticeerde bestuivers zoals wilde bijen, hommels, vlinders, vliegen, kevers enzovoort. Honingbijen kwamen vroeger in Nederland in het wild voor en zorgden toen voor de bestuiving van landbouwgewassen (Kremen *et al.*, 2007), maar worden nu gehouden door imkers. De honingbij is afhankelijk van imkers om te kunnen overleven en zijn werk te kunnen doen. Dat geldt vooral voor de nesten en de overwintering. Bij het houden van honingbijen voor bestuiving van gewassen komt dan ook de nodige technologie/menselijke activiteit om de hoek kijken. Bijenkasten worden bijvoorbeeld naar gelang de behoefte aan bestuiving ingezet. De inzet van honingbijen door imkers worden daarom in dit hoofdstuk als een technisch alternatief gezien en niet als ecosysteemdienst. Wel is het zo dat honingbijen gebruik maken van (half)natuurlijke vegetaties om in hun eigen nectarbehoefte te voorzien. In die zin zijn natuurlijke vegetaties en groen/blauwe elementen wel van belang voor de overleving van honingbijen. Ook gekweekte bestuivers zoals hommels die worden ingezet in de glastuinbouw worden niet geschaard onder de ecosysteemdienst maar als technische substituten. Hetzelfde geldt voor handmatige bestuiving (vindt niet of nauwelijks plaats in Nederland) of genetische manipulatie van planten waardoor ze onafhankelijk worden van bestuivers (Rotino *et al.*, 2005, Pandolfini, 2009, Molesini *et al.*, 2012). Bij de ecosysteemdienst bestuiving door wilde bijensoorten beperkt de menselijke ingreep zich tot het behoud of het creëren van een geschikt habitat.

Honingbijen zijn tegenwoordig verreweg de belangrijkste bestuivers van cultuurgewassen (Blacquièrre, 2009, Breeze *et al.*, 2011, Klein *et al.*, 2007). Andere bestuivers – zoals wilde bijen, zweefvliegen,

hommels en vlinders – lijken een beperktere rol te spelen als bestuivers in de land- en tuinbouw, maar zijn wel van groot belang voor het behoud van de biodiversiteit in zijn totaliteit zowel voor wilde planten als voor openbaar groen (Ollerton *et al.*, 2011). Kennis over de rol van de bestuiverdiversiteit is nog beperkt. Algemeen wordt aangenomen 70% van de bestuiving wordt gedaan door honingbijen (Breeze *et al.*, 2011). Echter sommige recente gegevens suggereren dat diverse natuurlijke bestuivers onder bepaalde omstandigheden frequent een gelijke, grotere of complementaire ecosystemedienst leveren in vergelijking met honingbijen (Rader *et al.*, 2012; Garibaldi *et al.*, 2013). Ander onderzoek laat zien dat slechts een klein deel van de bestuiverssoorten bijdraagt aan de bestuiving van productiegewassen (Kleijn, 2014).

Natuurgebieden en groen-blauwe dooradering kunnen (afhankelijk van het beheer) op verschillende manieren een rol spelen bij de bestuiving: als leefgebied voor in de natuur voorkomende bestuivers, als 'stepping stones' voor honingbijen en additioneel voedsel, en als refugia voor bestuivers van productiegewassen, natuurlijke vegetaties, of planten in perken en plantsoenen.

De economische waarde van insectenbestuiving van voedselgewassen in Europa (dus exclusief voedselgewassen en sierteelt) wordt door Gallai *et al.* (2009) op € 22 miljard geschat, met een kwetsbaarheidsratio van 10%. (dit is de waarde insectenbestuiving van insect-bestoven voedselgewassen: waarde totale productie voedselgewassen), d.w.z. welk deel van de productie valt weg bij verlies van insectenbestuiving. Volgens een ruwe schatting van Blacquière (2009) bedraagt de economische waarde van bestuivende insecten voor voedselgewassen in Nederland € 1.1 miljard (Blacquière, 2009). Naast een effect op gewasopbrengst zijn er ook effecten op productkwaliteit (Garratt *et al.*, 2014).

12.2 Methode

Het is niet eenvoudig om te kwantificeren in hoeverre de ecosystemedienst bestuiving door wilde bestuivers voorziet in de huidige vraag naar bestuiving in Nederland. De hier gebruikte methode moet gezien worden als een eerste poging om gegevens boven water te krijgen. In de resultaten wordt onder het onderdeel betrouwbaarheid dan ook de beperkingen van de gebruikte methode geschetst. Alhoewel de analyse voortbouwt op eerder werk, zijn de resultaten gebaseerd op zeer beperkte hoeveelheid gegevens.

Essentie van de gebruikte methode is dat de ecosystemedienst geleverd wordt als daar waar vraag (ligging productie perceel) en aanbod (ligging wilde bestuivers leverende habitat) dicht genoeg bij elkaar liggen in het landschap.

De huidige vraag wordt bepaald door de gewassen die voor hun zaad- of vruchtzetting in mindere of meerdere mate afhankelijk zijn van bestuivers. Het aanbod wordt gevormd door habitats die geschikt zijn voor wilde bestuivers vanwaar bestuiving binnen een bepaalde afstand (invloedsfeer of bufferafstand) op kan treden. Zowel de gewassen die bestuivingsafhankelijk zijn, als de habitats die als bron fungeren voor wilde bestuivers zijn ruimtelijk op kaart gezet om de match tussen vraag en aanbod in een GIS-analyse te kunnen bepalen.

Huidige vraag

De instandhouding van bestuiving in Nederland is van belang voor zowel voedselproductie, gewassen voor de export, als voor het voortbestaan van in het wild voorkomende plantensoorten. Bestuiving speelt dus een belangrijke rol in de landbouw (Klein *et al.*, 2007) maar is ook belangrijk voor natuurlijke planten, struiken en bomen die op hun beurt weer een bijdrage leveren aan bijvoorbeeld koolstofopslag, klimaatregulatie, tegengaan van erosie en overstromingen of waterzuivering. Er is dus een financiële/monetaire betekenis als wel een maatschappelijke (is ook economie) betekenis. De zorg voor voldoende bestuiving zal langs twee lijnen tot stand moeten komen: ondersteuning van de positie van de gedomesticeerde honingbij en ondersteuning van wilde bestuivers (wilde bijen, hommels, zweefvliegen, vlinders). In het algemeen hebben beide groepen baat bij verbeteren van de hoeveelheid en kwaliteit van (half)natuurlijke vegetaties met bloeiende bloemen die nectar en pollen kunnen leveren. Wilde bijen hebben daarnaast ook voldoende nestgelegenheid nodig.

De rol van de wilde bijen als bestuivers lijkt iets minder zichtbaar, maar er is een belangrijke interactie tussen vitaliteit en soortenrijkdom van de wilde flora en het voorkomen van wilde bestuivers (Scheper *et al.*, 2011). Recent onderzoek laat zien dat deze groep zeker ook belangrijk kan zijn in het leveren van de dienst bestuiving (Rader *et al.*, 2012; Garibaldi *et al.*, 2013).

De vraag naar bestuiving in Nederland is als volgt bepaald. Op basis van de LGN6 is van elk landbouwperceel in Nederland vastgesteld welk gewas er staat. In de toekomst kan gekeken worden of de kaart met de Basisregistratie Percelen (EZ, 2013) tot betere resultaten leidt. Vervolgens is een kaart gemaakt van de gewassen die in meer of mindere mate afhankelijk zijn van bestuiving. Daarbij is een indeling gebruikt van vijf klassen variërend van 'essentieel' (productieverlies >90%) tot 'geen' afhankelijkheid (productieverlies 0%) (Klein *et al.*, 2007). Uiteindelijk zijn alle gewassen die in enige mate afhankelijk zijn van bestuivers gesommeerd. In de toekomst kan gekeken worden of en hoe we de mate van afhankelijkheid van bestuiving mee kunnen wegen in de resultaten. Deze vraagkaart geeft dus aan waar de gewassen staan die afhankelijk zijn van bestuiving.

Aanbod

De bijdrage van de ecosystemedienst bestuiving aan de bestuivingsafhankelijke gewassen is bepaald door te berekenen welk deel (oppervlakte) van de gewassen naar verwachting voor bestuivers bereikbaar is. Daarbij nemen we aan dat de natuurlijke hulpbronnen (pollen, nectar, nestplekken) voor bestuivers vooral in natuurreservaten aanwezig zijn. De combinatie van kwaliteit van de vegetatie (bloeiende bloemen, structuurrijkdom) van deze natuurreservaten op het juiste moment, en op de juiste plaats (niet te ver van het te bestuiven gewas) maken dat zij kunnen bijdragen aan de ecosystemedienst bestuiving. Bestuivers vinden voldoende voedsel in de periodes dat landbouw gewassen bloeien. Voor de overleving van wilde bestuivers jaarrond is het echter belangrijk dat er buiten deze periodes ook voldoende voedsel aanwezig is, in de vorm van stuifmeel en/of nectar van bloeiende planten. Zowel lokale gewasdiversiteit als diversiteit in het landschap spelen hierbij een rol (Fahrig *et al.*, 2011).

In de eindresultaten is enkel de bijdrage vanuit natuurreservaten meegenomen. Van natuurreservaten is aangenomen dat de milieucondities en het beheer gericht zijn op de instandhouding van bloemrijke en structuurrijke vegetaties. De milieucondities en het beheer van groenblauwe landschapselementen in het agrarisch gebied is in Nederland dermate variabel dat daar qua ondersteuning van bestuivers grote verschillen zijn en daardoor een grote bron van onzekerheid. Een deel van de groenblauwe dooradering wordt zodanig beheerd, dat er veel nectar en pollen aanwezig is, en er geschikte nestplekken voor bijvoorbeeld solitaire bijen en hommels gevonden worden. Een ander deel heeft ook een grote potentie, maar is momenteel ongeschikt door invloed van bemesting, pesticiden en ongeschikt maaibeheer.

Bij het maken van de aanbodkaart zijn we uitgegaan van:

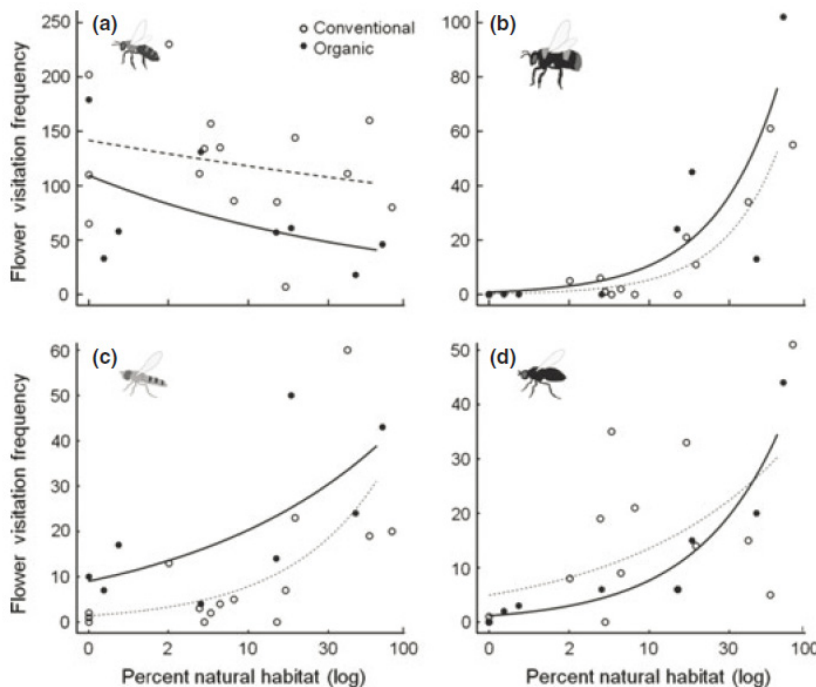
1. De kennistabellen uit Henkens en Geertsema (2013) om de potentiële bijdrage van natuurreservaten te bepalen (via beheertypen van Subsidieregeling Natuur en Landschapsbeheer (IPO, 2012)) aan de bestuiving.
2. Vervolgens zijn deze kennistabellen uitgebreid met een schatting van de bijdrage aan bestuiving van andere natuurtypen zoals erven of groene en blauwe landschapselementen, zoals sloten en houtwallen, in het agrarische gebied. Niet elk landschapselement of natuurtype is geschikt als habitat voor wilde bestuivers.
3. De geschiktheid van het habitat is bepaald door te schatten wat de kwaliteit of bloemrijkdom van het landschapselement/natuurreservaten is, waarbij vooral de aanwezigheid van bloeiende planten (nectar, pollen) en structuur in de vegetatie bepalend is. Deze schatting is gebaseerd op expert judgement. Waar mogelijk zijn relevante literatuur bronnen gebruikt. Het is bijvoorbeeld bekend dat alleen de randen van bossen voor wilde bestuivers van landbouwgewassen aantrekkelijke habitats zijn (Farwig *et al.*, 2009; Garibaldi *et al.*, 2011; Lautenbach *et al.*, 2011).
4. Voor elke legenda-eenheid van de Basiskaart Natuur Elementen (Clement & Cormont, in prep.) is geschat wat hun bijdrage is.
5. Per legenda-eenheid is bepaald op basis van expert judgement wat de potentiële bijdrage is onderverdeeld in drie klassen:
 - Een habitat is ongeschikt als leverancier van natuurlijke bestuivers, bijdrage = 0

- Een habitat is matig geschikt als leverancier van natuurlijke bestuivers, bijdrage = 0,5
- Een habitat is geschikt als leverancier van natuurlijke bestuivers, bijdrage = 1.

Het toekennen van de wegingsfactor heeft een arbitrair karakter, maar het is naar onze mening de beste aanpak die, binnen het beschikbare kader van budget, tijd en aanwezige basisgegevens, mogelijk was. (zie voor de voor-nadelen van deze correctiefactor bijvoorbeeld De Bruyn, 2014). Het overzicht van de wegingsfactor van de bijdrage per element staat in Bijlage 2.

Om te bepalen wat de bijdrage is van het grondgebruik op de levering van deze ecosysteemdienst zijn de verschillende elementen gecategoriseerd naar het hoofdgrondgebruik: natuurgebied, agrarisch gebied of urbaan gebied. Het natuurgebied omvat alle gebieden die in eigendom zijn van terrein-beherende organisaties. Het agrarisch gebied bevat het areaal primair in agrarisch gebruik is, inclusief het agrarisch natuurbeheer. Ten slotte wordt het urbaan gebied onderscheiden. Dit is gedefinieerd als het gebied waarvan het primaire grondgebruik wonen is. Dit omvat naast de stedelijke omgeving ook agrarische erven.

Naast de identificatie welke natuurtypen van belang zijn als leverancier van natuurlijke hulpbronnen van bestuivers, is ook de afstand waarop de natuurelementen effect hebben geschat. In welke mate de bestuiving van landbouwgewassen afneemt met de afstand tot natuurgebieden is nog weinig bekend. Om toch een uitspraak te kunnen doen over de levering van de ecosysteemdienst bestuiving, zijn we genoodzaakt geweest een aantal aannames te doen. De schaal waarop bestuivers zich verplaatsen verschilt enorm (figuur 12.1); honingbijen scannen de omgeving op voedsel in een straal van 3 kilometer rond hun nest. In uitzonderlijke gevallen (bij een hele rijke dracht) kunnen ze ook bronnen op 7 of 8 kilometer afstand benutten. Bij hommels is afhankelijk van de soort de actieradius ongeveer tussen de 500 meter en 1 kilometer. Solitaire bijen gaan meestal niet verder dan enkele tientallen meters van hun nest, soms tot een paar honderd meter (Blacquièrre, 2009). Het voorkomen van solitaire bijen (diversiteit en aantal) blijkt gerelateerd aan de aanwezigheid van geschikte habitats binnen een schaal van enkele kilometers (Steffan-Dewenter *et al.*, 2000).



Figuur 12.1 Bloembezoek frequentie voor a. honingbijen, b. wilde bijen, c. zweefvliegen, d. alle andere bloembezoekers binnen 80 minuten in conventionele (stippellijn) en biologische (doorgetrokken lijn) amandel boomgaard (Klein *et al.*, 2012).

Uiteindelijk is de afstand waarop er nog een substantieel bestuivend effect is, geschat op 100 meter (zie tabel 12.1). Dit getal is een inschatting die is gebaseerd op de expert kennis van een aantal voor-

aanstaande bijdeskundigen. De bufferafstand is als volgt onderbouwd: veel regressie analyses tonen aan dat natuurlijke elementen of natuurreservaten binnen 100 meter effect hebben op hogere aantallen bestuivers. In de berekening is nu gewerkt met een lineair verband tussen de afstand en het effect. In werkelijkheid is er waarschijnlijk sprake van een niet-lineair verband, minder wordend naarmate de afstand tot het natuurlijke element groter wordt. Op dit moment zijn er geen gegevens voorhanden om deze relatie te kwantificeren.

Het hanteren van een vaste afstand is een simplificatie. In werkelijkheid hebben verschillende soortgroepen en soorten een verschillen afstand dat ze een bestuivende werking hebben. Ook is bekend dat bestuiving dicht bij het natuurreservaat of de groenblauwe dooradering of groter is, dan verder af. Het is ook aannemelijk dat de windrichting en kracht van invloed is. Al dit soort zaken zijn verder niet meegenomen (zie ook het kopje *Betrouwbaarheid* in par. 12.3. De bufferafstand van 100 meter is ook niet afhankelijk gemaakt van de oppervlakte van het element of van de lijnvormigheid omdat die niet in voldoende mate uit de literatuur bekend is. Om het effect van deze aanname te toetsen is de analyse ook uitgevoerd met een bufferafstand van 200 meter en 1000 meter wat een beeld geeft van een minimale en maximale bestuiving

Tabel 12.1

Schatting van de bufferafstanden van de natuurelementen en de groen-blauwe elementen uit het agrarisch gebied waarop er een effect van bestuiving plaatsvind.

Belang	Oppervlakte	Lijnvormig	Bufferafstand
1	< 1ha	0	100
1	niet van belang	1	100
1	> 1 ha	0	100
0.5	< 1ha	0	100
0.5	niet van belang	1	100
0.5	< 1ha	0	100

Kennis over het aandeel van natuurlijke bestuiving ten opzichte van de totale vraag is nog onvoldoende om hier een goede schatting van te maken. De graadmeter wordt daarom uitgedrukt in het areaal van bovenstaande gewassen waarop natuurlijke bestuiving kan plaatsvinden onder invloed van de natuurreservaten/groenblauwe elementen in de omgeving.

Trend

Het is niet mogelijk om de verandering van de hoeveelheid natuur en landschapselementen in de tijd te meten. Van de huidige situatie (2012) is een goed beeld van de aanwezigheid van landschapselementen en natuurterreinen, maar voor de situatie in het verleden is de beschikbaarheid van kaarten met hetzelfde detailniveau minder groot. Daarom is voor het bepalen van een trend gebruik gemaakt van andere bronnen. Er is met name gekeken in hoeverre er veranderingen zijn in het aantal landschapselementen en in hoeverre er veranderingen zijn waargenomen in de populatieomvang van wilde bestuivers.

12.3 Resultaat

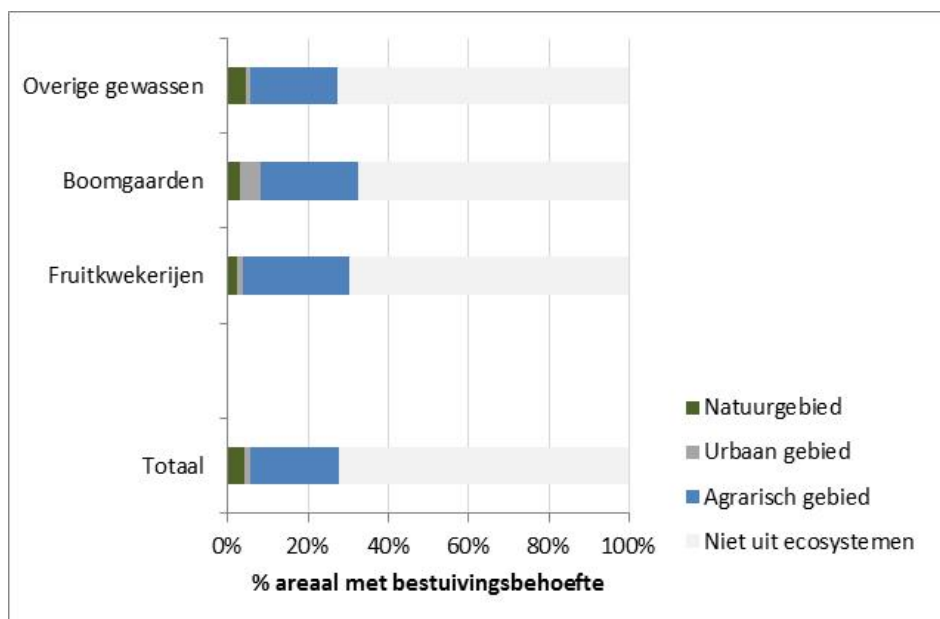
Huidige vraag en aanbod

Het areaal bestuivingsafhankelijke teelten in Nederland bestaat voor een groot deel uit fruitteelt. Het areaal fruitteelt bedraagt ongeveer 19.000 ha. Het bestaat uit 8.200 ha peren, 7.900 ha appels, 1.000 ha steenvruchten (pruimen en kersen) en 1.600 ha kleinfruitstruiken totaal en overig fruit.

Het percentage van het areaal van de bestuivingsafhankelijke gewassen dat valt onder de invloedssfeer van natuurlijke bestuivers vanuit natuurreservaten staat in figuur 12.2. De ecosysteemdienst bestuiving komt voor heel Nederland (waarbij enkel gekeken is naar de rol van natuurlijke elementen uit natuurreservaten) met afstand van 100 meter neer op 8%. Dit percentage is afhankelijk van de ruimtelijke configuratie van gewassen en de aanwezigheid van geschikt habitat (natuurterreinen) voor natuurlijke bestuivers.

Groenblauwe landschapselementen in het agrarisch gebied, met een voor bestuivers optimaal beheer, resulteert in een toename van 33% van het areaal van bestuivingsbehoefte gewassen. Het totaal zou dan neerkomen op 41%. Groenblauwe elementen in het agrarisch gebied leveren nu een onbekende bijdrage aan de levering van bestuiving. Het is voor nu een te onzekere factor om mee te nemen. Indien het beheer en milieucondities verbeteren zouden deze elementen dus voor een forse bijdrage kunnen leveren aan natuurlijke bestuiving.

Indien wordt uitgegaan van een gemiddelde vliegafstand van een gemiddelde bestuiver van 200 meter in plaats van 100 meter komt levert de groenblauwe dooradering en de natuurreservaten aan 55% de bestuivingsbehoefte gewassen bestuivers uit, waarvan 18% gedekt wordt door natuur en de rest (37%) door de groenblauwe elementen in het agrarisch gebied. Indien wordt uitgegaan van een gemiddelde vliegafstand van een gemiddelde bestuiver van 1000 meter dan resulteert dit in een bijdrage van 92%.



Figuur 12.2 Percentage van verschillende bestuivingsafhankelijke gewassen dat valt onder de invloedssfeer van bestuivers vanuit natuurreservaten of urbaan gebied (inclusief boeren erven). De levering vanuit het agrarisch gebied is potentieel omdat de kwaliteit van groene en blauwe elementen in het agrarisch gebied nog van onvoldoende kwaliteit zijn voor de levering van de dienst.

Trend aanbod

Achteruitgang van bestuivers blijkt een complexe zaak, omdat verschillende factoren deze insecten beïnvloeden zoals bloemenaanbod, gebruik van pesticiden, voorkomen van parasieten, enz. Het is niet goed bekend of de ecosysteemdienst bestuiving is afgenomen in de tijd. Er zijn tot op heden geen aanwijzingen dat bestuiving in Nederland een probleem vormt en voor opbrengstderiving in de landbouw zorgt. Cavaleheiro *et al.* (2013) bevestigen een achteruitgang in de soortenrijkdom van wilde inheemse plantensoorten en hun bestuivers vlinders, zweefvliegen en bijen in de periode 1930 tot 1990 in Nederland. Na 1990 was de achteruitgang van de bijen, zweefvliegen en wilde planten echter vertraagd, soms stabiel en soms was er zelfs sprake van herstel. Alleen vlinders gaan nog steeds met dezelfde snelheid achteruit als voor 1990. Vlinders hebben echter een minder grote bijdrage in de bestuiving in vergelijking met wilde bijen en hommels en andere insecten. De trend van het aanbod is daarom stabiel.

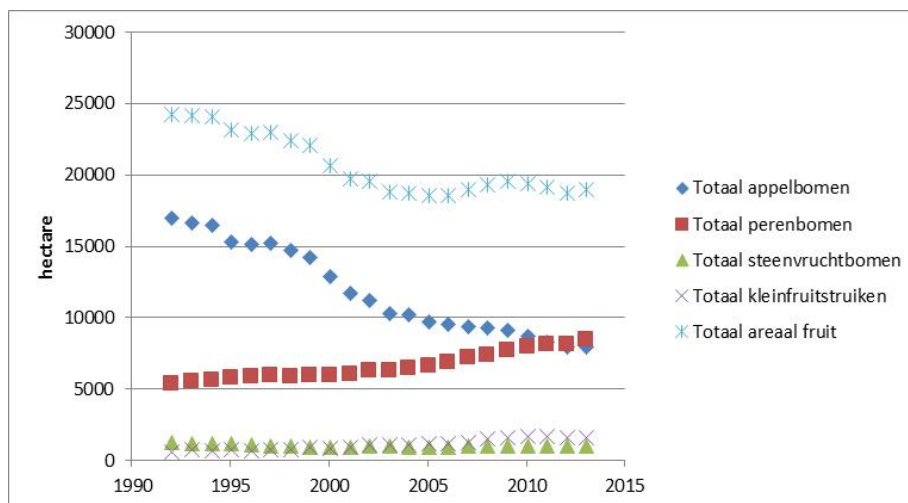
De trends in Europa en wereldwijd wijken af van die in Nederland. De laatste decennia gaan wereldwijd de populaties van vele soorten bestuivers (hommels, bijen, vlinders, etc.) achteruit (National Research Council, 2007; Patiny *et al.*, 2009, Potts *et al.*, 2010a; Biesmeijer *et al.*, 2006; Dijkstra en Kwak, 2007, Keil *et al.*, 2011). Zowel bij de bijen als bij de zweefvliegen waren het vooral de specialisten (in voedselkeuze en/of habitat) en sedentaire soorten die een dalende trend vertoonden. Mobiele generalisten bleken daarentegen toe te nemen. Met hommels gaat het ook slecht.

Dit heeft aanleiding gegeven tot internationale ongerustheid over een mogelijke wereldwijde bestuivingscrisis (Steffan-Dewenter *et al.*, 2005; Potts *et al.*, 2010b).

Trend vraag

Het totale areaal aan fruit in Nederland is sinds 1990 sterk gedaald (figuur 12.3). Dit komt vooral op het conto van het areaal appelbomen wat sterk is gedaald. Het areaal met perenbomen is toegenomen net zoals het areaal kleinfruitstruiken. De trend in de vraag is daarmee dalend.

Mogelijk neemt het areaal dat bestuiving nodig heeft in Nederland in de toekomst toe onder het nieuwe Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB). Bij de invulling van het nieuwe GLB is het zeer wel mogelijk dat het areaal aan meerjarige eiwitgewassen voor veevoeder toe zal nemen. Belangrijke eiwitgewassen als luzerne, klaver en esparcette zijn alle bestuivingsafhankelijke gewassen. Ook is het mogelijk dat het areaal aan energiegewassen zich zal wijzigen zonnebloem, koolzaad en olievlas zijn alle (deels) afhankelijk van bestuivers.



Figuur 12.3 Het areaal fruit in Nederland neemt sterk af en daarmee de behoefte aan bestuiving.

Recente gegevens van 41 Europese landen (precieze data voor Nederland missen) laten zien dat het geadviseerde aantal honingbijen nodig voor de bestuiving van gewassen in Europa 4.9 maal sneller groeide dan de werkelijke toename van aantallen honingbijen in de periode 2005-2010 (Breeze *et al.*, 2014). Dit heeft vooral te maken met de toename van het koolzaadareaal. In Nederland is het areaal koolzaad gering en we zien geen sterke stijging van het areaal. Hierdoor gaan deze Europese conclusies niet voor Nederland op. Door verdere toename van de productie van energiegewassen onder invloed van EU-beleid (10% doelstelling in 2020) wordt verwacht dat er in de toekomst een nog groter verschil zal ontstaan tussen vraag en aanbod. Veranderingen in Europees en nationaal beleid zoals bijvoorbeeld de ondersteuning van meer veevoedergewassen als luzerne en klaver (beide hebben bestuivers nodig) zal het verschil tussen vraag en aanbod van bestuivers verder doen toenemen.

Betrouwbaarheid

Categorie D: schatting, gebaseerd op een aantal metingen, expert judgements, wetenschappelijke publicaties en rapporten.

Deze analyse bouwt voort op werk dat eerder is uitgevoerd, maar heeft nog steeds geen definitief antwoord van de werkelijke levering van de dienst bestuiving. Zo is deze analyse een simplificatie van de werkelijkheid.

Er is aangenomen dat de vegetaties in natuurgebiedenvoldoende kwaliteit hebben om natuurlijke bestuivers te herbergen.

Er is gewerkt met een vast getal voor de afstand waarover natuurlijke bestuivers effect hebben. Het percentage landbouwareaal dat potentieel bereikt wordt door bestuivers is in de gebruikte aanpak erg

gevoelig voor de inschatting van de gemiddelde afstand die een gemiddelde bestuiver aflegt. We vinden hier verschillen van een factor 10 groter. Dan is bijna het gehele areaal gewas waar bestuiving nodig is gedekt. Daarnaast gaat het in werkelijkheid om een grote diversiteit aan natuurlijke bestuivers die per soort verschillen in hun mobiliteit en effectiviteit in bestuiving. Ook is het mogelijk dat er een verdunningseffect optreedt: hoe verder je van de bron komt hoe minder het effect is van natuurlijke bestuivers.

Verder is aangenomen dat natuurlijke bestuivers ook daadwerkelijk vanuit de reservaten het landbouwgebied intrekken om daar gewassen te bestuiven en ook is er aangenomen dat bestuivers zich in alle gewassen hetzelfde gedragen. Onderzoek heeft uitgewezen dat ook de gewasdiversiteit en de ruimtelijke ligging in het landschap van belang is op de effectiviteit van groenblauwe dooradering op de bestuiving (Schulp *et al.*, 2014). Daarnaast is er ook een temporele variatie in de effectiviteit van bestuiving. Het gaat er dan om of populaties van bestuivers zich over een langere periode in het landschap kunnen handhaven of zich kunnen herstellen of herkoloniseren.

Omdat het lastig is om het effect van bestuiving te kwantificeren, wordt in deze analyse het effect van bestuiving gedefinieerd als het aandeel van het areaal waarop natuurlijke bestuivers een bijdrage hebben.

Volledigheid

Categorie B: bevat de belangrijkste aspecten maar is niet volledig.

In de CICES-systematiek wordt naast bestuiving van landbouwgewassen ook de bestuiving van planten/struiken en bomen in de natuur genoemd. Ook wordt zaadverspreiding genoemd in de CICES-indeling, deze is niet meegenomen. In de CICES-indeling staat verder dat het bij deze dienst gaat om het in stand houden van bronpopulaties en habitats ten einde de genetische diversiteit te behouden. Indirect is dat meegenomen in de indicator. Deels komt het ook terug in Hoofdstuk 20, waarin het gaat om het bestaansrecht en nalatenschap van het natuurlijk erfgoed zelf.

12.4 Literatuur

- Biesmeijer, J.C., *et al.* (2006), Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 2006. 313(5785): p. 351-354.
- Blacquire, T. (2009). Wageningen wil bij redden. <http://edepot.wur.nl/175610>
- Breeze, T.D., Baily, A.P., Balcombe, K.G., Potts, S.G. (2011). Pollination services in the UK: how important are honeybees? *Agric. Ecosyst. Environ.* 142:137-143.
- Breeze TD, Vaissière BE, Bommarco R, Petanidou T, Seraphides N, *et al.* (2014) Agricultural Policies Exacerbate Honeybee Pollination Service Supply-Demand Mismatches Across Europe. *PLOS ONE* 9(1): e82996.
- Clement, J. & A. Cormont (in prep.). Kaart NatuurElementen 2013., WOt-publicatie in voorbereiding. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen
- Carvalho L.G., Kunin W.E., Keil P., Aguirre Gutierrez J., Ellis W.N., Fox R., Groom Q., Hennekens S., Landuyt W. van, Maes D., Meutter F. van de, Michez D., Rasmont P., Ode B., Potts S.G., Reemer M., Roberts S.P.M., Schaminee J., Wallis-DeVries M.F., Biesmeijer J.C. 2013. Species richness declines and biotic homogenisation have slowed down for NW-European pollinators and plants. *ECOLOGY LETTERS* 16: 870-878.
- De Bruyn L. (2014). Hoofdstuk 16 - Ecosysteemdienst bestuiving. (INBO.R.2014.1994351). In Stevens, M. *et al.* (eds.), Natuurrapport - Toestand en trend van ecosystemen en ecosysteemdiensten in Vlaanderen. Technisch rapport. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.M. 2014.1988582, Brussel.
- Dijkstra, J.P. & M.M. Kwak. (2007). A meta-analysis on the pollination service of the honey bee (*Apis mellifera* L.) for the Dutch flora. *Proc. Neth. Entomol. Soc. Meet.* (18) 79-87.

-
- Farwig, N., D. Bailey, E. Bochud, J.D. Herrmann, E. Kindler, N. Reusser, C. Schüepp and M.H. Schmidt-Entling (2009) Isolation from forest reduces pollination, seed predation and insect scavenging in Swiss farmland. *Landscape Ecology* 24: 919-927.
- Fahrig L, Baudry J, Brotons L, Burel FG, Crist TO, *et al.* (2011) Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecological Letters* 14: 101-112.
- Gallai, N., Salles, J., Settele, J., Vaissière, B.E. (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* 68, 810-821.
- Garibaldi L.A., Steffan-Dewenter I., Kremen C., Morales J.M., Bommarco R., Cunningham S.A., *et al.* (2011). Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. *Ecology Letters* 14:1062-1072
- Garibaldi *et al.* (2013). Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, 339: 1608-1611.
- Garratt, M.P.D., T.D. Breeze, N. Jenner, C. Polce, J.C. Biesmeijer, S.G. Potts (2014) Avoiding a bad apple: Insect pollination enhances fruit quality and economic value. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 184: 34-40
- Grandiek, N., J. van Herk, C. Cronenberg (2007). De introductie van de rieteconomie. Een duurzaam perspectief voor de Nederlandse veenweidegebieden. Rapport 07.2.155. Innovatienetwerk, Utrecht.
- Henkens, R.J.H.G. en W. Geertsema (2013). Ecosysteemdiensten van natuur en landschap; Aanpak en kennistabellen voor het opstellen van indicatoren. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 351.
- Keil, P., *et al.* (2011). Biodiversity change is scale-dependent: An example from Dutch and UK hoverflies (Diptera, Syrphidae). *Ecography* 2011. 34(3): p. 392-401.
- Kleijn, D. (2014). Biodiversity conservation, ecosystem service delivery and the role of dominant species. Abstracts of the Netherlands Annual Ecology Meeting 2014., Lunteren, Nederland.
- Klein, A.M., C. Brittain, S.D. Hendrix, R. Thorp, N. Williams en C. Kremen (2012). Wild pollination services to California almond rely on semi-natural habitat. *Journal of Applied Ecology* 49, 723-732.
- Klein, A.M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tschamtker, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B* 274, 303-313.
- Kremen, C., N. M. Williams, M. A. Aizen, B. Gemmill-Herren, G. LeBuhn, R. Minckley, L. Packer, S.G. Potts, T. a. Roulston, I. Steffan-Dewenter, D. P. Vázquez, R. Winfree, L. Adams, E. E. Crone, S., S. Greenleaf, T. H. Keitt, A.-M. Klein, J. Regetz, and T. H. Ricketts (2007). Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of landuse change. *Ecology Letters* 10:299-314.
- Lautenbach S, Kugel C, Lausch A, Seppelt R (2011) Analysis of historic changes in regional ecosystem service provisioning using land use data. *Ecological Indicators* 11: 676-687.
- Leonhardt, S.D., Gallai, N., Garibaldi, L.A., Kuhlmann, M. and Klein, A.M. (2013). Economic gain, stability of pollination and bee diversity decrease from southern to northern Europe. *Basic and Applied Ecology*, 14: 461-471.
- Molesini, B., Y. Pii, and T. Pandolfini (2012). Fruit improvement using intragenesis and artificial microRNA. *Trends in Biotechnology* 30:80-88.
- National Research Council (2007). Status of pollinators in North America. National Academies Press, Washington DC.
- Ollerton, J., Tarrant, S. & Winfree, R. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120: 321-326.
- Pandolfini, T. (2009). Seedless Fruit Production by Hormonal Regulation of Fruit Set. *Nutrients* 1:168-177.
- Patiny, S., P. Rasmont, D. Michez (2009). A survey and review of the status of wild bees in the Western Palaearctic region. *Apidologie*. May 2009 , Volume 40 , Issue 3 , pp 313-331.

-
- Potts, S.G., Roberts, S.P.M., Dean, R., Marris, G., Brown, M.A., Jones, R., Neumann, P., Settele, J. (2010a). Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. *Journal of Apicultural Research* (49):15-22.
- Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin, W.E. (2010b). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution* 25, 345-353.
- Rader R, BG Howlett, SA Cunningham, DA Westcott, LE Edwards W (2012). Spatial and temporal variation in pollinator effectiveness: do unmanaged insects provide consistent pollination services to mass flowering crops? *Journal of Applied Ecology* 49: 126-134.
- Rotino, G., N. Acciarri, E. Sabatini, G. Mennella, R. Lo Scalzo, A. Maestrelli, B. Molesini, T. Pandolfini, J. Scalzo, B. Mezzetti, and A. Spena (2005). Open field trial of genetically modified parthenocarpic tomato: seedlessness and fruit quality. *BMC Biotechnology* 5:32.
- Schulp, C.J.E., S. Lautenbach & P.H. Verburg (2014). Quantifying and mapping ecosystem services: Demand and supply of pollination in the European Union. *Ecol Ind* 36: 131-141.
- Steffan-Dewenter, I. and T. Tscharntke (2000). Resource overlap and possible competition between honey bees and wild bees in central Europe. *Oecologia* 122:288-296.
- Steffan-Dewenter I, Potts S.G, Packer L. Pollinator diversity and crop pollination services are at risk. *Trends Ecol. Evol.* 2005;20:651–652. doi:10.1016/j.tree.2005.09.004