

Afstudeerwerkstuk

Ruimtelijke ordening van een biodiversiteitsvriendelijke agrarische landschapsstructuur



Joris Lugtenburg
Aeres Hogeschool Almere
Sommelsdijk, 6 juli 2022

Ruimtelijke ordening van een biodiversiteitsvriendelijke agrarische landschapsstructuur

Agro-ecologie

Een literatuurstudie over hoe het toevoegen van kruidenrijke lineaire landschapselementen kan bijdragen aan meer habitat voor wilde bijen in het agrarische landschap en welke gevolgen dit heeft voor de Nederlandse agrarische bedrijfsvoering

Joris Lugtenburg – 3027908

Toegepaste Biologie – Specialisatie Natuur
10 EC

Martijn Hammers – afstudeerdocent

Aeres Hogeschool Almere
Arboretum West 98
1325 WB Almere
Nederland

Foto's voorzijde:

Hoofdfoto:

Kruidenrijk grasland met korenbloem en klaprozen (foto J. Lugtenburg)

Inzet v.l.n.r.: kruidenrijk grasland met margriet; korenbloem met akkerhommel
(foto's J. Lugtenburg)



Voorwoord

Voor u ligt het afstudeerwerkstuk voor de studie Toegepaste Biologie aan Aeres Hogeschool Almere. Het afstudeerwerkstuk gaat over hoe de verkleining van percelen door de toepassing van kruidenrijke lineaire landschapselementen bij kan dragen aan meer leefgebied voor wilde bijen in het agrarische landschap en wat voor gevolgen dit heeft voor de Nederlandse agrarische bedrijfsvoering. Door dit semi-agrarische onderwerp kan ik de ecologische kennis die ik tijdens de studie Toegepaste Biologie heb opgedaan verder verbreiden. Ik wil Martijn Hammers als afstudeerdocent bedanken voor zijn goede adviezen en betrokkenheid bij het schrijven van dit afstudeerwerkstuk. Ook de tweede assessor van dit afstudeerwerkstuk wil ik bedanken voor het beoordelen van dit afstudeerwerkstuk.

Sommelsdijk, 6 juli 2022

Joris Lugtenburg

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting.....	4
Abstract	5
Hoofdstuk 1: Inleiding	6
Hoofdstuk 2: Aanpak	9
Zoekplan 2.1: Onderzoekstelling en zoekvragen	9
Zoekplan 2.2: informatiebronnen	9
Zoekplan 2.3: zoekprofiel	11
Zoekplan 2.4: Beoordelen en analyseren van de gevonden informatie	13
Hoofdstuk 3: Resultaten	14
Hoofdstuk 3.1 Deelvraag 1:	14
Hoofdstuk 3.2 Deelvraag 2:	15
Hoofdstuk 3.3 Deelvraag 3:	19
Hoofdstuk 4: Discussie	23
Hoofdstuk 4.1 Gekozen aanpak	23
Hoofdstuk 4.2 Interpretatie resultaten	23
Hoofdstuk 5: Conclusie en aanbevelingen	25
Hoofdstuk 5.1 Conclusie	25
Hoofdstuk 5.2 Aanbevelingen	26
Referentielijst	27

Samenvatting

Door de intensivering van de landbouw zijn veel kruidenrijke lineaire landschapselementen verdwenen. Deze structuurverandering heeft tot grootschalig biodiversiteitsverlies geleid in het agrarisch gebied. In de toekomst wordt verwacht dat de landbouwproductie nog verder zal stijgen. Deze stijgende productie mag niet ten koste gaan van de biodiversiteit in het agrarische gebied waardoor de landbouw een transitie moet ondergaan naar een agrarisch gebied met meer ruimte voor biodiversiteit. Biodiversiteit moet worden geïntegreerd in de agrarische landschapsstructuur. Insecten zijn door de intensivering van het agrarisch gebied enorm in aantallen afgenomen. Een belangrijke groep insecten zijn wilde bijen. Wilde bijen zijn ook in Nederland sterk achteruitgegaan. Kruidenrijke landschapselementen in het agrarisch landschap kunnen populaties van wilde bijen versterken. In dit afstudeerwerkstuk is daarom door middel van literatuuronderzoek onderzocht hoe perceelverkleining door middel van het toevoegen van kruidenrijke lineaire landschapselementen kan bijdragen aan meer habitat voor wilde bijen in het agrarische landschap en welke gevolgen dit heeft voor de Nederlandse agrarische bedrijfsvoering. Het doel was om meer inzicht te krijgen in het toepassen van kruidenrijke lineaire landschapselementen en agrariërs, ecologen en beleidsmakers te inspireren over de biodiversiteitswinst van wilde bijen die door deze toepassing van kruidenrijke lineaire landschapselementen behaald kan worden in het agrarisch landschap. Uit het literatuuronderzoek is gebleken dat de toevoeging van kruidenrijke landschapselementen de abundantie van wilde bijen optimaal verhoogt bij een perceelgrootte van 1 ha met 20% kruidenrijke lineaire landschapselementen en dat door subsidies en regionale regelingen toevoeging van kruidenrijke lineaire landschapselementen beter verenigbaar wordt met de Nederlandse bedrijfsvoering. Geadviseerd wordt om in de nabije toekomst meer subsidieregelingen beschikbaar te stellen en meer onderzoek te doen naar de manieren waarop de structuur van het agrarische landschap biodiversiteitsvriendelijker kan worden gemaakt.

Abstract

Due to the intensification of agriculture, many herbaceous linear landscape elements have disappeared. This change in agriculture has led to large-scale loss of biodiversity in the agricultural landscape. In the future, agricultural production is expected to increase even more. This increasing production may not be at the expense of biodiversity in the agricultural landscape, which means that agriculture must undergo a transition to an agricultural landscape with more space for biodiversity. Biodiversity must be integrated into the agricultural landscape structure. Insects have decreased dramatically in numbers due to the intensification of the agricultural landscape. An important group of insects are wild bees. Wild bees have also declined strongly in the Netherlands. Herbaceous landscape elements in the agricultural landscape can strengthen populations of wild bees. This thesis therefore studied, by means of literature research, how field reduction by adding herbaceous linear landscape elements can contribute to more habitat for wild bees in the agricultural landscape and what the consequences are for the Dutch agriculture. The purpose of this study was to gain more insight into the application of herbaceous linear landscape elements and to inspire farmers, ecologists and policy makers about the biodiversity gain of wild bees that can be achieved in the agricultural landscape by this implementation of herbaceous linear landscape elements. From the literature research the addition of herbaceous landscape elements optimally increases the abundance of wild bees at a plot size of 1 ha having 20% herbaceous linear landscape elements. Through subsidies and regional schemes the addition of herbaceous linear landscape elements becomes more compatible with Dutch farming practices. It is recommended to make more funding schemes available in the near future and to do more research into the possibilities of making the structure of the agricultural landscape more biodiversity-friendly.

Hoofdstuk 1: Inleiding

Agrarische landschappen hebben ingrijpende veranderingen ondergaan die resulteerden in het verdwijnen van veel semi-natuurlijke vegetatie zoals kruidenrijke landschapselementen (Hass et al., 2018). In figuur 1.1 zijn deze veranderingen te zien in een agrarisch landschap (Landis, 2017). Deze intensivering van de landbouw heeft in de tweede helft van de 20^{ste} eeuw tot grootschalig verlies van biodiversiteit geleid in agrarische gebieden (Robinson & Sutherland, 2002). Op wereldwijde schaal is de omvorming van gebied naar intensieve landbouw met grote percelen de hoofdoorzaak van de achteruitgang van insecten (Dirzo et al., 2014; Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019;

Raven & Wagner, 2021). Tal van aanvullende factoren zoals verstedelijking, gebruik van pesticiden, klimaatverandering en habitatfragmentatie dragen in meer of mindere mate ook bij aan de afname van insecten (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019).

Hallmann et al (2017) vermeldt dat de biomassa van vliegende insecten de afgelopen 27 jaar met 76% is afgenomen in Duitse natuurgebieden. Deze

natuurgebieden liggen in een deelstaat die grenst aan Nederland en bevatten vergelijkbare habitattypen zoals

matig voedselrijk grasland (Hallmann et al., 2017). Aannemelijk is dat de intensiteit van de omliggende landbouwgebieden niet veel verschilt van natuurgebieden in Nederland (Kleijn et al., 2018). Ondanks dat een dergelijke robuuste analyse als de studie van Hallmann et al ontbreekt in Nederland zijn insecten, waaronder bijen, ook in Nederland zeer sterk achteruitgegaan (Biesmeijer et al., 2006; Hallmann et al., 2019). Bijen vervullen belangrijke ecosysteemfuncties zoals het in stand houden van plantgemeenschappen door de bestuiving van inheemse planten en het bijdragen aan een hogere productie van gewassen in de akkerbouw (Potts et al., 2010).



Figuur 1.1 ¹ Veranderingen in agrarische landschapsstructuur (Landis, 2017)

Er kunnen twee categorieën bijen worden onderscheiden: (semi-)gedomesticeerde bijen en wilde bijen. (Semi-)gedomesticeerde bijen worden door de mens gehouden. Hieronder vallen honingbijen en sommige hommelse soorten (EIS Kenniscentrum Insecten, z.d.).

Honingbijen komen anno 2022 niet of nauwelijks meer van nature voor in Nederland (EIS Kenniscentrum Insecten, z.d.). Nagenoeg alle honingbijen worden door de mens in kasten gehouden en zijn daarmee geen wilde diersoort (EIS Kenniscentrum Insecten, z.d.).

Honingbijen dragen daardoor niet bij aan de diversiteit van wilde bijen. Ook zijn honingbijen minder afhankelijk van een bepaalde locatie met nectarbronnen omdat de mens de kasten verplaatst naar locaties met grote aantallen nectarbronnen (Schalkx, 2012). In de

¹ Overgenomen uit "Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services, door Landis, 2017, Basic and Applied Ecology, 18, 1-12 (<https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.07.005>). CC BY-NC-ND 4.0

akkerbouw, tuinbouw en fruitteelt is de honingbij de belangrijkste bestuiver van gewassen (Mwebaze, 2010). Wilde bijen leveren ook een belangrijke bijdrage aan de bestuiving van gewassen (Biesmeijer et al., 2006). Het gaat dan voornamelijk om generalistische soorten die veel in het agrarische landschap voorkomen en ook op de gewassen vliegen (Kleijn et al., 2015). Specialistische bijen zullen niet of nauwelijks op gewassen worden gezien, maar kunnen wel gebruik maken van kruidenrijke landschapselementen in het agrarische landschap. Populaties van zeldzame bijen kunnen zo worden versterkt (Sutter et al., 2017). In Nederland leven 360 soorten wilde bijen die bijna allemaal zeer sterk in aantallen zijn afgenomen afgelopen decennia. De helft van alle 360 soorten bijen staat op de rode lijst (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2020).

Om voldoende voedselzekerheid te bieden moet de landbouwproductie in de toekomst op mondiaal niveau sneller groeien dan de bevolkingstoename om voldoende voedselzekerheid te bieden (Fróna et al., 2019). Tegelijkertijd mag deze stijgende productie niet koste gaan van het milieu en moet de intensieve landbouw een transitie ondergaan naar duurzamere landbouwmethoden met meer ruimte voor biodiversiteit in het agrarisch gebied (Erisman et al., 2017; Baptist et al., 2019). De biologische landbouw is zo'n duurzamere methode en wordt daarom vaak als aangedragen als hét alternatief voor conventionele landbouw.

De biologische landbouw heeft een hogere biodiversiteit dan conventionele landbouw. Uit een meta-analyse van Tuck et al. (2014) neemt de soortenrijkdom toe tot ongeveer 30%. De hoogste biodiversiteitswinst werd behaald in gebieden in gebieden met grootschalige intensieve landbouw. Biologische landbouw kan bijvoorbeeld jaarrond bijdragen aan meer nectarbronnen voor insecten (Carrié et al., 2018). De biologische methode vereist echter wel aanzienlijk meer grond doordat de productie minder efficiënt is dan bij conventionele landbouw (Trewavas, 2001). Voor biologische teelt kan tot wel 50% meer grond nodig zijn om dezelfde gewasopbrengst te behalen dan bij conventionele teelt (Kirchmann, 2019). De voordelen van biologische landbouw voor biodiversiteit worden betwist. Biologische landbouw levert een biodiversiteitswinst van 30% ten opzichte van conventionele landbouw, maar verbruikt wel aanzienlijk meer grond door de lagere productie (Tscharntke et al., 2021). Door conventionele intensieve landbouw kunnen gewassen zeer efficiënt worden verbouwd, waardoor er minder land nodig is dan bij methoden zoals biologische landbouw. Buiten het intensief bebouwde land blijft er daardoor meer ruimte over voor natuur. Dit wordt ook wel 'land sparing' genoemd. Het alternatief voor 'land sparing' is 'land sharing', waarbij natuur wordt geïntegreerd in het agrarische landschap. 'Land sparing' gaat er grotendeels van uit dat biodiversiteit functioneel te verwaarlozen is in agrarische ecosystemen waardoor o.a. de 'bestuivingservice' door wilde bijen niet wordt benut (Tscharntke et al., 2012). Agrarisch landbeheer zonder inbegrip van biodiversiteit kan leiden tot degradatie van het landschap (Tscharntke et al., 2012). Tscharntke et al. (2021) pleiten daarom om biodiversiteit te integreren in de agrarische landschapsstructuur. Biodiversiteit integreren in de landschapsstructuur kan door het toepassen van de biologische methode op het perceel, maar nog effectiever door de toepassing van semi-natuurlijk habitat aan de randen van het perceel. Uit een meta-analyse blijkt dat de toepassing van veldranden, bloemstroken en andere biodiversiteit bevorderende maatregelen aan de randen van het

perceel twee keer zo effectief zijn in het verhogen van de biodiversiteit dan maatregelen op het perceel zelf zoals het toepassen van de biologische methode (Tscharntke et al., 2021). Het terugbrengen van de perceelgrootte naar één hectare met de toepassing van 20% semi-natuurlijk habitat kan naast de biologische methode op het perceel zelf zorgen voor het effectief verhogen van de biodiversiteit in het agrarische landschap (Tscharntke et al., 2021; Stein-Bachinger et al., 2022).

Om percelen te kunnen verkleinen en begrenzen kan semi-natuurlijk habitat in de vorm van kruidenrijk lineaire landschapselementen worden toegepast. In deze scriptie worden twee verschillende kruidenrijke lineaire landschapselementen benoemd: akkerranden en bloemstroken. Akkerranden begrenzen een perceel en liggen aan de randen van percelen (Marshall & Moonen, 2002). Bloemstroken liggen ook vaak aan de randen van percelen, maar kunnen ook grote percelen doorsnijden (Marshall & Moonen, 2002). Bloemstroken zijn verplaatsbaar en zijn daardoor minder permanent (Marshall & Moonen, 2002).

Kruidenrijke lineaire landschapselementen kunnen als een voldoende grote verscheidenheid aan bloeiende planten aanwezig is bijen jaarrond voorzien in nectar en pollen (Lajos, 2021). Het is nog niet bekend hoe in het intensieve Nederlandse agrarische landschap het verkleinen van akkers op landschapsschaal door de toepassing van kruidenrijke lineaire landschapselementen kan bijdragen aan het realiseren van meer habitat voor bijen en wat voor gevolgen dat heeft voor de agrarische bedrijfsvoering.

De onderzoeksvraag luidt als volgt:

Hoe kan perceelverkleining door middel van het toevoegen van kruidenrijke lineaire landschapselementen bijdragen aan meer habitat voor wilde bijen in het agrarische landschap en welke gevolgen heeft dit voor de Nederlandse agrarische bedrijfsvoering?

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn de volgende deelvragen geformuleerd:

1. In welke mate kunnen wilde bijen profiteren van de toevoeging van kruidenrijke lineaire landschapselementen?
2. Wat is de optimale omvang en configuratie van kruidenrijke lineaire landschapselementen voor wilde bijen rondom percelen?
3. Hoe is het toevoegen van kruidenrijke lineaire landschapselementen verenigbaar met de Nederlandse agrarische bedrijfsvoering?

Het doel van dit afstudeerwerkstuk zal zijn om agrariërs, ecologen en beleidsmakers te inspireren over de biodiversiteitswinst van wilde bijen die door de toepassing van lineaire landschapselementen behaald kan worden in het agrarisch landschap. Ook zal dit afstudeerwerkstuk inzicht geven over de gevolgen die de toepassing van lineaire landschapselementen heeft op de agrarische bedrijfsvoering.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de aanpak van het afstudeerwerkstuk toegelicht, in hoofdstuk 3 de gevonden resultaten, in hoofdstuk 4 een discussie over de interpretatie van de resultaten en ten slotte in hoofdstuk 5 de conclusie en aanbevelingen.

Hoofdstuk 2: Aanpak

Het onderzoek bestaat uit een literatuurstudie waarvan in dit hoofdstuk het zoekplan wordt beschreven. Het zoekplan bestaat uit 4 verschillende fasen: 1. Onderzoekstelling en zoekvragen, 2. Informatiebronnen, 3. Zoekprofiel, 4. Beoordelen en analyseren van de gevonden informatie.

Zoekplan 2.1: Onderzoekstelling en zoekvragen

Welke discipline(s) wordt(en) doorzocht?

Voor de onderzoeksvraag zijn de disciplines ecologie en akkerbouw het meest relevant. Een overkoepelende discipline waarin deze disciplines beiden terugkomen is de agro-ecologie.

Onderzoeksvraag

Hoe kan perceelverkleining door middel van het toevoegen van kruidenrijke lineaire landschapselementen bijdragen aan meer habitat voor wilde bijen in het agrarische landschap en welke gevolgen heeft dit voor de Nederlandse agrarische bedrijfsvoering?

Deelvragen (zoekvragen)

1. In welke mate kunnen wilde bijen profiteren van de toevoeging van kruidenrijke lineaire landschapselementen?
2. Wat is de optimale omvang en configuratie van kruidenrijke lineaire landschapselementen voor wilde bijen rondom percelen?
3. Hoe is het toevoegen van kruidenrijke lineaire landschapselementen verenigbaar met de Nederlandse agrarische bedrijfsvoering?

Zoekplan 2.2: informatiebronnen

Welke informatiebronnen worden gebruikt?

Het literatuuronderzoek zal bestaan uit deskresearch waarbij verschillende soorten digitale informatiebronnen zullen worden geraadpleegd. In de alinea's aansluitend aan deze alinea worden de bronnen verdeeld in drie categorieën wetenschappelijk, semi-wetenschappelijk en overig. Per categorie worden de verschillende soorten bronnen genoemd. Vervolgens is in tabel 2.1 per deelvraag aangegeven welke soorten bronnen naar verwachting gebruikt zullen worden.

Wetenschappelijke informatiebronnen (peer-reviewed)

1. Primaire artikelen in wetenschappelijke journals. Papers met de originele onderzoeksdata en wetenschappelijke discussie (Universiteit Utrecht, z.d.). Vb. Trends in Ecology and Evolution journal, Nature journal www.nature.com
2. Reviewartikelen zoals een systematisch review.
3. Meta-analyses. Studies die een (statistische) analyse op basis van (de resultaten van) eerdere analyses uitvoeren (Glass, 1976).

Semi-wetenschappelijke informatiebronnen

4. Rapporten door kennisinstituten Vb. www.wur.nl -> library

Overige bronnen

5. Websites
6. Internetartikelen
7. (digitale) boeken

Tabel 2.1 Deelvragen met soorten informatiebronnen die naar verwachting gebruikt zullen worden

Deelvraag (zoekvraag)	Nummer soort informatiebron + toelichting
1. In welke mate kunnen wilde bijen profiteren van de toevoeging van kruidenrijke lineaire landschapselementen?	1, een primair artikel kan bijvoorbeeld een onderzoek zijn naar het effect van akkerranden op wilde bijen op een specifieke locatie. 2, 3, een reviewartikel of meta-analyse kan bijvoorbeeld een analyse zijn van alle studies naar het effect van kruidenrijke lineaire landschapselementen op wilde bijen in het agrarisch landschap.
2. Wat is de optimale omvang en configuratie van kruidenrijke lineaire landschapselementen voor wilde bijen rondom percelen?	1, een primair artikel kan bijvoorbeeld een studie zijn waarbij is onderzocht is wat voor invloed de afstand tussen lineaire kruidenrijke landschapselementen heeft op de uitwisseling van soorten tussen verschillende landschapstypen. 2, 3 Een reviewartikel of meta-analyse zou kunnen zijn: wat is de invloed van de ligging (spreiding), grootte en aantallen van bloemstroken in het landschap op de concentraties van (wilde) bijenpopulaties? 4, 5, 6, 7, rapporten, websites, internetartikelen en (digitale) boeken kunnen gebruikt worden om de optimale omvang van kruidenrijke landschapselementen te beschrijven.
3. Hoe is het toevoegen van kruidenrijke lineaire landschapselementen verenigbaar met de Nederlandse agrarische bedrijfsvoering?	1, 2, 3, een voorbeeld van een wetenschappelijke bron is een studie die beschrijft wat voor effect een kruidig landschapselement heeft op de opbrengst van een gewas. 4, 5 rapporten en websites kunnen bijvoorbeeld informatie geven over de minimale breedte van een perceel met kruidenrijke landschapselementen i.v.m. de machinale bewerking.

Welke internet-zoekmachines, (digitale) bibliotheken en andere digitale bibliografische databases zijn van belang voor informatiebronnen?

Voor wetenschappelijke bronnen zullen de volgende bibliografische databases/zoekmachines worden gebruikt:

- Google Scholar
- GreenI
- Researchgate
- Sciencedirect
- Wiley
- PubMed

Voor semi-wetenschappelijke bronnen

- Google
- Google Scholar
- www.wur.nl

Voor overige bronnen

- Google

Zoekplan 2.3: zoekprofiel

Welke zoekcriteria worden toegepast?

- **Discipline:** het artikel moet binnen de discipline akkerbouw, ecologie of agro-ecologie vallen.
- **Betrouwbaarheid:** Bij de keuze van artikelen worden zoveel als mogelijk bronnen gekozen met een hoog aantal referenties t.o.v. andere bronnen in hetzelfde vakgebied. Een hoog aantal referenties betekent namelijk meestal dat het artikel al door veel wetenschappers is geciteerd, van goede kwaliteit is en daardoor ook betrouwbaarder. Ook kan het betekenen dat de auteur van het artikel een belangrijk wetenschapper een autoriteit is in het desbetreffende vakgebied (Tetzner, 2021). In deze scriptie is het vakgebied de agro-ecologie.
- **Periode:** de agro-ecologie is een vakgebied wat pas de laatste decennia in opkomst is (Agroecology group - Georg-August-Universität Göttingen, z.d.). Omdat het vakgebied nog volop in ontwikkeling is worden steeds de meest recente bronnen gebruikt.
- **Taal:** wetenschappelijke informatiebronnen worden uitsluitend in het Engels gezocht, semi-wetenschappelijke en overige bronnen in zowel Engels als Nederlands.

Welke zoektermen worden per deelvraag toegepast?

Om betrouwbare resultaten te krijgen worden voornamelijk wetenschappelijke bronnen geraadpleegd d.m.v. Google Scholar, GreenI, Researchgate en Sciencedirect. De zoektermen die in deze digitale bibliografische databases worden gebruikt zijn per deelvraag weergegeven in tabel 2.2. Bij de zoektermen in tabel 2.2 kan indien deze termen nog te

weinig resultaten opleveren een thesaurus met synoniemen worden opgesteld om het aantal trefwoorden te vergroten.

Tabel 2.2 Zoektermen per deelvraag

Deelvraag (zoekvraag)	Zoekterm
1. In welke mate kunnen wilde bijen profiteren van de toevoeging van kruidenrijke lineaire landschapselementen?	agricultural landscape consolidation, landscape simplification, wild pollinator/bumblebee/bee abundance, field margins, field borders (density), agricultural/landscape intensification, semi-natural habitat, linear elements
2. Wat is de optimale omvang en configuratie van kruidenrijke lineaire landschapselementen voor wilde bijen rondom percelen?	within-field biodiversity, intensive farming vs small-scale agriculture, landscape elements, semi-natural habitat patches, herbaceous vegetation, biodiversity-friendly landscapes, agricultural landscapes, biodiversity-based ecosystem, agroecosystem services
3. Hoe is het toevoegen van kruidenrijke lineaire landschapselementen verenigbaar met de Nederlandse agrarische bedrijfsvoering?	Kosten onderhoud landschapselementen, subsidies akkerranden, subsidies landschapselementen, minimale grootte perceel machinale bewerkbaarheid, financiële (compensatie) middelen

Welke zoekmethoden/ strategieën worden toegepast?

Tijdens dit afstudeerwerkstuk zullen twee zoekstrategieën worden toegepast:

1. Methodisch zoeken op trefwoorden door het toepassen van Boolean operators: AND om de resultaten set te verkleinen, OR om te vergroten en NOT om resultaten weg te laten.
2. Intuïtief: backward search, forward search (Brand-Gruwel & Wopereis, 2011).
 - *Backward search bestaat uit twee sub zoekstrategieën. Het identificeren en onderzoeken van de referenties in artikelen (backward reference searching) en het bekijken van de artikelen die een auteur eerder heeft gepubliceerd (backward author searching) (LibGuides, z.d.).*
 - *Forward search bestaat ook uit twee sub zoekstrategieën. Het identificeren en onderzoeken van artikelen die een origineel artikel hebben geciteerd (forward reference searching) en het onderzoeken van de achtergrond van de auteurs die deze artikelen hebben geciteerd (forward author searching) (LibGuides, z.d.).*

Zoekplan 2.4: Beoordelen en analyseren van de gevonden informatie

Kwalitatieve of Kwantitatieve data

Het literatuuronderzoek is voornamelijk kwalitatief. Er worden namelijk geen data-analyses uitgevoerd en de gevonden resultaten zijn veelal beschrijvend.

Criteria voor het beoordelen van de gevonden informatie/ literatuur(resultaten)

Als gevonden literatuur(resultaten) of informatie niet aan onderstaande criteria voldoet zal dit niet gebruikt worden in het afstudeerwerkstuk:

- Actualiteit: informatie dient zo actueel als mogelijk te zijn
- Autoriteit auteur: de auteur is verbonden aan een wetenschappelijk instituut of organisatie (Brand-Gruwel & Wopereis, 2011).
- Betrouwbaarheid: om betrouwbare resultaten te verkrijgen worden in ieder geval twee of meer bronnen geraadpleegd over een bepaalde bevinding bij de belangrijkste resultaten van de deelvragen. Als twee of meer bronnen de bevinding bevestigen is deze voldoende betrouwbaar en kan de bevinding worden opgenomen in de resultaten.

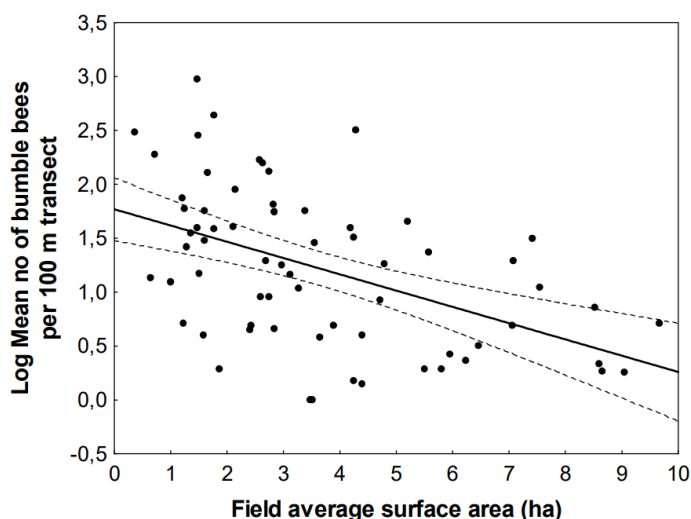
Hoofdstuk 3: Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten per deelvraag weergegeven. De hoofdvraag bij deze deelvragen is: Hoe kan perceelverkleining door middel van het toevoegen van kruidenrijke lineaire landschapselementen bijdragen aan meer habitat voor wilde bijen in het agrarische landschap en welke gevolgen heeft dit voor de Nederlandse agrarische bedrijfsvoering?

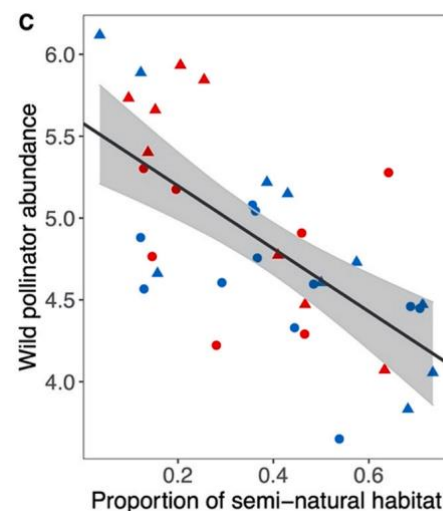
Hoofdstuk 3.1 Deelvraag 1:

In welke mate kunnen wilde bijen profiteren van de toevoeging van kruidenrijke lineaire landschapselementen?

Lineaire kruidenrijke landschapselementen vormen een netwerk van semi-natuurlijk habitat voor wilde bijen in het agrarisch gebied (Lajos, 2021). De toepassing van lineaire landschapselementen doorbreekt daardoor de structuur van het vereenvoudigde intensieve landschap met grote percelen (Hass et al., 2018). De intensivering en vereenvoudiging van het agrarische landschap naar grote percelen is één van de voornaamste oorzaken van de afnemende aantallen wilde bijen in het agrarische landschap (IPBES, 2016). Door deze vereenvoudiging zijn veel landschapselementen verdwenen waardoor nesthabitat en voedselbronnen zoals planten die voorzien in nectar en pollen verdwenen (Goulson & Darvill, 2008). Door de vereenvoudiging is er een kleiner aanbod van planten die gedurende het gehele foerageerseizoen in voedsel kunnen voorzien en een grotere afstand tussen de beschikbare pollen- en nectarbronnen (Muljar et al., 2010). Uit een studie van Muljar et al (2010) blijkt dat met toenemende perceelgrootte het aantal hommels – een type wilde bij - afneemt doordat het landschap homogener wordt. In figuur 3.1 is deze afname bij toenemende perceelgrootte te zien.



Figuur 3.1² Toenemende akkergrootte versus het aantal hommels per 100 meter transect (Muljar et al., 2010)



Figuur 3.2³ Abundantie van wilde bestuivende insecten (waaronder bijen) versus de proportie semi-natuurlijk habitat areaal bestaande uit akkerranden (Shi et al., 2021)

Een van de hoofdoorzaken van het kleinere aanbod in pollen- en nectarbronnen en nestelplaatsen is de afname van de akkerranddichtheid. Uit onderzoek van Shi et al (2021) blijkt dat als semi-natuurlijk habitat bestaande uit akkerranden uit het agrarisch gebied verdwijnt, de abundantie van bestuivende insecten (waaronder bijen) daaraan gecorreleerd is. In figuur 3.2 is de correlatie tussen semi-natuurlijk habitat bestaande uit akkerranden en de abundantie van bestuivende insecten weergegeven (Shi et al., 2021)

Uit onderzoek van Hass et al (2018) blijkt dat een hogere dichtheid van akkerranden met semi-natuurlijke vegetatie de abundantie van wilde bijen kan verhogen in het landschap. Door een hogere akkerranddichtheid met semi-natuurlijke vegetatie ontstaat een landschap met een grotere configurationele heterogeniteit, meer nectarbronnen en een hogere connectiviteit (Geppert et al., 2020). Door een hogere connectiviteit kunnen meer plantensoorten voorkomen in semi-natuurlijke akkerranden wat bijdraagt aan een groter aanbod aan nectar- en pollenbronnen gedurende het foerageerseizoen (Geppert et al., 2020). Redenen hiervoor zijn dat semi-natuurlijke akkerranden minder intensief worden onderhouden en vaak permanent zijn (Geppert et al., 2020). Ook andere kruidenrijke lineaire landschapselementen zoals bloemstroken verhogen de abundantie van bijen in het agrarische landschap. Zo blijkt uit een studie van Jönsson et al (2015) dat de abundantie van hommels in het omringende landschap van landbouwbedrijven met bloemstroken significant hoger is dan bij landbouwbedrijven zonder bloemstroken. Dergelijke studies waarin op landschapsniveau de mate waarin bijen profiteren van de toevoeging van kruidenrijke landschapselementen kwantificeren zijn schaars (Scheper et al., 2013; Jönsson et al., 2015). Op basis van Hass et al (2018) en Jönsson et al (2015) kan echter vastgesteld worden dat wilde bijen in belangrijke mate profiteren van de toevoeging van kruidenrijke lineaire landschapselementen aan intensief beheerde agrarische gebieden, omdat toevoeging van kruidenrijke lineaire landschapselementen in het agrarische landschap significant bijdraagt aan een hogere abundantie van wilde bijen.

Hoofdstuk 3.2 Deelvraag 2:

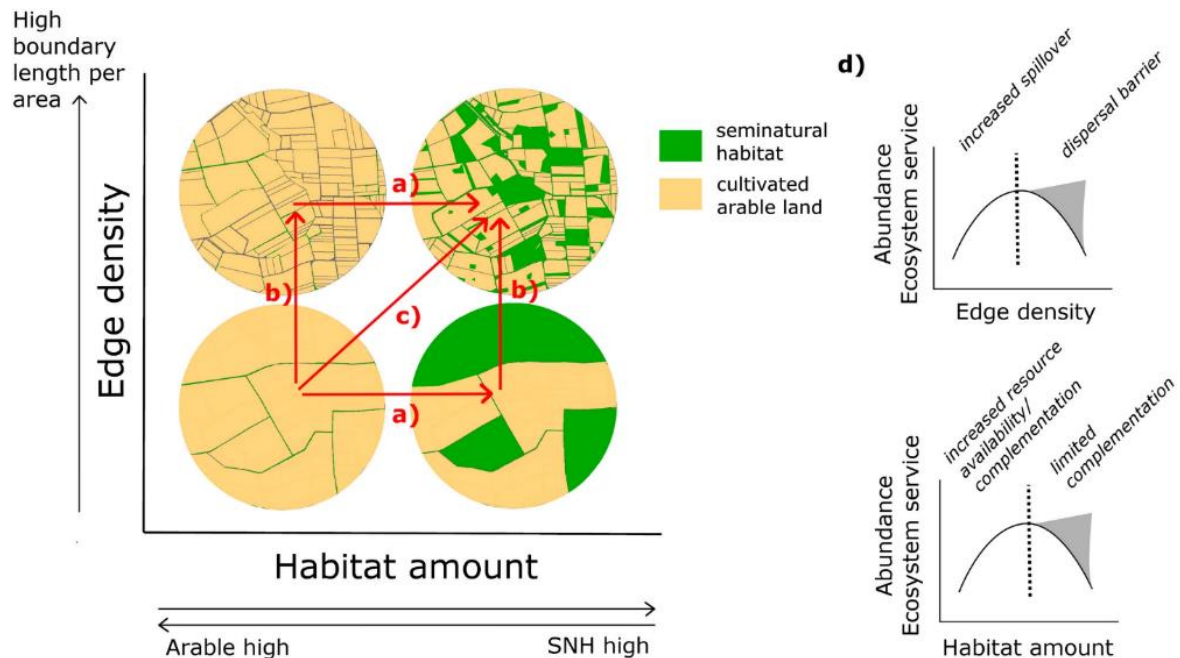
Wat is de optimale omvang en configuratie van kruidenrijke lineaire landschapselementen voor wilde bijen rondom percelen?

Zoals vermeldt in de inleiding worden in deze scriptie twee kruidenrijke lineaire landschapselementen beschreven: akkerranden en bloemstroken. Akkerranden begrenzen een perceel en liggen aan de randen van percelen (Marshall & Moonen, 2002). Bloemstroken liggen ook vaak aan de randen van percelen, maar kunnen ook grote percelen doorsnijden (Marshall & Moonen, 2002). Bloemstroken zijn verplaatsbaar en zijn daardoor minder permanent (Marshall & Moonen, 2002).

² Overgenomen uit "The effect of field size on the number of bumble bees", door Muljar et al., 2010, *Agronomy research*, 8(Special Issue II), 357-360 (<https://agronomy.emu.ee/vol08Spec2/p08s209.pdf>). CC BY-NC-ND 4.0

³ Overgenomen uit "Can landscape level semi-natural habitat compensate for pollinator biodiversity loss due to farmland consolidation?" door Shi et al., 2021, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 319, 107519. (<https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107519>).

Configuratie kan worden gemeten als de dichtheid van de akkerranden tussen percelen en de omgeving (Martin et al., 2019). De dichtheid van akkerranden neemt toe in een agrarisch landschap met kleine en/of onregelmatig gevormde akkers (Martin et al., 2019). Hierdoor neemt de kans op uitwisseling tussen de agrarische percelen en de akkerranden toe waardoor populaties een grotere overlevingskans hebben (Fahrig, 2014; Martin et al., 2019). Doordat landschappen met een hoge akkerranddichtheid ruimtelijk diverser zijn in



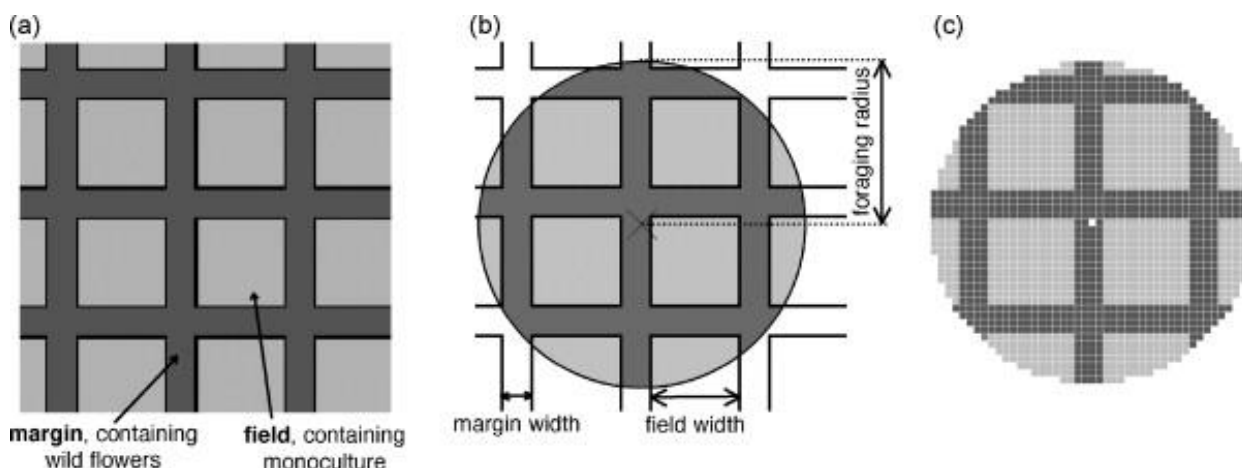
Figuur 3.3⁴ Landschapsconfiguratie met aan de linkerzijde toenemende akkerranddichtheid en aan de rechterzijde een grafiek met een verhoogde uitwisseling bij een hogere dichtheid van akkerranden. Het middengedeelte en rechtsonder m.b.t. tot semi-natuurlijk habitat worden buiten beschouwing gelaten (Martin et al., 2019).

samenstelling kunnen bijen op landschapsschaal profiteren van hulpbronnen zoals nestplaatsen en nectarbronnen (Martin et al., 2019). In figuur 3.3 (Martin et al., 2019) is linksboven in de figuur een landschap weergegeven met veel akkerranden en linksonder een landschap met weinig akkerranden door perceelvergroting. Rechtsboven in figuur 3.3 is te zien dat een hogere dichtheid van akkerranden zorgt voor een hogere uitwisseling ‘spillover’ en dat de verspreiding barrière verdwijnt bij een hogere dichtheid van akkerranden.

Een hogere dichtheid van akkerranden zorgt daarmee voor meer habitat en hulpbronnen voor bijen (Rands & Whitney, 2010). De bereikbaarheid van de hulpbronnen is erg belangrijk (Rands & Whitney, 2010). Wilde bijen (met uitzondering van de gedomesticeerde honingbij) foerageren doorgaans niet verder dan 2 km en de meerderheid zelfs niet verder dan 1 km van de nestplaats. Een kleiner gedeelte specialistische soorten foerageren alleen binnen een radius van 125 meter (Rands & Whitney, 2010). Binnen een radius van 1 km zal de meerderheid van de bijen de akkerranden benutten om te foerageren en wordt de impact

⁴ Overgenomen uit “The interplay of landscape composition and configuration: new pathways to manage functional biodiversity and agroecosystem services across Europe”, Martin et al., 2019, Ecology letters, 22(7), 1083-1094 (<https://doi.org/10.1111/ele.13265>)

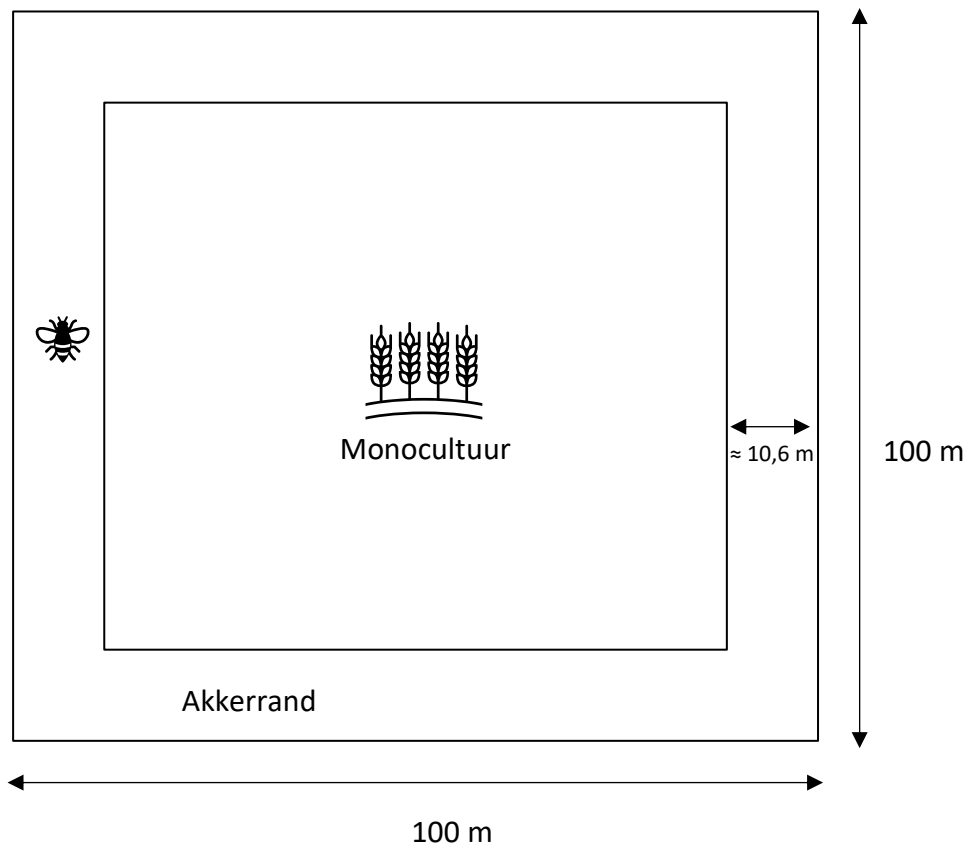
van de monocultuur minder sterk (Rands & Whitney, 2010). Dit betekent dat als het areaal akkerranden binnen een radius van 1 kilometer wordt vergroot, het foerageerareaal van de meerderheid van de bijen (die niet verder dan 1 km van hun nestplaats foerageren) groter wordt (Rands & Whitney, 2010). Het groter maken van het areaal akkerranden binnen een radius van 1 km kan zowel door meer smalle akkerranden aan te leggen of door akkerranden te verbreden. Smalle akkerranden kunnen een perceel in kleinere stukken opdelen maar worden daardoor ook erg smal, waardoor de dichtheid van bloemen lager wordt (Rands & Whitney, 2010). Bijen moeten zouden daardoor veel verschillende akkerranden met steeds enkele bloemen moeten bezoeken. Bijen hebben echter een voorkeur om te foerageren in geclusterde formaties van bloemen en geven de voorkeur aan eerder bezochte locaties volgens de 'optimal foraging strategy' (Makino et al., 2007; Santos et al., 2021, Fragoso et al., 2021). Volgens de 'optimal foraging strategy' foerageren organismen op een manier waarbij de energiewinst wordt gemaximaliseerd en het energieverlies wordt geminimaliseerd. De afstand en duur om in een bepaald gebied te foerageren hangt af van het relatieve voordeel om in een ander gebied te foerageren (Charnov et al., 1976; Pyke, 1984; Jha & Kremen, 2013). Dit heeft een sterk effect op de kans dat een bij schaarsere bloemen in het landschap zal bezoeken (Rands & Whitney, 2010). Het bezoekpatroon van florale voedselbronnen in het landschap hangt ook af de visuele eigenschappen van planten en chemische signalen die bijen aantrekken naar de voedingsbronnen binnen de planten. De eigenschappen van planten en de aantrekking van bijen verschilt per soort. Uit onderzoek van Rowe et al (2020), blijkt dat de primaire morfologische eigenschap het bloemoppervlak van geclusterde bloemen is. De samenstelling van het landschap beïnvloed daarmee door de verschillen in bloemdichtheid de voorkeur van bijen (Rands & Whitney, 2010). Dit kan betekenen dat voor foeragerende bijen vanwege de bloemdichtheid binnen de foerageerradius een kleiner aantal, maar brede akkerranden de voorkeur heeft boven een groter aantal smalle akkerranden bij een gelijk oppervlakte aan akkerranden in het landschap (Rands & Whitney, 2010). In figuur 3.4 is links schematisch een structuur van monoculturen weergegeven met daartussen akkerranden. In figuur 3.4 is bij (a) een nestplaats van wilde bijen aangegeven, bij (b) de breedte van akkerranden en de foerageerradius en bij (c) het foerageerareaal met akkerranden.



Figuur 3.4⁵ Schematische weergave van monoculturen en akkerrandenstructuur met de foerageerradius van wilde bijen (Rands & Whitney, 2010).

De vorm van de akkerrandenstructuur in figuur 3.4 is uitsluitend opgebouwd uit rechte akkerranden wat weliswaar in sommige agrarische landschappen het geval kan zijn, maar in veel gevallen een te kunstmatige weergave is van de werkelijke akkerrandenstructuren in West-Europa (Rands & Whitney, 2011). Agrarische landschappen in West-Europa bevatten namelijk vaak een variatie van percelen in verschillende groottes en vormen. Een modelleerstudie van Rands & Whitney (2011), die het effect van het verbreden van akkerranden versus meer maar smallere akkerranden heeft onderzocht concludeerde dat binnen de foerageerradius de voorkeur van bijen voor akkerranden het sterkst wordt als deze worden verbreed i.p.v. van meerdere smalle akkerranden. Op basis van de modelberekeningen van Rands & Whitney (2011) en de voorkeur van bijen voor hoge bloemdichtheden kan vastgesteld worden dat akkerranden binnen het bereik van de foerageerradius moeten liggen en binnen deze radius zo breed als mogelijk gemaakt moeten worden. Ten slotte is het dan nog van belang om te weten welk percentage van het agrarische land uit akkerrand dient te bestaan en welke afmeting de percelen daarbij hebben. In 2021 was de gemiddelde oppervlakte van een perceel ~4,62 ha (CBS, 2022). Volgens Tschardt et al (2021) blijkt dat een reductie van percelen naar 1 hectare een sterke toename van soorten geeft (Batáry et al., 2017; Clough et al., 2020). Tschardt et al (2021) beveelt aan om landschapscomplexiteit te herstellen door het toepassen van 20% semi-natuurlijk randhabitat, onder andere in de vorm van akkerranden en bloemstroken (Tschardt et al., 2021; Grass et al., 2021; Garibaldi et al., 2021, Hass et al., 2018). Omdat zoals eerder in dit hoofdstuk beschreven bijen de voorkeur geven aan gemeenschappen van bloemen en brede akkerranden daardoor binnen de foerageerradius de voorkeur hebben is in figuur 3.7 schematisch een perceel weergegeven met maximaal brede akkerranden bij een perceelgrootte van 1 ha en 20% semi-natuurlijke rand vegetatie. De twee typen kruidenrijke landschapselementen zoals in de inleiding benoemd kunnen worden toegepast in de afmetingen en configuratie zoals in figuur 3.7 is weergegeven.

⁵ Overgenomen uit "Effects of pollinator density-dependent preferences on field margin visitations in the midst of agricultural monocultures: A modelling approach" door Rands & Whitney, 2010, Ecological Modelling, 221(9), 1310-1316 (<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.01.014>)



Figuur 3.5 Schematische weergave van een perceel van 1 ha bij 1 ha (10.000 m²) met 20% semi-natuurlijke randvegetatie (2000 m²) met een akkerrand van $\approx 10,6$ meter breed.

Hoofdstuk 3.3 Deelvraag 3:

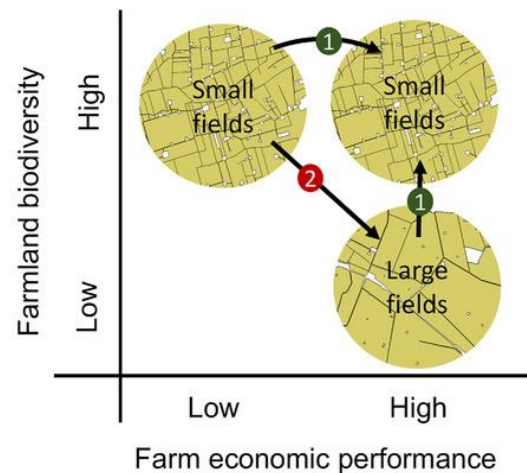
Hoe is het toevoegen van kruidenrijke lineaire landschapselementen verenigbaar met de agrarische bedrijfsvoering?

Voor de agrarische bedrijfsvoering is het gunstig om grote percelen te hebben. Grotere percelen zorgen voor een kortere arbeidstijd en lagere brandstofkosten (Clough et al., 2020). Veldbewerkingen zoals grondbewerking, zaaien en andere input kan bij een veldgrootte van 1 ha ten opzichte van een veldgrootte van 5 ha een toename van 30-90% bewerkingstijd per ha betekenen waardoor ook brandstofgebruik toeneemt (Clough et al., 2020; Nilsson et al., 2015). Veel semi-natuurlijk habitat in de vorm van landschapselementen is verwijderd om de bewerking met landbouwmachines te faciliteren of omgezet in gewassen om de productie te vergroten (Luna et al., 2019; Naylor & Ehrlich, 1997). Het toevoegen van semi-natuurlijk habitat in de vorm van kruidenrijke landschapselementen neemt namelijk grond uit productie waardoor dit financiële kosten kan opleveren die vergoed moeten worden (Spruijt, 2005). Bovenstaande factoren illustreren de tendens om percelen te vergrootten op basis van productie en financiële baten (Clough et al., 2020). Bij perceelsvergroting dalen de kosten snel tot een perceelgrootte van 6 tot 10 ha (Rienks et al., 2008). Verdere perceelsvergroting levert minder 'rendement' op (Rienks et al., 2008). Bij deze benadering worden echter de baten van kruidenrijke landschapselementen geheel buiten beschouwing gelaten. De baten van kruidenrijke landschapselementen zoals akkerranden zijn moeilijker in

geld uit te drukken (Spruijt, 2005). Er wordt daarom in onderzoek en beleid vaak voorbijgegaan aan de ecologische en economische wisselwerkingen als gevolg van het vergroten van de percelen (Clough et al., 2020). Zoals in Hoofdstuk 3 bij deelvraag 1 en 2 beschreven zorgt de toepassing van maatregelen aan de rand van percelen in combinatie met het verkleinen van percelen voor een effectieve verhoging van de biodiversiteit

in het agrarische landschap (Tscharntke et al., 2021). In figuur 3.8 is de relatie tussen biodiversiteit en agrarisch landschapstype met grote of kleine percelen weergegeven (Clough et al., 2020). Agrarische landschappen met grote percelen hebben een hoge economische prestatie, maar een lage biodiversiteit en vice versa (Clough et al., 2020). Akkerranden en andere kruidenrijke landschapselementen zijn belangrijke toevluchtsoorten met bloembronnen voor wilde bijen (Baude et al., 2016). Semi-natuurlijke randvegetatie in kleinschalige landschappen verhoogt de biodiversiteit effectief (Tscharntke, 2021). Bij perceelverkleining van 6 naar 1 hectare is de toename in soortenrijkdom even sterk als bij een toename van het areaal semi-natuurlijk habitat van 0 naar 35%

(Tscharntke, 2021). Akkerranden vormen ecologische corridors in het agrarisch gebied (Spruijt, 2005). De aanleg van akkerranden levert de agrarisch ondernemer vaak waardering op vanuit de samenleving en op bedrijven met nevenfuncties zoals zorg en toerisme vormen akkerranden een waardevolle aanvulling op de aantrekkelijkheid van het agrarisch bedrijf (Spruijt, 2005). Akkerranden dragen bij aan de vermindering van emissies doordat akkerranden niet bespoten of bemest mogen worden (Spruijt, 2005). Andere factoren die de agrariër kunnen aanzetten om akkerranden of bloemranden toe te passen zijn natuurlijke plaagbestrijding en bestuiving van gewassen - dit wordt ecologische intensivering genoemd (Kovács-Hostyánszki et al., 2017). De bestuiving van gewassen door wilde bijen draagt bij aan het duurzaam verbouwen van gewassen (Kovács-Hostyánszki et al., 2017). In het Nederlands agrarisch landschap dragen wilde bijen o.a. sterk bij aan het bestuiven van appels, peren en koolzaad. Wilde bijen leveren in Nederland aan tal van landbouwgewassen in meer of mindere mate een bijdrage aan de bestuiving. Uit pollenanalyse door Scheper et al (2014) blijkt dat 263 soorten (78%) een bijdrage kunnen leveren aan de bestuiving van één of meerdere gewassen.



- ① Technical innovations reducing costs linked to small field sizes
Market rewards produce from
Figuur 3.6⁶ Biodiversiteit versus agrarische landschapstype, perceelgrootte, economische prestatie en factoren die invloed hebben op de perceelgrootte (Clough et al., 2020)
- ② Cost-efficient use of large machinery, reduction of labour and fuel costs

⁶ Overgenomen uit "Field sizes and the future of farmland biodiversity in European landscapes", door Clough et al., 2020, Conservation letters, 13(6), e12752 (<https://doi.org/10.1111/conl.12752>) CC BY-NC-ND 4.0

In figuur 3.8 verwijzen de pijlen met de nummers 1 naar factoren die de agrariër kunnen aanzetten tot perceelvergroting (Clough et al., 2020). Zoals eerder besproken gaat het daarbij om factoren zoals het gebruik van grotere machines, besparen van brandstofkosten en een kortere arbeidstijd (Clough et al., 2020). De pijl met nummer 2 in figuur 3.8 verwijst naar factoren die voor de agrariër van belang zijn om grote percelen om te zetten in kleine percelen (Clough et al., 2020). In figuur 3.8 wordt hierbij als voorbeeld technische innovaties om de bewerkingskosten van kleinere percelen te verlagen genoemd (Clough et al., 2020). Clough et al (2020) beveelt aan om drie manieren het landschap met kleine percelen in stand te houden en perceelverkleining aantrekkelijker te maken voor agrariërs: ten eerste door het gemeenschappelijk landbouwbeleid van de EU beter af te stemmen op kleinschalige agrarische landschappen zodat het voor agrariërs financieel makkelijker wordt om kleinschalige landschappen te behouden, ten tweede door de ecologische effecten mee te wegen in ruilverkavelingsregelingen en ten derde het verminderen van de economisch-ecologische tegenstelling door innovatieve duurzame intensiveringsstrategieën die gebruik maken van nieuwe technologieën zoals landbouwmachines die efficiënt kleine percelen kunnen bewerken, ecosysteemdiensten benutten en rekening houden met de landschappelijke biodiversiteit.

Akkerranden kunnen natuurlijke bestrijding stimuleren waardoor het gebruik van insecticiden in sommige gewassen sterk kan worden teruggedrongen en kosten bespaart worden (Van Rijn, 2011). Het gewas moet dan vaak wel meermaals gescout worden op de aanwezigheid van plaaginsecten en natuurlijke vijanden (Van Rijn, 2011). Scouten is het op een gestructureerde manier controleren van het gewas op plaaginsecten en natuurlijke vijanden (Visser et al., 2011). De kosten van de controles kunnen door de besparing op insecticiden net worden gedekt maar leveren de agriër niet zoveel op dat de akkerranden financieel rendabel zijn (Van Rijn, 2011). In Nederland zijn er daarom subsidies in de vorm van een beheersbijdrage beschikbaar om kruidenrijke landschapselementen zoals bloemstroken en akkerranden te behouden en aan te leggen (Van Rijn, 2011). Zo biedt de SNL-regeling meerdere subsidies voor meerjarige akkerranden en zijn er provinciaal en regionaal akkerrandregelingen. De hoogte van het subsidiebedrag varieert van € 0,175 – 0,25 per m² op akkers (Van Rijn, 2011). De agrariër ontvangt dan per strekkende meter € 0,50 – 0,75 bij een strook van 3 meter breed (Van Rijn, 2011). Naast het onderhoud worden de zaaigoed en zaaien vaak ook vergoed (Van Rijn, 2011). Het zaaien en maaien van akkerranden kost per ha slechts 4,5 uur arbeid en is in vergelijking met de arbeid van gewassenteelt niet erg veel (Spruijt, 2005). Meerjarige zadenmengsels hoeven in vervolgjaren niet gezaaid te worden waardoor de kosten/baten verhouding gunstiger uitvalt (Spruijt, 2005).

Samenvattend is het toevoegen van kruidenrijke landschapselementen economisch ongunstig voor de bewerking van percelen maar is dit een eenzijdige benadering waarbij de baten van kruidenrijke landschapselementen niet worden meegenomen (Clough et al., 2020). Kruidenrijke landschapselementen verhogen de biodiversiteit effectief en hebben tal

van voordelen voor de agrarische bedrijfsvoering (Spruijt, 2005). Omdat kruidenrijke landschapselementen vaak bedrijfseconomisch niet uit kunnen zijn subsidie en regionale regelingen nodig voor de aanleg en onderhoud (Van Rijn, 2011).

Hoofdstuk 4: Discussie

Hoofdstuk 4.1 Gekozen aanpak

Dit afstudeerwerkstuk is gebaseerd op literatuuronderzoek. Het literatuuronderzoek is uitgevoerd aan de hand van een zoekplan bestaande uit vier stappen: 1. Onderzoekstelling en zoekvragen, 2. Informatiebronnen, 3. Zoekprofiel en 4. Beoordelen en analyseren van de gevonden informatie. De zoekvragen bleken goed geformuleerd, waardoor duidelijk was welke informatie nodig was. Als informatiebron is Google Scholar het meest gebruikt voor wetenschappelijke literatuur, de digitale bibliotheek van de Wageningen Universiteit vooral voor semi-wetenschappelijke literatuur. Overige (niet-wetenschappelijke) bronnen zijn minder vaak gebruikt dan de verwachting was volgens Hoofdstuk 2.2. Bij Hoofdstuk 2.3 Voldeden de criteria discipline, betrouwbaarheid en taal. Bij het criterium periode staat in hoofdstuk 2.3 beschreven dat steeds de meest recente bronnen gebruikt worden. Dit bleek niet altijd mogelijk omdat voor sommige specifieke informatie geen recente bronnen beschikbaar waren. Hierdoor is afgeweken van de aanpak en zijn enkele minder recente bronnen gebruikt. De zoektermen zoals in Hoofdstuk 2.3 zijn beschreven, sloten goed aan op de informatie die nodig was om de deelvragen te beantwoorden. De zoekmethoden/strategieën zijn allen ingezet bij het zoeken van bronnen voor het schrijven van Hoofdstuk 3 Resultaten. De verzamelde informatie in Hoofdstuk 3 resultaten is getoetst aan de criteria actualiteit, betrouwbaarheid en autoriteit van de auteur.

Hoofdstuk 4.2 Interpretatie resultaten

Uit de resultaten van dit afstudeerwerkstuk blijkt dat het aanleggen van meer kruidenrijke lineaire landschapselementen in een intensief agrarisch landschap leidt tot een significant hogere abundantie van wilde bijen (Hass et al., 2018; Jönsson et al., 2015). Dit is echter niet in elke situatie het geval omdat de effectiviteit van kruidenrijke landschapselementen van tal van factoren afhangt. Zo speelt bijvoorbeeld de manier waarop lineaire kruidenrijke landschapselementen zoals akkerranden worden onderhouden een belangrijke rol bij de hoeveelheid mest en pesticiden die in de akkerrand terecht komen (Stein-Bachinger, 2022). Mest en pesticiden hebben een negatief effect op wilde bijen door vergrassing en bijensterfte (Schmitz et al., 2014; Botías et al., 2016). Door vergrassing verandert de florale samenstelling en verdwijnen bloembronnen waardoor het voedselaanbod kleiner wordt (bron). De florale samenstelling van kruidenrijke landschapselementen is een belangrijke factor voor de mate waarin wilde bijen van lineaire kruidenrijke landschapselementen kunnen profiteren (Scheper, 2015). De florale samenstelling beïnvloed namelijk de hoeveelheid beschikbare nectar en pollen gedurende het foerageerseizoen. Bij een divers mengsel zijn nectar en pollen gedurende het gehele foerageerseizoen beschikbaar, wat een positief effect heeft op wilde bijen (Scheper, 2015).

In deze scriptie is op basis van literatuuronderzoek een perceel van 1 bij 1 hectare met 20% akkerrand beschreven als optimale omvang en configuratie in het landschap (zie figuur 3.7). 20% semi-natuurlijke randvegetatie is in de literatuur een veel genoemde hoeveelheid om landschapscomplexiteit te herstellen en de abundantie van bijen te verhogen (Tscharntke et al., 2021; Grass et al., 2021; Garibaldi et al., 2021, Hass et al., 2018). Echter zal de werkelijke

optimale hoeveelheid semi-natuurlijke randvegetatie naar alle waarschijnlijkheid hoger liggen, maar wordt het daardoor lastig tot onmogelijk om ook de agrarische functie van een gebied te behouden. Studies die op landschapsschaal de impact van agro-ecologische maatregelen zoals de aanleg van een kleiner of groter percentage semi-natuurlijke randvegetatie op wilde bijen of andere categorieën van de biodiversiteit onderzoeken zijn echter relatief schaars.

Naast een positief effect van akkerranden op bijen/biodiversiteit kan een verminderde plaagdruk door natuurlijke bestrijding een goede reden zijn om akkerranden aan te leggen, maar het effect van natuurlijke bestrijding neemt verder van een akkerrand het perceel in steeds verder af (Agrio, 2015). Bij een akkerrand van 3 meter breed blijken natuurlijke vijanden van plaagsoorten zoals bladluizen tot 75 meter in het perceel actief (Agrio, 2015). Voor sommige gewassen is dit geen probleem maar bij sommige gewassen neemt het aantal natuurlijke vijanden in het midden van het perceel dan te sterk af waardoor de aantallen van plaagsoorten zoals bladluizen dan sterk kunnen toenemen en toch insecticiden worden ingezet waardoor de kostenbesparing dan toch nog tegenvalt (Agrio, 2015). In combinatie met de beperkte besparing op insecticiden en de uit productie genomen grond gaan akkerranden voor natuurlijke plaagbestrijding bedrijfseconomisch niet uit. Uit onderzoek van Tscharnke et al (2016) blijkt dat akkerranden groot genoeg moet zijn om een substantiële hoeveelheid populaties van natuurlijke vijanden te ondersteunen. Een smalle akkerrand van 3 meter kan daarbij onvoldoende zorgen voor effectieve natuurlijke plaagbestrijding (Tscharnke et al., 2016). Tscharnke et al (2016) beschrijft dat als minimale drempelwaarde voor effectieve plaagbestrijding 20% semi-natuurlijk habitat aanwezig moet zijn, waarbij een grote hoeveelheid habitat waarschijnlijk minder belangrijk is dan kleinere stukken die zorgen voor een verbeterde connectiviteit. Om deze drempelwaarde te behalen is een integrale aanpak van het agrarische landschap nodig omdat in geïntensiveerde gebieden zoveel semi-natuurlijk habitat kan zijn verdwenen dat akkerranden op een individueel bedrijf onvoldoende effectief zijn om de natuurlijke bestrijding te stimuleren (Van Alebeek, 2015). Bij het toepassen van akkerranden om natuurlijke bestrijding in gewassen te bevorderen is het nodig dat agrariërs het gebruik van pesticiden verminderen (Van Alebeek, 2015). Anders voegen akkerranden weinig toe aan effectieve natuurlijke bestrijding (Van Alebeek, 2015).

Omdat akkerranden bedrijfseconomisch niet rendabel zijn tegenover de uit productie genomen grond, zijn subsidies een belangrijke voorwaarde voor agrariërs om akkerranden aan te leggen (Van Alebeek, 2015). Het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid van de EU biedt echter niet altijd aantrekkelijke subsidieregelingen voor akkerranden waardoor subsidieregelingen niet altijd effectief zijn (Van Alebeek, 2015). Zelfs met subsidies zal de aanleg niet altijd verenigbaar zijn met de bedrijfsvoering (dit kan van veel zaken afhangen). Het op landelijk niveau komen van een biodiversiteitsvriendelijke structuur in het agrarisch landschap zoals van kruidenrijke lineaire landschapselementen vereist een integrale aanpak waarbij zowel agrariërs, ecologen en beleidsmakers met elkaar samen dienen te werken.

Hoofdstuk 5: Conclusie en aanbevelingen

Hoofdstuk 5.1 Conclusie

Het doel van dit afstudeerwerkstuk was om inzicht te krijgen in de biodiversiteitswinst van bijen die door de toepassing van kruidenrijke lineaire landschapselementen behaald kan worden in het agrarische landschap. En de gevolgen die de toepassing van kruidenrijke lineaire landschapselementen heeft op de Nederlandse agrarische bedrijfsvoering.

De centrale onderzoeksvraag luidde als volgt:

Hoe kan perceelverkleining door middel van het toevoegen van kruidenrijke lineaire landschapselementen bijdragen aan meer habitat voor wilde bijen in het agrarische landschap en welke gevolgen heeft dit voor de Nederlandse agrarische bedrijfsvoering?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden werd eerst onderzocht in welke mate wilde bijen kunnen profiteren van de toevoeging van kruidenrijke landschapselementen, vervolgens is onderzocht wat de optimale omvang is van kruidenrijke lineaire landschapselementen voor wilde bijen rondom percelen en ten slotte is onderzocht hoe het toevoegen van kruidenrijke landschapselementen verenigbaar is met de agrarische bedrijfsvoering. Per deelvraag zijn hieronder de resultaten weergegeven.

1. In welke mate kunnen wilde bijen profiteren van de toevoeging van kruidenrijke lineaire landschapselementen?

Toevoeging van kruidenrijke lineaire landschapselementen in het agrarische landschap draagt significant bij aan het verhogen van de abundantie van wilde bijen in het agrarische landschap.

2. Wat is de optimale omvang en configuratie van kruidenrijke lineaire landschapselementen voor wilde bijen rondom percelen?

De optimale omvang en configuratie van kruidenrijk lineaire landschapselementen is een perceelgrootte van 1 ha geheel omzoomd met 20% kruidenrijke lineaire landschapselementen.

3. Hoe is het toevoegen van kruidenrijke lineaire landschapselementen verenigbaar met de Nederlandse agrarische bedrijfsvoering?

Het toevoegen van kruidenrijke lineaire landschapselementen heeft voordelen die niet direct in geld zijn uit te drukken waardoor om het financieel rendabel te maken subsidies en regionale regelingen beschikbaar zijn.

Uit de resultaten van de deelvragen en als antwoord op de hoofdvraag kan geconcludeerd worden dat de toevoeging van kruidenrijke landschapselementen de abundantie van wilde bijen optimaal verhoogt bij een perceelgrootte van 1 ha met 20% kruidenrijke lineaire landschapselementen en dat door subsidies en regionale regelingen toevoeging van kruidenrijke lineaire landschapselementen beter verenigbaar wordt met de Nederlandse bedrijfsvoering.

Hoofdstuk 5.2 Aanbevelingen

De ligging van lineaire kruidenrijke landschapselementen rondom een perceel van 1 bij 1 ha wordt in deze scriptie beschreven als de optimale configuratie van kruidenrijke lineaire landschapselementen voor wilde bijen. Deze configuratie is echter niet optimaal voor de agrarische bedrijfsvoering vanwege de toename in arbeid en brandstofkosten, zoals ook in de resultaten bij deelvraag drie uitgebreid is beschreven (Clough et al., 2020; Nilsson et al., 2015). In vervolgonderzoek op korte termijn zou kunnen worden onderzocht hoe ook voor de bewerkbaarheid van het perceel met kruidenrijke lineaire landschapselementen een gunstigere configuratie kan worden bereikt. Hierbij zou bijvoorbeeld kunnen worden onderzocht of bijen ook profiteren van een configuratie waarbij kruidenrijke lineaire landschapselementen zijn gesitueerd naast smallere langgerekte percelen die mogelijk rendabeler te bewerken zijn door moderne landbouwmachines (Clough et al., 2020).

Daarnaast is aan te bevelen om komende jaren door middel van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid van de EU meer subsidie beschikbaar te stellen waardoor de aanleg van lineaire kruidenrijke landschapselementen bedrijfseconomisch op termijn steeds aantrekkelijker zal worden voor agrariërs.

Omdat de intensivering en omvorming van gebied naar landbouw de grootste aanjager is van biodiversiteitsverlies is het zinvol om ook op lange termijn nog meer onderzoek te doen naar de manieren waarop de structuur van het agrarische landschap biodiversiteitsvriendelijker kan worden gemaakt (Dirzo et al., 2014; Tschardt et al., 2021).

Referentielijst

- Agrio. (2015). Akkerranden in de knel. Akker, 7. Geraadpleegd op 1 juli 2022, van <https://edepot.wur.nl/353154>
- Agroecology group - Georg-August-Universität Göttingen. (z.d.). www.uni-goettingen.de. Geraadpleegd op 13 juni 2022, van <https://www.uni-goettingen.de/en/74726.html>
- Albrecht, M., Kleijn, D., Williams, N. M., Tschumi, M., Blaauw, B. R., Bommarco, R., ... & Sutter, L. (2020). The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: a quantitative synthesis. *Ecology letters*, 23(10), 1488-1498. <https://doi.org/10.1111/ele.13576>
- Baptist, M., van Hattum, T., Reinhard, S., van Buuren, M., de Rooij, B., Hu, X., ... & Selnes, T. (2019). *A nature-based future for the Netherlands in 2120*. Wageningen University & Research. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/512277>
- Batáry, P., Gallé, R., Riesch, F., Fischer, C., Dormann, C. F., Mußhoff, O., ... & Tschamntke, T. (2017). The former Iron Curtain still drives biodiversity–profit trade-offs in German agriculture. *Nature ecology & evolution*, 1(9), 1279-1284. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0272-x>
- Baude, M., Kunin, W. E., Boatman, N. D., Conyers, S., Davies, N., Gillespie, M. A., ... & Memmott, J. (2016). Historical nectar assessment reveals the fall and rise of floral resources in Britain. *Nature*, 530(7588), 85-88. <https://doi.org/10.1038/nature16532>
- Biesmeijer, J. C., Roberts, S. P., Reemer, M., Ohlemüller, R., Edwards, M., Peeters, T., ... & Kunin, W. E. (2006). Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313(5785), 351-354. <https://doi.org/10.1126/science.1127863>
- Botías, C., David, A., Hill, E. M., & Goulson, D. (2016). Contamination of wild plants near neonicotinoid seed-treated crops, and implications for non-target insects. *Science of the Total Environment*, 566, 269-278. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.065>
- Brand-Gruwel, S., & Wopereis, I. (2011). Het doen van literatuuronderzoek Workshop Miniconferentie Kritisch denken in de wetenschap Saskia Brand-Gruwel Iwan Wopereis Invoegen Afbeelding homepage Boekenweek 2011 Pagina 2 Wat dan wel? docplayer.nl. Geraadpleegd op 13 juni 2022, van <https://docplayer.nl/23818517-Het-doen-van-literatuuronderzoek.html>
- Carrié, R., Ekroos, J., & Smith, H. G. (2018). Organic farming supports spatiotemporal stability in species richness of bumblebees and butterflies. *Biological Conservation*, 227, 48-55. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320718303562>
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2022, 25 februari). Gemiddelde oppervlakte percelen akkerbouwgewassen, 2017–2021. Geraadpleegd op 1 juli 2022, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2022/08/gemiddelde-oppervlakte-percelen-akkerbouwgewassen-2017-2021>

- Clough, Y., Kirchweyer, S., & Kantelhardt, J. (2020). Field sizes and the future of farmland biodiversity in European landscapes. *Conservation letters*, 13(6), e12752. <https://doi.org/10.1111/conl.12752>
- Charnov, E. L. (1976). Optimal foraging, the marginal value theorem. *Theoretical population biology*, 9(2), 129-136. [https://doi.org/10.1016/0040-5809\(76\)90040-X](https://doi.org/10.1016/0040-5809(76)90040-X)
- Dirzo, R., Young, H. S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N. J., & Collen, B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *science*, 345(6195), 401-406. <https://doi.org/10.1126/science.1251817>
- EIS Kenniscentrum Insecten. (z.d.). Bestuivers > Wilde bijen > Wilde bijen. [bestuivers.nl](https://www.bestuivers.nl). Geraadpleegd op 13 juni 2022, van <https://www.bestuivers.nl/wilde-bijen/wilde-bijen>
- Erisman, J. W., van Eekeren, N., van Doorn, A., Geertsema, W., & Polman, N. (2017). Maatregelen natuurinclusieve landbouw (No. 2821). Wageningen Environmental Research. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/419124>
- Fahrig, L., Girard, J., Duro, D., Pasher, J., Smith, A., Javorek, S., ... & Tischendorf, L. (2015). Farmlands with smaller crop fields have higher within-field biodiversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 200, 219-234. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.11.018>
- Fragoso, F. P., Jiang, Q., Clayton, M. K., & Brunet, J. (2021). Patch selection by bumble bees navigating discontinuous landscapes. *Scientific Reports*, 11(1), 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88394-2>
- Fróna, D., Szenderák, J., & Harangi-Rákos, M. (2019). The challenge of feeding the world. *Sustainability*, 11(20), 5816. <https://doi.org/10.3390/su11205816>
- Garibaldi, L. A., Oddi, F. J., Miguez, F. E., Bartomeus, I., Orr, M. C., Jobbágy, E. G., ... & Zhu, C. D. (2021). Working landscapes need at least 20% native habitat. *Conservation Letters*, 14(2), e12773. <https://doi.org/10.1111/conl.12773>
- Geppert, C., Hass, A., Földesi, R., Donkó, B., Akter, A., Tschardt, T., & Batáry, P. (2020). Agri-environment schemes enhance pollinator richness and abundance but bumblebee reproduction depends on field size. *Journal of Applied Ecology*, 57(9), 1818-1828. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13682>
- Goulson, D., Lye, G., & Darvill, B. (2008). The decline and conservation of bumblebees. *Annual review of entomology*, 53, 191-208. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093454>
- Glass, G. V. (1976). Primary, secondary, and meta-analysis of research. *Educational researcher*, 5(10), 3-8. <https://doi.org/10.3102%2F0013189X005010003>
- Grass, I., Batáry, P., & Tschardt, T. (2021). Combining land-sparing and land-sharing in European landscapes. In *Advances in Ecological Research* (Vol. 64, pp. 251-303). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2020.09.002>

Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörren, T., Goulson, D., & De Kroon, H. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLOS ONE*, 12(10).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>

Hallmann, C. A., Zeegers, T., van Klink, R., Vermeulen, R., van Wielink, P., Spijkers, H., ... & Jongejans, E. (2020). Declining abundance of beetles, moths and caddisflies in the Netherlands. *Insect Conservation and Diversity*, 13(2), 127-139.

<https://doi.org/10.1111/icad.12377>

Hass, A. L., Kormann, U. G., Tscharntke, T., Clough, Y., Baillod, A. B., Sirami, C., ... & Batáry, P. (2018). Landscape configurational heterogeneity by small-scale agriculture, not crop diversity, maintains pollinators and plant reproduction in western Europe. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1872), 20172242.

<https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2242>

Jha, S., & Kremen, C. (2013). Resource diversity and landscape-level homogeneity drive native bee foraging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(2), 555-558.

<https://doi.org/10.1073/pnas.1208682110>

Jönsson, A. M., Ekroos, J., Dänhardt, J., Andersson, G. K., Olsson, O., & Smith, H. G. (2015). Sown flower strips in southern Sweden increase abundances of wild bees and hoverflies in the wider landscape. *Biological Conservation*, 184, 51-58.

<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.12.027>

Kleijn, D., Bink, R. J., ter Braak, C. J., van Grunsven, R., Ozinga, W. A., Roessink, I., ... & Zeegers, T. (2018). Achteruitgang insectenpopulaties in Nederland: trends, oorzaken en kennislacunes (No. 2871). Wageningen Environmental Research.

<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/444039>

Kleijn, D., Winfree, R., Bartomeus, I., Carvalheiro, L. G., Henry, M., Isaacs, R., ... & Potts, S. G. (2015). Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. *Nature communications*, 6(1), 1-9.

<https://www.nature.com/articles/ncomms8414>

Kirchmann, H. (2019). Why organic farming is not the way forward. *Outlook on Agriculture*, 48(1), 22-27.

<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0030727019831702>

Kovács-Hostyánszki, A., Espíndola, A., Vanbergen, A. J., Settele, J., Kremen, C., & Dicks, L. V. (2017). Ecological intensification to mitigate impacts of conventional intensive land use on pollinators and pollination. *Ecology Letters*, 20(5), 673-689.

<https://doi.org/10.1111/ele.12762>

Lajos, K., Samu, F., Bihaly, Á. D., Fülöp, D., & Sárospataki, M. (2021). Landscape structure affects the sunflower visiting frequency of insect pollinators. *Scientific reports*, 11(1), 1-11.

<https://www.nature.com/articles/s41598-021-87650-9>

Landis, D. A. (2017). Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. *Basic and Applied Ecology*, 18, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.07.005>

LibGuides: Nursing - Literature Reviews & Systematic Reviews: Backward & Forward Reference Searching. (z.d.). Libguides.Fau.Edu. Geraadpleegd op 13 juni 2022, van <https://libguides.fau.edu/c.php?g=966176&p=7013756#:%7E:text=Backward%20reference%20searching%2C%20also%20known,construct%2C%20or%20model%20of%20interest>.

Luna, D. J., Martin, E., & Dainese, M. (2019). The interplay of landscape composition and configuration: new pathways to manage functional biodiversity and agroecosystem services across Europe. <https://doi.org/10.1111/ele.13265>

Makino, T. T., Ohashi, K., & Sakai, S. (2007). How do floral display size and the density of surrounding flowers influence the likelihood of bumble bee revisitation to a plant? *Functional Ecology*, 21(1), 87-95. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2006.01211.x>

Marshall, E. J. P., & Moonen, A. C. (2002). Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 89(1-2), 5-21. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00315-2](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00315-2)

Martin, E. A., Dainese, M., Clough, Y., Báldi, A., Bommarco, R., Gagic, V., ... & Steffan-Dewenter, I. (2019). The interplay of landscape composition and configuration: new pathways to manage functional biodiversity and agroecosystem services across Europe. *Ecology letters*, 22(7), 1083-1094. <https://doi.org/10.1111/ele.13265>

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (2020, 10 april). Bescherming bijen en andere bestuivers. Natuur en biodiversiteit | Rijksoverheid.nl. Geraadpleegd op 6 juni 2022, van <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/natuur-en-biodiversiteit/bescherming-bijen-en-andere-bestuivers>

Muljar, R., Viik, E., Marja, R., Svilponis, E., Jõgar, K., Karise, R., & Mänd, M. (2010). The effect of field size on the number of bumble bees. *Agronomy research*, 8(Special Issue II), 357-360. <https://agronomy.emu.ee/vol08Spec2/p08s209.pdf>

Mwebaze, P., Marris, G. C., Budge, G. E., Brown, M., Potts, S. G., Breeze, T. D., & MacLEOD, A. (2010). Quantifying the value of ecosystem services: a case study of honeybee pollination in the UK. *Contributed Paper*. https://centaur.reading.ac.uk/24838/1/Mwebaze_et_al_2010_UK_honeybee_pollination_valuation.pdf

Naylor, R., & Ehrlich, P. R. (1997). Natural pest control services and agriculture. *Nature's Services: societal dependence on natural ecosystems*, 151-174. [https://books.google.com/books?hl=nl&lr=&id=QYJSziDfTjEC&oi=fnd&pg=PA151&dq=Naylor,+R.,+%26+Ehrlich,+P.+R.+\(1997\)](https://books.google.com/books?hl=nl&lr=&id=QYJSziDfTjEC&oi=fnd&pg=PA151&dq=Naylor,+R.,+%26+Ehrlich,+P.+R.+(1997))

Nilsson, D., Rosenqvist, H., & Bernesson, S. (2015). Profitability of the production of energy grasses on marginal agricultural land in Sweden. *Biomass and Bioenergy*, 83, 159-168. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.09.007>

- Scheper, J., Holzschuh, A., Kuussaari, M., Potts, S. G., Rundlöf, M., Smith, H. G., & Kleijn, D. (2013). Environmental factors driving the effectiveness of European agri-environmental measures in mitigating pollinator loss—a meta-analysis. *Ecology letters*, 16(7), 912-920. <https://doi.org/10.1111/ele.12128>
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in ecology & evolution*, 25(6), 345-353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>
- Potts, S. G., Imperatriz Fonseca, V., Ngo, H. T., Biesmeijer, J. C., Breeze, T. D., Dicks, L., ... & Viana, B. F. (2016). Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. https://notablesdelaciencia.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/130568/CONICET_Digital_Nro.61a036aa-77e7-4f72-b31a-989de2d22688_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Pyke, G. H. (1984). Optimal foraging theory: a critical review. *Annual review of ecology and systematics*, 15, 523-575. <https://www.jstor.org/stable/2096959>
- Rands, S. A., & Whitney, H. M. (2010). Effects of pollinator density-dependent preferences on field margin visitations in the midst of agricultural monocultures: A modelling approach. *Ecological Modelling*, 221(9), 1310-1316. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.01.014>
- Rands, S. A., & Whitney, H. M. (2011). Field margins, foraging distances and their impacts on nesting pollinator success. *PLoS One*, 6(10), e25971. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025971>
- Raven, P. H., & Wagner, D. L. (2021). Agricultural intensification and climate change are rapidly decreasing insect biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(2). <https://doi.org/10.1073/pnas.2002548117>
- Robinson, R. A., & Sutherland, W. J. (2002). Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *Journal of applied Ecology*, 39(1), 157-176. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2002.00695.x>
- Rowe, L., Gibson, D., Bahlai, C. A., Gibbs, J., Landis, D. A., & Isaacs, R. (2020). Flower traits associated with the visitation patterns of bees. *Oecologia*, 193(2), 511-522. <https://doi.org/10.1007/s00442-020-04674-0>
- Rienks, W. A., Meulenkamp, W. J. H., De Jong, D., Loohuis, R. O., Roelofs, P. F. M. M., Swart, W., & Vogelzang, T. A. (2008). Grootschalige landbouw in een kleinschalig landschap (No. 1642). Alterra. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/28543>
- Sanchez, J. A., Carrasco, A., La-Spina, M., Ibáñez, H., Canomanuel, G., Ortiz-Sánchez, F. J., ... & Lacasa, A. (2014). Edges of natural vegetation to increase the diversity of wild bees in agricultural field margins. *IOBC-WPRS Bull*, 100, 117-121. https://www.researchgate.net/profile/Juan-Antonio-Sanchez-6/publication/265211733_rural-field-margins.pdf

- Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. A. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological conservation*, 232, 8-27.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Santos, K., Souza, C. S., Arruda, R., & Araujo, A. C. (2021). Patch size changes the composition of flower visitors and influences pollen flow. *Plant Ecology & Diversity*, 14(5-6), 255-266.
<https://doi.org/10.1080/17550874.2022.2037024>
- Schalkx, N. (2012). Bijen, de basis van onze biodiversiteit. *Levende Have*. Geraadpleegd op 13 juni 2022, van <https://www.levendehave.nl/artikelen/bijen-de-basis-van-onze-biodiversiteit#:~:text=Wilde%20honingbijen%20in%20de%20vrije,plekken%20waar%20veel%20bloemen%20zijn>.
- Scheper, J., Holzschuh, A., Kuussaari, M., Potts, S. G., Rundlöf, M., Smith, H. G., & Kleijn, D. (2013). Environmental factors driving the effectiveness of European agri-environmental measures in mitigating pollinator loss—a meta-analysis. *Ecology letters*, 16(7), 912-920.
<https://doi.org/10.1111/ele.12128>
- Scheper, J. A. (2015). Promoting wild bees in European agricultural landscapes. *Alterra Scientific Contribution*, 47, 179. http://www.wur.nl/upload_mm/c/b/a/a738b550-9f10-48ba-aa17-ef1755804127_Scheper_2015_PhD%20thesis_Promoting%20wild%20bees%20in%20European%20agricultural%20landscapes.pdf
- Scheper, J. A., Van Kats, R. J. M., Reemer, M., & Kleijn, D. (2014). Het belang van wilde bestuivers voor de landbouw en oorzaken voor hun achteruitgang (No. 2592). Wageningen UR Alterra. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/328035>
- Schmitz, J., Hahn, M., & Brühl, C. A. (2014). Agrochemicals in field margins—An experimental field study to assess the impacts of pesticides and fertilizers on a natural plant community. *Agriculture, ecosystems & environment*, 193, 60-69.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.04.025>
- Shi, X., Xiao, H., Luo, S., Hodgson, J. A., Bianchi, F. J., He, H., ... & Zou, Y. (2021). Can landscape level semi-natural habitat compensate for pollinator biodiversity loss due to farmland consolidation? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 319, 107519.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107519>
- Spruijt, J. (2005). *Akkerranden: de lusten en de lasten*. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. <https://edepot.wur.nl/36630>
- Stein-Bachinger, K., Preißel, S., Kühne, S., & Reckling, M. (2022). More diverse but less intensive farming enhances biodiversity.
<http://resp.llas.ac.cn/C666/handle/2XK7JSWQ/347141>
- Tetzner, R. (2021, 6 december). Citations, Brilliance & Persistence in Journal Publishing. *Journal-Publishing.Com*. Geraadpleegd op 13 juni 2022, van <https://www.journal-publishing.com/blog/citations-brilliance-persistence-journal-publishing/>

- Trewavas, A. (2001). Urban myths of organic farming. *Nature*, 410(6827), 409-410.
<https://www.nature.com/articles/35068639>
- Tscharntke, T., Clough, Y., Wanger, T. C., Jackson, L., Motzke, I., Perfecto, I., ... & Whitbread, A. (2012). Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biological conservation*, 151(1), 53-59.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.01.068>
- Tscharntke, T., Grass, I., Wanger, T. C., Westphal, C., & Batáry, P. (2021). Beyond organic farming—harnessing biodiversity-friendly landscapes. *Trends in Ecology & Evolution*, 36(10), 919-930. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.06.010>
- Tscharntke, T., Karp, D. S., Chaplin-Kramer, R., Batáry, P., DeClerck, F., Gratton, C., ... & Zhang, W. (2016). When natural habitat fails to enhance biological pest control—Five hypotheses. *Biological Conservation*, 204, 449-458.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.10.001>
- Tuck, S. L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L. A., & Bengtsson, J. (2014). Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *Journal of applied ecology*, 51(3), 746-755. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12219>
- Universiteit Utrecht. (z.d.). LibGuides: Training Diergeneeskunde Literatuur zoeken, vinden, selecteren, beheren, gebruiken: 6. Typen wetenschappelijke bronnen; Toegang.
 Library.Uu.Nl. Geraadpleegd op 13 juni 2022, van
<https://libguides.library.uu.nl/c.php?g=366508&p=2510881>
- Van Alebeek, F. (2015). Duurzaamheidseffecten van akkerranden. Wageningen University and Research, Wageningen <https://edepot.wur.nl/363477>
- van Rijn, P., Willemse, J., & van Alebeek, F. A. N. (2011). FAB en akkerranden voor natuurlijke plaagbeheersing. <https://research.wur.nl/en/publications/fab-en-akkerranden-voor-natuurlijke-plaagbeheersing>
- Visser, A., Vlaswinkel, M. E. T., van der Wal, E., Willemse, J., & van Alebeek, F. A. N. (2011). FAB en gewasbescherming-Het belang van goed waarnemen.
<https://research.wur.nl/en/publications/fab-en-gewasbescherming-het-belang-van-goed-waarnemen>