

Samenvatting

Houtwallen: een insectenwalhalla in agrarisch landschap?

Arthropodendichtheid, -soortenrijkdom, -diversiteit, en -soortensamenstelling
in het Coulisselandschap van de Noardlike Fryske Wâlden

Rutger J. Diertens & Remco Ploeg, 2019



Samenvatting

Houtwallen: een insectenwalhalla in agrarisch landschap?

Arthropodendichtheid, -soortenrijkdom, -diversiteit, en -soortensamenstelling
in het Coulisselandschap van de Noardlike Fryske Wâlden

Leeuwarden, 2019

***Een afstudeeropdracht in het kader van de opleiding Diermanagement,
specialisatie Wildlife management***

Auteurs: Rutger J. Diertens 000009470 rutgerdiertens@gmail.com
Remco Ploeg 000008971 remcoploeg96@gmail.com

Instelling: Van Hall Larenstein, University of Applied science
Agora 1, Leeuwarden

Onder begeleiding van:

Jelmer van Belle jelmer.vanbelle@hvhl.nl
Arjen Strijkstra arjen.strijkstra@hvhl.nl
Berend van Wijk berend.vanwijk@hvhl.nl

Alle foto's in dit document zijn van de auteurs tenzij anders aangegeven.



Voorwoord

Geachte lezer,

Voor u ligt het de inhoudelijke samenvatting van het afstudeeronderzoek van Rutger J. Diertens en Remco Ploeg dat is gemaakt in het kader van de opleiding Diermanagement, specialisatie Wildlife management. Het werk is begeleid door A. Strijkstra, J. van Belle en Kuipers (Hogeschool Van Hall Larenstein) en tot stand gekomen met medewerking van E. Oosterveld (Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek) en Stichting “De Noardlike Fryske Wâlden” en haar leden.

Deze samenvatting is bedoeld om de kern van de resultaten weer te geven, samen met de belangrijkste uitkomsten en aanbevelingen. Voor details over de data acquisitie, resultaten, analyses en een bredere discussie verwijzen wij u graag naar de hoofdrapportage (Diertens & Ploeg 2019).

Rutger & Remco

Leeuwarden, 2019



Inhoudsopgave

1. Introductie	5
2. De uitvoering.....	6
3. Bevindingen	8
3.1. Vliegende insecten.....	8
3.2. Grondbewonende insecten	11
4. Wat zijn de patronen	15
5. Voor het beheer	18
Literatuurlijst	21

1. Introductie

Insectenpopulaties in het huidige agrarische landschap van Nederland nemen sterk in aantal af. Deze afname is toe te schrijven aan verschillende oorzaken. Eén van de oorzaken is het eentonige karakter van het agrarische landschap en de intensiteit van de landbouw. De aanééngesloten zee van eentonige gras- en akkerlanden bieden weinig variatie, waardoor het landschap voor maar weinig specialistische insectensoorten aantrekkelijk is (Kleijn, et al., 2018; Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Generalistische soorten kunnen wel goed omgaan met dit landschap waardoor zij snel dominant worden. Hierdoor ontstaat een systeem dat niet in evenwicht is en een lage biodiversiteit kent.

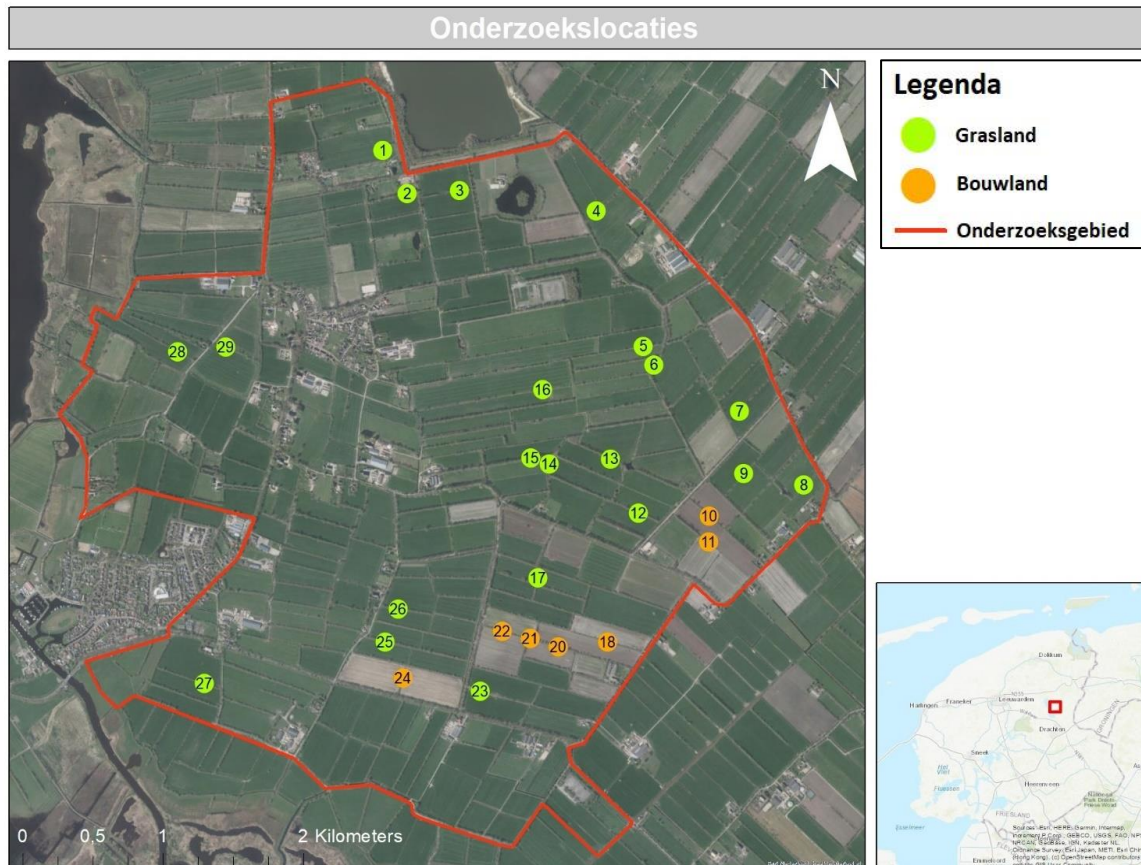
Het agrarisch landschap van de Noordelijke Friese Wouden heeft veel variatie waardoor het landschap in trek is bij verschillende soorten insecten. Een deel van dit landschap karakteriseert zich door de houtwallen die tussen de relatief intensief beheerde percelen liggen (Tuinstra, Hanenburg, & Van der Meer, 2014). De houtwallen bieden veel variatie doordat ze begroeid zijn met een breed scala aan kruiden, heesters en bomen. Hierdoor is er op kleine schaal veel variatie in zowel soorten als in structuur, wat veel verschillende insecten aantrekt met verschillende voedsel- en habitateisen (Holland & Fahrig, 2002; Mänd, Mänd, & Williams, 2002; Hoffmann & Kwak, 2007).

Doordat op aangrenzende percelen door landbewerkingen zoals maaien en ploegen veel verstoring plaatsvindt, biedt de houtwal een stabiele omgeving waar insecten zich kunnen ontwikkelen en terugtrekken (Murdoch, 1975; Turin, Noordijk, van der Meer, & Boer, 2014). Verschillende groepen gebruiken die mogelijkheden op verschillende manieren. Mieren (*Formicidae*) zijn altijd verstoringsgevoelig zijn en kunnen zich slecht handhaven in een omgeving die met regelmaat verstoord wordt (Underwood & Fisher, 2006). Veel vliegende insecten, zoals bijen (*Apidae*), maar ook grondbewonende insecten, zoals loopkevers (*Carabidae*), hebben ongestoord habitat nodig voor winteroverleving. Verder biedt de houtwal insecten altijd beschutting tegen wind en worden rondom de houtwal hogere temperaturen bereikt, wat gunstig is voor veel insecten.

De houtwallen in de Noordelijke Friese Wouden hebben dus veel potentie om insectenpopulaties positief te ondersteunen. Maar is dit ook werkelijk zo? In dit onderzoek zijn vliegende insecten en grondbewonende insecten gemeten op houtwallen en de overgang naar het gebruikte bouw- en grasland. Op basis van de gegevens en de interpretatie wordt besproken wat de functie van de houtwallen in het agrarisch landschap van de Noordelijke Friese Wouden voor insecten is en worden aanbevelingen gedaan over hoe dat (nog beter) vorm te geven.

2. De uitvoering

Het onderzoek heeft plaatsgevonden in het houtwallengebied bij Oostermeer, Figuur 1. Binnen het onderzoeksgebied zijn 28 houtwallen gebruikt. Hiervan lagen 21 houtwallen tussen twee graslandpercelen en 7 houtwallen tussen twee bouwlandpercelen.



Figuur 1: Het onderzoeksgebied met daarin de locaties die gesampeld zijn tijdens het onderzoek.

Om te kunnen beoordelen hoe het gesteld is met de insecten in het houtwallengebied zijn potvallen geplaatst voor het vangen van groundbewonende insecten en plakvallen voor vliegende insecten. In een transect van de houtwal tot in het gebruikte land zijn op vier plekken een potval en een plakval geplaatst: op de houtwal, direct naast de houtwal, en op 5 en 15 meter vanaf de houtwal in het aangrenzende land. Hiermee werd het mogelijk om over deze gradiënt van houtwal tot in gebruikt land te meten waar de hoogste aantallen insecten (dichtheid) zich bevonden en waar de meeste insectsoorten (soortenrijkdom) te vinden waren.

Om invloeden van de omgeving verder te bepalen zijn verschillende extra variabelen gemeten, waaronder de soorten kruiden, struiken en bomen, de hoogte van de vegetatie, de dichtheid van de kroon- en struiklaag en de breedte van de houtwal. Het aantal soorten kruiden in een transect is bepaald in een vegetatiekwadrant van 1m² op elk meetpunt in het transect. Hierin werden alle soorten kruiden geteld (grassen, mossen en bloemen) en werd de vegetatiehoogte bepaald. Voor het bepalen van de dichtheid (%) van de kroon- en struiklaag is 25 meter vanaf de houtwal een foto gemaakt en geanalyseerd. Op de foto is een grid geprojecteerd van 25m bij 5m, verdeeld in 125 gridcellen van 1m² (zie Figuur 2 als voorbeeld). De gridcellen die >50% bedekt zijn, telden als bedekt. Cellen onder de rode lijn op 4m hoogte zijn als struiklaag benoemd, boven de rode lijn als kroonlaag.



Figuur 2: Visualisatie van het grid dat met behulp van ImageJ over de foto is gelegd. Het grid heeft een hoogte van 5 meter en een lengte van 25 meter.

Binnen de 25 meter van de foto werden in het veld ook alle struiken en bomen op naam gebracht en werden alle bomen hoger dan 5m meter geteld.

Alle insecten zijn gedetermineerd tot een praktisch haalbaar taxonomisch niveau. Alle insecten zijn tot op familie gedetermineerd, zoveel mogelijk insecten zijn tot op soort gedetermineerd. Tweevleugeligen (*Diptera*) en sluipwespen (*Ichneumonidae*) zijn met uitzondering van enkele makkelijk op naam te brengen soorten zoals de strontvlieg (*Scathophaga stercoraria*) niet tot op soort gedetermineerd. Een soortgroep die wel volledig is gedetermineerd, en als indicatorsoort is gebruikt, zijn de bijen (*Apidae*). Ook is bij de grondbewonende insecten is gekozen om een aantal soortgroepen niet tot op soort te determineren, waaronder de kortschildkevers (*Staphylinidae*). Als indicatorsoorten zijn voor de grondbewonende insecten de loopkevers (*Carabidae*) en mieren (*Formicidae*) gekozen en tot soort gedetermineerd.

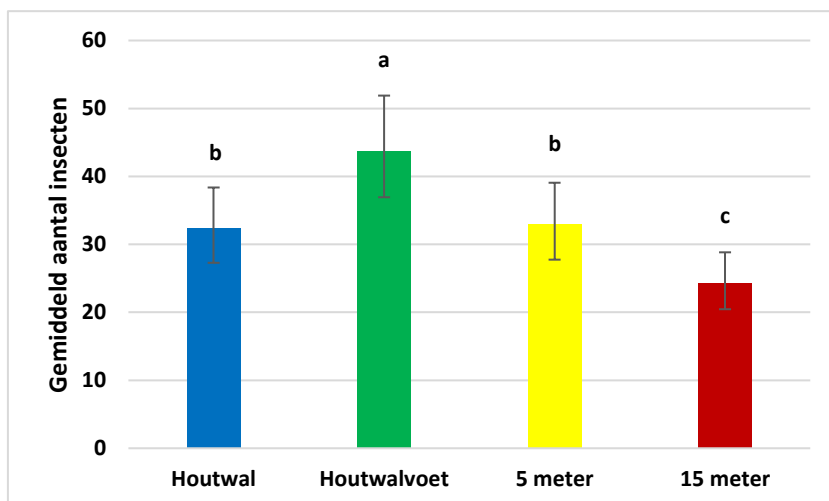
De soortenrijkdom is bepaald met de Chao1 index en voor het vergelijken van de soortensamenstelling tussen locaties is de Jaccard similarity index gebruikt. Deze indices zijn berekend met het programma EstimateS (Colwell, 2013). Voor het analyseren van de gegevens is voor dichtheid data Generalized Linear Mixed Models (GLMM) gebruikt in SPSS. Voor een uitgebreide beschrijving van de methoden verwijzen we graag naar het hoofdrapport (Diertens & Ploeg 2019).

3. Bevindingen

3.1. Vliegende insecten

Waar zitten de meeste insecten?

De dichtheid van de gevangen insecten op de plakvallen verschilt significant per vallocatie, zie Figuur 3. De dichtheid is het hoogst aan de houtwalvoet, gevolgd door die op de houtwal en op 5 meter van de houtwal. Op 15 meter afstand waren de aantallen het laagst.



Figuur 3: Het gemiddelde aantal gevangen insecten per plakval uitgesplitst naar vallocatie. De letters geven aan welke vallocaties van elkaar verschillen. Houtwal en houtwalvoet: $n=100$, 5 meter: $n=99$, 15 meter: $n=98$.

In Tabel 5 is weergegeven welke factoren van invloed waren op de dichtheid van de vliegende insecten.

Tabel 1: Overzicht van de factoren die invloed hebben op de gevangen insecten op de plakvallen. Effect: + = Positief, - = Negatief.

Factor	Effect
Aantal bomen (hoger dan 5 meter)	+
Meidoorn	+
Afstand Dichtstbijzijnde houtwal	+
Struiklaag	+
Kroonlaag	-

De insectendichtheid wordt positief beïnvloed door het aantal bomen dat aanwezig is op de houtwal. Wanneer er één boom extra aanwezig was op de houtwal, dan betekende dit dat er 2.7% meer insecten werd gevangen op de plakval.

Wanneer op de houtwal meidoorn (*Crataegus*) aanwezig was, dan werden er gemiddeld meer insecten gevangen dan wanneer er géén meidoorn aanwezig was.

Bij de afstand tot de boomwal leidde 1 meter dichterbij tot een verhoging van het aantal insecten met 0,06%.

Het bedekkingspercentage van de struiklaag had ook een positieve invloed op het aantal insecten dat werd gevangen met plakvallen. Bij een procent hogere bedekking nam het aantal insecten met 1.2% toe. Daarentegen nam het aantal insecten af met 0.8% bij een procent toename van de kroonlaag.

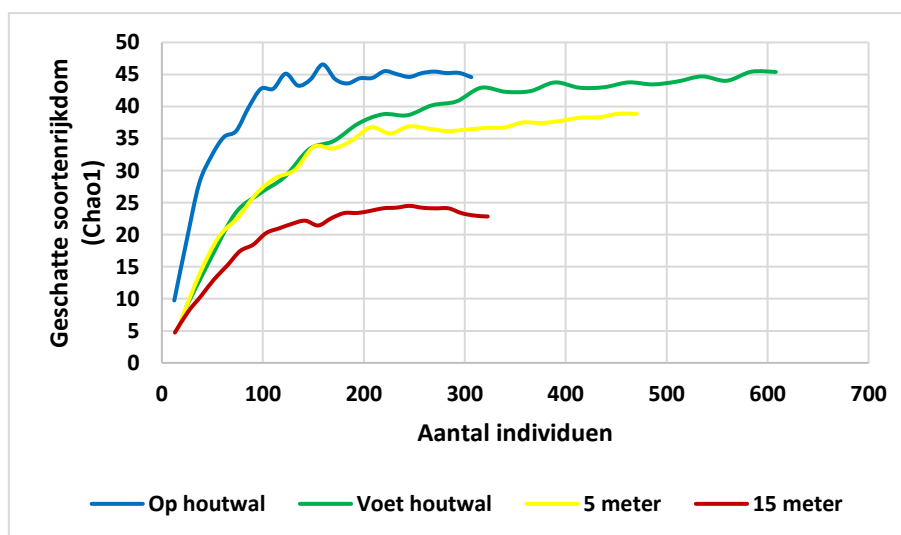
Waar zitten de meeste soorten?

De geschatte soortenrijkdom lag voor zowel insectensoorten als voor bijensoorten het hoogst op de houtwal en aan voet houtwal, zie Tabel 2. De vallocaties die op het aangrenzende perceel lagen, laten een duidelijk lagere soortenrijkdom zien.

Tabel 2: De geschatte soortenrijkdom (Chao1, ($\pm$ SD)) per vallocatie. De letters geven de significanties aan tussen de vallocaties. Houtwal en houtwalvoet: $n=100$, 5 meter: $n=99$, 15 meter: $n=98$.

	Op houtwal	Aan voet houtwal	5 meter	15 meter
Soorten	45,00 ^a ($\pm$ 8.64)	45.39 ^a ($\pm$ 6.31)	38.86 ^{ab} ($\pm$ 5.50)	22.84 ^b ($\pm$ 8.25)
Bijen	19.83 ^a ($\pm$ 4.03)	23.60 ^a ($\pm$ 3.26)	11.32 ^b ($\pm$ 1.34)	10.18 ^b ($\pm$ 2.02)

In Figuur 4 wordt de schatting van het aantal soorten voor de verschillende locaties getoond. Op de houtwal en op het land was het aantal vrij snel stabiel bij lage aantallen gevangen insecten, de tussenliggende locaties stabiliseerden bij een hoger aantal gevangen insecten. Dit suggereert dat de tussenliggende locaties minder stabiele populaties aan insecten bevatten.



Figuur 4: Geschatte soortenrijkdom (Chao1) voor insectensoorten per vallocatie. Houtwal en houtwalvoet: $n=100$, 5 meter: $n=99$, 15 meter: $n=98$

Wat zijn de overkomsten?

Insectensoorten

Tabel 3 laat zien dat de soortensamenstelling tussen de vallocaties op bouwland lager ligt dan tussen de vallocaties op grasland. Op bouwland valt op dat de vallocatie op 15 meter afstand het minst overeenkomt met de andere vallocaties. Op grasland is de vallocatie op 15 meter afstand minder afwijkend met de rest van de vallocaties wat betreft soortensamenstelling. Dit suggereert dat de soorten op de houtwal abrupter afwijken van de soorten die eigen zijn aan bouwland, wat minder het geval is in grasland.

Tabel 3: Overeenkomsten in soortensamenstelling voor het totaal aan soorten op de plakvallen tussen de vier vallocaties op bouwland (Oranje) en op grasland (Groen). Een Jaccard-waarde van 1 betekent een overeenkomst van 100%.

Vallocatie	Aantal soorten	Vallocatie	Aantal soorten	Overeenkomstige soorten	Jaccard
Houtwal	24	15 meter	11	6	0.207
Houtwalvoet	25	15 meter	11	7	0.241
5 meter	24	15 meter	11	7	0.250
Houtwal	24	Houtwalvoet	25	10	0.256
Houtwalvoet	25	5 meter	24	10	0.256
Houtwal	24	5 meter	24	11	0.297
Houtwalvoet	43	15 meter	17	14	0.304
Houtwal	33	5 meter	31	16	0.333
5 meter	31	15 meter	17	12	0.333
Houtwalvoet	43	5 meter	31	19	0.345
Houtwal	33	15 meter	17	13	0.351
Houtwal	33	Houtwalvoet	43	21	0.382

Bijensoorten

Ook voor bijen geldt dat voor bouwland de overeenkomsten in soortensamenstelling voor vallocaties lager zijn dan voor grasland (Tabel 4). Ook voor bijensoorten worden de minste overeenkomsten gevonden met vallocatie 15 meter, dit op zowel bouwland als grasland. Op bouwland wordt de laagste overeenkomst gevonden tussen een vallocatie op of naast de houtwal en een vallocatie in het land. Op grasland is deze scheiding niet aanwezig en wordt het grootste verschil in soortensamenstelling gezien tussen 5 en 15 meter.

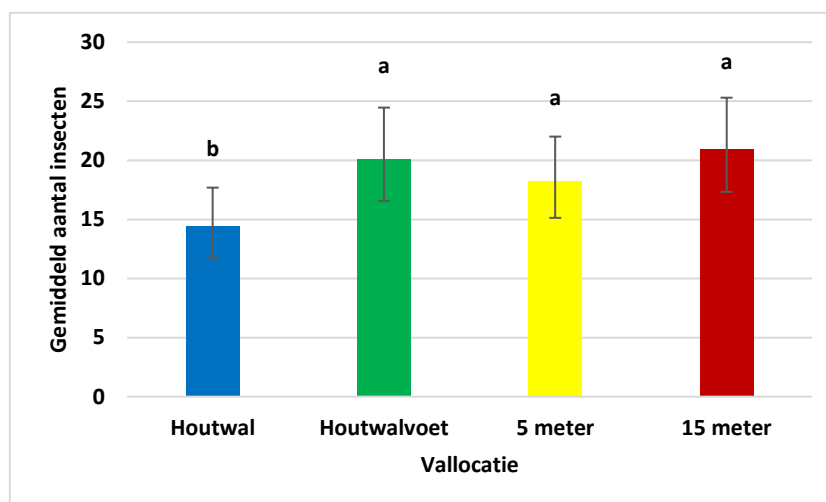
Tabel 4: Overeenkomsten in soortensamenstelling voor bijensoorten op de plakvallen tussen de vier vallocaties op bouwland (Oranje) en op grasland (Groen). Een Jaccard-waarde van 1 betekent een overeenkomst van 100%.

Vallocatie	Aantal soorten	Vallocatie	Aantal soorten	Overeenkomstige soorten	Jaccard
Houtwal	11	15 meter	4	2	0.154
Houtwalvoet	15	15 meter	4	3	0.188
Houtwal	11	5 meter	7	3	0.200
Houtwalvoet	15	5 meter	7	4	0.222
Houtwal	11	Houtwalvoet	15	5	0.238
5 meter	7	15 meter	4	3	0.375
5 meter	13	15 meter	11	7	0.412
Houtwal	16	15 meter	11	8	0.421
Houtwalvoet	22	15 meter	11	10	0.435
Houtwal	16	5 meter	13	9	0.450
Houtwal	16	Houtwalvoet	22	14	0.583
Houtwalvoet	22	5 meter	13	13	0.591

3.2. Grondbewonende insecten

Waar zitten de meeste insecten?

De dichtheid van de gevangen insecten op de plakvallen werd significant beïnvloedt door vallocatie, zie Figuur 5. Bovenop de houtwal werden de minste insecten aangetroffen in de potvallen.



Figuur 5: Het gemiddelde aantal gevangen insecten per potval uitgesplitst naar vallocatie. De letters geven aan welke vallocaties van elkaar verschillen. $n=100$ per vallocatie.

In Tabel 5 is weergegeven welke factoren van invloed waren op de dichtheid van de grondbewonende insecten.

Tabel 5: Overzicht van de factoren die invloed hebben op de gevangen insecten in de potvallen. Effect: + = Positief, - = Negatief.

Factor	Effect
Breedte houtwal	+
Wilg	+
Aantal kruiden	+
Vegetatiekwadrant	
% kale grond	+
% 0 – 10 cm hoogte	+
% 10 – 20 cm hoogte	+

De breedte van de houtwal had een positief effect op het aantal gevangen insecten in de potvallen. Per 1m toename van de houtwalbreedte werden gemiddeld 52,8% meer insecten gevangen.

Wanneer een wilg aanwezig was op de houtwal, dan werden er gemiddeld meer insecten gevangen dan op locaties zonder wilg. Het aantal lag ongeveer vier insecten hoger. Ook per toename van één vegetatiesoort namen de vangsten toe, in dit geval met 5.7%. De toename was positief, echter niet significant.

De bedekkingsgraad van de vegetatie had een significant effect op de vangsten. Per procent toename van het aandeel kale grond (10cm^2) nam het aantal gevangen insecten met 0,7% toe. Per procent toename van het aandeel van de vegetatie tussen 0 en 10 centimeterhoogte nam het aantal insecten

met 0,3% toe. Ten slotte nam het aantal insecten met 0,5% toe per percentage toename van het aandeel vegetatie tussen 10 en 20 centimeter hoogte.

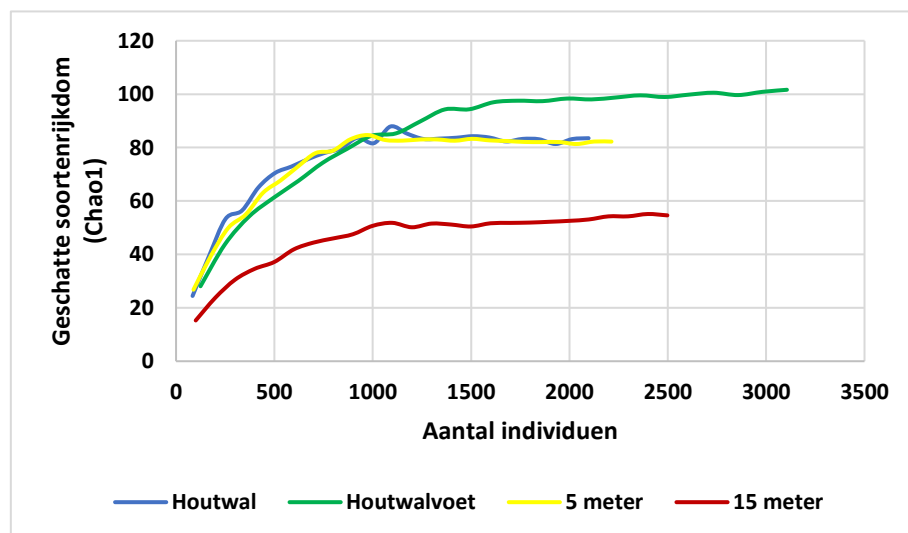
Waar zitten de meeste soorten?

De geschatte soortenrijkdom ligt het hoogst aan de voet van de houtwal. Vallocaties op de houtwal en 5m afstand liggen ongeveer gelijk, terwijl op 15m afstand de laagste soortenrijkdom liet zien. De groepen die tot soort zijn gedetermineerd sloten daar gedeeltelijk bij aan. Voor loopkeversoorten lag de soortenrijkdom het laagst op de houtwal en het hoogst aan de voet van de houtwal. Mieren hadden de hoogste soortenrijkdom op de houtwal waarna het afnam met de afstand tot de houtwal (Tabel 6).

Tabel 6: De geschatte soortenrijkdom (Chao1, ($\pm$ SD) per vallocatie. De letters geven de significanties aan tussen de vallocaties. Totaal houtwal en houtwalvoet: $n=100$, 5 meter: $n=99$, 15 meter: $n=98$.

	Op houtwal	Aan voet houtwal	5 meter	15 meter
Soorten	83.51 ^a (8.86)	101.64 ^a (8.75)	82.23 ^a (7.81)	54.61 ^b (7.82)
Loopkevers	24.04 ^b (4.17)	52.05 ^a (9.31)	34.25 ^{ab} (4.74)	31.98 ^{ab} (8.45)
Mieren	10.92 ^a (1.22)	6.29 ^b (0.28)	5.58 ^b (0.50)	3.01 ^c (0.64)

In Figuur 6 is het verschil tussen de vallocaties van alle insectensoorten gevisualiseerd. Op de houtwal en op het land (zowel op 5m als 15m afstand) was het aantal soorten vrij snel stabiel bij lage aantallen gevangen insecten, de voet van de houtwal stabiliseerde bij een hoger aantal gevangen insecten. Dit suggereert dat de voet van de houtwal minder stabiele populaties aan insecten bevatte.



Figuur 6: Geschatte soortenrijkdom (Chao1) voor insectensoorten per vallocatie. Houtwal en houtwalvoet: $n=100$, 5 meter: $n=99$, 15 meter: $n=98$.

Wat zijn de overkomsten?

Insectensoorten

De overeenkomst in soortensamenstelling is voor het totaal aan soorten tussen de meeste vallocaties op bouwland onderling lager dan tussen vallocaties op grasland. Dit betekent dat de verschillende vallocaties op bouwland meer verschillen vertonen in soortensamenstelling dan dezelfde vallocaties op grasland. Uitzondering hierop vormt de lage overeenkomst in soortensamenstelling tussen de houtwal en de vallocatie op 15 meter op grasland: overigens liet diezelfde vergelijking tussen houtwal en 15 meter afstand voor bouwland een nog lagere overeenkomst zien. Voor zowel bouwland als grasland geldt dat vallocaties die aan elkaar grenzen een hogere mate van overeenkomst vertonen dan vallocaties die niet direct aan elkaar grenzen (Tabel 7). Dit suggereert dat de soorten op de houtwal afwijken van de soorten die eigen zijn aan bouwland, in bouwland wat extremer dan in grasland.

Tabel 7: Overeenkomsten in soortensamenstelling voor het totaal aan soorten in de potvallen tussen de vier vallocaties op bouwland en op grasland. Een Jaccard-waarde van 1 betekent een overeenkomst van 100%.

Vallocatie	Aantal soorten	Vallocatie	Aantal soorten	Overeenkomstige soorten	Jaccard
Houtwal	47	15 meter	40	12	0,160
Houtwal	67	15 meter	38	20	0,235
Houtwalvoet	61	15 meter	40	20	0,247
Houtwal	47	5 meter	56	21	0,256
Houtwal	47	Houtwalvoet	61	23	0,271
Houtwalvoet	61	5 meter	56	28	0,315
Houtwal	67	5 meter	59	33	0,355
5 meter	56	15 meter	40	26	0,371
Houtwalvoet	79	15 meter	38	32	0,376
Houtwal	67	Houtwalvoet	79	40	0,377
5 meter	59	15 meter	38	27	0,386
Houtwalvoet	79	5 meter	59	43	0,453

Loopkeversoorten

De overeenkomst in soortensamenstelling voor de loopkeversoorten apart laat eenzelfde patroon zien als voor het soortentotaal voor de vergelijking tussen bouw- en grasland. De laagste mate van overeenkomst wordt over het algemeen gevonden tussen bouwlandlocaties onderling. Uitzondering hierop vormt de overeenkomst tussen de vallocaties van 5 en 15 meter afstand van de houtwal op bouwland. Dezelfde vergelijking tussen 5 en 15 meter op grasland laat echter wel een nog hogere mate van overeenkomst zien. Opvallend is de lage overeenkomst in loopkeversoorten tussen de houtwalvoet en de houtwal. Dit geldt voor zowel grasland als bouwland. Deze overeenkomst is lager dan tussen enkele vallocaties die niet direct aan elkaar grenzen (Tabel 8). Dit suggereert dat de soorten op de houtwal abrupter afwijken van de soorten die eigen zijn aan zowel bouwland als grasland.

Tabel 8: Overeenkomsten in soortensamenstelling voor het totaal aan loopkeversoorten in de potvallen tussen de vier vallocaties op bouwland en op grasland. Een Jaccard-waarde van 1 betekent een overeenkomst van 100%.

Vallocatie	Aantal soorten	Vallocatie	Aantal soorten	Overeenkomstige soorten	Jaccard
Houtwal	12	15 meter	26	5	0,152
Houtwal	12	5 meter	22	6	0,214
Houtwal	12	Houtwalvoet	26	7	0,226
Houtwalvoet	26	5 meter	22	11	0,297
Houtwalvoet	26	15 meter	26	13	0,333
Houtwal	19	Houtwalvoet	37	15	0,366
Houtwal	19	15 meter	20	11	0,393
Houtwal	19	5 meter	27	15	0,484
5 meter	22	15 meter	26	16	0,500
Houtwalvoet	37	15 meter	20	20	0,541
5 meter	27	15 meter	20	17	0,567
Houtwalvoet	37	5 meter	27	24	0,600

4. Wat zijn de patronen

Vliegende insecten

Uit de resultaten blijkt dat er meer vliegende insecten worden gevangen aan de voet van de houtwal, gevolgd door de houtwal en op 5m afstand. Op 15m afstand worden de minste vliegende insecten gevangen. De soortenrijkdom laat eenzelfde patroon zien waarbij de vallocatie op 15m afstand steeds het laagst scoort in soortenrijkdom, gevolgd door 5m afstand, de houtwalvoet en de houtwal.

Tabel 9: Overzicht van de plakvalresultaten. Effect op dichtheid: + = Positief, - = Negatief. Vallocaties: + = beste, + - = gemiddeld en - = slechtste.

Factor	Effect op dichtheid			
Aantal bomen	+			
Meidoorn	+			
Dichtstbijzijnde houtwal	+			
Struiklaag	+			
Kroonlaag	-			

	Houtwal	Voet houtwal	5 meter	15 meter
Dichtheid	+ -	+	+ -	-
Soortenrijkdom	+	+	+ -	-
Bijenrijkdom	+ -	+	-	-

De houtwal en de directe omgeving ondersteunt dus niet alleen een hogere biomassa (aantal insecten), maar ook een hogere soortenrijkdom. Dit valt te verklaren uit het feit dat de houtwal een hogere habitatvariatie biedt en daarmee meer verschillende soorten kan ondersteunen (Maudley, 2000). Er zijn echter meerdere oorzaken die mogelijk een rol spelen. Met plakvallen worden voornamelijk vliegende insecten gevangen. Zowel de activiteit als de populatiegrootte van deze dieren wordt voor een groot deel beïnvloed door de luchttemperatuur (Taylor, 1963). Omdat de plakvallen steeds aan de zuidzijde van de houtwal werden geplaatst, ligt de temperatuur in de directe omgeving van deze zon beschenen kant van de wal hoger dan in het open veld (de Boer, 2014). Dit wordt mogelijk versterkt doordat de verhoging van de wal en de bomen en struiken die voor luwte zorgen. De insectenactiviteit is daardoor hoger aan de zuidzijde van de houtwal (Lewis, 1969), waardoor hier ook meer insecten kunnen worden gevangen dan in het open veld.

Daarnaast vormt de houtwal en de randen van de percelen een stabielere omgeving voor insecten omdat hier minder verstoring voorkomt door landbewerking. Hierdoor krijgen planten in de randzones meer kans om te bloeien (Mänd, Mänd, & Williams, 2002), waar diverse stuifmeelers / bestuivers zoals vliegen (*Diptera*) en bijen (*Apidae*) van profiteren. Ook bloeiende bomen en struiken op de houtwal zelf kunnen hier aan bijdragen. Zo had de aanwezigheid van meidoorn, een soort die bloeide tijdens één van de onderzoeksperioden, en het bedekkingspercentage van de struiklaag een positieve invloed op het aantal vliegende insecten en de soortenrijkdom. Het gevolg van een hoge dichtheid insecten rondom de houtwal en directe omgeving, is dat deze plekken aantrekkelijk worden voor predatoren van bestuivende en herbivore insecten. Zo werden insectivore insectenordes zoals schorpioenvliegen (*Mecoptera*) en libellen (*Odonata*) alleen rondom de houtwal aangetroffen en niet op 15 meter in het land. Dit geldt ook voor parasitaire soorten, zoals wespbijen (*Nomada*), parasiten op zandbijen (*Andrena*): die werden het meest gevonden op en naast de houtwal en nauwelijks op het

land, waar voornamelijk zeer eurytope hommels (*Bombus pascuorum*, *Bombus pratorum*) werden aangetroffen.

De soortenrijkdom van bijen lijkt wat meer gebonden te zijn aan de houtwal. Dit heeft er mogelijk mee te maken dat vooral in het voorjaar is gesampled en dat het gros van de gevangen bijensoorten in die periode van het jaar afhankelijk is van vroeg bloeiende struiken en bomen. Bovendien nestelen de meeste gevangen soorten (*Andrena* sp.) in kale bodems en steile wandjes, en andere soorten parasiteren (*Nomada* sp.) op deze soorten (Falk, 2017). Het leefgebied voor voorjaarsbijen lijkt zich dus vooral te beperken tot de houtwal. Wellicht dat later in het seizoen een verschuiving plaatsvindt richting het grasland, indien daar genoeg bloeiende kruiden staan.

Grondbewonende insecten

Ook de resultaten van de grondbewonende insecten laten de impact van de houtwal zien, maar met een wat ander patroon dan bij de vliegende insecten. De dichtheden zijn gelijk voor de houtwalvoet en de vallocaties op 5m en 15m afstand, maar lager bovenop de houtwal.

Tabel 10: Overzicht van de potvalresultaten. Effect op dichtheid: + = Positief, - = Negatief. Vallocaties: + = beste, + - = gemiddeld en - = slechtste.

Factor	Effect op dichtheid
Breedte houtwal	+
Wilg	+
Aantal kruiden	+
<i>Vegetatiekwadrant</i>	
% kale grond	+
% 0 – 10 cm hoogte	+
% 10 – 20 cm hoogte	+

Het luwte-effect lijkt dus minder van invloed te zijn op de grondbewonende insecten. De lagere dichtheden bovenop de houtwal worden waarschijnlijk veroorzaakt door de voedselarme omstandigheden bovenop de wal (de Boer, 2014). De voedselrijke omstandigheden in het land als gevolg van bemesting veroorzaken waarschijnlijk een stijging in de lokale biomassa, maar daarbij een daling in soortenrijkdom (Leentvaart, 1970; Barendregt, 1996).

De soortenrijkdom was voor grondbewonende insecten aan de houtwalvoet het hoogst, gevolgd door de houtwal en 15m afstand. Het randeffect lijkt dus ook in dit geval voor de houtwal in het geheel inclusief randzone te gelden en niet alleen voor de houtwalvoet. De verklaring voor de hogere soortenrijkdom op en rond de houtwal is waarschijnlijk deels hetzelfde als bij de vliegende insecten. De houtwal biedt een hogere habitatvariatie (de Boer, 2014) en ondersteunt daarmee populaties van verschillende soorten insecten (Maudley, 2000). Daarnaast worden de plekken minder verstoord door dat ze minder bewerkt worden, met een stabiel microhabitat en een hogere soortenrijkdom tot gevolg (Murdoch, 1975; Mänd, Mänd, & Williams, 2002).

Loopkevers vs Mieren

De loopkeversoortenrijkdom is aan de houtwalvoet significant hoger dan de overige locaties wat toe te schrijven is aan het randeffect aan de houtwalvoet. Het randeffect zorgt voor habitatvariatie waardoor zowel grasland- en akker- als bosbewoners gevonden werden, maar ook oeversoorten zoals *Chlaenius nigricornis*, *Agonum sexpunctatum*, en *Acupalpus exiguus* (Turin, 2000). Ook op 5m afstand van de houtwal werden zowel bos- als grasland- en akker- als oeversoorten aangetroffen, maar op 15m afstand bestond het grootste deel van de soorten uit eurytope grasland- en akkersoorten, en ontbraken de meeste bos- en oeversoorten.

De houtwal zelf scoort opmerkelijk genoeg het laagst van alle vallocaties op loopkeversoortenrijkdom. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de Nederlandse loopkeverfauna voor een groot deel uit pionierssoorten bestaan die dus goed om kunnen gaan met een verstoorde omgeving. In dit onderzoek was 57% van de loopkeversoorten eurytoop (zie Hoofdrapport, Diertens & Ploeg, 2019). Naarmate natuurlijke successie vordert vestigen zich soorten die karakteristiek zijn voor het habitat (Muilwijk, Felix, Dekoninck & Bleich, 2015). Ondanks dat de loopkeversoortenrijkdom op de houtwal laag is hebben zij wel een belangrijke functie voor loopkevers. Zo fungeert de houtwal als overwinteringsplaats en als een veilig gebied waarin ze zich kunnen terugtrekken bij verstoringen op het land, waarna herkolonisatie van het land kan plaatsvinden vanuit de houtwal (Dennis & Fry, 1992; Varchola & Dunn, 2001; Pisani Gareau, Letourneau, & Shennan, 2013).

De mierensoortenrijkdom is het hoogst bovenop de houtwal en neemt af bij de houtwalvoet en op 5m afstand en is veruit het laagst op 15m afstand. Mieren kunnen slecht tegen verstoring en weerspiegelen dan ook goed waar de omgeving stabiel is (Underwood & Fisher, 2006; Boer, 2015; Boer, Noordijk, & van Loon, 2018). Op de houtwal zijn dan ook indicatieve bossoorten gevonden zoals *Lasius brunneus*, *Formica fusca*, *Leptothorax acervorum*, en *Stenamma debile* (Underwood & Fisher, 2006; Boer, 2015; Boer, Noordijk, & van loon, 2018). De houtwal heeft dus zeer waarschijnlijk een belangrijke invloed op de aanwezige soortenrijkdom van grondbewonende insecten.

5. Voor het beheer

Uit dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat houtwallen een belangrijke rol spelen in het behoud van insectenbiodiversiteit in een agrarisch landschap. De houtwallen in de Noordelijke Friese Wouden zorgen voor veel variatie in een agrarische landschap met gras- en bouwlanden. De variatie die het houtwallengebied biedt heeft een positieve invloed op de aanwezige insectenpopulaties en ondersteunt daarbij veel verschillende soorten insecten in en om het gras- en bouwland. Hieruit kan de conclusie getrokken worden dat de houtwallen zorgen voor een grote positieve bijdrage leveren aan de biodiversiteit in dit agrarisch landschap.

Het is duidelijk geworden dat niet alleen de houtwal, maar ook de randen belangrijk zijn voor de variatie en de mate van stabiliteit die gewild is bij insecten. Voor het beheer liggen hier dan ook kansen om het gebied nog beter in te richten voor insectenbiodiversiteit. Het advies is dan ook om randen meer te ontzien om insecten populaties te ondersteunen. Hierbij kan gedacht worden aan het later maaien van de randzone, minder bemesten of helemaal niet bewerken van de randen, en eventueel in te zaaien met (bloeiende) kruiden om voedselbeschikbaarheid te vergroten.

Ook is gebleken dat een goede struiklaag en de aanwezigheid van de meidoorn en wilg in de houtwal een positieve invloed hebben op het voorkomen van insecten. Geadviseerd wordt om bij beheer kaalslag van de struiklaag te voorkomen en zoveel mogelijk gefaseerd snoei-beheer toe te passen. Verder is het van belang om interessante bloeiende struiken en bomen te handhaven of bij te planten.

Literatuurlijst

- Barendregt, A. (1996). Biodiversiteit betreft ook insecten. *De Levende Natuur* 97 (5), 214-219.
- Boer, P. (2015). *Mieren van de Benelux*. 's Graveland: Stichting Jeugdbondsuitgeverij.
- Boer, P., Noordijk, J., & van Loon, A. (2018). *Ecologische atlas van Nederlandse mieren*. Leiden: EIS.
- Colwell, R. K. (2013). *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Connecticut: University of Connecticut.
- de Boer, J. (2014). *Veldgids landschapselementen Noardlike Fryske Wâlden*. Beetsterzwaag: Landschapsbeheer Friesland.
- Dennis, P., & Fry, G. (1992). *Field margins: can they enhance natural enemy population densities and general arthropod diversity on farmland?* *Agriculture, Ecosystems and Environment* 40 (1-4), 95-115. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(92\)90086-Q](https://doi.org/10.1016/0167-8809(92)90086-Q).
- Diertens, R., & Ploeg, R. (2019). *Houtwallen: een Insectenwalhalla in agrarisch landschap?* Leeuwarden: University of Applied Sciences, Van Hall Larenstein.
- Falk, S. (2017). *Veldgids Bijen voor Nederland en Vlaanderen*. Utrecht: Kosmos uitgevers.
- Hoffmann, F., & Kwak, M. (2007). *Diversiteit van planten en bloembezoekende insecten in relatie tot landgebruik*. *Entomologische Berichten* 67 (6): 193-197.
- Holland, J., & Fahrig, F. (2002). *Effect of woody borders on insect density and diversity in crop fields: a landscape-scale analysis*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78: 115-122.
- Kleijn, D., Bink, R., ter Braak, C., van Grunsven, R., Ozinga, W., Roessink, I., . . . Zeegers, T. (2018). *Achteruitgang insectenpopulaties in Nederland: trends, oorzaken en kennislacunes*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Leentvaart, P. (1970). Het probleem van de eutrofiëring. *H2O* 5(3), 100-103.
- Lewis, T. (1969). The distribution of flying insects near a low hedgerow. *Journal of Applied Ecology*, 6 (3), 443-452. <https://doi.org/10.2307/2401510>.
- Mänd, M., Mänd, R., & Williams, I. (2002). Bumblebees in the agricultural landscape of Estonia. *Agriculture Ecosystems and Environment* 89 (1-2), 69-76. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00319-X](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00319-X).
- Maudley, M. (2000). A review of the ecology and conservation of hedgerow invertebrates in Britain. *Journal of Environmental Management* 60 (1), 65-76. <https://doi.org/10.1006/jema.2000.0362>.
- Muilwijk, J., Felix, R., Dekoninck, W., & Bleich, O. (2015). *De loopkevers van Nederland en België (Carabidae)*. Leiden: Naturalis Biodiversity Centre.
- Murdoch, W. (1975). Diversity, Complexity, Stability and Pest Control. *Journal of applied ecology* 12 (3), 795-807. <https://doi.org/10.2307/2402091>.
- Pisani Gareau, T., Letourneau, D., & Shennan, C. (2013). Relative Densities of Natural Enemy and Pest Insects Within California Hedgerows. *Environmental Entomology* 42 (4), 688-702. <https://doi.org/10.1603/EN12317>.

- Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. (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>.
- Taylor, L. (1963). Analysis of the Effect of Temperature on Insects in Flight. *Journal of Animal Ecology* 32 (1), 99-117. <https://doi.org/10.2307/2520>.
- Tuinstra, G., Hanenburg, J., & Van der Meer, F. (2014). *De Noardlike Fryske Wâlden – een bijzonder landschap*. *Entomologische Berichten* 74 (6), 206-218.
- Turin, H. (2000). *De Nederlandse loopkevers*. Zeist: Koninklijke Nederlandse NatuurVereniging.
- Turin, H., Noordijk, J., van der Meer, F., & Boer, P. (2014). Hooiwagens, loopkevers en mieren in houtwallen in de Noardlike Fryske Wâlden. *Entomologische berichten* 74 (6), 219-229.
- Underwood, E., & Fisher, B. (2006). *The role of ants in conservation and monitoring: If, when, and how*. *Biological Conservation*: 132 (2), 166-182. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.03.022>.
- Varchola, J., & Dunn, J. (2001). Influence of hedgerow and grassy field borders on ground beetle (Coleoptera: Carabidae) activity in fields of corn. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 83 (1-2), 153-163. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00249-8](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00249-8).