

Biodiversiteit en bodemkwaliteit op het demoveld in de bollenteelt

Samenhang van bodemkwaliteit en biodiversiteit in
natuurinclusieve en extensieve bollenteeltsystemen in de
Duin- en Bollenstreek

9 juli 2025, 's-Hertogenbosch | Ons Kenmerk: 25000145
In opdracht van: Living lab B7



HAS Green Academy
Onderwijsboulevard 221
Postbus 90108
5200 MA 's-Hertogenbosch
Telefoon: 088 890 36 00

Documenttitel: Biodiversiteit en bodemkwaliteit op het demoveld bollenteelt

Projectcode: BO-25000145

Status: Versie 2.0

Opdrachtgever: Living lab B7
Contactpersoon: Aafke Schaap

Projectleider: Karel Nijhuis
Bruce Schoelitsz

Projectteam: Daisy Bos
Siebe Bouman
Fleur van der Meij

Plaats: 's-Hertogenbosch

Datum: 9 juli 2025

Voorwoord

Voor de beroepsopdracht “Duurzame bollenteelt” is vanuit onder andere HAS Green Academy een meerjarig praktijkonderzoek opgezet op een demoveld in Hillegom. Hierin worden inzichten over natuurinclusieve en extensieve teeltmethoden getoetst in de praktijk. Dit rapport beschrijft het tweede monitoringsseizoen, hierin werden narcissen geteeld. De focus lag op biodiversiteit en bodemkwaliteit binnen beide beheersystemen.

Het onderzoek is uitgevoerd door Toegepaste Biologie student Siebe Bouman en Milieukunde studenten Fleur van der Meij en Daisy Bos. De begeleiding werd verzorgd door Karel Nijhuis en Bruce Schoelitsz.

Wij danken Jarno Holster voor zijn hulp bij het uitvoeren van het bodemveldwerk. Daarnaast bedanken wij Bram Mulder voor zijn rol als teeltadviseur en het delen van waardevolle informatie over het demoveld. Ook gaat onze dank uit naar Aafke Schaap voor haar betrokkenheid, het meedenken en het beantwoorden van onze vragen. Ron Felix en Jan Muilwijk bedanken wij voor de hulp bij het valideren van verschillende loopkevers. Tot slot willen wij in het bijzonder Karel Nijhuis en Bruce Schoelitsz bedanken voor hun sturing en begeleiding gedurende het gehele project.

Daisy Bos, Siebe Bouman en Fleur van der Meij
HAS Green Academy
27 juni 2025

Samenvatting

Intensieve landbouwpraktijken leiden tot een afname van wilde diersoorten in het Nederlandse agrarisch landschap. Dit heeft gevolgen voor de ecosystemen en functies die zij vervullen, zoals natuurlijke plaagbestrijding. Om deze negatieve trend te keren, wordt steeds vaker gezocht naar landbouwmethoden die biodiversiteit en bodemkwaliteit verbeteren. De afname van biodiversiteit en bodemkwaliteit in landbouwgebieden vormt een bedreiging voor zowel natuur als landbouw. Binnen de landbouw bestaan verschillende teeltmethoden die biodiversiteit en bodemkwaliteit op uiteenlopende manieren beïnvloeden. Natuurinclusieve landbouw benut natuurlijke processen en vermijdt chemische middelen, extensieve landbouw heeft minimale externe inputs en er wordt enkel ingegrepen bij ernstige plaagdruk.

Dit onderzoek richt zich op de relatie tussen biodiversiteit en bodemkwaliteit binnen natuurinclusieve en extensieve teeltmethoden, met als doel te begrijpen hoe landbouwpraktijken deze dynamiek beïnvloeden. Op een demoveld in de Bollenstreek zijn insecten gemonitord met potvallen, plakvallen, panvallen en de Berlese-trechter. Hiermee is ook het effect van een bloemenrand onderzocht. Daarnaast is de bodemkwaliteit geanalyseerd aan de hand van chemische, fysische en biologische parameters.

De resultaten tonen aan dat de extensieve zijde, met een open zandbodem, meer insecten en een grotere soortenrijkdom herbergt dan de natuurinclusieve zijde. Dit verschil wordt veroorzaakt door de dennensnipperhoutvezellaag aan de natuurinclusieve zijde. Deze laag lijkt een fysieke barrière te vormen voor bodemgebonden insecten. Daarbij verstoort de houtvezellaag de werking van biodiversiteit bevorderende maatregelen zoals de bloemenrand. Loopkevers, als bio-indicatorgroep, bevestigen dit beeld. Loopkevers kwamen in hogere aantallen en met grotere ecologische diversiteit voor aan de extensieve zijde, inclusief zeldzame soorten zoals *A. stierlini*, wat wijst op een goede habitatkwaliteit.

De bodemparameters verschilden nauwelijks tussen de beheersystemen en konden niet eenduidig worden gekoppeld aan het beheer. Alleen de gehalten aan kalium, calcium en stikstof verschilden enigszins, waarschijnlijk door variaties in mestgebruik. Er werden zwakke verbanden gevonden tussen biodiversiteit en enkele bodemparameters (pH, indringingsweerstand, vochtgehalte en organisch stof), maar deze kwamen niet overeen met bevindingen uit bestaande literatuur.

Op basis van de resultaten wordt geadviseerd om te stoppen met gebruik van de houtvezellaag, vanwege de mogelijk negatieve impact op biodiversiteit. Voor vervolgonderzoek wordt aanbevolen om ook percelen met intensieve bollenteelt te betrekken, om een breder beeld te krijgen van de exacte effecten van de beheersystemen op de biodiversiteit en bodemkwaliteit.

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	1
Samenvatting	2
1. Inleiding	5
2. Materiaal en methode	7
2.1 Gebiedsbeschrijving	7
2.2 Beheermaatregelen demoveld.....	8
2.3 Biodiversiteitsmonitoring.....	9
2.5 Data-analyse	14
3. Resultaten	17
3.1 Biodiversiteit.....	17
3.2 Chemische bodemparameters	29
3.3 Fysische bodemparameters	31
3.4 Biologische bodemparameters.....	33
3.5 Samenhang tussen biodiversiteit en bodemkwaliteit	34
4. Discussie en conclusie.....	36
5. Aanbevelingen.....	41
Bibliografie	43
Bijlagen	49
Bijlage 1: Bodemprofiel.....	50
Bijlage 2: Gemiddelde textuur (korrelgrootte).....	53
Bijlage 3: Samenstelling heg en bloemenrand.....	54
Bijlage 4: Gewasverzorging Narcis – Groen schema 2025 rapport Agrifirm.....	55
Bijlage 5: Protocol potvallen	56
Bijlage 6: Protocol plakvallen	57
Bijlage 7: Protocol aanvallen.....	58
Bijlage 8: Protocol Berlese trechters	59
Bijlage 9: Protocol pH en elektrische geleidbaarheid.....	60
Bijlage 10: Protocol kalium, calcium en natrium	61
Bijlage 11: Protocol indringingsweerstand	62
Bijlage 12: Protocol porositeit	63
Bijlage 13: Protocol textuur (korrelgrootte)	64
Bijlage 14: Protocol bodemprofiel	65

Bijlage 15: Protocol vochtgehalte en organisch stof.....	66
Bijlage 16: Uitgevoerde metingen Eurofins Agro.....	67
Bijlage 17: Resultaten uitgevoerd onderzoek Eurofins	68

1. Inleiding

Sinds 1990 zijn de populaties van wilde diersoorten in het agrarisch landschap van Nederland gemiddeld met 50% afgenomen (Van Strien et al., 2020). Deze afname wordt vooral toegeschreven aan intensieve landbouwpraktijken, het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en verlies van leefgebieden (Topping et al., 2020). Dit heeft verstrekende gevolgen voor ecosystemen en hun functies, zoals bestuiving, nutriëntenkringlopen en natuurlijke plaagbestrijding (Dainese et al., 2019; Hooper et al., 2005; Potts et al., 2010). De achteruitgang van biodiversiteit en bodemkwaliteit vormen niet alleen een bedreiging voor de natuur, maar ook voor de landbouw (Wageningen Universiteit & Research, 2025). Een afname van functionele biodiversiteit leidt tot een grotere afhankelijkheid van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen, wat kan resulteren in uitgeputte bodems en verstoring van natuurlijke evenwichten. Een rijk bodemleven is cruciaal voor essentiële processen zoals waterberging en koolstofopslag (Kopittke et al., 2019). Wanneer biodiversiteit afneemt, raakt het evenwicht tussen bodemkwaliteit en ecosysteemdiensten verstoord, wat leidt tot snellere bodemdegradatie en verlies van vruchtbaarheid (Lehmann et al., 2020). Om deze negatieve trend te keren, wordt daarom steeds vaker gezocht naar teeltmethoden die biodiversiteit en bodemkwaliteit versterken (Lal, 2015). Hoe deze methoden dat precies doen, is echter nog beperkt onderzocht.

Natuurinclusieve en extensieve landbouwsystemen worden beschouwd als veelbelovende strategieën om de ecologische balans in agrarische gebieden te herstellen (Runhaar, 2017). Natuurinclusieve landbouw richt zich op teeltsystemen waarin natuurlijke processen worden benut en het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen volledig wordt vermeden (Runhaar, 2017). Dit wordt gerealiseerd door gewasrotatie, het gebruik van groenbemesters en de aanleg van kruidenrijke akkerranden (Gaudin et al., 2015). Extensieve landbouw daarentegen minimaliseert het gebruik van externe inputs en er wordt alleen ingegrepen wanneer natuurlijke regulatiemechanismen onvoldoende blijken, zoals bij ernstige plaagdruk (Daberkow & Reichelderfer, 1988). Hoewel deze strategieën duurzamer zijn dan conventionele landbouw, is er nog beperkt wetenschappelijk inzicht in hun precieze effecten op functionele biodiversiteit en bodemkwaliteit (Tsvetkov et al., 2018). Door het gebrek aan eenduidige onderzoeksresultaten is het voor agrariërs moeilijk om goed onderbouwde keuzes te maken over de implementatie van natuurinclusieve en extensieve teeltmethoden. Dit kan de transitie naar duurzamere landbouw vertragen.

Living Lab B7 is een samenwerkingsverband van onderzoekers, telers en beleidsmakers dat zich richt op duurzame landbouw en biodiversiteitsherstel. In dit kader heeft de organisatie een demoveld van 0,35 hectare opgezet in de Bollenstreek, om natuurinclusieve en extensieve bollenteeltmethoden met elkaar te vergelijken. Dit veld is verdeeld in twee teeltzones, gescheiden door een heg met aan de zuidzijde een bloemenrand, om de impact van beide methoden op biodiversiteit en bodemkwaliteit te onderzoeken. In het najaar van 2023 werd een monitoringsplan opgesteld, waarna in 2024 de eerste metingen zijn uitgevoerd op het demoveld bij tulpenteelt (Mariën et al., 2024). De resultaten uit dit onderzoek lieten geen verschillen tussen de beheersystemen zien, al leek de natuurinclusieve zijde iets meer insecten aan te trekken (Lexmond et al., 2024). Dit jaar wordt niet alleen opnieuw gemeten, maar ligt de focus op de relatie tussen biodiversiteit en bodemkwaliteit binnen de beheersystemen in de narcissteelt. Deze factoren zijn namelijk nauw met elkaar verbonden.

Een divers bodemleven speelt een rol bij structuurvorming, nutriëntenkringlopen en de waterhuishouding van de bodem (Bloem et al., 2019). De kwaliteit van de bodem wordt bepaald aan de hand van chemische, fysische en biologische bodemparameters. De bodemparameters hebben samen invloed op de stabiliteit en gezondheid van de bodem (Hoek et al., 2019). Door deze parameters te meten, ontstaat inzicht in de bodemkwaliteit van het demoveld. Dit draagt bij aan een duurzaam beheer en helpt bij het verklaren van de waargenomen biodiversiteit (Kemmers et al., 2007).

Functionele agrobiodiversiteit omvat verschillende groepen organismen die een cruciale rol spelen in landbouwsystemen, zoals predatoren, detritivoren en bestuivers (Sánchez et al., 2022). Predatoren, zoals sluipwespen en loopkevers, helpen bij de natuurlijke bestrijding van plaaginsecten (Hunt-Joshi et al., 2004; Stankus, 2018). Bestuivers, zoals bijen en zweefvliegen, dragen bij aan de voortplanting van planten en daarmee aan de productiviteit van landbouwgewassen, terwijl detritivoren, zoals rouwmuggen, de bodemkwaliteit verbeteren door organisch materiaal af te breken (Kooch & Jalilvand, 2008; Sahani et al., 2023). Functionele agrobiodiversiteit draagt bij aan belangrijke ecosysteemdiensten, waaronder plaagregulatie, bestuiving en bodemverbetering (Barberi, 2015). Naast gunstige soorten is het ook van belang om te monitoren welke schadelijke soorten aanwezig zijn, aangezien deze invloed kunnen hebben op gewasopbrengst en de ecosysteembalans. In dit onderzoek worden al deze groepen meegenomen om een volledig beeld te krijgen van de biodiversiteit binnen de verschillende teeltmethoden.

Loopkevers vormen binnen deze diversiteit een bijzonder relevante groep, omdat zij niet alleen functioneren als natuurlijke plaagbestrijders, maar ook als bio-indicatoren voor de ecologische kwaliteit van landbouwgebieden (Woodcock et al., 2013). Door hun gevoeligheid voor veranderingen in habitatstructuur en beheer kunnen ze helpen bij het vaststellen van de impact van verschillende teeltsystemen op biodiversiteit (Porhajašová & Babošová, 2022). Daarnaast kan hun aanwezigheid en diversiteit waardevolle informatie opleveren over veranderingen in landgebruik, de impact van gewasbeschermingsmiddelen en de algehele bodemkwaliteit (Koivula, 2011). Loopkevers zijn sterk afhankelijk van bodemstructuur, vochtigheid en vegetatie. Veranderingen in hun gemeenschapssamenstelling kunnen daarom inzicht geven in zowel biotische als abiotische factoren die de bodemkwaliteit beïnvloeden (Clark et al., 1997). Hierdoor spelen loopkevers een belangrijke rol in ecologische monitoring binnen dit onderzoek.

Dit onderzoek richt zich op de relatie tussen biodiversiteit en bodemkwaliteit binnen natuurinclusieve en extensieve bollenteeltmethoden, met als doel te begrijpen hoe landbouwpraktijken deze dynamiek beïnvloeden. Dit inzicht is essentieel voor de ontwikkeling van duurzame landbouwsystemen die weerbaar zijn tegen droogte, ziekten en klimaatverandering (Qiao et al., 2022). Dit onderzoeksrapport beantwoordt de hoofdvraag: 'Hoe verschillen de biodiversiteit, biologische, chemische en fysische bodemparameters tussen een natuurinclusieve en extensieve bollenteelt op het demoveld, en wat is de samenhang tussen bodemgezondheid en biodiversiteit?'.

Binnen dit onderzoek worden biodiversiteit en bodemparameters systematisch geanalyseerd om inzicht te krijgen in de effecten van teeltmethoden op functionele groepen. De biodiversiteit wordt bepaald aan de hand van insectenbemonstering met potvallen, plakvallen, panvallen en Berlese-trechters. De bodemkwaliteit wordt geanalyseerd door middel van chemische, fysische en biologische bodemparameters. Specifiek wordt onderzocht in hoeverre verschillen in bodemparameters, zoals het vochtgehalte en bodemstructuur invloed hebben op functionele biodiversiteit. Daarnaast wordt onderzocht of natuurinclusieve en extensieve teeltmethoden leiden tot veranderingen in de gemeenschapssamenstelling en activiteit van insecten. Hierbij wordt bijzondere aandacht besteed aan loopkevers, die niet alleen fungeren als natuurlijke plaagbestrijders, maar ook als bio-indicatoren voor bodemkwaliteit.

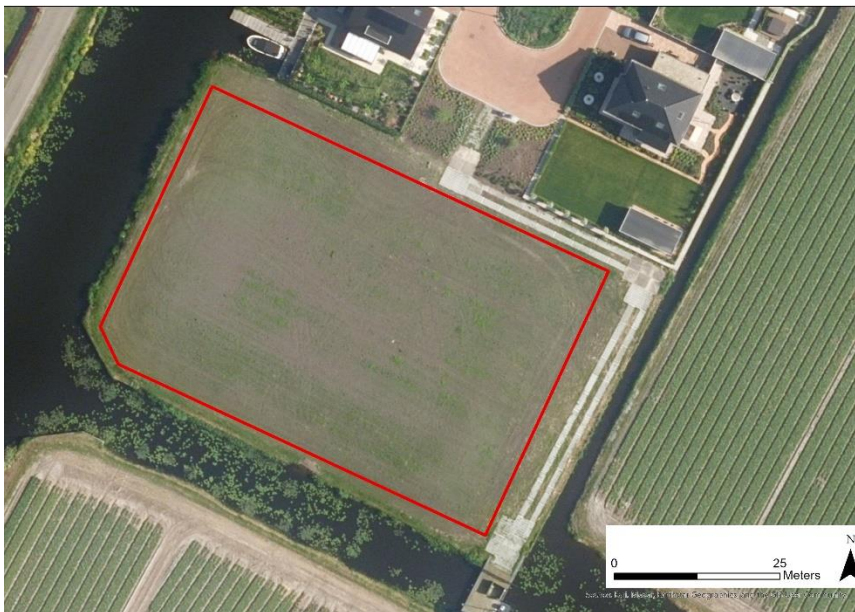
2. Materiaal en methode

2.1 Gebiedsbeschrijving

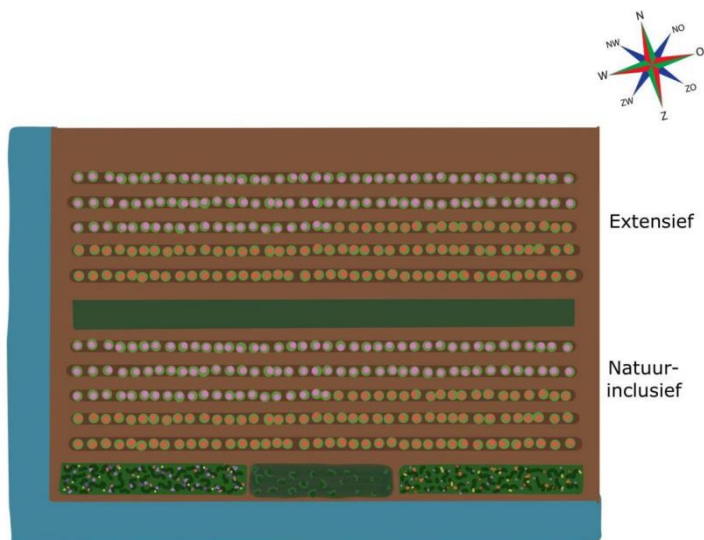
Het demoveld (Figuur 1) bevindt zich aan de Schelpvisserlaan 10 in Hillegom, Zuid-Holland en heeft een oppervlakte van 0,35 ha (Mariën et al., 2024). Aan de noordzijde van het perceel ligt een woonwijk. Aan de west- en zuidzijde liggen twee aangrenzende akkers, hierop werden tulpen (west) en hyacinten (zuid) geteeld. De bodem bestaat uit kruimelig humusrijk zand met een korrelgrootte tussen de 0,315 en 0,200 mm (Bijlage 1 en Bijlage 2).

In december 2023 is een gemengde heg in het midden van het perceel geplaatst. Deze heg bestaat uit vijf soorten (Hazelaar, Meidoorn, Sleedoorn, Wilde kardinaalsmuts en Wilde liguster) en verdeelt het demoveld in een noordzijde (extensief) en een zuidzijde (natuurinclusief) (Figuur 2). In januari 2024 is aan de natuurinclusieve zijde een bloemenrand aangelegd, bestaande uit wilde bloemen en kruiden, waarvan de dominante soorten witte klaver, duizend blad en kaasjeskruid zijn (Bijlage 3). Op 19 maart 2024 is in het midden van de bloemenrand *Artemisia vulgaris* geplant, wat fungeert als bankerplant (Lexmond et al., 2024). Aan de extensieve zijde is tijdens het teeltseizoen een onkruidrand ontstaan, die kan worden beschouwd als een natuurlijke bloemenrand.

Tijdens de eerste teeltcyclus (2023/2024) zijn twee soorten tulpen cultivar "Aafke" en "Jan Seignette" geteeld. Tijdens de tweede teeltcyclus (2024/2025) zijn narcissen cultivars "Standard Value" en "Mellen" geteeld. Op 12 en 15 oktober 2024 zijn de narcissen aangeplant (Schrömpges et al., 2025).



Figuur 1: Luchtfoto van demoveld (rood omlijnd) en directe omgeving (Esri, 2025).



Figuur 2: Schematische weergave van het demoveld. De roze stippen zijn cultivar "Mellen" en de rode stippen zijn cultivar "Standard Value". De heg is in het midden weergegeven in het groen. Onderaan bevindt zich de bloemenrand, waarbij het midden bestaat uit *Artemisia vulgaris*. De overige delen zijn ingezaaid met een bloemenmengsel (Mariën et al., 2024).

2.2 Beheermaatregelen demoveld

Op het demoveld wordt doormiddel van verschillende teeltmethoden onderscheid gemaakt tussen natuurinclusieve en extensieve bollenteelt (Tabel 1). In de gangbare teelt wordt de grond voor het planten meestal geploegd. Om het bodemleven zo min mogelijk te verstoren is dat op het demoveld niet gedaan. Het voordeel hiervan is dat het bodemleven minder wordt verstoord, maar een nadeel is een hogere onkruiddruk tijdens de teelt.

Op 10 oktober 2024 vond de bemesting van zowel de natuurinclusieve als de extensieve zijde van het demoveld plaats. Na het strooien zijn de meststoffen ingewerkt met een eco-spitmachine en verder ingereden op de paden.

Op 12 oktober 2024 is over de geplante bollen op de extensieve zijde van het demoveld een groenbemester mix gezaaid, bedoeld voor onkruidonderdrukking en bescherming tegen wintervorst. In het laatste bed is geen wintererwt toegevoegd. Op 21 oktober 2024 is op de natuurinclusieve zijde een houtvezellaag gestrooid, met als functies isolatie tegen wintervorst en onkruidonderdrukking.

Op 10 januari 2025 is een gasbrandmachine ingezet op het demoveld om onkruid boven de houtvezellaag te verwijderen. Hierbij zijn enkele bladpunten van de opkomende narcissen licht beschadigd, maar dit had geen lange termijn gevolgen voor de narcissen (Figuur 3).



Figuur 3: Beschadigde bladpunten.

De schimmels Engels vuur is op het demoveld bestreden met een UV-kap (Cleanlight). Deze is wekelijks over de gemarkeerde bedden (aangeduid met witte piketten) gereden op beide beheersystemen (Bijlage 4). Op beide zijdes van het demoveld is een standaardschema met biostimulanten gebruikt.

Vanwege sterke onkruidgroei (Figuur 4) op de extensieve zijde is op 2 mei 2025 gespoten met Primus (0,099 L/ha). Bladkool uit de groenbemestermix groeide te snel en is handmatig gewied. Veelvoorkomende onkruiden zoals herderstasje, kruiskruid en melkdistel zijn eveneens bestreden met Primus (0,099 L/ha). Daarnaast is Rudis (0,3 L/ha) toegepast ter bestrijding van *Engels vuur*, als aanvulling op het standaard biostimulantenschema.



Figuur 4: Onkruid op het demoveld. Links: raapzaad en rechts: winterpostelein.

Op 8 mei 2025 zijn de overgebleven bladkool planten van het winterdek op de extensieve zijde verwijderd door Bram Mulder. Sinds de aanleg van het demoveld wordt een logboek bijgehouden met alle beheergegevens. Dit logboek is op te vragen bij Aafke Schaap.

Tabel 1: Beheersplan van het demoveld.

	Natuurinclusief	Extensief
Bemesting	Physiomag (400 kg/ha) en luzernekorrels (3 ton/ha)	Physiomag (400 kg/ha) en TopCote 44-0-0 (228 Kg/ha)
Isolatielaag & onkruidbestrijding	Dennensnipperhoutvezellaag (ca. 2 cm dik) en gasbrandmachine	Groenbemester mix (laatste bed geen wintererwt toegevoegd), gasbrandmachine, Focus Plus (4 L/ha) en primus (0,099 L/ha)

2.3 Biodiversiteitsmonitoring

Voor de potvallen, plakvallen en de bodemparameters is het demoveld opgedeeld in 21 vakken. Deze 21 vakken zijn opgedeeld in 9 vakken voor de natuurinclusieve zijde, 9 vakken voor de extensieve zijde en 3 vakken voor de bloemenrand. De beheersystemen hebben vakken met een oppervlakte van ongeveer 30 m² (10 × 20 m). De drie vakken in de bloemenrand hebben een oppervlakte van circa 10 m² (1,0 × 20 m).

2.3.1 Pot en plakvallen

De pot en plakvallen zijn viermaal uitgezet, twee keer tijdens de bloei van de narcissen en tweemaal erna. Meetronde 1 – Tijdens bloei vond plaats van 31 maart tot 2 april, meetronde 2 – Tijdens bloei van 14 tot 16 april, meetronde 1 – Na bloei van 6 tot 8 mei en meetronde 2 – Na bloei van 13 tot 15 mei (Figuur 5).

Potvallen zijn geplaatst door een gat te graven en hierin een beker (Ø 9,6 cm) te plaatsen. De beker is gevuld met 200 ml water en een druppel geurloze zeep. Een plastic deksel, vastgezet met satéprikkers zwevend boven de pot, beschermt de val tegen neerslag en verdamping. De potvallen hebben 48 uur in het veld gestaan, waarna de inhoud is gefilterd met een zeefje. Hierna is de inhoud overgebracht in potjes met 70% isopropanol en gecodeerd voor verdere analyse.

De plakvallen zijn "Horiver drysticks yellow" (10 × 25 cm) die aan een bamboestok (120 cm) zijn bevestigd met tyraps. De vallen zijn na 48 uur verwijderd en voorzien van een beschermfolie. De gecodeerde plakvallen zijn gekoeld bewaard om te conserveren (Bijlage 5 en Bijlage 6).



Figuur 5: Overzicht van het demoveld met de locatie van de geplaatste vallen (Esri, 2025).



Figuur 6: Overzicht van het demoveld met de locaties waarmee het effect van de bloemenrand is onderzocht. De 9 vakken met de letter 'N' geven de vakken van de extensieve zijde aan, de letter 'Z' geeft de negen vakken van de natuurinclusieve zijde aan, de letter 'B' geeft de drie vakken van de bloemenrand aan. Het veld is opgedeeld in rijen van 11 meter. De eerste rij (0 meter) vertegenwoordigt de bloemenrand en bestaat uit locaties B1, B2 en B3. De natuurinclusieve zijde en extensieve zijde bevatten beide drie rijen, oplopend tot 66 meter van de bloemenrand (Esri, 2025).

De pot- en plakvallen zijn in lijnen geplaatst, parallel op de bloemenrand en de heg. Hiermee is het effect van deze elementen op de insectenactiviteit bepaald (Figuur 6). Er zijn drie vallen direct in de bloemenrand geplaatst. De panvallen zijn in het midden van de vakken op zowel de natuurinclusieve als extensieve zijde geplaatst. Alle vallen zijn geplaatst op verticaal gezien 11 meter van elkaar.

Doordat overal dezelfde afstanden zijn gehanteerd, kon worden bepaald of en hoe de vangsten veranderen met toenemende afstand tot de bloemenrand en de heg.

2.3.2 Panvallen

In beide zijdes van het demoveld is een panval geplaatst om vliegende insecten te vangen (Figuur 5). Elke panval bestond uit drie gekleurde vangbakken (geel, blauw en wit) van Ø 23 cm die op vegetatiehoogte zijn bevestigd. De panvallen zijn op een panvalhouder geplaatst. De vangbakken zijn gevuld met water en een druppel geurloze zeep.

De panvallen hebben gedurende 48 uur op het veld gestaan. De vallen zijn viermaal uitgezet, twee keer tijdens de bloei van de narcissen en tweemaal erna. Meetronde 1 – Tijdens bloei vond plaats van 14 april tot 16 april, meetronde 2 – Tijdens bloei van 16 tot 18 april, meetronde 1 – Na bloei van 6 tot 8 mei en meetronde 2 – Na bloei van 13 tot 15 mei. Na iedere meetronde is de inhoud van de vallen gezeefd en zijn de gevangen insecten geconserveerd in 70% isopropanol. De monsters zijn gelabeld en opgeslagen voor verdere analyse (Bijlage 7).

2.3.3 Berlese-trechter

De Berlese-trechters zijn ingezet om het bodemleven te onderzoeken. Meetronde 1 – Tijdens bloei vond plaats op 1 april en meetronde 2 – Na bloei vond plaats op 7 mei. Hiervoor zijn dertien grondmengmonsters genomen op het demoveld, van vakken N1 t/m N6, Z1 t/m Z6 en vak B1 (Figuur 7). In elk vak zijn grondmonsters genomen van 2 liter met een springvorm (Ø 16,5 cm, 10 cm diep) en vervolgens samengevoegd tot één mengmonster per vak.

De monsters zijn gedurende twee weken in een Berlese-trechter geplaatst onder een warmtelamp. Onderin de Berlese-trechter is een fijnmazige zeef (5 mm) geplaatst, met daaronder een potje met 30% isopropanol. Na afloop zijn de monsters gedetermineerd (Bijlage 8).



Figuur 7: De 13 vakken waarin het demoveld is opgedeeld voor de Berlese-trechter monsters (Esri, 2025).

2.3.4 Determineren

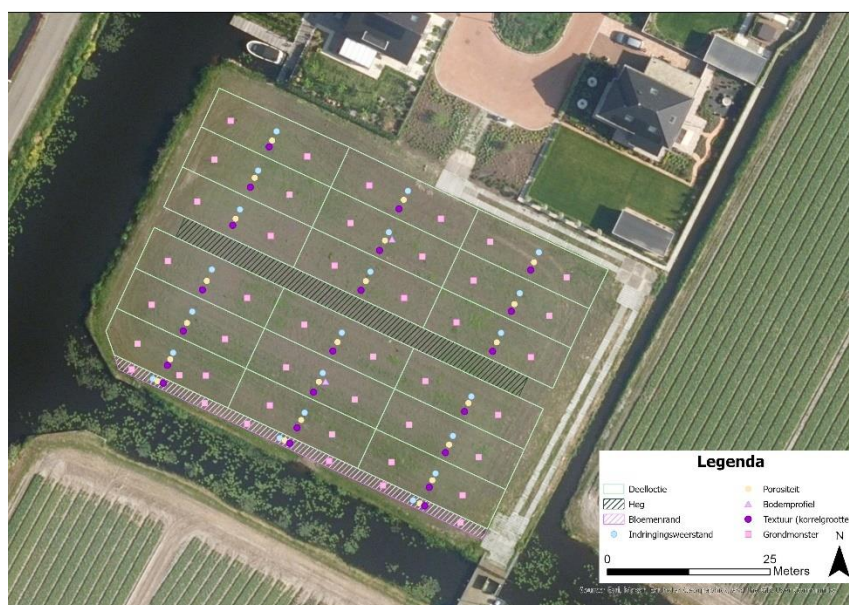
Om inzicht te krijgen in de samenstelling en functionele rol van de vangsten, zijn de verzamelde insecten uit de potvallen, plakvallen en panvallen volledig tot op familieniveau gedetermineerd en vervolgens ingedeeld in functionele groepen zoals predatoren, herbivoren, detritivoren en bestuivers. De determinatie van vliegen en muggen werd uitgevoerd met behulp van De Europese

families van muggen en vliegen (Oosterbroek et al., 2012). De loopkevers uit de potvallen zijn tot op soortniveau bepaald aan de hand van Muilwijk et al. (2015). Overige soortgroepen zijn gedetermineerd tot familie met behulp van de determinatiesleutels van het EIS Kenniscentrum Insecten (EIS, z.d.). Insecten uit de Berlese-trechter, voornamelijk larvale stadia, konden vanwege het ontbreken van kenmerkende morfologische structuren slechts tot op orde niveau worden gedetermineerd. Alle determinaties werden uitgevoerd met een Euromex binoculaire microscoop, met een vergrotingsbereik van 5,0x tot 40x.

2.3.5 Chemische bodemparameters

Voor de bepaling van de bodemkwaliteit zijn op 24 maart grondmonsters verzameld op het demoveld en geanalyseerd in het laboratorium. In het lab zijn alle analyses in triplo uitgevoerd. Tijdens het teeltseizoen zijn diverse stikstofmetingen uitgevoerd om de werking van de luzernekorrels te monitoren. Deze metingen zijn uitgevoerd door Agrifirm-GMN-adviseur, Bram Mulder. De eerste stikstofmeting vond plaats voor de bemesting. De overige metingen zijn gedurende het teeltseizoen van de narcissen uitgevoerd, zonder vast tijdsinterval.

Voor de chemische mengmonsters zijn per vak 16 monsters genomen, op willekeurige plaatsen in het vak (Figuur 8). Dit betekent dat iedere aangegeven monsterlocatie bestaat uit acht gutschteken. De gutschteken zijn genomen met een guts (Ø 0,3 cm), waarbij alleen de grond van tussen de 15 en 20 cm onder de toplaag is meegenomen. Per vak is circa 200 gram chemische mengmonsters genomen.



Figuur 8: Overzicht van het demoveld met de locaties van bodemmetingen. De monsterpunten zijn weergegeven met verschillende symbolen. Voor de grondmonsters geldt dat een vierkant staat voor 8 gutschteken, het mengmonster voor textuur bestaat uit vier gutschteken per vak (Esri, 2025).

pH en elektrische geleidbaarheid

De zuurgraad (pH) van de bodem is geanalyseerd met behulp van een 0,01M Calciumchloride-extract (CaCl_2). Hierbij is 20 gram droogbodemmonster en 50 ml 0,01M Calciumchloride in een erlenmeyer geplaatst (Chemielab, 2024). Deze erlenmeyer is voor 60 minuten met 200 schudbewegingen per minuut mechanisch geschud. Hierna is de pH electrode in de erlenmeyer geplaatst.

De elektrische geleidbaarheid (EC) is gemeten volgens NEN 5749 met een multimeter in de eenheid $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ (NEN Connect, 1991; Chemielab, 2024). Bij het meten van de elektrische geleidbaarheid is gebruik gemaakt van een suspensie van 5 gram droogbodemmonster en 50 ml demiwater in een erlenmeyer. De erlenmeyer is daarna voor 30 minuten met 200 schudbewegingen per minuut

mechanisch geschud. Hierna is de EC conductiviteitselectrode in de erlenmeyer geplaatst (Bijlage 9).

Kalium, natrium en calcium

De concentraties kalium, natrium en calcium zijn gemeten met behulp van een vlamfotometer in de eenheid mg/l. Voor de natrium en calcium analyses zijn de suspensies van de elektrische geleidbaarheid hergebruikt. Voor de kalium analyse is een suspensie gemaakt van 5 gram droogbodemmonster met 50 ml extractievloeistof (kalium extractievloeistof) in een erlenmeyer. De erlenmeyer is daarna voor 60 minuten met 200 schudbewegingen per minuut mechanisch geschud. Hierna is de suspensie van natrium en calcium door een vouwfilterpapier van 185 mm gefilterd in een schone erlenmeyer. Ditzelfde is gedaan voor de kalium suspensie. Als laatste zijn de filtraten gemeten doormiddel van een vlamfotometer (Chemielab, 2024) (Bijlage 10).

2.3.6 Fysische bodemparameters

Voor de fysische bodemparameters zijn diverse analyses uitgevoerd. De metingen voor indringingsweerstand, porositeit en textuur vonden plaats in het midden van de vakken (Figuur 8). Het bodemprofiel is éénmaal centraal binnen beide beheersystemen en de bloemenrand onderzocht. Voor de bepaling van het organisch stof- en vochtgehalte zijn de mengmonsters van de chemische parameters gebruikt.

Indringingsweerstand

De indringingsweerstand is voor beide beheersystemen gemeten met een analoge penetrometer. De penetrometer is tot een diepte van 50 cm in de grond gedrukt. Vervolgens is de maximale indringingsweerstand genoteerd, waarna de penetrometer uit de grond is verwijderd. Voordat de volgende metingen zijn uitgevoerd, is het gedeelte van de penetrometer dat de grond is ingegaan, grondig schoongemaakt met een vochtig doekje (Bijlage 11).

Porositeit

De porositeit van de bodem is gemeten met behulp van metalen steekringen (hoogte 5,1 cm en Ø 5,3 cm). De steekringen zijn 7 centimeter de grond ingedrukt waarbij de toplaag afgesneden is. Porositeit is per beheersysteem negen keer geanalyseerd en voor de bloemenrand drie keer. In het lab zijn de steekringen met grondmonster gewogen met de bovenweger. Hierna zijn de steekringen voor 24 uur in de droogstoof geplaatst met een temperatuur van 105 °C. Na 24 uur werden de monsters en de bijbehorende steekringen opnieuw gewogen (Bloem et al, 2019) (Bijlage 12).

Textuur (korrelgrootte)

Om de textuur van de twee beheersystemen te bepalen, is de korrelgrootte bepaald. Voor beide beheersystemen en de bloemenrand is dit met een mengmonster van ± 200 gram gedaan, dat is samengesteld uit vier gutssteken per vak in één mengmonster per beheersysteem en bloemenrand (Figuur 8). Om het organisch materiaal weg te branden zijn de drie mengmonsters voor 24 uur in de droogstoof geplaatst bij een temperatuur van 105 °C. Hierna zijn de mengmonsters in de moffeloven geplaatst voor 4 uur bij een temperatuur van 600 °C. Na het verbranden van het organisch materiaal zijn de mengmonsters in de zeefmachine geplaatst. Hierbij is de kleinste zeef onderaan geplaatst. Er zijn acht zeefdiameters gebruikt, variërend van 0,063 tot 2 mm. De zeefdiameters die gebruikt zijn komen uit de NEN-EN-ISO 14688 norm die Nederlandse zandgronden classificeren (Nohl et al., 2021). Na het schudden zijn de hoeveelheden grond die zijn achtergebleven per zeef afgewogen (Bijlage 13).

Bodemprofiel

De bodemprofielen zijn uitgevoerd volgens NEN Norm 5104 (Bijlage 14). Bij het nemen van het bodemprofiel zijn op een vuilniszak de verschillende lagen in volgorde van opgraving neergelegd. Hierna zijn deze beschreven op het veldwerkformulier. De grond die opgeboord is tijdens het maken van het bodemprofiel is in dezelfde volgorde van opgraving terug in het gegraven gat gegooit. De visuele beschrijving van het bodemprofiel bestaat uit een beschrijving van de kleur, bijzondere bijmenging en bodemtextuur (Bosch & Geo-Kartering Noord- en Oost-Nederland, 2000).

Vochtgehalte en organisch stofgehalte

Het vochtgehalte is bepaald door 100 gram mengmonster in de droogstoof te plaatsen bij een temperatuur van 105 °C gedurende 24 uur (Bijlage 15). Na afkoeling is het mengmonster gewogen op de bovenweger en is het vochtgehalte berekend met de formule:

$$\text{Vochtgehalte} = m_{\text{nat monster}} - m_{\text{droog monster}}$$

Het organisch stofgehalte is bepaald doormiddel van de gloeiverliesmethode volgens NEN 5754:2014 (Bijlage 16). Er is 5 gram droog mengmonster van het vochtgehalte afgewogen in een steriel kroesje. Dit kroesje is voor 4 uur in de moffeloven geplaatst bij een temperatuur van 600 °C. Na afkoelen is het kroesje met as gewogen. Het organisch stofgehalte is bepaald met de formule:

$$\text{Organisch stofgehalte} = (m_{\text{kroes droog bodemmonster}} - m_{\text{kroes as}}) - m_{\text{kroes}}$$

Eurofins analyses

Twee onderzoeken zijn uitgevoerd door Eurofins Agro, de Bodemcheck en de BodemlevenMonitor (Bijlage 16). De Bodemcheck en de BodemlevenMonitor zijn uitgevoerd op 21 maart. Deze metingen zijn niet meegenomen in de data-analyse, maar zijn noodzakelijk voor de jaarlijkse monitoring van het demoveld.

2.5 Data-analyse

De bodem- en biodiversiteitsdata zijn gestructureerd en opgeslagen in Excel-bestanden. In deze bestanden is de data georganiseerd, zodat alle vangsten en metingen op een overzichtelijke en reproduceerbare manier zijn terug te vinden.

De biodiversiteitsdataset bevat de volgende kolommen:

- Locatie
- Locatietype
- Datum
- Meetronde
- Orde
- Familie
- Nederlandse naam
- Functionele groep
- Aantal

Deze indeling maakt het mogelijk om de data per locatie, tijdstip en taxonomische groep eenvoudig te analyseren.

De bodem- en biodiversiteitsdatasets zijn kunnen worden opgevraagd bij Aafke Schaap.

2.5.1 Biodiversiteit

Analyse van de verschillende valmethodes

Voor elk valtype is per meetronde de gemiddelde aantal individuen per val per deellocaties berekend, zodat seizoensgebonden trends behouden blijven.

Voor de analyse van de beheersystemen is per valtype en per meetronde een apart Generalized Linear Model (GLM) opgesteld met het aantal individuen of families per val als afhankelijke variabele en beheersysteem als onafhankelijke variabele. Bij elke modelrun is eerst gecontroleerd op overdispersie via een dispersietest:

- Indien geen overdispersie werd gevonden, is een Poisson GLM gebruikt.
- Indien wel overdispersie werd vastgesteld, is een Quasi-Poisson model toegepast.

Bijbehorende standaardfout (SD) en gemiddelden per behandeling en meetronde zijn weergegeven in grafieken.

Voor de panvallen kon geen statistische toetsing worden uitgevoerd, omdat per zijde slechts één val is geplaatst. Hierdoor ontbreken herhalingen, wat statistische vergelijking tussen beheerssystemen onmogelijk maakt.

Voor de Berlese-trechter zijn twee herhalingen per zijde gebruikt, met zes verschillende locaties per beheertype. Daarmee kon een gemiddelde en standaarddeviatie worden berekend, maar ook hier is de steekproefomvang te beperkt om betrouwbare statistische toetsen uit te voeren.

Analyse van de loopkevers

Met de data uit de pot- en plakvallen is een non-metric Multidimensional Scaling (NMDS) toegepast om de verschillen in soortensamenstelling van loopkevergemeenschappen tussen de natuurinclusieve, extensieve teelt en de bloemenrand op het demoveld te visualiseren. Daarnaast is de habitatvoorkeur meegenomen in de NMDS-analyse om te onderzoeken in hoeverre variatie in soortensamenstelling samenhangt met de omgevingsfactoren op het demoveld. De NMDS-analyse is uitgevoerd met het vegan-package in R (Oksanen, 2024).

De gemiddeld aantal individuen (per val) en soortenrijkdom (aantal soorten per val) van loopkevers zijn berekend om de effecten van de twee beheerssystemen en de bloemenrand te analyseren. De waarden zijn gemiddeld per meetronde en deellocatie.

Om verschillen tussen de beheerssystemen te analyseren en het effect van de bloemenrand te bepalen, is per meetmoment een Generalized Linear Model (GLM) met een Quasi-Poisson-verdeling toegepast. Dit is uitgevoerd met het beheerssysteem als verklarende variabele. Overdispersie is gecontroleerd via een dispersietest. Indien aanwezig, is het Quasi-Poisson-model gebruikt om betrouwbaardere schattingen te verkrijgen. Aansluitend is een Tukey post-hoc test uitgevoerd om significante verschillen tussen de drie beheerssystemen te bepalen.

Voor de ecologische eigenschappen, zoals habitatvoorkeur, eurytopie en trofische groep, is geen GLM-analyse uitgevoerd. In plaats daarvan zijn de gegevens omgerekend naar procentuele verdelingen per beheerssysteem. Dit maakt het mogelijk om patronen in functionele samenstelling te vergelijken, zonder dat absolute aantallen de interpretatie beïnvloeden.

Analyse impact van de bloemenrand

Om het effect van de afstand tot de bloemenrand op de activiteit van insecten te onderzoeken, zijn gegevens uit plakvallen en potvallen gecombineerd. De analyse is uitgevoerd met een Generalized Linear Model (GLM) met een Quasi-Poisson-verdeling, waarbij de afstand tot de bloemenrand (rijafstand) als verklarende variabele is gebruikt. De referentiecategorie was rij 0 (bloemenrand), zodat verschillen ten opzichte van deze rij konden worden bepaald. Er is gecontroleerd op overdispersie met de dispersiontest, waarna het Quasi-Poisson-model is toegepast om betrouwbaardere schattingen te verkrijgen. Op dezelfde manier is ook een analyse uitgevoerd op de plaaginsecten, waarbij voor bladluis en trips afzonderlijke modellen zijn opgesteld en daarnaast een gecombineerde analyse is gedaan voor alle drie de groepen samen (bladluis, trips en cicaden). Voor cicaden is geen aparte analyse uitgevoerd vanwege het lage aantal waarnemingen.

2.5.2 Bodemkwaliteit

Statistiek fysische bodemparameters

Op het bodemprofiel en textuur na zijn de fysische resultaten geanalyseerd met behulp van statistiek in IBM SPSS Statistics versie 29.0.1.0.

Voordat deze analyse is uitgevoerd, is gecontroleerd of de uitkomsten van beide beheerssystemen normaal verdeeld zijn. Dit is gedaan door middel van een normaliteitstest (Van Heijst, 2022).

Om verschillen te bepalen tussen de beheersystemen, is de ongepaarde tweezijdige t-toets toegepast voor de uitkomsten van de porositeit. Voor de indringingsweerstand is gebruik gemaakt van de Mann-Whitney U test.

Meergroepsvariantieanalyse

De laboratoriumresultaten zijn geanalyseerd met behulp van statistiek in het programma IBM SPSS Statistics versie 29.0.1.0. Voor de statistische analyse is een éénweg variantieanalyse (one-way ANOVA) uitgevoerd, gevolgd door een Tukey post-hoc test. Om te bepalen of er een verschil bestaat in de uitkomsten tussen de natuurinclusieve zijde, extensieve zijde en de bloemenrand is een meergroepsvariantieanalyse gebruikt.

2.5.3 Samenhang tussen biodiversiteit en bodemkwaliteit

Biodiversiteit meetbaar maken

De biodiversiteit van de verzamelde insecten is gekwantificeerd met behulp van de Shannon-Weaver index (H'). Deze index combineert soortenrijkdom en evenwicht (evenness) in een enkele maat, door zowel het aantal onderscheiden families als de verdeling van individuen over deze families mee te nemen. De index is berekend met de formule:

$$H' = - \sum (p_i \cdot \ln p_i)$$

Waarbij P_i de proportie is van het aantal individuen binnen familie i ten opzichte van het totaal aantal individuen binnen een deellocatie.

De berekening is uitgevoerd op basis van aantallen per familie, gesommeerd per deellocatie. De data is hiervoor eerst omgezet naar een matrixstructuur waarin elke rij een deellocatie vertegenwoordigt en elke kolom een familie. Met behulp van de diversity-functie uit het vegan-pakket in R zijn vervolgens de H' -waarden per deellocatie berekend.

Correlatie tussen biodiversiteit en bodemkwaliteit

Voor de data-analyse is een regressieanalyse uitgevoerd om de relatie tussen biodiversiteit en bodemkwaliteit te kwantificeren. Biodiversiteit is hierbij uitgedrukt met de Shannon-Weaver-index, en de bodemkwaliteit aan de hand van pH, elektrische geleidbaarheid, kalium, natrium, calcium, indringingsweerstand, porositeit, vochtgehalte en organisch stofgehalte. Om deze relatie te onderzoeken, zijn de afzonderlijke bodemparameters en Shannon-Weaver-indexwaarden per deellocatie over alle meetrondes, uitgezet in een multiple-regressie.

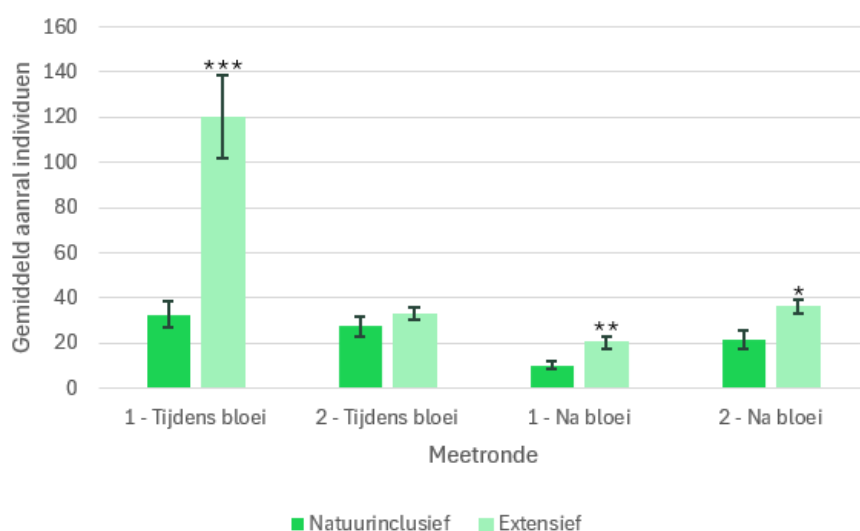
3. Resultaten

3.1 Biodiversiteit

3.1.1 Verhouding gemiddeld aantal individuen van de valtypes

Bodeminsecten, potval

De gemiddeld aantal individuen in de potvallen verschilt tussen de natuurinclusieve en extensieve zijde in drie van de vier meetrondes, in deze meetrondes is de extensieve zijde hoger in gemiddeld aantallen individuen (Figuur 9). Het grootste verschil is gevonden in meetronde 1 - Tijdens bloei, waarbij het gemiddeld aantal individuen hoger ligt aan de extensieve zijde (*quasi-Poisson GLM*, $t = 4,814$, $p < 0,001$). Ook in meetrondes 1 - Na bloei (*quasi-Poisson GLM*, $t = 3,102$, $p = 0,007$) en meetronde 2 - Na bloei (*quasi-Poisson GLM*, $t = 2,736$, $p = 0,015$) is een hogere gemiddeld aantal individuen vastgesteld aan de extensieve zijde. In meetronde 2 - Tijdens bloei is geen verschil gevonden tussen de zijdes ($p > 0,05$). Het grootste aantal gemiddelde individuen in meetronde 1-tijdens bloei, valt de wijten aan de grote hoeveelheden rouwmuggen die in deze periode uit de bodem kwamen.

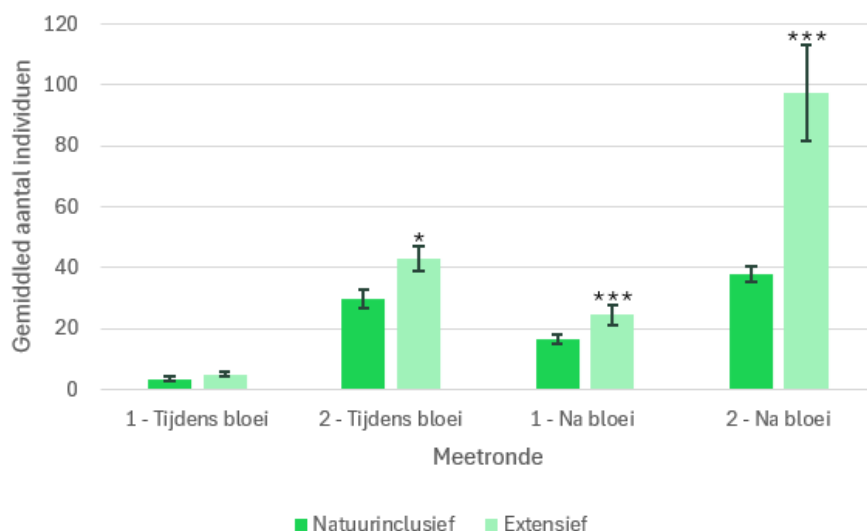


Figuur 9: Het staafdiagram toont het gemiddeld aantal individuen van de deellocaties per beheersysteem met standaarddeviatie, per meetronde opgesplitst in natuurinclusieve zijde en extensieve zijde van de potvallen. De sterretjes boven de staven geven verschillen aan binnen een meetronde, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ en *** $p < 0,001$. Geen ster betekent geen significant verschil.

Vliegende insecten, plakval

Het gemiddeld aantal individuen van de plakvallen verschilt in drie van de vier meetrondes tussen de natuurinclusieve en extensieve zijde (Figuur 10). Het grootste verschil is waargenomen in meetronde 2 - Na bloei, waarin de extensieve zijde een hoger aantal individuen vertoont als de natuurinclusieve zijde (*quasi-Poisson GLM*, $t = 4,215$, $p < 0,001$).

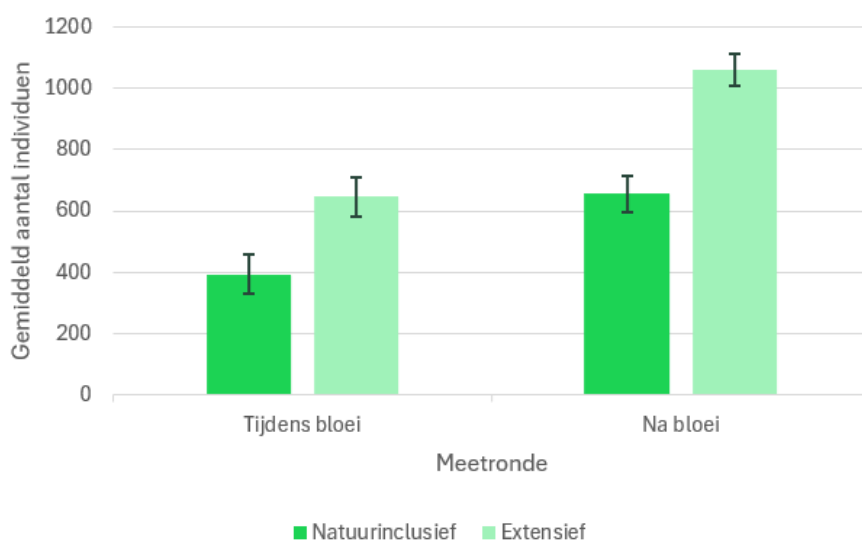
Ook in meetrondes 2 - Tijdens bloei (*quasi-Poisson GLM*, $t = 2,525$, $p = 0,023$) en 1 - Na bloei (*Poisson GLM*, $z = 3,719$, $p < 0,001$) is het gemiddeld aantal individuen aan de extensieve zijde hoger. In meetronde 1 - Tijdens bloei is geen verschil vastgesteld ($p > 0,05$).



Figuur 10: Het staafdiagram toont het gemiddeld aantal individuen van de deellocaties per beheersysteem met standaarddeviatie, per meetronde opgesplitst in natuurinclusieve zijde en extensieve zijde van de plakvallen. De sterretjes boven de staven geven verschillen aan, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ en *** $p < 0,001$. Geen ster betekent geen significant verschil.

Ondergrondse bodeminsecten, Berlese-trechter

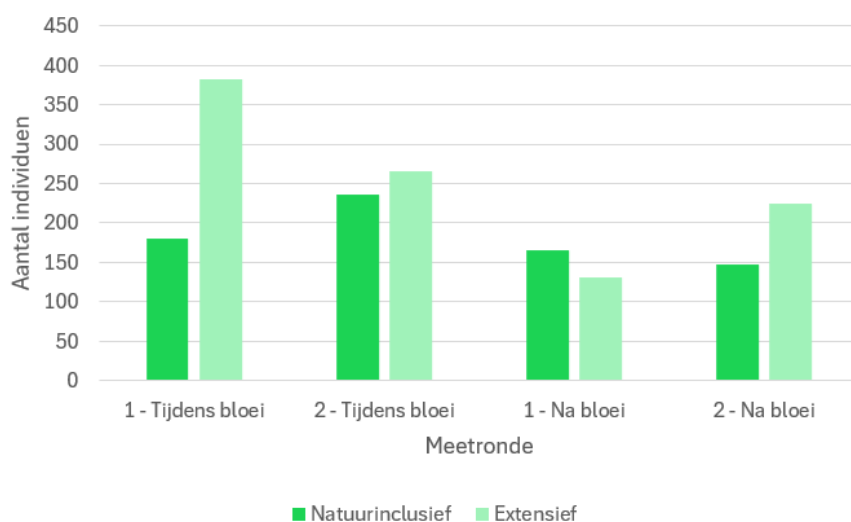
Het gemiddeld aantal individuen bij de Berlese-trechter is op beide zijdes van het demoveld een consistent hogere waarde te zien aan de extensieve zijde (Figuur 11). Er zijn echter geen verschillen aangetoond tussen de beheersystemen ($p > 0,05$).



Figuur 11: Het staafdiagram toont het gemiddeld aantal individuen van de deellocaties per beheersysteem met standaarddeviatie, per meetronde opgesplitst in natuurinclusieve zijde en extensieve zijde van de Berlese-trechter.

Vliegende insecten, panval

Het aantal individuen voor de panvallen varieert per meetronde. De hoogste waarden zijn waargenomen in meetronde 1 – Tijdens bloei en 2 – Na bloei, waarbij in beide gevallen de extensieve zijde het hoogste aantal individuen laat zien (Figuur 12).



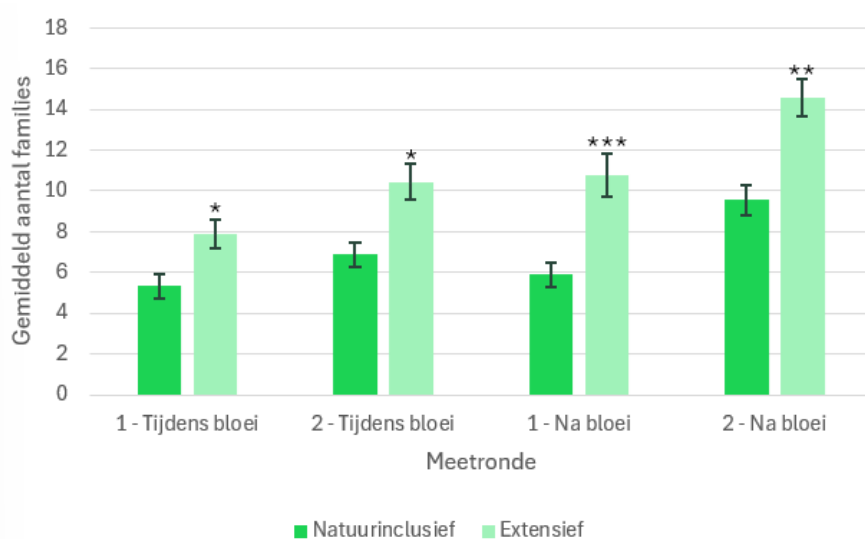
Figuur 12: Het staafdiagram toont het aantal individuen van de deellocaties per beheersysteem, per meetronde opgesplitst in natuurinclusieve zijde en extensieve zijde van de panvallen.

3.1.2 Soortenrijkdom

Bodeminsecten, potval

Het gemiddeld aantal insectenfamilies verschilt in alle vier de meetrondes tussen de natuurinclusieve en extensieve zijde bij de potvallen (Figuur 13). In alle meetrondes is een hogere soortenrijkdom aangetroffen op de extensieve zijde.

De verschillen zijn het sterkst in meetronde 1 – Na bloei (*Poisson GLM*, $z = 3,538$, $p < 0,001$) en meetronde 2 – Na bloei (*Poisson GLM*, $z = 3,032$, $p = 0,002$), maar verschillen ook in meetronde 1 – Tijdens bloei (*Poisson GLM*, $z = 2,95$, $p = 0,036$) en meetronde 2 – Tijdens bloei (*Poisson GLM*, $z = 2,544$, $p = 0,011$).

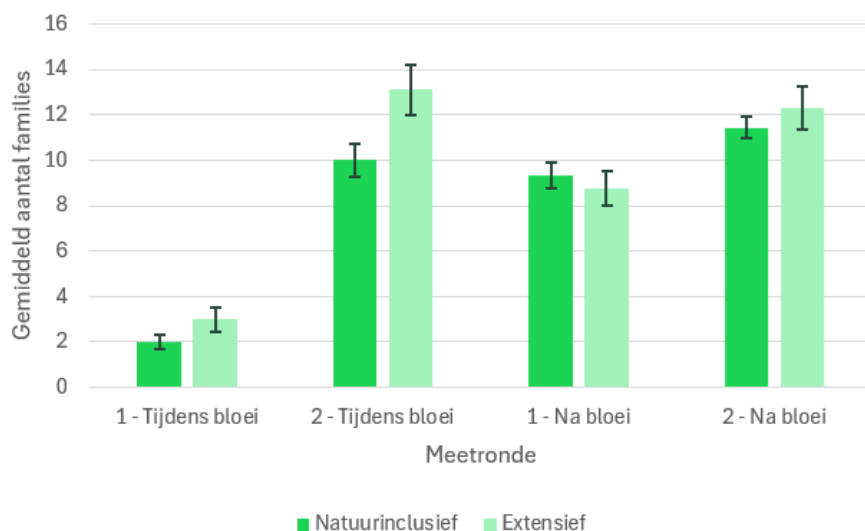


Figuur 13: Het staafdiagram toont het gemiddeld aantal families van de deellocaties per beheersysteem met standaarddeviatie, per meetronde opgesplitst in natuurinclusieve zijde en extensieve zijde van de potvallen. De

sterretjes boven de staven geven verschillen aan, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ en *** $p < 0,001$. Geen ster betekent geen significant verschil.

Vliegende insecten, plakval

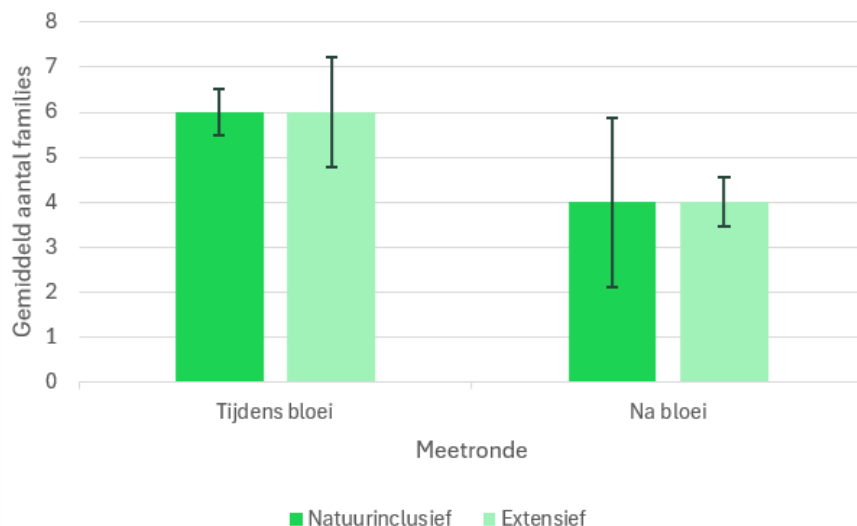
Het gemiddeld aantal insectenfamilies in de plakvallen verschilt niet tussen de extensieve en natuurinclusieve zijde in de vier meetrondes ($p > 0,05$) (Figuur 14).



Figuur 14: Het staafdiagram toont het gemiddeld aantal families van de deellocaties per beheersysteem met standaarddeviatie, per meetronde opgesplitst in natuurinclusieve zijde en extensieve zijde van de plakvallen. De sterretjes boven de staven geven verschillen aan, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ en *** $p < 0,001$. Geen ster betekent geen significant verschil.

Ondergrondse bodeminsecten, Berlese-trechter

Het gemiddeld aantal families van insecten voor de Berlese-trechter op beide zijdes van het demoveld is gelijk. Er zijn geen verschillen tussen de zijdes vastgesteld ($p > 0,05$) (Figuur 15).

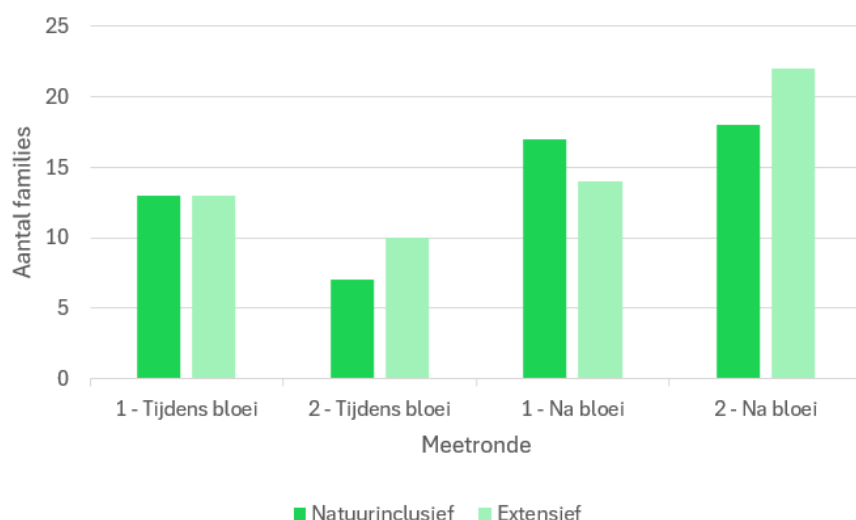


Figuur 15: Het staafdiagram toont het gemiddeld aantal families van de deellocaties per beheersysteem met standaarddeviatie, per meetronde opgesplitst in natuurinclusieve zijde en extensieve zijde van de Berlese trechter.

Vliegende insecten, panval

Bij de panvallen zijn per meetronde vergelijkbare aantallen insectenfamilies aangetroffen op de natuurinclusieve en extensieve zijde (Figuur 16). De soortenrijkdom varieert per meetronde, met de

hoogste waarden in meetronde 1 – Na bloei en 2 – Na bloei, waarbij de extensieve zijde iets hogere aantallen laat zien.



Figuur 16: Het staafdiagram toont het aantal families van de deellocaties per beheersysteem, per meetronde opgesplitst in natuurinclusieve zijde en extensieve zijde van de panvallen.

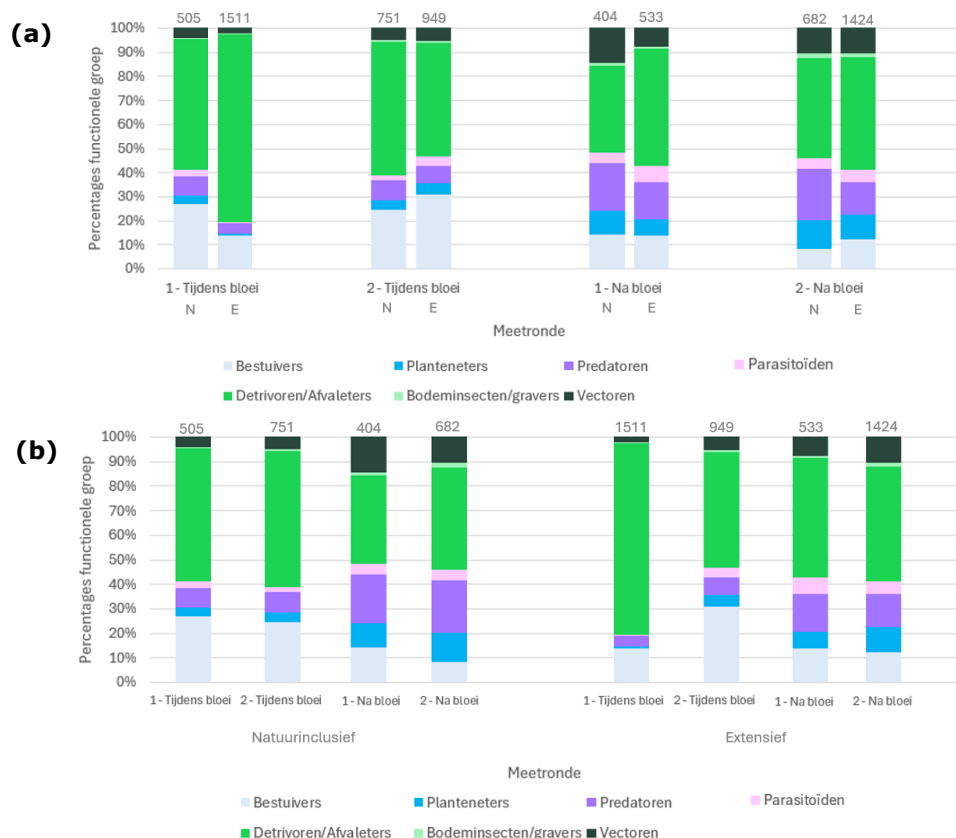
3.1.3 Samenstelling van functionele groepen

De functionele samenstelling van het insectenleven van de pot- en plakvallen gecombineerd verschilt per meetronde en tussen de natuurinclusieve en extensieve zijde (Figuur 17). Hoewel het totaalbeeld sterk fluctueert, zijn enkele patronen herkenbaar.

In meetronde 1 - Tijdens bloei worden op de natuurinclusieve zijde relatief meer bestuivers waargenomen. In de daaropvolgende rondes nemen deze verschillen af of keren zelfs om. Over het algemeen zijn meer predatoren aanwezig op de natuurinclusieve zijde dan op de extensieve zijde. Ook neemt de hoeveelheid predatoren toe na de bloei (Figuur 17b). Het aandeel vectoren blijft in de meeste meetrondes vergelijkbaar tussen beide zijdes, met uitzondering van meetronde 1 – Tijdens bloei en meetronde 1 – Na bloei, waarin de natuurinclusieve zijde iets hogere percentages laat zien.

Detritivoren/afvaleters vormen in vrijwel alle meetrondes de grootste functionele groep, zowel op de natuurinclusieve als extensieve zijde. Dit patroon is consistent, met name tijdens en na de bloei in beide teeltsystemen.

Plantenetters vormen tijdens de bloei geen groot aandeel van de functionele samenstelling, na de bloei nemen deze aantallen toe.



Figuur 17: a) Procentuele verdeling van ecologische functies van insecten per beheersysteem (natuurinclusief vs. extensief) en meetrondes. Boven de staafdiagrammen staat het aantal gevonden individuen per beheersysteem per meetronde. Individuen die tot meerdere functionele groepen behoren, zijn proportioneel over deze groepen verdeeld.

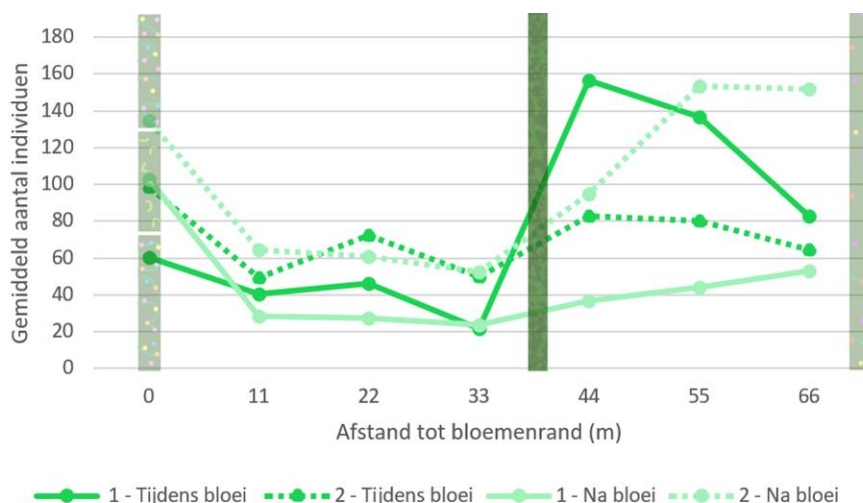
b) Procentuele verdeling van ecologische functies van insecten per beheersysteem uitgezet over tijd (natuurinclusief vs. extensief) en meetrondes. Boven de staafdiagrammen staat het aantal gevonden individuen per beheersysteem per meetronde. Individuen die tot meerdere functionele groepen behoren, zijn proportioneel over deze groepen verdeeld.

3.1.4 Analyse effect van de bloemenrand

Gemiddeld aantal individuen van de pot- en plakvallen samen

Na de bloemenrand (vanaf 11 meter) is in alle meetrondes een duidelijke daling zichtbaar in het gemiddeld aantal individuen op de natuurinclusieve zijde (Figuur 18). Deze afname zet door tot aan heg op 33 meter. Op de extensieve zijde (vanaf 44 meter) nemen de aantallen weer toe richting de onkruidrand (66 meter), met een piek bij 44 en/of 55 meter in beide meetrondes tijdens de bloei.

De bloemenrand zelf (0 meter) laat in drie van de vier meetrondes de hoogste of een van de hoogste aantallen zien. Alleen in meetronde 2 – Tijdens bloei liggen de aantallen iets lager, met een gematigder verloop.

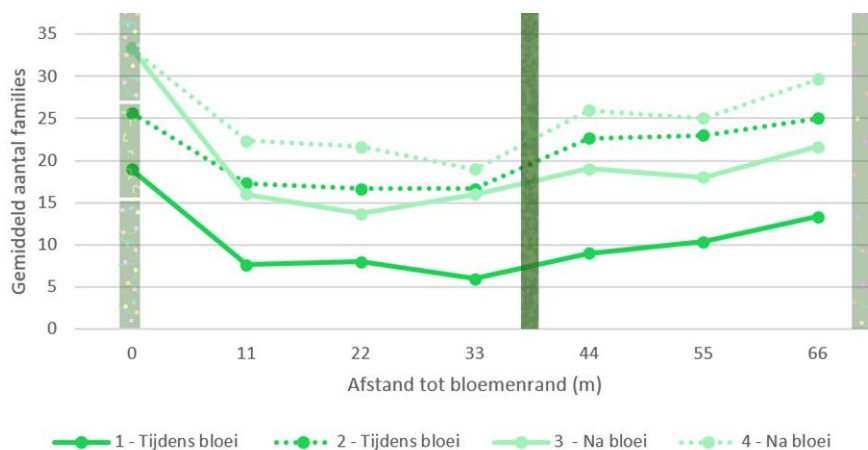


Figuur 18: Gemiddeld aantal individuen per afstand tot de bloemenrand in meters, per meetronde. De x-as geeft de afstand tot de bloemenrand weer (0–66 meter); de y-as toont het gemiddeld aantal waargenomen individuen. De verticale balken markeren respectievelijk de bloemenrand (0 meter), de heg (ca. 38 meter), en de onkruidrand (na de 66 meter). De vier lijnen vertegenwoordigen twee meetrondes tijdens de bloei (donkergroen: ronde 1; gestippeld donkergroen: ronde 2) en twee na de bloei (lichtgroen: ronde 1; gestippeld lichtgroen: ronde 2). De natuurinclusieve zijde ligt na de bloemenrand, van 11 tot 33 meter, en heeft een ondergrond van houtvezel. De extensieve zijde bevindt zich na de heg, van 44 tot 66 meter, met zandgrond als bodem.

Gemiddeld aantal families van de pot- en plakvallen samen

Het gemiddeld aantal insectenfamilies daalt in alle meetrondes na de bloemenrand (0 meter) op de natuurinclusieve zijde, met het laagste aantal families net vóór de heg (33 meter) (Figuur 19). Na de heg, op de extensieve zijde (vanaf 44 meter), stijgen de aantallen in de meeste meetrondes opnieuw richting de onkruidrand (na 66 meter).

De bloemenrand zelf toont steeds het hoogste of een van de hoogste aantal families, met een uitzondering in meetronde 2 – Tijdens bloei, waarin het aantal families al lager ligt vanaf het begin en weinig variatie laat zien over de hele lengte.

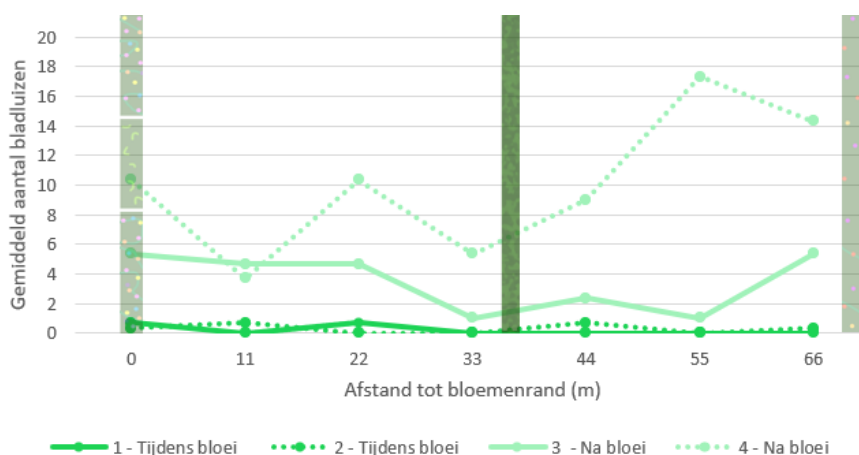


Figuur 19: Gemiddeld aantal waargenomen insectenfamilies per afstand tot de bloemenrand in meters, per meetronde. De x-as geeft de afstand tot de bloemenrand weer (0–66 meter); de y-as toont het gemiddeld aantal waargenomen families. De verticale balken markeren respectievelijk de bloemenrand (0 meter), de heg (ca. 38 meter), en de onkruidrand (na de 66 meter). De vier lijnen vertegenwoordigen twee meetrondes tijdens de bloei (donkergroen: ronde 1; gestippeld donkergroen: ronde 2) en twee na de bloei (lichtgroen: ronde 1; gestippeld lichtgroen: ronde 2). De natuurinclusieve zijde ligt na de bloemenrand, van 11 tot 33 meter, en heeft een ondergrond van houtvezel. De extensieve zijde bevindt zich na de heg, van 44 tot 66 meter, met zandgrond als bodem.

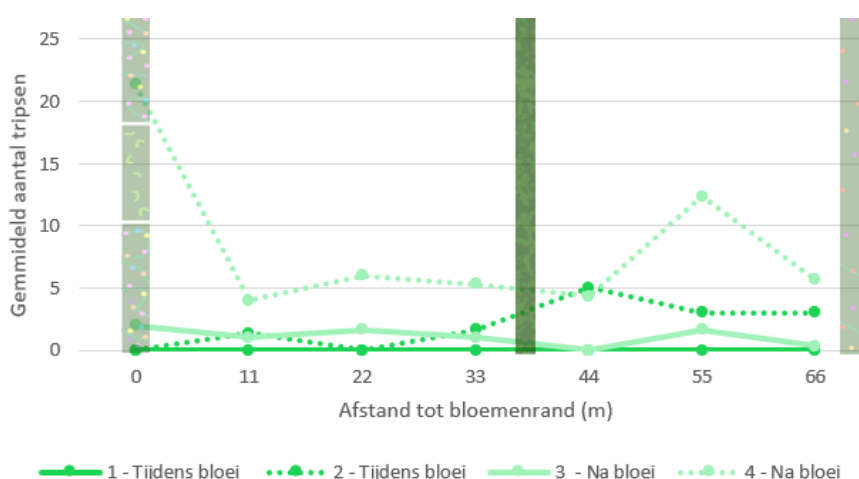
Invloed van de bloemenrand op plaaginsecten

De verdeling van tripsen, bladluizen en plaaginsecten (bladluis, trips en cicade) over het demoveld laat zien dat deze groepen in hoge aantallen aanwezig zijn in de bloemenrand (0 m), met name tijdens de bloei. Direct achter de bloemenrand (11 m) dalen de aantallen, wat erop wijst dat deze insecten zich niet direct en massaal vestigen in het nabije gewas op de natuurinclusieve zijde (Figuur 20, Figuur 21 en Figuur 22).

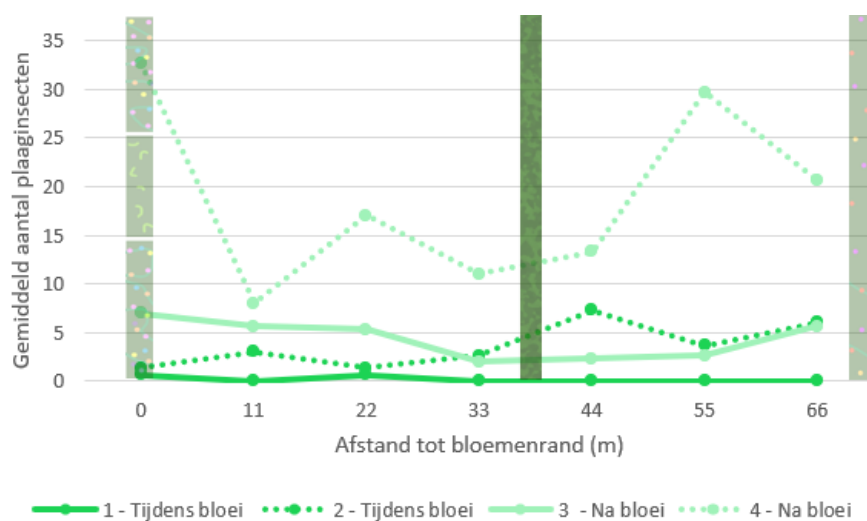
Verder in het demoveld (22 tot 44 m) blijven de aantallen laag en wisselend, zonder duidelijke opwaartse trend. Opvallend is de toename van plaaginsecten vanaf 55 meter, die samenvalt met de aanwezigheid van de onkruidrand aan het einde van het veld. Dit patroon suggereert dat deze randstructuur mogelijk fungeert als secundair aggregatiepunt of schuilplaats voor plaaginsecten.



Figuur 20: Gemiddeld aantal bladluizen per afstand tot de bloemenrand in meters, per meetronde. De x-as geeft de afstand tot de bloemenrand weer (0–66 meter); de y-as toont het gemiddeld aantal waargenomen individuen. De verticale balken markeren respectievelijk de bloemenrand (0 meter), de heg (ca. 38 meter), en de onkruidrand (na de 66 meter). De vier lijnen vertegenwoordigen twee meetrondes tijdens de bloei (donkergroen: ronde 1; gestippeld donkergroen: ronde 2) en twee na de bloei (lichtgroen: ronde 1; gestippeld lichtgroen: ronde 2). De natuurinclusieve zijde ligt na de bloemenrand, van 11 tot 33 meter, en heeft een ondergrond van houtvezel. De extensieve zijde bevindt zich na de heg, van 44 tot 66 meter, met zandgrond als bodem.



Figuur 21: Gemiddeld aantal tripsen per afstand tot de bloemenrand in meters, per meetronde. De x-as geeft de afstand tot de bloemenrand weer (0–66 meter); de y-as toont het gemiddeld aantal waargenomen individuen. De verticale balken markeren respectievelijk de bloemenrand (0 meter), de heg (ca. 38 meter), en de onkruidrand (na de 66 meter). De vier lijnen vertegenwoordigen twee meetrondes tijdens de bloei (donkergroen: ronde 1; gestippeld donkergroen: ronde 2) en twee na de bloei (lichtgroen: ronde 1; gestippeld lichtgroen: ronde 2). De natuurinclusieve zijde ligt na de bloemenrand, van 11 tot 33 meter, en heeft een ondergrond van houtvezel. De extensieve zijde bevindt zich na de heg, van 44 tot 66 meter, met zandgrond als bodem.

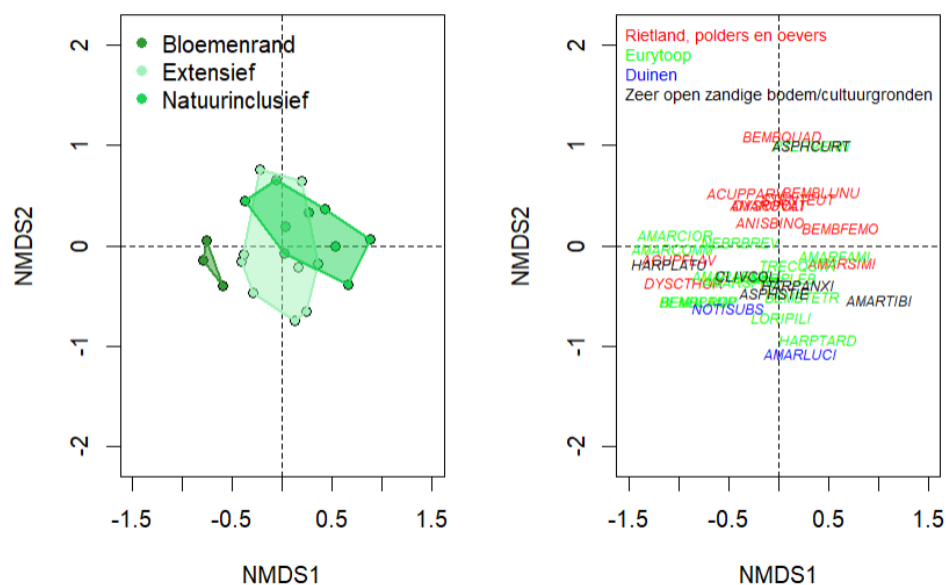


Figuur 22: Gemiddeld aantal plaaginsecten per afstand tot de bloemenrand in meters, per meetronde. De x-as geeft de afstand tot de bloemenrand weer (0–66 meter); de y-as toont het gemiddeld aantal waargenomen individuen. De verticale balken markeren respectievelijk de bloemenrand (0 meter), de heg (ca. 38 meter), en de onkruidrand (na de 66 meter). De vier lijnen vertegenwoordigen twee meetrondes tijdens de bloei (donkergroen: ronde 1; gestippeld donkergroen: ronde 2) en twee na de bloei (lichtgroen: ronde 1; gestippeld lichtgroen: ronde 2). De natuurinclusieve zijde ligt na de bloemenrand, van 11 tot 33 meter, en heeft een ondergrond van houtvezel. De extensieve zijde bevindt zich na de heg, van 44 tot 66 meter, met zandgrond als bodem.

3.1.5 Loopkevers

De NMDS-ordinatie (**Error! Reference source not found.**) laat zien dat de loopkevergemeenschap per beheersysteem deels overlapt, maar ook unieke samenstellingen heeft. De bloemenrand vormt een duidelijk afgebakende groep met een karakteristieke soortensamenstelling. Extensieve en natuurinclusieve zijdes overlappen deels (Figuur 23).

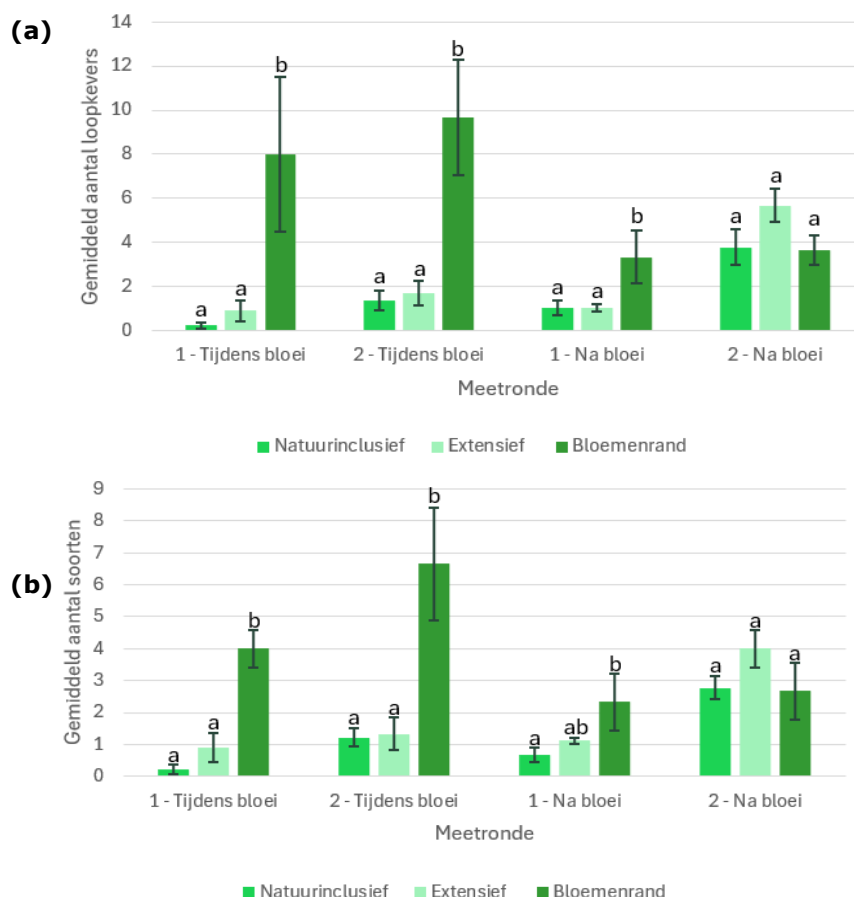
Binnen de overlappende gemeenschap domineren eurytope loopkevers en soorten die kenmerkend zijn voor rietland, polders en oevers. Op de extensieve zijde maken een aantal duinsoorten onderdeel uit van de populatie. Op beide zijdes zijn soorten te vinden die op zeer open zandige bodem/cultuurgronden voorkomen. Bij de extensieve zijde maken deze zandbodem specialisten deel uit van de kernpopulatie.



Figuur 23: NMDS-ordinatie (Bray-Curtis, 2 dimensies) van de loopkevergemeenschap. Links: verdeling van valvangsten per beheersysteem (bloemenrand, extensief, natuurinclusief), met polygonen per groep. Rechts: locatie van individuele soorten, ingekleurd op basis van hun habitatvoorkeur: Rietland/polders/oever (rood), Eurytoop (groen), Duinen (blauw), en Zeer open zandige bodem/cultuurgrond (zwart).

Gemiddeld aantal loopkevers en gemiddeld aantal soorten

Tijdens de bloeiperiode zijn zowel het gemiddeld aantal loopkevers als het gemiddeld aantal soorten hoger in de bloemenrand dan in de natuurinclusieve en extensieve zijde (Figuur 24). Tussen de natuurinclusieve en extensieve zijde zijn in diezelfde periodes geen verschillen aangetroffen. Na de bloei verdwijnen deze verschillen grotendeels, en trekken de waarden van alle beheertypen naar elkaar toe.



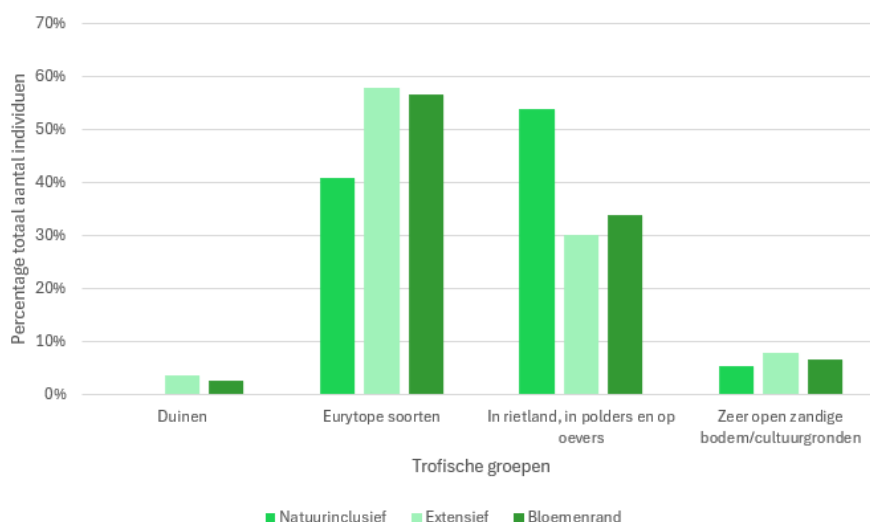
Figuur 24: a) Gemiddeld aantal loopkevers met standaarddeviatie per beheersysteem (natuurinclusief, extensief en bloemenrand) over vier meetrondes. Verschillende letters boven de kolommen geven verschillen tussen beheerssystemen binnen dezelfde meetronde aan ($p < 0,05$).

b) Gemiddeld aantal soorten loopkevers met standaarddeviatie per beheersysteem (natuurinclusief, extensief en bloemenrand) over vier meetrondes. Verschillende letters boven de kolommen geven significante verschillen tussen beheerssystemen binnen dezelfde meetronde aan ($p < 0,05$).

Ecologische eigenschappen

De analyse van de ecologische eigenschappen van de loopkevers toont duidelijke verschillen in soortensamenstelling tussen de beheerssystemen op het demoveld. Op de extensieve zijde zijn procentueel meer soorten aangetroffen die de voorkeur geven aan duinen, zeer open zandige bodems en eurytope habitats. Eurytope habitats zijn algemene, weinig gespecialiseerde leefomgevingen die geschikt zijn voor soorten met een brede ecologische tolerantie. De natuurinclusieve zijde kenmerkt zich juist door een relatief hoger aandeel soorten die voorkomen op rietlanden, polders en oevers (Figuur 25).

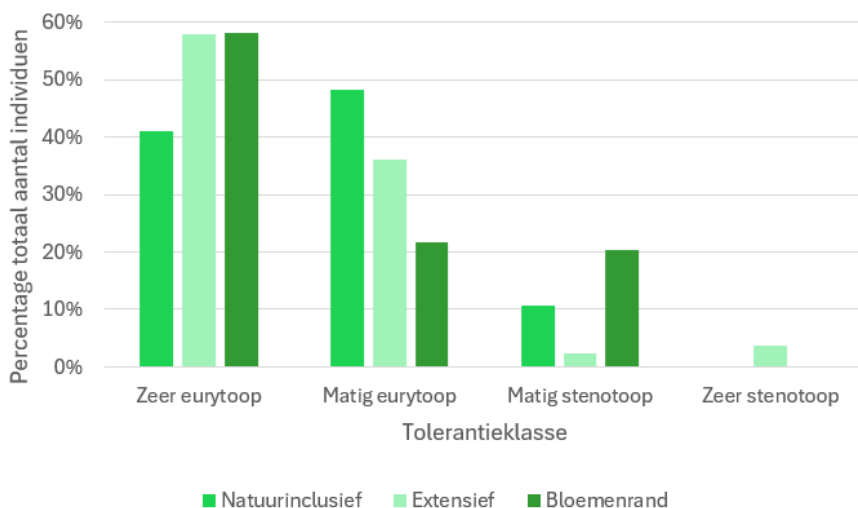
Op de natuurinclusieve zijde zijn geen duinsoorten aangetroffen. Daarnaast blijken eurytope soorten een hogere vertegenwoordiging te hebben in de extensieve zijde en de bloemenrand dan in het natuurinclusieve zijde van het veld.



Figuur 25: Procentuele verdeling van loopkeversoorten per ecologische habitattroep, uitgesplitst naar beheerssysteem: natuurinclusief, extensief en bloemenrand. Categorieën betreffen soorten verbonden aan duinen, eurytope soorten, soorten uit rietland/polder/oeveren en soorten van zeer open zandige bodem- en cultuurgronden.

De verdeling van loopkevers over de verschillende tolerantieklassen toont aan dat de extensieve zijde individuen herbergt uit alle klassen, inclusief de categorie "zeer stenotoop". Op deze zijde is tevens het hoogste percentage zeer eurytope soorten aangetroffen. De bloemenrand vertoont een vergelijkbaar patroon wat betreft deze groep, maar bevat minder matig eurytope soorten (Figuur 26).

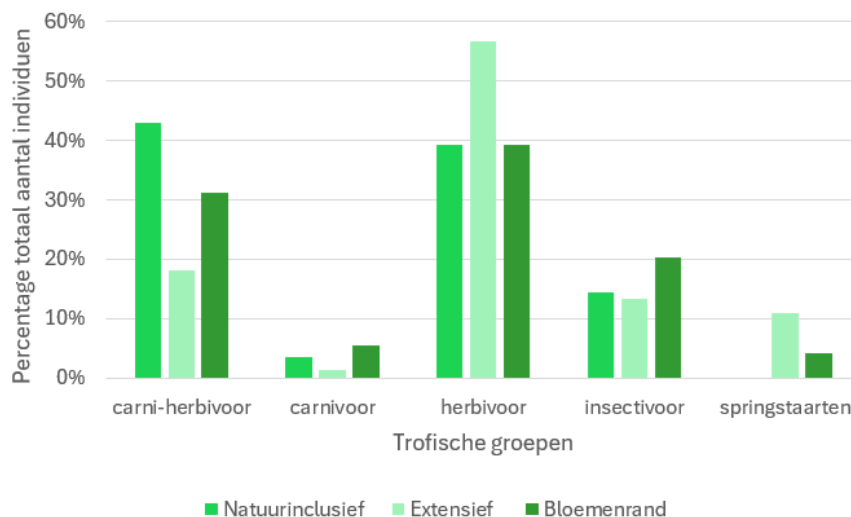
Matig eurytope soorten komen daarentegen het meest voor op beide beheerssystemen (natuurinclusief en extensief), terwijl hun aandeel in de bloemenrand lager ligt. Matig stenotop soorten werden het meest waargenomen in de bloemenrand. Zeer stenotop soorten zijn uitsluitend op de extensieve zijde aangetroffen.



Figuur 26: Procentuele verdeling van loopkeverindividuen per tolerantieklasse, uitgesplitst naar beheerssysteem: natuurinclusief, extensief en bloemenrand. De tolerantieklassen zijn ingedeeld van zeer eurytoop (breed tolerante soorten) tot zeer stenotoop (milieuspecifieke soorten). Letters boven de kolommen geven significante verschillen aan ($p < 0,05$).

Carnivoren en insectivoren loopkevers zijn in hogere aantallen aanwezig in de bloemenrand. In de beheerssystemen worden voornamelijk herbivoren loopkevers aangetroffen. De analyse van trofische groepen toont aan dat herbivore loopkevers dominant aanwezig waren aan de extensieve zijde, waar ze bijna de helft van de gemeenschap vertegenwoordigden. Op de natuurinclusieve zijde werd een meer evenwichtige verdeling waargenomen tussen herbivoren en carni-herbivoren (Figuur 27).

In de bloemenrand was het aandeel per trofische groep gelijkmatiger verdeeld, zonder duidelijke dominantie van een specifieke groep. Het aandeel carnivore soorten bleef laag in de beheerssystemen en de bloemenrand. Insectivore loopkevers bereikten het hoogste aandeel in de bloemenrand, terwijl springstaart-etende soorten vooral op de extensieve zijde voorkwamen.

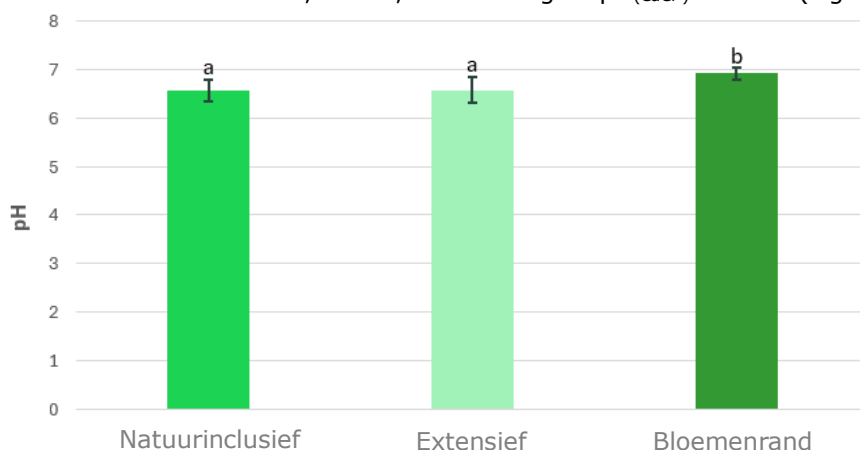


Figuur 27: Procentuele verdeling van loopkeverindividuen per trofische groep, uitgesplitst naar: beheersystemen: natuurinclusief, extensief en bloemenrand. De trofische groepen omvatten carni-herbivoren, carnivoren, herbivoren, insectivoren en springstaarteters. Letters boven de kolommen duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

3.2 Chemische bodemparameters

3.2.1 pH

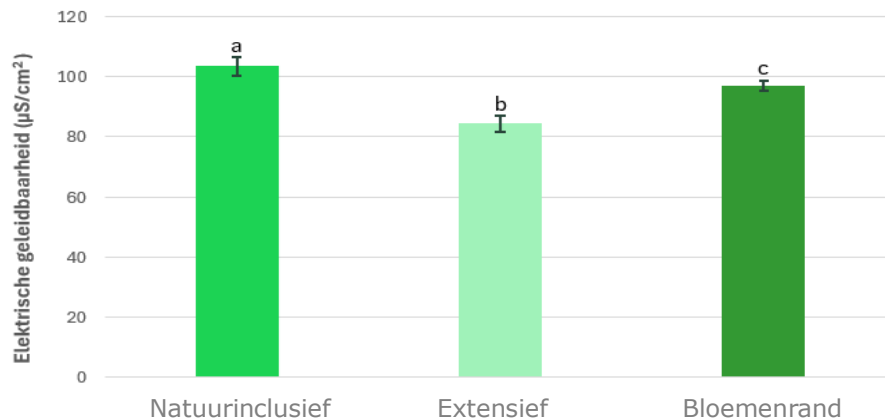
De $pH_{(CaCl_2)}$ -waarde verschilt niet tussen de natuurinclusieve zijde en de extensieve zijde (Post-Hoc Tukey, $p = 0,979$). De $pH_{(CaCl_2)}$ van de bloemenrand is daarentegen hoger dan die van de beheerssystemen (Post-Hoc Tukey, $p < 0,001$). De gemiddelde $pH_{(CaCl_2)}$ op de extensieve zijde is met $6,57 \pm 0,270$ hoger op de natuurinclusieve zijde, die een waarde van $6,56 \pm 0,214$ heeft. De bloemenrand heeft met $6,92 \pm 0,122$ de hoogste $pH_{(CaCl_2)}$ -waarde (Figuur 28).



Figuur 28: Het staafdiagram geeft de gemiddelde $pH_{(CaCl_2)}$ -waarden en standaarddeviaties weer voor de drie onderzochte deellocaties natuurinclusieve zijde, extensieve zijde en bloemenrand. Letters boven de kolommen duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

3.2.2 Elektrische geleidbaarheid

De elektrische geleidbaarheid verschilt tussen de deellocaties (Post-Hoc Tukey, $p < 0,001$). De gemiddelde elektrische geleidbaarheid is met $103,53 \pm 3,006 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ het hoogst bij de natuurinclusieve zijde en is $84,47 \pm 2,755 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ voor de extensieve zijde en $97,12 \pm 1,632 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ voor de bloemenrand (Figuur 29).

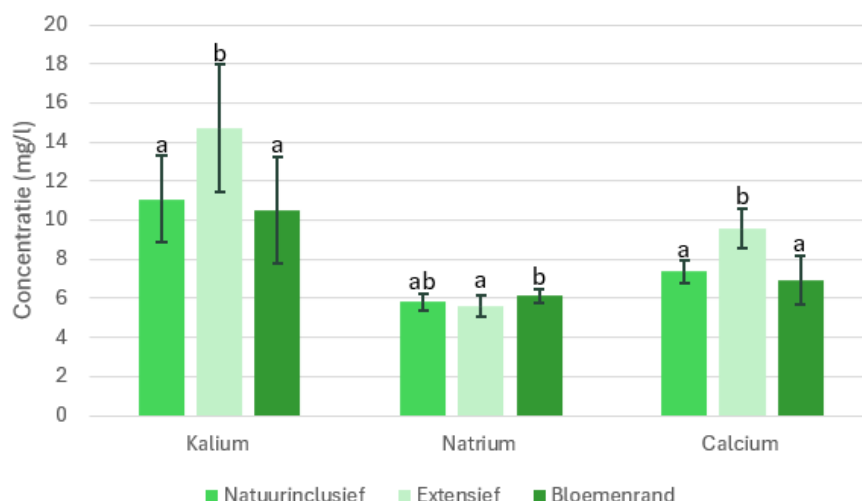


Figuur 29: Het staafdiagram geeft de gemiddelde elektrische geleidbaarheid met standaarddeviatie weer voor de drie onderzochte deellocaties natuurinclusieve zijde, extensieve zijde en bloemenrand. Letters boven de kolommen duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

3.2.3 Kalium, natrium en calcium

De kalium-, natrium-, en calciumgehalten tonen verschillende patronen tussen de twee beheersystemen en de bloemenrand (Figuur 30). Het kaliumgehalte verschilt niet tussen de natuurinclusieve zijde en de bloemenrand (Post-Hoc Tukey, $p = 0,865$). De extensieve zijde verschilt van zowel de bloemenrand als de natuurinclusieve zijde (Post-Hoc Tukey, $p < 0,001$). Het kaliumgehalte is het hoogste op de extensieve zijde met $14,70 \pm 3,262 \text{ mg/l}$ en is $11,07 \pm 2,226 \text{ mg/l}$ voor de natuurinclusieve zijde en $10,50 \pm 2,745 \text{ mg/l}$ voor de bloemenrand.

De bloemenrand heeft een natriumgehalte van $6,14 \pm 0,357 \text{ mg/l}$, hiermee ligt deze hoger dan op de natuurinclusieve zijde $5,80 \pm 0,463 \text{ mg/l}$ en de extensieve zijde, $5,62 \pm 0,544 \text{ mg/l}$. Voor natrium is er een verschil tussen de bloemenrand en de extensieve zijde (Post-Hoc Tukey, $p = 0,020$). Tussen de natuurinclusieve zijde en de bloemenrand (Post-Hoc Tukey, $p = 0,161$) en tussen de natuurinclusieve en extensieve zijde (Post-Hoc Tukey, $p = 0,395$), zijn geen verschillen gevonden. Het calciumgehalte is het hoogst op de extensieve zijde met $9,57 \pm 1,023 \text{ mg/l}$. De natuurinclusieve zijde heeft een calciumgehalte $7,35 \pm 0,593 \text{ mg/l}$ en de bloemenrand $6,92 \pm 1,258 \text{ mg/l}$. Er zijn geen verschillen tussen de natuurinclusieve zijde en de bloemenrand (Post-Hoc Tukey, $p = 0,444$). De extensieve zijde verschilt van zowel de bloemenrand als de natuurinclusieve zijde (Post-Hoc Tukey, $p < 0,001$).



Figuur 30: Het staafdiagram geeft de gemiddelde kalium-, natrium- en calciumgehalten en standaarddeviatie weer voor de drie onderzochte deellocaties natuurinclusieve zijde, extensieve zijde en bloemenrand. Letters boven de kolommen duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

3.2.4 Stikstof

Op de natuurinclusieve zijde is in verloop van het teeltseizoen de tijd minder stikstof vrijgekomen dan op de extensieve zijde (Tabel 2). Hierbij is er wel een verschil in de hoeveelheid stikstof op 11 april op de natuurinclusieve zijde in vergelijking tot de andere metingen.

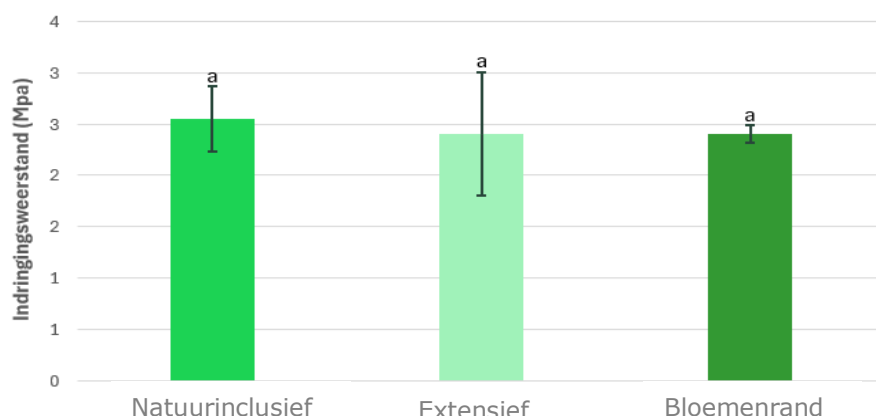
Tabel 2: Stikstofmetingen op het demoveld. De stikstofmetingen zijn handmatig uitgevoerd op de natuurinclusieve en extensieve zijde door teeltadviseur Bram Mulder van Agrifirm.

Datum	Natuurinclusief	Extensief
31 oktober 2024	22 kg N/ha	28 kg N/ha
21 november 2024	16 kg N/ha	22 kg N/ha
12 december 2024	8 kg N/ha	9 kg N/ha
16 januari 2025	9 kg N/ha	11 kg N/ha
14 maart 2025	14 kg N/ha	14 kg N/ha
11 april 2025	40 kg N/ha	14 kg N/ha
30 april 2025	8 kg N/ha	28 kg N/ha
23 mei 2025	12 kg N/ha	20 kg N/ha

3.3 Fysische bodemparameters

3.3.1 Indringingsweerstand

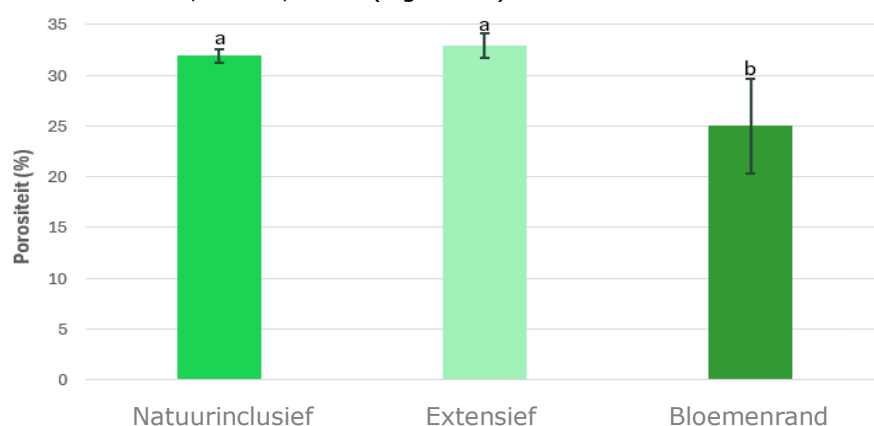
De indringingsweerstand verschilt niet tussen de deellocaties (Mann-Whitney U, $p = 0,082$). De indringingsweerstand is het hoogst in de bloemenrand met $2,70 \pm 0,087$ MPa, voor de natuurinclusieve zijde bedraagt het $2,55 \pm 0,319$ MPa en voor de extensieve zijde $2,14 \pm 0,600$ MPa (Figuur 31).



Figuur 31: Het staafdiagram geeft de gemiddelde indringingsweerstand weer voor de drie onderzochte deelloccaties natuurinclusieve zijde, extensieve zijde en bloemenrand. De foutbalken tonen eenmalig de standaarddeviatie ($\pm 1 \sigma$). Letters boven de kolommen duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

3.3.2 Porositeit

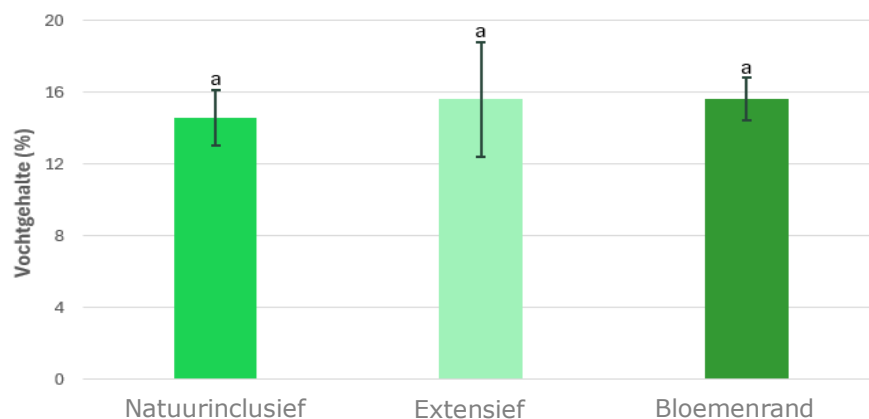
De bloemenrand heeft de laagste porositeit en verschilt met de beheersystemen (Post-Hoc Tukey, $p < 0,01$). De extensieve zijde en natuurinclusieve zijde van het demoveld verschillen van elkaar (Independent Sample t-test, $p = 0,027$). De gemiddelde porositeit is het hoogst voor de natuurinclusieve met $32,89 \pm 0,639\%$, voor de extensieve zijde is het $31,91 \pm 1,201\%$ en voor de bloemenrand $25,00 \pm 4,709\%$ (Figuur 32).



Figuur 32: Het staafdiagram geeft de gemiddelde porositeit weer voor de drie onderzochte deelloccaties natuurinclusieve zijde, extensieve zijde en bloemenrand. De foutbalken tonen eenmalig de standaarddeviatie ($\pm 1 \sigma$). Letters boven de kolommen duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

3.3.3 Vochtgehalte

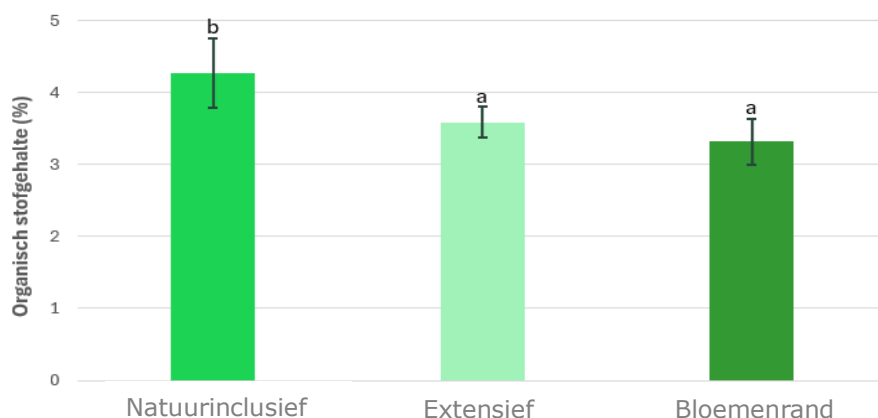
Het vochtgehalte verschilt niet tussen beide beheersystemen en de bloemenrand (Post-Hoc Tukey, $p = 0,683$). De extensieve zijde heeft met $14,84 \pm 1,850\%$ het hoogste vochtgehalte, voor de natuurinclusieve zijde is het $14,31 \pm 1,493\%$ en voor de bloemenrand $13,93 \pm 2,083\%$ (Figuur 33).



Figuur 33: Het staafdiagram geeft de gemiddelde vochtgehalten weer voor de drie onderzochte deellocaties natuurinclusieve zijde, extensieve zijde en bloemenrand. De foutbalken tonen eenmalig de standaarddeviatie ($\pm 1 \sigma$). Letters boven de kolommen duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

3.3.4 Organisch stof

Het organisch stofgehalte verschilt niet tussen de extensieve zijde en de bloemenrand (Post-Hoc Tukey, $p = 0,140$). De natuurinclusieve zijde vertoont daarentegen wel een verschil in vergelijking met zowel de extensieve zijde als de bloemenrand (Post-Hoc Tukey, $p < 0,001$). Het gemiddeld hoogste organisch stofgehalte is gemeten op de natuurinclusieve zijde met $4,27 \pm 0,484\%$, voor de extensieve zijde is dit $3,59 \pm 0,212\%$ en voor de bloemenrand $3,32 \pm 0,320\%$ (Figuur 34).



Figuur 34: Het staafdiagram geeft de gemiddelde organisch stofgehalten weer voor de drie onderzochte deellocaties natuurinclusieve zijde, extensieve zijde en bloemenrand. De foutbalken tonen eenmalig de standaarddeviatie ($\pm 1 \sigma$). Letters boven de kolommen duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

3.4 Biologische bodemparameters

De analyse van de biologische parameters zijn uitgevoerd door Eurofins Agro (Bijlage 17). De schimmel/bacterie-ratio blijkt over de meetjaren hoger op de natuurinclusieve zijde, met name in de laatste meting (21-03-2025) waarin ook het absolute schimmelaandeel duidelijk hoger is. Het totaal aantal bacteriën bleef in beide systemen vergelijkbaar (Tabel 3).

Tabel 3: Sleutelresultaten van de Eurofins Agro analyses voor beide beheersystemen door de jaren heen.

Biologische parameters	Natuurinclusief	Extensief
25-10-2023		
Totaal bacteriën (mg PLFA/kg)	8	9
Totaal schimmels (mg PLFA/kg)	1,2	1,5
Schimmel/bacterie-ratio (mg PLFA/kg)	1,2	1,2
26-03-2024		
Totaal bacteriën (mg PLFA/kg)	7	7
Totaal schimmels (mg PLFA/kg)	1,0	1,1
Schimmel/bacterie-ratio (mg PLFA/kg)	1,2	1,2
21-03-2025		
Totaal bacteriën (mg PLFA/kg)	8	8
Totaal schimmels (mg PLFA/kg)	1,6	1,0
Schimmel/bacterie-ratio (mg PLFA/kg)	1,5	0,8

3.5 Samenhang tussen biodiversiteit en bodemkwaliteit

In dit hoofdstuk worden de afzonderlijke resultaten van de bodemmetingen en biodiversiteit aan elkaar gekoppeld door te kijken naar de mogelijke samenhang tussen deze twee onderdelen. Door de chemische, fysische en biologische bodemparameters naast de biodiversiteitsdata te leggen, ontstaat een overkoepelend beeld van de beheersystemen en de bloemenrand. Dit helpt om de gevonden verschillen beter te begrijpen en mogelijke verklaringen te vinden voor de ecologische patronen die zijn waargenomen.

In de bloemenrand worden de hoogste gemiddelde waardes gemeten. De extensieve zijde laat de laagste gemiddelde waardes zien. De Shannon-Weaver-index verschilt tussen de beheersystemen en de bloemenrand. Tussen de beheersystemen zit statistisch gezien geen verschil (Tabel 4).

Tabel 4: Overzicht van de bodemresultaten, onderverdeeld in chemische, fysische en biologische parameters. De biodiversiteit is weergegeven met de Shannon-Weaver-index. Voor elke parameter zijn het gemiddelde en de standaarddeviatie opgenomen. Verschillende letters duiden significante verschillen aan ($p < 0,05$).

	Natuurinclusief	Extensief	Bloemenrand
Chemisch			
pH	6,56 ($\pm 0,21$) ^a	6,57 ($\pm 0,27$) ^a	6,92 ($\pm 0,12$) ^b
Elektrische geleidbaarheid ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	103,53 ($\pm 3,01$) ^a	84,47 ($\pm 2,76$) ^b	97,12 ($\pm 1,63$) ^c
Kalium (mg/l)	11,07 ($\pm 2,23$) ^a	14,70 ($\pm 3,26$) ^b	10,50 ($\pm 2,75$) ^a
Natrium (mg/l)	5,80 ($\pm 0,46$) ^{ab}	5,62 ($\pm 0,54$) ^a	6,14 ($\pm 0,36$) ^b
Calcium (mg/l)	7,35 ($\pm 0,59$) ^a	9,57 ($\pm 1,02$) ^b	6,92 ($\pm 1,26$) ^a
Fysisch			
Indringingsweerstand (MPa)	2,55 ($\pm 0,32$) ^a	2,14 ($\pm 0,60$) ^a	2,70 ($\pm 0,09$) ^a
Porositeit	31,91 ($\pm 0,64$) ^a	32,89 ($\pm 1,20$) ^a	25,00 ($\pm 4,71$) ^b
Vochtgehalte (%)	14,60 ($\pm 1,49$) ^a	15,57 ($\pm 1,85$) ^a	15,62 ($\pm 2,08$) ^a
Organisch Stofgehalte (%)	4,27 ($\pm 0,48$) ^b	3,59 ($\pm 0,21$) ^a	3,32 ($\pm 0,32$) ^a
Biologisch			
Schimmel/bacterie-ratio (mg PLFA/kg)	1,5	0,8	-

Biodiversiteit			
Shannon-Weaver-index	2,63 ($\pm$ 0,22) ^a	2,47 ($\pm$ 0,23) ^a	3,26 ($\pm$ 0,08) ^b

De multiple linear regression-analyse verklaart 92% van de variantie in biodiversiteit (adjusted R^2 = 0,855) en is significant ($F(9,11) = 14,07$, $p < 0,001$).

De pH, organisch stof, vochtgehalte en indringingsweerstand vertonen een relatie met de Shannon-Weaver-index ($p < 0,01$). De overige bodemparementers, waaronder elektrische geleidbaarheid, kalium, calcium, natrium en porositeit, laten geen verbanden zien met de biodiversiteit binnen dit model (Tabel 5).

Tabel 5: Resultaten van de multiple linear regression tussen bodemeigenschappen en biodiversiteit (Shannon-Weaver-index). Vermeld zijn de regressiecoëfficiënt, p-waarde, significantie en effectrichting per variabele. Significante resultaten ($p < 0,01$) zijn vetgedrukt.

Bodemvariabele	Effectrichting	Regressiecoëfficiënt	p-waarde	Significant?	Interpretatie
pH	Positief (+)	+0,954	0,00017	Ja	Hogere pH → hogere biodiversiteit
Elektrische geleidbaarheid	Positief (+)	+0,001	0,834	Nee	Geen duidelijk effect
Kalium	Negatief (-)	-0,020	0,199	Nee	Geen duidelijk effect
Natrium	Positief (+)	+0,029	0,842	Nee	Geen duidelijk effect
Calcium	Negatief (-)	-0,002	0,296	Nee	Geen duidelijk effect
Indringingsweerstand	Positief (+)	+0,296	0,0037	Ja	Meer weerstand → hogere biodiversiteit
Porositeit	Negatief (-)	-0,0098	0,603	Nee	Geen duidelijk effect
Vochtgehalte	Negatief (-)	-0,181	0,0030	Ja	Hoger vocht → lagere biodiversiteit
Organisch stof	Negatief (-)	-0,337	0,0025	Ja	Meer organisch stof → lagere biodiversiteit

4. Discussie en conclusie

Binnen dit onderzoek is antwoord verkregen op de volgende hoofdvraag 'Hoe verschillen de biodiversiteit, biologische, chemische en fysische bodemparemeters tussen een natuurinclusieve en extensieve bollenteelt op het demoveld, en wat is de samenhang tussen bodemgezondheid en biodiversiteit?'. Uit dit onderzoek is te concluderen dat de biodiversiteit verschilt tussen de twee beheerssystemen op het demoveld. Dit kan worden veroorzaakt door de houtvezellaag aan de natuurinclusieve zijde, wat mogelijk een negatieve invloed heeft op de biodiversiteit. De extensieve zijde herbergde hogere aantallen en een grotere variatie aan soorten, die duiden op een hoge habitatkwaliteit. Dit wijst erop dat het extensieve beheer gunstige condities biedt voor zowel algemene als zeldzame soorten. Het aantreffen van *A. stierlini* in dit onderzoek, na slechts enkele jaren van extensief beheer is dan ook opmerkelijk en kan worden gezien als een positief signaal dat de habitatkwaliteit zich in de juiste richting ontwikkelt. De verschillen in chemische, fysische en biologische bodemparemeters tussen de twee beheerssystemen zijn verwaarloosbaar. De exacte effecten van natuurinclusieve en extensieve teelt op de bodemparemeters en daarmee op de bodemkwaliteit, blijven onduidelijk. De waargenomen verschillen in bodemparemeters kunnen niet eenduidig worden gekoppeld aan de toegepaste teeltmethoden. Hiermee zijn dus geen concrete verschillen in bodemkwaliteit vastgesteld tussen de twee beheerssystemen. Alleen de variaties in kalium-, calcium- en stikstofgehalte lijken het gevolg van verschillen in gebruikte meststoffen.

Samenhang biodiversiteit en bodemkwaliteit

Er is een verband aangetoond tussen pH, indringingsweerstand, vochtgehalte en organisch stofgehalte. Deze verbanden komen echter niet sterk overeen met bevindingen uit de literatuur. Er is geen overtuigend bewijs dat veranderingen in biodiversiteit of bodemparemeters direct invloed op elkaar uitoefenen. Om de exacte relaties tussen bodemparemeters en biodiversiteit vast te kunnen stellen, is verder onderzoek noodzakelijk.

De multiple-regressieanalyse toont aan dat een hogere pH en indringingsweerstand samenhangen met een toename in biodiversiteit. Een verhoogde pH kan de bodemkwaliteit verslechteren doordat de beschikbaarheid van nutriënten zoals ijzer, mangaan, borium, zink, koper en fosfaat afneemt, wat indirect kan leiden tot een afname van biodiversiteit vanwege de nauwe samenhang tussen bodemkwaliteit en biodiversiteit (Evers, z.d.; NutriNorm, 2021; Informatiepunt Leefomgeving, z.d.). Zowel een te lage als een te hoge pH beïnvloedt de hoeveelheid aan micro-organismen in de bodem negatief (Naz et al., 2022). Dit leidt tot een slechte bodemstructuur, verminderde nutriëntenopname door de plant, minder koolstofopslag en een lagere ziekte tolerantie, waardoor de bollen minder goed groeien (Blackman, 2018). Een hogere indringingsweerstand wijst op verdichting van de bodem. Hierdoor neemt het waterdoorlatende vermogen, de bodemstructuur en beworteling af (European Commission, Joint Research Centre, 2013). Bodemorganismen kunnen de bodem daardoor minder goed binnendringen en gangen graven, wat hun functioneren belemmert (Gregory et al., 2015).

Een hoger vochtgehalte en organisch stofgehalte gaan volgens de multiple-regressieanalyse gepaard met een afname in biodiversiteit. Een langdurige periode van een hoog vochtgehalte kan leiden tot anaerobe omstandigheden in de bodem en veroorzaakt een vermindering van biodiversiteit (Seng et al., 2005). Een tijdelijk hoog vochtgehalte stimuleert bodemorganismen en veroorzaakt een hogere biodiversiteit (Koeienkansen, 2024; W01.01 Agrarisch Waterbeheergebied - BIJ12, 2023). Er is geen bewijs dat een hoger organisch stofgehalte een lagere biodiversiteit veroorzaakt. Integendeel, een verhoogd organisch stofgehalte zorgt voor een betere bodemstructuur en biodiversiteit (Bot et al., 2005; Xu et al., 2012).

Effect van houtvezellaag

Aan de natuurinclusieve zijde van het demoveld zijn lagere aantallen en minder soorten loopkevers gevangen. Loopkevers zijn sterk gebonden aan vegetatietype en bodemomstandigheden, waarbij open, zandige bodems en kruidenrijke vegetatie gunstig zijn voor hun vestiging en activiteit (Verdonschot et al., 2007). Het grootste verschil in de beheersmaatregelen op het demoveld is de aanwezigheid van een dennensnipperhoutvezellaag aan de natuurinclusieve zijde. De overige verschillen in beheersmaatregelen lijken geen bepalende rol te spelen op de aanwezige biodiversiteit

op het demoveld. Dergelijke houtvezellagen hebben vaak een positief effect op de bodemstructuur, vochtregulatie en organisch stofgehalte. De resultaten uit dit onderzoek tonen echter een tegengestelde ecologische uitkomst (Bogunović & Filipović, 2023).

Potvallen toonden significant meer individuen en families aan de extensieve zijde. Aangezien deze valmethode voornamelijk bodemgebonden insecten in kaart brengt, suggereert dit dat de houtvezellaag een versturende invloed heeft op soorten die op of net onder het bodemoppervlak leven. Dit patroon wordt ondersteund door plakvallen, die zijn minder gevoelig voor bodemeffecten en lieten geen significant verschil zien tussen beide zijden. Hieruit volgt dat de belangrijkste verschillen zich in of direct op de bodem afspeelen.

De analyse van de bloemenrand lijkt een effecten te tonen van de houtvezellaag. De bloemenrand trekt veel insecten aan, met hoge aantallen en soortenrijkdom. Wat echter opvalt, is dat na deze rand geen geleidelijke afname plaatsvindt in aantallen of families, maar eerder een abrupte en significante daling bij de eerste rij (11 meter), die doorzet tot aan de heg (tussen 33 en 44 meter). Pas daarna nemen aantallen en diversiteit weer toe. Dit wijst op een barrièrewerking van de houtvezelbedekking op het demoveld. Dergelijke patronen zijn ook beschreven door Gayer et al. (2021) en Krimmer et al. (2019), waar functionele bloemenranden slechts effectief bleken indien de omliggende microhabitats geschikt waren voor vestiging en voortplanting.

Een hoger organisch stofgehalte aan de natuurinclusieve zijde (4,27%), in vergelijking met de extensieve zijde (3,59%) kan ook worden verklaard door de houtvezellaag. Dit hogere organisch stofgehalte blijkt echter niet direct functioneel. Hoewel organisch stof normaliter de binding van nutriënten als kalium en calcium bevordert, zijn de gehalten van deze elementen hoger aan de extensieve zijde. Mogelijk worden houtvezeldeeltjes in bodemmonsters als organisch stof gemeten, zonder al functioneel bij te dragen aan bodemvruchtbaarheid (Bajorienė et al., 2013; Handboek Bodem & Bemesting, z.d.-c). In het algemeen varieert het organisch stofgehalte op akkers tussen de 2 en 10%, hierbij geldt dat hoe hoger het organisch stofgehalte is, hoe beter de bodemkwaliteit (Van Eekeren & Bokhorst, 2009). De streefwaarde voor organisch stof in de akkerbouw ligt rond de 3%, daarmee valt het gemeten organisch stofgehalte binnen de streefwaarde (NutriNorm, z.d.-a; Zwart et al., 2013).

Samengenomen wijst dit erop dat de houtvezellaag mogelijk ecologisch ongeschikt is voor een groot deel van de bodemfauna op het demoveld. De unieke duinzandgronden in de Bollenstreek bepalen in sterke mate welke soorten er kunnen voorkomen en domineren het bodemleven in deze regio, de houtvezellaag zorgt hierbij mogelijk voor een verstoring (Van Duin, 2023; Van Vilsteren & Trip, 2023). Op het demoveld zijn echter verschillende factoren van toepassing die mogelijk de biodiversiteit op de natuurinclusieve zijde hebben beïnvloed, zoals het droge teeltseizoen. De houtvezellaag lijkt echter een bepalende factor voor verminderde biodiversiteit aan de natuurinclusieve zijde op het demoveld. Dergelijke houtvezellagen zijn wel belangrijk voor de onkruidonderdrukking en een verbeterde bodemstructuur, maar vormt in dit geval mogelijk een barrière voor de vestiging van insectengemeenschappen op het demoveld. Daarbij kan de houtvezellaag de werking van biodiversiteit bevorderende maatregelen, zoals de bloemenrand verstoren.

Hoewel extensief telen een positief effect lijkt te hebben op de biodiversiteit, zijn daar wel gewasbeschermingsmiddelen toegepast. Gewasbeschermingsmiddelen kunnen mogelijk schade verrichten aan het brede ecosysteem. Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de intensieve bollenteelt is al langere tijd onderwerp van een maatschappelijk debat, ook in de Bollenstreek. Omwonende en natuurorganisaties maken zich zorgen over de mogelijke effecten op de omgeving, zoals schade aan insecten, vogels, de volksgezondheid en de waterkwaliteit. Tegelijkertijd is de inzet ervan noodzakelijk om de hoge productie- en kwaliteitsstandaarden van de bollenteelt te kunnen handhaven. Het maatschappelijk debat rondom het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de bollenteelt onderstreept dat onkruidbeheer een lastig en gelaagd vraagstuk is, waarbij elk systeem zijn eigen voor- en nadelen kent. Voor het demoveld lijkt de houtvezellaag geen oplossing te zijn.

voor het probleem, wat het belang benadrukt van het blijven zoeken naar duurzame en effectieve alternatieven.

Effect van bloemenrand

De analyse van de bloemenrand toonde aan dat na de bloei een duidelijke toename ontstond in het aantal families zichtbaar vanaf 44 meter, met pieken bij 55 en 66 meter. Dit valt deels samen met een ontstane onkruidrand aan het uiteinde van het veld, waarin onder andere moerasplanten voorkwamen. Zulke overgangen bieden verschillende microhabitats en kunnen daardoor aantrekkelijk zijn voor insectensoorten die gebruik maken van nectar, beschutting en voortplantingsmogelijkheden (Lahr et al., 2005).

Binnen de functionele groepen valt op dat aan de natuurinclusieve zijde relatief meer carnivoren zijn aangetroffen. Dit hangt vermoedelijk samen met de hogere dichtheid aan kruidenrijke vegetatie en onkruid, die zorgen voor een rijk aanbod aan prooien en schuilplaatsen. Kortschildkevers lijken hier sterk op te hebben geprofiteerd (Van Gils et al., 2011). Bestuivers kwamen vooral in de eerste meetrondes voor, dit is in lijn met de bloei van het gewas (Westphal et al., 2003; Guzman et al., 2019). De latere toename van parasitoïden volgt een bekend patroon waarin zij verschijnen na hun gastheersoorten, zoals bladluizen of vliegen, die op hun beurt afhangen van vegetatieontwikkeling en temperatuur (Engel et al., 2025; Hopper et al., 2018). Deze patronen bevestigen het tijdsafhankelijke karakter van functionele samenstellingen binnen insectengemeenschappen (Crist & Peters, 2014; Marrec et al., 2021).

Loopkevers bleken sterk te reageren op kleinschalige habitatverschillen binnen het demoveld. De NMDS-ordinatie toonde deels overlappende gemeenschappen tussen beheersystemen, maar met duidelijke verschillen in soortensamenstelling. Vooral de bloemenrand liet een unieke soortensamenstelling zien zonder overlap met de beheersystemen, wat wijst op een uitgesproken habitatvoorkeur, vermoedelijk beïnvloed door vegetatiestructuur en microklimaat (Agrarisch Collectief Haarlemmermeer, 2021). Desondanks breiden soorten uit de bloemenrand zich slechts beperkt uit naar het gewas. De verklaring hiervoor is dat akkerfauna grotendeels bestaat uit verstoringsresistente soorten, terwijl juist de akkerranden ruimte bieden voor specialistische, lokale soorten (Turin & Van Alebeek, 2007).

De overlap tussen de natuurinclusieve en extensieve en zijde bestaat grotendeels uit eurytope soorten en taxa geassocieerd met rietlanden, polders en oevers, wat logisch is gezien de waterstructuren rondom het veld (Hoogheemraadschap van Rijnland, 2021). Ook is er een patroon aan de extensieve zijde, waar meerdere soorten voorkomen die typisch zijn voor open zandige bodems, waaronder enkele echte duinsoorten. Dit duidt erop dat extensief beheer in combinatie met zandige condities kansen biedt voor zeldzame, warmteminnende specialisten, zoals *Harpalus anxius* en *Amara lucida*, dezelfde soorten die ook zijn aangetroffen in extensief beheerde percelen in het Buijtenland van Rhon (Heijerman & Noordijk, 2021). Aan deze zijde werd bovendien een stenotope soort aangetroffen, *Asaphidion stierlini*. De aanwezigheid van deze habitat-specialist wijst op een hoge ecologische kwaliteit (Van Vorst et al., 2002).

De analyse van de trofische groepen laat zien dat herbivore en carni-herbivore soorten dominant waren in de beheerssystemen en de bloemenrand. In het bijzonder domineerden herbivoren op de extensieve zijde, terwijl op de natuurinclusieve zijde een meer evenwichtige verdeling zichtbaar was tussen herbivoren en carni-herbivoren. Ook in de bloemenrand werden deze twee groepen het meest aangetroffen, met een relatief gelijkmatige verdeling. De hoge dichtheid aan onkruid op het demoveld kan hier een belangrijke rol spelen, het biedt zowel voedsel (zaden) als beschutting (Van der Weide, 2005). Herbivore soorten uit de genera *Harpalus* en *Amara* profiteerden hier zichtbaar van. Ze spelen mogelijk zelfs een functionele rol in natuurlijke onkruidonderdrukking, zoals eerder is aangetoond in studies waarin loopkevers tot wel 1000 zaden per vierkante meter konden consumeren (Woldwijk, 2025).

De werking van de bloemenrand lijkt een belangrijke factor voor het verbeteren van de biodiversiteit in de Bollenstreek. De bloemenrand herbergde diverse insectenfamilies en loopkevers. De

bloemenrand stimuleert natuurlijke processen, wat een positief effect kan hebben op de biodiversiteit op het demoveld. Daarnaast toonde de analyse van plaaginsecten aan dat deze weliswaar in hoge aantallen in de bloemenrand aanwezig waren, maar zich niet direct massaal verspreidden naar het nabije gewas. De hogere aantallen verderop in het veld vielen samen met de onkruidrand, wat suggereert dat aanvullende randstructuren een grotere rol spelen in hun uiteindelijke verspreiding. Dit onderstreept dat een bloemenrand niet automatisch leidt tot verhoogde plaagdruk in het gewas.

Verskil in meststoffen

De chemische bodemparameters op het demoveld laten duidelijke verschillen zien tussen beide beheersystemen. Zo zijn de gehalten aan kalium, calcium en stikstof lager aan de natuurinclusieve zijde. Dit verschil kan verklaard worden door het verschil in gebruikte meststoffen, aan de natuurinclusieve zijde zijn luzernekorrels en Physiomag toegepast, terwijl aan de extensieve zijde Physiomag en TopCote 44-0-0 zijn gebruikt. Luzernekorrels zijn een organische meststof die sterk afhankelijk is van microbiële afbraak onder vochtige omstandigheden (FAO, 2002). Door het droge groeiseizoen was het bodemleven minder actief, wat de beperkte beschikbaarheid van nutriënten uit deze meststof verklaart (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, 2025; Van der Meer, 2025). Het vochtgehalte in beide systemen lag onder het gemiddelde voor zandgronden (15–25%), wat dit ondersteunt (Certified Crop Advisor, z.d.; Gould, 2024).

Opvallend is het verhoogde schimmelgehalte aan de natuurinclusieve zijde. Dit kan eveneens worden toegeschreven aan het gebruik van luzernekorrels. Onderzoek toont aan dat organische meststoffen het schimmelijk kunnen stimuleren (Zhang et al., 2018; Widiastuti et al., 2025). Ook de pH-waarde speelt hierbij een rol. Een hogere pH bevordert bacteriën ten opzichte van schimmels, doordat bacteriën beter functioneren onder neutrale omstandigheden (Handboek bodem & bemesting, z.d.-a; Yu Shi, 2021). De $pH_{(CaCl_2)}$ op de extensieve zijde is iets hoger, wat mogelijk bijdraagt aan de lagere schimmel/bacterie verhouding. De gemeten $pH_{(CaCl_2)}$ -waarden liggen voor beide beheersystemen boven het optimale bereik voor narcissen, 6,0–6,5 (Plant Care Tools, 2022). De streefwaarden van de pH voor zee- en duinzandgronden met een organisch stofgehalte van 3-5% is ongeveer 6,4 hier vallen de gemeten $pH_{(CaCl_2)}$ -waarde binnen (Bokhorst et al., 2008; Voorde, 1957). De hogere $pH_{(CaCl_2)}$ past ook binnen het patroon van de Bollenstreek, waar pH-waarden rond 7,0 gebruikelijk zijn (Mantel et al., 2017; Reuler, 2009).

Samenvattend tonen de bodemresultaten geen afwijkingen ten opzichte van literatuur. De verschillen in meststoffen lijken lokaal invloed te hebben gehad op nutriëntenbeschikbaarheid en bodemleven, maar de algemene bodemkwaliteit is vergelijkbaar tussen beide systemen.

Vergelijking vorig monitoringsonderzoek

In het kader van meerjarig onderzoek is deze studie een vervolg op metingen die vorig jaar op hetzelfde demoveld zijn uitgevoerd. Waar in het eerdere onderzoek geen verschillen in insectenactiviteit tussen de natuurinclusieve en extensieve zijde werden vastgesteld, tonen de resultaten uit dit onderzoek wel duidelijke verschillen aan, met name in de potvalgegevens. Dit suggereert dat bepaalde groepen insecten, in tegenstelling tot eerdere aannames, zich niet vrij over het veld verspreiden, met als voorbeeld de loopkeverpopulatie die duidelijke verschillen toont tussen de beheersystemen. Tegelijkertijd sluiten de plakvalresultaten aan bij het vorige onderzoek, waarin ook weinig verschil tussen de zijdes werd waargenomen, mogelijk door de hogere mobiliteit van vliegende insecten. Net als in het eerdere onderzoek is in dit onderzoek geen effect van de heg aangetoond op de verspreiding of samenstelling van de insectengemeenschap.

Conclusie

Dit onderzoek toont aan dat extensief beheer op het demoveld en mogelijk in de Bollenstreek, bijdraagt aan het behoud en herstel van karakteristieke, inheemse soorten die sterk verbonden zijn aan open, zandige bodems zoals die in het duingebied voorkomen. De aanwezigheid van duinspecialisten en stenotope soorten op de extensieve zijde tonen de potentie van dit type beheer voor ecologische verrijking binnen het agrarisch landschap. Dit onderzoek benadrukt hiermee het belang van natuurinclusieve en extensieve teeltmethoden in de bollenstreek, een regio waar natuur

en landbouw sterk verweven zijn. Resultaten zoals deze kunnen richting geven aan duurzaam beheer in de Bollenstreek en vergelijkbare zandgronden. Een beperking van dit onderzoek is dat de uiteindelijke opbrengstgegevens van de bloembollen nog niet beschikbaar zijn. Deze informatie is relevant om ecologische inzichten te combineren met economische opbrengsten en zal in toekomstig onderzoek moeten worden meegenomen. Er zijn echter nog genoeg vragen te beantwoorden als het gaat over gewasbeschermingsmiddelen, natuurinclusieve en extensieve landbouw, onkruidonderdrukking en biodiversiteit bevorderende maatregelen, zoals de heg en bloemenrand.

5. Aanbevelingen

5.2.1 Telers

Op basis van de bevindingen uit dit onderzoek zijn een aantal aanbevelingen opgesteld voor de komende teeltseizoenen.

Allereerst wordt geadviseerd om voor beide beheersystemen dezelfde meststoffen toe te passen. Uit de resultaten blijkt namelijk dat de huidige verschillen in bodemkwaliteit grotendeels te herleiden zijn tot het gebruik van verschillende meststoffen en niet zozeer tot het verschil in natuurinclusief en extensief telen. Door de verschillen tussen beide zijde van het veld te beperken, ontstaat een eerlijkere vergelijking tussen de beheersystemen. Hiermee kunnen de invloeden van natuurinclusief en extensief telen op de bodemkwaliteit beter worden beoordeeld.

Daarnaast wordt geadviseerd om te stoppen met het gebruik van de houtvezellaag. In de praktijk blijkt de houtvezellaag een negatief effect te hebben op de aanwezigheid van bodeminsecten op het demoveld. Dit teeltseizoen heeft de houtvezellaag ook weinig bijgedragen aan de onkruidonderdrukking. Deze twee aspecten maken de houtvezellaag niet geschikt. Een alternatief voor de houtvezellaag is (mechanisch) schoffelen. Mechanisch schoffelen kan leiden tot directe sterfte en verstoring van loopkevers en andere bodeminsecten, vermindert de schuilmogelijkheden en verlaagt de prooibeschikbaarheid. Uit veldstudies blijkt dat populaties van loopkevers zich vaak relatief snel kunnen herstellen van incidentele mechanische verstoringen, vooral als er voldoende ongestoorde schuilplaatsen in de omgeving aanwezig zijn (Holland & Luff, 2000). De aanwezigheid van de bloemenrand, de heg en de onkruidrand gaat hierin belangrijk zijn.

Tot slot wordt geadviseerd om voorafgaand aan het teeltseizoen een afzonderlijke kwaliteitsbeoordeling van de bollen uit te voeren voor zowel de natuurinclusieve als de extensieve zijde. Wanneer na de teelt eenzelfde kwaliteitsbeoordeling plaats vindt kan het verschil in opbrengst tussen de verschillende beheersystemen worden bepaald. Voor het bepalen van de opbrengst zijn meerdere mogelijkheden. Hierbij wordt aangedragen om voor beide zijdes een steekproef te nemen waarbij gekeken wordt naar het gewicht van de bollen en de inhoudsstoffen van de bol. Op deze manier kunnen de effecten van natuurinclusief en extensief telen op de opbrengst van de bollen worden beoordeeld.

5.2.2 Vervolgonderzoek

Indien dit onderzoek in een ander teeltseizoen wordt herhaald, zijn er enkele aandachtspunten en adviezen voor vervolg onderzoeksgroepen.

Natuurinclusieve en extensieve beheermethoden bieden beide potentie voor het verbeteren van biodiversiteit en bodemkwaliteit binnen de bollenteelt. Op basis van dit onderzoek kan echter nog niet worden geconcludeerd welke van de twee methoden effectiever is. Het wordt daarom aanbevolen om beide beheersystemen verder te onderzoeken en hun potentie in kaart te blijven brengen. Door langdurig en meerjarig onderzoek uit te voeren onder vergelijkbare omstandigheden, kan worden vastgesteld of er structurele ecologische en bodemfysiologische verschillen ontstaan tussen de beheermethoden. Dit biedt inzicht in de mate waarin natuurinclusieve en extensieve teelt op de lange termijn kunnen bijdragen aan een duurzame en toekomstgerichte bollenteelt.

Om een goed onderbouwd beeld te krijgen van de effecten van de houtvezellaag op de biodiversiteit, wordt aanbevolen om vervolgonderzoek uit te voeren naar het gedrag en de aanwezigheid van insecten in relatie tot de houtvezellaag. Hierbij is het van belang om zowel functionele groepen (zoals bestuivers, bodembewoners en predatoren) als seizoensgebonden variatie mee te nemen, zodat de ecologische impact van de houtvezellaag beter kan worden vastgesteld.

Hoewel de heg momenteel nog geen zichtbaar effect heeft op de biodiversiteit, is het mogelijk dat dit komt doordat de heg nog steeds niet volledig is ontwikkeld. Aanbevolen wordt om het onderzoek in de komende jaren voort te zetten om te beoordelen of de heg op langere termijn wel bijdraagt aan hogere biodiversiteit.

Het is niet noodzakelijk om de korrelgrootte en bodemprofielanalyse opnieuw uit te voeren. Deze parameters veranderen op de korte termijn nauwelijks, waardoor herhaling van deze analyses weinig toegevoegde waarde heeft.

Het is bovendien aan te bevelen om de resultaten van gevonden organismen te vergelijken met de gegevens uit dit onderzoek. Hierdoor kunnen eventuele patronen en verschillen voor de biodiversiteit en bodemkwaliteit worden vastgesteld. Dit kan een beter beeld schetsen over de invloeden van de beheersystemen en mogelijk voor nieuwe inzichten zorgen.

Tot slot wordt aanbevolen om aanvullend onderzoek uit te voeren naar biodiversiteit en bodemkwaliteit op percelen met intensieve bollenteelt. Een geschikte methode is om metingen uit te voeren op akkers, direct grenzend aan het huidige demoveld. Hierbij wordt geadviseerd om zowel aan de veldrand (bij voorkeur langs het water) als in het midden van de akker te monitoren. Op deze manier ontstaat een directe en representatieve vergelijking tussen intensieve, extensieve en natuurinclusieve teelt binnen een vergelijkbaar landschappelijk en beheercontext.

Bibliografie

Agrarisch Collectief Haarlemmermeer. (2021). Monitoring Loopkevers/GLB-pilot akkerbelt Haarlemmermeer.

Bajorienė, K., Jodaugienė, D., Pupalienė, R., & Sinkevičienė, A. (2013). Effect of organic mulches on the content of organic carbon in the soil. *Proceedings Of the Estonian Academy of Sciences Biology Ecology*, 62 (2), 100.

Barberi, P. (2015). Functional biodiversity in organic Systems: the way forward? *Sustainable Agriculture Research*, 4 (3), 26.

Blackman, C. (2018). Het bodemvoedselweb (wat eet wat) (Martijn van der Spoel, Vert.). *Bomen*, 44.

Bloem, J., Heinen, M., Knotters, M., Korthals, G., Romkens, P., Van Den Elsen, E., (2019). Noodzakelijke indicatoren voor de beoordeling van de gezondheid van de Nederlandse landbouwbodems. Wageningen Environmental Research.

Bogunović, I., & Filipović, V. (2023). Mulch as a nature-based solution to halt and reverse land degradation in agricultural areas. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 34, 100488.

Bokhorst, J., Van Leeuwen, Y., & Ter Berg, C. (2008). Bodem en bemesting in de bollenteelt.

Bosch, J. H. A. & Geo-Kartering Noord- en Oost-Nederland. (2000). Standaard BoOR beschrijvingsmethode versie 5.1 (NITG 00-141-A).

Bot, A., Benites, J., & Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2005). The importance of soil organic matter: Key to drought-resistant soil and sustained food production (book Nr. 80). Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Certified Crop Advisor study resources (Northeast region). (z.d.). Soil hydrology AEM. Geraadpleegd op 12 juni 2025, van <https://nrcca.cals.cornell.edu/soil/CA2/CA0212.1-3.php>

Chemielab. (2024). Bodembepalingen v 0.3: Bepalingen in bodem en water. Concept Dictaat 2024, HAS Green Academy Den Bosch, 59 p.

Clark, M. S., Gage, S. H., & Spence, J. R. (1997). Habitats and Management Associated with Common Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) in a Michigan Agricultural Landscape. *Environmental Entomology*, 26 (3), 519–527.

Daberkow, S. G., & Reichelderfer, K. H. (1988). Low-Input Agriculture: Trends, Goals, and Prospects for Input Use. *American Journal of Agricultural Economics*, 70 (5), 1159–1166.

Dainese, M., Martin, E. A., Aizen, M. A., Albrecht, M., Bartomeus, I., Bommarco, R., Carvalheiro, L. G., Chaplin-Kramer, R., Gagic, V., Garibaldi, L. A., Ghazoul, J., Grab, H., Jonsson, M., Karp, D. S., Kennedy, C. M., Kleijn, D., Kremen, C., Landis, D. A., Letourneau, D. K., . . . Steffan-Dewenter, I. (2019). A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. *bioRxiv* (Cold Spring Harbor Laboratory).

EIS. (z.d.). Determinatiesleutels en verspreidingsgegevens van Nederlandse insecten. Kenniscentrum Insecten – EIS Nederland. Geraadpleegd op 27 juni 2025, van <https://www.eis-nederland.nl/>

Engel, E., Lau, D., & Godoy, W. A. C. (2025). Aphids and their parasitoids persist using temporal pairing and synchrony. *Environmental Entomology*.

Esri (2025), World Imagery (Firefly), 1:439, ArcGIS Pro

Eurofins Agro. (z.d.-a). BodemCheck. Geraadpleegd op 21 februari 2025, van <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/bodemcheck>

Eurofins Agro. (z.d.-b). BodemlevenMonitor. Geraadpleegd op 21 februari 2025, van <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/bodemlevenmonitor>

European Commission, Joint Research Centre. (2013). Verdichting. In Routeplanner Bodemambities, Factsheet.

Evers, M. (z.d.). pH van een grond. Greenkeeper 38–39.

FAO [Food and Agriculture Organization of the United Nations]. (2002). Chapter 4. Synthesis of recent biodrainage related literature. Geraadpleegd op 12 juni 2025, van

Gaudin, A. C. M., Tolhurst, T. N., Ker, A. P., Janovicek, K., Tortora, C., Martin, R. C., & Deen, W. (2015). Increasing Crop Diversity Mitigates Weather Variations and Improves Yield Stability. *PLoS ONE*, 10 (2), e0113261.

Gayer, C., Berger, J., Dieterich, M., Gallé, R., Reidl, K., Witty, R., Woodcock, B. A., & Batáry, P. (2021). Flowering fields, organic farming and edge habitats promote diversity of plants and arthropods on arable land. *Journal Of Applied Ecology*, 58 (6), 1155–1166.

Gould, S. (2024, 15 mei). A Guide to Soil Moisture. ConnectedCrops.

Gregory, A. S., Ritz, K., McGrath, S. P., Quinton, J. N., Goulding, K. W. T., Jones, R. J. A., Harris, J. A., Bol, R., Wallace, P., Pilgrim, E. S., & Whitmore, A. P. (2015). A review of the impacts of degradation threats on soil properties in the UK. *Soil Use and Management*, 31 (S1), 1–15.

Guzman, A., Chase, M., & Kremen, C. (2019). On-Farm Diversification in an Agriculturally Dominated Landscape Positively Influences Specialist Pollinators. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3.

Handboek bodem & bemesting. (z.d.-a). Effect pH op bodemleven. Geraadpleegd op 12 juni 2025, van <https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/ingangen/handeling/ph-en-bekalking/effect-ph-op-bodemleven.htm>

Handboek bodem & bemesting. (z.d.-b). Organische-Stofbalans. Geraadpleegd op 12 juni 2025, van <https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/ingangen/handeling/organische-stofbeheer/organische-stofbalans.htm>

Heijerman, T. & Jinze Noordijk. (2021). Loopkevers van akkerlandschap Rhooen. In *Nederlandse Entomologische Mededelingen* (Vol. 6, pp. 54–76).

Hoek, J., Van Balen, D., Haagsma, W., Van Den Berg, W., Van Asperen, P., Sukkel, W., De Haan, J., & Bloem, J. (2019). Bodemindicatoren in BASIS: Identificatie van de belangrijkste biologische en chemische bodemparameters ("bodemindicatoren") in het project BASIS over de periode 2009-2016.

Holland, J., & Luff, M. (2000). The effects of agricultural practices on carabidae in temperate agroecosystems. *Integrated Pest Management Reviews*, 5(2), 109–129.

Hoogheemraadschap van Rijnland. (2021). De blauwe lens op de duin- en Bollenstreek.

Hooper, D. U., Chapin, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J. H., Lodge, D. M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A. J., Vandermeer, J., & Wardle, D. A. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75 (1), 3–35.

Hopper, K. R., Oppenheim, S. J., Kuhn, K. L., Lanier, K., Hoelmer, K. A., Heimpel, G. E., Meikle, W. G., O'Neil, R. J., Voegtlin, D. G., Wu, K., Woolley, J. B., & Heraty, J. M. (2018). Counties not

countries: Variation in host specificity among populations of an aphid parasitoid. *Evolutionary Applications*, 12 (4),

Hunt-Joshi, T. R., Blossey, B., & Root, R. B. (2004). Root and leaf herbivory on *Lythrum salicaria*: implications for plant performance and communities. *Ecological Applications*, 14 (5), 1574–1589.

Informatiepunt Leefomgeving. (z.d.). Bodemambities voor biodiversiteit in de bodem. Geraadpleegd op 13 juni 2025, van <https://iplo.nl/thema/bodem/bodembeleid/bodemambities/biodiversiteit-bodem/>

Kemmers, R. H., Bloem, J., Faber, J. H., Jagers op Akkerhuis, G. A. J. M., & Alterra. (2007). Bodemkwaliteit en bodembiodiversiteit bij natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden. In Alterra-Rapport 1523 (pp. 7–49) [Report]. Alterra, Wageningen.

Koeienenkansen. (2024). Zandgrond te nat of te droog? Beide vragen een verschillende aanpak. In koeienenkansen.nl.

Koivula, M. (2011). Useful model organisms, indicators, or both? Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) reflecting environmental conditions. *ZooKeys*, 100, 287–317.

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut. (2025). KNMI - Lente 2025 (maart, april, mei). Geraadpleegd op 13 juni 2025, van <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/2025/lente>

Kooch, Y., & Jalilvand, H. (2008). Earthworms as Ecosystem Engineers and the Most Important Detritivors in Forest Soils. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11 (6), 819–825.

Kopittke, P. M., Menzies, N. W., Wang, P., McKenna, B. A., & Lombi, E. (2019). Soil and the intensification of agriculture for global food security. *Environment International*, 132, 105078.

Krimmer, E., Martin, E. A., Krauss, J., Holzschuh, A., & Steffan-Dewenter, I. (2019). Size, age and surrounding semi-natural habitats modulate the effectiveness of flower-rich agri-environment schemes to promote pollinator visitation in crop fields. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 284, 106590.

Kuenen, K. (2015). Bodemdichtheid weten? Vochtgehalte meten!, Vochtgehalte van de bodem belangrijke factor bij dichtheidsmetingen. *Stad-en-Groen*: 56-58.

Lahr, J., Jagers op Akkerhuis, G. A. J. M., Booij, C. J. H., Lammertsma, D. R., Van Der Pol, J. J. C., Alterra, & PRI. (2005). Bepaling van het belang van het agrarisch gebied voor de biodiversiteit in Nederland. In Alterra-rapport 1139 (report Nr. 1139; p. 72). Alterra.

Lal, R. (2015). Restoring Soil Quality to Mitigate Soil Degradation. *Sustainability*, 7(5), 5875–5895.

Lehmann, J., Bossio, D. A., Kögel-Knabner, I., & Rillig, M. C. (2020). The concept and future prospects of soil health. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1 (10), 544–553.

Lexmond, I., Duuren, P. V., & Schaap, A. (2024). Natuurinclusieve maatregelen in de bollenteelt. In HAS Green Academy.

Mantel, S., Brouwer, F., & Kempen, B. (2017). Bollenstreek. In column.

Mariën, B., Vonk, C., Riem, T., & Lokin, M. (2024). De transitie naar natuurinclusieve bollenteelt Het monitoringsplan en de start van het onderzoek. In HAS Green Academy.

Marrec, R., Gross, N., Badenhauer, I., Dupeyron, A., Caro, G., Bretagnolle, V., Roncoroni, M., & Gauffre, B. (2021). Functional traits of carabid beetles reveal seasonal variation in community assembly in annual crops. *bioRxiv* (Cold Spring Harbor Laboratory).

Muilwijk, J., Felix, R., Dekoninck, W., & Bleich, O. (2015). De loopkevers van Nederland en België (Carabidae). *Entomologie Tabellen* 9. EIS, Leiden, 215 p.

Naz, M., Dai, Z., Hussain, S., Tariq, M., Danish, S., Khan, I. U., Qi, S., & Du, D. (2022). The soil pH and heavy metals revealed their impact on soil microbial community. *Journal Of Environmental Management*, 321, 115770.

NEN. (1991). NEN 5749:1991 nl Bodem – Bepaling van de soortelijke elektrische geleiding in grond. Delft: NEN.

NEN. (2014). NEN 5754:2014 nl Bodem - Berekening van het gehalte aan organisch stof volgens de gloeiverliesmethode. Delft: NEN.

Nohl, W. A., Van der Made, C. J. A. W., Van Gelder, I. E., & Knibbeler, A. G. M. (2021). Beschrijven en classificeren van grond volgens NEN-EN-ISO 14688. In *Normen & Waarden*.

NutriNorm. (2021, 4 februari). De pH. Geraadpleegd op 13 juni 2025, van <https://nutrinorm.nl/bodem/de-bodemanalyse/de-ph/>

NutriNorm. (z.d.). Organisch stofgehalte. Geraadpleegd op 12 juni 2025, van <https://nutrinorm.nl/bodem/de-bodemanalyse/organisch-stofgehalte/>

Oksanen, J., Simpson, G., Blanchet, F., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P., O'Hara, R., Solymos, P., Stevens, M., Szoecs, E., Wagner, H., Barbour, M., Bedward, M., Bolker, B., Borcard, D., Carvalho, G., Chirico, M., De Caceres, M., Durand, S., Evangelista, H., FitzJohn, R., Friendly, M., Furneaux, B., Hannigan, G., Hill, M., Lahti, L., McGlinn, D., Ouellette, M., Ribeiro Cunha, E., Smith, T., Stier, A., Ter Braak, C., & Weedon, J. (2024). *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.7-0.

Oosterbroek, P., De Jong, H., & Sijstermans, L. (2012, december 13). *De Europese families van muggen en vliegen (Diptera): determinatie, diagnose, biologie*. Utrecht: KNNV Uitgeverij. ISBN 978-9050114455

Plant Care Tools. (2022). Lijst met streefwaardes voor de pH van planten.

Porhajašová, J. I., & Babošová, M. (2022). Impact of arable farming management on the biodiversity of Carabidae (Coleoptera). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29 (9), 103371.

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.

Qiao, L., Wang, X., Smith, P., Fan, J., Lu, Y., Emmett, B., Li, R., Dorling, S., Chen, H., Liu, S., Benton, T. G., Wang, Y., Ma, Y., Jiang, R., Zhang, F., Piao, S., Müller, C., Yang, H., Hao, Y., . . . Fan, M. (2022). Soil quality both increases crop production and improves resilience to climate change. *Nature Climate Change*, 12 (6), 574–580.

Reuler, H. (2009). Streefwaarden kwaliteitsproductie. In *Informatieblad Topsoil+*. Wageningen Universiteit en Researchcentrum.

Royal Eijkelkamp. (z.d.). Ontdek onze handpenetrometer. Geraadpleegd op 12-02-2025 van <https://www.royaleijkelkamp.com/nl/producten/veldmeetapparatuur/indringingsweerstand/handbediend/handpenetrometer-eijkelkamp-1-m-of-3m>

Runhaar, H. (2017). Governing the transformation towards 'nature-inclusive' agriculture: insights from the Netherlands. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 15 (4), 340–349.

Sahani, S. K., Chandra, K., Girase, I. P., Saikanth, D. R. K., Singh, S., Swamy, G. N., & Singh, B. V. (2023). Role of Insect Pollinators in Crop Production and Ecosystem. *Uttar Pradesh journal of zoology*, 44 (18), 42–52.

Sánchez, A. C., Jones, S. K., Purvis, A., Estrada-Carmona, N., & De Palma, A. (2022). Landscape complexity and functional groups moderate the effect of diversified farming on biodiversity: A global meta-analysis. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 332, 107933.

Schrömpges, F., Vroomen, T., Wesselingh, S., Joosten, J., & Schaap, A. (2025). Duurzame Maatregelen in de Nederlandse Bollenteelt. In HAS Green Academy.

Seng, S., Bell, R. W., White, P. F., Schoknecht N., Hin, S., & Vance, W. (2005). Management of Scrtropical sandy soils for sustainable agriculture.

Stankus, T. (2018). Economic Entomology in the 21st Century, as Seen from a Bibliometric Analysis of Two of Its Leading Journals, 2000–2018. Part IV: Beneficial Arthropods Used in the Biological Control of Agricultural Insect Pests. *Science & Technology Libraries*, 38 (2), 161–183.

Topping, C. J., Aldrich, A., & Berny, P. (2020). Overhaul environmental risk assessment for pesticides. *Science*, 367(6476), 360–363.

Tsvetkov, I., Atanassov, A., Vlahova, M., Carlier, L., Christov, N., Lefort, F., Rusanov, K., Badjakov, I., Dincheva, I., Tchamitchian, M., Rakleova, G., Georgieva, L., Tamm, L., Iantcheva, A., Herforth-Rahmé, J., Paplomatas, E., & Atanassov, I. (2018). Plant organic farming research – current status and opportunities for future development. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 32 (2), 241–260.

Turin, H., & Van Alebeek, F. (2007). Loopkevers (Coleoptera: Carabidae) in agrarische milieus – een faunakarakteristiek. In *Entomologische Berichten* (Vol. 67, Nummer 6, pp. 246–248).

van der Meer, S. (2025, 31 mei). 2025 tot nu toe uitzonderlijk droog en zonnig: “Tendens sinds februari” | WOS.

Van Duin, F. (2023). Bodemkwaliteit in de Bollenstreek: inzicht in het bodemleven.

Van Eekeren, N., & Bokhorst, J. (2009). Beoordeling bodemkwaliteit zandgrond: Een inventarisatie van bodemindicatoren voor de veehouderij. In *Zorg Voor Zand Rapport Nr. 7* (p. 61). Louis Bolk Instituut.

Van Heijst, L. (2023, 9 maart). Regressieanalyse uitvoeren en interpreteren. Geraadpleegd op 10-03-2025 van <https://www.scribbr.nl/statistiek/regressieanalyse/>

Van Strien, W., Wereld Natuur Fonds, Naturalis Biodiversity Center, Stichting ANEMOON, EIS Kenniscentrum Insecten, FLORON, Nederlandse Mycologische Vereniging, RAVON, Sovon Vogelonderzoek Nederland, De Vlinderstichting, Zoogdiervereniging, Biesmeijer, K., Bredenoord, H., Brouwer, E., Brunia, J., Van Eerd, M., Erisman, J. W., Hartevel, M., La Haye, M., . . . Zollinger, R. (2020). *Living Planet Report Nederland*, *Living Planet Report Nederland*. Wereld Natuur Fonds.

Van Vilsteren, S., & Trip, M. (2023). Bodemkwaliteit in de Bollenstreek: invloed op ziektedruk & rendement: Een verslag over de relatie van bodemkwaliteit tot ziektedruk en de benodigde maatregelen tot een duurzaam en rendabel bodembeheer.

Verdonschot, R. C. M., Noordijk, J., Sykora, K. V., & Schaffers, A. P. (2007). Het voorkomen van loopkevers binnen een vegetatiegradiënt in de Millingerwaard (Coleoptera, Carabidae). *Entomologische Berichten*, 67 (3), 82-91.

Vereniging Ondernemers Technisch Bodemonderzoek (VOTB). (2020). Handreiking eenduidig aanbesteden volgens NEN-EN-ISO 14688.

Voorde, P. K. J. (1957). De bodemgesteldheid van het Ritsen-landschap en van de oude kustvlakte in Suriname. Drukkerij Wed. G. van Soest, Amsterdam.

W01.01 Agrarisch Waterbeheergebied - BIJ12. (2023, 13 november). BIJ12.

Wageningen Universiteit & Research. (2025, 14 februari). Biodiversiteit. WUR. Geraadpleegd op 19-03-2025 van <https://www.wur.nl/nl/show-longread/biodiversiteit-longread.htm>

van der Weide, R. Y. (2005). Handboek onkruidkunde. Groen Kennisnet.

Westphal, C., Steffan-Dewenter, I., & Tscharntke, T. (2003). Mass flowering crops enhance pollinator densities at a landscape scale. *Ecology Letters*, 6 (11), 961–965.

Widiastuti, D. P., Afkairin, A., Stromberger, M., Gafur, S., & Davis, J. G. (2025). Fertilizer selection influences soil microbial communities in alluvial and peat soils of the tropics. *Agrosystems Geosciences & Environment*, 8 (1).

Wiertsema & Partners. (2020). Wat betekent de NEN-EN-ISO 14688 voor u? Wiertsema & Partners Raadgevend Ingenieurs. Geraadpleegd op 21-02-2025, van <https://www.wiertsema.nl/nieuws/actuele-nieuwsberichten/wat-betekent-de-neneniso-14688-voor-u>

Woldwijk. (2025, 11 januari). De agro-ecologie van het akkerbouwperceel - Woldwijk.

Woodcock, B. A., Harrower, C., Redhead, J., Edwards, M., Vanbergen, A. J., Heard, M. S., Roy, D. B., & Pywell, R. F. (2013). National patterns of functional diversity and redundancy in predatory ground beetles and bees associated with key UK arable crops. *Journal Of Applied Ecology*, 51 (1), 142–151.

Xu, G., Kuster, T. M., Günthardt-Goerg, M. S., Dobbertin, M., & Li, M. (2012). Seasonal Exposure to Drought and Air Warming Affects Soil Collembola and Mites. *PLoS ONE*, 7 (8), e43102.

Yu Shi, Yuntao Li, Teng Yang, Haiyan Chu. (2021). Threshold effects of soil pH on microbial co-occurrence structure in acidic and alkaline arable lands, *Science of The Total Environment*, Volume 800.

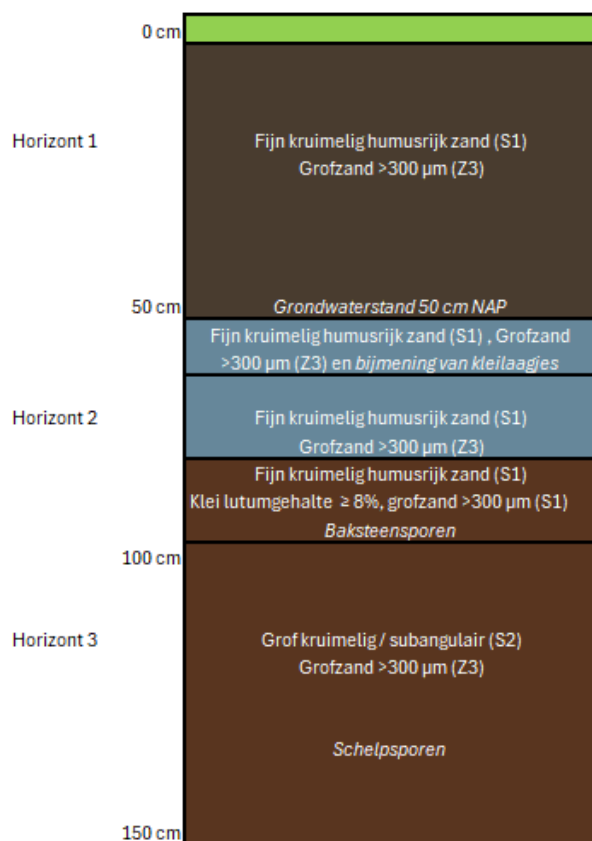
Zhang, M., Wang, J., Bai, S. H., Teng, Y., & Xu, Z. (2018). Evaluating the effects of phytoremediation with biochar additions on soil nitrogen mineralization enzymes and fungi. *Environmental Science And Pollution Research*, 25 (23), 23106–23116.

Zwart, K., Kikkert, A., Wolfs, A., Termorshuizen, A., & Van Der Burgt, G. J. (2013). Tien vragen en antwoorden over organische stof.

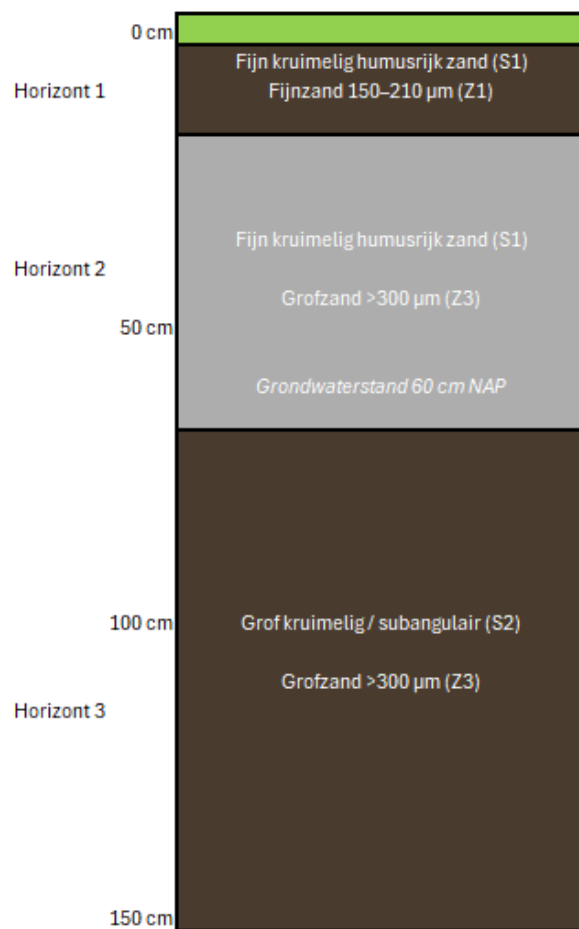
Bijlagen

Bijlage 1: Bodemprofiel

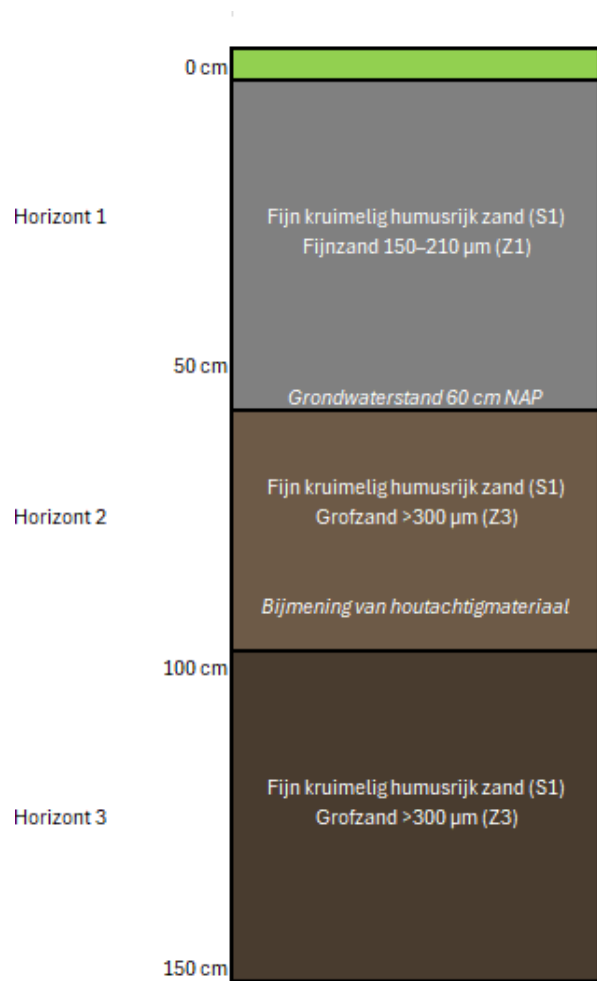
De bodemprofielen geven inzicht in de opbouw van de bodem voor de drie onderzochte locaties, natuurinclusieve zijde (Figuur A), extensieve zijde (Figuur B) en bloemenrand (Figuur C).



Figuur A: Bodemprofiel natuurinclusieve zijde. Het profiel toont de diepte van elke horizont, samen met kenmerken zoals kleur, structuur, textuur en bijzonderheden.



Figuur B: Bodemprofiel extensieve zijde. Het profiel toont de diepte van elke horizont, samen met de kenmerken zoals, kleur, structuur, textuur en bijzonderheden.



Figuur C: Bodemprofiel bloemenrand. Het profiel toont de diepte van elke horizont, samen met kenmerken zoals kleur, structuur, textuur en bijzonderheden.

Bijlage 2: Gemiddelde textuur (korrelgrootte)

De bodemtextuur vertoont geen verschillen tussen de drie onderzochte deellocaties. De bodem bestaat grotendeels uit deeltjes met een korrelgrootte tussen de 0,315 en 0,200 mm, die samen goed zijn voor 57,80% van de totale bodemfractie (Tabel A).

Tabel A: Gemiddelde verdeling van korrelgroottes (textuur) op basis van zeefanalyse voor het gehele demoveld, uitgedrukt in percentage van de totale massa (231,07 gram).

Textuur (Korrelgrootte) in percentage	
Zeefdiameters	Gemiddelde textuur (%)
Massa monster >2,0 mm	0,21
Massa monster 2,0 - 0,60 mm	0,45
Massa monster 0,60 - 0,425 mm	0,65
Massa monster 0,425 - 0,315 mm	3,42
Massa monster 0,315 - 0,2 mm	57,80
Massa monster 0,2 - 0,15 mm	19,06
Massa monster 0,15 - 0,106 mm	12,37
Massa monster 0,106 - 0,063 mm	3,57
Massa monster < 0,063 mm	2,46
Totaal	100,00

Bijlage 3: Samenstelling heg en bloemenrand

De heg, die het veld in twee delen scheidt (natuurinclusief en extensief), bestaat uit vijf verschillende plantensoorten (tabel B). Deze soorten bloeien en behouden hun blad in verschillende periodes van het jaar, waardoor de heg gedurende het hele jaar biodiversiteit aantrekt. Daarnaast biedt de heg een leefgebied voor diverse soorten, zoals natuurlijke plaagbestrijders, spinnen, sluipwespen en kevers.

Voor de bloemenrand is het Agrifirm Meerjarig Bloemenmengsel toegepast, dat uit 17 verschillende plantensoorten bestaat (tabel C). Dit mengsel is samengesteld om een breed scala aan insecten aan te trekken.

Tabel B: Samenstelling van de heg op het demoveld.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam
Hazelaar	<i>Corylus avellana</i>
Meidoorn	<i>Craetegus monogyna</i>
Sleedoorn	<i>Prunus spinosa</i>
Wilde kardinaalsmuts	<i>Euonymus europaeus</i>
Wilde Liguster	<i>Ligustrum vulgare</i>

Tabel C: Samenstelling van meerjarig bloemenmengsel/bloemenmengsel.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam
Facelia	<i>Phacelia tanacetifolia</i>
Boekweit	<i>Fagopyrum esculentum</i>
Borage	<i>Borago officinalis</i>
Korenbloem	<i>Centaurea cyanus</i>
Winterwikken	<i>Vicia villosa</i>
Chicorei	<i>Cichorium</i>
Gipskruid	<i>Gypsophila muralis</i>
Witte klaver	<i>Trifolium repens</i>
Duizendblad	<i>Achillea millefolium</i>
Margriet	<i>Leucanthemum</i>
Gele kamille	<i>Anthemis tinctoria</i>
Gele honingklaver	<i>Melilotus officinalis</i>
Incarnaatklaver	<i>Trifolium incarnatum</i>
Gewone Brunel	<i>Prunella vulgaris</i>
Blaassilene	<i>Silene vulgaris</i>
Witte honingklaver	<i>Melilotus albus</i>
Kaasjeskruid	<i>Malva</i>

Overgenomen uit Lexmond et al. (2024).

Bijlage 4: Gewasverzorging Narcis – Groen schema 2025 rapport Agrifirm



Gewasverzorging Narcis - Groen schema 2025

Doseringen in kg of l/ha

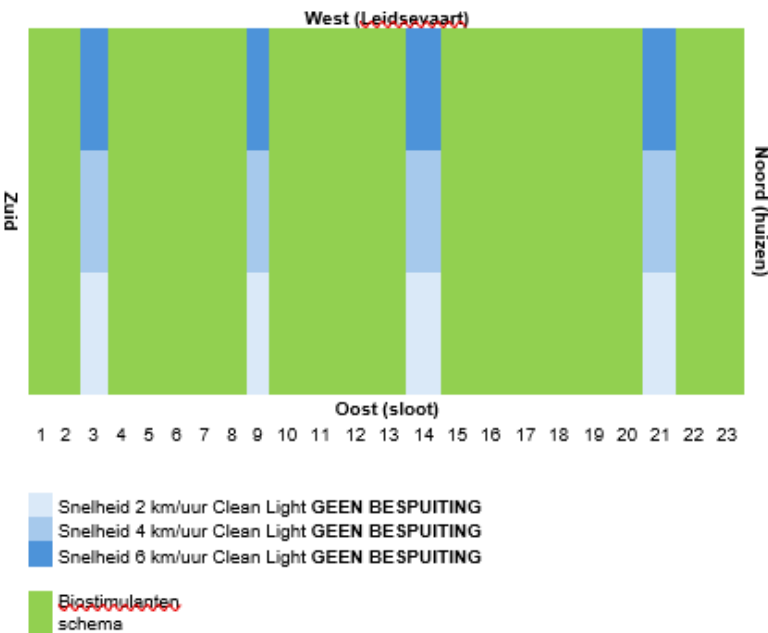
Nr	Voeding	Strooschema
1	1,0 Human	1,0 agropops + 2,0 agropops Plus
2	1,0 Human	1,0 agropops + 2,0 agropops Plus
3	1,0 Human	1,0 agropops + 2,0 agropops Plus
4	1,0 Human + 0,5 HF koper	1,0 agropops + 2,0 agropops Plus
Vanaf indrogen bloem		
5	1,0 Human + 0,5 HF koper	1,0 agropops + 2,0 agropops Plus
6	1,0 Human + 0,5 HF koper	1,0 agropops
7	1,0 Human + 0,5 HF koper	1,0 agropops
8	1,0 Human + 0,5 HF koper	1,0 agropops

Milieubelastingspunten (MBP)

Toepassing van advies volgens voorgelegd schema levert het volgende resultaat in MBP op:

	Waterleven	Bodemleven	Grondwater (mrt - aug)
Bij 90% driftreductie *	0	0	0

*Let op: de ingestelde ~~driftreductie~~ maakt verschil voor de totaal score (MBP). Zie ook uitleg onderaan volgende pagina.



Figuur D: Strooischema biostimulanten en plan Cleanlight kap.

Bijlage 5: Protocol potvallen

Benodigd materiaal:

- 21x bekertjes met een bovenrand diameter: 9,6 cm
- 21x plankjes die de potvallen kunnen afdekken
- 80x lange satéprikkers om de plankjes vast te zetten
- Grondboor
- Potten voor conserveren vangst
- Labels/witte stickers
- Watervaste stift
- Geurloze zeep
- Fijnmazige zeef
- 30% isopropanol
- Binoculair

Uitvoering:

- Boor een gat met een grondboor.
- Plaats hierin de beker.
- Zorg dat de rand goed aansluit bij het gat, zodat insecten er makkelijk in lopen.
- Voeg 200 ml water toe in de beker met een drupje geurloos zeep, laagje van ongeveer 3 cm.
- Als het erg zonnig is, vul de bakjes dan zoveel mogelijk, omdat het anders verdampt.
- Positioneer het houten plankje boven de potval en zet deze vast met saté prikkers (Figuur E).
- Laat de potval 48 uur staan.



Figuur E: Operatieve potval

Uithalen val:

- Verwijder na 48 uur de vallen.
- Giet het zeepsop met de insecten door een fijnmazige zeef (dit moet een zeer fijne zeef zijn om alle insecten te kunnen vangen, zelfs de kleine).
- Breng het restant (insecten) van de zeef over in de bewaarpotjes met voldoende 30% isopropanol zodat ze goed bewaard blijven.
- Codeer de potjes duidelijk.

Overgenomen uit Lexmond et al. (2024).

Bijlage 6: Protocol plakvallen

Benodigd materiaal:

- 21x gele plakvallen met de afmetingen van 10 x 24,7 cm (b.v. van Horiver)
- Watervaste stift
- 21x (bamboe)stokjes van ca 40 cm lang
- Schaar
- Huishoudfolie
- Binoculair

Uitvoering:

- Verwijder de niet plakkende zijkanten van de plakval strip.
- Haal nu één plakval van de strip af en rijg deze aan het (bamboe)stokje m.b.v. de gaatjes (Figuur F).
- Plaats de plakval zo dat het iets bollende deel op het zuiden gericht is (gebruik kompas).
- Prik de stokjes met plakval 20 cm in de grond, zorg dat er omheen weinig begroeiing zit zodat het niet tegen de val aankomt.
- Laat de plakval 48 uur staan.

Uithalen val:

- Verwijder na 48 uur de vallen.
- Verwijder van de plakval eventueel opgewaaide grassprietten, aarde of andere ongerechtigheden.
- Plaats het beschermvelletje (huishoudfolie) weer op de plakval.
- Codeer de plakval duidelijk.
- Steek de plakval in een plastic insteekhoes.
- Bewaar de plakvallen in de koelkast.



Figuur F: Operatieve plakval

Overgenomen uit Lexmond et al. (2024).

Bijlage 7: Protocol aanvallen

Benodigd materiaal:

- 2x panval houder (Figuur G)
- 2x wit, blauwe en gele bakjes (in dit onderzoek is gebruik gemaakt van frisbees met Ø 23 cm)
- Potten voor conserveren vangst
- Labels/witte stickers
- Watervaste stift
- Geurloze zeep
- Zeef
- 30% isopropanol
- Binoculair

Uitvoering:

- Plaatst de panval houder in het veld en bevestig de gekleurde bakjes.
- Plaats de bakjes even hoog als de omringende vegetatie.
- Voeg 200 ml water toe aan de bakjes met een drupje geurloos zeep, laagje van ongeveer 3 cm.
- Als het erg zonnig is, vul de bakjes dan zoveel mogelijk.
- Laat de panval 48 uur staan.

Uithalen val:

- Verwijder na 48 uur de vallen.
- Giet het zeepsop met de insecten door een fijnmazige zeef, zodat alle kleine organisme gevangen worden.
- Breng het restant (insecten) van de zeef over in de bewaarpotjes met voldoende 30% isopropanol zodat deze goed bewaard blijven.
- Codeer de potjes duidelijk.



Figuur G: voorbeeld van een panval houder.

Overgenomen uit Lexmond et al. (2024).

Bijlage 8: Protocol Berlese trechters

Benodigd materiaal:

- Grondboor
- Springvorm (16,5 cm)
- Plastic zakjes
- 13x Berlese trechter
- Warmtelamp
- Zeef
- Binoculair
- 30% Isopropanol

Uitvoering:

- De monsters worden genomen met een springvorm met een diameter van 16,5 cm. De springvorm wordt 10 cm in de grond gestoken.
- Eventuele vegetatie zal worden verwijderd.
- Deze handeling wordt per vak 1x herhaald.
- Codeer de zakken duidelijk.

Uithalen val:

- De Berlese trechters worden gelabeld en met de grondmonsters erin gedurende twee weken onder een warmtelamp geplaatst (Figuur H).
- In de trechter zit een zeefje waar het bodemleven doorheen kan kruipen.
- Onder de trechters staan gecodeerde potjes met 30% isopropanol.
- Na de twee weken wordt het bodemleven gedetermineerd.



Figuur H: Berlese trechter opstelling. De warmtelamp verwarmd de grond, hierdoor kruipt het bodemleven naar beneden en valt in het bakje isopropanol.

Overgenomen uit Lexmond et al. (2024).

Bijlage 9: Protocol pH en elektrische geleidbaarheid

pH meting

Benodigd materiaal:

- Erlenmeyer (100 ml)
- 20 gram droogbodemmonster
- 0,01M CaCl_2 (50 ml)
- Mechanische schudmachine
- pH elektrode
- Watervaste stift
- Labformulier
- Zeef 2 mm

Uitvoering:

1. Codeer één erlenmeyer met de watervaste stift volgens het labformulier.
2. Zeef het droogbodemmonster met een 2mm zeef.
3. Voeg 20 gram droogbodemmonster 50 ml 0,01M CaCl_2 bij de gecodeerde erlenmeyer.
4. Schud de erlenmeyer mechanisch voor 60 minuten met 200 schudbewegingen per minuut.
5. Plaats de pH electrode in het mengsel en meet de pH.
6. Noteer de waarde in het labformulier.

Elektrische geleidbaarheid

Benodigd materiaal:

- Labformulier
- Watervaste stift
- Erlenmeyer (100 ml)
- Gedroogd bodemmonster (5,0 gram)
- Demiwater (50 ml)
- Mechanische schudmachine
- Bekerglas

Uitvoering:

1. Label de Erlenmeyer met een watervaste stift.
2. Voeg 50 ml demiwater en 5,0 gram gedroogd bodemmonster toe aan de Erlenmeyer.
3. Schud de erlenmeyer mechanisch voor 30 minuten met 200 schudbewegingen per minuut.
4. Meet de elektrische geleidbaarheid (EC) met een conductiviteitselektrode.
5. Noteer de gemeten waarde op het labformulier.

Bijlage 10: Protocol kalium, calcium en natrium

Benodigd materiaal:

- Watervaste stift
- Vlamfotometer
- IJkreeks calcium: 1, 5, 10, 50, 100 mg/l Ca/100 gram
- IJkreeks Kalium: 0,1, 9, 10, 50, 100 mg/l K₂O/100 gram
- IJkreeks Natrium: 10, 20, 30, 40, 50 mg/l Na/100 gram
- Maatkolf met volume van 5,0 liter
- 126,07 gram oxaalzuur
- 5,0 liter 0,1 mol/L HCl
- 5,0 gram droogbodemmonster
- Weegschaal
- Twee erlenmeyers
- Trechter
- Vouwfilter 185mm
- Labformulier

Uitvoering:

In het lab extractievloeistof:

1. Weeg 126,07 gram oxaalzuur af.
2. Doe het oxaalzuur in de maatkolf.
3. Vul de maatkolf tot 5,0 liter met 0,1 mol/l HCl.

Kalium, calcium en natrium meting

1. Label de erlenmeyers correct.
2. Weeg 5,0 gram gedroogd bodemmonster af en voeg dit toe aan een erlenmeyer.
3. Voeg 50 ml extractievloeistof toe aan de erlenmeyer.
4. Schud de suspensie 60 minuten mechanisch met 200 schudbewegingen per minuut.
5. Plaats een trechter met vouwfilter in een tweede erlenmeyer.
6. Filtreer de suspensie door het vouwfilter in de tweede erlenmeyer.
7. Zet de vlamfotometer aan.
8. Bereid een ijklijn met de ijkreeks voor calcium, kalium en natrium.
9. Plaats de aanzuigslang van de vlamfotometer in de gefilterde suspensie.
10. Meet de concentratie en noteer de waarde in het labformulier.

Herhaal dit proces drie keer, waarbij telkens een andere stof (kalium, calcium of natrium) wordt gemeten.

Bijlage 11: Protocol indringingsweerstand

De analoge penetrometer is weergegeven in Figuur I.

Benodigd materiaal:

- Analoge penetrometer/handsondeerapparaat Meetinstrument
- Sondeertangen
- Conussen: 1 cm², 2 cm², 3 $\frac{1}{3}$ cm² en 5 cm²
- Pen
- Papier

Uitvoering:

Installeren en kalibreren:

1. Verwijder alle onderdelen van de penetrometer uit de koffer.
2. Bevestig de sondeerstang (8), verlengstang (7), plunjer (6) en meetlichaam (5) aan elkaar.
3. Kalibreer de manometer (2) indien nodig door de zwarte pijl in lijn te brengen met de rode meesleeppijl op de nulstand. Raadpleeg stap vier en vijf voor kalibratie.
4. Draai aan de zuiger en trek deze terug totdat de zwarte wijzer op de nulstand komt. Als de wijzer niet op nul kan worden gezet, is de analoge penetrometer niet bruikbaar.
5. Stel met de stelschroef (1) de rode meesleepwijzer in op de nulstand.
6. Kies de juiste conus en meet de indringingsweerstand.
7. Schroef voor de eerste meting de kleinste conus (9) (1 cm²) aan de onderkant van de sondeerstang.
8. Steek de analoge penetrometer loodrecht de grond in met een zo constant mogelijke snelheid tot een diepte van ongeveer 50 cm.



Figuur I: Analoge Penetrometer (Royal Eijkelkamp, z.d.).

Als de manometer tussen 0 en 200 N meet, vervang dan de conus. Zo niet, ga verder naar stap Metten:

9. Houd het meetlichaam met één hand vast en de sondeerstang met de andere hand.
10. Trek nu rustig en gelijkmatig de analoge penetrometer loodrecht uit de grond.
11. Schroef de conus los en vervang deze met de volgende grotere conus. Herhaal stap twee en drie indien nodig totdat de juiste conus is gemonteerd en de manometer een waarde boven 200 N aangeeft. Alle testen worden met deze conusdiameter uitgevoerd.
12. Noteer de manometerwaarde op de rode meesleepwijzer. Trek de analoge penetrometer uit de grond en maak het onderdeel dat in de grond zat schoon met een vochtig doekje. (Royal Eijkelkamp, z.d.).

Formules indringingsweerstand:

Conusweerstand (N/cm²) = Manometerwaarde (N)/ basisoppervlakte conus (cm²) (Royal Eijkelkamp, z.d.)

Indringingsweerstand (MPa) = conusweerstand (N/cm²) * 10.000/ 1.000.000

Bijlage 12: Protocol porositeit

Benodigd materiaal:

- Steekringen (hoogte 5,1 cm en Ø 5,3 cm)
- Steekringdeksels
- Schop
- Hamer (optioneel)
- Permanent marker
- Luchtdichte zakken

Uitvoering:

In het veld:

1. Verwijder met de schop de toplaag (10 cm x 30 cm x 20 cm).
2. Noteer het nummer van de steekring.
3. Duw de steekring in de grond (7 cm).
4. Steek een schop naast de steekring in de grond en wip de steekringen voorzichtig los, zodat de ringmonsters onverstoorde blijven (Bloem et al, 2019).
5. Duw de deksels op de steekring.
6. Stop de steekringen in een luchtdichte zak en schrijf met een permanent marker de benodigde informatie van het monster op.
7. Herhaal sta één t/m vijf voor alle vakken.
8. Bewaar de bodemonsters volgens de instructies en vervoer na het veldwerk de bodemonsters naar het lab (Vereniging Ondernemers Technisch Bodemonderzoek, 2020).

In het lab:

1. Verwijder de deksels van de steekringen.
2. Weeg elke steekring inclusief bodemonster en noteer het gewicht.
3. Maak met rubberen elastiekjes een stoffen doekje vast aan de onderzijde van elke steekring en plaats de steekring in een aluminium bakje.
4. Plaats de steekringen inclusief monster en stoffen doek in de droogstoof voor 24 uur op 105 °C (Li, 2019).
5. Verwijder na 24 uur de monsters uit de droogstoof.
6. Haal het elastiek en de stoffen doek weg en weeg het gewicht van de steekring + monster.
7. Weeg het gewicht van de losse steekring.
8. Bereken de porositeit met onderstaande berekeningen.

Formules porositeit:

$$\rho_d = W/V$$

ρ_d : droge bulkdichtheid (gram/cm³)

W: drooggewicht van het monster in gram (is bekend wegens de metingen)

V: volume van het monster (cm³)

$$\emptyset \text{ vaste fase} = 1 - \rho_d / \rho_s$$

$\emptyset$: porositeit in vaste fase

ρ_d : droge bulkdichtheid (gram/cm³)

ρ_s : standaardwaarde dichtheid vaste fase (2,65 gram/cm³)

(Bloem et al, 2019).

Bijlage 13: Protocol textuur (korrelgrootte)

Benodigd materiaal:

- Aluminium bakje
- ~200 gram mengmonster natuurinclusieve zijde
- ~200 gram mengmonster extensieve zijde
- ~200 gram mengmonster bloemenrand
- Droogstoof
- Moffeloven
- Zeefmachine
- Labformulier
- Zeven met de volgende zeefdiameters:
 - 2,000 mm
 - 0,630 mm
 - 0,420 mm
 - 0,300 mm
 - 0,200 mm
 - 0,150 mm
 - 0,105 mm
 - 0,063 mm

Uitvoering:

1. Codeer drie aluminium bakjes.
2. Weeg van elk mengmonster 200 gram af en plaats elk in een gecodeerd aluminium bakje.
3. Plaats de mengmonsters gedurende 24 uur in de droogstoof op 105 °C.
4. Verwijderd de mengmonsters uit de droogstoof en plaats deze gedurende vier uur in de moffeloven op 600 °C.
5. Laat de monsters afkoelen tot kamertemperatuur.
6. Plaats de zeven op elkaar met de kleinste diameter onder en de grootste diameter boven.
7. Plaats één monster in de bovenste zeef, schroef de deksel op de zeeftoren en zet de machine aan.
8. Laat de monsters gedurende 20 minuten in de zeefmachine.
9. Weeg per zeefdiameter hoeveel gram monster is achtergebleven en noteer in labformulier.
10. Herhaal stap 6 tot 9 voor de overige twee mengmonsters.
(Nohl et al., 2021; Wiertsema & Partners, 2020).

Bijlage 14: Protocol bodemprofiel

Benodigd materiaal:

- Edelmanboor (Figuur J)
- Fotocamera of telefoon
- Grote vuilniszakken
- Schaar

Uitvoering:

Vorbereiding:

1. Plaats een opengeknipte vuilniszak op de locatie waar geboord zal worden.
2. Positioneer de punt van de edelmanboor op het beoogde boorpunt.

Boren:

3. Draai aan de handvaten van de edelmanboor en duw deze tegelijkertijd loodrecht de grond in.
4. Boor tot een diepte van 50 cm.

Grondverzameling:

5. Verwijder de boor uit het gat en leg de verzamelde grond op de vuilniszak.
6. Herhaal stap 2 en 3 totdat de boring een diepte van 1,50 meter heeft bereikt.
7. Plaats de verzamelde grond op de vuilniszak in volgorde van bovenste grond bovenaan en diepste grond onderaan.

Bodemlagen beschrijven:

8. Beschrijf de onderscheiden lagen op kleur en horizonten volgens de richtlijnen van NEN-EN-ISO 14688 (Nohl et al., 2021).

Grondbeschrijving

Bij het beschrijven van de grondlagen dienen de volgende aspecten te worden opgenomen:

- Kleur: Bepaal de kleur van de grondlaag en noteer deze volgens de Munsell-kleurcodering.
- Korrelgrootte: Geef de korrelgrootteverdeling aan, bijvoorbeeld zand, silt of klei.
- Structuur: Beschrijf de structuur van de grond, zoals korrelig, laminair of massief.
- Vochtigheid: Noteer de vochtigheidsgraad van de grond, bijvoorbeeld droog, vochtig of nat.
- Samenstelling: Vermeld eventuele bijmengsels zoals organisch materiaal, grind of puin.

Documentatie

Leg alle waarnemingen en metingen nauwkeurig vast in een boorbeschrijving, inclusief de diepte van de verschillende lagen en eventuele bijzonderheden (Nohl et al., 2021).



*Figuur J: Edelmanboor
(Royal Eijkelpark, z.d.)*

Bijlage 15: Protocol vochtgehalte en organisch stof

Vochtgehalte

Benodigd materiaal:

- Watervaste stift
- Labformulier
- Aluminium bakje
- Droogstoof
- Bovenweger
- 100 gram bodemmonster

Uitvoering:

1. Label het aluminium bakje met een watervaste stift.
2. Weeg het lege aluminium bakje en noteer de waarde in het labformulier.
3. Weeg 100 gram van het bodemmonster af en plaats dit in het aluminium bakje.
4. Plaats het bakje gedurende twaalf uur in de droogoven op 105 °C.
5. Weeg het bakje na droging en noteer het gewicht in het labformulier.
6. Bereken het vochtgehalte met de bijbehorende formule en registreer de waarde in het labformulier.

Formule organisch stofgehalte:

$$\text{Vochtgehalte} = m_{\text{nat monster}} - m_{\text{droog monster}}$$

Organisch stofgehalte meting

Benodigd materiaal:

- Hittebestendige handschoenen
- Steriele kroesjes
- Kroestang
- Labformulier
- 5,0 gram Droogbodemmonster van het vochtgehalte
- Moffeloven

Uitvoering:

1. Verwarm de moffeloven voor op 550 °C.
2. Noteer het nummer van het kroesje in het labformulier.
3. Weeg het steriele kroesje en noteer het gewicht in het labformulier.
4. Weeg 5,0 gram gedroogd bodemmonster af in het kroesje.
5. Noteer het totaalgewicht in het labformulier.
6. Plaats het kroesje gedurende 4 uur in de moffeloven.
7. Haal het kroesje uit de moffeloven met een tang en hittebestendige handschoenen.
8. Laat het kroesje volledig afkoelen.
9. Weeg het kroesje met de resterende as en noteer het gewicht in het labformulier.
10. Bereken het organisch stofgehalte met de daarvoor bestemde formule.
11. Herhaal stap 2 tot 10 voor alle bodemmonsters.

Formule organisch stofgehalte:

$$\text{Organisch stofgehalte} = (m_{\text{kroes droog bodemmonster}} - m_{\text{kroes as}}) - m_{\text{kroes}}$$

Bijlage 16: Uitgevoerde metingen Eurofins Agro

Eurofins Agro heeft een eenmaal een Bodemcheck en de BodemlevenMonitor onderzoek uitgevoerd. De monsters hiervoor zijn genomen door Eurofins Agro. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de natuurinclusieve en extensieve zijde van het demoveld.

Bodemcheck

Eurofins Agro heeft de Bodemcheck in het voorjaar (21 maart) uitgevoerd. De Bodemcheck is gebruikt om bij te sturen op stikstof- en kaliumbehoeften van de narcissen. Voor de Bodemcheck is één monster genomen per beheersysteem volgens het protocol van Eurofins Agro.

De Bodemcheck analyseert de hoeveelheid direct beschikbare nutriënten in het bodemvocht. De resultaten van de Bodemcheck dienen als indicator voor de bemesting en geven inzicht in de ontwikkeling van de bodem en het mogelijke effect van de groenbemester (Eurofins Agro, z.d.-a).

De nutriënten die met de Bodemcheck geanalyseerd worden zijn:

- Hoofdnutriënten:
 - Nitraat-N, Ammonium-N, Zwavel, Fosfor, Kalium, Magnesium en Natrium.
- Spoorelementen:
 - Silicium, IJzer, Zink, Mangaan, Koper, Kobalt, Borium, Molybdeen en Selenium.
- Zuurgraad (pH)
- Geleidingsvermogen (EC)

Deze elementen worden van de eerste 30 centimeter van de bodem geanalyseerd (Eurofins Agro, z.d.-a).

BodemlevenMonitor

De BodemlevenMonitor is voor beide beheersystemen uitgevoerd op 21 maart door Eurofins Agro, volgens hun protocollen. Deze analyse geeft inzicht in de biologische activiteit van de bodem, zoals de aanwezigheid van schimmels, bacteriën en protozoa. Over het algemeen geldt, hoe hoger de waarde, hoe beter dit is voor de bodem. De hoeveelheid bodemleven beïnvloedt namelijk de snelheid waarmee organisch materiaal wordt afgebroken, de opname en vastlegging van nutriënten en de weerbaarheid van de bodem.

Binnen de BodemlevenMonitor zijn ook het organisch stofgehalte, de organisch stofkwaliteit en de pH geanalyseerd (Eurofins Agro, z.d.-b).

Bijlage 17: Resultaten uitgevoerd onderzoek Eurofins

Bodemcheck Noord

Onderzoek: Onderzoek-/ordernr: 236466/006624556 Datum monsternr: 21-03-2025 Datum verslag: 02-04-2025
 bram

Resultaat	Resultaat	Eenheid	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Wat zit er in uw bodem								
	Nitraat-N	32	kg NO ₃ -N/ha					
	Ammonium-N	< 6	kg NH ₄ -N/ha					
	Stikstof	32	kg N/ha	60 - 100				
	Zwavel	< 18	kg/ha	60 - 100				
	Fosfor	0,6	kg/ha	2,0 - 5,0				
	Kalium	172	kg/ha	181 - 264				
	Calcium	229	kg/ha	290 - 677				
	Magnesium	94	kg/ha	150 - 240				
	Natrium	< 18	kg/ha	48 - 126				
	Silicium	13	kg/ha	7,5 - 10				
	IJzer	< 150	g/ha	250 - 500				
	Zink	< 90	g/ha	250 - 1000				
	Mangaan	< 150	g/ha	500 - 750				
	Koper	< 24	g/ha	35 - 55				
	Kobalt	< 2	g/ha	3 - 6				
	Borium	168	g/ha	175 - 250				
	Molybdeen	9	g/ha	2 - 4				
	Selenium	< 2	g/ha	2 - 4				
Zuurgraad (pH)	7,3							
Geleidsvermogen	0,13	mS/cm 25°C						

Alle bovenstaande resultaten zijn in elementvorm (N, P, K, etc) weergegeven.

demo bollenstr noord

Toelichting Kengetallen Spurway:
 Nmin_Spurway (kg N/ha) = 32
 SO₃_Spurway (kg SO₃/ha) = < 45
 K₂O_Spurway (kg K₂O/ha) = 414
 CaO_Spurway (kg CaO/ha) = 6096
 MgO_Spurway (kg MgO/ha) = 312
 Mn_Spurway (g Mn/ha) = 0
 B_Spurway (g B/ha) = 336

Advies Gewas: Narcissen Teelt/ras: Verwachte opbrengst: Opkomstdatum:
 - ton 15-02

Ons advies voor de komende vier weken		
Stikstof (N)	11	kg/ha
Sulfaat (SO ₃)	4	kg/ha
Fosfaat (P ₂ O ₅)	0	kg/ha
Kali (K ₂ O)	0	kg/ha
Calcium (CaO)	11	kg/ha
Magnesium (MgO)	3	kg/ha

Het advies hierboven is geldig voor de komende 4 weken.
 Onderstaande advies is het advies tot aan het einde van de teelt. Tel beide adviezen nooit bij elkaar op!

Ons advies tot einde teelt				
Stikstof (N)	52	kg/ha	Zink (Zn)	0,5 kg/ha
Sulfaat (SO ₃)	20	kg/ha	Borium (B)	0,5 kg/ha
Fosfaat (P ₂ O ₅)	0	kg/ha		
Kali (K ₂ O)	0	kg/ha		
Calcium (CaO)	50	kg/ha		
Magnesium (MgO)	15	kg/ha		

Bij dit onderzoek zijn de bodemvoorraden van kalium, calcium en magnesium niet bekend en daarom niet meegenomen in het bemestingsadvies. Wilt u dat er wel gebruik gemaakt wordt van de nalevering, neem dan vooraf de teelt een BemestingsWijzer waarbij het perceel met gps wordt vastgelegd.
 Een tekort aan Ca kan voor het groeiseizoen bijgestuurd worden via een bodembemesting. Ook tijdens de teelt kan Ca worden aangevuld met bijvoorbeeld een Ca-nitraat-meststof.
 Bespreek de lage voorraden van ijzer en/of mangaan met uw adviseur.

Bodemcheck Zuid

Onderzoek Onderzoek-/ordernr: 236467/006624556 Datum monsternam: 21-03-2025 Datum verslag: 02-04-2025
 bram

Resultaat	Resultaat	Eenheid	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
	Wat zit er in uw bodem							
	Nitraat-N	29	kg NO ₃ -N/ha					
	Ammonium-N	< 6	kg NH ₄ -N/ha					
	Stikstof	29	kg N/ha	60 - 100				
	Zwavel	< 18	kg/ha	60 - 100				
	Fosfor	1,2	kg/ha	2,0 - 5,0				
	Kalium	247	kg/ha	181 - 264				
	Calcium	326	kg/ha	290 - 677				
	Magnesium	125	kg/ha	150 - 240				
	Natrium	< 18	kg/ha	48 - 126				
	Silicium	16	kg/ha	7,5 - 10				
	IJzer	< 150	g/ha	250 - 500				
	Zink	< 90	g/ha	250 - 1000				
	Mangaan	< 150	g/ha	500 - 750				
	Koper	< 24	g/ha	35 - 55				
	Kobalt	< 2	g/ha	3 - 6				
	Borium	288	g/ha	175 - 250				
	Molybdeen	15	g/ha	2 - 4				
	Selenium	< 2	g/ha	2 - 4				
Zuurgraad (pH)				7,3				
Geleidingsvermogen				0,18	mS/cm 25°C			

Alle bovenstaande resultaten zijn in elementvorm (N, P, K, etc) weergegeven.

Advies Gewas: Narcissen Teelt/ras: Verwachte opbrengst: - ton Opkomstdatum: 15-02

Ons advies voor de komende vier weken

Stikstof (N)	12	kg/ha
Sulfaat (SO ₃)	4	kg/ha
Fosfaat (P ₂ O ₅)	0	kg/ha
Kali (K ₂ O)	0	kg/ha
Calcium (CaO)	10	kg/ha
Magnesium (MgO)	3	kg/ha

Het advies hierboven is geldig voor de komende 4 weken.
 Onderstaande advies is het advies tot aan het einde van de teelt. Tel beide adviezen nooit bij elkaar op!

Ons advies tot einde teelt

Stikstof (N)	54	kg/ha	Zink (Zn)	0,5	kg/ha
Sulfaat (SO ₃)	20	kg/ha	Borium (B)	0	kg/ha
Fosfaat (P ₂ O ₅)	0	kg/ha			
Kali (K ₂ O)	0	kg/ha			
Calcium (CaO)	45	kg/ha			
Magnesium (MgO)	15	kg/ha			

Bij dit onderzoek zijn de bodemvoorraden van kalium, calcium en magnesium niet bekend en daarom niet meegenomen in het bemestingsadvies. Wilt u dat er wel gebruik gemaakt wordt van de nalevering, neem dan vooraf de teelt een BemestingsWijzer waarbij het perceel met gps wordt vastgelegd.
 Bespreek de lage voorraden van ijzer en/of mangaan met uw adviseur.

BodemlevenMonitor Noord

Onderzoek: 762011/006624996
 Datum monsternamen: 21-03-2025
 Datum verslag: 28-03-2025
 bram

Resultaat	Eenheid	Resultaat	laag	vrij laag	gemiddeld	vrij hoog	hoog
Biologisch							
Microbiële biomassa	mg PLFA/kg	9					
Totaal bacteriën	mg PLFA/kg	8					
Gram positief	mg PLFA/kg	3,6					
Actinomyceten	mg PLFA/kg	0,6					
Gram negatief	mg PLFA/kg	4,4					
Totaal schimmels	mg PLFA/kg	1,0					
Arbusculaire Mycorrhiza	mg PLFA/kg	0,5					
Overige schimmels	mg PLFA/kg	0,5					
Protozoa	mg PLFA/kg	0,12					
Shannon Wiener Index		1,27					
Schimmel/bacterie-ratio		0,8					
Gram(+)/Gram(-) ratio		0,8					
Fysisch							
Zuurgraad (pH)		7,3					
C-organisch	%	0,85					
Organische stof	%	2,2					
C/OS-ratio		0,39					
Klei (<2 µm)	%	< 1					

Organische stof Figuur: Kwaliteit van de organische stof
 Gebaseerd op C/OS-ratio.



Organisch gebonden koolstof in micro-organismen

Microbiële biomassa	mg C/kg	195
Bacteriële biomassa		74
Schimmel biomassa		62

BodemlevenMonitor Zuid

Onderzoek: 762010/006624996 Datum monsternamen: 21-03-2025 Datum verslag: 28-03-2025

bram

Resultaat	Eenheid	Resultaat	laag	vrij laag	gemiddeld	vrij hoog	hoog
Biologisch							
Microbiële biomassa	mg PLFA/kg	8					
Totaal bacteriën	mg PLFA/kg	6					
Gram positief	mg PLFA/kg	< 0,3					
Actinomyceten	mg PLFA/kg	< 0,3					
Gram negatief	mg PLFA/kg	6					
Totaal schimmels	mg PLFA/kg	1,6					
Arbusculaire Mycorrhiza	mg PLFA/kg	0,9					
Overige schimmels	mg PLFA/kg	0,7					
Protozoa	mg PLFA/kg	0,12					
Shannon Wiener Index		< 0,87					
Schimmel/bacterie-ratio		1,5					
Gram(+)/Gram(-) ratio		< 0,1					
Fysisch							
Zuurgraad (pH)		7,0					
C-organisch	%	0,86					
Organische stof	%	2,3					
C/OS-ratio		0,37					
Klei (<2 µm)	%	< 1					

Organische stof Figuur: Kwaliteit van de organische stof
Gebaseerd op C/OS-ratio.



Organisch gebonden koolstof in micro-organismen	mg C/kg
Microbiële biomassa	163
Bacteriële biomassa	53
Schimmel biomassa	78