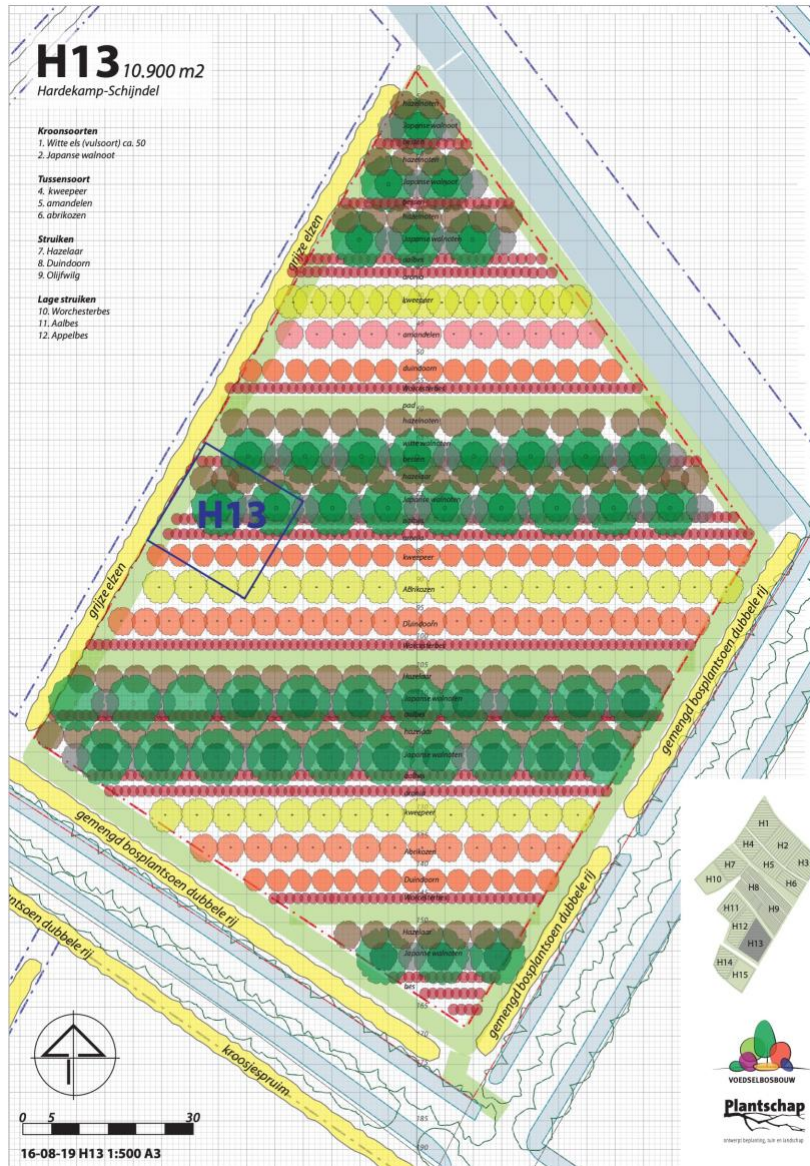


Wetenschappelijke bodemvorming onder de voedselbosbouw

Een PPS-programma voor multidisciplinair onderzoek naar de duurzaamheidsimpacts van kringloplandbouw met voedselbossen



Ontwerpvoorbeeld van een rationeel ingerichte hectare in Voedselbos Schijndel

Titel projectvoorstel: **Wetenschappelijke bodemvorming onder de voedselbosbouw**
Nummer: **LWV19184**

Contactgegevens penvoerder: Naam: Marc Buiten
Bedrijf: Stichting Voedselbosbouw Nederland
e-mailadres: marc.buiten@ziggo.nl

Contactgegevens namens onderzoekers: Naam: Jeroen Kruit
Organisatie: Wageningen Environmental Research
e-mailadres: Jeroen.kruit@wur.nl

Het projectidee past onder missie

- Kringlooplandbouw
- Klimaatneutrale landbouw en voedselproductie
- Klimaatbestendig landelijk en stedelijk gebied
- Gewaardeerd, gezond en veilig voedsel
- Duurzame en veilige Noordzee, oceanen en binnenwateren

Het voorstel past ook onder het programma Sleuteltechnologieën: nee

Zo ja welke Sleuteltechnologie n.v.t.

Heeft u het voorstel ook elders ingediend? Nee

INHOUD

1	Samenvatting aanvraag.....	4
2	Doel en beoogde resultaten	5
3	Beoogde impact.....	6
4	Aanpak van het project	8
5	Organisatie	9
6	Kennisvalorisatie en -disseminatie	10
	Bijlage 1: Overzicht van de deelnemende PPS-partners	11
	Bijlage 2: State of the Art.....	12
	Bijlage 3: Uitgebreid meerjarig werkplan.....	14
	Bijlage 4: Literatuurlijst.....	17

1 Samenvatting aanvraag

Voedselbossen zijn een beloftevolle systeemoplossing voor een aantal actuele maatschappelijke uitdagingen. Provincie Flevoland en Het Groen Ontwikkelfonds Brabant verlenen actief steun aan de realisatie van twee grootschalige voedselbossen, die in respectievelijk Almere en Schijndel fungeren als 'living labs' voor praktijkonderzoek naar de beloften van de professionele voedselbosbouw. De steun van deze publieke partijen stelt stichting Voedselbosbouw Nederland in staat de exploitatie met ondernemersrisico ter hand te nemen met als focus: natuurinclusieve voedselproductie zonder zware machines, meststoffen en pesticiden. Naast ecosysteemdiensten zoals klimaatmitigatie en biodiversiteitsherstel verwacht de stichting op deze manier ook substantiële bijdragen te kunnen leveren aan energiebesparing, beperking van schadelijke emissies en sluiting van (nutriënten)kringlopen.

Tot op heden is er weinig wetenschappelijk onderzoek uitgevoerd naar de impacts van voedselbossen in gematigde klimaatzones. Om de (potentiële) meerwaarde van deze innovatieve, agrarische productiesystemen te onderbouwen willen wij in dit project de duurzaamheidsimpacts van voedselbossen in een gematigde klimaatzone wetenschappelijk analyseren. We richten ons daarbij op verdienvermogen, klimaatmitigatie, (agro-)biodiversiteit, bodemkwaliteit en ecologische veerkracht. De beide voedselbossen worden gedurende het onderzoeksproject aangelegd. Dit biedt een unieke kans om de ontwikkeling van deze voedselbossen wetenschappelijk te monitoren vanaf de aanleg. Het meetbaar maken van het biodiversiteitsherstel, de koolstofopslag (klimaatmitigatie) en de waterretentie is in toenemende mate een randvoorwaarde voor beloning van onder meer agrarische grondgebruikers die zich inzetten voor versterking van deze ecosysteemdiensten. De studie sluit daarmee aan bij de ambities en aanpak van het Deltaplan Biodiversiteitsherstel, het Klimaatakkoord en de missies van LNV.

2 Doel en beoogde resultaten

Door wetenschappelijk onderzoek naar duurzaamheidsimpacts van voedselbossen willen we bijdragen aan een duurzame systeemoplossing voor een aantal grote maatschappelijke problemen die de Nederlandse land- en tuinbouw treft en mede veroorzaakt. Het betreft onder meer de problemen op het gebied van klimaatverandering, biodiversiteit, vervuiling en bodemdegradatie. Vanwege de forse (potentiële) bijdragen van de agrarische sector aan zowel de oorzaken als de oplossingen voor deze problemen is er voor de landbouw een sleutelrol weggelegd bij het herstellen van de biodiversiteit en het mitigeren van klimaatverandering. Daar komt bij dat het verdienvermogen van Nederlandse agrariërs steeds meer onder druk staat door de eenzijdige focus op een kosteneffectieve productie voor een zeer competitieve wereldmarkt. De hieruit volgende strategie van schaalvergroting, mechanisatie en intensivering maken enorme investeringen noodzakelijk die moeilijk terugverdiend kunnen worden omdat de winstmarges bijna voortdurend onder grote druk staan. Bedrijfsovernames zijn daardoor lastig geworden en nieuw intredende agrariërs kunnen amper een start maken. De toenemende weersextremen als gevolg van de klimaatverandering verhogen de druk op het verdienvermogen in de agrarische sector, mede vanwege de gebrekkige veerkracht van agro-ecosystemen op basis van monoculturen.

Als innovatieve landbouwsystemen bieden voedselbossen diverse win-win-kansen voor de transitie naar een duurzame land- en tuinbouw. Of het nu het streven naar herstel van de biodiversiteit (Deltaplan Biodiversiteitsherstel) betreft, de gewenste omslag naar 'kringlooplandbouw' op gezonde bodems, verbetering van het verdienvermogen in de landbouw (LNV, 2018), het streven naar een 'klimaatbestendige en waterrobuuste' inrichting van gebieden (IenM & EZ, 2015), of de ambitie van COP21 in Parijs (2015) om 4 promille extra koolstof op te slaan in landbouwbodems om bodemgezondheid te verbeteren en om klimaatverandering tegen te gaan; goed ontworpen voedselbossen bieden steeds het wenkende perspectief van forse bijdragen aan een effectieve aanpak van deze grote duurzaamheidsuitdagingen. Uit vergelijkend onderzoek kwam onlangs bijvoorbeeld naar voren dat het nog jonge voedselbos Ketelbroek in Groesbeek in termen van biodiversiteit net zo goed en op een enkel punt zelfs beter scoorde dan het nabijgelegen Natura2000-gebied 'De Bruuk' (Breidenbach *et al.*, 2017). Daarnaast slaan ecosystemen met een hogere biodiversiteit over het algemeen meer koolstof op dan ecosystemen met een lagere biodiversiteit (Lange *et al.*, 2015, Yang *et al.*, 2019).

Tegen deze achtergrond dient het consortium het onderhavige onderzoeksvoorstel in, mede namens de andere partijen die zich hebben verbonden aan de Green Deal Voedselbossen (2017). Het doel is: wetenschappelijk verantwoorde inzichten genereren in de duurzaamheidsimpacts van voedselbossen door metingen en analyses van reële en potentiële effecten op verdienvermogen, klimaatmitigatie, (agro-)biodiversiteit, bodemkwaliteit en ecologische veerkracht, in vergelijking met de uitgangssituaties op en rond de voedselboslocaties in Schijndel en Almere. In beide gevallen worden de voedselbossen aangelegd op voormalige landbouwgronden. Waar nuttig en mogelijk worden de impacts ook inzichtelijk gemaakt door vergelijkingen met andere voedselbossen, agrarische teeltsystemen, productiebossen en (recreatieve) natuurgebieden. Hierbij geldt steeds de randvoorwaarde dat de onderzochte voedselbossen moeten voldoen aan de definitie van de Green Deal Voedselbossen.

De professionele voedselbosbouw – dat wil zeggen: de bedrijfsmatige exploitatie van voedselbossen die zijn ontworpen naar het voorbeeld van natuurlijke bossen – staat wereldwijd in de kinderschoenen. Een langdurige monitoring en analyse van de duurzaamheidsimpacts van de grootschalige voedselbossen in Almere en Schijndel kan daarom een schat aan kennis en ervaring opleveren ter ondersteuning van nieuwe voedselbosprojecten in binnen- en buitenland en aanpassing van beleid, wet- en regelgeving. De juwelen uit deze schatkist bestaan uit nieuwe methodes voor onderzoek aan complexe agro-ecosystemen, verbeterde voedselbosontwerpen, bruikbare eetbare soorten, kosteneffectieve beheermethoden, praktische concepten voor lokale voedselsystemen met korte ketens, aantrekkelijke verdienmodellen en werkbare transitie-scenario's op bedrijfs- en beleidsniveau. Daarnaast verwachten we een waardevolle bijdrage te kunnen leveren aan de ontwikkeling van Kritische Prestatie Indicatoren (KPIs) voor klimaat en biodiversiteit op gebieds- en grondgebruikersniveau, een noodzakelijke voorwaarde voor de verzilvering van ecosystemendiensten. Gelet op het feit dat er vrijwel nergens ter wereld uitgebreid systematisch wetenschappelijk onderzoek is of wordt verricht naar professionele voedselbosbouw kan dit onderzoek Nederland een beslissende voorsprong bezorgen bij de mondiale ontwikkeling van innovatieve kennis, producten en diensten op het gebied van (natuurinclusieve) kringlooplandbouw.

3 Beoogde impact

We staan voor de uitdaging onze voedselproductie klimaatbestendig, biodivers en circulair te maken en bovendien aantrekkelijk voor ondernemers. Een goed begrip van voedselbossen als *een* (dus niet *dé*) systeemoplossing kan helpen effectieve antwoorden te vinden op die uitdaging. Naast een gezond en gevarieerd voedsel en diverse ecosysteemdiensten kunnen voedselbossen ook veel bijdragen aan energiebesparing en reductie van schadelijke emissies omdat er bij de productie géén gebruik wordt gemaakt van zware machines, meststoffen en pesticiden. Via de duurzame productie van eiwitrijke noten, zaden en peulvruchten kunnen voedselbossen bovendien een waardevolle rol spelen in de eiwittransitie. Dit onderzoeksprogramma bevordert kennisontwikkeling die nauw aansluit bij actuele ambities en kennisbehoeften zoals die zijn gearticuleerd in onder meer het Deltaplan Biodiversiteitsherstel, het Klimaatakkoord (incl. COP21) en de nieuwe landbouwvisie van LNV (2018).

Het grootste overkoepelende belang van alle consortiumpartners is tegen deze achtergrond gelegen in het leggen van een solide wetenschappelijke basis voor het valideren van de potenties van voedselbossen om de transitie naar een natuurinclusieve kringlooplandbouw te versnellen. Nader inzicht in deze potenties biedt de betrokken partijen gelegenheid om (kosten)effectief beleid te ontwikkelen en activiteiten te ontplooiën voor een effectieve toepassing van voedselbosbouw bij deze transitie. In het kader van dit PPS-programma kunnen verschillende kennisinstellingen gemeenschappelijke begrip(pen) en onderzoekskaders ontwikkelen, complementair onderzoek doen en de opgedane kennis en informatie bundelen en delen. Naast deze overkoepelende belangen kunnen de volgende, meer specifieke belangen worden onderscheiden voor de verschillende partners.

- Voor de provincie Flevoland geeft het onderzoek verdiepende inzichten in de kosten en (potentiële) opbrengsten van voedselbossen voor de ontwikkeling en het beheer van Nieuwe Natuur. Dankzij het onderzoek kan de provincie zich ook internationaal profileren met wetenschappelijke inzichten in de potenties van deze innovatieve vorm van 'vollegrondstuintbouw' tijdens de Floriade in 2022.
- Voor het Groen Ontwikkefonds Brabant kan het onderzoek veel bijdragen aan de gewenste bewijsvorming voor de stellingname *'dat een bedrijfsmatige ontwikkeling en exploitatie van een grootschalig voedselbos [in Schijndel] een economisch verdienmodel kan opleveren voor de exploitant, terwijl het tegelijkertijd bijdraagt aan een vitale natuur met een grote biodiversiteit'* (VBNL, 2018).
- Naast alle bovengenoemde belangen hecht stichting Voedselbosbouw vooral veel waarde aan de verwachte verrijking van (praktijk)inzichten in (de consequenties van) ontwerpkeuzes, de potenties van diverse verdienmodellen rond voedselbossen en de verzilvering van ecosysteemdiensten.
- Both ENDS kan de opgedane kennis goed gebruiken bij het verduurzamen van internationale handelsketens rond diverse producten uit ons brede voedselpakket (o.a. koffie, thee, specerijen) in het kader van Internationaal Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen.
- Het NIOO-KNAW en het Centrum voor Bodemecologie willen graag leren van de natuur om daarmee de landbouw te verduurzamen. Een belangrijke motivatie voor deelname aan het onderzoek ligt voor hen daarom in een wetenschappelijk verantwoorde verzameling en analyse van bodemgegevens en een beter begrip van het ecologisch functioneren van (voedselbos-)systemen.
- WEnR ziet veel mogelijkheden voor voedselbossen als aanvulling op andere agro-ecologische teeltsystemen. De beoogde data(-analyses) zijn noodzakelijk voor een gefundeerde duiding van deze potenties.
- Voor AERES en HAS Den Bosch zijn de voedselbossen in Almere en Schijndel ideale *living labs* voor studenten om zich verder te bekwamen in toegepaste biologie en innovatief ondernemen met natuur.

De toepassingshorizon van (het onderzoek naar) professionele voedselbosbouw als agrarische innovatie is wijsd en meeslepend ;-). Voedselbossen sluiten goed aan op dominante trends in de richting van een klimaatrobuuste kringlooplandbouw, koolstofopslag in bomen en bossen, gezond, lokaal en duurzaam voedsel, korte ketens, een (meer) plantaardig dieet, verbinding tussen boeren en consumenten en herstel van de biodiversiteit. Vanwege het bodemherstellend vermogen van voedselbossen zijn deze innovatieve agro-ecosystemen uitermate geschikt voor herstel van gedegradeerde landbouwgronden. Bovendien nemen de opbrengsten in een voedselbos in de loop der jaren alleen maar toe zonder alle inspanningen die horen bij de

gangbare (eenjarige) teelten in de landbouw (o.a. ploegen, frezen, eggen, maaien, mesten, wieden, spuiten). De living labs rond de grootschalige voedselbossen in Almere en Schijndel kunnen dan ook inspirerende praktijkvoorbeelden vormen voor agrariërs die op een duurzame manier willen ondernemen. Om dit effect te versterken wordt afgestemd met het consortium van boeren, tuinders, wetenschappers, onderzoekers, adviseurs en andere deskundigen dat bezig is met het ontwikkelen van de Waardevolle Informatie Natuurgedreven Kwaliteit (WINK). Met de WINK kunnen natuurgedreven voedselproducenten onderling informatie uitwisselen over diverse thema's die sterk uiteenlopen van bedrijfsvoering en verdienvermogen tot bodemgezondheid en biodiversiteit.

Voor opschaling van de professionele voedselbosbouw liggen er belangrijke knelpunten op het gebied van kennis, financiering en wet- en regelgeving. Voedselbosbouw is een teelt die veel kennis vraagt op het gebied van o.a. bosecologie, eetbare bomen en struiken en de toepassing, bereiding en verwerking van voedselbosproducten. Ondernemers die voedselbossen bedrijfsmatig willen aanleggen en exploiteren hebben financiering nodig, in de eerste plaats om de inrichting van een voedselbos te bekostigen en in de tweede plaats om de eerste magere jaren (ca. 5) na aanplant te overbruggen. Vanwege de het innovatieve, meerjarige karakter van de teelt, zijn er voor voedselbossen nog geen adequate financieringsmechanismen beschikbaar. De samenwerking van partijen in het kader van de Green Deal Voedselbossen heeft er onder meer toe bijgedragen dat er sinds 1 januari 2019 een speciale gewascode voor voedselbossen (gewascode '1940') beschikbaar is in de gecombineerde opgave. Hoewel er met deze gewascode een belangrijke belemmering voor de realisatie van voedselbossen op landbouwgronden is weggenomen, moeten er nog diverse knelpunten in wet- en regelgeving worden overwonnen. Voor alle, hier genoemde knelpunten levert het onderzoek bouwstenen voor oplossingen.

4 Aanpak van het project

Met verwijzing naar tabel 1 in bijlage 3 volgt hieronder een korte samenvatting van het uitgebreide meerjarenplan met voorgenomen activiteiten en op te leveren producten bij elk van de vier werksporen. De periodes waarin beoogde mijlpalen worden behaald zijn in tabel 1 steeds oranje gearceerd. De belangrijkste producten worden in onderstaande tekst steeds geaccentueerd met een asterisk.

Ten behoeve van het projectmanagement (werkspoor 4) wordt er bij de start van het meerjarige onderzoek een programmateam opgericht met vertegenwoordigers van de consortiumpartners. Dit programmateam zal toezien op de voortgang van het onderzoek, financiële verantwoording afleggen. In het eerste kwartaal van 2020 articuleert het team een globaal *Programma van Wensen dat kan fungeren als inspirerend referentiekader voor de overige werksporen: 1) Bedrijfseconomische perspectieven, 2) Klimaat en Biodiversiteit en 3) Kennisvalorisatie- en dissimulatie.

- 1) Het bedrijfseconomische voedselbossenonderzoek zal worden uitgevoerd door studenten (HAS Den Bosch/AERES) onder begeleiding van onderzoekers (WEnR) en ervaringsdeskundigen (VBNL/Both Ends). In het eerste jaar zal de focus liggen op het uitwerken van *verdienmodellen en *een gedegen methodologie voor bedrijfseconomisch onderzoek naar voedselbossen. Deze outputs worden als inputs gebruikt voor *studentenonderzoeken in jaar twee en drie naar het (potentiële) verdienvermogen van voedselbossen en enkele werkbare transitie-scenario's. Het vierde jaar zal worden benut om een *meta-analyse van het bedrijfseconomisch potentieel van de professionele voedselbosbouw uit te voeren op basis van het gedane onderzoek. Deze meta-analyse zal worden uitgevoerd door leden van de werkgroep voor dit werkspoor.
- 2) Het grootste onderdeel van het onderzoek naar de impacts van voedselbossen op klimaat en biodiversiteit bestaat uit *een promotieonderzoek van een AiO naar de wijze waarop de bodembiodiversiteit en het bodemleven zich ontwikkelen in de voedselbos-systemen in Almere en Schijndel, mede in vergelijking tot andere voedselbossen, landbouwsystemen en natuurgebieden. De AiO verleent in het eerste jaar ook ondersteuning bij het ontwikkelen van *een basisset van 10 à 15 meetmethodes voor een gestandaardiseerde monitoring van het bodemleven in voedselbossen. Deze basisset zal gedurende het onderzoeksprogramma worden benut door beheerders en vrijwilligers voor *metingen in andere voedselbossen die ook voldoen aan de Green Deal definitie (zie bijlage 2) met uitgebreid advies en begeleiding van de werkgroep voor dit werkspoor. Tegelijk met het bodemonderzoek zal ook de *bovengrondse biodiversiteit in de voedselbossen in Almere en Schijndel systematisch worden gemonitord door studenten en onderzoekers van AERES, HAS en WEnR. De werkgroep die dit werkspoor aanstuurt zal de onderzoeksactiviteiten in het vierde jaar afronden met een eerste *meta-analyse van de 'Impacts van Voedselbossen op het Klimaat en de Biodiversiteit'.
- 3) In het kader van de Kennisvalorisatie en -disseminatie ontwikkelt stichting Voedselbosbouw *een database en *een syllabus 'Natuurinclusief Ondernemen met Voedselbossen' voor groene professionals. Onder dezelfde titel en voor dezelfde doelgroep organiseert WEnR *twee landelijke symposia: één in Brabant in 2020 en één in Almere in 2022 ter gelegenheid van de Floriade. Daarnaast is WEnR verantwoordelijk voor de ontwikkeling van een *website 'AgroFoodForestry' en de organisatie van een *Community of Practice (CoP) 'Natuurinclusieve Voedselbosbouw' en *bijeenkomsten van een begeleidingscommissie met vertegenwoordigers van diverse belanghebbende partijen. Zie verder hoofdstuk 6 voor een nadere toelichting bij dit werkspoor.

5 Organisatie

Iedere consortiumpartner is met een of twee werknemers vertegenwoordigd in het overkoepelende programmateam. WEnR levert binnen dit programmateam een projectcoördinator en de medewerker binnen het programmateam vanuit het NIOO zal als ecologische coördinator optreden. De AiO die door het NIOO zal worden begeleid maakt ook onderdeel uit van het programmateam. Het programmateam ziet toe op de voortgang binnen de werkgroepen die gevormd worden op basis van de vier werksporen: 1) Bedrijfseconomische Perspectieven, 2) Klimaat, 3) Biodiversiteit en 4) de Kennisvalorisatie en -disseminatie. De HAS Den Bosch is coördinator van het werkspoor 'Bedrijfseconomische Perspectieven'. Het NIOO is verantwoordelijk voor het klimaatonderzoek en deelt met WEnR de verantwoordelijkheid voor het biodiversiteitsonderzoek. WEnR draagt daarnaast eindverantwoordelijkheid voor de kennisvalorisatie- en disseminatie. Eens per kwartaal komt het programmateam samen om de voortgang te bespreken. De begeleidingscommissie zal worden samengesteld uit vertegenwoordigers van diverse belanghebbende partijen, kennisinstellingen en de Green Deal Voedselbossen. Zo mobiliseren we een breed netwerk aan professionals op gebied van landbouw, ecologie en voedselssystemen. Daarnaast hebben we toegang tot hoogwaardige laboratoria, die zijn toegerust met state-of-the-art onderzoeksapparatuur. Both ENDS en Stichting Voedselbosbouw brengen de noodzakelijke praktijkkennis en -ervaring in in het consortium. Binnen de kennisinstellingen en NGOs is er een gedeelde, intrinsieke motivatie om professionele voedselbosbouw verder te ontwikkelen, omdat het een geweldige bijdrage kan leveren aan de transitie naar een duurzaam voedselsysteem.

6 Kennisvalorisatie en -disseminatie

Binnen dit onderzoeksproject zal kennisdisseminatie een grote rol spelen. Voor de verdere groei van de professionele voedselbosbouw is namelijk het van groot belang om de beschikbare kennis en praktijkervaring op een toegankelijke en deskundige wijze te ontsluiten. In het voorjaar van 2020 organiseren we een kick-off symposium in Brabant. De doelgroep hiervoor zijn alle medewerkers van de betrokken kennisinstellingen en groene professionals die actief geïnteresseerd zijn in voedselbossen. Ter afsluiting, in het najaar 2023, organiseren we een internationaal symposium voor dezelfde brede, groene doelgroep; voedselbosondernemers, agrariërs, bosbouwers en natuur- en landschapsbeheerders, beleidsmedewerkers, bestuurders, wetenschappers en studenten. Dit symposium zal plaatsvinden in Flevoland in het kader van de Floriade. Met deze symposia zal kennis worden ontsloten, opgehaald en gedeeld. De symposia zullen bijdragen aan netwerkontwikkeling van voedselbosbouw professionals en ruimte bieden voor reflectie op het onderzoeksprogramma. Bij het slotsymposium zal voornamelijk 'de oogst' van het onderzoeksprogramma centraal staan. Behalve het organiseren van landelijke symposia zullen er gedurende de 4 jaar onderzoeksperiode verschillende rondleidingen worden georganiseerd in Voedselbos Ketelbroek, als proeftuin voor voedselbosontwikkeling, Voedselbos Schijndel, als proeftuin voor grootschalige productie met voedselbossen en Voedselbos Eemvallei, als proeftuin voor grootschalige productie in combinatie met recreatie. Daarnaast organiseren we regelmatig bijeenkomsten van een Community of Practice (CoP) 'Natuurinclusieve Voedselbosbouw'. Om de opgedane kennis snel bij een breder publiek te krijgen willen we een informatieve website en platform 'AgroFoodForestry' ontwikkelen waar tussentijds onderzoeksbevindingen kunnen worden gepubliceerd van zowel de AiO als de studenten en hun begeleiders.

Bijlage 1: Overzicht van de deelnemende PPS-partners

Naam partner 1	Wageningen Environmental Research (WEnR)
Postadres en postcode	Postbus 47, 6700AA
Plaats	Wageningen
Contactpersoon	Jeroen Kruit
e-mailadres	Jeroen.kruit@wur.nl

Naam partner 2	Stichting Voedselbosbouw Nederland
Postadres en postcode	Hollandse Hout 186, 8244 GH
Plaats	Lelystad
Contactpersoon	Marc Buiten
e-mailadres	Marc.buiten@ziggo.nl

Naam partner 3	Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW)
Postadres en postcode	Droevendaalsesteeg 10
Plaats	Wageningen
Contactpersoon	Gerard Korthals
e-mailadres	g.korthals@nioo.knaw.nl

Naam partner 4	HAS Hogeschool Den Bosch
Postadres en postcode	Postbus 90108, 5200 MA
Plaats	's Hertogenbosch
Contactpersoon	Erwin Bouwmans
e-mailadres	e.bouwmans@has.nl

Naam partner 5	AERES Hogeschool Almere
Postadres en postcode	Stadhuisstraat 18, 1315 HC
Plaats	Almere
Contactpersoon	Jeffrey van Lent
e-mailadres	j.van.lent@aeres.nl

Naam partner 6	Groen Ontwikkelfonds Brabant B.V.
Postadres en postcode	Postbus 90151, 5200MC
Plaats	s' Hertogenbosch

Naam partner 7	Provincie Flevoland
KvK nr.	32164140
Postadres en postcode	Postbus 55, 8200 AB

Naam partner 8	Regio Noordoost Brabant
Postadres en postcode	Postbus 315, 5201 AH
Plaats	's-Hertogenbosch

Naam partner 9	Waterschap de Dommel
Postadres en postcode	Postbus 373, 5280 AJ
Plaats	Boxtel

Naam partner 10	Waterschap Aa en Maas
Postadres en postcode	Pettelaarpark 70, 5216 PP
Plaats	's-Hertogenbosch

Bijlage 2: State of the Art

Voedselbossen zijn allerm minst een nieuw fenomeen. Op verschillende plaatsen in de wereld zijn voedselbossen te vinden die al vele honderden jaren functioneren. Met name in de vochtige, tropische klimaatzones in Zuidoost-Azië, Midden-Amerika, de Pacificische eilanden en West-Afrika zijn voedselbossen een wijdverspreid fenomeen in de vorm van zogenoemde 'homegardens'. Het zijn eetbare bostuinen met bomen en voornamelijk overblijvende gewassen die in verschillende vegetatielagen groeien op een stukje land bij het huis. Omdat hun structuur en biodiversiteit zoveel overeenkomsten vertonen met 'wilde natuur' zijn ze voor Westerse ogen vaak nauwelijks herkenbaar als vormen van landbouw. Als een van de oudste vormen van menselijk landgebruik bouwen de hedendaagse homegardens echter voort op een 'agrarische' traditie die in Zuidoost-Azië waarschijnlijk al 13.000 jaar oud is. In de gematigde en boreale klimaatzones in het Westen, in de Verenigde Staten, Canada, Australië en Europa is de permacultuurbeweging vanaf de jaren 1970 de drijvende kracht achter de ontwikkeling van homegardens. Hier worden ze veelal aangeduid als (eetbare) bostuinen of voedselbossen (Toensmeier, 2016).

Op basis van de Green Deal Voedselbossen (2017) wordt een **voedselbos** gedefinieerd als: *een vitaal ecosysteem dat door mensen is ontworpen naar het voorbeeld van een natuurlijk bos met het doel om voedsel te produceren. Voedselbossen zijn een specifieke vorm van boslandbouw met als onderscheidende kenmerken: een vegetatielaag met hoge kruinbomen, minimaal drie andere vegetatielagen, een rijk bosbodemleven en een robuuste omvang. Een 'robuuste' omvang is nodig om te komen tot een vitaal, zelfvoorzienend bosecosysteem en staat gelijk aan minimaal 0,5 hectare in een ecologisch rijke omgeving en minimaal 20 hectare in een ernstig verarmde omgeving. Een Voedselbos herbergt een rijkgeschakeerde, snel toenemende biodiversiteit.*



Achtergrond koolstofopslag

Intensieve, conventionele landbouw heeft in veel gevallen geleid tot een verlies van bodemorganische stofgehalte. Organische stofgehalte speelt een cruciale rol in de bodem. Een recente, wereldwijde analyse laat zien dat organische stofgehalte positief gerelateerd is aan opbrengst in landbouwsystemen (Oldfield *et al.*, 2019). Ook is bekend dat organische stof een belangrijke rol speelt voor bodemgezondheid: het helpt bij het onderdrukken van ziektes in de bodem en draagt bij aan voorziening van voedingsstoffen voor gewassen (Lal, 2016). Antropogene activiteiten hebben geleid tot een verhoogde concentratie van CO₂ in de atmosfeer, een van de belangrijkste broeikasgassen die bijdraagt aan de opwarming van de aarde. Er is ook daarom grote belangstelling om koolstof uit de atmosfeer vast te leggen in biomassa van planten (bijvoorbeeld door de aanplant van bossen, Bastin *et al.*, 2019) en op te slaan in de bodem als organische stof (Heimann & Reichstein, 2008; Jackson *et al.*, 2017).

In het huidige onderzoek kwantificeren we hoeveel koolstof wordt opgeslagen (bovengronds in plantenbiomassa en ondergronds als organische stof) in voedselbossystemen van verschillende leeftijden. Hoe en hoeveel koolstof wordt opgeslagen in voedselbossystemen is cruciaal om te bepalen hoe we landbouwbodems kunnen beheren om 4 promille extra koolstof op te slaan volgens de doelstelling van de COP21 (<https://www.4p1000.org/>). We zullen ook dieper ingaan op de rol van microbiële gemeenschappen in voedselbossystemen bij het opslaan van koolstof in de bodem.

De nieuwste wetenschappelijke studies laten zien dat de meeste koolstofopslag plaatsvindt via microbiële processen. Veel micro-organismen kunnen de koolstof uit plantenresten (strooisel) en wortellexudaten gebruiken als energiebron. Organische verbindingen die vervolgens worden uitgescheiden door micro-organismen en resten van dode micro-organismen ("necromass") kunnen makkelijk binden aan bodemdeeltjes en daarna redelijk stabiel in de bodem verblijven (Kallenbach *et al.*, 2016, Sokol & Bradford, 2019). Hiermee draagt het onderzoek bij aan state-of-the-art, fundamenteel wetenschappelijke inzicht naar mechanismen van koolstofopslag in landbouwsystemen. In dit onderzoek gebruiken we de nieuwste methoden om koolstofopslag en bodemgemeenschappen te analyseren (amplicon sequencing, stabiele isotopen, DNA-sip etc.). De data die gegenereerd zullen worden middels dit onderzoeksprogramma kunnen ook worden gebruikt in toekomstige modelstudies om voorspellingen te doen over de impact van voedselbossen als vorm van landgebruik.

Achtergrond biodiversiteit

Conventionele landbouw heeft geleid tot een sterke afname van de abundantie en biodiversiteit van bodemorganismen (Tsiafouli *et al.*, 2015) en insecten bovengronds (Hallmann *et al.*, 2017). Het recente IPBES rapport toonde aan dat de globale biodiversiteit dermate is afgenomen dat ons natuurlijke vangnet en de natuurlijke evenwichten in groot gevaar zijn (Diaz *et al.*, 2019). Verandering in landgebruik, voornamelijk omschakeling tot landbouwgrond, wordt als grootste drijvende kracht genoemd voor deze historische biodiversiteitsverliezen. Biodiversiteit staat aan de basis van de meeste ecosystemendiensten, zoals bestuiving, natuurlijk plaagbeheer en koolstofopslag en het herstellen van de biodiversiteit vormt een essentieel onderdeel van ons huidige natuur- en landbouwbeleid. Als we grote stappen willen zetten in deze beleidsdoelstelling moeten we productiviteit met biodiversiteit in een systeem gaan combineren; ondernemen met natuur!

Bijlage 3: Uitgebreid meerjarig werkplan

Het beoogde onderzoeksprogramma wordt opgebouwd en uitgevoerd langs vier werksporen:

- 1) Bedrijfseconomische Perspectieven Voedselbosbouw
- 2) Impacts Voedselbossen op Klimaat & Biodiversiteit
- 3) Kennisvalorisatie en -disseminatie i.s.m. Partijen Green Deal Voedselbossen
- 4) Projectmanagement

Tabel 1: Planning Onderzoeksprogramma 'Kennis oogsten uit Voedselbossen'

ACTIVITEITEN		2020				2021				2022				2023			
1	Bedrijfseconomische Perspectieven Voedselbosbouw	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
a	Ontwikkeling onderzoeksmethodologie & Identificatie verdienmodellen																
b	Verkenningen rentabiliteit verdienmodellen voedselbossen																
c	Transitiescenario's uitwerken																
d	Meta-analyse bedrijfseconomisch potentieel voedselbossen																
e	Monitoring investerings- en exploitatiekosten voedselbossen																
2	Impacts Voedselbossen op Klimaat & Biodiversiteit	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
a	Uitwerken voorstel promotie-onderzoek Klimaat & Biodiversiteit Voedselbossen																
b	Ontwikkeling basisset monitoring Klimaat & Biodiversiteit Voedselbossen																
c	Monsternames AiO in Voedselbossen Schijndel en Almere																
d	Monsternames in andere voedselbossen																
e	Analyses bodemonsters voedselbossen																
f	Rapportage & publicatie promotie-onderzoek AiO																
g	Rapportage & publicatie onderzoek andere Voedselbossen																
h	Monitoring bovengrondse biodiversiteit in Voedselbossen Schijndel en Almere																
i	Analyse & rapportage bovengrondse biodiversiteit in Voedselbossen Schijndel en Almere																
j	Meta-analyse Klimaat en Biodiversiteit Voedselbossen																
3	Kennisvalorisatie en -disseminatie i.s.m. Partijen Green Deal Voedselbossen	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
a	Ontwikkeling database & syllabus 'Natuurinclusief Ondernemen met Voedselbossen'																
b	Symposia 'Natuurinclusief Ondernemen met Voedselbossen'																
c	Community of Practice (CoP) Natuurinclusieve Voedselbosbouw																
d	Bijeenkomsten Begeleidingscommissie (incl. voorbereiding & rapportage)																
e	Ontwikkeling website 'AgroFoodForestry'																
4	Projectmanagement	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
a	Werkoverleg programmateam (o.a. voor articulatie Programma van Wensen)																
b	Voortgangsrapportage & Financiële verantwoording																

Met verwijzing naar tabel 1 volgt hieronder een uitgebreide toelichting bij de voorgenomen activiteiten en op te leveren producten in het kader van de vier werksporen (blauw in tabel en vetgedrukt in tekst). De periodes waarin beoogde mijlpalen worden behaald zijn in tabel 1 steeds oranje gearceerd. De bijbehorende producten zijn in de onderstaande tekstuele toelichting steeds onderstreept.

Ad 4. De consortiumpartners richten als eerste een overkoepelend programmateam op ten behoeve van het **projectmanagement** van het onderzoek. Elke consortiumpartner is vertegenwoordigd in het programmateam, dat niet alleen verantwoordelijk is voor de aansturing, monitoring en coördinatie van het onderzoeksprogramma als geheel, maar ook voor de voortgangsrapportages en financiële verantwoording (4b). Het programmateam gaat van start met de articulatie van een globaal Programma van Wensen (4a) voor de overige werksporen 'Bedrijfseconomische Perspectieven' (1), 'Klimaat en Biodiversiteit' (2) en 'Kennisvalorisatie en -disseminatie' (3). Dit Programma van Wensen kan vervolgens steeds dienen als algemeen referentiekader voor de werkoverleggen en voortgangsrapportages van het programmateam, alsmede voor de feedback en adviezen van de begeleidingscommissie.

Ad 1. In het eerste werkspoor wordt een werkgroep van docenten (AERES en HAS), onderzoekers (WENr) en ervaringsdeskundigen (VBNL/Both Ends) verantwoordelijk voor de begeleiding en uitvoering van diverse (studenten-)onderzoeken naar de **Bedrijfseconomische Perspectieven** van professionele **Voedselbosbouw**. Aan de hand van het Programma van Wensen van het programmateam zullen diverse bedrijfseconomische vragen en opdrachten worden uitgezet voor derde- en vierdejaarsstudenten die een stage of afstudeeronderzoek willen wijden aan de professionele voedselbosbouw. Mede op basis van eerdere (studenten-)onderzoeken en een nader te bepalen aantal, min of meer gestandaardiseerde verdienmodellen (1a) zal in het eerste jaar de focus worden gericht op het uitwerken van een gedegen methodologie voor bedrijfseconomisch onderzoek naar voedselbossen (1a). Deze methodologie zal worden toegepast in één of meer

studentenonderzoeken naar het (potentiële) verdienvermogen van voedselbosbouw (1b) in het tweede jaar van het programma. Ter ondersteuning van dit onderzoek zal stichting Voedselbosbouw de feitelijke kosten en baten van de voedselbossen in Schijndel en Almere (1e) bijhouden en vastleggen. In het derde programmajaar krijgen studenten werkopdrachten gericht op het uitwerken van verschillende scenario's voor de transitie naar een duurzame kringlooplandbouw waarin een prominente rol is weggelegd voor de voedselbosbouw (1c). De outputs van studentenonderzoeken uit de eerste drie jaren vormen in het vierde jaar de input voor een eerste meta-analyse van het bedrijfseconomisch potentieel van de professionele voedselbosbouw (1d). Deze meta-analyse zal worden uitgevoerd door leden van de werkgroep voor dit werkspoor.

Ad 2. In het tweede werkspoor is de onderzoeksfocus gericht op de reële en potentiële **Impacts van Voedselbossen op het Klimaat en de Biodiversiteit**. Meer specifiek gaat het in dit werkspoor om het meten en analyseren van de effecten van voedselbossen op klimaatmitigatie, (agro-)biodiversiteit, bodemkwaliteit en de ecologische veerkracht van (agro)ecosystemen (in termen van o.a. waterretentie). Het grootste onderdeel in dit werkspoor bestaat uit een promotieonderzoek door een AiO (2a/f) naar de wijze waarop de bodembiodiversiteit en het bodemleven zich ontwikkelen in de voedselbossystemen in Almere en Schijndel, mede in vergelijking tot andere voedselbossen, landbouwsystemen en natuurgebieden. Het bodemleven is immers cruciaal voor het functioneren van terrestrische (agro-)ecosystemen. Het stuurt de kringloop van koolstof en voedingsstoffen, helpt bij de onderdrukking van plagen en ziektes en speelt een belangrijke rol bij het sturen van plantengroei en de aanlevering van voedingsstoffen voor planten (Bardgett & van der Putten, 2014).

De AiO zal het functioneren van het bodemleven bepalen als de mate waarin het bodemleven bijdraagt aan een vitale bodem (plaagonderdrukking en levering van voedingsstoffen voor planten) en de mate waarin het bodemleven de opslag van koolstof in de bodem stimuleert. De AiO zal jaarlijks bodemmonsters nemen in de voedselbossen in Schijndel en Almere en in naburige landbouwpercelen en natuurgebieden en in de diepte het bodemvoedselweb analyseren. Met behulp van moleculaire analyses brengt de AiO de diversiteit en abundantie van bacteriën, schimmels en nematoden in kaart. Gestructureerde tellingen worden gebruikt om de diversiteit en abundantie van meso- en macrofauna (bijv. mijten, springstaarten en regenwormen) te meten. Om de bodemvitaliteit te bepalen zal de AiO met behulp van moleculaire technieken de expressie van functionele genen in de microbiële gemeenschap meten en bepalen in welke mate bodemgemeenschappen verschillende koolstofbronnen kunnen afbreken (MicroRespiratie). In het veld zal de AiO de beschikbaarheid van minerale voedingsstoffen en mineralisatiesnelheden bepalen en in kasexperimenten zal de AiO de verzamelde bodemmonsters aanenten met standaard bodemziektes en de reactie van standaard plantensoorten (fytometers) bepalen om te meten in welke mate de bodems in staat zijn om ziektes te onderdrukken.

De onderzoeksperiode van vier jaar is te kort om daadwerkelijke koolstofopslag in het veld te meten. Dit is een langdurig proces en wordt idealiter op een schaal van decaden vastgesteld. Voor het bepalen van het totale potentieel van voedselbossen voor koolstofopslag in de bosbodem en -biomassa zijn een zorgvuldige monitoring en representatieve (nul-)metingen vanaf het vroegste begin echter essentieel. Om de potentie van voedselbosbodems om koolstof op de slaan te bepalen, combineert de AiO als volgt mechanistische experimenten in het laboratorium met veldinventarisaties:

- In experimenten zal de AiO de bodems van de voedselbossen in Almere en Schijndel, reguliere landbouwbodems en bodems van natuurgebieden incuberen met standaard organische substraten die gelabeld zijn met stabiele koolstofisotopen. De AiO kan aldus de koolstof volgen in het bodemvoedselweb, bepalen welke micro-organismen de koolstof opnemen en mogelijk kunnen vastleggen (DNA-sip), meten hoeveel microbiële producten en dode massa worden geproduceerd en onderzoeken hoeveel koolstof gebonden wordt aan bodemdeeltjes (en dus mogelijk wordt vastgelegd).
- In het veld zal de AiO meten hoeveel koolstof er in de bodems uit de verschillende ecosystemen zit en hoeveel bodemaggregaten er worden gevormd in de bodems. Bodemaggregaten vormen een fysieke plek waarin organische stof beschermd kan worden voor afbraak door het bodemvoedselweb en dus mogelijk stabiel kan worden opgeslagen.

Aan het eind van elk onderzoeksjaar publiceert de AiO een wetenschappelijk artikel (2f) zodat zij/hij aan het eind van het vierde jaar kan promoveren op een bundeling van deze artikelen (2f). De AiO verleent in het eerste jaar ook ondersteuning bij het ontwikkelen van een basisset van 10 à 15 meetmethodes voor een gestandaardiseerde monitoring van het bodemleven in voedselbossen (2b). Het is daarbij zoeken naar betaalbare meetmethodes die makkelijk uit te voeren zijn door (opgeleide) voedselbosbeheerders en vrijwilligers. Hierbij kan gedacht worden aan fotomonitoring op vaste locaties en het theezakjesexperiment,

waarbij theezakjes worden begraven om te bepalen hoe bodemgemeenschappen plantenstrooisel afbreken (Keuskamp *et al.*, 2013). Met behulp van deze basisset en de TKI-financiering kan het bodemleven ook in andere voedselbossen op wetenschappelijk verantwoorde wijze worden onderzocht met gestandaardiseerde monsternames en analyses (2d/e/g) in het eerste en vierde jaar van het onderzoeksprogramma. Door verbinding te leggen met de overige partijen in de Green Deal Voedselbossen kan dit onderzoek makkelijk worden opgeschaald en kunnen andere voedselbosprojecten in Nederland, die zijn aangesloten bij het netwerk als aanvullende onderzoekslocaties dienen.

Tegelijk met het onderzoek naar het bodemleven zullen studenten en onderzoekers van AERES, HAS en WEnR zich richten op monitoring en analyses van de bovengrondse biodiversiteit in de voedselbossen in Almere en Schijndel systematisch worden gemonitord (2h/i). Het gaat in deze studie om de volgende vijf biodiversiteitsindicatoren om inzicht te krijgen in het functioneren van het ecosysteem: 1) broedvogels, 2) dagvlinders en dag-actieve nachtvlinders, 3) insecten en 4) planten. Aanwezigheid en diversiteit van broedvogels, dagvlinders en dag-actieve vlinders en insecten zullen jaarlijks door gestandaardiseerde tellingen worden bepaald. Door het uitzetten van vaste quadranten zullen er ook jaarlijks planteninventarieringen worden uitgevoerd. Deze indicatoren samen geven een breed beeld over de voedselbeschikbaarheid, het successiestadium, de aanwezigheid van bestuivers en predatoren en de algehele kwaliteit van de leefomgeving. De resultaten van alle metingen en analyses, die in het kader van dit onderzoeksprogramma worden uitgevoerd op het gebied van klimaat en biodiversiteit, worden voor een breed professioneel publiek toegankelijk gemaakt door publicaties in nader te bepalen media (2i) en in de syllabus (3a). De werkgroep die het tweede werkspoor aanstuurt en coördineert zal de onderzoeksactiviteiten afronden met een eerste meta-analyse van de Impacts van Voedselbossen op het Klimaat en de Biodiversiteit (2j).

Ad 3. In het kader van de **Kennisvalorisatie en -disseminatie in samenwerking met de Partijen van de Green Deal Voedselbossen** ontwikkelt stichting Voedselbosbouw een database en een syllabus 'Natuurinclusief Ondernemen met Voedselbossen' voor groene professionals (3a). Onder dezelfde titel en voor dezelfde doelgroep organiseert WEnR twee landelijke symposia (3b): een in Brabant in 2020 en een in Almere in 2022 ter gelegenheid van de Floriade. Daarnaast is WEnR verantwoordelijk voor de ontwikkeling van een website 'AgroFoodForestry' (3e) en de organisatie van de Community of Practice (CoP) 'Natuurinclusieve Voedselbosbouw' (3c) en de bijeenkomsten van een begeleidingscommissie (3d) met vertegenwoordigers van diverse belanghebbende partijen. Zie verder hoofdstuk 6 voor een nadere toelichting bij dit werkspoor.

Bijlage 4: Literatuurlijst

- Bardgett, R. D., & Van Der Putten, W. H. (2014). Belowground biodiversity and ecosystem functioning. *Nature*, 515(7528), 505.
- Bastin, J. F., Finegold, Y., Garcia, C., Mollicone, D., Rezende, M., Routh, D., Zohner, C.M. & Crowther, T. W. (2019). The global tree restoration potential. *Science*, 365(6448), 76-79.
- Breidenbach, J., Dijkgraaf, E., Rooduijn, B., Nijpels-Cieremans, R., & Strijkstra, A. (2017). Voedselbossen van belang voor biodiversiteit. *De Levende Natuur*, 118(3), 90-93.
- CBS (2017). Centraal Bureau voor de Statistiek, Sterke schaalvergroting in de landbouw sinds 1950.
- CBS (2018). Centraal Bureau voor de Statistiek, Oogstraming 2018.
- CLO (2017). Compendium voor de Leefomgeving, Bijensterfte in Nederland, 2006 – 2017.
- CLO (2018). Compendium voor de Leefomgeving, Gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater 2016.
- Cotrufo, M. F., Wallenstein, M. D., Boot, C. M., Deneff, K., & Paul, E. (2013). The Microbial Efficiency-Matrix Stabilization (MEMS) framework integrates plant litter decomposition with soil organic matter stabilization: do labile plant inputs form stable soil organic matter?. *Global Change Biology*, 19(4), 988-995.
- Diaz, S., Settele, J., Brondízio, E., Ngo, H., Guèze, M., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K., Butchart, S., Chan, K., Garibaldi, L., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S., Midgley, G., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razzaque, Jona., Reyers, B., Chowdhury, R., Shin, Y., Visseren-Hamakers, I., Willis, K. & Zayas, C (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
- Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., W. Stenmans, A. Müller, H. Sumser, T. Hörrn, D. Goulson, & H. de Kroon (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PloS one*, 12(10), e0185809.
- Heimann, M., & Reichstein, M. (2008). Terrestrial ecosystem carbon dynamics and climate feedbacks. *Nature*, 451(7176), 289.
- IenM & EZ (2015). Deltaprogramma 2016. Werk aan de delta. En nu begint het pas echt. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Ministerie van Economische Zaken.
- Jackson, R. B., Lajtha, K., Crow, S. E., Hugelius, G., Kramer, M. G., & Piñeiro, G. (2017). The ecology of soil carbon: pools, vulnerabilities, and biotic and abiotic controls. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48, 419-445.
- Kallenbach, C. M., Frey, S. D., & Grandy, A. S. (2016). Direct evidence for microbial-derived soil organic matter formation and its ecophysiological controls. *Nature communications*, 7, 13630.
- Keuskamp, J. A., Dingemans, B. J., Lehtinen, T., Sarneel, J. M., & Hefting, M. M. (2013). Tea Bag Index: a novel approach to collect uniform decomposition data across ecosystems. *Methods in Ecology and Evolution*, 4(11), 1070-1075.
- Lal, R. (2016). Soil health and carbon management. *Food and Energy Security*, 5(4), 212-222.
- Lange, M., Eisenhauer, N., Sierra, C. A., Bessler, H., Engels, C., Griffiths, R. I., Mellado-Vazquez, P.G., Malik, A.A., Roy, J., Scheu, S., Steinbeiss, S., Thomson, B.C., Trumbore, S.E. & Gleixner, G. (2015). Plant diversity increases soil microbial activity and soil carbon storage. *Nature communications*, 6, 6707.

Lehmann, J., & Kleber, M. (2015). The contentious nature of soil organic matter. *Nature*, 528(7580), 60.

LNv (2018). Minister van LNv, C.J. Schouten, *Nr. 54, Brief van de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal*. Den Haag, 23 mei 2018.

Oldfield, E. E., Bradford, M. A., & Wood, S. A. (2019). Global meta-analysis of the relationship between soil organic matter and crop yields. *Soil*, 5(1), 15-32.

Sokol, N. W., & Bradford, M. A. (2019). Microbial formation of stable soil carbon is more efficient from belowground than aboveground input. *Nature Geoscience*, 12(1), 46.

Toensmeier, E. (2016). *The carbon farming solution: a global toolkit of perennial crops and regenerative agriculture practices for climate change mitigation and food security*. Chelsea Green Publishing.

Tsiafouli, M. A., Thébault, E., Sgardelis, S. P., De Ruiter, P. C., Van Der Putten, W. H., Birkhofer, K., Hemerik, L., De Vries, F.T., Bardgett, R.D., Brady, M.V., Bjornlund, L., Jorgensen, H.B., Christensen, S., D'Hertefeldt, T., Hotes, S., Hol, W.H.G., Frouz, J., Liiri, M., Mortimer, S.R., Setälä, H., Tzanopoulos, J., Uteseny, K., Pizl, V., Start, J., Wolters, V. & Hedlund, K. (2015). Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global change biology*, 21(2), 973-985.

UNCTAD, V. (2013). Wake up before it is too late. Make agriculture truly sustainable now for food security and changing climate. *Trade and Environment Review 2013*.

VBNL (2017). Stichting Voedselbosbouw Nederland, *Bijlage 12: Business Case Voedselbos*. In: 'Ontwikkelplan Eemvallei Zuid Programma Nieuwe Natuur; een gezamenlijk initiatief van Staatsbosbeheer, Stichting Voedselbosbouw Nederland, Stichting Speelwildernis en Maatschap Stadsboerderij Almere voor de realisatie van een nieuw natuurgebied in Almere Oosterwold in het kader van het Programma Nieuwe Natuur van de provincie Flevoland', pp. 52-61. Stichting Voedselbosbouw Nederland, Lelystad, 07-06-2017.

VBNL (2018). *Projectplan Voedselbos Schijndel*. Stichting Voedselbosbouw Nederland, Lelystad, 04-11-2018.

Yang, Y., Tilman, D., Furey, G., & Lehman, C. (2019). Soil carbon sequestration accelerated by restoration of grassland biodiversity. *Nature communications*, 10(1), 718.