



### Inleiding

Het project *Boeren tussen Boomwallen* is opgeknipt in 10 thema's die door de boeren belangrijk werden geacht. Klimaatrobustheid is een overkoepelend thema's waar veel andere thema's in samenkomen. Binnen het project wilden we beter grip krijgen op wat bomen en struiken voor invloed hebben op de klimaatrobustheid van het boerenbedrijf. Met een focus op de volgende uitdagingen van het klimaat:

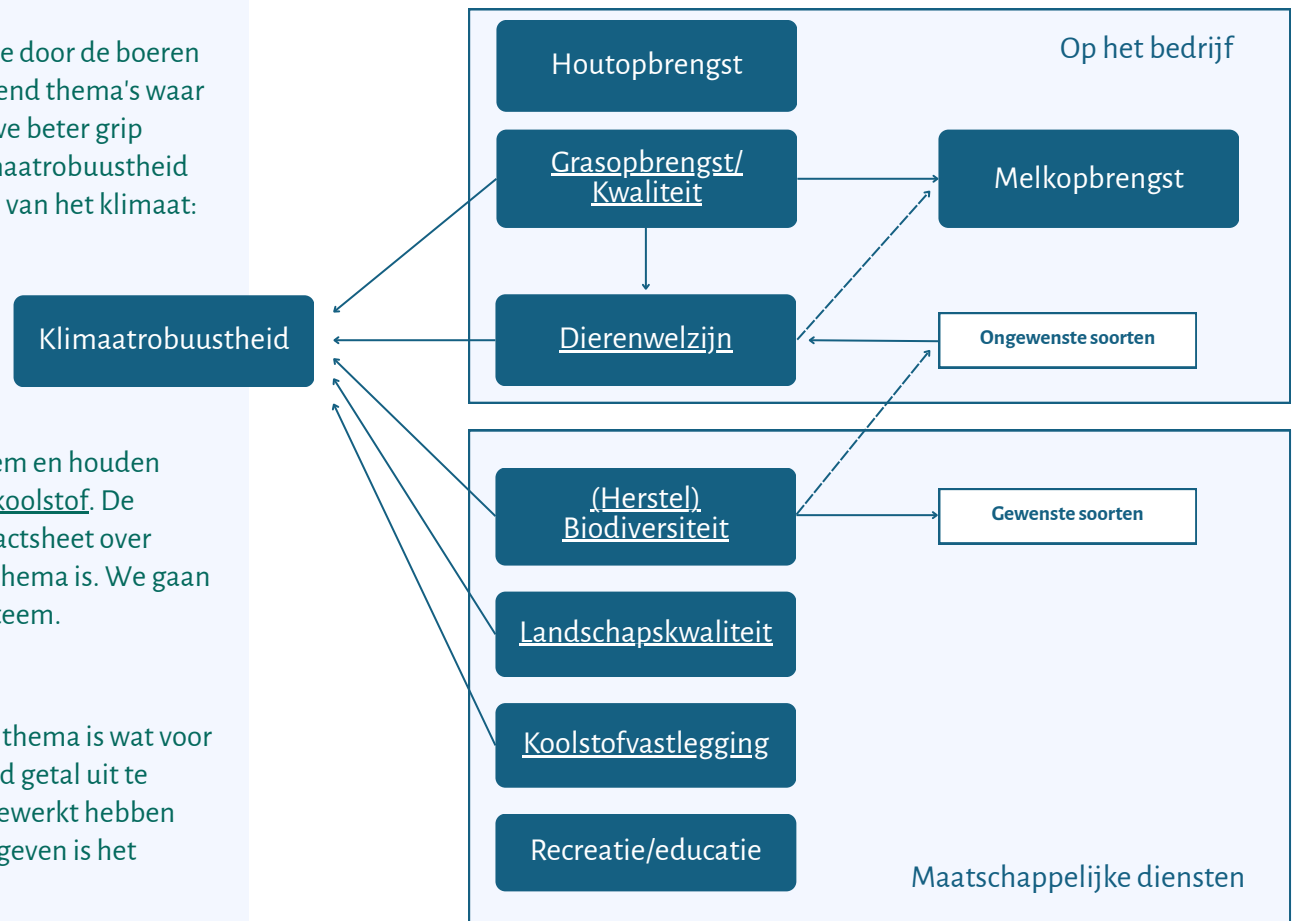
- Een dalend grondwaterpeil
- Te veel water / wateroverlast
- Verdroging van gewassen of verbranding van gewassen
- Hittestress bij vee

De eerste drie uitdagingen hebben betrekking op het watersysteem en houden verband met de factsheets grasopbrengst en stikstof en (bodem)koolstof. De effecten van bomen en struiken op vee worden behandeld in de factsheet over dierenwelzijn. Dit laat al zien dat klimaatrobustheid een breed thema is. We gaan hier alleen in op het watersysteem en klimaatrobustheid als systeem.

### Klimaatrobustheid als systeem

In het project is naar voren gekomen dat klimaatrobustheid een thema is wat voor boeren zeer belangrijk wordt geacht, maar moeilijk in één bepaald getal uit te drukken is. Veel van de andere thema's waaraan in dit project is gewerkt hebben een sterk verband met klimaatrobustheid. Om hier vorm aan te geven is het verband in figuur 1 samengevoegd.

Zoals je in dit figuur (bovenin) kan zien zijn er 3 a 4 deelaspecten die vooral voor het boerenbedrijf zelf van belang zijn en geldelijk uitgedrukt kunnen worden in opbrengst. Maar minstens zo belangrijk is ook de maatschappelijke kant (onderin) van klimaatrobustheid. Aangezien een boerenbedrijf niet als een eiland opereert, maar in het overkoepelende klimaatsysteem staat waar het positief (of negatief) aan kan bijdragen voor een betere betere opbrengst op de lange termijn.



Figuur 1: Binnen het project is aan verschillende thema's gewerkt, waarbij veel thema's (grasopbrengst, dierenwelzijn, biodiversiteit, landschapskwaliteit en koolstofvastlegging) subonderdelen zijn van het overkoepelende thema klimaatrobustheid. Klik op link voor info.

# Klimaatrobuustheid

Het effect van houtwallen en elzensingels in de Noordelijke Friese Wouden.

## Onderzoek watersysteem

In dit project zijn metingen verricht in de vorm van bodem- en luchtvochtmetingen en bovengrondse en ondergrondse temperatuurmetingen op verschillende afstanden van boomwallen en elzensingels. Ook zijn er bodemonsters gestoken tot een diepte van 25 centimeter op verschillende afstanden van de bomenrij om het organische stofgehalte te beoordelen. Dicht zegt iets over het vermogen van de bodem om vocht vast te houden.

## Verwachtingen effecten houtwallen/elzensingels

De verwachte effecten die houtwallen (HW) en elzensingels (ES) kunnen hebben op het vasthouden van water worden in tabel 1 getoond. Schaduwwerking en windremming kunnen bijvoorbeeld helpen bij het verminderen van verdamping. Het saldo van de effecten kan zowel positief als negatief zijn, en is afhankelijk van contextspecifieke zaken als grondsoort, grondwaterstand, boomsoorten, boomdichtheid en oriëntatie van de boomrijen.

Verwachte effecten boomwal/elzensingel	Effect vochthuishouding
Vochtopname	Verhoogd door vochtopname van ES/HW
Schaduwwerking	Bijdrage aan minder verdamping
Windremming	Bijdrage aan minder verdamping
Toename bodemorganische stof door bladval, wortelsterfte, etc.	Vocht wordt langer vastgehouden
Betere infiltratie door wortels van HW/ES	Betere infiltratie; Hydraulische lift:
Hydraulische lift	Boomwortels halen vocht van diepere bodemlagen naar boven

Tabel 2: Verwachte effecten landschapselementen op de waterbalans.

## Resultaten bodem & waterhuishouding

Positief is met name het microklimaat vlakbij de boom. De koeien kunnen er tevens verkoeling zoeken. Ook is de biodiversiteit opvallend hoger rondom de boomwallen. Nadeel is dat de bodem wel iets droger is bij de bomen, door vochtopname van de bomen zelf. Ook de voederwaarde daalt dichtbij de bomen. Koolstofvastlegging heeft tevens vanaf 1 meter al minder effect. En tot slot is de grasopbrengst lager vlakbij de bomen.

## Conclusies bodem & vochthuishouding

Samengevat betekent dit dat er een positief effect is van houtwallen en elzensingels op de dierenwelzijn, en een negatief effect op grasopbrengst. Daarbij moet wel de kanttekening gemaakt worden dat er beperkt (1 groeiseizoen) gemonitord is. Mogelijk wordt een licht positief effect verwacht in perioden van extreme droogte. Maar ook dan is het effect heel locatiespecifiek. Boeren zien in de praktijk zowel méér als minder verdroging rondom de bomen in tijden van droogte.



Meting/onderwerp	Zie ook factsheet	Conclusie
Bodemvocht	Grasopbrengst	Klein effect, droger bij de boom
Bodemtemperatuur	Grasopbrengst	Groot effect, koeler bij de boom
Luchtvochtigheid	Dierenwelzijn	Klein effect, dichtbij de boom hogere luchtvochtigheid
Bovengrondse temperatuur	Dierenwelzijn	Groot effect, koeler bij de boom
Drogestofopbrengst gras	Grasopbrengst	Slechtere opbrengst dicht bij de boomrij, hogere opbrengst verderop is niet vastgesteld.
Voederwaarde	Grasopbrengst	Slechtere voederwaarde dichtbij de bomenrij
Bodemkoolstof/- OS	Koolstofvastlegging	Vanaf 1m van de bomenrij geen effect
Biodiversiteit	Biodiversiteit	Positief effect dicht bij de boom

Tabel 3: Effecten van alle deelonderzoeken op klimaatrobuustheid.

# Landschapskwaliteit

Het effect van houtwallen en elzensingels in de Noordelijke Friese Wouden.

## Inleiding

Om inzicht te krijgen in de kwantiteit en kwaliteit van de landschapselementen op de zeven deelnemende bedrijven voor het project *Boeren tussen Boomwallen*, en daarmee van het landschap als geheel, is er in het najaar van 2024 een landschapsinventarisatie uitgevoerd.

## Kwantiteit & kwaliteit

Alle landschapselementen zoals houtwallen, elzensingels en poelen werden in het veld bekeken. Op de zeven bedrijven staat in totaal bijna 97 km aan houtwallen en (elzen)singels, bijna 350 solitaire bomen en bevinden zich 80 poelen en een aantal kleine bosjes. Met recht een kleinschalig landschap dus!

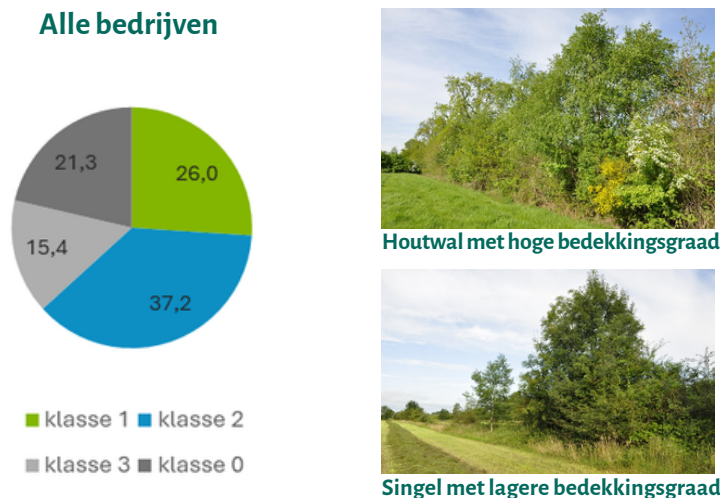
Binnen de gehanteerde methodiek kregen alle elementen een ‘kwaliteitsklasse’ waarbij ongeveer driekwart van de houtwallen en singels werd ingedeeld in de hoogste drie klassen. De kwaliteitsklasse is in eerste instantie gebaseerd op de bedekkingsgraad van de bomen en struiken, in de houtwallen en singels. De gemiddelde bedekkingsgraad bedraagt ca. 70%. Er kan dus gesteld worden dat de bedekkingsgraad vrij hoog is.

## Leeftijd beplanting

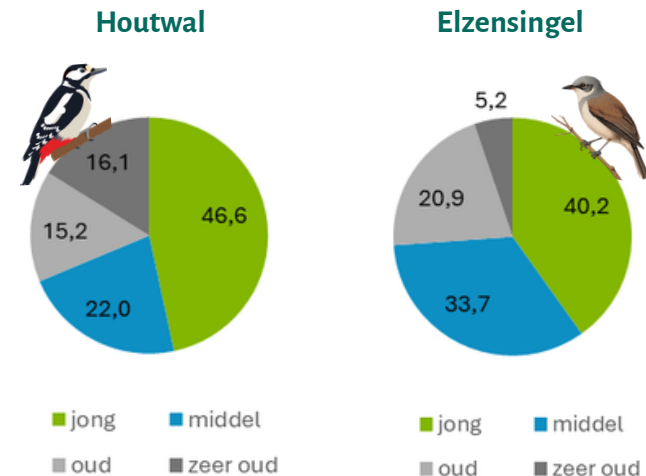
Variatie is van belang in allerlei opzichten, bijvoorbeeld qua leeftijd van de beplanting in de houtwallen en singels. Daarom is hiervan voor alle houtwallen en singels een inschatting gemaakt. Ongeveer 42% van de beplanting is vrij jong, maar meer dan 25% heeft een oude of zeer oude beplanting.

Een mix van leeftijden is van belang voor een grote variatie aan bijvoorbeeld broedende vogels. Veel kleine zangvogels broeden in dichte, vaak jonge ondergroei. Zo ook de grasmus, tuinfluiter of braamsluiper. Andere vogels hebben oude bomen en struiken nodig, bijvoorbeeld roofvogels en spechten om hun nestholten in uit te hakken. En als ze niet meer in gebruik zijn dan worden ze overgenomen door vleermuizen.

Op vijf van de zeven bedrijven heeft jonge beplanting de overhand. Op twee van de bedrijven heeft het grootste deel een middelmatige leeftijd. Bijna de helft van de houtwallen heeft een jonge leeftijd en bijna een derde van de houtwallen heeft een oude of zeer oude beplanting. Bij de elzensingels is deze verhouding anders. Hier heeft iets meer dan een kwart van de elementen een oude of zeer oude beplanting.



Figuur 1: Indeling lijnelementen in kwaliteitsklassen op basis van bedekkingsgraad.



Figuur 2: Indeling in leeftijdsklassen van de houtwallen (links) en de elzensingels (rechts).

# Landschapskwaliteit

Het effect van houtwallen en elzensingels in de Noordelijke Friese Wouden.



## Variatie beplanting

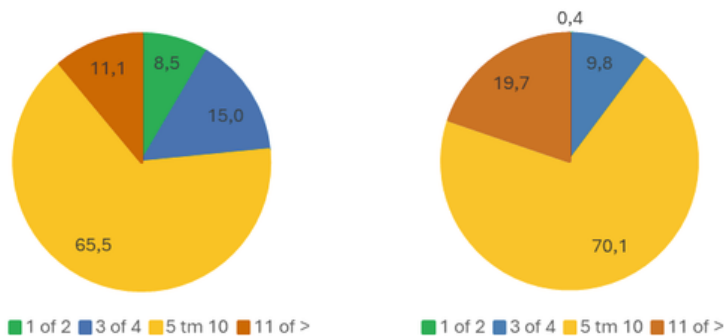
Ook variatie in de beplanting is van belang voor het landschap en de dieren. Zo zijn veel insectensoorten afhankelijk van bepaalde bomen of struiken. Nachtvinders zoals de gevlekte zomervlinder, peper-en-zoutvlinder, oranje bruinbandspanner en braamvlinder zijn bijvoorbeeld afhankelijk van respectievelijk de eik, wilg, roos en braam, waar de rupsen op leven.



Gevlekte zomervlinder    Oranje bruinbandspanner    Braamvlinder

## Aantal soorten beplanting

In de houtwallen en singels werden van diverse struiksoorten de aantallen geteld: van zowel meidoorn als lijsterbes gemiddeld twee flinke struiken per 100 meter. Ook vlier – waaronder de zeldzamere trosvlier – en rozen- en wilgensoorten werden regelmatig aangetroffen. Lijsterbes komt wat meer in houtwallen voor, rozen in verhouding meer in elzensingels en meidoorn is vrij gelijkmatig verdeeld.



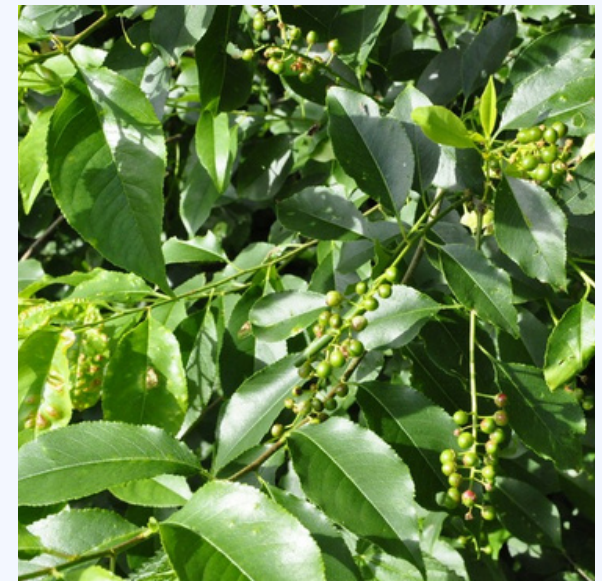
Figuur 3-4: Indeling in aantal soorten bomen en struiken in elzensingels (links) en houtwallen (rechts).

## Inheems vs. exoten

Veel van de soorten bomen en struiken horen van oudsher thuis in het landschap in de Noardlike Fryske Wâlden, andere kunnen onder de 'exoten' worden geschaard. De Amerikaanse vogelkers is zo'n exoot. Een snelle groeier waarvan de bessen graag door vogels gegeten worden en de zaden zo gemakkelijk verspreid worden. Het advies is om deze soort te verwijderen om uitbreiding te voorkomen.



Lijsterbes (blad)



Amerikaanse vogelkers



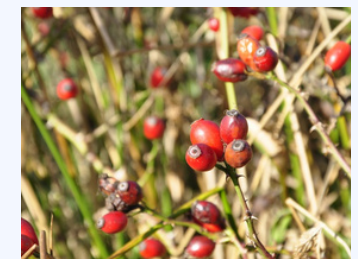
Lijsterbes (vruchten)



Meidoorn



Trosvlier



Hondсроos bottel

# Biodiversiteit

Het effect van houtwallen en elzensingels in de Noordelijke Friese Wouden.

## Inleiding

Binnen het project *Boeren tussen boomwallen* werd gekeken naar diverse aspecten m.b.t. biodiversiteit voor broedvogels en insecten, op de 5 deelnemende bedrijven, gelegen in het bijzondere landschap van de Noardlike Fryske Walden.

## Broedvogels en habitats

Studenten van Van Hall Larenstein hebben binnen hun onderzoek gekeken naar broedvogels en hun habitats. Ze brachten de houtwallen en singels in kaart, en op twee locaties werden in het voorjaar van 2023 vogeltellingen uitgevoerd en vegetatieopnamen gemaakt. Het doel was om te ontdekken wat de waarde is van houtwallen en elzensingels op het gebied van vegetatie en broedvogels.

In de houtwallen werden 23 **plantensoorten** gevonden, in de elzensingels 21, met grote onderlinge verschillen. Zo werd in de lagergelegen elzensingels gele lis, speenkruid en aalbes gevonden en in de drogere houtwallen wilde kamperfoelie en hennepnetel. In de graslanden werden kruiden als witte klaver, pinksterbloem en kruipende boterbloem gevonden, die voedsel bieden aan insecten.

Ook werden er 30 **vogelsoorten** gezien waaronder de merel en spreeuw, maar ook minder algemene soorten zoals de uitbundig zingende spotvogel en de prachtige boomvalk en gekraagde roodstaart. Voor hen vormt de combinatie van open veld en beschutting van de houtwallen een aantrekkelijk leefgebied.



Foto 1-2: Wilde kamperfoelie (links), nachtvlinder essenspanner (rechts: foto Anneke van der Veen).

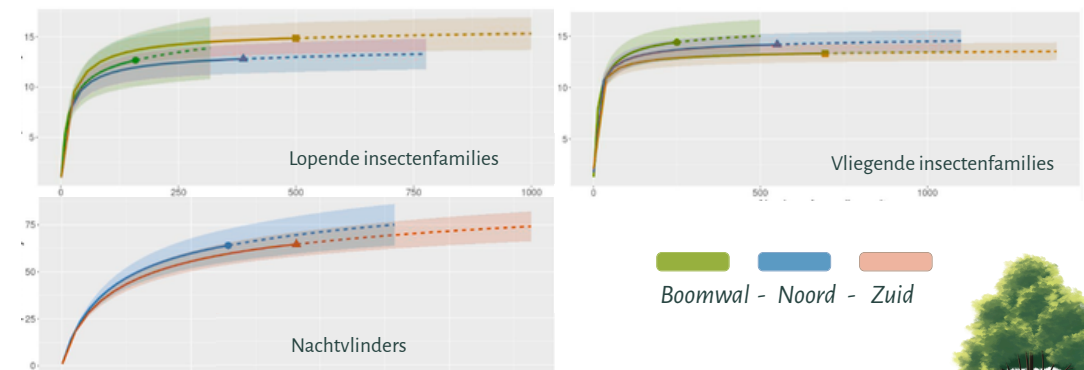
## Insecten biodiversiteit van noord en zuid

Binnen een tweede onderzoek van Van Hall Larenstein werd gekeken naar insecten en de verschillen in insectenpopulaties aan de noord- en zuidzijden van 'boomwallen'. Met pot- en plakvallen en LED-emmers werden bemonsteringen gedaan van diverse insectengroepen zoals loopkevers, zweefvliegen en nachtvinders.

Voor **lopende insecten** werd vastgesteld dat de zuidzijden gunstiger omstandigheden lijken te bieden. Als er specifiek naar loopkevers gekeken wordt dan zijn er grotere aantallen en soorten aan de noordzijde aangetroffen. Een en ander kan te maken hebben met klimatologische omstandigheden, vegetatiestructuur en micro-habitats.

Voor **vliegende insecten** is de zuidzijde van groter belang dan de noordzijde, zowel als het gaat om aantallen als soortendiversiteit. Specifiek voor zweefvliegen is het beeld net even anders: grotere aantallen aan de noordzijde, maar meer soorten aan de zuidzijde.

Binnen de groep van de **nachtvlinders** is zowel het aantal exemplaren als aantal soorten groter aan de zuidzijde, maar ondanks het beperkte verschil in soortendiversiteit, is het verschil in aantallen exemplaren veel groter, mogelijk als gevolg van temperatuurverschillen in de nacht. Vastgesteld is dat beide zijden invloed hebben op aantallen en soortendiversiteit. De noord- en zuidkant van een boomwal hebben voor alle bedrijven duidelijk invloed op insectengemeenschappen, zowel in aantallen als in diversiteit, en daarmee ook op de waarde voor insectendiversiteit.



Grafiek 3-5: Soortendiversiteit voor vliegende-, lopende insectenfamilies, en nachtvinders.



# Biodiversiteit

Het effect van houtwallen en elzensingels in de Noordelijke Friese Wouden.

## Factoren van belang voor broedvogels

Landschapsbeheer Friesland maakte afzonderlijk een uitgebreide inventarisatie van landschapselementen op 7 bedrijven. Hierbij werd naar belangrijke aspecten van het leefgebied van broedvogels, wintervogels en insecten gekeken; zoals soorten bomen en struiken en de aanwezigheid van een struiklaag en/of braamlaag.

## Aantal soorten bomen en struiken

Tijdens de inventarisatie werden ca. 50 soorten bomen en struiken waargenomen, waaronder meer dan 30 soorten die van nature thuishoren in het gebied en belangrijk zijn in het leefgebied van tal van diersoorten. Soorten als trosvlier en viltroos zijn bijzonder te noemen. In ongeveer twee-derde van de houtwallen en singels groeien 5-10 verschillende boom- en struiksoorten, dit is gevarieerd te noemen. Andere elementen (5%) zijn wat eenvormiger, maar er zijn ook juist nog gevarieerdere beplantingen, met name in houtwallen (14%).

## Bedekking struiklaag

De aanwezigheid van een struiklaag is van belang voor broedvogels en veel insectensoorten. In ca. 60% van de houtwallen en elzensingels is de bedekking van de struiklaag 10-40% en in een kwart van de elementen bedraagt deze 40-70%.

## Bedekking braam/brandnetel

Heel belangrijk, bijv. als nestplek voor allerlei kleine zangvogels, is de aanwezigheid van een mantel met bramen en brandnetels. In meer dan een derde van de houtwallen en singels werd een hoge bedekking (70-100%) van deze waardevolle laag aangetroffen.

## Inventarisatie broedvogels

In een beperkt aantal houtwallen en elzensingels werden in het voorjaar broedvogels geïnventariseerd en in het late najaar 'wintervogels'. Tal van broedvogels werden gezien en vooral gehoord (27 soorten), bijv. de braamsluiper, zwartkop en tuinfluiter – als bewoners van de onderste meters van de houtwallen en elzensingels. Elders werden buizerd, spechten, grote lijster en vink vastgesteld – als bewoners van de oudere bomen en struiken. Bijzonder was de waarneming van een Appelvink. Mogelijk een broedgeval.

## Inventarisatie wintervogels

Qua wintervogels werden tal van soorten gezien (37 soorten). Sommige broeden er ook, andere komen alleen in de winter in onze streken voor, zoals de sijs en de keep. Ook de houtsnip werd regelmatig gezien en opvallend was de waarnemingen van een waterral, in een dobbe. Mogelijk de eerste ooit in dit agrarische landschap! Een gevarieerd landschap dus, met houtwallen, singels en dobben, jong en oud, tal van bomen en struiken, als leefgebied voor tal van dieren.



Foto 1-3: Houtwal met struiken en bramen (links), de trosvlier (midden) en viltroos (rechts).



Foto's 4-6: Grote bonte specht (links: foto Jeroen Kramer), keep (midden) en waterral (rechts: foto's Kees Bergsma).

# Dierenwelzijn

Het effect van houtwallen en elzensingels in de Noordelijke Friese Wouden.



## Inleiding

In het project *Boeren tussen boomwallen* is onderzocht welke rol bomen en struiken (houtwallen en elzensingels) spelen in het diergezondheids- en welzijnsvraagstuk. Deze landschapselementen zijn kenmerkend voor de Noardlike Fryske Wâlden en bieden natuurlijke schaduw, beschutting en aanvullende voeding. Voor dit project was het van belang om zowel positieve als negatieve effecten inzichtelijk te maken van de omgeving op melkvee. Deze inzichten dragen bij aan een beter begrip van de rol van houtwallen en elzensingels, zodat boeren en beheerders weloverwogen keuzes kunnen maken voor een gezonde en toekomstbestendige veehouderij.

## Onderzoekopzet en locaties microklimaatmetingen

Op vier melkveebedrijven in de Noardlike Fryske Wâlden (Twijzel, Drogeham, Surhuizum) zijn in 2024 microklimaatmetingen uitgevoerd om de invloed van houtwallen en elzensingels op temperatuur- en vocht patronen vast te stellen. Per locatie zijn negen sensoren geplaatst die luchttemperatuur, relatieve luchtvochtigheid, bodemtemperatuur en bodemvocht registreren (figuur 1). Ook is besloten om vee te monitoren op gedrag en signalen van hittestress.



Sensoropstelling loodrecht op het element:

- Zuidzijde: 20 m – 10 m – 5 m – 1 m
- In de wal: 0 m
- Noordzijde: 1 m – 5 m – 10 m – 20 m

Figuur 1: De opstelling van Farm-21 sensoren.

De THI bestaat uit verschillende categorieën:

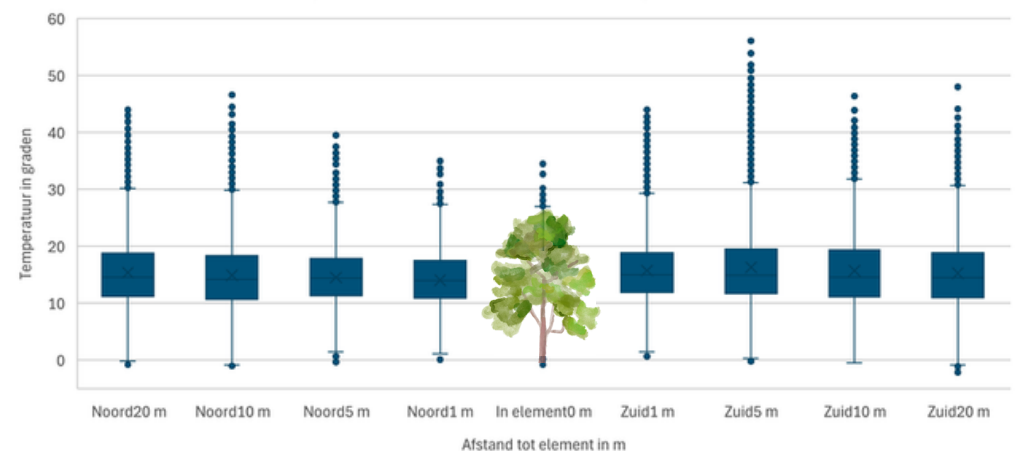
- <68 is geen hittestress
- 68-75 milde hittestress
- 76-85 hittestress
- 86-95 ernstige hittestress
- >95 dodelijke hittestress

Figuur 2: De THI-index.

## Het effect van boomwallen op (micro)klimaat en hittestress

Voor een duurzame bedrijfsvoering en productie is het essentieel dat dieren gezond zijn en zich prettig voelen. Onder Nederlandse omstandigheden met een relatieve luchtvochtigheid van 70% begint lichte hittestress vanaf 20 °C. Door de verandering van het klimaat stijgt het aantal zomerse dagen van 11 dagen per jaar (begin 1900) tot 35 per jaar in 2024. Ongeveer een kwart van de dagen stijgt de temperatuur boven de 20 °C. Hierdoor komt hittestress steeds vaker voor. Voor de bepaling van de mate van hittestress wordt gebruik gemaakt van de Temperature Humidity Index (THI) om te bepalen hoe warm het daadwerkelijk aanvoelt. Hoe hoger de luchtvochtigheid bij een bepaalde temperatuur, hoe minder goed het lichaam kan afkoelen, hoe hoger de THI (figuur 2).

Figuur 3 geeft de temperaturen van maart t/m oktober 2024 weer, op verschillende afstanden tot het landschapselement op de 4 meetlocaties. Opvallend is het verschil in spreiding bij de verschillende afstanden. Waarbij er minder spreiding is in de wal (0 m) tot 5 m noordzijde. De zuidzijde en de overige afstanden aan de noordzijde laten juist een grote spreiding zien. De hoogste gemeten temperatuur aan de zuidkant is 56 °C, op datzelfde tijdstip lag de temperatuur in de schaduw aan de noordkant van de boomwal 20 °C lager. In totaal kwam hittestress tijdens 13% van de metingen voor: 35% hiervan aan de noordkant, 10% in het element en 55% op de zuidkant van het perceel.



Figuur 3: Temperatuur van maart t/m oktober per afstand tot het element.

# Dierenwelzijn

Het effect van houtwallen en elzensingels in de Noordelijke Friese Wouden.

## Onderzoekopzet gedragsonderzoek bij melkkoeien

Op twee melkveehouderijen in Twijzel (bedrijf A, robots, gem. 73 koeien) en Drogeham (bedrijf B, melkstal, gem. 92 koeien) is het gedrag van melkkoeien onderzocht in relatie tot de aanwezigheid van boomwallen. Het gedragsonderzoek geeft een indicatie vanaf welke temperatuur melkkoeien de schaduw van houtige elementen of de stal opzoeken.

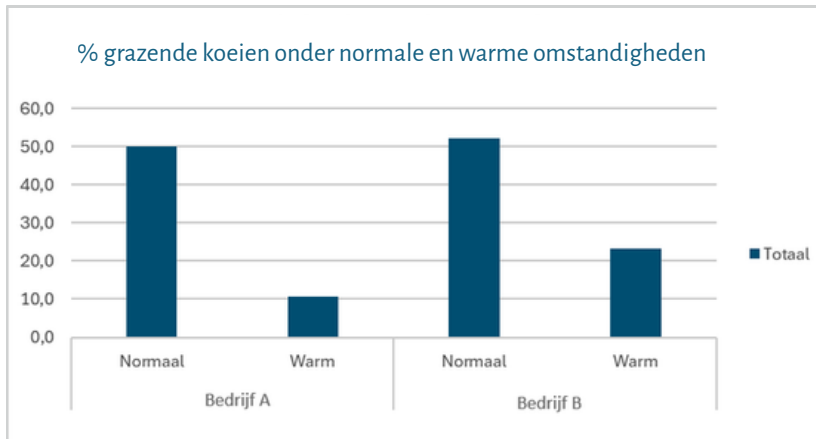
Beide bedrijven hebben weidegang in de zomer. De dieren op bedrijf A hebben de gehele dag vrije toegang tot de stal en kunnen kiezen wat hun voorkeur heeft. De dieren op bedrijf B staan buiten tot het volgende melkmoment. Er zijn metingen uitgevoerd op normale dagen ( $<21^{\circ}\text{C}$ ) en hete dagen ( $\geq 27^{\circ}\text{C}$ , onbewolkt) op verschillende afstanden tot het landschapselement, gedurende het gehele groeiseizoen van 2024. De hoogst gemeten temperatuur op een meetdag in de zon was  $50^{\circ}\text{C}$  op bedrijf B, en  $42^{\circ}\text{C}$  op bedrijf A. In de schaduw was de temperatuur op hetzelfde moment maximaal  $25,5\text{-}25,8^{\circ}\text{C}$  op beide meetlocaties (noordkant 1-5 m).

## Gedrag koeien bij verschillende temperatuursomstandigheden

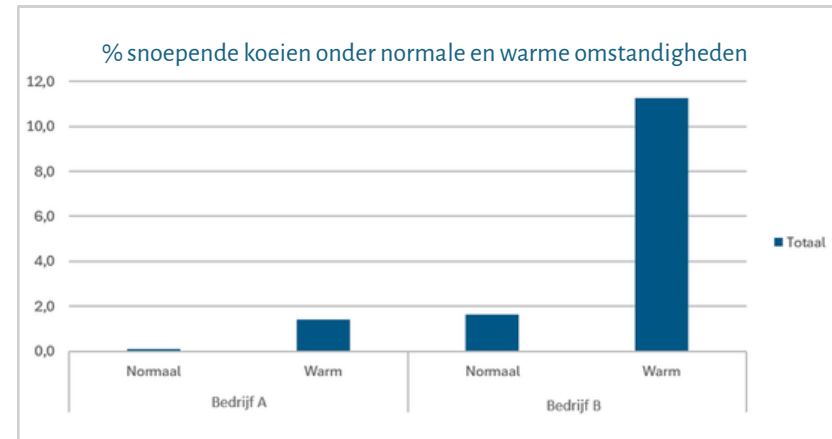
Op bedrijf A en B zoeken de dieren vanaf een temperatuur in de zon van circa  $24^{\circ}\text{C}$  (THI 74) de schaduw van bomen op. Bij een verdere stijging van de temperatuur in de schaduw naar circa  $24^{\circ}\text{C}$  verplaatsen de dieren op bedrijf A zich naar de stal. Rond 19:30 uur (THI  $<72$ ,  $<22^{\circ}\text{C}$ ) verplaatsen zij zich weer naar de weide. Onder warme omstandigheden neemt het aantal grazende koeien 30-40% af (figuur 4). Waarbij dit verschil groter is op bedrijf A. Het aantal rustende, niet herkauwende, dieren neemt met 8-25% toe. Op beide bedrijven neemt ook de hoeveelheid snoepende dieren toe (figuur 5). Op bedrijf A wordt minder gesnoept. Bedrijf B laat de grootste stijging zien op warme dagen. Op bedrijf B (geen staltoegang) maakt het vee meer gebruik van de schaduw, waardoor de kans op waarnemen van snoepgedrag toeneemt.

## Praktische uitkomsten

De resultaten laten zien dat boomwallen bijdragen aan een koeler en stabiel microklimaat, maar hittestress niet altijd effectief kunnen verminderen. Bedrijven zonder vrije toegang tot de stal profiteren (vanaf  $24^{\circ}\text{C}$ ) meer van schaduw en beschutting dan bedrijven waar koeien vrije toegang tot de stal hebben (bijv. robotbedrijven). Goed hitemanagement blijft daarbij van aanvullend belang.



Figuur 4: Gemiddeld percentage grazende koeien onder normale en warme omstandigheden.



Figuur 5: Gemiddeld percentage snoepende koeien onder normale en warme omstandigheden.

# Koolstofvastlegging

Het effect van houtwallen en elzensingels in de Noordelijke Friese Wouden.

## Inleiding

In het project *Boeren Tussen Boomwallen* is onderzocht hoeveel koolstofvastlegging de bomen en bodem kunnen verzorgen in de Noardlike Fryske Wâlden (NFW). Ook is gekeken of deze koolstofvastlegging financieel verwaard kan worden.

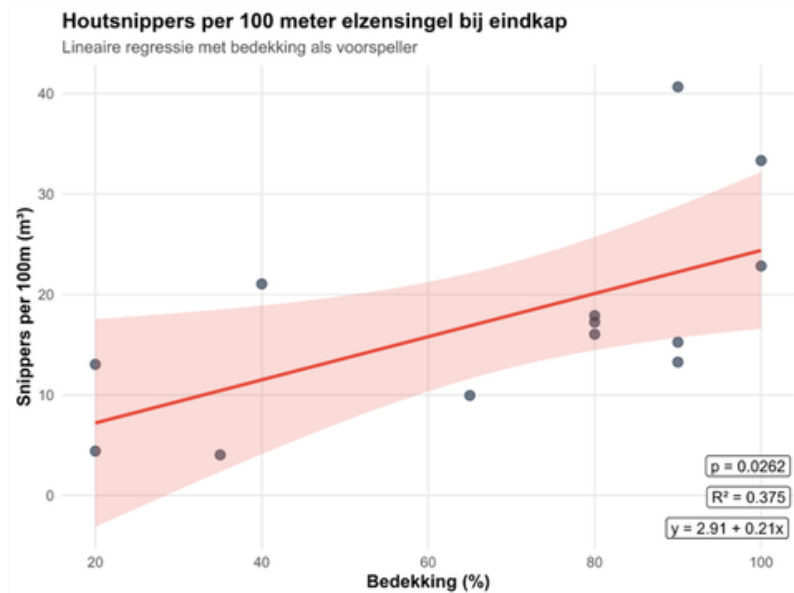
## Wat is koolstofvastlegging

De uitstoot van koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) zorgt voor klimaatverandering. Bomen nemen CO<sub>2</sub> op. Daarom is het planten van bomen één manier om klimaatverandering tegen te gaan. Ongeveer de helft van het drooggewicht van de boom is koolstof (C). Een deel van deze koolstof komt ook in de bodem terecht, bijvoorbeeld wanneer de bladeren op de grond vallen of wanneer de fijne boomwortels afsterven.

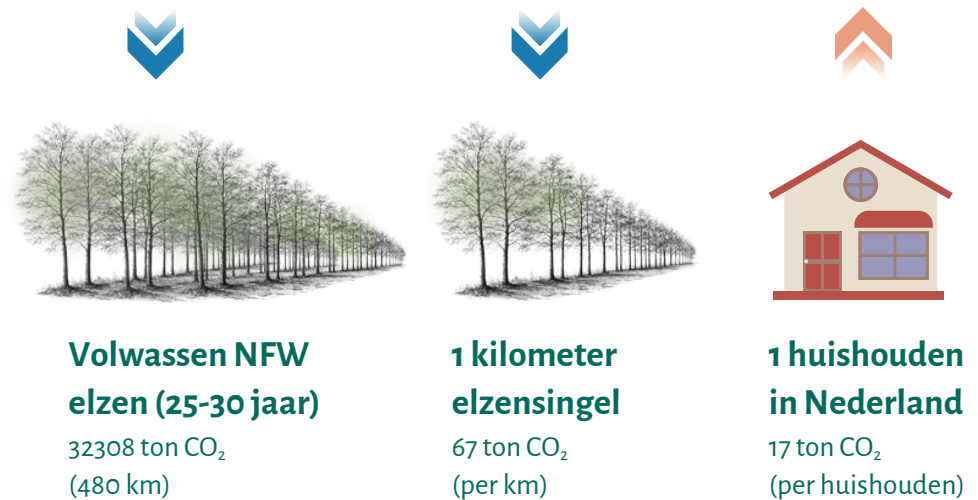
## De bomen

In een voorgaand project zijn 13 volwassen elzensingels die in eindkap gingen versnipperd. Ook is voor deze landschapselementen vastgelegd wat de bedekkingsgraad was. Dit is een visuele beoordeling die in het veld plaatsvindt om de dichtheid van het element te beoordelen (zie figuur 4).

Op basis van een gevonden verband tussen de bedekkingsgraad en de hoeveelheid houtsnippers kan een inschatting gemaakt worden van de koolstofvoorraad in volwassen elzensingels (figuur 1). Passen we dit toe op alle elzensingels in de NFW in 2012 van tussen de 25 en de 30 jaar, dan kom je uit op 32308 ton CO<sub>2</sub> voor 480 kilometer elzensingel. Dat is dan bijna 67 ton CO<sub>2</sub> per kilometer volwassen elzensingel. Ter vergelijking, het gemiddelde Nederlandse huishouden stoot volgens Milieucentraal 17 ton CO<sub>2</sub> per jaar uit (figuur 2).



Figuur 1: Bedekkingsgraad in relatie tot volume houtsnippers in m<sup>3</sup> (gekapte elzensingels).



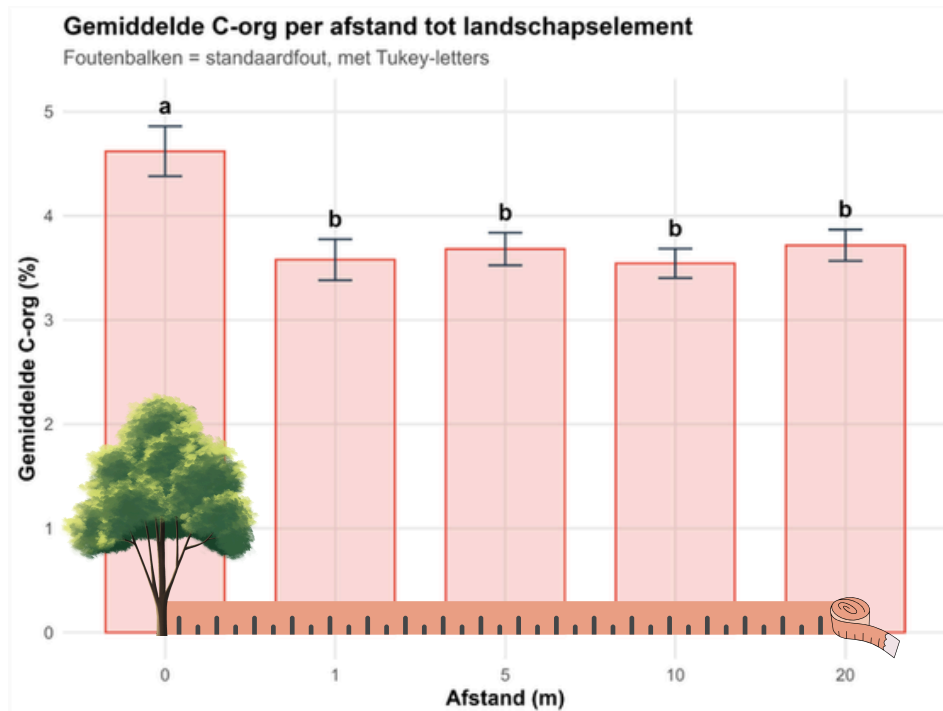
Figuur 2: Hoeveelheid koolstofvastlegging in elzensingels in verhouding tot huishoudens.

# Koolstofvastlegging

Het effect van houtwallen en elzensingels in de Noordelijke Friese Wouden.

## De bodem

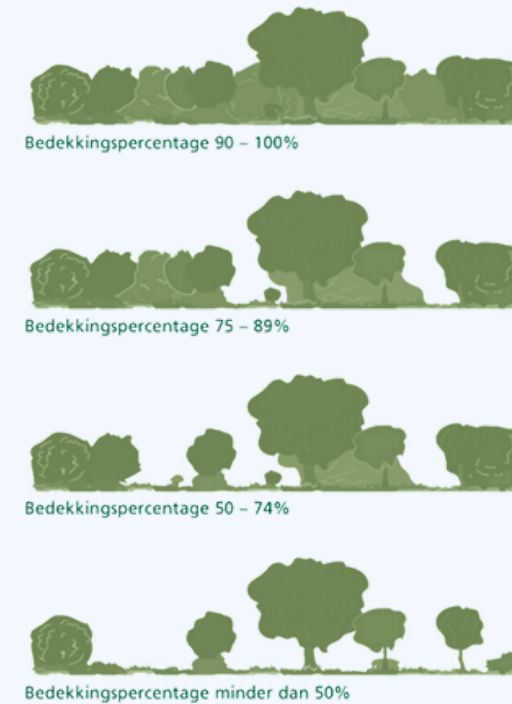
Bij 5 boeren is de bodem bemonsterd op 0-25 cm diepte op verschillende afstanden van elzensingels en houtwallen. Alleen in het landschapselement zelf was de organische koolstofconcentratie in de bodem (C-org) hoger, gemiddeld zo'n 4,5%. Op 1, 5, 10, en 20 meter was er geen verschil, daar zat de hoeveelheid koolstof gemiddeld op zo'n 3,5%. Omdat de dichtheid van de bodem niet bekend is, kon er geen berekening worden gemaakt van de koolstofvoorraad in de bodem.



Figuur 3: Resultaten bodemkoolstof nabij landschapselement op 0-20 meter afstand.

## Verwaarding

Verwaarding gaat over de financiële beloning van het tijdelijk vastleggen van CO<sub>2</sub> in de bomen of de bodem. Er zijn twee opties voor verwaarding. "Offsetting": op de vrijwillige koolstofmarkt zijn certificaten voor koolstofvastlegging te krijgen die boeren kunnen verkopen. Dit bleek nu niet mogelijk, omdat alleen nieuwe aanplant in aanmerking komt. "Insetting": koolstofvastlegging door bomen zou ook doorberekend kunnen worden in de klimatologische "footprint" (voetafdruk) van bijvoorbeeld de melk, met behulp van tools zoals de [KringloopWijzer](#). Misschien dat dit in de toekomst mogelijk is. Hoogwaardige verwaarding van de houtoogst is een andere oplossingsrichting, daarvoor wordt nu gericht gekeken naar alternatieven voor deze regio.



Figuur 4: Bedekkingspercentage visueel vastleggen bij een veldonderzoek. Zie: [Veldgids NFW](#).

# Grasopbrengst

Het effect van houtwallen en elzensingels in de Noordelijke Friese Wouden.

## Inleiding

In deze themasheet is de opbrengst van gras (kwantiteit) in kaart gebracht in relatie tot de afstand tot een boomwal. Voor het project *Boeren tussen boomwallen* was de vraag tot hoever houtwallen en Elzingsingels effect hebben op de grasopbrengst. Deze opbrengstderiving van gras zal worden uitgedrukt in kwantiteit en euro.

## Onderzoek grashoogtemetingen

Bij 4 veehouders zijn wekelijks grashoogtemetingen op aangewezen percelen verricht tussen juli en oktober 2024. In totaal zijn er 12 meetmomenten geweest. De grashoogtemetingen zijn uitgevoerd op zowel de noord- als zuidzijde van de boomwal op het perceel. De grashoogtemetingen zijn verricht met een TES-grashoogtemeter (zie figuur 1). De grashoogtemetingen zijn zoveel mogelijk systematisch verricht op 1, 5, 10 en 20 meter afstand van de boomwal. Alle percelen betroffen blijvend grasland. Er is voor een statische analyse gekozen om alleen de grashoogtemetingen van een ongestoorde periode te kunnen benutten. In een vervolgonderzoek zou nog een perceel zonder boomwal gemeten kunnen worden.



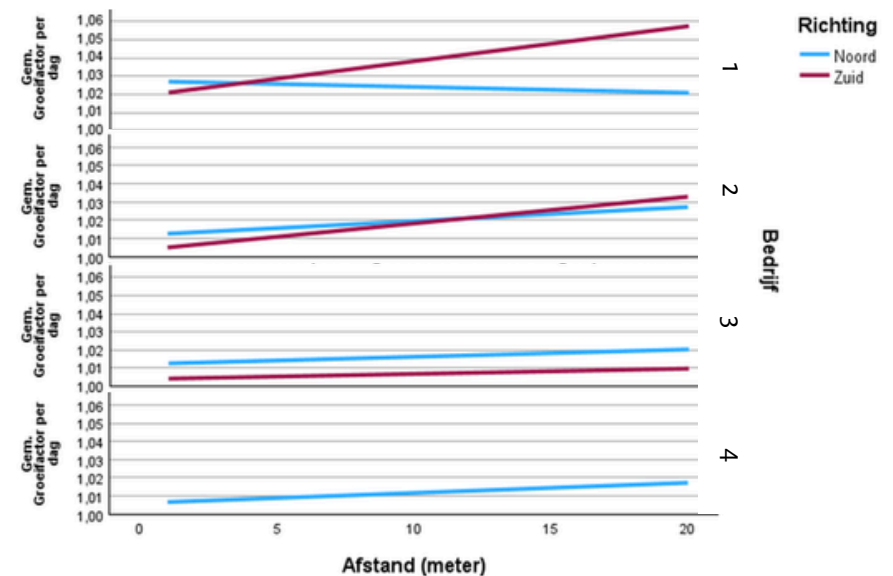
Figuur 1: TES-Grashoogtemeter

## Resultaten grashoogte

Voor alle bedrijven is een periode van ongestoorde groei bepaald voor zowel de noord als de zuidzijde. Dit was niet mogelijk bij Veehouder 4 Zuid. Bij alle percelen, behalve bij Veehouder 3 Noord, is er een significant verschil in gemiddelde grashoogte gemeten tussen de afstanden tot de boomwal. De gemiddelde grashoogte neemt toe met de afstand. Om inzicht te krijgen in de groeisnelheid van het gras, is een groeifactor per dag berekend (zie figuur 2). In het algemeen neemt de groeifactor toe per afstand, conform verwachting. Vooral bij Veehouder 2 en Veehouder 1 Zuid is een toename zichtbaar, echter niet bij Veehouder 1 Noord, maar deze afname is minimaal.

## Onderzoek grasopbrengst

In de perioden van ongestoorde grasgroei is tevens de grasopbrengst in kaart gebracht. De gemeten grashoogten corresponderen met een grasopbrengst per kg ds volgens de tabel behorende bij de TES-grashoogtemeter. Op deze wijze is te bepalen hoeveel kg ds er staat in de geselecteerde periode waarin het gras ongestuurd heeft kunnen groeien. Voor bepaalde percelen is geen berekening gemaakt door afwijkende hoogtemetingen.



Figuur 2: Groeifactor per dag versus afstand naar bedrijven richting

# Grasopbrengst

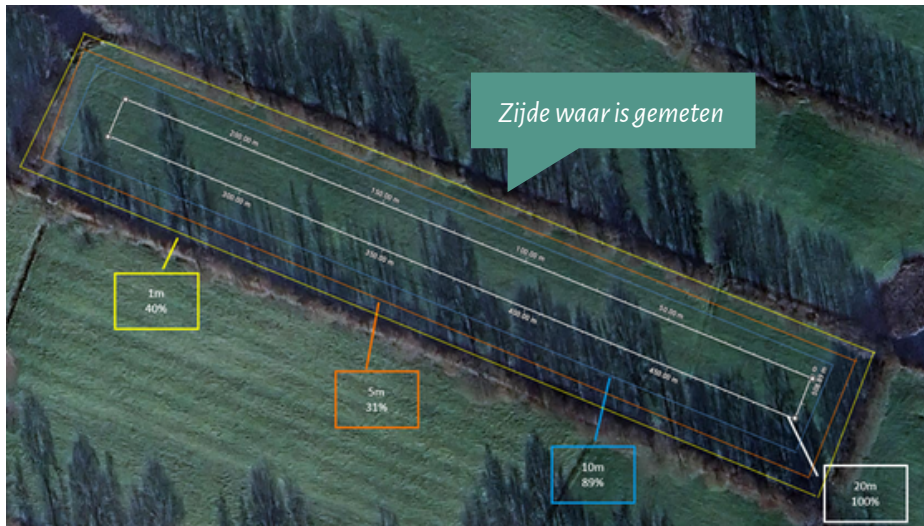
Het effect van houtwallen en elzensingels in de Noordelijke Friese Wouden.

## Gradiënten grasopbrengst

Om inzicht te krijgen in de opbrengst op de betreffende percelen, is er van ieder perceel gemeten hoe groot de oppervlaktes zijn op de gradiënten 1, 5, 10 en 20 meter. In figuur 3 is een illustratie te zien hoe dat is uitgewerkt voor perceel 1. Door middel van Google Maps is steeds de oppervlakte gemeten van een vlak op de verschillende gradiënten. Door de grashoogten per gradiënt om te rekenen naar kg ds, kunnen we berekenen hoeveel kg ds er aan het einde van de meetperiode aan grasopbrengst is. De gemeten grasopbrengst op 20 meter is door het gebrek aan schaduw hinder in de berekeningen op 100% gezet.

## Berekening grasopbrengst

Het perceel van Veehouder 1 Zuid heeft een totale oppervlakte van 1,37 ha. Op basis van de berekening zou er 1.642 kg ds op stam staan op perceel 1 (71% van wat er zou moeten staan). Zonder schaduw hinder zou er 2.292 kg ds op stam staan. Dit is een verschil van bijna 650 kg ds opbrengst, door de aanwezigheid van de boomwal. In de gemeten perioden is in totaal een grasopbrengstderving tussen de 12 en 29% geconstateerd voor de verschillende bedrijven.



Figuur 3: Grasopbrengst perceel Veehouder 1 Zuid (1,37 ha).

## Opbrengstderving gewas vertaald in euro

Om de opbrengstderving te vertalen naar een geldelijk verlies wordt dit verlies vermenigvuldigd met de waarde per kg ds. Voor 2024 stelde *BII*12 de prijs voor gangbare zomersneden vast op €0,27 per kg ds en voor biologische zomersneden op €0,55 per kg ds. Aangezien er op de meeste percelen maar aan één zijde is gemeten, wordt uitgegaan van de helft van de opbrengstderving per bedrijf (zie figuur 4). In de laatste kolom staat de uitdrukking in gelden; ongeveer 50 tot 90 euro per 2-3 weken.

## Opbrengstderving gehele groeiseizoen

Bij Veehouder 1 Zuid is bepaald dat in de gemeten periode gemiddeld 29% minder grasopbrengst is op het perceel. Stel dat men over het gehele groeiseizoen ongeveer 10.000 kg ds verwacht te oogsten en de oogst bedraagt 29% minder, dan is er voor dat perceel een opbrengstderving van 2.900 kg ds. Dit is een kostenpost van 2.900 kg ds x € 0,27 = € 783. Teruggerekend is dat € 571 per hectare voor Veehouder 1. Dit bedrag kan afhankelijk zijn van in hoeverre het perceel omgeven is door een boomwal. Als de % grasopbrengstdervingen worden geëxtrapoleerd over het gehele groeiseizoen dan kan er een 'kostenpost' van duizenden euro's ontstaan over het areaal grasland per bedrijf.

Naam	Periode	Oppervlakte (ha)	Gemeten opbrengst (kg ds)	Ideale opbrengst 100% op 20 m (kg ds)	Gederfde opbrengst (kg ds)	Gederfde opbrengst half perceel (kg ds)	Prijs per kg ds (€)	Opbrengstderving (€)
V1 Zuid	16-8 t/m 30-8	1,37	1642	2292	650	325	0,27	87,75
V2 Noord	16-8 t/m 30-8	1,61	1709	2060	350	175	0,27	47,25
V2 Zuid	20-9 t/m 11-10	1,1	1240	1630	390	195	0,27	
V3 Zuid	9-8 t/m 13-9	0,82	977	1206	229	114,5	0,55	62,98
V4 Noord	19-7 t/m 13-9	1,88	2687	3060	373	186,5	0,27	50,40

Figuur 4: Opbrengstderving in grasopbrengst (kg ds) en in euro per perceel, per meetperiode.

# Beslistool Silvopastorale Systemen (Agroforestry op grasland)

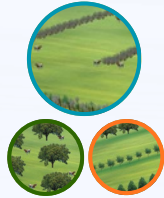


Stap 1: Ik ben een melkveehouder in:

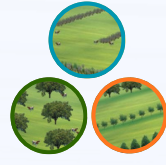
Middelzee & Marneslenk



Waddeneilanden



Westergo



Gaasterland



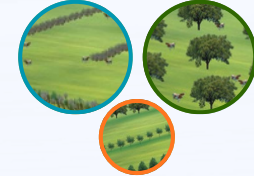
Oostergo



Lege Midden



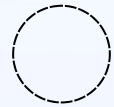
Noordelijke Wouden



Zuidelijke Wouden



Stap 2: Meest passende silvopastorale systeem:



Goed passend



Passend, mits landschappelijk ingepast

Voederhagen, boomwallen, singels



Boomweide



Rijenteelt op gras



Stap 3: Mijn doel is...

Aanvulling op diervoeder

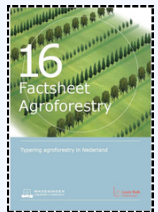
Biodiversiteit

Dierwelzijn (schaduw, luwte)

Koolstofvastlegging / houtproductie

Noten- en fruitproductie

Klimaatrobuuste grasproductie



Typering Agroforestry in NL

Stap 4: Zijn beoogde percelen geschikt?

Check vergunningen en weidevogels via Lokale vogelwacht en Omgevingsloket:



en het:



Andere agrariërs spreken? Agroforestry netwerk Friesland: [jennekevanderheide@hotmail.com](mailto:jennekevanderheide@hotmail.com)

Stap 5A: Soorten kies ik met behulp van: (klik hier)



Bomenloket



Voederwaarde voederbomen



Juiste boom op juiste plek

Stap 5B: Ontwerp, aanplant & beheer werk ik uit met behulp van:



Gewenste biodiversiteit



Oogsten van voederbomen



Veldgids NFW

Stap 5C: Verdienmodel richt ik in op basis van:



Verdienmodel factoren



Business Model Canvas

Meer informatie:



Friese agrarische landschappen

# Beslistool

## Beslistool voor silvopastorale systemen in Friese context

### Inleiding

Silvopastorale systemen bestaan uit een combinatie van veeteelt met bomen en struiken die het landbouwsysteem versterken. Dat kan in de Friese melkveehouderij verschillende vormen aannemen. Niet elke vorm is overal mogelijk of wenselijk. Deze beslistool doet een handreiking aan Friese melkveehouders om keuzes te maken in welke typen silvopastorale systemen voor hun bedrijf geschikt zijn.

### Stap 1: Friese agrarische cultuurlandschappen

In Friesland worden acht oercultuurlandschappen onderscheiden op basis van historie, grondslag en karakter. Het landgebruik en de aan- of afwezigheid van houtopstanden zijn bepalend voor het landschappelijk karakter. De oerlandschappen vormen het uitgangspunt voor welke typen houtopstanden passend en wenselijk zijn. *Op basis van uw regio ontdekt u meer over het oerlandschap van uw perceel.*



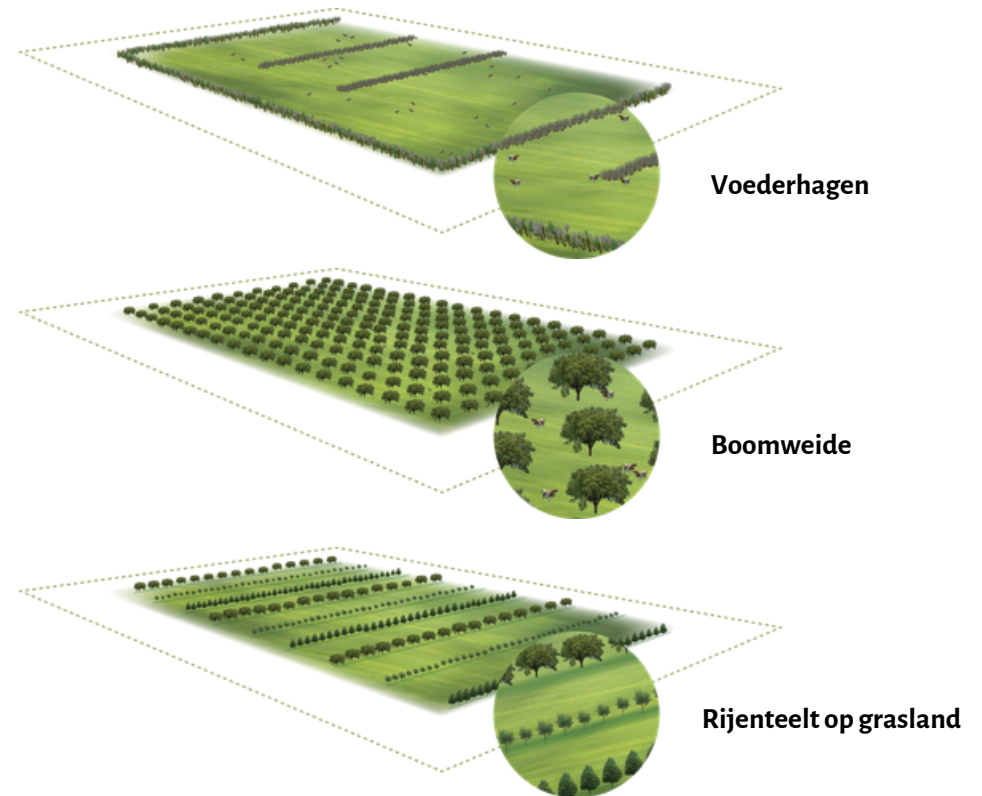
### Stap 2: Passende silvopastorale systemen

In de Nederlandse rundveehouderij worden drie typen silvopastorale systemen onderscheiden, namelijk voederhagen, boomweidesystemen en rijenteelt op grasland. Onder voederhagen kunnen ook de streekeigen opgaande houtopstanden (elzensingels en houtwallen) verstaan worden, mits de bladeren voor vee toegankelijk zijn. Een meer uitgebreide toelichting op agroforestrysystemen is te vinden in [Agroforestry Factsheet 16](#) (Prins et al., 2024). *Welk type houtopstand zou landschappelijk gezien het beste passen op de percelen waarop u bomen en struiken wilt planten?*



### Stap 3: Het doel van de houtigen

Bomen en struiken kunnen een bijdrage leveren aan dieren-welzijn, biodiversiteit, koolstofvastlegging en productie van voedsel en biomassa. Sommige typen houtopstanden dragen meer bij aan een bepaalde functie dan anderen; dit hangt samen met de soorten, de plantafstand, het beheer, etc. Bekijk de beslistool voor inspiratie van doelen per silvopastoraal systeem. *Welke functies van bomen en struiken zijn voor u en het bedrijf het meest gewenst?*



# Beslistool

## Beslistool voor silvopastorale systemen in Friese context

### Stap 4: Randvoorwaarden checken en afstemmen

Vervolgens is het van belang om te controleren of er randvoorwaarden gelden voor het perceel. Waar de weidevogels precies zitten, kunt u te weten komen via de [lokale vogelwacht](#). Vergunningsplicht en archeologische waarden zijn na te gaan via het [Omgevingsloket](#); neem contact op met een lokale ambtenaar om uw plan toe te lichten en tot overeenstemming van randvoorwaarden te komen, bijvoorbeeld om vooral rondom erf en stal aan te planten. *Welke randvoorwaarden gelden op de beoogde percelen, zoals weidevogelkerngebieden, archeologische waarde en vergunningen?*



### Stap 5: Uitwerken soorten, ontwerp, beheer en verdienmodel

Het meeste werk gaat doorgaans zitten in het uitwerken van een plan van aanpak. Dit is een iteratief proces waarin keuzes met elkaar samenhangen en in steeds meer detail uitgewerkt worden.

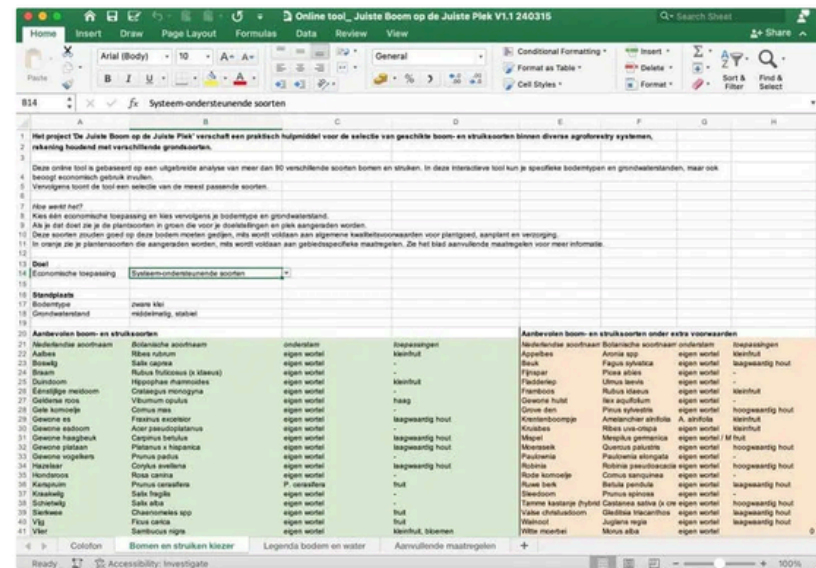
**Soortenkeuze:** Afhankelijk van de gewenste functies kiest u voor voederbomen, houtbomen en/of vruchtdragende bomen en struiken. De soortenkeuze wordt beperkt door wat passend is bij de bodem- en wateromstandigheden op uw bedrijf. Gebruik hiervoor het Excelbestand van [De Juiste Boom op de Juiste Plek](#) (Van Eijk et al., 2024). Als voederbomen een aanvulling op het rantsoen gaan vormen is kan de voederwaarde van soorten gecheckt worden in de [Voederbomendatabase](#) (Luske et al., 2017). Als biodiversiteit een belangrijk doel of randvoorwaarde is, zijn streekeigen soorten een goede keuze. Benut hiervoor het [Friese Bomenloket](#). Tenslotte zijn soorten verschillend in hun effect op het naastgelegen grasland, denk aan schaduwintensiteit en strooiselkwaliteit. *Welke soorten kiest u?*



**Ontwerp:** Waar precies gaat de aanplant komen? Hoeveel afstand zit er tussen de bomen? Houd rekening met werkbreedtes van uw machinepark en toegankelijkheid van percelen en sloten. *Waar passen de bomen?*



**Beheer:** Wat is het doel of de functie van de aanplant? Als dat productie is, zal het beheer daar ook op gericht zijn. Fruitbomen hebben vormsnoei nodig. Voor handhaving van grasproductie en voldoende lichtinval kunnen takken ingekort worden. Voor het gericht stimuleren van biodiversiteit kan hulp van het agrarisch collectief ingeschakeld worden en kan gebruik gemaakt worden van de [Veldgids Noordelijke Friese Wouden](#) (De Boer, 2014) en de negen handvatten uit H4.3 van [Effecten van agroforestry op de biodiversiteit](#) (De Stigter & Prins, 2023). *Gaat u het beheer zelf doen of uitbesteden? Machinaal of handmatig?*

Aanbevolen boom- en struiksoorten		onderstand	beplantings	Aanbevolen boom- en struiksoorten onder extra voorwaarden		beplantings
21	Wolvenbos	Ribes rubrum	eigen wortel	kleefhut	Agave	Agave
22	Wolvenbos	Salix caprea	eigen wortel	kleefhut	Beuk	Beuk
23	Wolvenbos	Rubus fruticosus (s. kievus)	eigen wortel	kleefhut	Fraxinus	Fraxinus
24	Wolvenbos	Hippocrepis emerusoides	eigen wortel	kleefhut	Fraxinus	Fraxinus
25	Wolvenbos	Coronilla varia	eigen wortel	kleefhut	Fraxinus	Fraxinus
26	Wolvenbos	Viburnum opulus	eigen wortel	kleefhut	Fraxinus	Fraxinus
27	Wolvenbos	Coronilla varia	eigen wortel	kleefhut	Fraxinus	Fraxinus
28	Wolvenbos	Fraxinus excelsior	eigen wortel	kleefhut	Fraxinus	Fraxinus
29	Wolvenbos	Acer pseudoplatanus	eigen wortel	kleefhut	Fraxinus	Fraxinus
30	Wolvenbos	Carpinus betulus	eigen wortel	kleefhut	Fraxinus	Fraxinus
31	Wolvenbos	Platanus x hispanica	eigen wortel	kleefhut	Fraxinus	Fraxinus
32	Wolvenbos	Prunus padra	eigen wortel	kleefhut	Fraxinus	Fraxinus
33	Wolvenbos	Prunus spinosa	eigen wortel	kleefhut	Fraxinus	Fraxinus
34	Wolvenbos	Corylus avellana	eigen wortel	kleefhut	Fraxinus	Fraxinus
35	Wolvenbos	Rosa canina	eigen wortel	kleefhut	Fraxinus	Fraxinus
36	Wolvenbos	Prunus spinosa	eigen wortel	kleefhut	Fraxinus	Fraxinus
37	Wolvenbos	Salix repens	eigen wortel	kleefhut	Fraxinus	Fraxinus
38	Wolvenbos	Salix repens	eigen wortel	kleefhut	Fraxinus	Fraxinus
39	Wolvenbos	Chaenomeles app	eigen wortel	kleefhut	Fraxinus	Fraxinus
40	Wolvenbos	Flax canina	eigen wortel	kleefhut	Fraxinus	Fraxinus
41	Wolvenbos	Sambucus nigra	eigen wortel	kleefhut	Fraxinus	Fraxinus

De "Interactieve Tool" van de [Juiste Boom op de Juiste Plek](#) geeft snel inzicht welke soorten op een perceel geschikt zijn.

# Beslistool

## Beslistool voor silvopastorale systemen in Friese context

**Verdienmodel:** Hoe gaat u de aanplant en het onderhoud bekostigen? Voor de aanplant zijn mogelijk subsidies beschikbaar. Streekeigen elementen komen mogelijk in aanmerking voor een ANLb-beheerpakket dat een onkostenvergoeding oplevert. Zijn er mogelijkheden om vrijkomende biomassa zelf te benutten, zoals een houtkachel of houtsnippers in een potstal? Gaat u actief oogsten uit de houtigen? Hoe gaat u die oogst afzetten? In het kader van dit project is ook nagedacht over het verwaarden van koolstofvastlegging, zie daarvoor de [projectpagina van Boeren tussen Boomwallen](#). Andere inspiratie en tips voor het inrichten van het verdienmodel vindt u in de brochure [Bomen over de verdienmodellen van agroforestry](#). (Prins et al., 2025). *Wat wordt uw verdienmodel?*



### Stap 6: Aanplant voorbereiden en uitvoeren

Als het ontwerp rond is kan de aanplant verder voorbereid worden. Bijlage 3 van [JBOJP](#) legt uit waar op te letten bij aanschaf van plantgoed en welke aanplantmethoden er mogelijk zijn. Als alle planvorming en voorbereiding afgerond is, kan er geplant gaan worden! Meestal gebeurt dit in de wintermaanden. *Staan de planten en gereedschappen klaar?*



### Stap 7: Onderhoud en doorontwikkeling

In de eerste jaren na aanplant zal het jonge plantgoed aandacht en tijd nodig hebben om goed te kunnen opstarten. Denk aan onkruidbeheersing en irrigatie bij droogte. Na een succesvolle opstartfase zal de aandacht verplaatsen naar snoei en oogst. *Wat is uw plan voor onderhoud en doorontwikkeling?*



### Meer informatie

Graag eens bij collegaboeren kijken hoe zij het aanpakken? Komt u er zelf niet helemaal uit? Neem dan bijvoorbeeld contact op met [Jenneke van der Heide](#), trekker van het Agroforestry Netwerk Friesland. Voor aanvullende informatie over het project [Boeren tussen Boomwallen](#) kijk ook op de website van NFW.



### Bronvermelding

- De Boer, J.J. (2014) *Veldgids landschapselementen Noardlike Fryske Wâlden*. Landschapsbeheer Friesland.
- Van Eijck, J., Koop, J. (2024) *Factsheetserie en online tool 'De Juiste Boom op de Juiste Plek'*. Agroforestry Netwerk Nederland, Louis Bolk Instituut, Stichting ReGeneratie, Jade Reforestry, Van Hall Larenstein.
- De Jong, S., & Goudswaard, P. (2024). *Factsheet Agroforestry (17). Van idee naar bedrijfsplan; Het Agroforestry Bedrijfsmodel Canvas*. Wageningen University & Research.
- Luske B., Meir I. van, Altinalmazis Kondylis A., Roelen S., Eekeren N. van (2017). *Online fodder tree database for Europe*. Louis Bolk Instituut en Stichting Duinboeren.
- Prins, E., & Fuchs, L. (2024). *Factsheet Agroforestry (16). Typering agroforestry in Nederland*. Wageningen University & Research.
- Prins, E., de Stigter, J., Nauta, S. (2025). *Bomen over de verdienmodellen van agroforestry: Inzichten en inspiratie uit de praktijk*. Louis Bolk Instituut.
- De Stigter, J., Prins., E. (2023). *De effecten van agroforestry op biodiversiteit in Nederland*. Louis Bolk Instituut
- De Stigter, J., Geerlings, E., Prins., E. (2025) *Oogsten van bladeren en twijgen van voederbomen*. Louis Bolk Instituut
- De Jong, S., Goudswaard, P. (2024) *Agroforestry Factsheet 17. Van idee naar bedrijfsplan. Het Agroforestry Bedrijfsmodel Canvas*. Wageningen University & Research