



20 Factsheet Agroforestry

Voederhagen in praktijkonderzoek

Het experimentele ontwerp op de Dairy Campus en bij
ondernemer Jan Blom: proefopzet, overwegingen en onderzoek



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Inhoud

1. Over deze factsheet
 2. Silvopastorale agroforestry in Nederland
 3. Waarom wetenschappelijk onderzoek naar voederhagen?
 4. Het voederhaagexperiment op de Dairy Campus
 5. De voederhaag op het bedrijf van ondernemer Jan Blom
-

1 | Over deze factsheet

Agroforestry is een landbouwworm die tot op heden nauwelijks wetenschappelijk onderzocht is in Nederland. Omdat verwacht wordt dat agroforestry een waardevolle bijdrage kan leveren aan een toekomstbestendige landbouw is in 2024 op het onderzoek- en praktijkcentrum voor de melkveehouderij en de zuivelketen Dairy Campus in Leeuwarden een voederhaag aangelegd dat zich leent voor wetenschappelijke experimenten. Het ontwerpen en aanleggen van de voederhaag gebeurde vanuit het project PPS Agroforestry voor Klimaatpositieve Zuivel & Biodiversiteit (LWV21.072; 2022-2025). Ook is binnen dit project een ontwerp gemaakt voor een voederhaag bij melkveehouder Jan Blom. Deze voederhaag is in december 2023 aangelegd. Beide voederhagen maken onderdeel uit van onderzoek van Wageningen Livestock Research. Omdat de afwegingen en keuzes die gemaakt zijn in het ontwerp van de voederhagen ook voor andere stakeholders interessant kunnen zijn wordt in deze factsheet de achtergrond en de opzet van beide voederhagen uitgelegd. Hiermee hopen we het inzicht en de interesse in het onderzoek naar

voederhagen te vergroten en ook om bij te dragen aan goed doordachte ontwerpen van voederhagen elders.

Wat is agroforestry?

We spreken over Agroforestry als houtige, meerjarige gewassen (bomen en struiken) bewust worden gemengd met akkerbouw, groenteteelt of grasland, op hetzelfde perceel. De houtige gewassen kunnen voor meerdere doeleinden geplant worden, bijvoorbeeld voor de productie van fruit, noten, hout of als aanvulling op het rantsoen van vee. Doordat voor meerdere doeleinden geplant kan worden, bestaan ook veel verschillende agroforestrysystemen: eigenlijk zijn de mogelijke combinaties oneindig. Bomen of houtige gewassen kunnen bijvoorbeeld in brede of smalle stroken geplant worden tussen stroken verschillende akkerbouwgewassen of op grasland. Een andere vorm van agroforestry is bijvoorbeeld veeteelt met voederhagen waarbij vee de mogelijkheid krijgt om meer natuurlijk (knabbel)gedrag te vertonen. In de factsheet [Typering van agroforestry in Nederland](#) (1. Prins & Fuchs, 2024) staan acht verschillende typen agroforestrysystemen beschreven die veel in Nederland voorkomen, waaronder het type 'Voederhagen'. Voederhagen zijn daarnaast ook onderdeel van de verschillende ontwerpen voor agroforestrysystemen in de melkveehouderij, zie de brochure ['Ontwerpen voor agroforestry-systemen in de melkveehouderij'](#) (2. Van Kernebeek et al., 2024)



2 | Silvopastorale agroforestry in Nederland

Agroforestry in combinatie met veehouderij (silvopastorale agroforestry) is relatief de meest toegepaste vorm van agroforestry in Nederland. Afhankelijk van de inpassing van bomen en struiken op het bedrijf draagt silvopastorale agroforestry bij aan bijvoorbeeld de stimulering van diereigen gedrag, vastlegging van koolstof, biodiversiteit, bodemkwaliteit en beschutting voor vee tegen extreme hitte, koude en wind. De meerwaarde van agroforestry op een veehouderijbedrijf zit 'm in de synergie tussen bomen en struiken, het vee en het gras. Idealiter wordt het systeem zo ingericht dat het vee optimaal profiteert van de meerjarige houtige gewassen en de meerjarige houtige gewassen optimaal profiteren van het vee. De mate waarin agroforestry succesvol kan bijdragen aan beoogde doelen hangt af van de manier waarop bomen en struiken, vee en gras met elkaar verweven zijn. Zo kan de configuratie (manier van plaatsing) van bomen of struiken op een bedrijf de bescherming van vee tegen hittestress en kou beïnvloeden, maar ook de beschikbaarheid van ruwvoer (3. Lin et al., 1998), hetgeen weer gewichtstoename en melkgift kan beïnvloeden (4. Jordon et al., 2020). Dicht bij elkaar staande rijen op pluimveebedrijven kunnen helpen om verliezen aan roofvogels te beperken en natuurlijk gedrag (scharrelen) te bevorderen. Ook kunnen nadelige effecten van bomen en struiken in een veehouderijsysteem optreden, denk hierbij aan schimmelvorming en minder smakelijk gras, verminderde grasopbrengst en het complexer worden van het weidemanagement in de melkveehouderij (2. Van Kernebeek et al., 2024). Hoe de mechanismen precies werken en wat de effecten zijn van specifieke silvopastorale agroforestrysystemen is in de Nederlandse situatie nog niet goed onderzocht.

3 | Waarom wetenschappelijk onderzoek naar voederhagen?

Onderzoek naar voederhagen helpt veehouders om gerichte keuzes te maken: welke soorten, in welke hoeveelheden, en met welk effect op de diergezondheid.

Wat weten we al en wat zijn de kennishiaten?

Uit de literatuur blijkt onder andere dat voederhagen een aanvulling kunnen bieden op het rantsoen van koeien, beschutting kunnen bieden bij extreme weersomstandigheden en ruimte kunnen geven aan natuurlijk 'knabbel' gedrag (browsen), maar dat

er ook risico's aan verbonden zijn. In de brochure 'Ontwerpen voor agroforestrysystemen in de melkveehouderij' (2. Kernebeek, van et al., 2024) is de bestaande kennis op gebied van voederhagen verspreid opgenomen. Daarnaast geeft het rapport 'Agroforestry in de Nederlandse melkveehouderij: mogelijke effecten op diergezondheid, dierenwelzijn en natuurlijk gedrag' (5. Plomp et al., 2025) een overzicht van bestaande literatuur over silvopastorale agroforestry.

Het literatuuronderzoek maakt duidelijk dat er al wel het nodige bekend is over voederhagen en wat deze hagen kunnen betekenen voor vee, echter is weinig bekend over de voorkeuren van koeien voor bepaalde houtige gewassoorten, hoeveel mineralen koeien werkelijk binnen krijgen, de precieze inhoudsstoffen en verteerbaarheid van bladeren van specifieke soorten en de specifieke (gekwantificeerde) effecten van deze soorten op de gezondheid en methaanemissie van de koe en de eventuele zelfmedicatie. Het is wenselijk om (aanvullend) onderzoek te doen naar het optimale ontwerp van voederhagen, en daarmee de kennis over de benutting van voederhagen door vee op een hoger niveau te brengen. In het ontwerpen van voederhagen komen soortkeuze (welke bomen en struiken) en de keuze over de samenstelling van hagen (hoeveel van welke soort) bij elkaar, aangevuld met de keuze voor welke dieren (vleesvee/melkvee, leeftijd van de dieren bv jongvee/melkvee etc.) de haag bedoeld is.

Een voederhaagexperiment op een proefbedrijf of op een praktijkbedrijf?

De aanleg van een experimentele haag op een proefbedrijf zoals de Dairy Campus zorgt ervoor dat in de toekomst gedrags- en voer-proeven gedaan kunnen worden. Daar leent de Dairy Campus zich ook goed voor, door de opzet van het bedrijfssysteem en het feit dat het hier om een proefbedrijf gaat kan er zogenoemd (wetenschappelijk) 'aspectenonderzoek' plaats vinden. Een voorbeeld: aparte koppels koeien kunnen weiden op het agroforestry-perceel, en zodanig kan op aspect 'aantrekkelijkheid' onderzocht worden welke boom- en struiksoorten de koeien het lekkerst vinden. Dit is op een praktijkbedrijf niet mogelijk. Voor de wetenschappelijke robuustheid van dit type onderzoek is het daarnaast essentieel om voldoende herhalingen per aangeplante soort houtig gewas op te nemen. Herhalingen zorgen ervoor dat waargenomen verschillen in voorkeur of benutting statistisch onderbouwd kunnen worden en niet berusten op toevallige variatie, bodemeffecten

of andere versturende factoren. Alleen met een zorgvuldig experimenteel ontwerp met voldoende replicatie kunnen betrouwbare vergelijkingen worden gemaakt tussen soorten en combinaties, en kunnen resultaten vertaald worden naar aanbevelingen voor de praktijk.

Op een praktijkbedrijf zijn de omstandigheden realistischer, maar ook minder controleerbaar. De ondernemer richt zich primair op productie, met beperkte ruimte voor systematische proefopzetten. Toch is praktijkonderzoek van grote waarde, omdat het inzicht geeft in de toepasbaarheid en haalbaarheid van innovaties in de dagelijkse realiteit van een werkend landbouwbedrijf. Zo wordt op het praktijkbedrijf van Jan Blom gemonitord hoe de aangeplante voederhaag zich ontwikkelt en hoe deze past binnen de bedrijfsvoering, zie Hoofdstuk 5. Deze praktijkgerichte monitoring geeft waardevolle inzichten in de interactie tussen de haag en het melkveesysteem, en vormt een belangrijke aanvulling op het meer fundamentele onderzoek dat op een proefbedrijf als Dairy Campus plaatsvindt.

4 | Het voederhaagexperiment op de Dairy Campus

Welke bestaande kennis is meegewogen bij het ontwerpen van het voederhaag-experiment?

- Bladeren van bomen en struiken bevatten eiwitten; ca. 150 à 200 gram ruw eiwit/kg drogestof voor de meeste boom- en struiksoorten. Er is echter grote variatie in samenstelling gevonden in de literatuur, waarschijnlijk als gevolg van verschillen in grondsoort, seizoen en lokale omstandigheden. Er is een online database met informatie over de samenstelling van voederbomen in Europa: Nutritional values fodder trees, te vinden op <https://www.voederbomen.nl/nutritionalvalues/>.
- De verteerbaarheid van bladeren is relatief laag ten opzichte van gras: gemiddeld tussen 30% (beuk, linde) en 57% (wilg, robinia) (6. Luske & Van Eekeren, 2018). De verteerbaarheid van Engels raaigras is 79%.
- Er is weinig bekend over de potentiële bijdrage van producten van bomen (bladeren en twijgen) aan het koeienrantsoen. Een inschatting is dat dit ongeveer 5% kan zijn (2. Kernebeek, van et

al., 2024). Minder conservatieve inschattingen zijn er ook, zoals die van 12% tot 55% (wanneer er geen of weinig gras is en bij smakelijk, jong blad) (7. Whistance, 2018).

- Bij inname van bladeren en twijgen door koeien worden naast eiwitten energie ook micronutriënten en sporenelementen ingenomen. Om hoeveel essentiële mineralen dit precies kan gaan in de praktijk is niet bekend (de online database [Nutritional values fodder trees](#) geeft hierover wel wat informatie, maar de echte inname en productie is niet bekend).
- Houtige gewassen vullen het rantsoen van koeien aan met secundaire metabolieten, zoals looistoffen (tannines). Deze tannines kunnen een hoge antioxidantwaarde hebben en ontstekingsremmend werken. Ook kunnen looistoffen een desinfecterende en mogelijk antiparasitaire en diarree remmende werking hebben (8. van Asseldonk, 2012). Andere interessante medicinale plantengroepen die in bomen voorkomen zijn slijmstoffen die een verzachtende werking hebben op de slijmvliezen (in linde en iep) en salicylaten die pijnstillend, koortsverlagend en ontstekingsremmend werken (in wilg).
- Het is niet wetenschappelijk aangetoond (dit is heel lastig) dat dieren gebruik maken van de diversiteit aan planten in hun omgeving om hun gezondheid in stand te houden, of te herstellen bij ziekte. Er is wel gekeken van welke bomen en struiken runderen in natuurreservaten eten. Bomen en struiken die veel gegeten werden zijn o.a. wilg, hazelaar, populier, fruitbomen, es, eik en eikels, iep, Spaanse aak en braamblad (8. van Asseldonk, 2012).
- Het valt niet uit te sluiten dat koeien soms ook giftige (delen van) bomen en struiken binnenkrijgen (9. Van Raamsdonk et al., 2015). Daarnaast geldt dat stoffen met een positieve medicinale werking in grote hoeveelheden in principe giftig zijn. De dosis bepaalt of iets gezond is of giftig. Het advies is om bij het voeren van/toegang geven tot bomen zich te verdiepen in inhoudsstoffen, te variëren in soorten en in de gaten te houden of dieren ineens extreem veel van iets gaan eten en zonodig maatregelen te treffen (8. van Asseldonk, 2012).

- In het rantsoen moet rekening worden gehouden met mogelijk positieve en negatieve interacties tussen mineralen.
- Bladeren en twijgen kunnen zowel vers worden gevoerd als ingekuild of gedroogd. Door bewaren (conserveren) zou de smakelijkheid verbeteren doordat de bittere smaak van tannine vermindert.
- In een vochtig microklimaat (bijvoorbeeld onder bomen en struiken) is een groter risico op schimmelvorming en minder smakelijk gras. Een haag zorgt daarnaast voor schaduw, wat de productie en voederwaarde van het gras kan veranderen, maar hoe dit in de praktijk uitpakt is ook weer- en seizoensafhankelijk.
- Voerproductie met bomen en struiken zou kunnen helpen om periodes van droogte te overbruggen, omdat tijdens langdurige droogte de grasgroei stilvalt, terwijl bomen groen blijven. Zo kan meer zekerheid ingebouwd worden (risicospreiding) in de ruwvoerproductie. Klimaatverandering met stijgende temperaturen en meer periodes van droogte maakt dit aspect van bomen en struiken belangrijker.

Wat zijn de uitgangspunten voor het onderzoek?

Aan het ontwerp van de voederhaag is veel discussie voorafgegaan tussen diverse experts en de bedrijfsleiding van de Dairy Campus. De discussies richtten zich op de locatie van de voederhaag, de (soort)samenstelling van de voederhaag, de landschapsinpassing en de wetenschappelijke opzet (aantal herhalingen van soorten). De grote vraag was: wat voor soort voederhaag kan aangelegd worden dat als 'cafeteria experiment' kan dienen, dus antwoord geven op de vraag welke bomen het meest worden benut door de koeien. Ofwel: welke voorkeur hebben koeien?

Er zijn door de onderzoekers vanuit de literatuur diverse hypothesen gevonden die meespelen bij het ontwerpen van een voederhaag op melkveebedrijven. Uit onderstaande opsomming van hypothesen is uiteindelijk de eerste hypothese als uitgangspunt voor de wetenschappelijke proefopzet genomen.

De volgende hypothesen hebben invloed op de ontwerpkeuzes van een voederhaag op melkveebedrijven:

- 1| Koeien zullen de voederhaag benutten (knabbelen = natuurlijk gedrag = dierwaardigheid).
 - a| Koeien zullen een voorkeur hebben voor bepaalde boom- en struiksoorten.
 - b| De benutting van de voederhaag zal beïnvloed worden door (de smakelijkheid van) bepaalde boom- en struiksoorten en -rassen.
 - c| Koeien halen specifieke (micro)nutriënten en voedingsstoffen binnen met bepaalde boom- en struiksoorten en -rassen.
 - d| Voederhagen leveren een mogelijke bijdrage aan diergezondheid en leveren een bepaalde ruwvoerproductie op.
- 2| De voederhaag zal onder bepaalde omstandigheden (bijvoorbeeld een droge periode) een positief effect op de grasgroei hebben verder van de haag af, door de vorming van een gunstiger microklimaat, maar zal een negatief effect op de grasgroei hebben dicht bij de haag (in verband met concurrentie van licht, water en nutriënten).
 - a| De voederhaag zal de kwaliteit en de nutriëntenwaardes van het naastliggende gras beïnvloeden.
 - b| De voederhaag zal de smakelijkheid van het naastliggende gras beïnvloeden.
3. Beheer heeft invloed op verschillende factoren. Vaker snoeien (bijvoorbeeld twee of drie keer per jaar snoeien in plaats van één keer) van de haag:
 - a| Verhoogt de benutting door de koeien.
 - b| Verhoogt de verteerbaarheid en de nutriëntenwaardes van het blad.
 - c| Verhoogt de bruikbare drogestof-opbrengst.
- 4| De aantallen en soortenrijkdom (biodiversiteit, m.n. in de vorm van insecten en vlinders) zal hoger zijn dicht bij de haag en zal exponentieel afnemen naarmate de afstand tot de haag groter wordt.
 - a| De aantallen en soortenrijkdom (biodiversiteit) in het gras zal sneller terugkeren na het maaien dicht bij de haag dan verder van de haag af (waarbij ervan wordt uitgegaan dat insecten sterven tijdens of na het maaien, dat zij niet van kort gras houden en dat de haag een bron wordt voor herkolonisatie).

- b| Verschillende vormen van beheer beïnvloeden de aantallen en soortenrijkdom (biodiversiteit).

5| De haag zal de bodemkwaliteit en het bodemleven naast de haag beïnvloeden, voor zowel fysische als chemische indicatoren.

- a| Vertrapping van grasland nabij de haag kan zorgen voor minder grasgroei en voor moddervorming.
- b| Door het toepassen van een bepaald begrazingsbeheer kan bodemverdichting verminderd worden.
- c| De aantallen en soortenrijkdom van schimmels, bacteriën, regenwormen en ander bodemleven zullen hoger zijn dicht bij de haag.

De onderzoeksvragen: de mogelijkheden en beperkingen

Zoals eerder aangegeven is de wetenschappelijke hoofdvraag voor het voederhagenexperiment: waar liggen de voorkeuren van koeien voor bepaalde boom- en struiksoorten bij het knabbelen aan hagen? Vandaaruit kunnen allerlei andere vragen beantwoord worden, zoals: In hoeverre is het natuurlijke knabbelgedrag positief voor het dierwelzijn en de diergezondheid? Welke micronutriënten en voedingsstoffen zijn hiervoor het meest relevant? Wat is het effect van het eten van bladeren en twijgen op de diergezondheid, preventief en curatief? Wat zijn de eventuele (gezondheids) risico's voor koeien? Leiden eventuele positieve effecten tot kostenbesparing (zo ja, hoeveel?), en wat voor impact heeft beheer (en de timing ervan, bijvoorbeeld het moment van snoeien) op voerproductie en kwaliteit?

Daarnaast kunnen aanvullende vragen beantwoord worden over voederhagen in het algemeen, zoals vragen rondom de praktische uitvoerbaarheid: Hoe voer je de aanplant van een voederhaag uit?



Hoe onderhoud je de hagen? Hoe kun je sloten schonen met een voederhaag vlak naast de sloot? Wat zijn mogelijke hindernissen of neveneffecten (bijvoorbeeld een mogelijke toename van de muizenpopulatie) en wat zijn de mogelijkheden om daarmee rekening te houden?

Ook kan met de voederhaag op de Dairy Campus ervaring opgebouwd worden met het gebruik van snoeisels van de hagen als kuilvoer, strooisel, of vers voer in de stal of gekeken worden naar mogelijke biodiversiteitseffecten.

De beperking van de wetenschappelijke opzet is dat er binnen het perceel vergelijkingen gemaakt kunnen worden, maar niet tussen percelen. Er kunnen dus geen vergelijkingen gemaakt worden tussen het perceel met de voederhaag (op aanvullende aspecten, zoals bijvoorbeeld grasgroei of biodiversiteit) en percelen waar alleen gras groeit (monocultuur). Daarvoor zouden meerdere percelen nodig zijn met en zonder voederhagen met een willekeurige toewijzing (randomisatie) van factoren. Vergelijkingen binnen het perceel op een aspect als grasgroei of biodiversiteit (bijvoorbeeld in de voederhaag en op verschillende afstanden van de voederhaag) is mogelijk, maar hierbij moet bij de interpretatie van uitkomsten meegewogen worden dat het perceel en de ondergrond van de voederhaag niet homogeen zijn (er ligt bijvoorbeeld aan een kant van de haag een sloot, op sommige stukken is een greppel aanwezig en er ligt langs een deel van de haag een voormalig koepad, waar de ondergrond verdicht is en er is op sommige delen puin aangetroffen in de grond).

Wat zijn de criteria en uitgangspunten?

De criteria voor het ontwerp zijn geformuleerd als:

- Ligging van de haag; kiezen voor een locatie langs de bezoekersroute op de Dairy Campus, zodat de haag optimaal zichtbaar is tijdens rondleidingen.
- Potentieel interessant systeem voor de gangbare Nederlandse melkveehouderijpraktijk.
- De aanwezigheid van voldoende verschillende voederboomsoorten — niet slechts twee of drie, maar meer dan zes — om te kunnen experimenteren met variatie in smakelijkheid en voedingswaarde.
- Voldoende herhalingen per soort voor het kunnen maken van vergelijkingen.
- Voldoende ruimte voor een kleine kudde koeien per blok (bijvoorbeeld een blok van minimaal 30m lengte).

- Aansluitend bij de inrichting en culturele identiteit van het landschap.
- Criteria voor de soortensamenstelling van de haag: groeisnelheid, voederwaarde, smakelijkheid, geen toxische stoffen en anti-nutritionele factoren (ANF's), geschiktheid voor bodemsoorten, geen risico's voor diergezondheid en voer/voedselveiligheid, zoveel mogelijk inheems, bijdrage aan biodiversiteit en geen risico's op woekeren/natuurschade.

Een vast uitgangspunt bij het ontwerp, waar de onderzoekers geen invloed op hadden, is de locatie; vanuit het bedrijfsmanagement van de Dairy Campus is een bepaald perceel aangewezen waar de voederhaag aangeplant kon worden.



Paulownia

De paulownia is een snelgroeiende boomsoort die de laatste jaren in toenemende mate aandacht krijgt binnen agroforestryprojecten en -praktijk (10. ZLTO, z.d.). Echter, het gaat dan om paulownia-teelt voor biomassaproductie, in combinatie met gewassen. Voor zover bekend wordt de paulownia momenteel zeer beperkt toegepast in voederhagen, hoewel er potentie is. De bladeren van *Paulownia elongata* bevatten volgens de literatuur (11. Koleva et al., 2019) relatief veel ruw eiwit — circa 14 tot 23% — wat deze boomsoort tot een interessante kandidaat maakt voor gebruik als aanvullende voederbron voor rundvee. Ter vergelijking: bladeren van zomerlinde (*Tilia platyphyllos*) en acacia (*Robinia pseudoacacia*) bevatten respectievelijk 15,7% tot 21,4% ruw eiwit, terwijl bijvoorbeeld engels raaigras (*Lolium perenne*) ongeveer 16,5% ruw eiwit bevat. Hoewel specifieke gegevens over het ruw eiwitgehalte van andere haagsoorten zoals hazelaar, linde, zwarte els en fladderiep beperkt zijn, wordt aangenomen dat hun ruw eiwitgehalte lager ligt dan dat van paulownia. Het is echter belangrijk op te merken dat het ruw eiwitgehalte kan variëren afhankelijk van factoren zoals bodemgesteldheid, klimaat en oogsttijdstip. Daarom is het interessant om onderzoek te verrichten om de exacte voedingswaarde onder specifieke omstandigheden te bepalen. Daarnaast heeft de Paulownia een hoge biomassaopbrengst en een potentieel positieve invloed op bodemstructuur en koolstofvastlegging.

Tegelijkertijd is Paulownia niet onomstreden. De soort *Paulownia tomentosa* staat in Nederland op de lijst van potentieel invasieve exoten en valt onder verscherpt toezicht van de NVWA. Bij de aanleg van de voederhaag op de Dairy Campus is daarom gekozen voor zorgvuldig geselecteerde niet-invasieve hybriden van paulownia, die zijn gecertificeerd en goedgekeurd voor aanplant door RVO. Deze hybriden zijn steriel (niet-zaaddragend) en vormen daardoor geen risico voor verspreiding in het omliggende landschap. De keuze voor paulownia is dus enerzijds ingegeven door interesse in de nutritionele waarde van het blad, en anderzijds door het onderzoekspotentieel: hoe aantrekkelijk vinden koeien deze soort in vergelijking met andere bomen en struiken, en hoe verhouden de verteerbaarheid en gezondheidseffecten zich tot andere voedergewassen? Tegelijk is het ook een goede testcase om ervaring op te doen met de toepassing van 'nieuwe' soorten in voederhagen in Nederland. Bij gebruik van paulownia in agroforestrysystemen is het belangrijk om altijd te kiezen voor bewezen niet-invasieve variëteiten en om bewust te zijn van wet- en regelgeving rondom exoten.



Hoe ziet het ontwerp van de voederhaag eruit?

Het ontwerp van de voederhaag op de Dairy Campus is gebaseerd op een zogenaamd Balanced Incomplete Block Design (BIBD). Dit is een beproefde wetenschappelijke methode die het mogelijk maakt om voorkeuren van koeien voor verschillende boom- en struiksoorten op een statistisch robuuste manier te analyseren. Binnen deze opzet is gekozen voor zeven verschillende soorten voederbomen, elk drie keer herhaald in verschillende combinaties, verdeeld over zeven blokken van elk 30 meter lengte, met 10 meter per soort. Per blok worden dus telkens drie soorten bomen geplant, waarbij elke combinatie van twee soorten slechts één keer voorkomt binnen het experiment.

De gekozen soorten zijn: amandelwilg, veldesdoorn, hazelaar, linde, zwarte els, fladderiep en paulownia. Aan beide uiteindes van de haag kunnen factoren zoals wind en zon uitkomsten van onderzoek beïnvloeden; om die invloeden op het onderzoek te minimaliseren (en dus de blokken uniform te houden) is de haag wat langer gemaakt en is aan de noordkant de haag aangevuld met extra hazelaars, en aan de zuidzijde met extra zwarte els. Zie onderstaande figuur en tabellen.



Schematisch overzicht van de voederhaag en de indeling in verschillende blokken in kleur, met daarbij een mogelijke afbakening van de proefvakken, aangeduid met een kaderrand in geel, waar in de toekomst koppels koeien kunnen grazen en 'browsen'. Foto: Google Maps

Onderstaande tabel geeft de bloknummering (ID), boomsoort, locatie (Rang), het totaal aantal meters per soort, het aantal bomen per meter en het totaal aantal bomen weer.

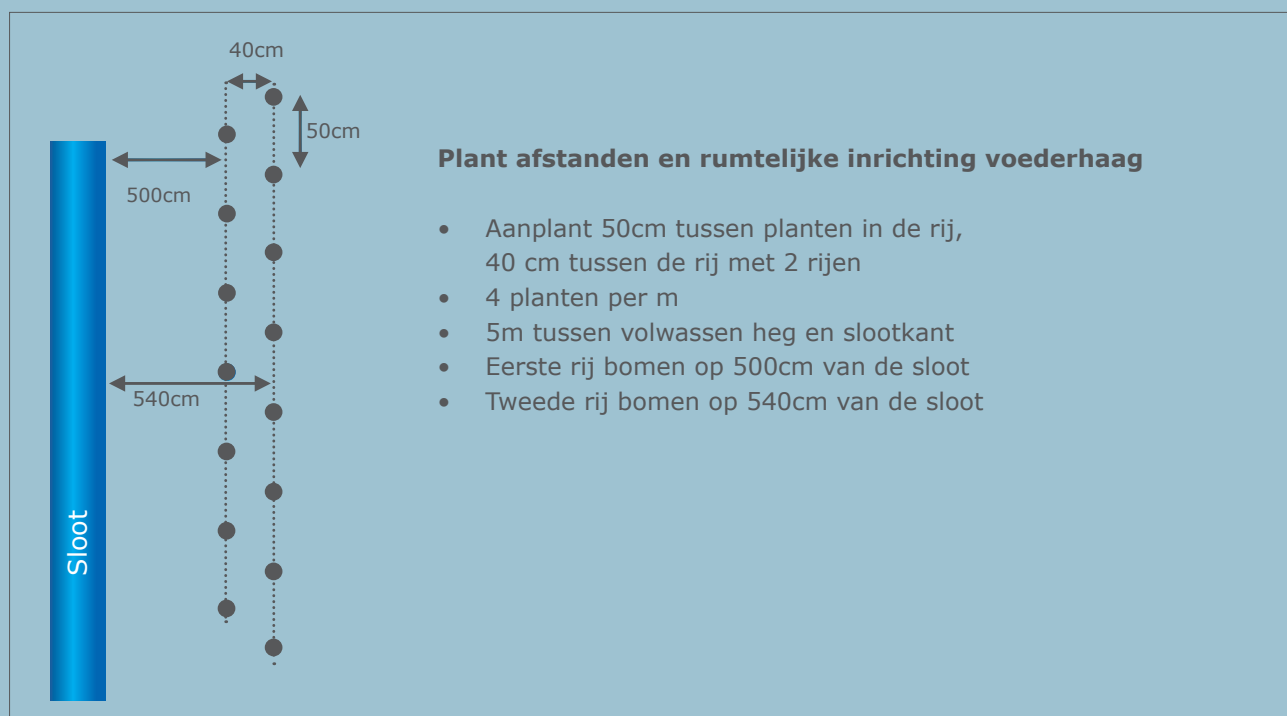
ID	Soort	Rang	Aantal meters	Bomen per m	Aantal bomen
A	Amadelwilg		30	4	120
B	Veldesdoorn		30	4	120
C	Hazelaar		30	4	120
D	Linde		30	4	120
E	Zwarte Els		30	4	120
F	Fladderiep		30	4	120
G	Paulowna		30	4	120
	Hazelaar	Eind Noord	6	4	24
	Zwarte Els	Eind Zuid	6	4	24
	Totaal		222	36	888

Proefvlak	Blok	Behandeling	Soort
Eind Noord			Hazelaar
101	1	C	Hazelaar
102	1	G	Paulowna
103	1	D	Linde
201	2	F	Fladderiep
202	2	E	Zwarte Els
203	2	D	Linde
301	3	B	Veldesdoorn
302	3	F	Fladderiep
303	3	C	Hazelaar
401	4	B	Veldesdoorn
402	4	D	Linde
403	4	A	Amanderwilg
501	5	E	Zwarte Els
502	5	B	Veldesdoorn
503	5	G	Paulowna
601	6	G	Paulowna
602	6	A	Amandelwilg
603	6	F	Fladderiep
701	7	C	Hazelaar
702	7	A	Amandelwilg
703	7	E	Zwarte Els
Eind Zuid			Zwart Els

Tabel links geeft een zogenaamde plotnummering, de blok-nummering (3 rijen van 30 meter haag vormt één blok), de zgn. behandeling (de verschillende combinaties van soorten binnen een blok vormen een bepaalde behandeling) en de boomsoort weer

De planten zijn aangeplant in twee rijen, met een tussenafstand van 40 cm tussen de rijen en 50 cm tussen de planten binnen de rij. Dit komt neer op ongeveer 4 planten per strekkende meter, zie onderstaande figuur. Om negatieve effecten op de waterhuishouding en het slootonderhoud te voorkomen, is de eerste rij bomen op minimaal 5 meter van de slootkant geplant. De totale lengte van de haag is circa 230 meter, waarvan 210 meter experimenteel is ingericht, en aan beide kanten de laatste 10 meter is ingericht als buffer tegen randeffecten.

De aanplant van de voederhaag op Dairy Campus is vastgelegd op video, zie de volgende link: <https://www.youtube.com/watch?v=srnulnCL93M&t=3s>. Op deze video is te zien hoe, met behulp van een plantmachine, de jonge boompjes in de grond worden gezet.



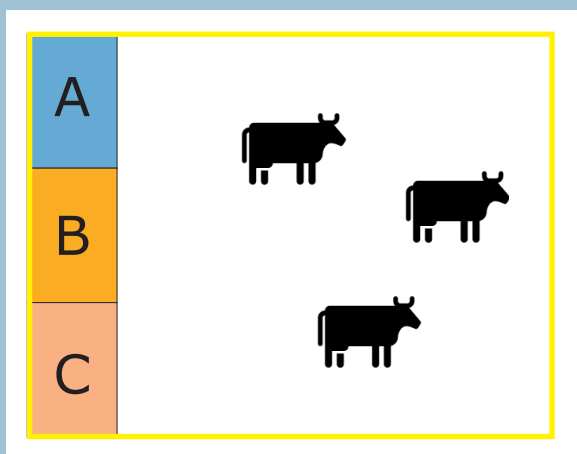
Schematisch overzicht van de plantafstanden en de ruimtelijke inrichting van de voederhaag

Monitoring

De monitoring binnen het experiment op de Dairy Campus is gericht op het verkrijgen van inzicht in zowel de benutting van de voerderhaag door koeien als in de bredere ecologische en praktische effecten van de haag. Zoals eerder aangegeven is het experiment echter specifiek ontworpen om verschillen in voorkeuren van koeien goed te meten.

De monitoring zal (bij een enigszins volgroeide haag) in eerste instantie bestaan uit:

- **Gedragsobservatie van koeien:** Tijdens begrazing zullen koeien gevolgd worden om hun knabbelgedrag te registreren. Hierbij zal per blok worden gekeken welke soorten het meest worden benut. De observaties zullen handmatig worden uitgevoerd, mogelijk aangevuld met camerabeelden of GPS-zenders in de toekomst.
- **Beoordeling van haagbenutting:** Door visuele inspectie zal de mate van veevraat aan bladeren en twijgen van de verschillende boomsoorten worden beoordeeld. Dit zal periodiek gedurende het groeiseizoen gebeuren. Ter voorbeeld: 3 tot 6 koeien per blok, die ca. 2 dagen mogen grazen op een bepaald afgezet stuk van het perceel (zie ter illustratie onderstaande figuur). Dezelfde koeien worden nog een aantal keer op hetzelfde stuk geweid (bijvoorbeeld 1 keer per maand, of om de 2 à 3 maanden om de haag te laten hergroeien). Ook hiervoor geldt dat de precieze methodiek nog verder uitgewerkt zal moeten worden.



Schematisch overzicht van een deel van de haag (blok A, B en C) met een mogelijke afbakening van een proefvak, waar in de toekomst koppels koeien kunnen grazen en 'browsen' (ter illustratie zijn 3 koeien ingetekend).

- **Inhoudsstoffen blad:** Door het verzamelen van bladmonsters van elke boomsoort op meerdere tijdstippen gedurende het groeiseizoen (bijv. voorjaar, zomer, herfst) kunnen seizoensvariaties van de voedingswaarden en secundaire plantenstoffen beoordeeld worden. Daarmee kan beoordeeld worden welke boomsoorten het meest geschikt zijn als aanvullend diervoeder op basis van hun chemische samenstelling.

De overige mogelijke monitoring bestaat uit de volgende onderdelen, waarbij langs verschillende ruimtelijke en functionele gradiënten gemeten kan worden (bijvoorbeeld de laterale gradiënt - afstand tot bomenrij; verticale gradiënt - structuurdiversiteit, d.w.z. graslaag en struikenlaag; tijdgradiënt - successionele ontwikkeling):

- **Biodiversiteitsmetingen:** Op verschillende afstanden van de haag kunnen insecten, vogels, planten en bodemleven geïnventariseerd worden om het effect van de haag op de lokale biodiversiteit te bepalen. De soortenrijkdom en -samenstelling kunnen veranderen naarmate je verder van de bomenrij komt, maar ook geldt dat bij een complexere vegetatiestructuur (gras- en struikenlaag) er meer niches voor soorten ontstaan. Bomenrijen beïnvloeden daarnaast temperatuur, vochtigheid en lichtinval. Dit kan microklimaten creëren die de biodiversiteit lokaal beïnvloeden. Nulmetingen voor biodiversiteit zijn in 2024 en 2025 uitgevoerd op zowel de Dairy Campus als bij ondernemer Jan Blom (de resultaten worden eind 2025 verwacht). Hiertoe zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd en methoden toegepast:

1. Wat is het effect van het toevoegen van een voerderhaag aan een open graslandschap op de algemene biodiversiteit? De methoden die zijn gebruikt om deze vraag te kunnen beantwoorden zijn tellingen van nachtvlinders met behulp van ledemmers en vogeltellingen door het lopen van een transect en vogels op zicht en geluid te determineren. De nachtvlinder en vogel tellingen zijn zowel bij de voerderhagen uitgevoerd, als in het grasland waar de voerderhagen in staan en ter referentie in een naburig grasland zonder voerderhagen.
2. Zijn er verschillen in de effecten op de algemene biodiversiteit tussen specifieke boomsoorten in een voerderhaag of verschillende voerderhaagtypes? Om

deze vraag te kunnen beantwoorden zijn de aanwezige insecten in de verschillende boomsoorten (Dairy Campus) of haagtypes (Jan Blom) door middel van klopmonsters onderzocht

- **Bodemmetingen:** Metingen aan bodemstructuur, organische stof en vochtgehalte kunnen worden uitgevoerd om te bepalen of en hoe de haag de bodemkwaliteit beïnvloedt.
- **Grasgroei en voederwaarde:** De grasproductie in de nabijheid van de haag kan worden vergeleken met verder van de haag gelegen delen van het perceel. Daarbij zal ook gekeken worden naar voederwaardes zoals ruw eiwit en verteerbaarheid.

Daarnaast kan met de voederhaag informatie verzameld worden over praktische zaken, zoals:

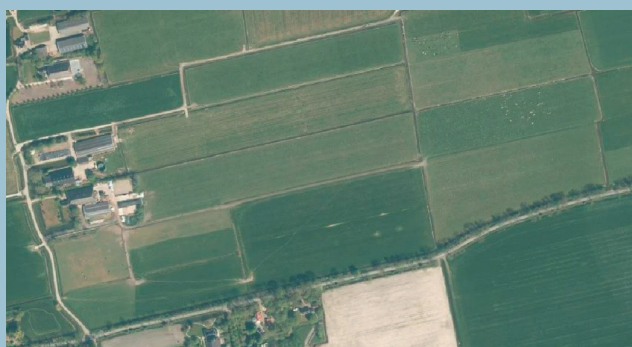
- **Beheerkosten en uitvoerbaarheid:** Er wordt informatie verzameld over aanplantkosten, uitval van bomen, benodigde arbeid en eventuele knelpunten bij onderhoud en het slootschonen.

De monitoring zal over meerdere jaren worden uitgevoerd om seizoensinvloeden, doorontwikkeling van de haag en lange termijneffecten op dier, plant en bodem goed in beeld te brengen.



5 | De voederhaag op het bedrijf van melkveehouder Jan Blom

Melkveehouder Jan Blom uit Bedum is geïnspireerd geraakt over de mogelijkheden van voederhagen op zijn bedrijf tijdens enkele workshops over agroforestry voor de melkveehouderij. Hij had al gezien hoe zijn vee gebruik maakte van de bomen en struiken rondom zijn erf, zowel de bladeren als de bessen, takken en zachte stekels van de meidoorn. Hierdoor besloot hij de mogelijkheden voor agroforestry op zijn bedrijf verder te verkennen en heeft hij samen met onderzoekers van Wageningen University & Research zijn plannen verder vormgegeven.



Overzichtsfoto van het bedrijf van Jan Blom vóór de aanplant (Foto: Google Maps)

De kerndoelen met betrekking tot agroforestry van Jan Blom waren:

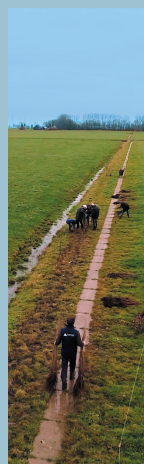
1. **Keuzevrijheid:** het bieden van keuzevrijheid qua soorten blad om aan te knabbelen.
2. **Aanvulling op dieet:** het bieden van diverse aanvullende micro- en fytonutriënten voor het vee.
3. **Schaduw:** het bieden van schaduw tijdens hete dagen.
4. **Biodiversiteit:** het versterken van de biodiversiteit op het bedrijf met het creëren van nieuwe habitats.
5. **Productie:** (indien mogelijk) soorten kiezen die ook productie van fruit en noten geven.
6. **Koolstof:** het vastleggen van (boven-grondse) koolstof.

Het bedrijf staat op kleigrond (50% afslibbaar) en telt 65 stuks melkvee, jongvee, paarden en schapen. Het bedrijf heeft 40 hectare grasland in gebruik. Het vee wordt in de zomer vooral buitengehouden en in de winter vooral binnen.

Naast de kerndoelen waren er enkele belangrijke voorwaarden voor het ontwerp. Eén van de

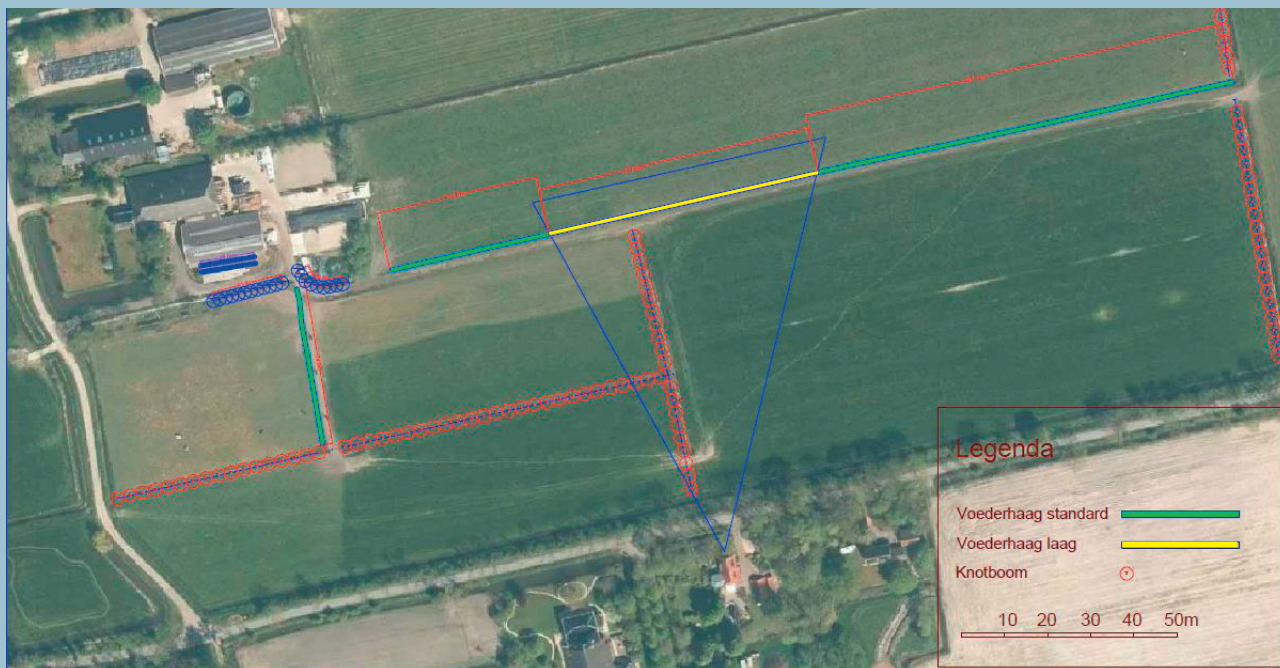
belangrijkste voorwaarden was dat de voederhaag moest passen bij alle soorten vee (koeien, paarden en schapen) die op het bedrijf gehouden worden. Aangezien paarden over het algemeen gevoeliger zijn voor bepaalde stoffen dan schapen of koeien, is hiermee in het ontwerp rekening gehouden. Daarnaast wilde Jan het uitzicht op bepaalde plekken op zijn percelen openhouden, na overleg met verschillende burens over zijn plannen.

Bij het maken van het eerste ruimtelijke ontwerp werd zoveel mogelijk rekening gehouden met alle genoemde kerndoelen en voorwaarden. Een plek langs het verharde koepad is gekozen als een goede locatie voor de voederhaag, aangezien de koeien makkelijk vanaf het koepad gebruik kunnen maken van de voederhaag, zonder dat het veel impact heeft op de mechanisatie of beweiding op de percelen. Daarnaast is in het ontwerp ook voorzien in aanplant van (bessen- en fruitdragende) houtige gewassen op het erf en deels langs een perceel naast het erf waar vaak jongvee graast. Langs de zuidelijke grens van Jan's percelen was al schaduw van bomen langs de weg waardoor verdere aanplant minder van belang was. Bij sommige sloten op zijn percelen moest rekening gehouden worden met de mogelijkheid van het slootschonen, waardoor beplanting slechts aan één kant van de sloot mogelijk is. Op andere percelen waar nog geen natuurlijke schaduw was, is gekozen voor aanplant van knotbomen om zodoende schaduw te kunnen bieden aan het vee. Na vervolggesprekken over het eerste ruimtelijke ontwerp is besloten om daar waar de haag het uitzicht van de burens zou belemmeren, de haag lager te houden door vaker in hoogte te gaan snoeien. De vervolggesprekken met Jan Blom hebben geleid tot het volgende definitieve ruimtelijke ontwerp.



“Als ik het opnieuw zou doen, zou ik iets minder wilg, populier en vlier planten en iets meer zwarte els, veldesdoorn, meidoorn en zwarte bes. Ik zou de vlier vervangen voor meer zwarte bes. Dat komt beter uit voor lagere delen van de haag, en is ook mooi voor de bijen en levert bessen voor de vogels.”

Jan Blom



De contouren van de nieuwe aanplant, waarbij de groene lijn de gebruikelijke voederhaag (deze mag hoger groeien dan 2 meter) aanduidt en de gele lijn de voederhaag die laag gehouden (< 2 meter) wordt door middel van regelmatig in hoogte snoeien. De blauwe lijn visualiseert de zichtlijn vanuit het huis van de bureu. De blauwe cirkels visualiseren fruit- en notenbomen die bedoeld zijn voor humane consumptie (deze soorten zijn in deze factsheet buiten beschouwing gelaten).

Soorten

Bij de keuze voor de soorten is rekening gehouden met voederwaarde, smakelijkheid, giftigheid, schaduwwerking, biodiversiteit, bodem, cultuurhistorisch gebruik (knotbomen) en stekels. Er is in dit ontwerp gekozen voor meidoorn, zwarte els, amandelwilg, veldesdoorn, fladderiep, linde, populier, hazelaar, vlier en zwarte bes. Voor de samenstelling is gekozen voor een rangorde systeem, waarbij de bepaalde soorten ingedeeld worden in rangorde 1, 2 of 3.

De rangorde is bepaald op basis van de verwachte bijdrage van een soort aan de doelen van de ondernemer. Soorten die onder rangorde 1 vallen, zijn: meidoorn, zwarte els, amandelwilg, fladderiep

en veldesdoorn. Rangorde 2- soorten zijn: linde, populier en hazelnoten. En rangorde 3- soorten zijn vlier en zwarte bes. Vervolgens is bepaald dat de rangorde 1-soorten 12% van de haag mogen beslaan, rangorde 2-soorten 10% en rangorde 3-soorten 5%. Naar verwachting zullen de koeien meer eten van soorten als zwarte els, amandelwilg, fladderiep en veldesdoorn, waardoor deze soorten in grotere aantallen worden toegepast. Jan Blom had zelf goede ervaringen met meidoorn, zowel voor de koeien als voor de biodiversiteit, waardoor deze soort ook in rang 1 is opgenomen. De soorten in rang 2 en 3 worden naar verwachting minder gegeten, maar dragen nog steeds positief bij aan bepaalde doelen. Zo verwacht hij bijvoorbeeld dat populier

De rangordenummering van de verschillende soorten, het aandeel (%) van de soorten waaruit de totale voederhaag mag bestaan, het aantal meters per soort, en aantal bomen per meter en het totale aantal bomen per soort.

Soort	Rang	Aandeel van haag 'standaard' in %	Aantal meters	Bomen per m	Aantal bomen	Aandeel van haag 'laag' in %	Aantal meters	Bomen per m	Aantal bomen	Aantal bomen hoog	Totaal
Meidoorn	1	12	42	6	250	20	26	6	154		403
Zwarte Els	1	12	42	6	250	15	19	6	115		365
Amandelwilg	1	12	42	6	250	15	19	6	115	50	415
Fladderiep	1	12	42	6	250	20	26	6	154		403
Veldesdoorn	1	12	42	6	250	20	26	6	154		403
Linde	2	10	35	6	208		0	6	0		208
Populier	2	10	35	6	208		0	6	0	45	253
Hazelaar	2	10	35	6	208		0	6	0		208
Vlier	3	5	17	6	104		0	6	0		104
Zwarte bes	3	5	17	6	104	10	13	6	77		181
Totaal		100	347	60	2082	100	128	60	768	95	2945

een gunstig effect zal hebben op het verminderen van maagdarmpwormen bij zijn schapen. Daarnaast is nog onderscheid gemaakt in soorten die laag (< 2 meter) gesnoeid worden en soorten die Jan hoger (standaard) zal laten groeien.

De voederhaag is aangeplant in kleine blokken, zoals hieronder aangegeven. Rangorde 1- en 2- soorten zijn aangeplant in blokken van 6 planten naast elkaar. Rangorde 3-soorten zijn in blokken van 3 planten naast elkaar aangeplant. De reden hiervoor is dat de verwachting is dat krachtige groeiers, zoals wilg, de plek van tragere groeiers iets sneller kunnen gaan innemen. Een andere reden is dat het makkelijker is om te observeren waar het vee aan knabbelt als de aanplant in kleine blokken gebeurt. De dichtheid van 6 planten per strekkende meter is gekozen om sneller een volle haag te realiseren en ook uitval en vraat te kunnen compenseren.



Schematisch overzicht van de plantafstanden en de ruimtelijke inrichting van de voederhaag bij Jan Blom. De verschillende kleuren geven de verschillende soorten aan, bijvoorbeeld 6 blauwe rondjes (wilg), 6 oranje (zwarte els) en 3 gele (vlier).

Monitoring

In hoofdstuk 3 is al aangegeven dat het meten van bepaalde factoren op een praktijkbedrijf een belangrijke aanvulling is op het meer fundamentele onderzoek dat op een proefbedrijf als Dairy Campus plaatsvindt. Het monitoren van de groei en het beheer van de voederhaag bij Jan Blom geeft bijvoorbeeld waardevolle aanvullende inzichten daar waar het dezelfde soorten betreft als op de Dairy Campus. De biodiversiteitsmetingen die in 2024 en 2025 zijn uitgevoerd (insecten-, nachtvlinder- en vogeltellingen) kunnen in de toekomst herhaald worden om inzicht te krijgen in de effecten van verschillende voederhaagsoorten op de biodiversiteit en in het effect op de algemene biodiversiteit van het toevoegen van een voederhaag aan een open graslandschap.

Ervaringen

Ook de aanplant van de voederhaag bij Jan Blom is vastgelegd op video, zie de volgende link:

https://www.youtube.com/watch?v=gp_4STiLDAI.

In deze video geeft hij onder andere aan dat hij de voederhaag heeft aangeplant in verband met de bijdrage aan diergezondheid, maar ook met het oogpunt op biodiversiteit en klimaat. Hij vindt het een mooi gezicht en doet het ook omdat hij het leuk vindt. Het is interessant dat hij zijn observaties ten aanzien van het knabbelen aan de haagsoorten door zijn vee vastlegt. In de toekomst kan de informatie uit deze praktijksituatie naast de onderzoeksgegevens van de Dairy Campus gelegd worden.



“Mijn advies aan andere boeren: de koe zoekt zelf wel op wat ze nodig heeft. Dus hoe meer keuze je haar geeft, hoe makkelijker ze van de haag kan gaan eten.” _____ Jan Blom



“Mijn ervaring met de voederhaag is tot nu toe goed. Je moet goed nadenken over de soorten die je in de haag zet. Vlier en fladderiep hebben het moeilijk in onze voederhaag. Vlier lijdt vooral onder de slakken, en linde heeft iets meer last van vraatschade, de andere soorten doen het goed. Ik vind het ook mooi staan in het landschap, het groeit, bloeit, en de dieren hebben er ook iets aan.” _____ Jan Blom





“Als je een stuk grond over hebt, bijvoorbeeld langs een koepad, dan kun je dat goed benutten voor een voederhaag, en als je weinig tijd hebt zet je er makkelijke soorten er in, zoals veldesdoorn, zwarte els, zwarte bes en meidoorn. Kijk voordat je gaat aanplanten eens rond wat goed groeit in je buurt en ook wáár je iets kan aanplanten. Het hoeft ook niet hoog te zijn, dus hoeft niet op te vallen in het landschap.”

————— Jan Blom



Referenties

- 1| Prins, E. & Fuchts, L. (2024). Factsheet Agroforestry (16). Typering agroforestry in Nederland. Wageningen: Wageningen University & Research.
- 2| Van Kernebeek, H. R. J., Bos, A. P., Plomp, M., Fuchs, L. M., Dawson, A. W., & Schoutsen, M. A. (2024). Ontwerpen voor agroforestrysystemen in de melkveehouderij. Wageningen: Wageningen University & Research.
- 3| Lin, C. H., McGraw, R. L., George, M. F., & Garrett, H. E. (1998). Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. *Agroforestry systems*, 44, 109-119.
- 4| Jordon, M. W., Willis, K. J., Harvey, W. J., Petrokofsky, L., & Petrokofsky, G. (2020). Implications of temperate agroforestry on sheep and cattle productivity, environmental impacts and enterprise economics. a systematic evidence map. *Forests*, 11(12), 1321.
- 5| Plomp, M., Bruijn, B. de, Ferweda-van Zonneveld, R. (2025). Agroforestry in de Nederlandse melkveehouderij: mogelijke effecten op diergezondheid, dierenwelzijn en natuurlijk gedrag. Wageningen Livestock Research, Wageningen. (in publicatie)
- 6| Luske B. & van Eekeren, N. (2018). Voederwaarde van verschillende voederbomen. Artikel V-focus. April 2018.
- 7| Whistance, L. (2018). Browse, preserved tree fodder and nutrition – How offering access to browse and feeding tree fodder can supplement the diet of domestic animals (AFINET Factsheet 12). Organic Research Centre.
- 8| Van Asseldonk, T. (2012). Medicinale en etnobotanische aspecten van (potentiële) voederbomen voor melkvee: een adviesrapport. Louis Bolk Instituut.
- 9| Van Raamsdonk, L. W. D., Van der Fels-Klerx, H. J., & De Jong, J. (2015). Agroforestry en het melkveebedrijf. Wageningen: Wageningen UR Livestock Research.
- 10| ZLTO. (z.d.). Paulowniateelt in agroforestry systemen. Geraadpleegd op 2 juni 2024, van <https://www.zlto.nl/projecten/paulowniateelt-in-agroforestry-systemen>
- 11| Koleva, I., et al. (2019). Potential Use of Multipurpose Paulownia elongata Tree as an Animal Feed Resource. *Agricultural Science and Technology*, 11(4), 329–333.



Colofon

Auteurs | Maureen Schoutsen & Andrew Dawson

Met medewerking van | Heleen van Kernebeek,
Marleen Plomp, Reina Ferwerda & Marcel Vijn

Vormgeving | Caroline Verhoeven

Beeldmateriaal | Marleen Plomp, Andrew Dawson,
Rudi Boon & Heleen van Kernebeek

Contact | Wageningen University & Research |

Wageningen Livestock Research

E | Heleen.vankernebeek@wur.nl

Deze factsheet is onderdeel van de serie 'Factsheets Agroforestry' van Wageningen University & Research (zie: www.wur.nl/agroforestry) en is een resultaat van de privaat publieke samenwerking (PPS) Agroforestry voor Klimaatpositieve Zuivel & Biodiversiteit (LWV21.072) en het Kennis Op Maat (KOM) project Kennisverspreiding Agroforestry.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave. © 2025 Wageningen University & Research