

Handleiding Planten Combinatie Tool

Versie 1.0
Datum: 11-4-2025



Foto door Anna den Hartog

Agroforestry combineert de teelt van verschillende plantensoorten, maar hoe kan je planten zo combineren dat ze positieve interacties met elkaar hebben – denk aan microklimaatverbetering – en waarbij negatieve interacties – zoals concurrentie om water – worden voorkomen? De Planten Combinatie Tool verschaft een praktisch hulpmiddel voor het combineren van geschikte boom- en struiksoorten binnen diverse agroforestry systemen, rekening houdend met standplaatsfactoren en beoogd beheer.

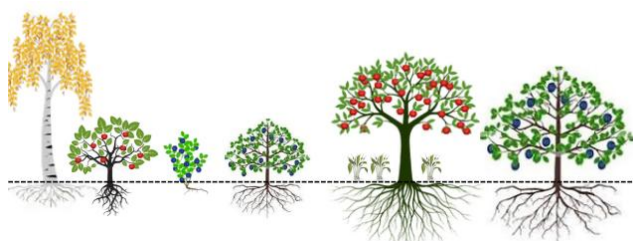
Deze handleiding neemt je als agrariër of teeltadviseur stapsgewijs mee door de tool aan de hand van een aantal praktijkvoorbeelden.

Disclaimer

Er zijn altijd uitzonderingen op de regel. Zo zijn de planteninteracties van deze tool niet de enige interacties die succes bepalen zoals allelopathie of mycorrhiza typen). Ook zijn deze interacties sterk afhankelijk van de standplaats, beheer, leeftijd van de planten, plantafstanden en plaatsing t.o.v. bijvoorbeeld de zon. Bovendien betreft dit een eerste publieke versie van de tool. Bespreek de plantencombinaties daarom voorafgaand aan realisatie met een specialist uit jouw regio.

Basis in wetenschap en praktijk

De planten combinatie tool is gebaseerd op een wetenschappelijke literatuurstudie naar planteninteracties in agroforestry systemen, veldbezoeken aan 7 agroforestry systemen in Frankrijk en Engeland en feedbacksessies met agroforestry adviseurs en onderzoekers. De onderliggende database met planteneigenschappen is grotendeels afkomstig van een zorgvuldig samengestelde expert groep. Doorverwijzingen voor verdere verdieping in de materie en relevante kennisnetwerken vind je in de bijlage.



Figuur 1: Een plantencombinatie met links een jonge appel in de beschutting van een berk, een blauwe bes als tijdelijke tussenteelt en op gepaste afstand een jonge pruim. Rechts diezelfde appel na 20 jaar als volgroeide boom met de pruim nog steeds als buur en dasloek als schaduwtolerante ondergroeit.

Praktijk voorbeeld

We nemen een veelvoorkomende uitgangssituatie in Nederland. Een extensiverende melkveehouderij in het bosrijke Brabant op de hogere zandgronden. We onderzoeken de interactie tussen tamme kastanje en aalbes.

Stap 1: Selecteer je standplaatsfactoren en beheer

Begin met het invoeren van je standplaats en beheerfactoren. Deze factoren hebben invloed op de interacties die tussen de planten gaat plaats vinden, en met name hoe belangrijk bepaalde interacties zijn. Zo zal competitie om voedingsstoffen sterker optreden bij een lage bodemvruchtbaarheid en zonder bemesting. Onderstaande toelichtingen helpen bij het selecteren van de keuze opties die voor jou van toepassing is.

Standplaats

Grondwaterstand, bodemvruchtbaarheid, windbeschutting en lichtklimaat zijn zeer bepalend voor de manier waarop planten met elkaar interacteren.

- **Grondwaterstand:** kies hoog, gemiddeld of laag bij een hoogste jaarlijkse grondwaterstand van resp. hoger dan 40cm, 40 tot 80cm of dieper dan 80cm
- **Bodemvruchtbaarheid:** kies arm, gemiddeld of rijk bij een bodem organisch stofgehalte van resp. onder de 2%, 2 tot 5% of boven de 5%
- **Windbeschutting:** kies ja bij voelbare luwte vanuit een opgaande begroeiing*
- **Lichtklimaat:** kies volle zon of half schaduw bij resp. een open veld of merkbare schaduw van een aanliggende opgaande begroeiing*

*zoals een windhaag, bosrand of houtwal.

Beheer

Irrigatie en bemesting zijn de meest directe beheermaatregelen met invloed op de voorziening van vocht en nutriënten.

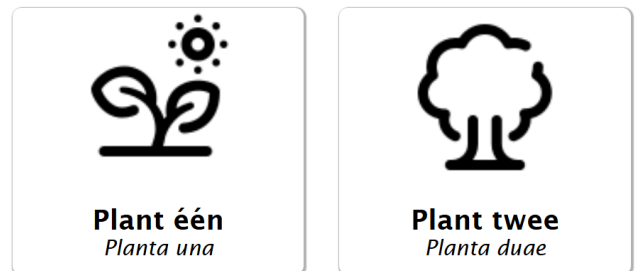
- **Irrigatie:** kies ja bij structurele irrigatie na aanplant en nee bij geen/eenmalige irrigatie
- **Bemesting:** kies ja bij structurele bemesting na aanplant en nee bij geen/eenmalige bemesting

Stap 2: Selecteer de soorten

Voorbeeld – Stap 1

Selecteer bij grondwaterstand 'laag', bij bodemvruchtbaarheid 'laag', bij windbeschutting 'ja' en bij lichtklimaat 'volle zon'. We gaan in dit voorbeeld uit van een extensief systeem dus selecteer bij irrigatie 'nee' en bemesting 'nee'. Ga door naar stap 2.

Klik op de blokken 'plant één' of 'plant twee' voor een keuzemenu met 31 planten soorten. Het keuzemenu staat op alfabetische volgorde.



Figuur 2: Nog in te vullen planten soorten.

De soorten vormen een representatieve afspiegeling van beplantingsopties voor agroforestry. Ze verschillen in karakteristieken zoals economische toepassing, geschikte markt, vegetatielaag, standplaatsbehoeftes en functies zoals stikstofbinding.

Onder de Botanische naam staat soms extra informatie over de groeikracht van de onderstam of een specifieke snoeivorm zoals 'geknut'. Deze keuzeopties staan verder toegelicht in de bijlage 1.

Voorbeeld – Stap 2

Selecteer voor plant één 'Aalbes' en voor plant twee 'Tamme kastanje'. Ga door naar stap 3.



Figuur 3: Ingevulde voorbeeld-soorten.

Stap 3: Interpreteer de interacties

Nu verschijnen onder de twee geselecteerde soorten de eventuele positieve en negatieve interacties in twee kolommen. In de linker-kolom staan de effecten van plant 2 op plant 1 en in de rechter-kolom staan de effecten van plant 1 op plant 2.

Hoe beoordeel je vervolgens of er sprake van een geschikte planten combinatie is?

- **Positieve interacties:** deze zijn fantastisch, want we zoeken naar synergie.
- **Negatieve interacties:** deze zijn een aandachtspunt. Zie een negatief effect niet perse als een reden om een combinatie niet te doen, maar kijk naar wat je kan doen aan onder andere ruimtelijke plaatsing, cultivar keuze of beheer.
- **Heel positieve / negatieve interacties:** Deze interacties zijn extra van belang en hebben betrekking tot de meest limiterende factoren voor optimale plant-prestatie in de gekozen standplaats en beheercontext. Zie hiervoor ook het voorbeeld en bijlage 2.
- **Weinig tot geen positieve en negatieve interacties:** Als planten vooral neutrale effecten op elkaar hebben is dat eigenlijk ook heel goed. Door het gebruik van andere grondstoffen en het ontlopen van competitie kan de totale netto productie van het systeem nog steeds hoger zijn dan in een monocultuur. Bovendien zorgen de verschillende gewassen nog steeds voor risicospreiding.

De titels van de interacties verwijzen naar de type specifieke thema's zoals 'microklimaatverbetering', gevolgd door de planten eigenschap van plant die het effect op de andere plant veroorzaakt. Een totaal-overzicht van de thema's en beschrijving van de 21 planten interacties die aan de basis liggen van de tool is te vinden in de bijlage 2.

Voorbeeld – Stap 3

Bekijk in de linker en rechter kolom de effecten van de Tamme kastanje op Aalbes en andersom (figuur 3).

Van de 21 interacties waarop de combinatie is geëvalueerd zijn er meerdere positief en is er geen sprake van negatieve interacties. Drie interacties zijn zelfs heel positief*. Daarnaast zijn er dus ook een flink aantal neutrale interacties die niet verschijnen. Aalbes en tamme kastanje lijken hiermee een goede combinatie.

*Uitgelicht: De eerder ingevulde 'lage grondwaterstand' en 'geen irrigatie' maken de faciliterende rol van de kastanje voor de vochtminnende aalbes extra van belang. Andersom maken de eerder ingevulde 'lage bodemvruchtbaarheid' en 'geen bemesting' de faciliterende rol van de aalbes voor de tamme kastanje extra van belang. Kastanjes tolereren arme bodems, maar de productie zal beter zijn bij meer voedingsstoffen.



Aalbes
Ribes rubrum

Heel positief

Microklimaatverbetering / Bladdichtheid
Planten met hoge bladdichtheid zoals Tamme kastanje verminderen wind en temperatuursextremen, verhogen de luchtvochtigheid, en verminderen daarmee verdamping voor droogte gevoelige soorten zoals Aalbes. Dit is extra van belang op droge gronden zonder irrigatie.

Microklimaatverbetering / Windvoordeur
Windbestendige planten zoals Tamme kastanje die in dezelfde of een hogere vegetatielaag groeien creëren luwte voor planten met een voorkeur voor luwte zoals Aalbes (oa door verlaagd waterverbruik/verdamping van droogte gevoelige (jonge) planten, maar ook fysieke stormschade). Dit is extra van belang op droge gronden zonder irrigatie.

Bodemverbetering / Worteldiepte
Diepwortelende planten zoals Tamme kastanje halen nutriënten uit diepere bodemlagen die via hun strooisel uiteindelijk beschikbaar komen voor planten met een ondiep wortelstelsel zoals Aalbes. Dit is extra van belang op arme gronden zonder bemesting.

Positief

Fysieke ruimtebezetting / Wortelstructuur

Planten met een penwortel wortelstructuur zoals Tamme kastanje nemen anders de ruimte in dan planten met een fibreus wortelstructuur zoals Aalbes, waardoor de ruimte optimaal wordt benut.



Tamme kastanje
Castanea sativa (x crenata)

Heel positief

Bodemverbetering / Strooiselkwaliteit
Planten met rijk strooisel zoals Aalbes versnellen bodemontwikkeling en brengen de voedingsstoffen uit hun blad beschikbaar voor planten die van rijke bodems houden zoals Tamme kastanje. Dit is extra van belang op arme gronden zonder bemesting.

Positief

Fysieke ruimtebezetting / Wortelstructuur

Planten met een penwortel wortelstructuur zoals Tamme kastanje nemen anders de ruimte in dan planten met een fibreus wortelstructuur zoals Aalbes, waardoor de ruimte optimaal wordt benut.

Tijdelijke tussenteelt / Start productieve levensduur

Het aanplanten van partners die al na enkele jaren oogst genereren zoals Aalbes tussen soorten die er lang over doen om in productie te komen zoals Tamme kastanje zou een manier kunnen zijn om de eerste jaren inkomsten te genereren.

Figuur 4: Links de effecten van de kastanje op de aalbes en rechts de effecten van de aalbes op de kastanje.

Bijlage 1. Toelichting keuzeopties onderstammen en snoeivormen

Onderstammen

Bij veel bomen en ook sommige struiken wordt de groeikracht en de ontwikkeling bepaald door de onderstam. Een onderstam zijn de wortels en een deel van de stam (tot op een bepaalde hoogte) van de boom of struik. Bij hoog-, half- en laagstammen worden fruitbomen geënt op een bepaalde type onderstam. Sterk groeiende onderstammen worden gebruikt voor bijvoorbeeld hoogstambomen. Sterk groeiende onderstammen hebben diepere en beter ontwikkelde wortelstelsels en zijn daardoor beter in staat hun eigen voeding en water te vinden in de bodem. Ook zijn zij beter verankerd tegen de wind en zijn de bloesems minder vatbaar voor nachtvorst, vanwege de grotere afstand tot de koude bodem. Een zwak groeiende onderstam, waar bijvoorbeeld laagstammen mee worden gemaakt, zijn minder goed in staat om voor zichzelf te zorgen zoals een sterk groeiende onderstam dat wel kan. Het wordt daarom afgeraden om zwak groeiende onderstammen toe te passen in agroforestry-systemen. Zwak groeiende onderstammen kunnen wel gebruikt worden in intensieve teeltsystemen. Gemiddeld groeiende onderstammen zitten daar tussen in.

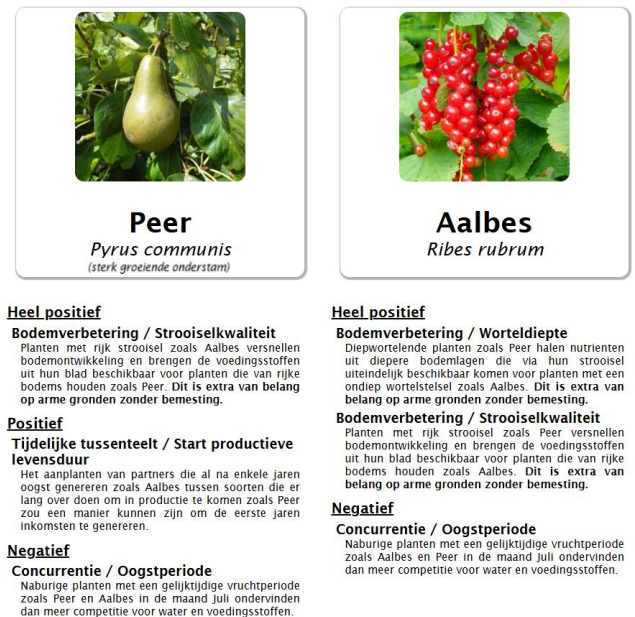
Voorbeeld – Onderstammen

Selecteer de standplaats en beheerfactoren zoals in het voorbeeld van Stap 1. Selecteer voor plant één 'Peer (sterk groeiende onderstam)' en voor plant twee 'Aalbes'. De plant interacties zie je in figuur 5. Vervang vervolgens plant één voor 'Peer (gemiddeld groeiende onderstam)'. De nieuwe planten interacties zijn te zien in figuur 6.

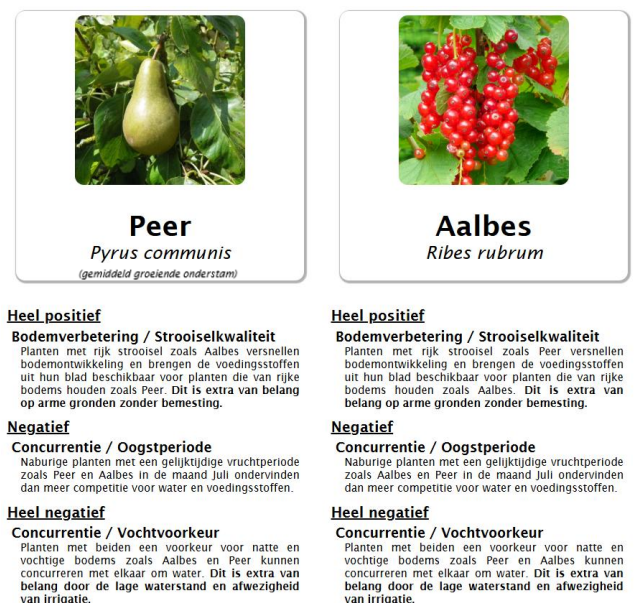
Bij het vergelijken van de interacties staan bij de combinatie van aalbes en peer op gemiddeld groeiende onderstam meer negatieve interacties en minder positieve interacties dan bij de peer op sterk groeiende onderstam niet. Dit komt door het eerder genoemde diepere wortelstelsel waardoor peer op sterk groeiende onderstam:

- Beter voorziet in de eigen vochtbehoefte en dus minder concurreert met aalbes
- Nutriënten haalt uit diepere lagen die indirect via het strooisel ook voor aalbes beschikbaar komen.

Daarnaast heeft aalbes als soort die na enkele jaren al productie en inkomsten genereert een grotere meerwaarde als (tijdelijke) teelt tussen peer op sterk groeiende onderstam die later in productie komt dan peer op gemiddeld groeiende onderstam. Op basis van deze interacties zou peer op sterk groeiende onderstam een geschiktere combinatie zijn met aalbes.



Figuur 5: interacties tussen peer op **sterk** groeiende onderstam en aalbes.



Figuur 6: interacties tussen peer op **gemiddeld** groeiende onderstam en aalbes.

Snoeivorm

Bij sommige bomen wordt de hoogte gereguleerd door snoei, bijvoorbeeld door bomen te knotten. Veel interacties zijn afhankelijk van de vegetatie laag waarin beide planten zich bevinden (bijlage 2).

Voorbeeld – Snoeivorm

Soorten als Moerbeï en Winterlinde kunnen uitgroeien tot hoge bomen, maar staan in de tool als 'geknot', vanwege het oogstgemak van het blad en voor moerbeï ook de vruchten. Hou er rekening mee dat dit invloed heeft op de interacties met andere soorten zoals schaduwwerking. Ook wanneer besloten wordt deze bomen niet te knotten.



Moerbeï

Morus alba (x rubra)
(geknot)



Winterlinde

Tilia cordata
(geknot)

Figuur 7: 'geknotte' bomen vallen in een lagere vegetatie laag dan wanneer deze niet gesnoeid worden.

Bijlage 2: Beschrijvingen planten interacties

Er zijn 21 interacties. Eerst worden positieve en dan de negatieve interacties genoemd. De interacties zijn ingedeeld op thema's. Positieve interacties hebben betrekking tot faciliterende effecten ('microklimaatverbetering', 'bodemverbetering' en 'bestuivers aantrekken'), complementaire 'fysieke ruimtebezetting' en economische complementariteit ('tijdelijke tussenteelt'). De benodigde tijd voor het intreden van de interacties wordt meegenomen onder 'versnelling van effecten'. Negatieve interacties hebben betrekking tot 'concurrentie' en 'ziekten en plagen'. Onder elk thema staat ook benoemd wanneer er bepaalde voorwaarden zijn waarin het effect geldt, gecompenseerd wordt of juist extra van belang is. Voor ieder effect zijn steeds twee planten als voorbeeld genoemd.

Microklimaatverbetering

1. **Bladdichtheid 1:** Planten met hoge bladdichtheid verminderen wind en temperatuur extremen, verhogen de luchtvochtigheid, en verminderen daarmee verdamping voor droogte gevoelige soorten.
2. **Bladdichtheid 2:** Planten met een lage bladdichtheid laten gefilterd licht door voor soorten die het liefst in de half schaduw groeien.
3. **Bladuitloop 1:** Planten die laat in blad komen laten voorjaarszon door voor planten die vroeg in het jaar zon nodig hebben voor de oogst, maar later in het seizoen meer schaduw nodig hebben.
4. **Bladuitloop 2:** Planten die vroeg in blad komen beschermen gevoelige bloesem/twijgen/bladeren/bestuivers van partnersoorten tegen lente(nacht)vorst.
5. **Bladval:** Planten die op het heetst van de zomer in blad staan, maar vroeg hun blad laten vallen verlagen droogtestress in hoogzomer, terwijl zij volle najaarszon faciliteren voor planten die in het najaar volle zon nodig hebben om af te rijpen.
6. **Windtolerantie:** Windbestendige planten creëren luwte voor planten met een voorkeur voor luwte (oa door verlaagd waterverbruik/verdamping van droogte gevoelige (jonge) planten, maar ook fysieke stormschade).

Deze effecten gelden alleen voor planten die in dezelfde vegetatielaag groeien of wanneer de plant die het effect veroorzaakt in een hogere vegetatielaag groeit als de plant die daar voordeel van heeft. Het windkerend effect van een kruid op een hoge boom is bijvoorbeeld verwaarloosbaar.

Verder zijn deze interacties extra van belang op droge gronden zonder irrigatie. Andersom zijn deze interacties niet langer van belang bij voldoende irrigatie.

Bestuivers aantrekken

7. **Bloeiperiode:** Door insecten bestoven planten trekken bestuivers aan waardoor deze al aanwezig zijn voor opvolgend bloeiende planten.

Bodemverbetering

8. **Worteldiepte:** Diep wortelende planten halen nutriënten uit diepere bodemlagen die via hun strooisel uiteindelijk beschikbaar komen voor planten met een ondiep wortelstelsel.
9. **Strooiselkwaliteit:** Planten met rijk strooisel versnellen bodemontwikkeling en brengen de voedingsstoffen uit hun blad beschikbaar voor planten die van rijke bodems houden.
10. **Stikstofbinding:** Stikstofbindende planten brengen stikstof o.a. via hun strooisel beschikbaar voor soorten die van rijke bodems houden.
11. **Wintergroene bodembedekker:** (Semi-)wintergroene bodembedekkers voorkomen uitspoeling van nutriënten en bodemerosie door wind, trekken een rijke diversiteit aan roofinsecten en onderdrukken onkruid zonder zelf te concurreren met bomen en struiken.

Deze interacties zijn extra van belang op arme gronden zonder bemesting.

Fysieke ruimtebezetting

12. **Wortelstructuur:** Planten met een bol- of penwortelstructuur nemen anders de ruimte in dan planten met een fibreus wortelstelsel, waardoor de ruimte optimaler wordt benut.

Tijdelijke tussenteelt

13. **Start van productie:** Het aanplanten van partners die al na enkele jaren oogst genereren tussen soorten die er lang over doen om in productie te komen zou een manier kunnen zijn om de eerste jaren inkomsten te genereren.

Versnelling effecten

14. **Groeisnelheid:** Alle effecten rondom de verbetering van microklimaat en bodem worden eerder bereikt bij een snelle groeier als partnersoort. In principe, hoe meer groei hoe beter, maar let op dat ook negatieve effecten eerder in kunnen treden zoals competitie om licht, water en voeding.

Concurrentie

15. **Bladdichtheid:** Planten met een hoge blad-dichtheid nemen licht weg voor planten met lage schaduw tolerantie.*
16. **Bladuitloop:** Planten die vroeg in blad komen ontnemen licht voor planten die vroeg in het jaar zon nodig hebben om te produceren.*
17. **Vegetatielaag:** Planten uit dezelfde vegetatielaag kunnen concurreren met elkaar om licht en fysieke ruimte.
18. **Worteldiepte:** Planten met ondiepe wortels kunnen concurreren met elkaar om water, voedingsstoffen en fysieke ruimte.
19. **Oogstperiode:** Naburige planten met een gelijktijdige vruchtperiode ondervinden dan meer competitie voor water en voedingsstoffen.
20. **Vochtvoorkeur:** Planten met beiden een voorkeur voor natte en in mindere mate vochtige bodems kunnen concurreren met elkaar om water.**

* Deze effecten gelden alleen voor planten die in dezelfde vegetatielaag groeien of wanneer de plant die het effect veroorzaakt in een hogere vegetatielaag groeit als de plant die daar nadeel van heeft.

**Dit is extra van belang bij een lage grondwaterstand en afwezigheid van irrigatie.

Ziekten en plagen

21. **Botanische familie:** Naburige plantensoorten uit dezelfde plantfamilie zijn vaak gevoelig voor dezelfde ziekten en plagen en kunnen het risico op ziekten of plaaguitbraken vergroten.

Bijlage 3: Doorverwijzingen

Via de website agroforestryplantencombinatietool.nl vind je de Planten Combinatie Tool en de digitale versie van deze handleiding.

Via de website van Agroforestry Netwerk Nederland (www.agroforestrynetwerk.nl/kennisbank) vind je:

- kennisbank, met daarin beschikbaar:
 - digitale versie van deze handleiding
- contactgegevens van de coördinatoren van het netwerk. Zij kunnen je in contact brengen met de regionale netwerken en betrouwbare specialisten voor advies en aanplant. Regionale netwerken: www.agroforestrynetwerk.nl/provinciale-netwerken

Via de website van Stichting ReGeneratie (<https://stichtingregeneratie.nl/kennisbank/>) vind je:

- kennisbank, met daarin beschikbaar:
 - digitale versie van deze handleiding
 - rapport 'Establishing plant species compatibility rules based on plant-traits for Complex Agroforestry Systems (CAS)' van Grigorios Toutountzian over de wetenschappelijke literatuurstudie.
 - rapport 'Functioneel Planten Combineren in Complexe Agroforestry Systemen' van Jordy van Eijk over veldbezoeken en expert interviews rondom succesvolle planten combinaties in Frankrijk en Engeland

Meer online keuzehulp rondom soorten, cultivars en onderstammen is te vinden via:

- De Juiste Boom op de Juiste Plek tool en handleidingen: <https://kennisbank.agroforestrynetwerk.nl/de-juiste-boom-op-de-juiste-plek/>
- Bomenplanner ILVO: <https://bdb-net.bdb.be/pls/apex/f?p=147:1>
- Voedselbos plantendatabase St. Voedselbosbouw Nederland: <https://www.voedselbosbouw.org/database-informatie/>

Colofon

Auteur | Jordy van Eijk (St. ReGeneratie & Van Eijk: Consultantree)

Redacteur | Jordy van Eijk

Website tool | Cass Gooskens

Met medewerking van | Louise van der Stok (St. ReGeneratie), Kees van Veluw (St. ReGeneratie), Madelon Lohbeck (WUR), Arni Janssen (WUR), Frans Bongers (WUR), Grigorios Toutountzian (WUR), Bastiaan Rooduijn (Natvise), Evelyn Derksen (Plantschap), Peter van Oord (Groendoener), Anna den Hartog (Nature Nexus) en alle bezochte agroforestry boeren in Engeland en Frankrijk.

De tool is ontwikkeld door Stichting ReGeneratie in samenwerking met de Wageningen Universiteit en diverse agroforestry-experts, in het kader van het project "Houtige gewassen combineren in Agroforestry" (i.o.v. het Ministerie van LNV) en het Engineering Doctorate programma "Design for AgriFood and Ecological Systems" (WUR). De Planten Combinatie Tool is een vervolg op het project "De Juiste Boom op de Juiste Plek", dat in maart 2024 werd gelanceerd door Agroforestry Netwerk Nederland.

Disclaimer

De tool en handleiding (inclusief bijlagen) zijn met grote zorgvuldigheid samengesteld. Voor mogelijke onjuistheid en/of onvolledigheid van de hierin verstrekte informatie kunnen wij geen aansprakelijkheid aanvaarden, evenmin kunnen aan de inhoud van deze tool en handleiding (inclusief bijlagen) rechten worden ontleend.

