



FACTSHEETS
**Klimaatmaatregelen
met Bomen,
Bos en Natuur**

Praktische handreiking voor effectief klimaatslim
bos- en natuurbeheer en toepassing van hout.
Herziening 2022.

Colofon

Auteurs

Martijn Boosten (Stichting Probos)
Bas Lerink (WUR)
Vincent Lokin (Arboribus Silva)
Mart-Jan Schelhaas (WUR)

Fotorechten

Gert-Jan Nabuurs, Jan den Ouden, Pieter Slim,
Mart-Jan Schelhaas, Martijn Boosten, Jaap van
den Briel, Mark van Benthem, Stephan Hennekens,
Paul Copini, Matthijs Pasteels, Bas Lerink

Publicatiedatum: april 2022

Deze factsheets zijn een resultaat van het consortium 'Klimaatenvelop Bos, Natuur en Hout', dat wordt gesubsidieerd door het ministerie van LNV. De auteurs zijn niet aansprakelijk voor eventuele schade die kan ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Vormgeving

Ocelot Ontwerp en Bas Lerink

Contact

Bas Lerink bas.lerink@wur.nl
Vincent Lokin vincent@arboribussilva.nl

Vooraf

Deze Factsheets BBN¹-Klimaatmaatregelen zijn opgesteld in het najaar van 2019 en herzien in de winter van 2021-2022. Aanleiding hiervoor was en is de behoefte van partijen (zowel overheden als private initiatiefnemers) aan een eenduidige en toegankelijke beschrijving van de maatregelen waarmee inhoud kan worden gegeven aan de klimaatmitigatie-opgave van het Klimaatakkoord met bomen, bossen en natuur. Die opgave is om uiterlijk in 2030 tenminste 0,4 tot 0,8 Mton CO₂/jaar additoneel vast te leggen².

Op verzoek van de Werkgroep Bomen, Bos en Natuur (BBN) heeft een team vanuit de Klimaatenvelop 2019 deze factsheets in korte tijd samengesteld. Daarbij is gebruik gemaakt van kengetallen die zijn gebruikt voor het opstellen van het Klimaatakkoord en van inzichten die voortkomen uit de BBN-'klimaatenvelop' pilots en die voortdurend worden bijgewerkt in de Gereedschapskist Klimaatslim Bos- en Natuurbeheer³. De herzieningen zijn vooral gericht op uitbreiding van het aantal factsheets. De nieuwe factsheets zijn:

- Bodemkoolstof onder nieuw bos
- Spontaan bos
- Struweelhaag

Daarnaast is er een bandbreedte voor CO₂-vastlegging ingevoerd bij maatregelen waar de variatie in uitvoering te groot is voor een generiek kengetal.

Toepassing

De factsheets zijn bedoeld als praktische rekenhulp voor het inschatten van het mitigatie-effect van BBN-klimaatmaatregelen. De sheets betreffen de meest gangbare maatregelen van dit moment maar dekken dus niet het gehele arsenaal aan mogelijkheden. Tevens zijn de maatregelen met een zekere bandbreedte beschreven, waarmee de kengetallen toepasbaar zijn op een set van gelijksoortige maatregelen. Als consequentie daarvan geldt de score als indicatie voor het gemiddelde klimaateffect. De factsheets zijn gebaseerd op de momenteel best beschikbare inzichten, maar kunnen dus niet gezien worden als wetenschappelijk documenten; over iedere maatregel zijn vaak meerdere artikelen en zelfs boeken gepubliceerd, die diepgaander inzicht bieden in mogelijkheden en bijbehorende CO₂-vastlegging.

De scores in termen van CO₂-winst zijn dus gemiddelden. Per maatregel worden in de sheets wel de belangrijkste onzekerheden en bepalende factoren vermeld die van invloed zijn op de CO₂-winst. Hiermee kan voor een bepaalde situatie ingeschat worden aan welke kant men naar verwachting zit in de vermelde bandbreedte.

¹ BBN staat voor bomen, bossen en natuur. Dit is ook de naam van paragraaf C4.5.2 van het Klimaatakkoord waarin de klimaatopgave voor deze sector is vastgelegd.

² Mogelijk wordt deze doelstelling verhoogd als gevolg van de 'Fit for 55'-afpraak in EU-verband.

³ Zie <https://www.vbne.nl/klimaatslimbosennatuurbeheer/>

Monitoring en rapportage broeikasgassen voor het Nederlandse bos

Nederland rapporteert jaarlijks aan het VN Klimaatverdrag hoeveel broeikasgassen worden uitgestoten en opgenomen. Bos valt onder de sector landgebruik en bossen (Land Use, Land Use Change and Forestry, kortweg aangeduid als LULUCF). Voor deze rapportages is een nationaal LULUCF systeem ontworpen, op basis van regelmatige kartering van het landgebruik, metingen uit de Nationale Bosinventarisatie⁴, en wetenschappelijke studies naar bijvoorbeeld bodemkoolstof in relatie tot landgebruik en bodemtype. Sommige van de voorgestelde BBN-maatregelen zullen niet of nauwelijks zichtbaar zijn voor het huidige systeem, bijvoorbeeld omdat het huidige systeem individuele bomen in het landschap niet “ziet”. Ook zullen verschillen binnen een maatregel niet altijd tot uitdrukking komen, omdat bijvoorbeeld gewerkt wordt met één standaard waarde voor de aanplant van nieuw bos, ongeacht boomsoort en bodemtype. Of en hoe het systeem in de toekomst aangepast gaat worden aan de nu voorgestelde maatregelen in BBN is nog niet te voorzien. In deze factsheets zijn zoveel mogelijk de reële cijfers opgenomen zoals die naar verwachting in de praktijk op zullen treden. Meer informatie over het LULUCF systeem is te vinden in deze interactieve PDF: <http://edepot.wur.nl/545713>.

Disclaimer

Wij beogen met deze factsheets een praktische handreiking te bieden, met name gericht op het uitwerken van plannen in de komende periode door o.a. provincies, gemeenten, waterschappen en terrein beherende organisaties. Wij verwachten dat de inzichten de komende jaren verder zullen uitkristalliseren en verfijnen. Het is daarom onze bedoeling deze factsheets periodiek te blijven actualiseren. Nieuwe versies zullen worden gepubliceerd op <https://www.vbne.nl/klimaatlimbosennatuurbeheer/>.

De kengetallen die hierin gebruikt worden, kunnen niet zonder voorbehoud gebruikt worden voor CO₂-certificering. Hiervoor gelden aparte criteria die – wanneer beschikbaar voor een bepaalde maatregel – worden gepubliceerd op de website van de Stichting Nationale Koolstofmarkt: <https://nationaleCO2markt.nl/>.

Alle beschreven maatregelen hebben een effect dat in de tijd varieert. Na een aantal decennia zijn de effecten steeds minder direct te relateren aan de genomen maatregelen, omdat andere (natuurlijke) processen steeds invloedrijker worden.

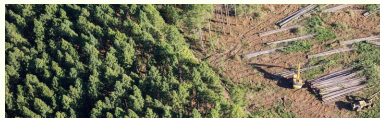
De kengetallen zijn sterk gedetailleerd, terwijl er grote onzekerheden zijn per maatregel. Er is toch voor gekozen om maar beperkt af te ronden, aangezien de kengetallen voortkomen uit berekeningen. Per maatregel wordt ook kort omschreven waar deze berekeningen op berusten. Daarnaast wordt een deel van de onzekerheid opgevangen door de invoering van een bandbreedte bij de meeste kengetallen.

⁴ Zie <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksprojecten-LNV/Expertisegebieden/kennisonline/Nationale-Bosinventarisatie.htm>

Inhoudsopgave

Algemene aandachtspunten bij de maatregelen

Factsheets KLIMAATSLIM BOS- EN NATUURBEHEER



Voorkomen ontbossing



Uitstellen van oogst



Revitalisering dennenbos



Revitalisering essenbos



Kwelderbescherming

Factsheets AANPLANT VAN NIEUWE BOMEN, BEPLANTINGEN EN BOSSEN



Nieuw bos



Spontaan bos



Voedselbos



Bodemkoolstof onder nieuw bos



Lijnbeplanting



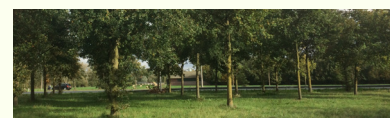
Solitaire boom



Struweelhaag



Agroforestry - strokenteelt



Agroforestry: boomweide

Factsheet SUBSTITUTIE DOOR HOUTGEBRUIK



Benutting houtproducten

Bijlage: Overzichtstabel CO₂-winst per maatregel

Algemene aandachtspunten bij de maatregelen

Om de factsheets zo compact mogelijk te houden is ervoor gekozen om uit te gaan van een aantal algemene basisbeginselen voor aanplant en beheer, die gelden voor het merendeel van de beschreven maatregelen. In deze paragraaf worden die toegelicht. Het is slechts een eerste handreiking, die vakmanschap natuurlijk niet kan vervangen. Zie voor meer diepgaande informatie bijvoorbeeld de beschikbare praktijkboeken (zie 'Verder lezen') of raadpleeg een goede adviseur of specialist. Het zwaartepunt in deze paragraaf ligt op aanplant van bomen en bossen. Beheermaatregelen (dunning, omvorming, oogst, maar zeker ook kwelderbeheer) zijn vaak zo specifiek dat daarvoor algemene uitgangspunten snel tekort schieten. Schakel hiervoor altijd vakmensen in.

Aanpak

- De aanplant van bomen en bossen is een keuze voor decennia, en hopelijk voor eeuwen. Goed begin is het halve werk! Na aanplant is beïnvloeding via beheer mogelijk, maar dit is veel moeilijker, trager en kostbaarder dan meteen de juiste keuzes maken bij aanplant. Een gestructureerde, planmatige aanpak is dus essentieel en verdient zich snel terug.
- Bij bosaanleg komt veel kijken op vele terreinen zoals ecologie, regelgeving, communicatie, financiën, projectmanagement, etc. Het inschakelen van voldoende expertise loont. Deze is onder meer beschikbaar bij terreinbeherende organisaties, bosbouwkundige adviesbureaus en bosgroepen.
- Zowel aanplant als kap van bomen leidt vrijwel altijd tot reacties van omwonenden. Informeer de omgeving daarom tijdig en ga zo mogelijk met hen in gesprek.

Type bos

- Er zijn bossen in vele soorten. Alle bossen dragen bij aan CO₂-vastlegging en vrijwel alle bossen zijn multifunctioneel, maar daarbinnen kan een accent worden gelegd op (een combinatie van) functies: recreatie, biodiversiteit, houtproductie, waterconservering, waterzuivering, hittestressreductie, voedselproductie, etc.
- Het is belangrijk bij aanleg een goede afweging te maken welke functie(s) centraal staan, omdat dit bepalend is voor de ontwerpkeuze, aanleg en beheer. Denk hierbij behalve aan boomsoortkeuze ook aan ontsluiting, parkeermogelijkheden, uitrijwegen, communicatie, etc.

Soortenkeuze

- Basisregel voor succesvolle bosaanleg en -ontwikkeling is om 'aan de grond te vragen welke bomen er willen groeien'. De grondsoort en waterhuishouding zijn dus zeer bepalend voor de soorten die er aangeplant kunnen worden. Door klimaatverandering (o.a. drogere en hetere zomers en zachtere winters) kunnen groeiplaatsen minder geschikt worden voor bepaalde gebruikelijke boomsoorten.
- De CO₂-vastlegging per boomsoort verschilt, maar de vitaliteit van de bomen – die weer afhangt van de match tussen soorten en omstandigheden – is vrijwel altijd van groter belang. Kies dus voor soorten die zich naar verwachting thuis gaan voelen.

- Monoculturen zijn kwetsbaarder dan gemengde bossen. Dit geldt zowel voor ziekten (o.a. essentaksterfte) en plagen (o.a. letterzetter) als voor windworp (o.a. novemberstormen 1972). Daarnaast is biodiversiteit in gevarieerde bossen veel hoger dan in monoculturen.

Kwaliteit plantgoed

- De gevolgen van kwalitatief slecht of matig plantgoed zijn met beheermaatregelen niet of nauwelijks op te lossen. Start dus met goed uitgangsmateriaal.
- Vanwege de verwachte versnelling van bosaanplant in de komende jaren is de druk op plantgoed hoog. Bestel tijdig om verzekerd te zijn van goed materiaal.
- Maak bij voorkeur gebruik van gecertificeerd materiaal van de Rassenlijst Bomen (<https://www.rassenlijstbomen.nl/>). De rassenlijst biedt veel informatie over de genetische kwaliteit van bomen, de kwaliteitsborging van uitgangsmateriaal (rassen en opstanden) en autochtone herkomsten.

Bodemverbetering

- Intensieve grondbewerking is voor bosaanplant meestal niet nodig. Voor snelle jeugdgroei is het raadzaam te zorgen dat het plantgat voldoende ruim is.
- Op verzuurde bosgronden (o.a. grovedennenbossen op zandgronden in gebieden met een hoge stikstofdepositie) kan verhoging van de pH met behulp van kalk of steenmeel nuttig zijn.
- Wanneer bos wordt aangeplant op voormalige landbouwgronden is het toevoegen van wortelschimmels (Mycorrhizae) in het plantgat nuttig. Mycorrhizae spelen een belangrijke rol bij de voedselopname van boomwortels, en zijn op landbouwgronden doorgaans nauwelijks beschikbaar.

Water

- Een juiste grondwaterstand (niet te hoog, niet te laag en enigszins stabiel) is van groot belang voor vitale bomen. Naast het aanpassen van de soorten aan de grondwaterstand is in bepaalde gevallen ook aanpassen van de grondwaterstand (hydrologische maatregelen) mogelijk. Raadpleeg hiervoor het waterschap.
- Jonge bomen zijn gevoelig voor watertekorten. Met name in het eerste jaar na aanplant dient dit goed in de gaten gehouden te worden en is bewateren soms nodig.
- Verbetering van de vochtvasthoudendheid van bodems is altijd gunstig. Dit kan door het toevoegen en onderwerken van organisch materiaal in de vorm van compost of plantenresten (waaronder blad) in toplaag en plantgat. Het effect hiervan is sterk afhankelijk van de zuurgraad van de bodem en de verteerbaarheid van het materiaal.

Wind

- De gevoeligheid voor wind varieert per boomsoort en type aanplant. In het algemeen zijn gelijkjarige monoculturen het meest kwetsbaar voor storm. In bosverband is diversiteit (in soorten, plantverbanden en leeftijden) het sleutelwoord.
- Ook solitaire bomen en rijbeplantingen zijn gevoelig voor wind, zeker in de periode na aanplanten of verplanten. Het plaatsen van een boompaal bij bomen kan helpen om de stabiliteit te verbeteren.

Wild- en veebescherming

Jonge aanplant is kwetsbaar voor beschadiging door vee of wild. De wilddruk (reeën, konijnen, zwijnen, bevers, etc.) is in veel gebieden hoog, en zonder bescherming kan de uitval hierdoor in de eerste jaren zeer hoog zijn. Wildbescherming is dan nodig. De meest effectieve en efficiënte manier (afrastering, individuele boombescherming, verhoging plaatselijk afschot of aanbrengen geurstoffen) hangt onder andere af van areaal en omstandigheden.

Beheersing concurrerende vegetatie

De groei en ontwikkeling van een jonge aanplant kan worden geremd door (on)kruiden. Het beheersen van onkruiden kan daarom nodig zijn om te voorkomen dat bomen overgroeid raken of niet optimaal groeien.

Bepaling geslaagdheid van maatregel

Bij zowel klimaatslim bosbeheer als voor nieuwe aanplant geldt als uitgangspunt dat een maatregel geslaagd is - en dat de berekende klimaatwinst dus mag worden ingeboekt - als na 3 jaar tenminste 95%⁵ van de aangeplante bomen vitaal is.

Meer lezen

Jansen, P., M. Boosten, A. Winterink & M. van Benthem. 2009. De aanleg van nieuwe bossen. Utrecht, Matrijs.

Ouden, J. den, B. Muys, F. Mohren & K. Verheyen (Red.). 2010. Boscologie en bosbeheer. Leuven, Acco.

Jansen, P. & M. Boosten. 2015. Bestellen van bosplantsoen. Handvatten voor de praktijk. Wageningen, Stichting Probos

Jansen, P., M. Boosten, M. Cassaert, J. Cornelis, E. Thomassen, M. Winnock (Red.). 2018. Praktijkboek Bosbeheer. Wageningen, Stichting Probos & Inverde.

⁵ Bij een 'kloempen'-aanpak (aanplant van bosplantsoen in clusters van ca. 25 bomen) is ingecalculeerd dat een aanzienlijk deel van de aanplant het niet gaat halen, maar dat er voldoende overlevers zijn voor een toekomstbestendige vestiging van de nieuwe soort.



FACTSHEET

VOORKOMEN ONTBOSsing

In bos ligt veel koolstof vast, met name in de levende biomassa en in de bodem, en in mindere mate in strooisel en dood hout. Bij het omvormen van bos naar ander landgebruik wordt over het algemeen (bijna) alle biomassa afgevoerd, en gaat in elk geval een deel van de bodemkoolstof verloren. Al deze koolstof komt dan in korte tijd vrij in de vorm van CO₂. Het voorkomen van ontbossing is daarmee de maatregel met de meeste directe impact. Reguliere houtoogst met als doel het tot stand brengen van verjonging valt niet onder ontbossing, omdat de bestemming van het terrein bos blijft.

Boscompensatie, in de vorm van het aanplanten van een areaal nieuw bos ter grootte van een gekapt perceel, schiet vanuit klimaatperspectief ernstig tekort: Het duurt zo'n 30-60 jaar voordat de koolstofschuld weer is ingelost. De hoeveelheid koolstof die in hout en bodem van het 'oude' bos lag vastgelegd zal na de kap snel vrijkomen in de vorm van CO₂. Het duurt zeker 30 jaar voor het nieuwe bos een vergelijkbare hoeveelheid koolstof heeft opgeslagen. Daardoor is 1:1-boscompensatie geen optie voor het klimaatvraagstuk op korte termijn.

Uitgangssituatie

Terreinen die bebost zijn.

Ingreep

Voorkomen dat deze terreinen omgezet worden naar landgebruik anders dan bos.

CO₂-winst

Gemiddeld levert ontbossing een emissie op van 499 ton CO₂/hectare, waarvan zo'n 350 ton CO₂ uit de biomassa. De actuele emissie hangt sterk samen met de staande voorraad en de boomsoort. Gemiddeld levert populier 184 ton CO₂/hectare op en beuk tot 762 ton CO₂/hectare. Om praktische redenen wordt deze emissie meestal verondersteld in één keer plaats te vinden in het jaar van kappen, hoewel de emissie uit houtproducten en bodem soms nog decennia najlt, afhankelijk van de toepassing van het hout en het nieuwe grondgebruik. Deze getallen zijn gebaseerd op de huidige koolstofvoorraad in het bos, afgeleid uit de Nationale Bosinventarisatie en LULUCF rapportages.



FACTSHEET

UITSTELLEN VAN OOGST

Door de oogst uit te stellen kan een bos zich ongestoord ontwikkelen. Hierdoor kan de biomassa in de levende bomen toenemen en kan dood materiaal zich ophopen in de bodem. Hierdoor neemt de totale voorraad opgeslagen koolstof in bomen en bodem toe, maar er worden ook geen producten van hout gemaakt.

Uitgangssituatie

Regulier beheerd bos.

Ingreep

Het (tijdelijk) afzien van oogsten in het bos.

CO₂-winst:

- De hoeveelheid biomassa die zich kan ophopen in het bos hangt sterk af van de uitgangssituatie van het bos, met name van leeftijd, geslotenheid en boomsoort, en van de groeiplaats (bodemtype). Door de relatief jonge leeftijd van het Nederlandse bos is de verwachting dat deze maatregel in vrijwel alle gevallen zal leiden tot een toename van de hoeveelheid biomassa de komende decennia, gebaseerd op waarnemingen in de Nederlandse bosreservaten.
- Wanneer de uitgangssituatie natuurbos betreft (maximale houtoogst 20% van de bijgroei), dan is de CO₂-winst bij het toepassen van deze maatregel minimaal.
- Gemiddeld over het hele bos is de extra vastlegging ongeveer 6 ton CO₂ per hectare per jaar, variërend van 2-3 ton CO₂ per hectare per jaar in grove den op arme zandgrond tot ruim 25 ton CO₂ per hectare per jaar in Douglas op de rijkere gronden.

Daarnaast ontstaan waarschijnlijk negatieve effecten door de substitutie van producten. Dit houdt in dat producten die in het basisscenario gemaakt werden van het geogste hout, nu worden geproduceerd van ander hout, of andere materialen (met een doorgaans veel negatievere CO₂-balans). Of dit daadwerkelijk optreedt is onder meer afhankelijk van de houtmarkt. Deze getallen zijn gebaseerd op een combinatie van metingen in bosreservaten en modelstudies.



Meer informatie

- Maatregel 'uitstellen van oogst' Gereedchapskist Klimaatlim Bos- en Natuurbeheer: <https://www.vbne.nl/klimaatlimbosennatuurbeheer/maatregel/uitstellen-van-de-oogst>
- Algemene website bosreservaten: <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstituten/Environmental-Research/Projecten/Bosreservaten/De-60-Nederlandse-Bosreservaten.htm>
- Den Ouden et al. (2019). Kan uitstel van houtoogst bijdragen aan CO₂-mitigatie? WENR Rapport 2994. <https://research.wur.nl/en/publications/kan-uitstel-van-houtoogst-bijdragen-aan-co2-mitigatie>



FACTSHEET

REVITALISEREN DENNENBOS

In Nederland staat ca. 31.000 hectare 'hol' dennenbos. In dit bos is lang doorgedund waardoor de staande voorraad relatief laag is en het bos weinig produceert. Ook is vaak maar weinig verjonging aanwezig. Door het traag afbrekende strooisel van de dennen accumuleren organische zuren in de bodem. Daardoor raakt de bodem verzuurd en wordt de mineralenhuishouding verstoord.

Een belangrijke revitaliseringsmaatregel in deze bossen is het aanplanten van strooiselverbeterende boomsoorten die zorgen voor een betere mineralenhuishouding en dus een weerbaarder en productiever bos. Daarnaast kan er ook voor worden gekozen om hoogproductieve boomsoorten aan te planten die veel koolstof opslaan in de boombiomassa. Naast aanplant wordt er ook geëxperimenteerd met steenmeelbemesting om de nutriëntenhuishouding te verbeteren.

Uitgangssituatie

Bossen met als hoofdboomsoort grove den, met een lage staande voorraad en onvoldoende natuurlijke verjonging om een vitaal bos te realiseren. Het bos heeft maximaal 60% kroonbedekking, is gemiddeld >70 jaar oud en het kronendak zal naar verwachting niet meer gaan sluiten.

Ingreep

- Aanplanten van strooiselverbeterende soorten zoals linde, haagbeuk en esdoorn en/of productieve soorten zoals Douglasspar. De soortenkeuze is afhankelijk van plaatselijke omstandigheden, zoals bodemtype en waterbeschikbaarheid en de doelen van de terreinbeheerder (natuurwaarden, houtproductie, etc.)
- Het aantal aan te planten stuks hangt af van de uitgangssituatie: onder een scherm van grove den is 1.200 stuks per hectare voldoende. Op plekken waar nauwelijks tot geen scherm aanwezig is, is het raadzaam op deze plekken in een dichtheid van 3.000 stuks per hectare aan te planten. Voor groepsgewijze aanplant worden 10 tot 30 groepen van 25 bomen per groep ('kloemp') aangeplant per hectare. Er kunnen ook lagere aantallen bomen (minder kloempen) worden aangeplant. Het directe effect op de mineralenhuishouding en koolstofvastlegging is dan wel lager, maar hiermee worden wel boomsoorten in het bos geïntroduceerd, die op termijn als zaadbron kunnen dienen en zo het systeem op de lange termijn kunnen versterken.
- Afrasteren van het gebied waar de maatregel wordt toegepast, of het plaatsen van groeikokers, om de aanplant te beschermen tegen wildvraat. Met het plaatsen van rasters wordt doorgaans ook het ontstaan spontane bosverjonging bevorderd, wat ook leidt tot een hogere koolstofvastlegging.



CO₂-winst

Richtlijn:

- eerste 10 jaar na aanplant: 0,7-3,4 ton CO₂ hectare⁻¹ jaar⁻¹
- daarna: 1,4-6,8 ton CO₂ hectare⁻¹ jaar⁻¹

De maximale CO₂-winst is bepaald door de CO₂-vastlegging als gevolg van vlakdekkend planten (zelfde winst als nieuw bos) af te zetten tegen de gemiddelde CO₂-vastlegging van een hol dennenbos (2,3 ton CO₂ hectare⁻¹ jaar⁻¹). De CO₂-winst bij aanplant van groepen is aangenomen als 20% van het vlakdekkend aanplanten.

Meer informatie

Gereedschapskist Klimaatlim Bos- en Natuurbeheer – maatregel 'stimulering verjonging dennenbossen'

<https://www.vbne.nl/klimaatlimbosennatuurbeheer/maatregel/stimulering-verjonging-holledennenbossen>



FACTSHEET

REVITALISEREN ESSENBOS

In Nederland zijn duizenden hectares bos aangetast door de essentaksterfte. De essentaksterfte wordt veroorzaakt door het de schimmelsoort Vals essenvlieskelkje (*Hymenoscypha fraxineus*) en leidt tot grootschalige sterfte van de es. Hiermee verliezen deze bossen ook het vermogen om CO₂ op te nemen. Het is daarom van belang om aangetaste essenbossen te revitaliseren. Dat wil zeggen: zorgen voor voldoende en toekomstbestendige verjonging.

Een groot deel van de essenbossen ligt op klei- en veenbodems. Hier wordt in veel gevallen natuurlijke verjonging geremd door een dichte ondergroei van met name brandnetel en braam. Door aangetaste essenbossen actief te verjongen door middel van aanplant kan de periode van verjonging verkort worden, wat gunstig is voor de CO₂-vastlegging. Bovendien biedt dit de mogelijkheid om de veelal monocultures es om te vormen naar gevarieerde loofhoutbossen die minder kwetsbaar zijn voor ziekten en plagen en de gevolgen van klimaatverandering in het algemeen.

Uitgangssituatie

Bossen met als hoofdboomsoort es waarin de essen door essentaksterfte zijn aangetast en waar onvoldoende natuurlijke verjonging van de grond komt om op korte termijn een nieuw vitaal bos te realiseren.

Ingreep

Aanplant van loofbomen zodat minimaal 90% van de oppervlakte op korte termijn bedekt is met bos. Eventueel worden zieke of dode essen gekapt uit veiligheidsoogpunt (langs wegen en paden) of om het hout te verwaarden. Vitale essen worden zoveel mogelijk gespaard bij kap. Bij de aanplant wordt een menging van inheemse loofboomsoorten aangeplant, zoals populier, inlandse eik, linde, esdoorn, beuk, els, zoete kers, berk en haagbeuk. De menging zorgt voor risicospreiding bij eventuele toekomstige ziekten en plagen en andere calamiteiten. Ook worden op kleinere schaal uitheemse soorten aangeplant, zoals walnoot, zwarte noot, robinia, boomhazelaar en Amerikaanse eik, die bijdragen aan de klimaatadaptatie van het bos, omdat ze bijvoorbeeld beter bestand zijn tegen droogte.

Optionele extra ingrepen

Bescherming van de aanplant tegen wild.



CO₂-winst

Richtlijn:

- Eerste 10 jaar na aanplant: 2 ton CO₂ hectare⁻¹ jaar⁻¹
- Daarna: 3,9 ton CO₂ hectare⁻¹ jaar⁻¹

De CO₂-winst is bepaald door de CO₂ vastlegging als gevolg van de ingreep (aanplant) af te zetten tegen de CO₂-winst die zou zijn gerealiseerd wanneer er geen ingreep plaatsvindt en er alleen spontane verjonging optreedt die pas op de lange termijn voor een nieuw gesloten bos zorgt.

Meer informatie

- Maatregel 'omvorming essenbossen' Gereedschapskist Klimaatslim Bos- en Natuurbeheer:
<https://www.vbne.nl/klimaatslimbosennatuurbeheer/maatregel/omvorming-essenopstanden>.
- Rapport 'Optimalisatie van CO₂-vastlegging in door essentaksterfte aangetaste bossen' (Probos & Face the Future, 2018):
http://www.probos.nl/images/pdf/rapporten/Rap2018_Omvorming_essenopstanden_en_CO2_vastlegging.pdf.



FACTSHEET

KWELDERBESCHERMING

Kwelders of schorren zijn stukken land met vegetatie die zonder bescherming van duinen of dijken aan zee grenzen. In Nederland is ca. 10.000 hectare aan kwelders, waar jaarlijks steeds CO₂ vastgelegd wordt door opslibbing en groei van vegetatie. Het slib bevat koolstof dat is vastgelegd door algen, fytoplankton en vegetatie. Daarnaast remmen kwelders de golfenergie van het zeewater, waardoor ze een natuurlijk beschermingsmechanisme vormen voor overstromingsrisico bij zeespiegelstijging bij de achterliggende dijken. Het huidige kwelderareaal erodeert op sommige plekken als gevolg van afslag. Hierdoor neemt het Nederlandse kwelderareaal af.

Uitgangssituatie

Kwelder of schor. Kwelders komen voor in Friesland, Groningen en op de Waddeneilanden. Daarnaast komen kwelders voor in het deltagebied, waar ze schorren (Zeeland) of gorzen (Zuid-Holland) worden genoemd. Kwelderbescherming als maatregel ligt wat meer voor de hand bij de landaanwinningskwelders van de vastelandskust vanwege hun 'man-made' oorsprong, dan bij natuurlijke kwelders.

Ingreep

Er zijn verschillende ingrepen mogelijk die bijdragen aan klimaatmitigatie in kwelders.

Voorbeelden hiervan zijn:

- Het onderhouden en eventueel plaatsen van rijshouten dammen voor eroderende randen van vastelandskwelders;
- Het aanbrengen van bescherming tegen de klifrand of op enige afstand ervan op het wad.

Optionele extra ingrepen

Het bevorderen van natuurlijke opslibbing door het begrazen van vegetatie te verminderen.

Maatregel is geslaagd indien

Na 3 jaar het oppervlakte van de kwelder waar de ingreep is toegepast niet kleiner is geworden. Uitbreiding van het oppervlakte kwelder in vergelijking met de uitgangssituatie zou een nog beter resultaat zijn.

CO₂-winst

In Nederlandse kwelders ligt ongeveer 1100 ton CO₂ per ha vastgelegd in de bovenste meter van de bodem. Bij het afkalven van de kwelders komt de vastgelegde koolstof weer vrij, wat kan worden voorkomen door kwelderbescherming. Kwelders leggen ongeveer 9 ton CO₂/ha/jaar vast. Dit kan als klimaatwinst gezien worden op het kwelderareaal dat zonder ingreep geërodeerd zou zijn.

Meer informatie:

<https://www.klimaatbuffers.nl/nieuws/22/blue-carbon-y-het-zwarte-goud-in-de-kwelders>



FACTSHEET

AANPLANT NIEUW BOS

Aanplant van nieuw bos is een zeer effectieve klimaatmaatregel, omdat bossen een relatief hoge jaarlijkse CO₂-vastlegging hebben ten opzichte van veel andere vormen van landgebruik. Ook kunnen bossen in absolute zin veel CO₂ vastleggen. In een periode van 50 tot 60 jaar kan een bos gemiddeld 400 ton CO₂ per hectare accumuleren⁶. Daarnaast vervullen bossen diverse andere ecosystemendiensten, zoals onder andere biodiversiteit, houtproductie, recreatie, waterzuivering, waterbuffering en zuurstofproductie.

Uitgangssituatie

Terreinen die niet bebost zijn en ook niet recent bebost zijn geweest. Hierbij kan als regel worden aangehouden dat het terrein in ieder geval sinds 1990 niet bebost mag zijn geweest. 1990 geldt als referentiejaar voor de (inter)nationale klimaatafspraken.

Ingrep

Aanplant van permanent bos op landbouwgrond, op recreatieterreinen, langs infrastructuur, bij steden, in natuurterreinen, in waterbergingsgebieden etc. Aanleg van korte omloopbossen voor biomassaproductie, agroforestrypercelen en voedselbossen vallen buiten deze maatregel. Er worden voldoende bomen geplant zodat er een gesloten kronendak wordt gevormd. Hierbij geldt een minimum plantaantal van 2.500 bomen per hectare m.u.v. populier⁷. De keuze van de aan te planten boomsoorten is onder meer afhankelijk van de grondsoort en waterhuishouding en de doelstellingen van de eigenaar (natuur, recreatie, productie, etc.). Er worden bij voorkeur meerdere soorten in menging aangeplant om gevarieerde bossen te creëren die minder kwetsbaar zijn voor eventuele toekomstige ziekten, plagen of andere calamiteiten.

Optionele extra ingrepen

- Bescherming van de aanplant tegen wild en/of vee
- Toevoegen mycorrhizae

⁶ Dit betreft uitsluitend de vastgelegde hoeveelheid koolstof in hout (wortels, stam en takken). Ook in de bosbodem wordt koolstof opgeslagen. Zie hiervoor de factsheet over bodemkoolstof onder nieuw bos.

⁷ Voor populieren wordt meestal uitgegaan van een plantverband van 8 bij 8m, dus ca. 160 stekken per hectare.



CO₂-winst

Richtlijn:

Eerste 10 jaar na aanplant volgens onderstaande tabel:

Eerste 10 jaar na aanplant		Bostype		
		Snelgroeiend loofbos (CO ₂ hectare ⁻¹ jr ⁻¹)	Loofbos (CO ₂ hectare ⁻¹ jr ⁻¹)	Naaldbos (CO ₂ hectare ⁻¹ jr ⁻¹)
Bodemtype	arm zand	n.v.t.	4	3
	rijk zand	13	7	5
	klei	15	9	n.v.t.

Daarna: 9,1 ton CO₂ hectare⁻¹ jaar⁻¹.⁸

Deze getallen zijn gebaseerd op de opbrengstabellen van Jansen & Oosterbaan (2018)⁹, metingen in jong bos uit de Nationale Bosinventarisatie en metingen in 37 bossen aangelegd op landbouwgrond in de periode 2000 t/m 2003 met financiering van het Groenfonds.

Meer informatie

Hoofdthema 'bosuitbreiding' Gereedschapskist Klimaatslim Bos- en Natuurbeheer:
<https://www.vbne.nl/klimaatslimbosennatuurbeheer/maatregelen/bosaanleg>

⁸ Dit is een gemiddelde, voor alle bos- en bodemtypes. De bandbreedte is echter tenminste vergelijkbaar met die van jong bos (<10 jaar). In een volgende versie van de factsheets zal er ook voor ouder bos (>10 jaar) een differentiatie worden gemaakt naar bos- en bodemtype.

⁹ Jansen, H., en A. Oosterbaan (eds.) (2018) Opbrengstabellen Nederland 2018. Wageningen Academic Publishers, Forest Ecology and Forest Management group, Wageningen University, Wageningen Environmental research.



FACTSHEET SPONTAAN BOS

Naast het aanplanten van nieuw bos, is er ook een mogelijkheid om nieuw bos te creëren door spontane bosontwikkeling. Zaden van bomen en struiken uit de omgeving kunnen via wind, water of dieren op het terrein terechtkomen, daar ontkiemen, en zo op termijn een bos vormen. Spontane bosontwikkeling is daarmee een zeer goedkope klimaatmaatregel, omdat er bos ontstaat dat CO₂ vastlegt zonder al te hoge inrichtingskosten. Bij spontane bosontwikkeling is daarentegen wel lastig te voorspellen hoe snel de CO₂-vastlegging verloopt, omdat dit afhankelijk is van spontane processen. Naast CO₂-vastlegging vervullen spontane bossen diverse andere ecosystemendiensten, zoals onder andere biodiversiteit, waterzuivering, waterbuffering en zuurstofproductie.

Uitgangssituatie

Terreinen die niet bebost zijn en ook niet recent bebost zijn geweest. Hierbij kan als regel worden aangehouden dat het terrein in ieder geval sinds 1990 niet bebost mag zijn geweest. 1990 geldt als referentiejaar voor de (inter)nationale klimaatafspraken.

Ingreep

Voor spontane bosontwikkeling zijn in principe geen ingrepen nodig. Om de bosontwikkeling te versnellen kan het soms nuttig zijn om de bodem te bewerken door ploegen of verwijderen (afplaggen) van de bestaande vegetatielaag en/of bouwvoor om kieming en vestiging van boom- en struiksoorten te bevorderen. Het moment van bodembewerking bepaalt mede welke soorten zich kunnen vestigen, aangezien het moment van zaadval verschilt per boomsoort. Daarnaast kennen boomsoorten elk hun eigen periode van kiemrust en ontkieming.

Enkele belangrijke kenmerken van spontane bosontwikkeling zijn:

- initieel zullen vooral pionierboomsoorten met een snelle windverspreiding, zoals berk, wilg, els en populier, zich vestigen;
- de soortensamenstelling in het bos is afhankelijk van de aanwezige boomsoorten in de omgeving die als zaadbron kunnen dienen en de afstand van de zaadbomen tot het gebied;
- de dichtheden variëren van enkele bomen (zaailingen) per hectare tot 10.000 of zelfs 50.000 bomen (zaailingen) per hectare;
- meer variatie in de ontwikkelingsfasen en een grotere structuurvariatie dan bij aangeplant bos.

Tot slot is de aanwezigheid en dichtheid van grote grazers (paarden en runderen) in een gebied een belangrijke sturende factor in spontane bosontwikkeling. Grote grazers kunnen spontane bosontwikkeling deels remmen, maar ook bevorderen omdat ze concurrerende vegetatie onderdrukken.



Optionele extra ingrepen

Aanplanten van enkele exemplaren van boomsoorten die als zaadbron in de omgeving ontbreken, zodat deze op termijn kunnen dienen als zaadbron.

CO₂-winst

Deze is zeer variabel door de grote onvoorspelbaarheid van spontane bosontwikkeling
Richtlijn:

- eerste 10 jaar: 0,9 tot 4,6 ton CO₂ hectare⁻¹ jaar⁻¹
- daarna: 1,8 tot 9,1 ton CO₂ hectare⁻¹ jaar⁻¹

Deze getallen zijn gebaseerd op de vastlegging van aangeplant bos, waarbij is aangenomen dat de vastlegging kan variëren tussen de 20 en 100% van aangeplant bos.

Meer informatie

- Rapport 'Onderzoek naar spontane verbossing en actieve bosaanplant op niet-bosbodems' (INBO, 2006)
https://purews.inbo.be/ws/portalfiles/portal/5428490/Verstraeten_etal_2006_OnderzoekSpontaneVerbossingActieveBosaanplantNiet_Bosbodems.pdf
- Bosbericht 'Kansen voor spontane bosontwikkeling' (Probos, 2021)
http://probos.nl/images/pdf/bosberichten/B2021_05_web.pdf



FACTSHEET VOEDSELBOS

Een voedselbos is een extensieve vorm van landbouw waarin bomen een belangrijke rol spelen. In een voedselbos wordt een natuurlijk bos-ecosysteem nagebootst door gelaagdheid in de vegetatie en gebruik van meerjarige beplanting voor voedselproductie. In de boom- en struiklaag worden noten en fruit gekweekt en op de open plekken groeien groentes, bloemen en kruiden. De CO₂-winst zit deels in het feit dat een systeem met weinig biomassa (reguliere landbouw) wordt vervangen door een systeem met een hogere voorraad biomassa (voedselbos), en deels door verhoging van de hoeveelheid koolstof in de bodem door het achterwege blijven van bodembewerking. Daarnaast hebben voedselbossen een hogere biodiversiteit dan landbouwgrond. Voedselbossen zijn daardoor weerbaarder tegen klimaatextremen dan eenvoudigere systemen met een lagere soortendiversiteit. De hoge soortendiversiteit zorgt voor meer risicospreiding en daarmee voor een robuuster systeem.

Uitgangssituatie

Landbouwgrond.

Ingreep

Aanplant van vegetatie (bomen en struiken, met een ondergroei van kruiden en andere eenjarige gewassen) gericht op het creëren van een bosklimaat en tegelijkertijd het produceren van voedsel.

CO₂-winst

- eerste 10 jaar na aanplant: 2,3-3,5 ton CO₂ hectare⁻¹ jaar⁻¹
- daarna: 4,6-6,8 ton CO₂ hectare⁻¹ jaar⁻¹

Deze getallen zijn gebaseerd op een kroonbedekking van 50-75% ten opzichte van nieuw bos.

Meer informatie

- Maatregel 'voedselbossen' Gereedschapskist Klimaatslim Bos- en Natuurbeheer: <https://www.vbne.nl/klimaatslimbosennatuurbeheer/maatregel/voedselbossen>
- Stichting Voedselbosbouw Nederland: www.voedselbosbouw.org



FACTSHEET

BODEMKOOLSTOF ONDER NIEUW BOS

Bodems spelen een belangrijke rol in de koolstofcyclus van een ecosysteem. Ondergronds liggen grote koolstofvoorraden opgeslagen, die vaak groter zijn dan de bovengrondse koolstofvoorraad in biomassa. Uit onderzoek in Nederland blijkt bijvoorbeeld dat er gemiddeld 207 ton koolstof per ha ligt opgeslagen in zandige bosbodems. Hiervan lag 40 ton opgeslagen in de humuslaag, 90 ton in de minerale bovengrond (0-30 cm) en 77 ton in de minerale ondergrond (30-100 cm).

Bebossing kan zorgen voor een toename van bodemkoolstof, maar kan afhankelijk van het bodemtype ook tot verliezen leiden. Bij sommige bodemtypes ligt namelijk een grotere koolstofvoorraad opgeslagen bij gebruik als akker of grasland dan wanneer er bos op staat. Daarnaast leidt bodemverstoring tot een emissie van CO₂, omdat een deel van de stabiele koolstofvoorraad daardoor oxideert. Uit oogpunt van CO₂-winst is het dus zaak om de bodemverstoring bij een bebossingsmaatregel tot een minimum te beperken. Bij het bepalen van de CO₂-winst van een bebossingsmaatregel, moet er dus naast de CO₂-winst van de toename in levende biomassa ook rekening worden gehouden met een toe- of afname in bodemkoolstof.

Uitgangssituatie

Terreinen die niet bebost zijn en tenminste 10 jaar niet bebost zijn geweest.

Ingreep

Het bebossen van deze terreinen.

CO₂-winst

Bodemtype	Gras naar bos (ton CO ₂ ha ⁻¹ jr ⁻¹)	Akker naar bos (ton CO ₂ ha ⁻¹ jr ⁻¹)
Brikgrond	0.2	0.3
Moerige grond	0.6	1.4
Kalkloos zand	-1.3	-1.1
Kalkrijk zand	-1.5	-1.0
Leemgrond	1.2	1.5
Oude kleigrond	-1.0	-1.1
Podzol	-1.2	-0.8
Rivierklei	1.4	2.8
Zeeklei	1.3	2.9

Deze getallen zijn gebaseerd op de kengetallen die gebruikt worden in het LULUCF systeem en zijn geldig tot 20 jaar na de ingreep.



FACTSHEET

LIJNBEPLANTING

Lijnbeplantingen, zoals houtwallen, lanen en bomenrijen, vervullen een breed scala aan functies. Ze geven het landschap bijvoorbeeld een (streekeigen) karakter, versterken de biodiversiteit, produceren hout, dragen bij aan de belevingswaarde, reduceren geluid en fijnstof en bieden schaduw. Daarnaast leggen lijnbeplantingen CO₂ vast in de boombiomassa.

Uitgangssituatie

Stroken grasland, bouwland of wegbermen zonder bomen.

Ingreep

De ingreep bestaat uit de aanplant van één of meerdere rijen bomen langs een weg, pad of (agrarisch) perceel. Lijnbeplantingen kunnen verschillende vormen en karakters hebben. Lanen hebben vaak een uniform karakter (bomen van dezelfde leeftijd en soort) waarbij de bomen aan weerszijden van een weg of pad staan met enkele meters tussenruimte. Houtwallen bestaan vaak uit verschillende boom- en struiksoorten, waarbij de bomen dicht op elkaar staan en leeftijd kan variëren. Er worden bij voorkeur meerdere soorten of rassen aangeplant om het risico op mogelijke ziekten en plagen te spreiden.

Optionele extra ingrepen

- Bescherming tegen vee
- Plaatsen boompaal
- Toevoegen mycorrhizae in het plantgat

CO₂-winst

De CO₂-vastlegging wordt voor een (doorgaans wat bredere) houtwal uitgedrukt per hectare, terwijl die voor een (enkele, maar aaneengesloten) bomenrij wordt uitgedrukt in strekkende kilometers.

Houtwal:

- eerste 10 jaar na aanplant: 4,6 ton CO₂ hectare⁻¹ jaar⁻¹
- daarna: 9,1 ton CO₂ hectare⁻¹ jaar⁻¹

Deze getallen zijn gelijk verondersteld aan de aanleg van nieuw bos.

Bomenrij:

- eerste 10 jaar na aanplant: 3,1 ton CO₂ kilometer⁻¹ jaar⁻¹
- daarna: 6,3 ton CO₂ kilometer⁻¹ jaar⁻¹

Voor lanen kan de vastlegging van een bomenrij worden aangehouden, vermenigvuldigd met het aantal rijen bomen waaruit de laan bestaat. Bij een laan die aan beide zijden wordt beplant, mag de CO₂-winst dus verdubbeld worden. Uitgangspunt is wel dat de bomen aan beide zijden voldoende licht krijgen, zodat zij zich volledig kunnen ontwikkelen. Hier is aangenomen dat er 150 bomen per kilometer worden geplant, en dat de groei van de bomen 25% hoger is dan in bosverband (zie ook aannames op de factsheet solitaire boom).



Meer informatie

Thema 'landschap' Gereedschapskist Klimaatlim Bos- en Natuurbeheer:

<https://www.vbne.nl/klimaatlimbosennatuurbeheer/maatregelen/landschap>



FACTSHEET

SOLITAIRE BOOM

Naast bomen in bosverband of in rijen dragen ook solitaire bomen - bijvoorbeeld in parken, tuinen, bedrijventerreinen - bij aan CO₂-vastlegging in zowel levende boombiomassa als bodem. Daarnaast verbeteren bomen de waterhuishouding, door diepere doorworteling en verhoogd organische stofgehalte als gevolg van jaarlijkse toevoeging van strooisel. Andere gunstige neveneffecten zijn verhoogde biodiversiteit en landschappelijke kwaliteit. Met name in stedelijk gebied wordt de bijdrage aan hittestressreductie en fijnstofafvang hoog gewaardeerd.

Uitgangssituatie

Een perceel met of zonder gras. Alle grondsoorten zijn in beginsel geschikt, maar met name in stedelijke omgevingen is de beschikbaarheid van water en lucht in de bodem een aandachtspunt. Onderstaande CO₂-vastlegging gaat uit van een standplaats waar de boom voldoende licht, lucht en water heeft om zich volledig te kunnen ontwikkelen.

Ingrep

Aanplant van (één of meer) solitaire bomen. Alle boomsoorten zijn geschikt, mits passend bij bodemgesteldheid en waterhuishouding. Keuze voor een snelgroeiende soort, waardoor aanplant snel leidt tot een imposante solitaire boom is goed voor CO₂-vastlegging en voor waardering door de omgeving, die weer bijdraagt aan het behoud van de boom.

Optionele extra ingrepen

- Bewateren
- Toevoegen van meststoffen of compost
- Bescherming van de aanplant tegen wild en/of vee
- Plaatsen van een boompaal

CO₂-winst:

Richtlijn:

- eerste 10 jaar na aanplant: 0,025 ton CO₂ boom⁻¹ jaar⁻¹
- daarna: 0,05 ton CO₂ boom⁻¹ jaar⁻¹

Deze getallen zijn gebaseerd op de gemiddelde groei van het Nederlandse bos zoals afgeleid uit de Nationale Bosinventarisatie, uitgaande van 400 volwassen bomen per ha, en de aanname dat de bijgroei van solitaire bomen 50% hoger is dan bomen in bosverband.

Meer informatie

Website landschapsbeheer Zeeland:

<https://landschapsbeheerzeeland.nl/veel-gestelde-vragen/hoe-plant-ik-een-boom-struik>



FACTSHEET

STRUWEELHAAG

Een struweelhaag is een lijnvormig landschapselement met een aaneengesloten opgaande begroeiing van inheemse, overwegend doornachtige, struiken, die vrij uit mogen groeien, tot een maximale hoogte van 8 meter. Struweelhagen leveren een belangrijke bijdrage aan de biodiversiteit, omdat ze nest-, foerageer- en schuilgelegenheid bieden aan diverse vogels, insecten en andere diersoorten. Daarnaast leggen deze hagen ook CO₂ vast.

Uitgangssituatie

Stroken grasland, bouwland of wegbermen zonder bomen.

Ingreep

Een struweelhaag bestaat vaak uit soorten als meidoorn, sleedoorn en hondsroos. Voor aanplant wordt gebruik gemaakt van bosplantsoen, waarbij twee struiken per strekkende meter worden geplant. Afhankelijk van de plek waar de haag voorkomt, kan de haag vrijuit uitgroeien of periodiek (bijvoorbeeld elke 6 of 15 jaar) worden afgezet. Eventueel kan er voor worden gekozen om de haag te vlechten tot een vlechtheag.

Optionele extra ingrepen

Bescherming tegen vee

CO₂-winst

- eerste 15 jaar na aanplant: 1,4 ton CO₂ kilometer⁻¹ jaar⁻¹*
- daarna: 0,1 ton CO₂ kilometer⁻¹ jaar⁻¹

De maximale CO₂-voorraad van struweel wordt op basis van internationale IPCC kengetallen geschat op 70 ton CO₂ per hectare. Bij een gemiddelde breedte van een struweelhaag van 3 m, is de voorraad van een volwassen struweelhaag 21 ton CO₂/km. Aangenomen wordt dat een struweelhaag deze voorraad na 15 jaar bereikt. Na afzetten van struweel in jaar 15 komt er weer CO₂ vrij doordat een groot deel van de bovengrondse biomassa wordt afgevoerd. Door hergroei van het struweel wordt het CO₂-verlies in de loop der tijd weer gecompenseerd en ontstaat er weer een lichte CO₂-winst.

* wanneer de haag al voor het 15^e jaar wordt afgezet is de CO₂-vastlegging lager.

Meer informatie

Informatieblad 'Struweelhaag aanleg en beheer' (Landschapsbeheer Gelderland):

<https://landschapsbeheergelderland.nl/wp-content/uploads/struweelhaag.pdf>



FACTSHEET

AGROFORESTRY - STROKENTEELT

Agroforestry is de combinatie van landbouw (grasland of akkerbouw) met bomen. Hierbij blijft de agrarische productiviteit van dit areaal (grotendeels) gehandhaafd of kan zelfs toenemen, en een aantal maatschappelijke doelen worden gediend. Agroforestry - mits goed toegepast - geeft naast dit rendement per hectare, betere biodiversiteit, meer landschappelijke kwaliteit en draagt bij aan bodemvruchtbaarheid en een betere waterhuishouding.

De klimaatbijdrage zit in CO₂-vastlegging in boombiomassa en verhoogde CO₂-opslag in de bodem, door diepere doorworteling en verhoogd organische stofgehalte als gevolg van jaarlijkse toevoeging van strooisel.

Uitgangssituatie

Akkerbouwgrond (combinatie met eenjarige gewassen) of grasland (combinatie met vee).

Ingrep

Aanplant van bomen in rijen met daartussen stroken bouwland of grasland. Boomsoorten zijn niet voorgeschreven. Aanbevolen wordt te kiezen voor soorten die hoog scoren op één of meer van de volgende factoren:

- geschikt voor de grondsoort en waterhuishouding
- lichtdoorlatend
- snelgroeiend
- met rijk strooisel
- met vruchten met hoge opbrengst
- met hout met hoge opbrengst
- geschikt als voedergewas

Populaire soorten zijn walnoot (lichtdoorlatend, en zowel vruchten als hout met hoge opbrengst) en populier (snelgroeiend en lichtdoorlatend).

Optionele extra ingrepen

- Toevoegen mycorrhizae in het plantgat
- Toevoegen van meststoffen of compost
- Bescherming tegen wild en/of vee

CO₂-winst

De CO₂-vastlegging wordt voor strokenteelt uitgedrukt in strekkende kilometers van de (doorgaans enkele, maar aaneengesloten) bomenrij:

- eerste 10 jaar na aanplant: 3,1 ton CO₂ kilometer⁻¹ jaar⁻¹
- daarna: 6,3 ton CO₂ kilometer⁻¹ jaar⁻¹

De vastlegging is gelijk verondersteld aan lijnbeplanting.



Meer informatie

- Thema agroforestry Gereedschapskist klimaatslim bos- en natuurbeheer: <https://www.vbne.nl/klimaatslimbosennatuurbeheer/maatregelen/agroforestry>
- Factsheets agroforestry van WUR:
- <https://edepot.wur.nl/454070>, <https://edepot.wur.nl/495298> en <https://edepot.wur.nl/501459>
- Website van stichting Agroforestry Nederland: <http://agro-forestry.nl/>
- Brochure agroforestry van Wervel (BE): <http://agro-forestry.nl/agro-forestry-2/>



FACTSHEET

AGROFORESTRY - BOOMWEIDE

Agroforestry is een vorm van landgebruik waarbij bosbouw en landbouw worden gecombineerd en er een positieve wisselwerking optreedt. Een vorm van agroforestry is de aanleg van boomweides, waarbij de bomen worden gecombineerd met vee. Bomen geven beschutting aan vee tegen zon, regen en wind. Daarnaast kunnen bomen in drogere periodes de beschikbaarheid van vocht voor het gras verbeteren, omdat ze water oppompen op uit diepere bodemlagen en de straling van de zon op het gras en daarmee de verdamping reduceren. Ook kunnen de bomen noten, vruchten en hout produceren die als aanvullende inkomstenbron kunnen dienen voor de agrarier. En uiteraard leggen bomen CO₂ vast in de boombiomassa.

Uitgangssituatie

Grasland met vee (koeien, schapen, paarden etc) en uitlopen rondom pluimveestallen.

Ingreep

Aanplant van bomen in een wijd plantverband (bijvoorbeeld 8 x 8 m of 12 x 12 m). Omdat de percelen veelal een agrarische bestemming hebben, zijn fruit- en notenbomen geschikt omdat deze uitgezonderd zijn van de herplantplicht voor houtopstanden in het kader van de Wet natuurbescherming. Andere geschikte boomsoorten zijn populieren, omdat voor deze soort vaak een ontheffing voor de herplantplicht kan worden verkregen. Er worden bij voorkeur meerdere soorten of rassen aangeplant om het risico op mogelijke ziekten en plagen te spreiden.

Optionele extra ingrepen

- Bescherming tegen wild en/of vee
- Plaatsen boompalen
- Toevoegen mycorrhizae in het plantgat
- Toevoegen van meststoffen of compost

CO₂-winst

Richtlijn:

- eerste 10 jaar na aanplant: 2,3 ton CO₂ hectare⁻¹ jaar⁻¹
- daarna: 4,6 ton CO₂ hectare⁻¹ jaar⁻¹

Dit is gebaseerd op 50% kroonbedekking ten opzichte van nieuw bos, en is exclusief CO₂-vastlegging in de bodem.



Meer informatie

- Thema 'agroforestry' Gereedschapskist Klimaatslim Bos- en Natuurbeheer: <https://www.vbne.nl/klimaatslimbosennatuurbeheer/maatregelen/agroforestry>
- Agroforestry in kippenuitlopen: <https://agroforestrykip.nl/>
- Website van stichting Agroforestry Nederland: <http://agro-forestry.nl/>
- Factsheet Agroforestry 'Bomen planten op landbouwgrond, wat mag ik?': <https://edepot.wur.nl/454070>



FACTSHEET

BENUTTING VAN HOUTPRODUCTEN

Gebruik van hout draagt bij aan de klimaatdoelen. In het hout dat vrijkomt bij beheer en onderhoud van bossen en beplantingen is CO₂ opgeslagen. Door het hout zoveel mogelijk te benutten voor hoogwaardige producten met een lange levensduur kan deze CO₂ zo lang mogelijk vastgelegd blijven. Door cascadering kan hout bovendien meerdere gebruikscycli doorlopen waardoor CO₂ nog langer blijft opgeslagen. Daarnaast kan hout worden benut als alternatief voor staal, beton en kunststof waardoor de uitstoot van fossiele CO₂ voor de productie van deze grondstoffen wordt vermeden. Dit wordt het substitutie-effect genoemd.

CO₂ uit geoogst hout langer vastleggen in de keten

Uitgangssituatie

Hout dat vrijkomt bij beheer en onderhoud van bossen en beplantingen dat momenteel wordt ingezet voor producten met een korte levensduur of voor energie-opwekking.¹⁰

Ingreep

De ingreep bestaat uit het zo hoogwaardig mogelijk toepassen van vrijkomend hout door cascadering. In dit geval betekent het dat het hout wordt toegepast in producten met een zo hoog mogelijke levensduur (bijvoorbeeld bouw- en constructiehout), waarna het product nog meerdere levenscycli kan doorlopen om de CO₂ lang in de keten te houden.

CO₂-winst:

Voor houtproducten kan worden gerekend met de volgende gemiddelde levensduur:

- bouw en constructiehout: 50 jaar
- vezel-, fineer, meubel, kist- en paalhout: 25 jaar
- papier en karton: 3 jaar
- energiehout: < 1 jaar

Door hout een hoogwaardige toepassing, zoals bouw en constructiehout, te geven kan de CO₂-opslag worden verlengd tot gemiddeld 50 jaar. Als er daarnaast een goede cascadering plaatsvindt en het hout meerdere gebruikscycli kent, kan de CO₂ opslag met meerdere decennia worden verlengd.

Een goede indicator voor CO₂-opslag in hout is het gewicht van droog¹¹ hout: ca. 1,5 kg CO₂ per kg droog hout.

¹⁰ Ter illustratie: Slechts 30% van het hout dat momenteel vrijkomt uit het Nederland bos wordt benut voor producten met een lange of middellange levensduur (bouw- en constructiehout, fineer-, meubel-, kist- en paalhout). Van het hout dat vrijkomt bij beheer en onderhoud van landschappelijke beplantingen of bomen in de bebouwde omgeving is dit percentage naar schatting nog veel lager.

¹¹ Het gebruikelijke vochtgehalte van 'droog' timmerhout is ca. 20%.



Substitutie van CO₂ door gebruik van hout

Uitgangssituatie

Materiaaltoepassingen met een hoge CO₂-impact (bijvoorbeeld beton of staal) of fossiele grondstoffen (bijvoorbeeld aardolieproducten) waarvoor alternatieven van hout beschikbaar zijn.

Ingrep

De ingrep bestaat uit het vervangen van materialen met een hoge CO₂-impact (bijvoorbeeld beton of staal) of fossiele grondstoffen (bijvoorbeeld aardolieproducten) door hout of biobased producten uit hout.

CO₂-winst

Bij toepassing van hout in materialen (bouw, meubel, verpakkingsmateriaal etc) en chemicaliën wordt gemiddeld 1,5 ton 'fossiele' CO₂ uitstoot vermeden ten opzichte van 1 ton CO₂ opgeslagen in het hout(product). Een goede indicator voor CO₂-opslag in hout is het gewicht van droog hout: ca. 1,5 kg CO₂ per kg droog hout.

Meer informatie

- Bosbericht 'Meer inlands hout in de bouw goed voor het klimaatakkoord': <http://www.probos.nl/images/pdf/bosberichten/bosberichten2019-03.pdf>
- Rapport 'Klimaatwinst door bouwen in hout': <http://coalitiebosenhout.nl/wp-content/uploads/2018/12/9225-Eindrapport-Onderzoek-Klimaatwinst-door-Bouwen-in-hout-24-10-2016.pdf>

Bijlage: overzichtstabel CO₂-opbrengst per maatregel

Cluster	Maatregel	Eenheid	CO ₂ -effect, zoals opgenomen in de tekst	
			<10 jaar na ingreep	>10 en <50 jaar na ingreep
Behoud van bestaand bos				
	Voorkomen ontbossing	Ton CO ₂ -eq/ha	Gemiddeld 499 ton CO ₂ bij kap (zie tekst)	
Klimaatlim bos- en natuurbeheer				
	Uitstellen van oogst	Ton CO ₂ -eq hectare ⁻¹ jaar ⁻¹	2,0 – 25,0	2,0 – 25,0
	Revitalisering dennenbos	Ton CO ₂ -eq hectare ⁻¹ jaar ⁻¹	0,7 – 3,4	1,4 – 6,8
	Revitalisering essenbos	Ton CO ₂ -eq hectare ⁻¹ jaar ⁻¹	2,0	3,9
	Kwelderbescherming	Ton CO ₂ -eq hectare ⁻¹ jaar ⁻¹	9,0	9,0
Bosuitbreiding				
	Nieuw bos	Ton CO ₂ -eq hectare ⁻¹ jaar ⁻¹	Afhankelijk van bos- en bodemtype	9,1
	Spontaan bos	Ton CO ₂ -eq hectare ⁻¹ jaar ⁻¹	0,9 – 4,6	1,8 – 9,1
	Bodemkoolstof onder nieuw bos	Ton CO ₂ -eq hectare ⁻¹ jaar ⁻¹	Afhankelijk van bodemtype en landgebruik	
	Voedselbossen	Ton CO ₂ -eq hectare ⁻¹ jaar ⁻¹	2,3 – 3,5	4,6 – 6,8
	Aanleg van lijnbepanting – bomenrij	Ton CO ₂ -eq kilometer ⁻¹ jaar ⁻¹	3,1	6,3
	Aanleg van lijnbepanting – houtwal	Ton CO ₂ -eq hectare ⁻¹ jaar ⁻¹	4,6	9,1
	Aanleg van lijnbepanting – struweelhaag	Ton CO ₂ -eq hectare ⁻¹ jaar ⁻¹	1,4 in de eerste 15 jaar, daarna 0,1	
	Aanplant van solitaire bomen	Ton CO ₂ -eq boom ⁻¹ jaar ⁻¹	0,025	0,050
	Agroforestry – strokenteelt	Ton CO ₂ -eq km ⁻¹ jaar ⁻¹	3,1	6,3
	Agroforestry – boomweide	Ton CO ₂ -eq hectare ⁻¹ jaar ⁻¹	2,3	4,6
Toepassing houtproducten				
	Benutting van houtproducten	Ton CO ₂ -eq/ton hout	1,5 (zie tekst)	