



3

Factsheet Agroforestry

Klimaatcompensatie met agroforestry,
wat is mogelijk?

Handreiking voor agrarisch ondernemers die bomen willen planten op hun bedrijf



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Over deze factsheet

Agroforestry wordt aangekaart als een maatregel die kan bijdragen aan klimaatmitigatie (verzachten van klimaateffecten) en -adaptatie (aanpassing). Door middel van koolstofopslag in biomassa en bodem onder agroforestry-systemen kan klimaatverandering potentieel worden geremd. Daarnaast kunnen bomen bijdragen aan klimaatadaptatie door verscheidene ecosysteemdiensten te bieden waardoor de verwachte gevolgen van klimaatverandering beter beheerst kunnen worden (denk hierbij bijvoorbeeld aan regulering van de waterhuishouding of bodemkwaliteit). Maar hoe groot is deze bijdrage? Kan agroforestry echt zoden aan de dijk zetten als het aankomt op klimaatmitigatie? Voor het klimaat is het van belang dat agrarisch ondernemers en beleidsmakers zich bewust zijn van de klimaatpotentie van agroforestry en hier gebruik van maken. Deze handreiking brengt de bijdrage die agroforestry in Nederland aan koolstofopslag kan leveren ruwweg in kaart. Ook worden emissiehandel en koolstofkredieten toegelicht als middelen om de aanplant van houtige gewassen te stimuleren.

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 of hout. Daardoor bestaan er ook veel verschillende agroforestry-systemen: eigenlijk zijn de mogelijke combinaties oneindig. Bomen of houtige gewassen kunnen bijvoorbeeld in brede of smalle stroken geplant worden tussen stroken van verschillende akkerbouw- of groentegewassen. Een andere vorm van agroforestry is veeteelt met buitenloop voor de dieren onder bomen of struiken.



Wat is koolstofopslag?

Koolstofopslag betreft de netto verwijdering van CO₂ uit de atmosfeer via fotosynthese en vastlegging ervan in biomassa en bodem. Omdat bomen en struiken meerjarig zijn kan langdurige koolstofopslag worden gewaarborgd. Koolstof komt tenslotte pas weer vrij bij vertering of verbranding van de biomassa. Door gebruik van hout, maaisel en andere natuurproducten gewonnen uit

agroforestry-systemen als bijvoorbeeld bouw-materiaal, kan koolstofopslag nog langer gerealiseerd worden. Daarnaast zorgen tak- en bladafval, wortels, wortelafscheidingsen en organismen voor hogere koolstofopslag in de bodem. Dit werkt ook bevorderend voor de bodemvruchtbaarheid, bodemstructuur, waterhuishouding en biodiversiteit.



Akkerbouw en hazelaar met korte omlooptijd. Afb. Wakelyns agroforestry, Suffolk, VK, © 2010 Permaculture Association

CO₂-equivalenten?

De voornaamste broeikasgassen die worden uitgestoten zijn koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄) en lachgas (N₂O). Alle drie hebben een ander aardopwarmingseffect. Door dit uit te drukken in CO₂-equivalenten kunnen de effecten van verschillende broeikasgassen op klimaatverandering worden vergeleken.

Agroforestry als strategie in het klimaatbeleid

In 2017 stootte Nederland rond de 193 Mton CO₂-equivalenten (eq.) uit. We staan nu voor de opgave om deze uitstoot in 2030 met 49% te hebben gereduceerd t.o.v. het niveau van 1990. Eén van de manieren om tot deze reductie te komen is door aanpassingen in landbouw en landgebruik. Jaarlijks stoot de landbouwsector 26,4 Mton CO₂ – eq. uit, wat gelijk staat aan 14% van de totale Nederlandse uitstoot. Doorgaans stoten eenjarige teelten en grasland met weidegang bij gangbaar beheer meer CO₂-eq. uit dan ze opslaan. Hoewel het sterk varieert per gewas, wordt bij een eenjarige teelt gemiddeld ca. 1 - 4 ton CO₂ per ha per jaar uitgestoten. Anderzijds slaat grasland gemiddeld ca. 1,9 ton CO₂ per ha per jaar op. Echter, als melkvee het grasland begraast, wordt rond 10 ton CO₂ – eq. per ha per jaar uitgestoten. Dit staat in groot contrast met de koolstofbalans van Nederlandse bossen. Loofbossen bijvoorbeeld slaan gemiddeld 10 ton CO₂ per ha per jaar op in bodem en biomassa. Keerzijde is dat bossen geen voedsel produceren. Hier biedt agroforestry een duurzame tussenweg. In verschillende recente publicaties wordt agroforestry in Europa aangedragen als een doeltreffende methode om de natuurwaarde van de landbouw te verbeteren en verhoogde vastlegging van koolstof op landbouwgrond te realiseren.

Dit is grotendeels te danken aan de eigenschappen van bomen:

- Bladafval en diepe, uitgebreide wortelstelsels zorgen voor opbouw van koolstof in de bodem
- Meerjarige stammen, takken en wortels zorgen voor langdurige opslag van koolstof in biomassa

Agroforestry kan aansluiten bij de taakstelling en de ambities van het Klimaatakkoord. De sector landbouw en landgebruik heeft als taak om tot een totale emissiereductie van 3,5 Mton CO₂ eq. per jaar te komen (de ambitie van de sector is overigens groter, namelijk 6 Mton CO₂ eq. per jaar). Via klimaatvriendelijk natuur- en bosbeheer wil de sector komen tot een reductie van 0,3 – 0,6 Mton CO₂ eq. per jaar door de volgende vier maatregelen:

- Voorkomen ontbossing
- Vergroten koolstofvastlegging
- Uitbreiding bos en landschap
- Versterking koolstofvastlegging in de keten

Daarnaast wil men 0,5 Mton CO₂-eq. per jaar extra vastleggen, gedeeltelijk door een toename van het organisch (kool)stofgehalte in de landbouwbodem via duurzamere bouwplannen voor landbouwgrond. Agroforestry kan helpen om deze jaarlijkse reductie van 1,1 Mton CO₂-eq. te verwezenlijken en bovendien op grotere schaal bij te dragen aan klimaatadaptatie.



Wat beïnvloedt de koolstofvastlegging?

De potentiële bijdrage van agroforestry aan koolstofopslag hangt af van allerhande factoren. Hieronder vallen het ontwerp van het systeem wat betreft boomedichtheid, boomsoort, groeisnelheid, leeftijd van de bomen, klimaat, beheer en eindproduct. Boomaantallen in agroforestry-systemen met grote (hout)bomen zijn vaak rond de 50-100 stammen per hectare met een boombedekking van 5 - 25% van de oppervlakte. Afhankelijk van het beheer en eindproduct kunnen de omlooptijden variëren tussen 10 jaar tot veel meer dan 50 jaar.

Hoe draagt agroforestry bij?

Er zijn drie manieren waarop agroforestry kan bijdragen aan klimaatmitigatie: koolstof-vervanging, uitstootvermindering en koolstofvastlegging.

Koolstofvervanging

Agroforestry kan bijdragen aan klimaatmitigatie door houtproducten en hernieuwbare grondstoffen te leveren. Biomassa van hakhout met een korte omlooptijd kan bijvoorbeeld dienen als koolstofneutrale energiebron. Wilg, populier, kers en robinia zijn voorbeelden van boomsoorten met een korte omlooptijd. Daarnaast kunnen sommige houtsoorten beton, staal of onduurzaam verkregen hout vervangen in de bouw of meubelindustrie. Voorbeelden hiervan zijn eik, kastanje of robinia. Als er hout van landbouwgrond wordt geoogst, zou elders de onverantwoorde houtkap kunnen verminderen. Dit komt het klimaat ten goede. Via ontbossing elders in de wereld en vervoer van houtproducten komen er namelijk grote hoeveelheden broeikasgassen vrij.

Uitstootvermindering

Broeikasgasuitstoot is grotendeels afhankelijk van de intensiteit waarmee de agrarisch ondernemer het landbouwsysteem beheert. Een voordeel van agroforestry is dat bomen stikstof en koolstof in het systeem houden met wortels, stammen en takken en door hergebruik van bladafval. Dit biedt mogelijk kansen voor minder bemesting en minder uitstoot van N_2O . Soms kan dit wel oplopen tot 50% minder uitstoot ten opzichte van een eenjarige gewas-monocultuur, wat bovenal interessant is omdat 1 ton N_2O uitstoot overeenkomt met 298 ton CO_2 -eq.

Onderzoek uit de tropen toont aan dat agroforestry, vergeleken met eenjarige teelten, ook emissies van NO_2 , CH_4 en CO_2 uit de bodem vermindert.

Koolstofvastlegging

Door de gunstige omstandigheden in agroforestry-systemen is de koolstofvastlegging per boom hoger in agroforestry-systemen dan in natuurlijke bossen. Door de lange omlooptijd van bomen op onze breedtegraad is de potentie voor langdurig koolstofopslag hoog. De onderzoeksresultaten over de hoogte van koolstofvastlegging in agroforestry-systemen in een gematigd klimaat lopen sterk uiteen. De verwachte koolstofvastlegging in agroforestry-systemen in Nederland loopt van 1,7 ton CO_2 per hectare per jaar voor laagstam appel (2200 stammen) tot 7,0 ton CO_2 per hectare per jaar voor populieren (100 stammen). Een agroforestry-systeem in Nederland heeft dan een koolstofvastlegging van gemiddeld 4,4 ton CO_2 per hectare per jaar. De CO_2 vastlegging is sterk afhankelijk van boomsoort en boomaantallen. Deze vastlegging komt overigens bovenop de al aanwezige vastlegging in het landbouwsysteem zonder bomen. Om voor het klimaatakkoord een vastlegging van 1,1 Mton CO_2 -eq. per jaar te realiseren zou op basis van een gemiddelde van 4,4 ton CO_2 per ha per jaar agroforestry geïmplementeerd moeten worden op 13% van het totale landbouwareaal in Nederland.

Kansen voor de koolstofboer?

Er zijn geen getallen bekend voor de grootte van mogelijke koolstofopslag en koolstofwaardering in verschillende Nederlandse agroforestry-systemen. Om hier toch een beeld van te geven, zie de tabel waarin verschillende mogelijke vergoedingen voor koolstofopslag worden weergegeven. Uitleg voor de koolstofwaardering volgt in de komende hoofdstukken. In de tabel is zichtbaar dat agroforestry met populieren verreweg de meeste CO_2 per hectare per jaar opslaat. Populierenhout wordt doorgaans gebruikt voor producten met een gemiddelde levensduur zoals pulp, papier, timmerhout, fineer, multiplex, pallets en eetstokjes. Bij houtsoorten zoals walnoot, verwerkt in bijvoorbeeld de bouw of meubelindustrie, kan koolstof langer worden opgeslagen. Optimaal zijn sneltgroeiende houtsoorten die worden toegepast in producten met een lange levensduur. Om een grotere bijdrage te leveren aan klimaatmitigatie is het dus essentieel dat de bomen na de oogst gebruikt worden voor producten met lange levensduur.



Wakelyns agroforestry, Suffolk, UK AGFORWARD © The Organic Research Centre.

Tabel | Potentie voor koolstofvastlegging bij verschillend landgebruik en mogelijke vergoedingen voor de agrarisch ondernemer op basis van verschillende koolstofwaarderingen. De cijfers in de tabel geven een ruwe indicatie van de mogelijkheden en zijn afkomstig uit meerdere bronnen, o.a. Van Goor (n.d.), Cardinael et al. (2017) en Alam et al. (2016). Bij toepassing van de getallen in agroforestry-systemen, let op de boomaantallen. Deze berekeningen zijn gemaakt door de totale netto koolstofvastlegging per type landgebruik (zie kolom 3) te vermenigvuldigen met de prijs per ton CO₂-equivalent op basis van verschillende waarderingssystemen (zie rij 2).

* Dit is alleen de extra koolstofvastlegging door het aanplanten van bomen.

Koolstof in de boom-biomassa en de bodem zijn allebei meegerekend.

** Boomaantallen op basis van agroforestry met kippenuitloop.

*** Boomaantallen op basis van agroforestry met akkerbouw.

Landgebruik	Stammen per ha	Totale netto koolstofvastlegging (ton CO ₂ per ha per jaar)*	Preventiekosten (2019; € per ha)	Preventiekosten (2030; € per ha)	Emissierechten (2019; € per ha)	Koolstof-kredieten (2019; € per ha)
Waarde in € per ton CO ₂ -eq., per waarderingssysteem			€ 56	€ 100	€ 24	€ 2,40
Wilg ** (omlooptijd 20 jaar)	15000	1,9	106	190	46	5
Laagstam appel ** (omlooptijd 20 jaar)	2200	1,7	95	170	41	4
Hoogstam appel ***	125	3,1	174	310	74	7
Walnoot ***	100	3-5,7	244	435	104	10
Populier ***	100	7,0	392	700	168	17

Welke mogelijkheden zijn er voor vergoeding?

Op dit moment krijgt de agrarisch ondernemer die grote aantallen bomen of struiken op zijn grond aanplant daar geen vergoeding voor. Daarnaast leveren bomen niet direct opbrengst en heeft men te maken met aanplantkosten en een reductie in de hoeveelheid grond die de ondernemer kan gebruiken voor eenjarige teelt. Als een reductie in gewasopbrengst van het eenjarige gewas via een financieringsconstructie zou kunnen worden

gecompenseerd, vergroot dit de kans op toepassing van agroforestry. Van belang is dat de vergoeding aantrekkelijk is voor de ondernemer. Dit zou pas het geval zijn bij vergoedingen vanaf ongeveer €200 per hectare, afhankelijk van het bedrijf, bouwplan en type agroforestry-systeem. Voor waardering van koolstofopslag kan worden gekeken naar onder andere: preventiekosten, emissierechten en koolstofkredieten.

Preventiekosten

Het is van belang om de kosten die bespaard worden met koolstofvastlegging in het kader van de klimaatdoeleinden te benadrukken. Deze kosten stijgen met het verloop van de tijd en dus worden de maatregelen ook duurder. Wetenschappelijke studies geven inzicht in de economische waarde van preventie. Op basis van preventiekosten met een waarde van € 56 ton CO₂-eq. kan er aan koolstofopslag (4,4 ton CO₂ per ha per jaar) in een agroforestry-systeem een waarde worden toegekend van € 246 per ha in 2019. Agroforestry kan dus een interessante toevoeging zijn aan het inkomen van de agrarisch ondernemer indien koolstofopslag vergoed wordt op basis van preventiekosten.

Van landbouwgrond naar natuur?

In de Nederlandse context dient een belangrijk onderscheid te worden gemaakt tussen houtige gewassen die worden geteeld voor vruchten of noten (fruitbomen, notenbomen, bessenstruiken en kweekgoed) en die voor de houtopbrengst (zoals eik, populier of kers). Volgens de huidige wet- en regelgeving over bomen op een landbouwperceel is dat laatste nauwelijks mogelijk. Je loopt dan het gevaar dat de landbouwgrond als natuur wordt bestempeld, met een forse waardedaling als gevolg (zie eerder gepubliceerde [*Factsheet 1: Bomen planten op landbouwgrond, wat mag ik?*](#)).

Handel van emissierechten

De uitstoot van één ton CO₂ is gelijk aan een emissierecht. Binnen de EU kunnen bedrijven met een forse uitstoot via het EU-ETS-systeem emissierechten onderling verhandelen naarmate ze meer of minder CO₂ uitstoten dan toegestaan. De variërende prijs per emissierecht is nu rond € 24 per ton CO₂. Voor 4,4 ton CO₂-eq. koolstofopslag per hectare agroforestry zou de vergoeding op basis van emissiehandel voor de agrarisch ondernemer uitkomen op ca. € 106 per ha. In Nederland kunnen emissierechten echter onder de huidige wetgeving niet verhandeld worden met agrarisch ondernemers.

Handel van koolstofkredieten

Één ton opgeslagen CO₂ is gelijk aan één koolstofkrediet. Via koolstofkredieten kunnen uitstoters betalen voor koolstofmitigatie elders. Bijgevolg hebben ze minder emissierechten nodig. Het koolstofkrediet-systeem in Nederland is ook nog niet toepasbaar voor de agrarisch ondernemer omdat koolstofopslag in biomassa meegenomen wordt in de koolstofstellingen van de overheid. De agrarisch ondernemer is dus geen eigenaar van de koolstof in zijn gewassen en kan deze niet verhandelen. Koolstofkredieten zijn ook niet direct gekoppeld aan het emissierecht en hebben over het algemeen veel lagere en instabieler prijzen, die vaak in het kader van specifieke projecten bepaald worden. Met name in ontwikkelingslanden worden koolstofkredieten voor de opvang van koolstof in biomassa en bodem direct aan boeren of gemeenschappen betaald. De internationale prijs voor een koolstofkrediet was gemiddeld € 2,40 per ton CO₂ in de periode januari-maart 2019. Wel bestaat er in Europa een groeiende interesse voor regionale koolstofmarkten dichterbij



Aardappelgewas en hazelaar met korte omlooptijd. Afb. Wakelyns agroforestry, Suffolk, VK.

huis. In 2015 betaalden Europese kopers gemiddeld tweemaal zoveel voor koolstofkredieten voor bosprojecten in Europa vergeleken met wereldwijde bosprojecten. Als de prijs voor een koolstofkrediet verdubbeld zou worden zou deze echter alsnog te laag zijn om koolstofopslag voor de agrarisch ondernemer lucratief te maken. Voor 4,4 ton CO₂-eq. komt een vergoeding op basis van verdubbelde koolstofkredieten uit op € 21 per ha. Vergoeding van koolstofopslag via koolstofkredieten biedt pas kansen als de prijs stijgt.

Wat is de meerwaarde van CO₂ vastlegging voor de agrarisch ondernemer?

- Verbeterde bodemkwaliteit en bodemweerbaarheid
- Klimaatadaptatie door bufferende functie bij droogte én wateroverlast
- Gevarieerde inkomstenbron (hout/boomproduct + eenjarig gewas)
- Helpt bij de marketing
- Vergoedingen voor koolstofopslag (als hier in de toekomst ondersteunende maatregelen voor worden getroffen)



Wat is er nodig om klimaatmitigatie met agroforestry te realiseren?

Agroforestry kan een waardevolle bijdrage leveren aan de klimaatdoeleinden via koolstofopslag en klimaatadaptatie. Al bij inrichting van 13% van het totale Nederlandse landbouwareaal met agroforestry zou Nederland bijdragen aan zoveel koolstofvastlegging dat een reductie van 1,1 Mton CO₂-eq. per jaar gerealiseerd wordt.

Om dit voor agrarisch ondernemers aantrekkelijk te maken is het van belang dat:

- mogelijkheden worden gecreëerd voor waardering van koolstofopslag op het agrarisch bedrijf;
- mogelijkheden worden gecreëerd voor het verhandelen van koolstofkredieten en/of emissierechten door agrarisch ondernemers;
- wet & regelgeving wordt aangepast, zodat dit faciliterend gaat werken voor agroforestry-initiatieven die zijn gericht op houtoogst;
- na houtoogst het hout verwerkt wordt in producten met een lange levensduur;
- informatie en kennis wordt uitgewisseld tussen agrarisch ondernemers en andere belanghebbenden om zo bewustwording over klimaatmitigatie en andere voordelen van agroforestry te verhogen.





Bronnen |

Aertsens, J., De Nocker, L., & Gobin, A. | (2013). Valuing the carbon sequestration potential for European agriculture. *Land Use Policy*, 31, 584-594.

Alam, M., Olivier, A., & Paquette, A. | (2016). Measurements and economics of carbon sequestration in temperate tree-based intercropping systems. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 12(2), 125-136.

Arets, E. J. M. M. | (2018). Klimaatcijfers voor natuur: Cijfers voor koolstofopslag en vastlegging in Nederlandse natuur. Wageningen Environmental Research.

Cardinael, R., Chevallier, T., Cambou, A., Béral, C., Barthès, B. G., Dupraz, C., & Chenu, C. | (2017). Increased soil organic carbon stocks under agroforestry: a survey of six different sites in France. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 236, 243-255.

Centraal Bureau voor de Statistiek | (2017) Emissies van broeikasgassen berekend volgens IPCC-voorschriften. Geraadpleegd van <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/70946ned/table?dl=10757>

Ceschia, E., Béziat, P., Dejoux, J. F., Aubinet, M., Bernhofer, C., Bodson, B., & Elbers, J. A. | (2010) Management effects on net ecosystem carbon and GHG budgets at European crop sites. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 139(3), 363-383.

Van Goor, W. | (n.d.) CO₂ vastlegging met bomen op een pluimveebedrijf, Face The Future / Louis bolk instituut / Probos / Bio-meerwaarde-ei, presentatie 27-09-2018.

Hamrick, K., L. Brotto, J. Grimault, S. Wolters, V. | (2017) West. State of European markets: Voluntary carbon. *Forest Trends' Ecosystem Marketplace*, Ecstar, Washington D. C., USA (pg. 44)

Hamrik, K., & Gallant M. | (2018) Voluntary Carbon Markets Outlooks and Trends, January to March 2018. *Forest Trends' Ecosystem Marketplace* (pg. 9)

Mutuo, P., Cadisch, G., Albrecht, A., Palm, C.A., and Verchot, L. | (2005) Potential of agroforestry for carbon sequestration and mitigation of greenhouse gas emissions from soils in the tropics. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 71:43-54.

Nederlandse Emissieautoriteit | (2019) NEA keert 42 miljoen CO₂-emissierechten uit aan Nederlandse bedrijven, Geraadpleegd op: 11-06-2019, URL: <https://www.emissieautoriteit.nl/actueel/nieuws/2019/02/05/nea-keert-42-mln-emissierechten>.

Sociaal-Economische Raad | (2018) Ontwerp van het Klimaatakkoord, Klimaatakkoord, Den Haag.

RVO | (2016) De Nederlandse landbouw en het klimaat, Utrecht.

Smith, J., Pearce, B. D., & Wolfe, M. S. | (2013) Reconciling productivity with protection of the environment: Is temperate agroforestry the answer? *Renewable Agriculture and Food Systems*, 28(1), 80-92

Udawatta, R.P. and Jose, S. | (2012) 'Agroforestry strategies to sequester carbon in temperate North America', *Agroforestry Systems*, Vol. 86, No. 2, pp.225-242.

Auteurs | Joran Keur & Isabella Selin Norén

Met medewerking van | Marcel Vijn, Maureen

Schoutsen, Fogelina Cuperus, Thalisa Slier, Wim de Vries, Gert-Jan Nabuurs, Wouter van Goor en Raymond Schrijver.

Vormgeving | Caroline Verhoeven & Isabella Selin Norén

Afbeelding voorpagina | D. Freese, Forst, Duitsland.

Contact |

Wageningen University & Research | Open Teelten

E | maureen.schoutsen@wur.nl T | +31(0)320 29 16 40

E | isabella.selinnoren@wur.nl T | +31(0)320 29 11 74

Deze factsheet is onderdeel van de serie 'Factsheets Agroforestry'. Deze factsheet is een resultaat van het project "Wet- en regelgeving rondom agroforestry: van irriterend naar faciliterend" van WUR Wetenschapswinkel en onderdeel van het landelijk onderzoeksprogramma (PPS) Agroforestry (2019-2022) dat medegefinancierd wordt door het ministerie van LNV.

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

© 2019 Wageningen University & Research