

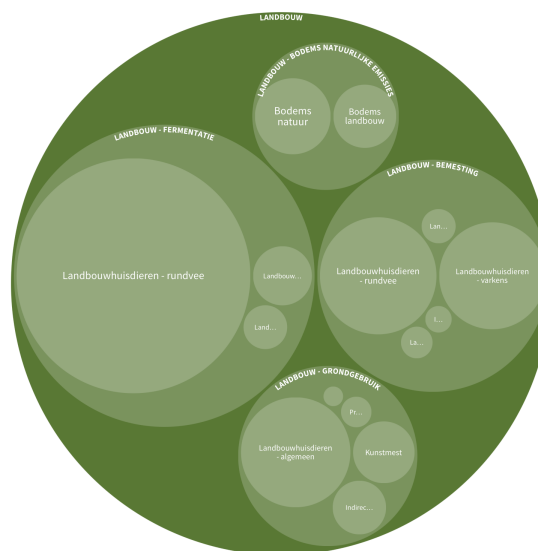
LANDBOUW & LANDGEBRUIK

Bron foto: Stichting Herenboeren Nederland

DRAWDOWN
EUROPE | research
association

Huidige emissiebronnen & emissies

De sector landbouw & landgebruik is verantwoordelijk voor 57% van de uitstoot van niet-energetische koolstofdioxide en overige broeikasgassen, waarvan methaan de grootste emissie vormt. Deze ontstaat voor het grootste deel in het fermentatieproces van melkvee (categorie landbouwhuisdieren / rundvee). De tweede grote emissie is stikstof, voornamelijk afkomstig uit dierlijke mest, gevolgd door kunstmestgebruik op land. ([Bekijk hier de interactieve versie](#))



Gelderse klimaatplan: potentieel voor reductie & vastlegging

In het Gelderse klimaatplan is de ambitie van 1,9 Mton reductie in 2030 geformuleerd voor de sector Landbouw & Landgebruik. Door een ommezwaai te maken in de landbouw naar een gezonde bodem, natuurinclusief boeren, de mest- en eiwittransitie en een reductie van voedselverspilling wil Gelderland deze doelen halen. Een recent rapport door de WUR heeft de potentie voor koolstofvastlegging in de Gelderse landbouwbodems (Lesschen, J.P., Hendriks, C., Porre, R., 2021) en bevestigen de hiervoor beschreven ommezwaai. De PCSA van DERA onderstreept deze doelstellingen en laat een potentiële reductie van tot 2,55 Mton CO2-eq in 2030 zien d.m.v. het implementeren van Drawdown oplossingen. Voor vastlegging is er een potentie tot 0,39 Mton in 2030. Vastlegging telt in het Gelderse Klimaatplan niet mee in de doelstelling van 55% reductie, maar is vastgesteld op 0,15 - 0,19 Mton CO2-eq.

Uitgelicht

Gelders Klimaatplan reductie (p. 5)	Gelders Klimaatplan vastlegging (p. 5)	Drawdown klimaatoplossingen reductie	Drawdown klimaatoplossingen vastlegging
1,3 - 2,2 Mton	0,15 - 0,19 Mton	0,298 - 2,549 Mton reductie	0,114 - 0,394 Mton

Concreet aan de slag met klimaatoplossingen: landbouw & landgebruik

De manier waarop we ons voedsel verbouwen, wat we eten en wat er met reststromen en afval gebeurt, zijn allemaal essentiële onderdelen van onze ecologische voetafdruk. Om de negatieve klimaatimpact substantieel te verminderen, moeten we voedsel verbouwen op manieren die het land ten goede komen, koolstof vastleggen, gezonde en plantenrijke diëten koesteren, voedselverspilling verminderen en compostering en lokale ketens verhogen. De volgende Drawdown oplossingen zijn daarbij kansrijk voor zowel reductie van de geïdentificeerde uitstoot als vastlegging van CO₂-eq.

Uitgelicht

Drawdown oplossing	Reductie 2030	Reductie 2050	Vastlegging 2030	Vastlegging 2050
Biochar	0,002 - 0,004	0,003 - 0,005	0	0
Conserverende & regeneratieve landbouw	0,004 - 1,346	0,007 - 1,733	0,010 - 0,072	0,018 - 1,082
Nutriëntenbeheer	0,025 - 0,173	0,025 - 0,173	0	0
Plantenrijk dieet ⁴	0,675 - 1,126	0,675 - 1,126	0	0
Voedselverspilling tegengaan	0,020 - 0,137	0,136 - 0,137	0	0
Bosbeweiding	0,246 - 0,985	0,246 - 0,985	0,053 - 0,211	0,053 - 0,211
Teelt tussen bomen, meerjarige gewassen en teelt in het weiland	0,001 - 0,004	0,001 - 0,004	0,005 - 0,018	0,005 - 0,018
Bosaanplant op gedegradeerd land	0	0	0,033 - 0,066	0,033 - 0,066
Herstel van gematigde bossen	0	0	0,013 - 0,027	0,026 - 0,027
Totalen	0,298 - 2,549	0,418 - 2,937	0,114 - 0,394	0,135 - 1,404

Tabel 2. Potentiële reductie & vastlegging binnen sector landbouw & landgebruik op basis van Drawdown oplossingen in Mton CO₂-eq in 2030.

Bekijk hier de [Interactieve excel sheet met verschillende scenario's voor deze oplossingen in Landbouw & Landgebruik](#). Meer verdieping op deze resultaten? Lees verder op pagina 45.

⁴ Scope 3 oplossing, emissie reductie vindt niet alleen binnen Gelderland plaats. Telt daarom niet mee in eindtotalen.

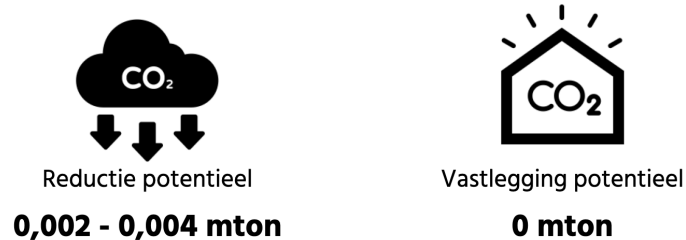
Biochar

Toelichting oplossing

Biochar is een koolstofrijke, zeer stabiele bodemverbeteraar dat wordt geproduceerd als een bijproduct van pyrolyse; een proces voor het opwekken van bio-energie. Deze oplossing biedt een alternatief voor het afvoeren van ongebruikte biomassa door verbranding of ontbinding. Houtresten, mest en (agrarisch) restafval zijn goed te gebruiken in de productie van biochar. Biochar kan worden gezien als een alternatief voor andere toepassingen van biomassa, zoals verbranding en heeft daarbij significante voordelen voor bodemgezondheid.

Wanneer biochar in de bodem wordt gestopt, stabiliseert het effectief de fotosynthetische koolstof. Het kan tevens andere broeikasgasemissies in de bodem verminderen. In onvruchtbare bodems, zoals zandgronden, kan biochar het verlies aan nutriënten door uitspoeling verminderen. De gewasopbrengst op grond waarbij biochar wordt toegepast is globaal 18% hoger, op basis van cijfers die worden gebruikt door het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)⁵.

Potentiële impact in 2030



[Lees verder](#) op pagina 47 voor de verdieping en technische onderbouwing.

Uitgelicht

Biochar in Gelderland

Gelderse zandgronden op de Veluwe, in de IJsseldelta en de Achterhoek hebben in grote mate te maken met verzuring, wat zorgt voor de sterfte van bomen en verlies van biodiversiteit⁶. Vooral op deze verzuurde gronden is de toepassing van biochar zeer kansrijk.

⁵ IPCC [Chapter 4 – Global Warming of 1.5 °C](#)

⁶ Omroep Gelderland: [Waarom hebben juist de bossen op de Veluwe het zo moeilijk?](#)

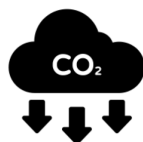
Conserverende en regeneratieve landbouw

Toelichting oplossing

Conserverende landbouw (niet kerende grondbewerking) wordt gedefinieerd als een jaarlijks gewasproductiesysteem dat zorgt voor koolstofvastlegging. De drie componenten van conserverende landbouw zijn: minimale bodemverstoring (geen grondbewerking of beperkte grondbewerking), permanente bodembedekking en gediversifieerde gewasrotaties. De meeste boeren die aan conserverende landbouw doen planten dekgewassen. Deze oplossing vervangt conventionele eenjarige teeltsystemen die ploegen. Conserverende landbouw houdt de grond bijeen, zodat deze een waardevol, levend ecosysteem vormt waarop gewassen gedijen. Door niet langer te ploegen of grond onbedekt te laten liggen, blijft koolstofdioxide beter in de bodem opgeslagen.

Regeneratieve landbouw is een jaarlijks teeltsysteem dat ten minste vier van de volgende zes methoden omvat: compost toepassing, bodembedekkers, vruchtwisseling, groenbemesters, geen of beperkte grondbewerking en biologische productie. Deze methoden leggen koolstof vast in de bodem en verminderen de uitstoot met een bescheiden snelheid, maar kunnen breed toegepast worden en hebben daardoor een indrukwekkend potentieel. Conserverende landbouw onderscheidt zich van regeneratieve landbouw door het gebruik van kunstmest en pesticiden, wat bij regeneratieve landbouw niet het geval is. Regeneratieve landbouw vervangt zowel conventionele landbouw als conserverende landbouw. De oplossingen liggen daarmee in elkaars verlengde. Beide ontwikkelingen betreffen eenmalige aanpassingen die daarna zorgen voor grote reductie en vastlegging.

Potentiële impact in 2030



Reductie potentieel

0,004 - 1,35 mton



Vastlegging potentieel

0,01 - 0,07 mton

[Lees verder](#) op pagina 50 voor de technische onderbouwing.

Conserverende en regeneratieve landbouw in Gelderland

Gelderland is een landbouw provincie bij uitstek en heeft op Flevoland en Friesland na het grootste areaal biologische landbouwgrond in Nederland. Europees gezien loopt Nederland ver achter op deze beweging: biologische landbouw vormt hier 3% van de landbouw, tegenover 24% in Oostenrijk, 20% in Estland en 15% in Italië⁷. De overgang naar conserverende- en regeneratieve landbouw heeft in Gelderland dus een grote potentie en kan worden toegepast op circa 225.000 ha. Initiatieven als [Herenboeren](#) en [Commonland](#) zijn hier al mee bezig binnen de provincie. Als onderdeel van deze oplossing is in de berekening van het potentieel ook het verminderen van de veestapel in Gelderland meegenomen. Dit biedt een groot reductiepotentieel in combinatie met het toepassen van de conserverende en regeneratieve landbouw principes. In de bijlage is een verdere toelichting op de effecten van de halvering van de veestapel gegeven (pagina 47).

⁷ CLO: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl001117-biologische-landbouw>

Nutriëntenbeheer

Toelichting oplossing

Het gebruik van meststoffen is de afgelopen eeuw sterk toegenomen. (Kunst)mest wordt in conventionele landbouw routinematig te veel toegepast, wat o.a. leidt tot de uitstoot van stikstof, een krachtig broeikasgas. Dit ontstaat omdat meststof dat niet door planten wordt gebruikt, wordt gebruikt door denitrificerende bacteriën die stikstof produceren. Het opwarmingseffect van stikstof is 298 krachtiger dan dat van koolstofdioxide. Met nutriëntenbeheer worden methoden bedoeld voor het toedienen van meststoffen die de juiste bron, juiste dosering, juiste tijd en juiste plaatsing principes gebruiken. Opgeteld leiden ze tot efficiënter en beter gebruik van stikstof.

Door mest efficiënter toe te passen kunnen gewassen een hoger percentage van de mest opnemen. Dit kan door bijvoorbeeld mest te gebruiken die stikstof langzaam afgeeft (juiste bron), of de mest op momenten in het groeiseizoen toe te passen dat gewassen de nutriënten nodig hebben (juiste tijd / plaats). Zo wordt uitstoot vermeden, wat resulteert in een continue klimaatwinst. De productie van kunstmest is een energie-intensief proces dat grote hoeveelheden koolstofdioxide-emissies produceert. Door nutriëntenbeheer toe te passen vindt er ook een emissiereductie plaats die verband houdt met de productie van kunstmest (buiten de scope van deze analyse). Al met al zijn er voor deze oplossing geen nieuwe technologieën of methodes nodig, wat de toepassing uitzonderlijk simpel maakt.

Potentiële impact in 2030



[Lees verder](#) op pagina 54 voor de technische onderbouwing.

Nutriëntenbeheer in Gelderland

Er wordt in Gelderland veel kunstmest gebruikt en er is ook veel dierlijk mest beschikbaar uit de veehouderij. Er is in totaal 225.000 ha grond beschikbaar waarop nutriëntenbeheer kan worden toegepast met als resultaat verbetering van de bodemkwaliteit en vermindering van waterverontreiniging en biodiversiteitsverlies. Naast het op de juiste manier toepassen van meststoffen zorgt een reductie van de veestapel voor een directe vermindering van mest.

Plantenrijk dieet

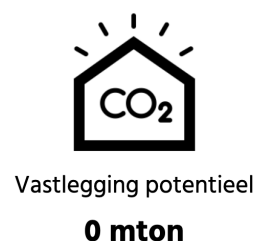
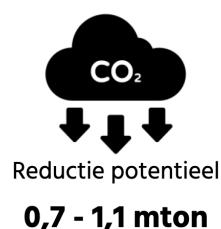
Toelichting oplossing

Project Drawdown definieert een plantenrijk dieet als de individuele voedingskeuze gebaseerd op de volgende elementen:

- 1) voldoen aan de dagelijkse eiwitbehoefte met gezond plantenrijk voedsel;
- 2) lokaal geproduceerd voedsel;
- 3) op basis van een voedingsregime van 2250 calorieën per dag.

Plantenrijke diëten bieden een enorm potentieel voor het beperken van de klimaatverandering als ze op mondiale schaal worden aangenomen. Wereldwijde voedingsvoorkeuren - met name die met betrekking tot vlees, vis en zuivelproducten - blijven een belangrijke motor voor emissies die verband houden met zowel landbouw, ontbossing en landgebruik. Implementatie van een plantenrijk dieet kan gemakkelijk worden toegepast, zelfs met kleine gedragsveranderingen kan er een significant effect worden bereikt. Plantenrijke diëten verminderen de uitstoot en zijn over het algemeen ook gezonder, wat leidt tot minder chronische ziekten. Wat betreft kosten lijkt de oplossing ook aanzienlijke besparingen op te leveren op individueel niveau, en indirect op nationaal niveau door lagere zorgkosten. Deze oplossing wordt verder versterkt indien de focus komt te liggen op lokaal geproduceerd voedsel. Naast een reductie in emissies dragen korte voedselketens bij aan het herstel van de relatie tussen burgers en boeren. 1 op de 10 Gelderse boeren verkoopt al producten via de korte voedselketen.⁸

Potentiële impact in 2030



[Lees verder](#) op pagina 57 voor de technische onderbouwing.

⁸ [Meer Gelderse streekproducten in het schap en op uw bord](#)

Plantenrijk dieet in Gelderland

Oost Nederland⁹ zet sterk in op de eiwittransitie. Het versterken van een plantenrijk dieet past daarom goed binnen de in de regio uitgevoerde initiatieven. Een plantenrijk dieet vermindert de vraag naar landbouwgrond door een reductie van de veestapel. Hierdoor komt er meer ruimte beschikbaar voor de aanleg van nieuwe natuur of hernieuwbare energieopwek.

⁹ [Boost voor Gelderse eiwittransitie door samenwerking buiten de provinciegrens - Nieuws](#)

Voedselverspilling tegengaan

Toelichting oplossing

Project Drawdown definieert deze oplossing als: het minimaliseren van voedselverlies en -verspilling in alle stadia van productie, distributie, detailhandel en consumptie. Volgens schattingen wordt 30-40 procent van al het voedsel dat wereldwijd wordt geproduceerd, verspild in de hele toeleveringsketen¹⁰.

Als voedsel wordt verspild, gaat ook alle energie, hulpbronnen en geld die zijn besteed aan het produceren, verwerken, verpakken en vervoeren ervan verloren. Hoe verder het voedsel in de toeleveringsketen komt voordat het wordt weggegooid, hoe meer middelen er worden verspild en hoe meer emissies worden geproduceerd om het tot dat stadium te krijgen. Maatregelen die kunnen worden genomen om voedselverspilling te verminderen betreffen o.a. het verbeteren van opslag- en transportsystemen, bewustwording van het publiek en consumentengedrag te veranderen. Met de inzet op deze maatregelen kan deze oplossing leiden tot een aanzienlijke vermindering van afval en emissies.

Potentiële impact in 2030



[Lees verder](#) op pagina 60 voor de technische onderbouwing.

Uitgelicht

Voedselverspilling tegengaan in Gelderland

Jaarlijks wordt in Gelderland 82.000 ton aan voedsel verspild in huishoudens, een uitstoot van 131 kilogram CO₂-eq per persoon per jaar. Reductie van de voedselverspilling kan door de hele keten worden gerealiseerd. Bij boeren, tijdens transport, in de supermarkt, retail, horeca en bij mensen thuis. Reductie van voedselverspilling heeft positieve effecten op de vraag naar landbouwgrond, waardoor er meer ruimte komt voor de ontwikkeling van nieuwe natuur of opwek van hernieuwbare energie.

¹⁰ [Food Loss and Waste Database | FAO](#)

Bosbeweiding

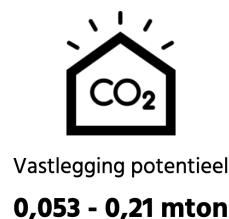
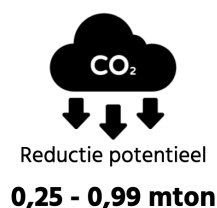
Toelichting oplossing

Bosbeweiding vervangt de conventionele weidegang van vee op weilanden. Het is de toevoeging van bomen aan weilanden voor verhoogde productiviteit en vastlegging van koolstof. Zo wordt er een nieuwe voedingsbodemp voor de veehouderij gecreëerd. Bij bosbeweiding gaat de uitstoot van de broeikasgassen methaan en stikstof door, maar deze wordt ruimschoots gecompenseerd door koolstofvastlegging in de bodem. Dit zorgt voor meer bodemleven en gezondere landbouwgrond.

Bosbeweiding kent vele voordelen ten opzichte van reguliere beweiding methoden:

- **Koolstofvastlegging:** Weilanden die kriskras beplant zijn met bomen, slaan vijf tot tien keer meer koolstof op (zowel in biomassa boven de grond als in de bodem) dan boomloze weilanden.
- **Bodemverbetering:** Naast het leveren van dierlijke mest bestrijdt het vee ook onkruid, waardoor bomen minder hoeven te concurreren om water, zonlicht en voedingsstoffen. De bomen verbeteren de vruchtbaarheid en waterhuishouding van de bodem, waardoor het land gezonder en productiever wordt.
- **Financiën:** Afhankelijk van het type bosbeweiding kan de opbrengst 5 tot 10 procent hoger liggen dan die van vergelijkbare boomloze weiden per hectare. Hierdoor is er minder weidegrond nodig. Daarnaast worden er kosten bespaard omdat er minder voer, mest en onkruidverdelger nodig is.
- **Dierenwelzijn:** Bosweiden bieden bescherming tegen zon en wind en zorgen voor een gevarieerd voedselaanbod. Er zijn ook aanwijzingen dat herkauwers het dieet in bosweide beter verteren en daardoor minder methaan uitstoten.

Potentiële impact in 2030



[Lees verder](#) op pagina 62 voor de technische onderbouwing.

Bosbeweiding in Gelderland

Bij bosbeweiding worden verschillende type agrarische activiteiten gemengd, fruitteelt met bijvoorbeeld melkvee. Dit is kansrijk in Gelderland omdat er veel van dit type activiteiten worden ondernomen. In totaal is 195.000 ha niet-gedegradeerd grasland met minimale of matige helling beschikbaar waarop bosbeweiding toegepast kan worden.

Teelt tussen bomen, innovatie meerjarige gewassen en teelt in het weiland

Deze drie Drawdown oplossingen kunnen gezamenlijk worden toegepast en zijn daarom ook zo beschreven.

Toelichting Teelt tussen de Bomen

Teelt tussen de bomen wordt gedefinieerd als een reeks agroforestry-systemen waarbij in plaats van de geïndustrialiseerde landbouwmethoden van monocultuur, gewassen worden gemengd, bijvoorbeeld tussen de bomen. Met deze diversificatie wordt de gezondheid en productiviteit van de bodem verbeterd, ontstaan gezondere gewassen en is er een grotere opbrengst. Hierdoor is er minder landbouwgrond nodig om dezelfde hoeveelheid voedsel te produceren.

Bomen kunnen verschillende functies vervullen:

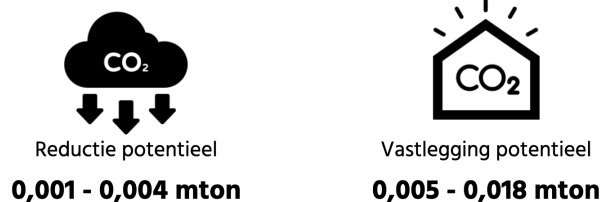
- Ondersteuning van de jaarlijkse productie van gewassen. Bomen met diepe wortels halen nutriënten en mineralen naar boven waar eenjarige gewassen van profiteren (bijv. tussenteelt met stikstofbindende bomen zoals in groenblijvende landbouw).
- Beschermingssystemen tegen erosie, overstromingen of windschade aan bodem en kwetsbare gewassen (bijv. heggen, oeverbuffers en windschermen).
- Diversificatie waarbij bomen onderdeel zijn van de teelt (bijv. tussenstroken van eenjarige gewassen met hout of fruitbomen).

Toelichting Meerjarige gewassen (innovatie)

In de landbouw is er niets wat zo effectief koolstof vastlegt als meerjarige gewassen. Meerjarige gewassen (bijvoorbeeld meerjarig graan of notenbomen) blijven koolstof vastleggen in de bodem en doordat er niet geploegd wordt, komt er geen koolstof vrij uit de verstoorde bodem. Eenjarige gewassen (bijvoorbeeld gerst, gewone tarwe of suikerbiet) sterven elk jaar volledig af, met wortel en al, en kunnen alleen uit nieuwe zaden ontkiemen. Meerjarige gewassen behouden sterke wortels en ontkiemen ieder jaar opnieuw. Meerjarige kruiden sterven af, maar de wortels blijven leven en van daaruit kunnen ze opnieuw groeien. Meerjarige gewassen brengen ook nieuwe zaden voort. Dat maakt de teelt van meerjarige gewassen kansrijk.

Toelichting Teelt in het weiland (innovatie)

Teelt in het weiland zorgt voor een dubbel bodemgebruik (graan en vee). Deze oplossing verlaagt tegelijkertijd de uitstoot van koolstofdioxide en verhoogt de vastlegging ervan. Grond die op deze manier wordt gebruikt, wordt nooit gekeerd. De aanplant van eenjarige oogst gewassen op meerjarige weidegronden creëert een ecosysteem dat met het jaar gezonder wordt. De complexe relatie tussen kruidachtige planten, schimmels, grassen, en bacteriën herstelt het bodemleven, waardoor de gezondheid en de vitaliteit toenemen, zowel van de bodem als van de gewassen, de grassen en de dieren. En de boer heeft twee oogsten van hetzelfde land: graan en wol of vlees.

Potentiële impact in 2030

[Lees verder](#) op pagina 64 voor de technische onderbouwing.

Uitgelicht**Teelt tussen de bomen, Meerjarige gewassen, Teelt in het weiland in Gelderland**

In Gelderland is er zo'n 30.000 ha gedegradieerd en niet-gedegradieerd akkerland beschikbaar waarop deze oplossing en innovaties kunnen worden toegepast. Door landbouwactiviteiten te diversifiëren wordt de bodem gezonder en biodiversiteit vergroot. De implementatie van deze oplossing en innovaties zorgt daarom voor een versterking van het Gelderse ecosysteem.

Bosaanplant op gedegrademd land

Toelichting oplossing

Bosaanplant omschrijft het planten van bomen op (gedegrademd) land voor houtproductie of ander gebruik. Het planten van bomen draagt bij aan koolstofopslag door koolstofdioxide te absorberen en koolstof vast te leggen in de bodem. De hoeveelheid koolstof die wordt vastgelegd is afhankelijk van het soort boom, de locatie, de bodemgesteldheid en de gekozen structuur. Bosaanplant kan verschillende vormen aannemen: van het fijnmazig inzaaien van diverse oorspronkelijke soorten, tot het telen van één enkele exotische soort, zoals de snelgroeiende monterey-den, die wereldwijd het meest wordt geteeld. Verarmde weilanden en landbouwgrond, middenbermen van snelwegen, braakliggend terrein of land dat zwaar beschadigd is door bijvoorbeeld industrie, zijn geschikt om strategisch te beplanten met bomen en vaste planten.

Het potentieel van deze oplossingen is conservatiever dan vele andere oplossingen. Dit komt doordat andere boomgerelateerde oplossingen met hoge vastleggingspercentages een hogere prioriteit krijgen, waaronder teelt tussen bomen, bosbeweiding en regeneratieve landbouw. Desalniettemin is het aanplanten van bomen op gedegrademd land van cruciaal belang voor klimaatmitigatie, bouw materiaal en het herstel van aangetaste gronden.

Potentiële impact in 2030



[Lees verder](#) op pagina 66 voor de technische onderbouwing.

Uitgelicht

Bosaanplant in Gelderland

Gelderland is een bosrijke provincie, maar de afgelopen decennia is er veel bos verdwenen, ten behoeve van o.a. landbouwgrond. De provincie heeft ambities om 1.700 ha bos aan te planten en 1 miljoen bomen, o.a. in stedelijk gebied. Hiermee wordt de bestaande natuur uitgebreid (GNN) en verder versterkt en wordt er meer groen in stedelijk gebied gebracht. Het totale gebied dat kansrijk is voor bosaanplant beslaat 26.564 ha niet-cultuurgrond met een landbouwbestemming en een deel van de 115.427 ha reeds bestaande natuurgrond, waar bomen bijgeplant kunnen worden.

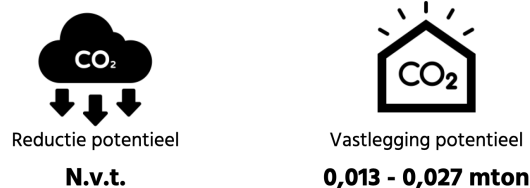
Herstel van gematigde bossen

Toelichting oplossing

Project Drawdown definieert herstel van gematigde bossen als het herstel en de bescherming van bossen met een gematigd klimaat op gedegradeerde gronden. Veel van de gematigde bossen zijn de afgelopen eeuwen gekapt voor de productie van hout of het verkrijgen van landbouwgrond. Het biedt een grote potentie om deze bossen opnieuw aan te planten. Deze oplossing kan aanzienlijke mogelijkheden bieden voor het keren van klimaatontwrichting. Gematigde bossen bevatten ongeveer 10% van alle terrestrische koolstof en 20% van de wereldwijde plantaardige biomassa. Jonge bossen leggen met indrukwekkende snelheden koolstof vast in zowel bodems als biomassa. Koolstofvastlegging vindt zowel in het hout als in de bodem plaats.¹¹

Het lijkt tegenintuïtief, maar het bos in Nederland staat er slecht voor. Sinds 2013 zorgt ontbossing voor een jaarlijkse netto-uitstoot van 1,5 miljoen ton CO₂.¹² Gematigd bosherstel als model van natuurlijke regeneratie is een relatief goedkope strategie. Daarbij zijn er een aantal bijkomende voordelen waaronder het behoud van biodiversiteit, bescherming van stroomgebieden, natuurlijke soortendiversiteit, natuurlijke bodembescherming en weerbaarheid tegen ziekten en plagen. Dit maakt het een aantrekkelijke oplossing.

Potentiële impact in 2030



[Lees verder](#) op pagina 68 voor de technische onderbouwing.

Uitgelicht

Herstel van gematigde bossen in Gelderland

Gelderland is een bosrijke provincie maar een deel van deze bossen staan onder druk door o.a. schadelijke stikstofdeposities. In Gelderland is zo'n 10% van het bos gedegrademd, dit betreft circa 9.800 ha gematigd bos dat hersteld kan worden. Om het potentieel voor vastlegging van koolstofdioxide te realiseren is het van belang dat het herstelde bos wettelijk beschermd wordt en niet wordt herbestemd voor bijvoorbeeld houtkap.

¹¹ Volgens Project Drawdown bevatten gematigde bosbodems doorgaans ongeveer 100 ton koolstof per hectare.

¹² [Wederhoor bij uitzending 'Het beloofde bos' - Zembla](#)

Verbeterde rijstteelt	Komt een koe op het strand	Versnelde verwerking van mineralen
Gelaagde boslandbouw	Boerderijen op de oceaan	Industriële hennep

Uitgebreide toelichting Biochar

Biochar	CO2-eq reductie in 2030	CO2-eq vastlegging in 2030
Scenario 1 (conservatief): 8% van totaal adresseerbare markt	0,001 Mton (1.729.403 kg)	Biochar kan overige broeikasgasemissies in de bodem verminderen (hoewel deze impact als indirecte emissiereductie in deze analyse niet wordt meegenomen).
Scenario 2 (progressief): 16% van totaal adresseerbare markt	0,003 Mton (3.458.805 kg)	idem.
Handelingsperspectief	<ul style="list-style-type: none"> • Biomassa omzetten in houtskool als bodemverbeteraar • Biomassa omzetten naar energie (buiten scope van deze berekening) 	

Methode / ecologisch model

De vermeden emissies van biochar worden geschat op 0,95 ton CO₂-eq per ton grondstof²⁴. Dit weerspiegelt de hoeveelheid CO₂-eq dat is opgeslagen in de vorm van biochar, die anders zou zijn uitgestoten uit de biomassa als deze was verbrand of afgebroken. Dit cijfer is het resultaat van een globale meta-analyse door Project Drawdown²⁵.

Referentiekader

- Het referentiescenario (2018) is gesteld op 0% huidige toepassing (er wordt aangenomen dat er geen biochar wordt toegepast in de Provincie Gelderland).
- Totaal adresseerbare markt (TAM) voor biochar (niet gebruikte gewasresten en overige biomassa) is 30.000 ha²⁶ (areaal akker- en tuinbouw).

Scenario's

De effecten van de toegenomen adoptie van biochar in 2030 worden gegenereerd op basis van twee adoptie scenario's:

1. Scenario 1 (conservatief): adoptie is 8% van de totaal adresseerbare markt. Klimaatimpact is daarbij 8% vermeden emissies van de totale emissies herkomstig van gewasresten, geprojecteerd op het referentiejaar 2018 (21.617.534 kg co₂-eq, 8%= 1.729.403 kg per jaar) in 2030.

²⁴ PBL [Negatieve emissies - Technisch potentieel, realistisch potentieel en kosten voor Nederland](#)

²⁵ [Biochar Production](#)

²⁶ CBS Statline [StatLine - Landbouw: gewassen, dieren en grondgebruik naar hoofdbedrijfstype, regio](#)

2. Scenario 2 (progressief): adoptie is 16% van de totaal adresseerbare markt.
Klimaatimpact is daarbij 16% vermeden emissies van de totale emissies herkomstig van gewasresten, geprojecteerd op het referentiejaar 2018 (21.617.534 kg co₂-eq, 8%= 3.458.805 kg per jaar) in 2030.

Discussie

Ondanks dat het technisch potentieel van deze oplossing erg groot is, zijn er een aantal kanttekeningen voor grootschalige implementatie. Ten eerste de totale beschikbaarheid van biomassa. De aanname is dat de maximale beschikbare grondstof 50 procent is van de gewasresten die momenteel ongebruikt zijn, zonder dat er daarbij grondstof wordt geproduceerd. Dit maximum van 50% komt doordat gewasresten (resten die na de oogst van een gewas blijven liggen) ook worden gebruikt in andere Drawdown oplossingen zoals conserverende landbouw. Ook worden biomassa-grondstoffen gebruikt voor de productie van biomassa-energie, zonder dat er daarbij biomassa beschikbaar is voor biochar. Daarnaast is nog niet voldoende duidelijk wat de interactie is tussen biochar en stikstof, evenals de invloed van grootschalig gebruik van biochar op de ecologie van de bodem en de omliggende ecosystemen.²⁷

Dat maakt ook dat biochar zich in TRL (technology readiness level) 3 tot 6 bevindt.²⁸ Tot slot, gemiddeld wijst toepassing van biochar tot een oogst toename van 15% met het grootste effect zichtbaar op verzuurde en aangetaste grond. Ook leiden verschillende soorten biomassa tot verschillende soorten biochar met diverse eigenschappen. Onderzoek naar de ideale match tussen biochar-variëteit en grondsoort kan meer inzicht verschaffen in de toepassing van deze oplossing en daarmee de waarde verhogen.

²⁷ [Negatieve emissies - Technisch potentieel, realistisch potentieel en kosten voor Nederland](#)

²⁸ idem.

Toepassing oplossing

De biochar-industrie is nog jong.²⁹ De productie van biochar kan praktisch overal plaatsvinden: zowel in grote industriële machines als in kleine, eenvoudige ovens. Pyropower³⁰ is een Nederlandse organisatie die koffiedik gebruikt als input voor het produceren van biogas, warmte, biochar en rest oliën. Het gedroogde koffiedik kan vervolgens gebruikt worden door lokale circulaire biobased bedrijven die er weer producten van maken.

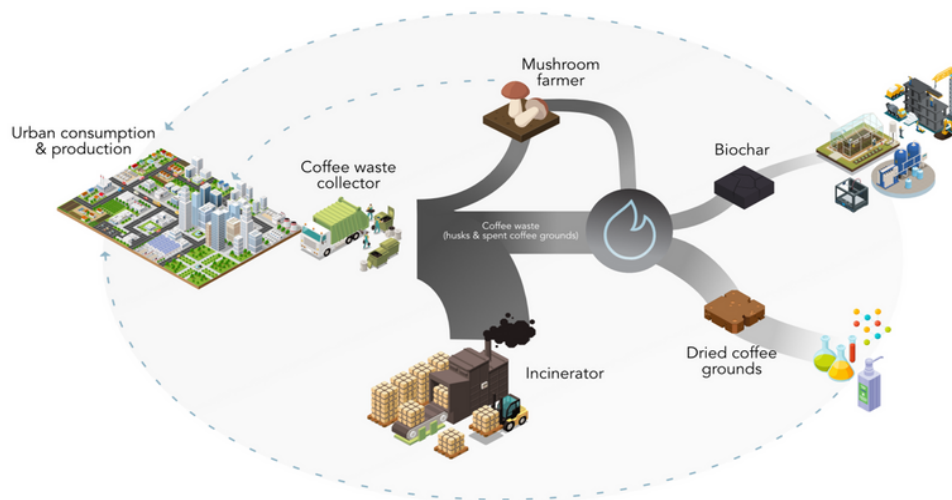


Foto: Van koffiedik to biochar³¹. Of bekijk [deze video](#) over hoe biochar naast het helpen van melkveeboeren, ook de verzakking van het Nederlandse veengebied kan tegengaan.

²⁹ [Wat is Biochar?](#)

³⁰ [Pyropower](#)

³¹ <https://www.pyropower.eu/netherlands>

Uitgebreide toelichting conserverende en regeneratieve landbouw

Conserverende landbouw, Regeneratieve landbouw	CO2-eq reductie in 2030	CO2-eq vastlegging in 2030
Scenario 1: Conservatieve implementatie: adoptiegraad van 0,36% per jaar	0,004 Mton (3.679.326 kg)	0,009 Mton (9.598.241 kg)
Scenario 2: Progressieve implementatie: adoptiegraad van 1,6% per jaar	0,03 Mton (27.862.079 kg)	0,07 Mton (72.683.683 kg)
Scenario 3: Progressieve implementatie inclusief halvering veestapel	1,3 Mton (1.346.379.894 kg)	0,07 Mton (72.683.683 kg)
Handelingsperspectief	Conserverende landbouw <ul style="list-style-type: none"> • Minimale bodemverstoring (geen grondbewerking (ploegen) of beperkte grondbewerking) • Permanente bodembedekking (bodembedekkers) • Gediversifieerde gewasrotaties Regeneratieve landbouw (Conserverende landbouw +) <ul style="list-style-type: none"> • Compost toepassing • Biologische productie Halveren van de veestapel (conserverende landbouw + halvering veestapel)	

Methode / ecologisch model

In deze analyse is de methodologie van conserverende landbouw en regeneratieve landbouw gecombineerd. Conserverende landbouw wordt gezien als een transitie technologie, die in de loop van de tijd overgaat in regeneratieve landbouw. Voor de omschakeling van conserverende landbouw naar regeneratieve jaarlijkse teelt is slechts één extra methode vereist (het toepassen van compost, biologische of biodynamische landbouw of gebruik van groenbemesters). De methode is afkomstig uit de technische samenvatting van Project Drawdown³².

- Het vastleggings percentage is 0,6 ton koolstof per hectare per jaar voor gematigde / boreaal-vochtige gebieden. Deze percentages zijn het resultaat van meta-analyse van 59 datapunten uit 40 bronnen in de Drawdown modellen. De emissiereductie percentages zijn identiek aan conserverende landbouw: 0,23 ton CO2-eq per hectare

³² [Conservation Agriculture & Regenerative Annual Cropping](#)

per jaar, gebaseerd op meta-analyse van 14 datapunten uit 7 bronnen van de Drawdown modellen.

- De huidige adoptie is gebaseerd op de wereldwijde adoptie percentages van biologische landbouw, met extra groei als gevolg van de omschakeling van landareaal van conserverende landbouw naar regeneratieve landbouw.
- De adoptie scenario's van conserverende landbouw en regeneratieve landbouw zijn met elkaar verbonden. Bij gebrek aan voldoende gegevens over regeneratieve landbouw in Nederland, maakt deze analyse gebruik van bevindingen uit de globale Drawdown-modellen voor conserverende landbouw. Hierin wordt uitgegaan van de huidige adoptiegraad van Zuid-Amerika, met een leercurve voor versnelde implementatie van 15% adoptie per jaar.

Referentiekader

- Referentiescenario is gelijk aan de huidige implementatie en bedraagt 3%³³ (= huidig biologisch gecertificeerd areaal in Gelderland respectievelijk 6750 ha)³⁴.
- Totaal adresseerbare markt: Het totale landoppervlak dat voor deze analyse mogelijk kan worden toegewezen aan conserverende landbouw en regeneratieve landbouw is hetzelfde: 30.000 hectare niet-gedegradeerd tuin- en akkerbouwland. Tevens is er een potentieel voor de 195.000 hectare dat momenteel gebruikt wordt als grasland en groenvoedergewassen.

Scenario's

De effecten van de toegenomen toepassing van conserverende en regeneratieve landbouw in de periode 2020-2030 worden gegenereerd op basis van drie adoptie scenario's:

1. Scenario 1 (conservatief): toepassing op 225.000 ha totaal oppervlak (implementatie op akker- en tuinbouw, en conversie van voedergewassen en grasland). Dit scenario projecteert een adoptie van 0,36% per jaar, waarbij per ha/ jaar een emissiereductie van 0,23 ton bestaat en een vastlegging van 0,6 ton per ha/jaar. Onder vastlegging van CO₂-eq in de bodem gaan stikstof en methaanemissies wel door, maar worden er ook CO₂-eq gebonden in organische stof in de bodem. Dit zorgt voor een netto reductie van emissies en daarom zijn de reductie en vastlegging beide tot emissiereductie meegerekend. In 2030 bedraagt het een totaal van 16.000 ha conserverende en

³³ [Biologische landbouw: arealen en veestapels, 2011-2019](#)

³⁴ [StatLine - Landbouw: gewassen, dieren en grondgebruik naar hoofdbedrijfstype, regio](#)

regeneratieve landbouw, verantwoordelijk voor 13.277 ton vermeden CO₂-eq emissies (totaal vastlegging en emissiereductie).

2. Scenario 2 (progressief): toepassing op 225.000 ha totaal oppervlak (implementatie op akker- en tuinbouw, en conversie van voedergewassen en grasland). Huidige implementatie bedraagt 3% (= huidig biologisch gecertificeerd areaal in Gelderland respectievelijk 6750 ha).³⁵ Dit scenario projecteert een adoptie van 1,6% per jaar, gelijk aan de huidige adoptie van regeneratieve landbouw in Zuid-Amerika. Tevens is er vanaf 2021 een leercurve van 15% relatieve groei per jaar meegerekend. Dit zorgt voor een totaal van 121.139 ha in 2030, meer dan de helft van alle beschikbare landbouwgrond in Gelderland toegewezen aan regeneratieve en conserverende landbouw en beweiding. Dit scenario is verantwoordelijk voor 100.546 ton vermeden CO₂-eq emissies in het jaar 2030 (totaal van vastlegging en emissiereductie) door het toepassen van regeneratieve en conserverende bodem praktijken.
3. Scenario 3 (progressief, plus halvering van veestapel): toepassing op 225.000 ha oppervlak (implementatie op akker- en tuinbouw, en conversie van voedergewassen en grasland). Dit scenario is verantwoordelijk voor de conversie van 47% van de landbouwgrond die nu in gebruik is voor vee en voedergewassen. Bij een krimp van 47% van de veestapel resulteert dit in een extra 1.217.972 ton vermeden CO₂-eq. Dit scenario biedt een opbrengstvergroting van 20% van de gewassen per ha en zorgt tevens voor een verbeterde waterberging, natuurherstel en andere positieve effecten op de natuurlijke omgeving.

Discussie

Er is een groeiende internationale beweging die zich richt op bodemgezondheid en koolstofvastlegging in jaarlijkse teeltsystemen. Gezien de huidige uitstoot van de landbouw en het grote potentieel voor vastlegging op akkerland is dit uiterst actueel. Wel verloopt de overgang van conventionele landbouw naar regeneratieve landbouw traag. Enkele focuspunten die relevant zijn in aanvulling op de ontwikkeling van regeneratieve landbouw:

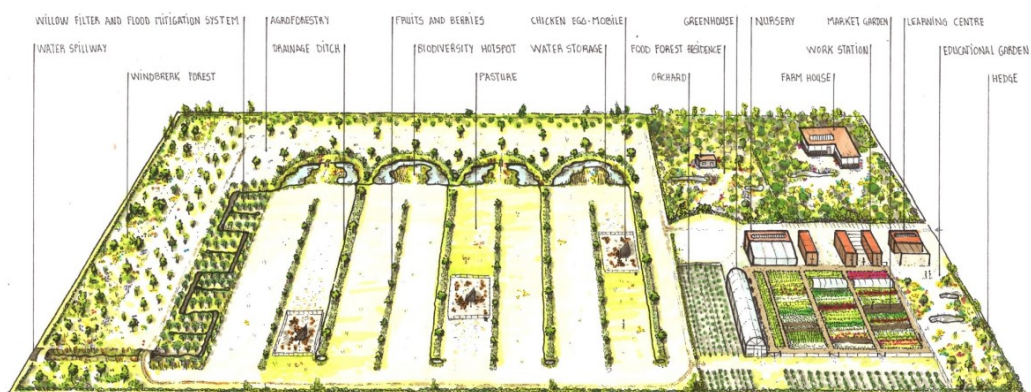
- Bewustzijn & focus op korte ketens en lokale afzetmarkt
- Bevorderen toegang tot land voor kleine / innovatieve boeren
- Bevorderen schaalverkleining
- Biodynamisch en regeneratief prefereren boven biologisch

³⁵ https://gelderland.stateninformatie.nl/document/9566321/1/Gelders_Klimaatplan_2021-2030

- Multidisciplinaire / multi-stakeholder versnellingsprocessen inzetten om de randvoorwaarden voor lokale waardeketens te laten ontstaan. Participatieve processen op basis van bijvoorbeeld theory U³⁶ kan als procesmodel vernieuwing en transformatie van de regio begeleiden.

Toepassing oplossing

Landbouw volgens conserverende- of regeneratieve principes krijgt steeds meer aandacht. Pioniers zoals de regeneratieve boerderij Bodemzicht in de provincie Gelderland passen de principes met succes toe en bieden andere boeren de mogelijkheid om meer te leren over deze klimaatoplossingen. Bekijk [deze video](#) van boerderij Bodemzicht.



Foto's: Regeneratieve boerderij Bodemzicht in de provincie Gelderland.³⁷

Inspiratie voor conserverende & regeneratieve landbouw

- [Hoe boeren en bossen kunnen helpen bij de opslag van CO₂](#)
- [De bomen keren terug in de landbouw](#) (Volkskrant)
- [Nederland is grote aanjager ontbossing](#) (NOS)
- [Samen voor grond](#) (MaatschapWij)

³⁶ [Over Theory U](#)

³⁷ [Bodemzicht: Home](#)

- [Enschedeese 'sojaboeren' willen landbouw lokaler en duurzamer maken](#) (Turbantia)
- [Kiss the Ground](#)

Uitgebreide toelichting nutriëntenbeheer

Nutriëntenbeheer	CO2-eq reductie in 2030	CO2-eq vastlegging in 2030
Scenario 1: Conservatieve implementatie	0,025 Mt (25.273.774 kg)	n.v.t.
Scenario 2: Progressieve implementatie	0,072 Mt (72.473.408 kg)	n.v.t.
Scenario 3: Progressieve implementatie inclusief weidemest door halvering veestapel	0,17 Mt (172.943.770 kg)	n.v.t.
Handelingsperspectief	<ul style="list-style-type: none"> • Het verminderen of in juiste verhouding toepassen van meststoffen op akkerland. • Een deel mest begin van het seizoen aanbrengen, tweede deel wanneer gewassen behoefte hebben aan stikstof. 	

Methode / ecologisch model

Het model van Drawdown wijst de huidige en verwachte adoptie van oplossingen toe aan de bossen, graslanden, en akkerlanden. In het geval van nutriëntenbeheer is al het akkerland aangenomen als geschikt en is er vastgesteld dat nutriëntenbeheer op het land kan plaatsvinden samen met andere geïmplementeerde oplossingen (bijvoorbeeld conserverende en regeneratieve landbouw). De verminderde emissies werken onafhankelijk van koolstofvastlegging en andere landoplossingen. Daarnaast zorgt een verhoogde inzet op nutriëntenbeheer door vermindering van het kunstmestverbruik voor een besparing op kosten. Emissiereductie is op basis van een meta-analyse door Project Drawdown³⁸ vastgesteld op 0,49 ton koolstofdioxide per hectare per jaar en 0,44 ton stikstof CO2-eq per hectare per jaar. Dit cijfer is het verschil tussen de huidige toepassing van nutriënten vergeleken met de oplossing nutriëntenbeheer.

³⁸ [Nutrient Management](#)

Referentiekader

- Referentiescenario: Bij gebrek aan gegevens over de huidige adoptie van nutriëntenbeheer, is dit cijfer gebaseerd op de huidige adoptie voor biologische landbouw (3% totaal oppervlak = 6.750ha)³⁹⁴⁰.
- Totaal adresseerbare markt: Toekomstige adoptie projecties voor nutriëntenbeheer gebruikten dezelfde scenario's als conserverende/ regeneratieve landbouw (opnieuw uitgaande van een verband tussen deze twee oplossingen), en beschikbare schattingen op regionaal en landelijk niveau. Het totale landoppervlak dat voor deze analyse mogelijk kan worden toegewezen aan nutriëntenbeheer is 30.000 ha niet-gedegradeerd tuin- en akkerbouwland. Tevens is er een potentieel voor de 195.000 hectare dat momenteel gebruikt wordt als grasland en groenvoedergewassen.

Scenario's

De effecten van de toegenomen adoptie van nutriëntenbeheer worden gegenereerd op basis van drie adoptie scenario's:

1. Scenario 1 (conservatief): 13% procent van het totale geschikte land, uitkomende op 27.176 hectare met een emissiereductie van 0,93 ton CO₂-eq per ha/ jaar. Dit levert in 2030 een reductie van 25.273 ton CO₂-eq op t.o.v. 2018. Dit vertegenwoordigd een 15% daling van de huidige emissies veroorzaakt door het aanwenden van kunstmest.
2. Scenario 2 (progressief): 75% in 2030 van het totale geschikte land dat niet reeds onder regeneratief beheer is. Omdat regeneratieve landbouw prioriteit is (het sluit al het gebruik van kunstmest en bepaalde toevoeging van dierlijk mest uit) blijft er in dit scenario nog 77.928 ha over met een emissiereductie van 0,93 ton CO₂-eq per ha/jaar. Dit levert in 2030 een reductie van 72473 ton CO₂-eq op t.o.v. 2018, een 42% daling van de huidige emissies veroorzaakt door het aanwenden van kunstmest.
3. In scenario 3 (progressief, incl. weidemest halvering veestapel): Hierbij wordt het scenario 2 niet alleen toegepast op kunstmest, maar op alle weidemest in combinatie met een verkleining van de veestapel. Hiermee wordt het reductiepotentieel factor 2,8 vermenigvuldigd (2,8 is de ratio kunstmest - natuurlijke mest). Dit scenario geeft een emissiereductie van 2.029.225 ton CO₂-eq in 2030.

³⁹ [Biologische landbouw: arealen en veestapels, 2011-2019](#)

⁴⁰ [StatLine - Landbouw: gewassen, dieren en grondgebruik naar hoofdbedrijfstype, regio](#)

Discussie

Bij deze oplossing gaat het vooral om het vermijden van uitstoot en niet om het vastleggen van koolstof. De voordelen voor het klimaat zijn daarom continu: de mogelijkheden om klimaatwinst te boeken komen in dit geval niet op een eindpunt; een afname van het gebruik van meststoffen beperkt de uitstoot permanent. Daarnaast bespaart het boeren geld en vermindert waterverontreiniging, biodiversiteitsverlies en bodem kwaliteitsverlies en voedingswaarde van landbouwproducten. Omdat het de uitstoot van krachtige broeikasgassen en tevens de uitstoot die gepaard gaat met het produceren van kunstmest (niet meegenomen in deze analyse) vermindert, is dit een duidelijke win-win-oplossing. Echter, de reflex is dat boeren weer meer mest gaan gebruiken om voor de afnemende gezondheid van de bodem te compenseren, terwijl dit in werkelijkheid een neerwaartse spiraal is. Nutriëntenbeheer is een tussenoplossing in de omschakeling naar vormen van landbouw waar synthetische kunstmest deels of geheel overbodig wordt. Deze studie kan worden verbeterd als er betere gegevens over de huidige toepassing van nutriëntenbeheer in Gelderland beschikbaar komen.

Uitgebreide toelichting plantenrijk dieet⁴¹

Plantenrijk dieet	CO2-eq reductie in 2030	CO2-eq vastlegging in 2030
Scenario 1: Conservatieve implementatie	0,675 Mt (675.470.473 kg)	n.v.t.
Scenario 2: Progressieve implementatie	1,126 Mt (1.125.784.122 kg)	n.v.t.
Handelingsperspectief	Stimuleren van een plantenrijk dieet onder de inwoners.	

Methode / ecologisch model

De adoptie scenario's in dit model groeien lineair in de tijd vanaf het referentiejaar 2018. Er is gekozen voor lineaire adoptie trends vanwege het gebrek aan gegevens per regio. Er is daarom gekozen om het plantenrijk dieet direct te verbinden aan Gelderse vleesconsumptie. De scenario's zijn ontwikkeld op basis van de modellen van Project Drawdown⁴².

Referentiekader

- Het referentiescenario (2018) is gesteld op 0% opname van een plantenrijk dieet. Niet zozeer omdat niemand plantaardig eet, maar voornamelijk omdat de huidige emissies vanuit de veestapel ongewijzigd blijven.
- Totaal adresseerbare markt voor een plantenrijk dieet wordt gedefinieerd als de totale vraag naar voedsel, gebaseerd op geschatte kilocalorieën die per jaar worden geleverd voor consumptie door de bevolking in Gelderland. De toekomstige consumptie wordt voorspeld met behulp van adoptiefactoren uit een meta-analyse van adoptiemodellen, die de verwachte veranderingen in het voedingspatroon weerspiegelen.

Scenario's

De effecten van de toegenomen toepassing van een plantenrijk dieet in 2030 worden gegenereerd op basis van twee adoptie scenario's:

- Conservatief scenario voorziet tussen 2020 en 2030 een afname van 30% verminderde vleesconsumptie door plantenrijke diëten. Dit heeft de potentie om 0,675 Mton CO2-eq emissies te voorkomen.

⁴¹ Plantenrijk dieet is breder gemodelleerd dan de andere oplossingen. Voor de productie van vlees en zuivel wordt in Nederland veevoer geïmporteerd. Voor de productie van veevoer vindt ontbossing plaats in de amazone. Volgens een rapport van het WWF draagt elke Nederlander gemiddeld bij aan 18 m2 ontbossing. Voor Gelderland zou dit gaan om een oppervlakte van ongeveer 370.000 hectare, dat is 72% van de totale Gelderse oppervlakte.

⁴² [Plant-Rich Diets](#)

- Progressief scenario voorziet tussen 2020 en 2030 een afname van 50% vleesconsumptie ten behoeve van plantenrijke diëten. Dit heeft de potentie om 1,126 Mton CO₂-eq emissies te voorkomen.

Discussie

Het laten groeien van plantenrijke diëten is evenzeer een uitdaging van communicatie en educatie als van beleid. Een van de meest fundamentele onderzoeksresultaten over dit onderwerp is dat gezondere diëten ook vaak emissiearme diëten zijn. Hoewel plantenrijke diëten niet noodzakelijk de meest emissiearme diëten zijn, vertegenwoordigen ze een aanzienlijke verbetering ten opzichte van de conventionele (Westerse) diëten. Dit stijgt nog harder bij regeneratieve of biodynamische voeding, waarbij de voedingswaarde per eenheid tot wel 320 keer zo hoog kan liggen dan niet-biologisch voedsel. Het zou een sterk marktmechanisme zijn om voedingswaarde te gaan meten en bij verkoop te vermelden. De overlap in gewenste resultaten (gezondere bevolking, lagere emissies) is een krachtig communicatie- en beleidsinstrument, vooral gezien het feit dat individuen eerder geneigd zijn gunstig te reageren op berichten die hun gezondheid beïnvloeden dan op berichten die relevant zijn voor hun milieu-impact.

Toepassing oplossing

Een plantenrijk dieet krijgt steeds meer aandacht. Gelderland heeft als doelstelling om het aandeel plantaardige eiwitten te laten stijgen naar 48%. En in Oost-Nederland zijn er ruim 60 bedrijven, organisaties en onderzoeksinstituten onderdeel van de oplossing door zich in te zetten voor meer plantaardige eiwitten in [‘The protein cluster’](#). Een klinkend voorbeeld is ‘the Dutch weed burger’ - een burger gemaakt uit zeewier. The Dutch weed burger refereert naar zeewier als ‘het groene goud’. Een oerplant vol met vitamines, mineralen, omega-3-6-9 vetzuren en vol met eiwitten, ijzer en calcium. Bezoek [deze website](#) om meer te leren over deze klimaatoplossing.



Uitgebreide toelichting voedselverspilling tegengaan

Voedselverspilling tegengaan	CO2-eq reductie in 2030	CO2-eq vastlegging in 2030
Scenario 1: Conservatief	0,02 Mt (20.309.625 kg)	n.v.t.
Scenario 2: Progressief	0,14 Mt (136.633.000 kg)	n.v.t.
Handelingsperspectief	Het minimaliseren van voedselverlies en -verspilling in alle stadia van productie, distributie, detailhandel en consumptie door: <ul style="list-style-type: none"> • Opslag- en transportsystemen te verbeteren • Bewustwording van het publiek te creëren en consumentengedrag te veranderen 	

Methode / ecologisch model

Alleen in de Gelderse huishoudens is naar schatting al 82.000 ton voedselverspilling per jaar.⁴³ De potentie voor minder voedselverspilling is gebaseerd op de totale vraag naar voedsel, gebaseerd op geschatte kilocalorieën die per jaar worden geleverd voor consumptie door de bevolking van Gelderland. Op basis van informatie van het voedingscentrum is voedselverspilling door consumenten in Nederland verantwoordelijk voor ongeveer 131 kilogram koolstofdioxide per persoon/jaar (en 28% van het landgebruik per jaar). Dit komt neer op 0,27 Mton CO2-eq per jaar (bij 2.086.000 inwoners).⁴⁴ Deze oplossing en de methode voor tegengaan van voedselverspilling is afkomstig van Project Drawdown⁴⁵.

Referentiekader

- Referentiescenario: In het referentiescenario gaan we uit van 28% voedselverspilling t.o.v. de productie per jaar.
- Totaal adresseerbare markt: De Gelderse markt voor minder voedselverspilling wordt gedefinieerd als de totale vraag naar voedsel, gebaseerd op geschatte kilocalorieën die per jaar worden geleverd voor consumptie door de bevolking van Gelderland. De emissies van de voedselverspilling in Gelderland zijn niet gemodelleerd omdat deze naar waarschijnlijkheid toegerekend worden aan compostering en afvalverwerking. Op basis

⁴³ [provincie Gelderland](#).

⁴⁴ [Voedselverspilling](#)

⁴⁵ [Reduced Food Waste](#)

van informatie van het voedingscentrum is een berekening gemaakt die neerkomt op 0,27 Mton CO₂-eq per jaar bij 2.086.000 inwoners.⁴⁶

Scenario's

Voor minder voedselverspilling zijn twee indicatieve scenario's ontwikkeld:

- Scenario 1 (conservatief): In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat in 2050 het voedselverlies en -verspilling met 50 procent zal worden verminderd, verantwoordelijk voor 0,02 Mton CO₂-eq per jaar uit vermeden landbouwproductie, op basis van een eerdere analyse voor de Provincie Gelderland (2019).
- Scenario 2 (progressief): In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat in 2030 het voedselverlies en -verspilling met 50 procent zal worden verminderd, verantwoordelijk voor 0,14 Mton CO₂-eq per jaar uit vermeden landbouwproductie, op basis van een eerdere analyse voor de Provincie Gelderland (2019).

Discussie

Er moeten meetinstrumenten voor voedselverlies en -afval worden ontwikkeld om de meting en rapportage te standaardiseren. Daarbij zullen niet alleen streefcijfers voor de vermindering van voedselverspilling op landenniveau moeten worden vastgesteld, maar ook op bedrijfs-, leveranciers- en consumentenniveau. Stimulansen voor afvalvermindering moeten worden ontworpen en gegeven om gedragsverandering te beïnvloeden. Het verminderen van voedselverspilling is een groot fysiek probleem. Maar het heeft wijdverbreide voordelen voor de economie, het milieu, de samenleving en de menselijke gezondheid. Het reduceren van voedselverspilling zorgt voor een lagere vraag naar landbouwgrond, dit biedt ruimte voor ecosysteem bescherming en andere initiatieven.

Toepassing oplossing

Versillende partijen zijn al bezig met het tegengaan van voedselverspilling. Denk aan [Too Good To Go](#) die al 7.544.198 maaltijden gered hebben door het van de ondernemers door te verkopen aan de consument. Een ander voorbeeld is [instock](#) een bedrijf dat beschadigde of anders gevormde groenten overneemt van boeren en ze doorverkoopt aan restaurants.



⁴⁶ [Voedselverspilling](#)

Uitgebreide toelichting bosbeweiding

Bosbeweiding	CO2-eq reductie in 2030	CO2-eq vastlegging in 2030
Scenario 1: Conservatieve implementatie	0,25 Mt (246.359.368 kg)	0,052 Mt (52.661.880 kg)
Scenario 2: Progressieve implementatie	0,99 (985.437.474 kg)	0,21 Mt (210.647.520 kg)
Handelingsperspectief	Diversifieer weidegrond met veedieren, bomen, houtopstand en andere bosproducten en planten die als voedsel voor dieren kunnen dienen.	

Methode / ecologisch model

De oplossing bosbeweiding heeft de potentie om 2,7 ton koolstof per hectare per jaar vast te leggen. Dit is het resultaat van een globale meta-analyse van Project Drawdown⁴⁷. Bij bosbeweiding gaat de uitstoot van de broeikasgassen methaan en stikstof door, maar deze wordt ruimschoots gecompenseerd door koolstofvastlegging. Drawdown gaat uit van de conservatieve aanname dat emissies niet veranderen bij de omschakeling van conventionele naar bosbeweiding. Er is een significante netto kostenbesparing door de vermindering van inputkosten en de relatieve opbrengst van vee stijgt significant.

Referentiekader

- Referentiescenario: Bij gebrek aan beschikbare gegevens over huidige toepassing van bosbeweiding in Gelderland en over toekomstige projecties, is Drawdown's toekomstige adoptie gebaseerd op lineaire projecties van huidige wereldwijde gegevens over het overgaan op bosbeweiding.
- Totaal adresseerbare markt: Het totale beschikbare land wordt berekend op 195.000 ha en bestaat uit niet-gedegradeerd grasland met minimale of matige hellingen in Nederlands klimaat.

Scenario's

- Scenario 1 (conservatief): 10% allocatie van het totale geschikte land. Hiermee wordt 19.500 hectare gealloceerd tot 2030. Dit zorgt voor een vastlegging van 52.661 ton koolstof. Naast vastlegging heeft dit scenario een relatieve reductie van de uitstoot van

⁴⁷ [Silvopasture](#)

de hoeveelheid vee gealloceerd op deze grond van 246.359 ton CO₂-eq door vermeden uitstoot afkomstig van mest, fermentatie, grondbewerking en landbouwbodems.

- Scenario 2 (progressief): 40% allocatie van het totale geschikte land, hiermee wordt 78.018 hectare gealloceerd tot 2030. Dit zorgt voor een vastlegging van 210.657 ton koolstof. Naast vastlegging heeft dit scenario een relatieve reductie van de uitstoot van de hoeveelheid vee gealloceerd op deze grond van 985.437 ton CO₂-eq door vermeden uitstoot herkomstig van mest, fermentatie, grondbewerking en landbouwbodems.

Discussie

Hoewel de voordelen van landbouw op bosweiden duidelijk zijn, staan praktische en culturele factoren de invoering op grotere schaal in de weg. De overtuiging dat in het weiland voor bomen geen plaats is, blijkt een belangrijke barrière. Bomen zouden de groei van voedergewassen belemmeren in plaats van bevorderen. Boomloze weiden zijn de norm. Om bosbeweiding vooruit te helpen, moeten de voordelen zichtbaar zijn en is een positieve (onderlinge) dialoog tussen boeren noodzakelijk.

De provincie kan helpen om economische obstakels te verminderen door leningen of subsidies te verstrekken voor de omschakeling naar bosbeweiding – leningen die reguliere banken doorgaans niet aanbieden (garanties dat het niet minder oplevert, indien meer of zelfde dan ook niet nodig). Beloning voor de ecosysteemdiensten die bosweides leveren, zoals het bevorderen van de biodiversiteit, helpen boeren de economische voordelen te zien. Naarmate de effecten van de opwarming van de aarde sterker worden (droge zomers, natte winters) worden bosweiden aantrekkelijker, omdat ze boeren en vee helpen zich te wapenen tegen de gevolgen van onvoorspelbaar weer. Bomen bieden beschutting, creëren een koeler microklimaat en verbeteren het waterhoudend vermogen van de bodem. Zo zorgt bosbeweiding voor een win-winsituatie: het verlaagt de uitstoot van broeikasgassen binnen de landbouw - een van de meest vervuilende industrieën ter wereld - en beschermt tegelijkertijd tegen veranderingen die er onvermijdelijk aankomen.

Uitgebreide toelichting teelt tussen bomen, meerjarige gewassen, teelt in weiland

Teelt tussen bomen, meerjarige gewassen en teelt in het weiland	CO2-eq reductie in 2030	CO2-eq vastlegging in 2030
Scenario 1: Conservatieve implementatie (incl vastlegging)	0,0012 Mton (1.200.000 kg)	0,0051 Mt (5.100.000 kg)
Scenario 2: Progressieve implementatie	0,0042 Mton (4.200.000 kg)	0,018 Mt (17.850.000 kg)
Handelingsperspectief	<ul style="list-style-type: none"> • Tegelijkertijd bomen laten groeien samen met eenjarige gewassen in een bepaald gebied zodat koolstof wordt vastgehouden in de bodem en bovengrondse biomassa. • Bomen gebruiken om de jaarlijkse productie van gewassen te ondersteunen of als beschermingsystemen tegen erosie, overstromingen of windschade. 	

Methode / ecologisch model

Dit is een combinatie van een oplossing en twee innovaties. De combinatie van deze oplossing en innovaties is van toepassing op het aantal beschikbare hectares voor akkerbouw. Hiervan is vervolgens weer een aandeel genomen waar teelt tussen bomen⁴⁸, meerjarige gewassen⁴⁹ en teelt in het weiland kunnen plaatsvinden⁵⁰. Voor de uitwerking van de scenario's is een gemiddelde uit verschillende Project Drawdown modellen genomen.

Individuele studies voor de effecten van deze oplossingen zijn zeldzaam, aangezien het doorgaans wordt beschouwd als onderdeel van een "agroforestry" -oplossing. Toch schatten verschillende onderzoeken gelieerd aan Drawdown een bereik tussen 0,40 - 1,55 ton koolstofdioxide per ha/jaar voor boomteeltsystemen. Voor het gematigde Nederlandse klimaat houden wij een conservatieve schatting van 0,40 ton per ha aan. Het vastleggingspercentage voor teelt tussen bomen is vastgesteld op 1,7 ton koolstof per hectare per jaar, gebaseerd op een globale meta-analyse van Project Drawdown.

⁴⁸ [Tree Intercropping](#)

⁴⁹ [Perennial Staple Crops](#)

⁵⁰ [Tree Plantations \(on Degraded Land\)](#)

Referentiekader

- Referentiescenario: de huidige adoptie is onbekend, omdat dit twee innovaties betreft die nog niet op grote schaal zijn toegepast. Daarom is het referentiescenario gesteld op 0%.
- Totaal adresseerbare markt: het totale beschikbare land voor het tussen planten van bomen is 30.000 ha gedegradeerde en niet-gedegradeerde akkerland.

Scenario's

De effecten van de toegenomen adoptie van boomteelt tussen 2020-2030 is gegenereerd op basis van twee adoptie scenario's, die werden beoordeeld in vergelijking met een referentiescenario van geen adoptie.

- Scenario 1 (conservatief): op 10% van de ha tussen bomen wordt gekweekt. Dit geeft bij 3.000 ha een reductiepotentieel van 1200 ton CO₂-equivalent en een vastlegging potentieel van 5.100 ton CO₂-eq.
- Scenario 2 (progressief): op 35% van de beschikbare ha tussen bomen wordt gekweekt. Dit geeft bij 10.500 ha een reductiepotentieel van 4.200 ton CO₂-eq en een vastlegging potentieel van 17.850 ton CO₂-eq.

Discussie

Bij de in het model gehanteerde percentages wordt uitgegaan van boomteelt met jaarlijkse bijteelt. Het combineren van boomteelt met klimaatvriendelijke methoden zoals natuurinclusieve landbouw kan leiden tot hogere vastlegging percentages dan beide praktijken alleen. Dit is een belangrijk gebied voor toekomstig onderzoek. Teelt tussen bomen combineert de opslag kracht van bomen met het vermogen om door te gaan met het produceren van de jaarlijkse gewassen waarvan ons voedselsysteem afhankelijk is.

Uitgebreide toelichting Bosaanplant

Bosaanplant	CO2-eq reductie in 2030	CO2-eq vastlegging in 2030
Scenario 1: Referenties	n.v.t.	0,0069 Mt (6.930.000 kg)
Scenario 2: Conservatieve implementatie	n.v.t.	0,033 Mt (33.000.000 kg)
Scenario 3: Progressieve implementatie	n.v.t.	0,066 Mt (66.000.000 kg)
Handelingsperspectief	Het planten van bomen op gedegradeerde gronden	

Methode / ecologisch model

De vastlegging graad van bosaanplant is 3,3 ton koolstof per ha/jaar, gebaseerd op een meta-analyse van Project Drawdown op basis van 29 datapunten uit 13 bronnen. De aanplant van nieuwe bomen op gedegraderd land heeft een gemiddelde levensduur van 26 jaar. Aangenomen wordt dat alle opgeslagen koolstof bij de oogst opnieuw wordt uitgestoten, behalve de koolstof die is opgeslagen in hout voor bijvoorbeeld houtbouw of andere doeleinden⁵¹.

Referentiekader

- Het referentiescenario: Provincie Gelderland wil de komende tien jaar 1.700 ha nieuw bos aanplanten en daarnaast nog eens 1 miljoen bomen planten in het landelijk gebied.⁵² Samen komt dat overeen met ongeveer 2100 hectare aan nieuw aangeplante ruimte voor bomen (+/- 2500 bomen per hectare).
- De totaal adresseerbare markt, het totale gebied dat is toegewezen voor bosaanplant, bestaat uit 26.564 hectare niet-cultuurgrond met een landbouwbestemming, en een deel van de 115.427 ha natuurgrond.

Scenario's

Voor de oplossing bosaanplant in de periode tot 2030 zijn er drie adoptie scenario's geschetst:

- Scenario 1: Het referentiescenario, zoals hierboven beschreven.

⁵¹ [Forest Protection](#)

⁵² [Uitvoeringsprogramma Bomen en bos](#)

- Scenario 2 (conservatief): hier gaat de provincie Gelderland uit van 10.000 hectare ruimte voor bosaanplant en aanplant van bomen in stedelijk gebied.
- Scenario 3 (progressief): hier wordt het aantal hectare bomen uit het klimaatplan behaald en blijft er nog 16.564 hectare niet-cultuurgrond met landbouwbestemming over. 60% max. ruimte voor aanplant van extra bos en bomen. Dit zorgt voor ± 10.000 hectare bomen (25 miljoen extra bomen).

Discussie

In de landelijke bossenstrategie, als een onderdeel van het Klimaatakkoord, wordt beschreven hoe er in Nederland door het Rijk en de provincies het komende decennia 10% extra bomen en bos aangeplant wordt. In een provincie met het hoogste percentage bomen in Nederland, vertegenwoordigt koolstofopslag door bomen een belangrijk onderdeel van het landgebruik. Bosaanplant kan naast koolstofvastlegging ook zorgen voor productiehout en kan het de druk op intacte bossen helpen verminderen. Dit sluit ook aan op de doelstelling om in Gelderland een deel van het huidige productiebos omvormen tot natuurbos en daarmee het aantal hectare natuurbos van 39% naar tenminste 49% te verhogen. Dit gaat niet ten koste van oogst hout omdat revitalisering van productiebossen meer oogst hout oplevert. Daarbij wordt de biodiversiteit hier wel mee verhoogd.⁵³ Er dient er goed gekeken te worden waar bomen worden aangeplant, omdat dit impact kan hebben op andere type natuurontwikkelingen. Bomen kunnen bijvoorbeeld een verdrogend effect hebben, waardoor andere natuur wordt geschaad.

Aangenomen wordt dat al het land in deze oplossing wettelijk beschermd is tegen ontbossing, zodat het niet opnieuw wordt gekapt of aangetast. Hoewel het geen 'ei van columbus' is en andere boomgerelateerde oplossingen prioriteit hebben, is het een essentieel onderdeel van de portfolio klimaatmaatregelen.

⁵³ [Uitvoeringsprogramma Bomen en bos](#)

Uitgebreide toelichting herstel van gematigde bossen

Herstel van gematigde bossen	CO2-eq reductie in 2030	CO2-eq vastlegging in 2030
Scenario 1: Conservatief	n.v.t.	0,013 Mt (13.230.000 kg)
Scenario 2: Progressief	n.v.t.	0,026 Mt (26.460.000 kg)
Handelingsperspectief	Herstellen van gematigd of gedegradeerd bos	

Methode / ecologisch model

- Gematigde bossen kunnen 2,7 ton koolstof per hectare per jaar vastleggen. Dit is een cijfer op basis van meta-analyse van Project Drawdown van 20 gegevenspunten uit 9 bronnen.
- In deze studie zijn geen effecten van albedo door bosgroei in gematigde en boreale klimaten meegenomen, die vastlegging aanzienlijk kunnen compenseren⁵⁴.

Referentiekader

Tweederde van het bos in Nederland is gedegradeerd, voornamelijk bos op zandgronden. Dit geldt voor ongeveer 10% van het beboste gebied in Gelderland.⁵⁵ Het totale gebied dat is toegewezen voor herstel van gematigde bossen bedraagt 98.000 hectare, bestaande uit gematigde bossen. Daarmee is het maximale te herstellen gebied aan gematigd bos 9.800 ha (10%).

Scenario's

De gevolgen van de toegenomen adoptie van herstel van gematigd bos in de periode 2020-2050 werden gegenereerd op basis van twee adoptie scenario's.

- Scenario 1 (conservatief): Analyse van de scenario's volgens de meest conservatieve benadering levert het herstel op van 4.900 ha gematigd gedegradeerd bos voor 2030.
- Scenario 2 (progressief): Gebaseerd op de meest agressieve adoptie benadering met een maximale adoptie in 2030 of later, levert dit scenario het herstel op van 9.800 hectare gedegradeerd gematigd land.

⁵⁴ [Temperate Forest Restoration](#)

⁵⁵ [Download 'Uitwerking ambities en doelen landelijke Bossenstrategie en beleidsagenda 2030' PDF document | 60 pagina's | 14.1 MB Kamerstuk | 18-11-2020](#)

Discussie

Het herstel van gematigd bos is een oplossing met de hoogste prioriteit voor gedegradeerd bosgebied, gezien het indrukwekkende potentieel voor vastlegging en talrijke bijkomende voordelen. Aangenomen wordt dat deze nieuwe bossen wettelijk beschermd zullen worden, zodat herbesteding (voor bijvoorbeeld houtkap) voorkomen wordt in de toekomst.

Zoals ook beschreven in het Uitvoeringsprogramma Bomen en Bos, gepubliceerd in december 2020, zorgen stikstofdepositie, verdroging en klimaatverandering er o.a. voor dat de vitaliteit en diversiteit van de Gelderse bossen onder druk staat.⁵⁶ Voor een gezond ecosysteem zijn harde maatregelen in stikstof beheer en watermanagement nodig. Hervorming van het huidige boeren model hervormen (middels eerder genoemde land-oplossingen) en daarbij de stikstofuitstoot sterk inperken, hebben directe gunstige effecten op de bodemgezondheid en biodiversiteit van de natuurgebieden.

⁵⁶ [Uitvoeringsprogramma Bomen en bos](#)