

B2 E11B Landbouwbodems, emissiereductie lachgas en verhoging koolstofvastlegging

Reductie lachgasemissie

Samenvatting

De lachgasemissie is nog een relatief onbekend gebied. De focus zou daarom moeten liggen op het wegnemen van de grootste kennisleemtes:

- fundamenteel inzicht van de dynamiek in de bodem t.a.v. stikstofgebruik en de productie van lachgas in relatie tot omgevingsfactoren, zoals het weer, grondsoort, gewas en meststof-type,
- Vaststellen van emissies van lachgas bij bemesting met verschillende typen meststoffen en bemestingsstrategieën.

Dit leent zich met name voor publieke financiering.

Daarnaast kan er voor de kortere termijn al gewerkt worden aan maatregelen. De volgende kennisacties zijn hiervoor het belangrijkste:

- Een nieuwe generatie bemestingsproducten (zowel kunstmest als producten uit mestbewerking),
- Kennisverspreiding rondom betere bemesting (4R strategie, right time, right place, right quantity and right type).

Deze acties lenen zich voor publiek-private samenwerking.

Inleiding

Doelstelling van MMIP B2 E11B is om de broeikasgasemissies in de sector landbouw en landgebruik maximaal te verminderen. De algemene doelstellingen zoals geformuleerd in KIA is een (reductie van 49% in 2030 en 80% tot 95% in 2050) worden daarbij ook voor deze sector gehanteerd. In dit MMIP is het doel om de emissie van lachgas (N₂O) uit de bodem te beperken. Lachgas is een sterk broeikasgas; de Global Warming Potential (GWP) van N₂O is 265 hoger dan die van CO₂ op een tijdschaal van 100 jaar (IPCC 2013). De concentratie van N₂O is echter veel lager (ongeveer een factor 1000) dan CO₂, waardoor het totale broeikaseffect van CO₂ groter is (64% van het broeikasgaseffect) dan van N₂O (6% van totaal).

Wat beoogt het MMIP

Doelstelling MMIP

In het klimaatkkoord is een reductiedoelstelling van lachgasemissie aangegeven van 0,3 Mton reductie in lachgasemissie in 2050.

Stand van zaken

Nederland hanteert een methode met landenspecifieke emissiefactoren om de N₂O-emissie uit de landbouwgronden te berekenen; deze methode is opgenomen in het NEMA-model (National Emission Model Agriculture; (Bruggen et al. 2018¹; Lagerwerf et al. 2019²). De N₂O-emissie uit de landbouw heeft aandeel van 3,1% van de totale broeikasgasemissie in Nederland (Coenen et al. 2017³); hiervan is 90% afkomstig van landbouwgronden.

Er is veel inzicht in de factoren die een rol spelen bij N₂O-emissie, zie bijvoorbeeld de literatuurstudie van Velthof en Rietra (2018).⁴ De zogenaamde 4R-strategie om de benutting van nutriënten uit meststoffen te verhogen, kan ook leiden tot een lagere N₂O-emissie, namelijk N-toediening met het juiste type, juiste hoeveelheid, juiste tijdstip en juiste plaats (right type, right amount, right time, and right place).

Het is belangrijk om meer inzicht te hebben in de effecten van organische stof in landbouwgronden op N₂O-emissie, omdat N₂O-emissie de effectiviteit van koolstofopslag als mitigatieoptie kan verlagen of op langere termijn mogelijk zelfs teniet doen. Twee mechanismen spelen hierbij een rol: i) gemakkelijke afbreekbare organische stof is een energiebron voor denitrificerende (lachgas producerende) bacteriën en ii) afbraak van organische stof leidt tot verhoogde zuurstofconsumptie en daardoor kan de N₂O-productie bij nitrificatie en denitrificatie toenemen. Sommige organische meststoffen, met name dierlijke mest, bevatten gemakkelijk afbreekbare organische stof die tijdelijk kan leiden tot een hoge N₂O-emissie. Nederlandse landbouwgronden hebben een relatief hoog gehalte aan organische stof ten opzichte van veel andere landen, door de hoge toediening van dierlijke mest en de hoge gewasopbrengsten. Het is niet bekend wat het effect is van extra toevoer van organische stof aan landbouwgronden in Nederland op N₂O-emissie.

Er is onderzoek nodig om de effecten van maatregelen op lachgasemissie te kwantificeren onder verschillende omstandigheden (gewas, bodem etc.) en de resultaten (“emissiefactoren”) te implementeren in de Nederlandse monitoringsmethodiek NEMA. Dit laatste is belangrijk om de reductie in lachgasemissies te kunnen rapporteren aan de UNFCCC.

¹ Bruggen, Cv, Bannink, A, Groenestein, CM, Huijsmans, JFM, Luesink, HH, Sluis, SMvd, Velthof, GL, Vonk, J (2018) 'Emissies naar lucht uit de landbouw in 2016 : berekeningen met het model NEMA.' (Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu: Wageningen)

² Lagerwerf, L.A., A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der Kolk, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2019). Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands. Calculations of CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, NMVOC, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ with the National Emission Model for Agriculture (NEMA) – update 2019. Wageningen, The Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment. WOt-technical report 148. 215 p.

³ Coenen, P, van der Maas, CWM, Zijlema, PJ, Arets, E, Baas, K, van den Berghe, A, van Huis, EP, Geilenkirchen, G, Hoogsteen, M, Spijker, J, te Molder, R, Dröge, R, Montfoort, JA, Peek, CJ, Vonk, J, Oude Voshaar, S, Dellaert, S, 2017. Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990-2015 : National Inventory Report 2017. Emissies van broeikasgassen tussen 1990 en 2015.

⁴ G.L. Velthof and R.P.J.J. Rietra, 2018. Nitrous oxide emission from agricultural soils Wageningen, Wageningen Environmental Research, Report 2921.

Lachgas is een stikstofverbinding en daardoor zijn er raakvlakken met het mest-, ammoniak-, nitraat- en fosfaatbeleid. Maatregelen in deze beleidsterreinen kunnen de reductie van lachgasemissie versterken, maar er kunnen ook maatregelen worden genomen in dit beleid die leiden tot verhoging lachgasemissie. De lachgasemissie uit landbouwgronden is sinds 1995 met 33% gedaald, omdat de stikstofaanvoer via meststoffen is gedaald onder invloed van het mestbeleid (Velthof et al., 2017⁵).

Deze trend is gestagneerd. Op dit moment worden er geen maatregelen genomen in de landbouw in Nederland die zich specifiek richten op vermindering lachgasemissie.

Deelprogramma's en fasering

Lopend of recent afgesloten projecten en programma's

Er is geen lopend of recent (na 2010) afgesloten onderzoek naar lachgasemissie uit minerale landbouwgronden. Recentelijk is wel onderzoek gestart naar effecten onderwaterdrainage op lachgasemissie uit veengronden. Verder ligt er op dit moment (eind mei 2019) een voorstel bij LNV op tafel om in het kader van het programma Slim Landgebruik (Klimaatenvolp) de effecten op lachgasemissie van maatregelen om koolstof in bodem op te slaan experimenteel vast te stellen (onder andere in pilots en proeven). Het gaat hierbij onder andere om beheer van gewasresten, scheuren van grasland, leeftijd van grasland, grondbewerking en type meststof (onder andere kunstmest versus soorten (bewerkte) dierlijke mest). Hierbij zal deels worden aangesloten bij het onderzoek 6e Actieprogramma Nitraatrichtlijn, gefinancierd uit de enveloppe Natuur en Waterkwaliteit. Het is nog niet bekend welke project door LNV gegund gaan worden. Met budget uit de Klimaatenvolp 2018 is door Wageningen Research nieuwe meetapparatuur gekocht om lachgasemissie te bepalen. Deze wordt momenteel getest in labproeven en het hierboven genoemde onderzoek naar onderwaterdrainage.

⁵ Velthof, G.L.; Koeijer, T.; Schröder, J.J.; Timmerman, M.; Hooijboer, A.; Rozemeijer, J.; Bruggen, C. van; Groenendijk, P. Effecten van het mestbeleid op landbouw en milieu : Beantwoording van de ec-postvragen in het kader van de evaluatie van de meststoffenwet. Wageningen Environmental Research (Wageningen Environmental Research rapport 2782)

Kennis- en innovatieopgaven

Deelprogramma	Onderzoeksfase	Ontwikkelfase	Demonstratiefase	Implementatiefase
Emissiereductie in bodem en landgebruik in de landbouw				
Vermindering N ₂ O emissies landbouwbodem en bemesting	<p>- fundamenteel inzicht van de dynamiek in de bodem t.a.v. stikstofgebruik en de productie van lachgas in relatie tot omgevingsfactoren, zoals het weer, grondsoort, gewas en meststof</p> <p>- een nieuwe generatie bemestingsproducten (zowel kunstmest als producten uit mestbewerking)</p> <p>- Ontkoppelen C, N zodat hogere bodem-C niet leidt tot hogere N emissie</p>	<p>- Technieken voor precisielandbouw gericht op adequate bemesting (type meststoffen, eventueel met remstoffen)</p> <p>- Onderzoek naar de relatie tussen organische stof en lachgasemissie en strategieën om koolstofopslag te stimuleren zonder toename lachgasemissie</p> <p>- Vaststellen van emissies van lachgas bij bemesting met verschillende typen meststoffen en bemestingstrategieën</p>	<p>-Toepassing precisiebemesting</p> <p>- Toepassing verbeterde en/of meer geschikte meststoffen</p> <p>- Kennisverspreiding rondom betere bemesting (4R strategie, right time, right place, right quantity and right type)</p>	<p>-Gebruik meststoffenwet om maatregelen om lachgasemissies te beperken te stimuleren</p> <p>-Bemestingsadviezen voor strategieën voor bemesting met minimale lachgasemissie. De LTO-commissies bemesting akkerbouw en grasland zouden hierbij een rol kunnen spelen</p> <p>-Advisering aan erfbetreiders die voorlichting over meststoffen/bemestingsadviezen geven over reductie lachgasemissie</p> <p>-Registratie van maatregelen (bijvoorbeeld in de Landbouwtelling) zodat de effecten op lachgas kunnen worden gekwantificeerd in NEMA en gerapporteerd aan UNFCC</p>

Positionering MMIP

Randvoorwaarden/beleid

Veel van de maatregelen om lachgasemissie te beperken zijn bemestingsmaatregelen, waarbij de 4R strategie belangrijk is. Een belangrijke randvoorwaarde is daarom het mest- en ammoniakbeleid met bemestingsnormen en middelvoorschriften met betrekking tot bemesting. Hierbij kan het mest- en ammoniakbeleid ook worden gebruikt om bepaalde maatregelen om lachgasemissie te beperken te stimuleren, omdat veel van de maatregelen die leiden tot minder lachgasemissie ook leiden tot minder nitraatuitspoeling en/of ammoniakemissie.

Samenhang van de deelprogramma's binnen het MMIP

De reductie van lachgasemissie uit bodems en landgebruik is onderdeel van MMIP 11. Dit MMIP is ingedeeld in twee lijnen:

- emissiereductie in bodem en landgebruik (lachgas en veenweide)
- emissiereductie veehouderij (pensfermentatie en mestopslagen)

Er ligt een link met de emissiereductie in de veehouderij, omdat rantsoensamenstelling en type mestopslag (dit zijn maatregelen om methaanemissie te beperken) een effect hebben op de mestsamenstelling en daarmee op de emissie van lachgas en de potentie om koolstof op te slaan. Anderzijds kunnen maatregelen om N₂O-emissie te beperken (zoals

bemestingsmaatregelen), ook een effect hebben op de samenstelling van het voer en daarmee de emissies uit veehouderij.

Samenwerking en samenhang

Zoals hierboven aangegeven is er samenwerking nodig is met de activiteiten om emissies uit de veehouderij te reduceren, omdat rantsoensamenstelling en type mestopslag (dit zijn maatregelen om methaanemissie te beperken) een effect hebben op de mestsamenstelling en daarmee op de emissie van lachgas en de potentie om koolstof op te slaan. Anderzijds kunnen maatregelen om N₂O-emissie te beperken (zoals bemestingsmaatregelen), ook een effect hebben op de samenstelling van het voer en daarmee de emissies uit veehouderij. De trajecten voor emissiereductie veehouderij en bodem en landgebruik moeten daarom integraal worden beschouwd – zoals ook verwoord in het Klimaatakkoord.

De nationale monitoring van de niet-CO₂-broeikasgasemissies (N₂O en CH₄) vindt plaats met behulp van het model NEMA. Hierin vindt een integratie plaats van de emissies uit verschillende landbouwsectoren (akkerbouw, melkveehouderij, varkenshouderij etc.). Er moet wel aandacht worden besteed aan de onderbouwing van emissiefactoren bij het nemen van nieuwe maatregelen en relaties tussen verschillende onderdelen van het landbouwsysteem (stallen, mestopslagen, mesttoediening, gewasopbrengst- en kwaliteit).

Stakeholders/actoren - samenwerking

Belangrijke partners zijn vertegenwoordigers van de landbouwsector (LTO, NMV, NAV, etc.) en landbouwvoorlichting, omdat veel van de maatregelen zijn gericht op nutriëntenmanagement (efficiënter bemesten).

Partners uit de kunstmestindustrie (bijvoorbeeld OCI, Yara, ...), landbouwtechnologie (precisiebemesting, sensoren; bv. John Deere, Veenhuis, Vlastuin, Eijkelkamp), en mestverwerking (bijvoorbeeld Groot Zevert) zijn actoren die een rol spelen bij onderdelen van het onderzoek. Ook loonwerkers (CUMULA) kunnen een rol spelen.

Zowel de nationale overheid als regionale overheden (waterschappen en provincies) zijn belangrijk gezien de raakvlakken met het mest-, water, en natuurbeleid.

Beschrijving van de deelprogramma's⁶

Programmatistische aanpak

In de eerste fase (3-5 jaar) worden veldexperimenten uitgevoerd waarin effecten van bekende perspectiefvolle maatregelen op lachgasemissie worden gekwantificeerd. Dit moeten leiden tot emissiefactoren die gebruikt kunnen worden in NEMA. Daarnaast moeten er in deze fase experimenten worden uitgevoerd naar de effecten van organische stof op lachgasemissie en het ontwikkelen van strategieën om koolstofopslag te stimuleren zonder dat de lachgasemissie toeneemt. Dit onderzoek bestaat zowel uit fundamenteel onderzoek als praktijkgericht onderzoek.

⁶ Indien deelprogramma's op elkaar lijken of in elkaars verlengde liggen, kan ervoor gekozen worden om deze beschrijving op deelprogrammaniveau naar MMIP-niveau te verplaatsen om herhalingen te vermijden.

De volgende periode 5-10 jaar richt zich op de implementatie van de maatregelen in de praktijk door middel van voorlichting en demonstratie en stimuleringsmaatregelen. Ook moet dan de data-verzameling voor de monitoring worden opgezet, omdat er naast emissiefactoren ook zogenaamde activiteiten data nodig zijn in NEMA (bv. de implementatiegraad van een maatregel).

Er wordt verwacht dat de komende jaren nieuwe precisielandbouwtechnieken worden ontwikkeld (bijvoorbeeld sensoren, toedieningstechnieken). Door middel van zowel fundamenteel als praktijkgericht onderzoek moet worden gekwantificeerd wat de effecten zijn van toepassing van deze nieuwe technieken op lachgasemissie.

Omgevingsanalyse en omgevingsfactoren

Financiering

Monitoring en evaluatie

De werkgroep NEMA van de Commissie Deskundigen Meststoffenwet zou een rol kunnen krijgen in de monitoring en evaluatie. Deze werkgroep beoordeelt of onderzoek voldoende is om de methode van berekening van emissie aan te passen, in dit geval: is een maatregel om lachgas te verminderen voldoende onderbouwd om te worden opgenomen in de rekenmethodiek. NEMA kan ook identificeren of er voldoende informatie is of implementatie van maatregelen en kan berekenen welke emissiereductie inmiddels is gerealiseerd en hoe groot het gat nog is met de doelstelling 2050. De CDM-werkgroep NEMA is momenteel ook verantwoordelijk voor de monitoring van de emissiereductie door generieke maatregelen om ammoniakemissie te beperken in het kader van PAS⁷:

Communicatie, leren en disseminatie

De maatregelen moeten worden gekwantificeerd en emissiefactoren moeten worden afgeleid en toegepast in NEMA. Het onderzoek dat wordt gebruikt om emissiefactoren af te leiden moet daarvoor worden gepubliceerd in wetenschappelijke tijdschriften. Maatregelen die experimenteel getoetst zijn, moeten door middel van voorlichting en demonstratieproeven worden gedemonstreerd aan de landbouwsector. Resultaten moeten worden gecommuniceerd via vakbladen en websites.

CO₂-vastlegging met link naar biomassawinning

Dit deelthema gaat over koolstofvastlegging in bodems en de uitdaging om dit te combineren met de toenemende vraag naar biomassa voor de biobased economy en bio-energie.

Vanuit klimaat oogpunt en het streven naar klimaatneutraliteit in 2050, moet landgebruik netto CO₂ vastleggen, een sink zijn, om resterende emissies uit de landbouw te kunnen

⁷ CDM-advies "Tussentijdse analyse effecten PAS maatregelen";
https://www.wur.nl/upload_mm/f/c/5/64b02d63-1e49-47c9-885f-7c46d83f5490_1910363_CDM-advies.pdf

compenseren. C vastlegging in bodems draagt daar aan bij, naast C vastlegging in vegetatie, met name bossen. In landbouwbodems kan met goed bodembeheer extra organische stof worden opgebouwd, met name door verhogen van de aanvoer vanuit gewasresten, en het tegengaan van de afbraak van organische stof. Verhogen van organische stof in de bodem draagt daarnaast bij aan een betere bodemkwaliteit en door een betere bodemstructuur ook aan klimaat-adaptatie (betere watervasthoudend vermogen).

Binnen een circulaire economie zouden de reststromen die overblijven weer terug moeten gaan naar de bodem, maar vanuit de behoefte aan voedsel, bio-energie en biomaterialen kunnen deze reststromen ook voor food en non-food doeleinden worden ingezet. Echter niet alle restmaterialen zijn nodig om de bodemvruchtbaarheid en koolstof opslag in de bodem op peil te houden, b.v. door de rol van de verspreiding van pathogenen. De uitdaging is om het evenwicht te vinden tussen het voeden van de bodem met organische stof en andere nutriënten, waarbij behoud van de huidige koolstofvoorraad de minimum voorwaarde is, en het voldoen aan de vraag naar biomassa.

- a) CO₂-vastlegging in teelten, effecten van (diep wortelende) gewassen, mechanisatie, hoe strategisch om te gaan met bodemlagen: veel is nog onbekend. Op korte termijn voor de 2030 doelstelling is onderzoek nodig naar:
- b) gevalideerde technieken om CO₂-vastlegging in bodems te monitoren en toe te wijzen aan maatregelen. Daarbij dient nagegaan te worden of er mogelijkheden bestaan deze systemen zodanig te ontwerpen dat eventuele verwaarding (o.a. carbon credits) tot de mogelijkheden zouden kunnen horen.
- c) Er is kennisopbouw nodig t.a.v. CO₂-vastlegging in grotere teelten, het effect van bijvoorbeeld diep wortelende gewassen, hout onder en boven de grond en hoe om strategisch om te gaan met bodemlagen. Tevens is inzicht nodig over de effecten van rotatie en bouwlandplanning en verschillende soorten mechanisatie t.a.v. de langere termijneffecten op CO₂-vastlegging.
- d) de effecten van koolstofvastlegging op bodemkwaliteit zoals biodiversiteit en bodemleven, waterkwaliteit, omvang voedselproductie en vochtleverend en waterbergend vermogen.
- e) de mogelijkheden om minerale processen betreffende C (koolstof), N (stikstof) (en P (fosfaat)) te ontkoppelen, zodat een hogere bodem-C niet gepaard gaat met mineraalverliezen.
- f) eigenschappen in planten die zorgen dat alle componenten van de geoogste biomassa nuttig en hoogwaardig gebruikt kunnen worden. Hierbij gaat het dus niet alleen om het verhogen van het rendement via verdubbelde fotosynthese, maar het gaat vooral ook om het verbeteren van bepaalde eigenschappen van plantencomponenten die verwerking ervan in eindproducten optimaler maakt, e.g. celwandkwaliteit, verdeling van de droge stof, aangepaste bloeitijd, tolerantie voor droogte en zoutgehalte, kwaliteit van de zaadolie, fotosynthese en verdeling van de droge stof tussen product, scheut en wortel wat vastlegging van C bepaalt.

Verhoging van de koolstofvastlegging in biomassa en in de bodem is van groot belang. Echter, additionele biomassaproductie ten behoeve van emissiereductie van andere sectoren vergroot de emissie in de landbouw. Logischerwijs wentelt dit af op de landbouw-ambitie, waardoor de 2,0 Mton CO₂ vastleggingsambitie ter discussie komt te staan. De ambitie van extra vastleggen kan plaatsvinden middels vormen die flexibiliteit in landgebruik mogelijk maken, en die voorbij de huidige potenties gaan, middels:

- a) Manipuleren van de C-N-dynamiek in landbouwsystemen; het gaat om het verkrijgen van fundamentele kennis over opbouw en afbraak van C en N in plant, dier, mest en bodem. Dat betreft ook kennis over de processen van lachgasvorming (invloed van bodembioologie, -fysica en -chemie).
- b) Kennis over de ontkoppeling van C, N (en P), zodat hogere bodem-C niet gepaard gaat met hogere N emissies en mogelijke verliezen van bodemvoorraden van P.
- c) Het zoeken naar mogelijkheden om de relatie tussen landgebruik en koolstofvastlegging te veranderen en mogelijk nieuwe gewascombinaties en ontwerp van nieuwe landgebruikssystemen te ontwikkelen.

Dit deelprogramma heeft kennis- en innovatieopgaven in de verschillende deelprogramma's:

- 1) Ontwikkeling van hoogrenderende gewassen die in staat zijn om grote hoeveelheden CO₂ te fixeren, zowel in de plantaardige producten als in de bodem
- 2) Hogere koolstofvastlegging in landbouwbodems en gebruik van gewasresiduen bij instandhouding C & nutriënten in bodem

In onderstaande tabel worden eerst de lopende of recent afgesloten onderzoekprojecten gepresenteerd. Vanuit dit overzicht en de missiedoelstellingen zijn vervolgens de witte vlekken in kennis- en innovatieopgaven uitgewerkt in de daaropvolgende tabel.

K&I uit lopend en recent onderzoek t.a.v. koolstofvastlegging in bodems en plan-ten te combineren met voldoen aan de toenemende vraag naar biomassa voor de biobased economy en bioenergie.

Onderwerp	Onderzoeksfase TRL 1-3 (NWO, KNAW, EU, Kennis-basis, strategische middelen etc.)	Ontwikkelfase TRL 4-6 (toegepast onderzoek, beleidsondersteunend onderzoek)	Demonstratiefase TRL 7-9	Implementatiefase
Deelprogramma: Ontwikkeling van hoogrenderende gewassen die in staat zijn om grote hoeveelheden CO₂ te fixeren, zowel in de plantaardige producten als in de bodem				
Opwaarderen & verbeteren van gewassen voor volledig gebruik biomassa, zowel voor voedsel als voor niet-voedingsdoeleinden	In the past there has been a project on maize within CCC focusing on "the use on the whole maize biomass for food, feed and bioethanol". KB-26-008-002 - Improvement of maize biomass for a circular and Biobased Economy			
Ontwikkeling van hoogrenderende gewassen die in staat zijn om grote hoeveelheden CO ₂ te fixeren	There has been a few EU projects focusing on the testing and development of high yielding crops including miscanthus (SUNLIBB, OPTIMISC) and hemp (MultiHemp and FIBRA) KB-34-006-004 – BECOOL KB-30-002-007 - Development of Resource use efficient chains	There are breeding programs running at WUR Plant Breeding for high yielding crops in collaboration with several breeding companies. That include miscanthus and hemp		

Onderwerp	Onderzoeksfase TRL 1-3 (NWO, KNAW, EU, Kennis-basis, strategische middelen etc.)	Ontwikkelfase TRL 4-6 (toegepast onderzoek, beleidsondersteunend onderzoek)	Demonstratiefase TRL 7-9	Implementatiefase
Ontwikkeling van gewassen en gewasproductie-systemen met een verbeterde totale gewasrotatie C-fixatie	KB-34-005-001 - Peatlands in the new circular an climate positive productions systems KB-34-008-001 - Soil biology as basic element for resilient cropping systems and C-sequestration KB-26-008-001 - Aquatic biomass for the circulair & biobased economyT			
Gewassen geschikt voor marginale omstandigheden	There are two EU projects running at the moment: MAGIC and GRACE that aim to develop multiple crops for marginal soils.			
Deelprogramma: Hogere koolstofvastlegging in landbouwbodems en gebruik van gewasresiduen bij instandhouding C & nutriënten in bodem				
Reststromen uit biobased economy naar de bodem	KB-34-012-002 - Closing the technocycle & circular houshold - sustainable lignocellulosic biomass supply for the circular bio-based economy with the international setting considering the local possibilities and traded lignocellulosic biomass.	H2020 Nutri2Cycle, (verbeteren van CNP kringlopen)	H2020 Systemic (biobased fertilizers) AF14263 - Non Food toepassingen van pectine uit suikerbietenpulp	
Hogere koolstofvastlegging in landbouwbodems	KB-34-008-001 - Soil biology as basic element for resilient cropping systems and C-sequestration	BO landbouwbodems (kennis ontwikkeling maatregelen C vastlegging), Slim landgebruik programma (model-ontwikkeling, monitoring, metingen)	Slim landgebruik programma (pilots, incentives, onderwijs)	Carbon Valley, Koolstofboeren, Interreg Carbon farming
Nieuwe gewassen in veenweidegebieden die veenoxidatie tegengaan	KB-34-005-001 – Veenweiden in nieuwe circulaire en klimaatpositieve productiesystemen	KB-34-005-001 - Veengebieden in de nieuwe circulaire en klimaatpositieve productiesystemen	Innovatieprogramma Veen; CINDERELLA – De kansen van vernatting van veengebieden op het gebied van paludicultuur en Ecosysteemdiensten (ERANET)	

Nieuwe kennis- en innovatieopgaven (witte vlekken) t.a.v. koolstofvastlegging in bodems en planten te combineren met voldoen aan de toenemende vraag naar biomassa voor de biobased economy en bioenergie.

Onderwerp	Onderzoeksfase TRL 1-3 (NWO, KNAW, EU, Kennis-basis, strategische middelen etc.)	Ontwikkelfase TRL 4-6 (toegepast onderzoek, beleidsondersteunend onderzoek)	Demonstratiefase TRL 7-9 (MIT, POP, fieldlabs, etc.)	Implementatiefase (subsidies, investeringen, regelgeving, kennisverspreiding, netwerken, campagnes etc.)
Deelprogramma: Ontwikkeling van hoogrenderende gewassen die in staat zijn om grote hoeveelheden CO2 te fixeren, zowel in de plantaardige producten als in de bodem				
Opwaarderen & verbeteren van gewassen voor volledig gebruik biomassa, zowel voor voedsel als voor niet-voedingsdoeleinden	-Kenmerk in kaart brengen van de verschillende componenten van biomassa uit verschillende gewassen, met focus op de zijstromen -Inzicht ontwikkelen wat de belangrijkste knelpunten zijn in het gebruik van volledige biomassa -Fundamentele kennis verbeteren van	-Identificeren van de belangrijkste kenmerken om door te stromen naar gewassen voor volledige biomassa, met name voor de extractie van de verschillende componenten -Identificeren van belangrijkste knelpunten in de opwaardering/aanpassing van gewassen	-Evalueren prestaties van gewassen voor volledige biomassa in veldproeven -Evalueren van de opties voor verwerking van biomassa op een demonstratieschaal, inclusief oogstsystemen -Evalueer de veiligheid van de verschillende	- Identificeer de grote stappen naar acceptatie door de consument

Onderwerp	Onderzoeksfase TRL 1-3 (NWO, KNAW, EU, Kennisbasis, strategische middelen etc.)	Ontwikkeelfase TRL 4-6 (toegepast onderzoek, beleidsondersteunend onderzoek)	Demonstratiefase TRL 7-9 (MIT, POP, fieldlabs, etc.)	Implementatiefase (subsidies, investeringen, regelgeving, kennisverspreiding, netwerken, campagnes etc.)
	<p>biomassafunctionaliteiten en extraheerbaarheid van componenten.</p> <p>Afwegingen van het afstemmen van verschillende plantcomponenten in het <i>partitioning</i> process</p> <p>- Begrijpen wat de beste gewassen zijn om de verschillende nuttig te gebruiken plantcomponenten te produceren (koolhydraten, eiwitten, lipiden)</p>	<p>voor het gebruik van gehele (bovengrondse)biomassa, met name gevolgen voor de architectuur van de plant en robuustheid / veerkracht.</p> <p>-Kosten-baten en broeikasgas –analyse (LCA) van gehele keten gebaseerd op nieuwe gewassen die volledig nuttig gebruikt worden</p>	<p>componenten voor voedseltoepassingen</p>	
Ontwikkeling van hoogrenderende gewassen die in staat zijn om grote hoeveelheden CO2 te fixeren	<p>Hoog efficiënte biomassagewassen / meerjarige planten;</p> <p>Eenjarigen: oliegewassen voor oleochemie: verbeterde opbrengst, hogere fractie van product tot oogstrestanten energiegewassen voor C-neutrale bio-energie</p>	<p>Identificeren sleuteleigenschappen om de productiviteit van planten te verbeteren (koppeling met dubbele fotosynthese)</p> <p>Identificeer sleuteleigenschappen in planten die de petitionering naar eindproducten beïnvloeden (bijvoorbeeld om een hoger oliegehalte te bereiken)</p> <p>Identificeer factoren die de verhoogde opslag van C in de bodem bepalen (bijvoorbeeld lagere mineralisatino-snelheid van gewasresten) Gebruik nieuwe technieken voor het kweken van planten om verbeterde CO2-fixatie in producten en in de bodem te creëren</p>	<p>Evalueer verbeterde variëteiten / genotypen in het veld om de opbrengst van product en C-sequestering in de bodem te bepalen</p>	<p>Praktische demonstraties opzetten met boeren en eindgebruikers</p>
Ontwikkeling van gewassen en gewasproductie-systemen met een verbeterde totale gewasrotatie C-fixatie	<p>ontwikkelen van methoden om vruchtwisselingssystemen te evalueren in termen van productiviteit en C- en N-dynamiek</p>	<p>Analyseer de C- en N-dynamica van de bodem Ontwikkel gewasrotaties "Klimaatveranderingbestendig"</p> <p>Studie-effect van bredere rotaties inclusief gewassen voor C-fixatie en biobased producten op biodiversiteit / natuur.</p>	<p>Demonstreer de prestaties van nieuwe gewassen en hun rotaties in de praktijk om de economische en ecologische duurzaamheid te bepalen</p>	<p>Praktische implementatie om met systemen te experimenteren met gemotiveerde ondernemers om nieuwe productiesystemen te adopteren en de producten te gebruiken</p>

Onderwerp	Onderzoeksfase TRL 1-3 (NWO, KNAW, EU, Kennisbasis, strategische middelen etc.)	Ontwikkelfase TRL 4-6 (toegepast onderzoek, beleidsondersteunend onderzoek)	Demonstratiefase TRL 7-9 (MIT, POP, fieldlabs, etc.)	Implementatiefase (subsidies, investeringen, regelgeving, kennisverspreiding, netwerken, campagnes etc.)
Gewassen geschikt voor marginale omstandigheden	Ontwikkelen van verbeterde veredelingsstechnologie voor de ontwikkeling van nieuwe gewassen voor marginale gronden - genetische hulpmiddelen voor DNA-markerselectie - kennis van eigenschappenbepalende genen (bijvoorbeeld celwandkwaliteit, verdeling van de droge stof, aangepaste bloeitijd, tolerantie voor droogte en zoutgehalte, kwaliteit van de zaadolie, fotosynthese en verdeling van de droge stof tussen product, scheut en wortel) -technologie om eigenschappen te verbeteren (bijvoorbeeld CRISP-CAS9, mutatiefokkerij)	Ontwikkeling oliehoudende gewassen voor oleochemie: verbeterde opbrengst, hogere fractie van product tot oogstrestanten energiegewassen voor C-neutrale bio-energie; veengronden biodiversiteit / natuur / landschap Ontwikkel nieuwe gewassen met betere prestaties op marginale gronden (bijvoorbeeld grassen, oliegewassen, peulvruchten die tolerant zijn voor marginale omstandigheden zoals hoog zoutgehalte, zandige bodems met beperkt waterhoudend vermogen / droogte), ondiepe bodems.	Evalueren verbeterde rassen in het veld om de geschiktheid en prestaties in verschillende omgevingen (marginale en niet-marginale land) te laten zien	Een praktische demonstratie opzetten met boeren en eindgebruikers
Veredelen van gewassen en paddestoelen voor hoogwaardige toepassingen voor productie van specifieke eiwitten, veevoer, polymeren voor de chemie, en verwerken van reststromen voor energietoepassingen.	Fundamenteel onderzoek aan 'nieuwe' gewassen en in kaart brengen van potentieel voor veredeling. Identificeren van key traits voor specifieke toepassingen (b.v. eiwitten, polymeren) en identificatie van onderliggende genen. Onderzoek naar omzetting ligno-cellulose door diverse paddestoel vormende schimmels.	Zoeken naar genetische variatie in de bewuste eigenschappen. Identificeren van QTL's voor key traits. Identificeren van nieuwe materialen en/of chemische bouwstenen (lignine derivaten, gemodificeerd cellulose, schimmels componenten zoals chitine en glucanen).	Aantonen dat het mogelijk en rendabel is om op dubbeldoelgewassen te veredelen in enkele pilotprojecten in een representatief gewas. Testen toepasbaarheid nieuwe materialen en/of chemische bouwstenen.	Toepassing bij veredelingsbedrijven in nauwe samenwerking met andere ketenpartners (verwerkende industrie, diervoederindustrie, enz.). Productie materialen/chemische bouwstenen d.m.v. paddestoel vormende schimmels. Verbetering van processen d.m.v. veredeling.
Deelprogramma: Hogere koolstofvastlegging in landbouwbodems en gebruik van gewasresiduen bij instandhouding C & nutriënten in bodem				
Reststromen uit biobased economy naar de bodem	Inzicht in effecten op bodemleven en bodemstructuur bij terugbrengen restproducten uit biobased economy (digestaat, mestverwerkingsproducten, biochar, ...)	Oogst van gewasresten zonder negatieve effecten op bodem C voorraad Circulaire ketenontwerp voor gewasrestengebruik met behoud van nutriënten in bodem	Optimaal gebruik van gewasresten in de praktijk, logistiek en passend bij duurzaam bodembeheer	
Hogere koolstofvastlegging in landbouwbodems	Manipuleren C-N dynamiek in landbouwsystemen: fundamentele kennis opbouw over opbouw en afbraak van C en N in plant, mest en bodem	Kennisopbouw CO2 vastlegging in grotere teelten (optimalisatie bouwplan, dieper wortelende gewassen) Zoeken naar mogelijkheden om de relatie tussen landgebruik	Ontwikkeling gevalideerde technieken voor monitoring CO2 vastlegging in bodems Welke concrete maatregelen (effectief en efficiënt) zijn nodig	Wat is nodig om meer blijvend grasland en/of landschapselementen te realiseren voor vastlegging C vanuit perspectief stakeholders

Onderwerp	Onderzoeksfase TRL 1-3 (NWO, KNAW, EU, Kennis- basis, strategische middelen etc.)	Ontwikkelfase TRL 4-6 (toegepast onderzoek, beleidsondersteunend onderzoek)	Demonstratiefase TRL 7-9 (MIT, POP, fieldlabs, etc.)	Implementatiefase (subsidies, investeringen, regelgeving, kennisverspreiding, netwerken, campagnes etc.)
	Veredeling gericht op gewassen met meer (ondergrondse) biomassa voor C vastlegging	en koolstofvastlegging te veranderen en mogelijk ontwikkeling nieuwe combinaties landgebruik (b.v. agroforestry) Hoe kan meer waarde gekoppeld worden aan vastleggen van CO2 in de bodem. Nieuwe verdienmodellen die de vastlegging van koolstof in de bodem stimuleren.	om de CO2 vastlegging in de bovenste bouwvoor van landbouwbodems te vergroten	
Nieuwe gewassen in veenweidegebieden die veenoxidatie tegengaan	Fundamentele kennis over broeikasgas- en nutriëntenemissies en mogelijke afwenteling bij omschakeling naar natte landbouw (paludicultuur) in veenweidegebieden	Ontwikkeling oogstmethoden om nieuwe gewassen met minimale bodemverstoring te oogsten Kansenkaart voor nieuwe gewassen op basis van lokale omstandigheden (bodem, ontwatering), waterbeschikbaarheid, marktpotentie, etc. Verbetering en ontwikkeling van methoden om emissies uit bodems te meten	Pilots voor testen en demonstreren van de nieuwe gewassen en oogsttechnieken	Opzetten keten en verdienmodellen voor nieuwe gewassen in veenweide