

A1 - Verminderen fossiele nutriënten en emissies naar bodem, water en lucht

Inleiding

Dit MMIP draagt bij aan de ontwikkeling van kringlooplandbouw als invulling van de missie A van de Kennis en Innovatie Agenda (KIA) Landbouw, voedsel en Water (LVW)¹. De ambitie van kringlooplandbouw is om in 2030 in de land- en tuinbouw het gebruik van grondstoffen en hulpstoffen substantieel verminderd te hebben en alle eind- en restproducten zo hoog mogelijk te verwaarden. De emissies naar grond- en oppervlaktewater zijn zo ver mogelijk tot nul gereduceerd. Ecologische omstandigheden en processen vormen samen met technologie het vertrekpunt voor voedselproductie waardoor biodiversiteit zich herstelt en de landbouw veerkrachtiger wordt. Dit MMIP richt zich binnen die missie op het hergebruik van nutriënten en water en betere benutting van nutriënten en meststoffen in dierlijke mest, drainage- en afvalwater, slib en andere organische reststromen, waarbij emissies naar bodem, water en lucht worden geminimaliseerd.

Doel

Dit Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma (MMIP) beoogt het verduurzamen van het gebruik van alle nutriënten in onze maatschappij. Daarbij zijn de noodzakelijke doelen het verminderen van het gebruik van 'fossiele nutriënten', het verminderen van niet hernieuwbare grondstoffen bij de productie van meststoffen en het reduceren van emissies naar bodem, water en lucht om de impact op mens, dier en milieu te verminderen.

Dit MMIP beoogt om binnen het totale agri-horti-food productiesysteem efficiënter om te gaan met nutriënten, waarbij zowel de input van (fossiele) nutriënten via veevoer en kunstmest in het systeem verminderd wordt als wel de output per input verhoogd wordt. **De doelstelling is om toe te werken naar een nutriënten herbenutting (gebruiksefficiëntie) binnen het systeem van 95% voor fosfor (P) en kalium (K) en 50% voor stikstof (N) in het jaar 2030, waarbij gebruikte stikstof meststoffen afkomstig zijn uit hernieuwbare bron (o.a. geen gebruik aardgas).** De oplossingsrichtingen zijn te vinden in het sluiten van nutriënten kringlopen, efficiënter en effectiever gebruik van (zowel macro als micro) nutriënten en het verminderen van emissies naar bodem, water en lucht van o.a. ammoniak, nitraat, fosfaat, broeikasgassen, zware metalen en andere ongewenste stoffen.

Het sluiten van nutriënten kringlopen is een belangrijke stap om tot een hoge nutriënten herbenutting (gebruiksefficiëntie) binnen het systeem te komen en daarbij het gebruik van 'fossiele' nutriënten te verminderen. De focus ligt dan op het op grotere schaal en efficiënter inzetten van nutriëntrijke (rest)stromen in het voedselsysteem en/of het terugwinnen en hergebruiken nutriënten richting de landbouw of andere sectoren. Het gaat dan om het hergebruik van nutriënten en betere benutting van macro en micro nutriënten uit mest, drainage- en afvalwater, slib en 'andere organische reststromen' uit o.a. de landbouw, voedselverwerkende industrie, slachtprocessen en afvalverwerking. Mogelijke oplossingen richten zich op nutriëntrijke (rest)stromen direct inzetten (na zo nodig verwijdering van ongewenste stoffen), en/of her te gebruiken als minerale of organische meststof na scheiding, en/of nutriënten apart terug te winnen en her te gebruiken.

¹ https://kia-landbouwwatervoedsel.nl/?page_id=36

Een belangrijke stap om een verhoogde herbenutting te halen en daarbij het gebruik van 'fossiele' nutriënten te verminderen is het op grotere schaal en efficiënter inzetten en hergebruiken van nutriëntrijke reststromen en andere biomassa in de landbouw en het voedselsysteem.

In de biogebaseerde economie van de toekomst is er behoefte aan meervoudige verwaarding van reststromen door er verschillende nutriënten, water of andere grondstoffen uit te halen. Daarbij moeten kringlopen op een veilige en duurzame manier gesloten worden. Een ketenbenadering is daarbij van belang: van reststroom/afvalstroom tot nutriënten tot meststof waar de boer of de industrie wat mee kan (de vraag) en die duurzaam toegepast kan worden met minimale emissies naar bodem, water en lucht, inclusief broeikasgassen. Lagere emissies kunnen zorgen voor een verbetering van de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater en/of de vermindering van stikstofdepositie op kwetsbare natuurgebieden. De doelstelling impliceert ook dat de Nederlandse veehouderij meer verbonden zal raken met de Nederlandse en Europese akker- en tuinbouw, o.a. voor uitwisseling van voer en mest (voer-mest kringlopen) bijdragend aan de kringlooplandbouw.

Vermindering van emissies naar bodem, water en lucht is gerelateerd aan het gebruik van nutriënten en potentieel ook aan het sluiten van kringlopen van nutriënten. Het gaat dan onder andere om emissies van ammoniak, nitraat, fosfaat, broeikasgassen, zware metalen en andere ongewenste stoffen. Emissies worden bij voorkeur aan de bron gemitigeerd of anders in de rest van de hele keten.

Prioriteiten en deelprogramma's

Dit MMIP is in drie deelprogrammaliijnen ingedeeld aan de hand van drie prioriteiten:

1. Kringlopen sluiten van nutriënten: terugwinnen en hergebruiken van de verschillende nutriënten (zowel macro als micro) en water uit mest, drainage- en afvalwater, slib en andere organische reststromen;
2. Effectiever en efficiënter gebruik van nutriënten: betere benutting van nutriënten, organische reststromen en water in de hele keten;
3. Brongericht vermindering van emissies naar bodem, water en lucht gerelateerd aan nutriënten, o.a. ammoniak, nitraat, fosfaat, broeikasgassen, zware metalen en andere ongewenste stoffen.

Mogelijke projectonderwerpen

- Valorisatie van mest, drainage- en afvalwater, slib en organische reststromen tot producten en gebruik voor voeding van bodem en plant en andere toepassingen.
- Het verder ontwikkelen van evenwichts- en precisiebemesting concepten in combinatie met de ontwikkeling meststoffen gebaseerd op herwonnen nutriënten.
- Het zodanig inrichten van de hele voedselketen dat nutriënten en organische stromen in herbruikbare vorm beschikbaar komen en het water veilig kan worden hergebruikt, deze transitie vraag om systeem aanpassingen in alle sectoren, zoals land/tuinbouw, voedselverwerking, industriële en stedelijke afvalwaterzuivering en compostering).
- Het ontwikkelen van landbouwsystemen waarbij de nutriëntenkringloop wordt verkort en zo lokaal mogelijk wordt gesloten, met een focus op voer-mest kringlopen sluiten en zo regionaal mogelijk geproduceerd veevoer.
- Het ontwikkelen van concepten en technieken voor fertigatie, onder andere in de context van het aanwenden van mineralen concentraten en in combinatie met efficiëntere beregening-, irrigatie- en drainagesystemen.

- Het verlagen van investering en operationele kosten van processen en technologieën voor het terugwinnen van nutriënten uit organische stromen, o.a. het verminderen van gebruik van verbruik van energie, water, chemicaliën en andere (niet hernieuwbare) grondstoffen.
- Het koppelen van energiezuinige nutriëntenterugwinning met de productie van energie en andere (organische) materialen en grondstoffen in het kader van de biogebaseerde toekomst.
- Ketenborging van herwonnen nutriënten, meststoffen en andere grondstoffen, met een focus op het ontwikkelen van praktisch haalbare processen en technologieën voor analyseren en het verwijderen van o.a. pathogenen, zware metalen, medicijnresten, antibiotica resistentie uit her te gebruiken organische stromen en teruggewonnen eindproducten.
- Stikstof emissies vermindering naar lucht (ammoniak) en water (nitraat).

Wat beoogt het MMIP?

Inzet van dit MMIP is om:

- Toe te werken naar een nutriënten herbenutting (gebruiksefficiëntie) binnen het systeem van 95% voor fosfor (P) en kalium (K) en 50% voor stikstof (N) in het jaar 2030, waarbij gebruikte stikstof meststoffen afkomstig zijn uit hernieuwbare bron (geen gebruik aardgas).
- Het gebruik van fossiele nutriënten en grondstoffen via o.a. veevoer en kunstmest import zo veel mogelijk te verminderen;
- Meerwaarde te halen uit de circulaire benutting (kringloopsluiting) en valorisatie van nutriënten en water uit mest, drainage- en afvalwater, slib en andere organische reststromen;
- Nutriëntenkringlopen in de veehouderij zo veel mogelijk te verkleinen en zo lokaal mogelijk te sluiten;
- Emissies naar bodem, water en lucht brongerichte te vermindering;
- Verliezen van voedsel en reststromen te verkleinen (link met missie D) in het kader van de biogebaseerde economie.

Het MMIP omvat de ontwikkeling van kennis, concepten, ondersteunende technologie (TRL 5 tot TRL7 niveau, categorie industrieel onderzoek) en maximale implementatie in de praktijk ten dienste van het verduurzamen van het systeem. Voor het sluiten van nutriënten kringlopen, efficiënter en effectiever nutriënten gebruik en het verminderen van emissies kan wat betreft technische oplossingen gedacht worden aan onder andere:

- Het ontwikkelen van stalconcepten waarbij mest en urine dagvers en gescheiden worden afgevoerd, opgeslagen, eventueel verwerkt en de nutriënten maximaal benut;
- Het verder door ontwikkelen van evenwichts- en precisielandbouw (bemesting, irrigatie, drainage, grondanalyses, etc.);
- Het ontwikkelen van technologie om (verschillende) macro- en micronutriënten te scheiden en/of terug te winnen uit mest, afvalwater en organische reststromen en geschikt te maken voor hergebruik als nutriënt;
- Het ontwikkelen van technologieën en concepten (bijvoorbeeld ook via de inzet van micro-organismen en insecten) om stikstof te scheiden en/of terug te winnen uit mest, drainage- en afvalwater en geschikt te maken voor hergebruik;
- Het ontwikkelen van concepten om eiwit (N) voor humane consumptie te produceren uit reststromen (via insecten, wormen, algen, micro-organismen, etc.) teneinde verliezen te verkleinen.

Deelprogramma's en fasering

1. Kringlopen sluiten van nutriënten: terugwinnen en hergebruiken van verschillende nutriënten (zowel macro als micro) en water uit mest, drainage- en afvalwater, slib en andere organische reststromen:

- Het zodanig inrichten van de hele voedselketen dat nutriënten en organische stromen in herbruikbare vorm beschikbaar komen en het water veilig kan worden hergebruikt, deze transitie vraagt om systeem aanpassingen in alle sectoren zoals land/tuinbouw, voedselverwerking, industriële en stedelijke afvalwaterzuivering en compostering;
- Terugwinning van de nutriënten uit genoemde organische reststromen;
- Mestvalorisatie met uitdagingen rondom de inrichting van het systeem om mestvalorisatie beter uit te rollen, ontwikkelen en schaalbaar maken van haalbare businesscases, en efficiënte nutriënten terugwinning opties;
- Valorisatie van teruggewonnen componenten uit genoemde organische reststromen;
- Veilige valorisatie in o.a. menselijke en dierlijke voeding en materialen uit genoemde organische reststromen.

2. Effectiever en efficiënter gebruik van nutriënten: betere benutting van nutriënten, organische reststromen en water in de hele keten:

- Methoden en strategieën om verwerking van (organische) reststromen, inclusief gewasresten en zij- en reststromen uit de voedselketen) en de proces- en afvalwaterzuivering effectiever en efficiënter in te richten, waarbij nutriënten en andere waardevolle componenten zo veel en zo hoog mogelijk hergebruikt worden, met inachtneming van (voedsel)veiligheid;
- Voor open teelten specifieke focus op precisie bemesting van bodem en gewassen, efficiënter omgaan met water, (her)gebruik van water uit meerdere bronnen, inclusief lokale wateropslag/berging en verbeteren water bufferend vermogen van bodems;
- Veredelen van gewassen voor efficiëntere benutting van nutriënten uit bodems (sluit aan bij MMIP Sleuteltechnologie Biotechnologie en Veredeling);
- Betere combinatie van open teelten/akkerbouw en veehouderij, met name het versterken van de grondgebondenheid van de Nederlandse veehouderij, en de relatie tussen veehouderij, nutriënten(terugwinning) en duurzame teelt;
- Het verduurzamen van de veehouderij², voor een belangrijk deel gericht op het verbeteren van de mineralen efficiëntie binnen de veehouderij;
- Het ontwikkelen van landbouwsystemen (technologie en strategie) waarbij de nutriëntenkringlopen worden verkleind, met name doordat er meer gebruik wordt gemaakt van lokaal geproduceerd voer en reststromen worden ingezet als veevoer en/of als bron voor bemesting.

3. Brongericht vermindering van emissies naar bodem, water en lucht gerelateerd aan nutriënten, onder andere ammoniak, nitraat, fosfaat, broeikasgassen, zware metalen en andere ongewenste stoffen:

- Ontwikkeling van maatregelen om stikstof emissies uit de landbouw en andere sectoren naar de lucht (ammoniak) en water (nitraat) te verminderen;
- Ontwikkeling van concepten om ongewenste zware metalen en andere stoffen aan de bron te weren uit de voedselketen en/of in de keten te detecteren en verwijderen uit afval en

² Deze innovatielijn heeft een sterke verbinding met de programmeringsstudie duurzame veehouderij.

reststromen, waarbij zware metalen die micronutriënten zijn voor plant, dier of mens teruggewonnen worden voor hergebruik;

- Ontwikkelen van strategieën en technieken waarbij in voldoende mate in de organische stofbehoefte van de bodem en de bio-gebaseerde economie kan worden voorzien³, om waar het kan emissies naar lucht en water te reduceren.

Lopend of recent afgesloten projecten en programma's in Nederland

Onderwerp	Onderzoeksfase TRL 1-3 (NWO, KNAW, EU, Kennisbasis, strategische middelen etc.)	Ontwikke fase TRL 4-6 (toegepast onderzoek, beleidsondersteunend onderzoek)	Demonstratiefase TRL 7-9 (MIT, POP, fieldlabs, etc.)	Implementatiefase (subsidies, investeringen, regelgeving, kennisverspreiding, netwerken, campagnes etc.)
Deelprogramma 1: Kringlopen sluiten van nutriënten: terugwinnen en hergebruiken van verschillende nutriënten (zowel macro als micro) en water uit mest, drainage- en afvalwater, slib en andere organische reststromen.				
Circulair N	KB-RUE (2015-2018) - Protein Transition (InsectParc+) KB34 C&CP (2019-2022) - 1-2B-1 Insects & novel production cycles	- DFI-AF-18011 Nitrocycle - AF-15220 (Insect safety)	- Kunstmestvrije Achterhoek (ook aanleggen proefvelden), LTO, WEnR, ForFarmers etc.	- Vruchtbare kringlopen in Noord Nederland, LTO, Agrifirm, NZO etc. (POP3)
Circulair P (en K)	KB26 en KB 30 (2015-2018) - Closing the P Cycle, 4 samenhangende projecten KB-33-003-004 (2008) - Fosfaat uit mest winnen KB34 C&CP (2019-2022) - 1-2A-2 P, N and C cycles	- AF-15204 Gebruik je Brijn - AF-16137b Meerwaarde mest en mineralen - Sludge2Soil: verwerking van afvalwaterzuiveringsslib tot waardevolle minerale meststoffen en organische bodemverbeteraars		
Circulaire nutriënten uit (industriële) afvalwater en zuiveringsslib	- Circular Urban Food System (InvT.) (KB-25-013-002) - H2020 RUN4LIFE: Recovery and Utilisation of Nutrients for Low Impact Fertiliser - Projecten van Wetsus op: > Waste water treatment and reuse > Sensing of micro and nano pollutants > Reuse of components	- AF-15204-Gebruik je Brijn - TU-17003 Safe and Save water in the fresh produce supply chain - Sludge2Soil: verwerking van afvalwaterzuiveringsslib tot waardevolle minerale meststoffen en organische bodemverbeteraars		
Mestvalorisatie	KB34 C&CP (2019-2022) - Ontwikkeling van een evaluatiekader voor (de productie van) organische meststoffen	- AF-18047 Beter (dan) vergisten - AF-18136 NL Next Level mestverwaarden - AF-16137b Meerwaarde mest en mineralen - AF-17052b Biobased opwaarderen mest en digestaat - AF-16196 - Mest als circulaire grondstof	- H2020 SYSTEMIC – grootschalige demonstratie Groene Mineralen Centrale (Groot Zevert Vergisting) - Monitoring toepassing groene mineralen Kunstmestvrije regio Achterhoek - H2020 Fertimanure - Innovative nutrient recovery from secondary sources – Production of high-added value FERTILISERS from animal MANURE	- AF-18016 Kringlooptoets 2.0

³ Het inzetten van rest- en zijstromen met name voor de organische stof behoefte is ook onderdeel van MMIP A3.

Veilige voeding en materialen uit mest	KB34 C&CP (2019-2022) - 1-2C-1 Transmissie van antibiotica residuen via mest naar plantaardige productiesystemen - NWO project gebruik mest voor insecten kweek (WU-ASG)			
Deelprogramma 2: Effectiever en efficiënter gebruik van nutriënten: betere benutting van nutriënten, organische reststromen en water in de hele keten.				
Bemesting van bodem en gewassen	- AF-15261 Sturen bodemweerbaarheid door toediening van organische materialen - H2020 Circular Agronomics: Efficient carbon, nitrogen and phosphorus cycling in the european agri-food system and related up- and down-stream processes to mitigate emissions - H2020 - NUTRI2CYCLE: Transition towards a more carbon and nutrient efficient agriculture in Europe	- AF-18054 Circulair inzetten digestaat ter bevordering van bodemleven en biodiversiteit - Proseaweed programma; bioactieve stoffen uit zeewier voor planten		- Verbeteren van de Kringloopwijzer (AF-17021)
Open teelten in combinatie met veehouderij, grondgebondenheid		- Kernthema duurzame veehouderij/klimaatneutraal - AF-16156 Circulaire bio-economie		
Veehouderij	- Fosfor efficiency vleesvarkens (KB-30-002-004)	- PPS Feed4Foodure - EU FeedaGene - Proseaweed programma: bioactieve stoffen uit zeewier voor feed toepassingen		
Deelprogramma 3: Brongericht vermindering van emissies naar bodem, water en lucht.				
Stikstof emissies vermindering	- KB34 C&CP (2019-2022) > 1-2A-2 P, N and C cycles > Ontwikkeling van een evaluatiekader voor (de productie van) organische meststoffen - H2020 FAIRWAY - Farm systems that produce good Water quality for drinking water supplies	- DFI-AF-18011 Nitrocycle - AF-16137b Meerwaarde mest en mineralen - AF-18136 NL Next Level mestverwaarden - N-toolbox: verminderen stikstofuitspoeling (BO-12.03-002-042) - Scenario's ammoniak (BO-43-012.02-006)	- Kunstmestvrije Achterhoek (ook aanleggen proefvelden), LTO, WEnR, ForFarmers etc.	- AF-18016 Kringlooptoets 2.0 - Vruchtbare kringlopen in Noord Nederland , LTO, Agrifirm, NZO etc. (POP3)
Fosfaatemissies vermindering	- Terugwinning van fosfaat uit dierlijke mest en slib en het effect daarvan op bodemvruchtbaarheid en waterkwaliteit (KB-30-002-009)	- Opschaling fosfaatindicator ten behoeve van modelanalyses (BO-43-012.02-038)		
Zware metalen en andere ongewenste stoffen emissies verminderen	- EU project ZIPRU - Zinc Interaction with Phosphorus in Root Uptake	- Sludge2Soil: verwerking van afvalwaterzuiveringsslib tot waardevolle minerale meststoffen en organische bodemverbeteraars		- Ontwikkeling van een nutriënten monitoring- en bewakingssysteem voor substraatteelten (KV 1509-074)

Kennis- en innovatieopgaven

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 1: Kringlopen van nutriënten sluiten: terugwinnen en hergebruiken van verschillende nutriënten (zowel macro als micro) en water uit mest, drainage- en afvalwater, slib en andere organische reststromen.				
Circulair N	<ul style="list-style-type: none"> - Wat zijn duurzame bronnen en technieken voor de productie van N meststoffen. - Welke concepten voor N vastlegging in biomassa (o.a. insecten, wormen, algen) vanuit mest, water en reststromen zijn potentieel duurzaam. - Selectie van potentiële rendabele technieken om N in minerale vorm terug te winnen uit mest, afvalwater en andere reststromen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ontwikkelen van de nutriënten-recovery opties uit mest, drainage- en afvalwater en andere reststromen zoals vaste organische reststromen. - Vaststellen van de kwaliteit, evaluatie van de potentiële werking en milieukundige aspecten en testen van perspectievolle bemestingsproducten. - Ontwikkelen en toetsen van kweeksystemen van biomassa (via o.a. insecten, wormen, algen) voor het winning van eiwit en andere N houdende materialen uit mest en andere afvalstromen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Afstemming samenstelling en doorontwikkeling van de technieken, inpasbaarheid minerale N producten in de keten. - Pilots voor het testen van de nutriënten terugwinning en hergebruik opties. - Demo's en opschaling, waar liggen belemmeringen, wat zijn de economische effecten, hoe is haalbaarheid te vergroten. - Demo's, waar liggen de prikkels voor boeren om circulair N toe te passen, distributie, inpassen in huidig systeem. - Ontwikkelen vermarktbaar producten die aansluiten op de vraag. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uitwerken haalbare businesscases en onderbouwen/inrichten economische prikkels. - LCA/duurzaamheidsanalyses, in aansluiting op internationale protocollen (e.g. PEFCR). - Ruimte in regelgeving (beleidsinnovatie) - Kwaliteitsborgingssysteem.
Circulair P en K	<ul style="list-style-type: none"> - Wat zijn duurzame bronnen en technieken voor de productie en terugwinning van P en K - Selectie van potentiële rendabele technieken om P en K in minerale vorm terug te winnen uit mest, afvalwater en andere reststromen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ontwikkelen van concepten voor inzet van minerale P en K uit slib, mest etc. in kunstmestindustrie, of in combinatie met (on)bewerkte mest(producten). - Pilots voor het testen van de nutriënten terugwinning opties uit mest, afvalwater en andere reststromen zoals vaste organische reststromen. - Vaststellen van de kwaliteit, evaluatie van de potentiële werking en milieukundige aspecten en testen van de perspectievolle producten. 	<ul style="list-style-type: none"> - Afstemming samenstelling en zo nodig door ontwikkelen van de technieken, inpasbaarheid minerale P en K producten in de keten. - Demo's, waar liggen belemmeringen, wat zijn de economische effecten, hoe is haalbaarheid te vergroten. - Demo's, waar liggen de prikkels voor boeren om circulair P en K toe te passen, distributie, inpassen in huidig systeem. - Ontwikkelen vermarktbaar producten. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uitwerken haalbare businesscases en onderbouwen/inrichten economische prikkels. - LCA/duurzaamheidsanalyses, in aansluiting op internationale protocollen (e.g. PEFCR). - Ruimte in regelgeving (beleidsinnovatie) - Kwaliteitsborgingssysteem ontwikkelen en implementeren.
Circulaire nutriënten uit water	<ul style="list-style-type: none"> - Waar in het circulaire systeem kunnen het beste componenten herwonnen / verwijderd worden (zowel waardevolle als vervuilende componenten), zowel landbouw/tuinbouw, industrie, retail, huishoudens als afvalverwerking. - Mogelijkheden van biomassateelt op vervuilde stromen voor schoning en winning van waardevolle producten. - Selectie van potentiële rendabele technieken om N, P en K in minerale vorm terug te winnen uit rioolwaterzuivering rest- en deelstromen. - Ontwikkeling disruptieve technologieën. 	<ul style="list-style-type: none"> - Beperking en/of hergebruik proceswater, katalysatoren, chemicaliën, enzymen en mineralen. - Ontwikkelen bewerkingstechnieken van zuiverings-slib en andere rest- en deelstromen (bijv. rejectiewater) voor een veilig gebruik als meststof in de landbouw: nutriënten terugwinning met acceptabele vervuiling. - Verwijdering van vervuiling, pathogenen en microverontreinigingen (o.a. zware metalen, medicijnresten, hormonen, vlamvertragers, pesticiden, persoonlijke verzorgingsproducten micro-organismen, nanodeeltjes, microplastic etc). - Ontwikkeling van disruptieve technologische concepten voor rioolwaterzuivering, gericht op behoud van nutriënten en organisch koolstof 	<ul style="list-style-type: none"> - Testen van nieuwe mineralenproducten en bodemverbeteraars uit de afvalwaterketen. - Testen kweek van alternatieve biomassa op zuiverings-slib of effluënten (bijvoorbeeld kweek van insecten of wormen t.b.v. visvoer). - Hergebruik van water op meerdere schaalniveaus en tussen meerdere watergebruikers. - Leren van analogie met consumptiewater (mag nu ook uit oppervlaktewater gemaakt worden). - Testen van gebruik van RWZI effluënten voor irrigatiedoelinden in de landbouw. - Agronomische effectiviteit van nieuwe mineralenproducten en bodemverbeteraars uit de afvalwaterketen, gedrag van eventuele microverontreinigingen. - Hergebruik en zuivering van water in de landbouwsectoren. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aanpassing regelgeving voor gebruik van struviet of andere recyclingproducten als grondstof voor de kunstmestindustrie of als directe meststof in de landbouw. - Borging van de voedselveiligheid bij gebruik recyclingproducten in de landbouw. - Aanpassing regelgeving voor gebruik RWZI effluent in de landbouw. - Inzicht in of regelgeving nog steeds reëel is of aangepast kan worden, waarbij borging veiligheid essentieel is. - Experimenteerruimte creëren om producten in de kringloop te houden, b.v. waterzuiverings-slib van agrofoodverwerkers terug naar land- en tuinbouw.

		- Hoogwaardige toepassing zuiveringsslib eventueel inclusief thermische benutting.		
Mestvalorisatie	- Ontwikkelen theoretisch kader/model voor mestcirculariteit op basis van demoprojecten (o.a. kunstmestvrije achterhoek en groene mineralen centrale), leren en theoretiseren op basis van de praktijk.	- Ontwerp en innovatie ten aanzien van primaire scheiding (fecaliën en urine) en mogelijke verwaarding daarvan in de keten. Ontwerp en ontwikkeling van nieuwe routes voor toepassing van mest en terugwinning van mineralen uit plantaardige en dierlijke reststromen. Toetsen organische stofbalans en mineralenbalans in biobased teelten en bedrijfsplannen. Ontwikkelen cascaderings-principes voor mest Ontwikkelen meetinstrumentarium voor snelle analyse	- Vierkantsverwaarding mest: verschillende delen van het dier zo hoog mogelijk verwaarden in binnen en buitenland. - Wat is nodig voor het afzetten van nutriënten naar het buitenland. - Afzetten nutriënten buiten de landbouw. - Uitrol concepten van KunstMest 4.0: onbewerkte organische mest, aangevuld met nutriënten op maat waarvan de oorsprong ook organisch kan zijn.	- Uitwerken haalbare businesscases en onderbouwen/inrichten economische prikkels. - LCA/duurzaamheidsanalyses, in aansluiting op internationale protocollen (e.g. PEFCR). - Ruimte in regelgeving (beleidsinnovatie). - Beleidsinnovatie meststoffen Andere regelgeving en borgingssystemen.
Veilige voeding en materialen uit mest	- Veiligheidsissues bij gebruik mest voor insectkweek, schimmels, bacteriën, micro-organismen en breder inzet mest i.r.t. circulatie contaminanten en pathogenen. - Directe omzetting (chemisch, biokatalytisch, microbiologisch) van NH ₃ en organische zuren in eiwit en andere stikstofhoudende materialen.	- Verwijdering van pathogenen en microverontreinigingen (medicijnresten, hormonen, vlamvertragers, pesticiden, persoonlijke verzorgingsproducten, nanodeeltjes, microplastic etc.). - Ontwikkelen van concepten voor inzet van mest met behulp van insecten schimmels, bacteriën, micro-organismen. - Ontwikkelen van substraatvervangers.	- Maatschappelijke acceptatie en juridische inbedding en borgingssystemen van hoogwaardige producten uit mest en andere reststromen zoals slib.	
Deelprogramma 2: Effectiever en efficiënter gebruik van nutriënten: betere benutting van nutriënten, organische reststromen en water in de hele keten.				
Open teelten, bemesting van bodem en gewassen, verminderen watergebruik. <i>(Deze lijn sluit aan bij A2, maar is meer ingestoken vanuit nutriënten Precisiebemesting sluit aan bij de MMIP Sleuteltechnologie Slimme technologie en High tech)</i>	- De samenstelling, de waarde en de effecten van de verschillende organische stofstromen op bodemvruchtbaarheid, bodemleven etc. - Hoe kunnen we open teelten inrichten zodat ze beter de concepten van de bedekte teelt kunnen toepassen? - Voorkomen emissies uit de bodem. - Mogelijkheden precisiebemesting bij verschillende gewassen. - Inzicht in interactie/afwenteling emissies.	- Onderzoeken praktische toepassing en effecten circulaire minerale meststoffen en bodemverbeters/bewerkte of onbewerkte vaste organische reststromen, inclusief effecten op bodemorganische stof. - Ontkoppelen N en P en K gift (onderdeel precisiebemesting) - Ontwikkelen slow-release meststoffen en nitrificatiereemers. - Ontwikkelen concepten voor precisielandbouw op basis van lokale bodem- en gewasmetingen al dan niet in combinatie met modellen. - Ontwikkelen concepten voor beperking watergebruik, zoals gebruik regenwater, water hergebruik en water terugwinning. - Effecten van waterbeperking op de teelt. - Opgang, opslag, zuivering en inzet van regenwater in allerlei processen.	- Praktijktoepassingen precisiebemesting. - Testen op field labs waar door afwijking van bestaande regels meer vrijheid is voor innovaties dan in de reguliere situatie. - Maximaliseren plaatsing mest op eigen bedrijf, koppelen maximaal mestgebruik aan drainagewater. - Koppeling borging en monitoringssysteem oppervlaktewater - Pilots voor hergebruik water (zuivering) op meerdere schaalniveau's (oa uit RWZIs) - Verwaarden slootmaaisel (zie ook A3). - Testen precisiebemestingssystemen. - Inrichtingsvraagstukken (vruchtwisseling/opvolging, strokenteelt, mengteelten, groenbemesters/vanggewassen etc.).	- Ondersteunen praktijknetwerken. - Verbeteren samenwerking veehouderij, akkerbouw en loonwerkers.
Veredelen op efficiëntere benutting van nutriënten. <i>Deze lijn sluit aan bij MMIP Sleuteltechnologie Biotechnologie en Veredeling</i>	- Onderzoeken welke planteigenschappen en genen/pathways in verschillende gewassen bijdragen aan de efficiëntie van nutriënten gebruikt (NUE).	- Ontwikkelen van fenotyperings-methoden voor gewenste eigenschappen. - Identificeren van QTL's.	- Validatie van merkers door gebruik van verschillende populaties in het onderzoek.	- Gebruik van merkers voor QTLs in veredelingsprogramma's door bedrijven. - Inkruisen van eigenschappen in cultuurmateriaal.

Open teelten in combinatie met veehouderij, grondgebondenheid	<ul style="list-style-type: none"> - Genomica en voeding van dieren gerelateerd aan metsamenstelling. - Duurzaamheid van verschillende bestemmingen van nutriënten en afvalstromen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ontwikkeling efficiënte rassen/gewassen m.b.t. nutriëntenopname. - Afstemming gebruik andere rassen van dieren en planten. - Afweging tussen verschillende bestemmingen tussen akkerbouw en veehouderij: bijvoorbeeld swill of slachresten terug als bemestingsproduct of veevoer? 	<ul style="list-style-type: none"> - Testen op field labs waar door afwijking van bestaande regels meer vrijheid is voor innovaties dan in de reguliere situatie. - Inrichtingsvraagstukken, landbouwsystemen/beweiding, hoe hou je nutriënten in het systeem. - Effect van relatie tussen grondeigendom en grondgebruik. - Pilots voor hergebruik reststromen tussen akkerbouw en veehouderij. 	<ul style="list-style-type: none"> - Verbeteren samenwerking veehouderij/akkerbouw voor betere inrichting grondgebondenheid. - Opzetten kenniskringen en trainingsprogramma's.
Veehouderij <i>(Deze lijn sluit aan bij MMIP D3 Duurzame veehouderij, maar is hier meer vanuit de nutriënten en voedingsstoffen ingestoken, de lijn is hier slechts beperkt uitgewerkt)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Gezondheid van dieren en hun nutriënten behoefte. - Relatie voeding en mestkwaliteit. - Betere, simpelere en snellere analyse van nutriënten, in voer, dier en mest. 	<ul style="list-style-type: none"> - Verbeteren mineralen efficiëntie in de veehouderij. - Voeding van dieren op basis van grondstoffen die niet geschikt zijn voor humane consumptie, inclusief de wisselwerking met gezondheid, welzijn en gedrag van dieren. - Veevoer veiligheid van reststromen en co-producten. - Laag-eiwit voeding van dieren. - Ontwikkelen nieuwe grondstoffen voor veevoer. 	<ul style="list-style-type: none"> - Efficiënter voeren van dieren - Stalsystemen en beweidingssystemen voor circulariteit. - Circulaire concepten en inrichtingsvraagstukken voor grondgebonden en voor niet-grondgebonden veehouderij. 	<ul style="list-style-type: none"> - Advies over circulaire systemen en concepten bij renovatie en/of nieuwbouw van stallen. - Veehouders onderling met elkaar verbinden om te leren van elkaar. - Veehouders, veevoederproducenten en organische reststroom partijen samen brengen om te kijken hoe de vraag van het dier, het veevoer en dus her te gebruiken reststromen samen kan komen.
Deelprogramma 3: Brongericht vermindering van emissies naar bodem, water en lucht.				
Stikstof emissies vermindering		<ul style="list-style-type: none"> - De inschatting van de N-depositie op natuurgebieden te verbeteren. - In kaart brengen van effecten van N-depositie op kwetsbare natuur. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ontwikkeling van maatregelen om N-emissies uit de landbouw naar de lucht te verminderen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ondersteuning van het beleid bij de ontwikkeling van het nieuwe stikstofbeleid.
Fosfaat emissies vermindering		<ul style="list-style-type: none"> - Ontwikkeling van oplossingen en technieken voor evenwichts en precisiebemesting 	<ul style="list-style-type: none"> - Nieuw fosfaathoudende minerale en organische meststoffen produceren die voldoen aan de fosfaat behoefte van het gewas met vermindering van emissies 	
Zware metalen en andere ongewenste stoffen emissies verminderen	<ul style="list-style-type: none"> - Analyseren van zware metalen goedkoper en sneller maken 	<ul style="list-style-type: none"> - Gericht en selectief verwijderen van zware metalen uit een rest of afval stroom - Plant beschikbaar maken van een herwonnen "zwaar metaal" dat als micronutriënten kan dienen voor plant, dier of mens. 		

Positionering MMIP

Dit MMIP heeft interactie met MMIP 11b. Emissiereductie methaan en lachgas veehouderij, waarbij de inzet van de laatste is om de emissies te minimaliseren terwijl de inzet van het onderhavige thema is om de nutriënten geschikt en beschikbaar te houden in het landbouwsysteem. De ambities raken verder aan de ambities van MMIP A2 rondom gezonde bodem, waarbij dit MMIP zich meer op de nutriënten richt en aan de ambities van MMIP A4 rondom de productie van duurzaam eiwit en aan de ambities van MMIP A3 rondom hergebruik van rest- en zijstromen. Daarnaast is er een sterke link met de MMIP D3 duurzame veehouderij. Als laatste is er een link met twee sleuteltechnologie MMIPs: Slimme technologie en High tech, en Biotechnologie en Veredeling.

Sterktes en zwaktes kennispositie en positie bedrijfsleven

Zwak: Bioraffinage uit dierlijke mest tot afzonderlijke of gecombineerde minerale N, P en K producten ter vervanging van kunstmestproducten staat nog in de kinderschoenen. De huidige

verwerking van mest is meer gericht op een zo goedkoop mogelijke export van overtollige fosfaat en minder op specifieke bemestingsproducten die kunstmest vervangen. Technologiemarkt voor afvalwater is (veel) verder ontwikkeld dan die voor mest. Meer ervaring is er op het gebied van humane afvalstromen bij de RWZI's (o.a. P-terugwinning via struviet), echter de eigenschappen van beide grondstoffen zijn verschillend. Samenwerking over de gehele nutriëntenketen (agro-food-waste) kan nog veel beter. Veel MKB partijen actief in technologieontwikkeling, met vaak wel sterke innovatiewens maar met relatief weinig, versnipperde of gefractioneerde kennis en beperkt kapitaal voor ontwikkeling. Vooral market push, minder market pull. De implementatie, financiële duurzaamheid en uitrol van technieken en processen voor grootschalige nutriënten terugwinning en hergebruik is een belangrijke voorwaarde voor het realiseren van de circulaire nutriënten economie.

Sterk: Er gebeurt veel aan ontwikkeling van technieken omdat het belang groot is (kosten voor verwerken mineralenoverschot uit dierlijke mest en zuiveringsslib zijn hoog) en de plaatsingsruimte van de organische uitgangsmaterialen zijn ontoereikend. Daarnaast zet het ministerie sterk in op kringlooplandbouw waarbij recycling van restromen en de nutriënten daarin een belangrijk onderdeel is. Een succes draagt bij aan het verbeteren van imago van de landbouw. Binnen de bedekte teelten is veel onderzoek en ontwikkeling gedaan naar het emissievrij maken van de teelt, de verwachting is dat ook de andere teelten kunnen profiteren van die kennis en ervaring.

Samenhang met (bestaande) nationale en internationale agenda's

Internationaal: Circulaire Economy Package / Action Plan (EU, Dec 2015), Green Deals

Nationaal: Transitie – agenda biomassa & voedsel (jan 2018) waar reeds een aantal belangrijke ontwikkelingen benoemd worden.

Visie Landbouw, Natuur en Voedsel: Waardevol en Verbonden.

Klimaatakkoord.

Strategie internationaal

Het ministerie van LNV wil internationaal voorloper worden op gebied van kringlooplandbouw.

In noord-west Europa zijn er vergelijkbare ontwikkelingen. Van belang is om gezamenlijk via Europese samenwerkingsprojecten op te trekken.

Innovatiesysteem en consortiumvorming

Partijen die relevant zijn voor dit MMIP zijn onder andere: Landbouworganisaties (o.a. LTO Noord, ZLTO, LLTB), Bedrijfsorganisaties Akkerbouw, Nederlandse Zuivel Organisatie (NZO), Branche Vereniging Organische Reststoffen (BVOR), Belangenvereniging Composteerbare Producten Nederland (BCPN), Meststoffen Nederland, Vereniging van Afvalbedrijven (GFT), Verwerking dode dieren en slachtafval (cat 1 en 2) (Rendac), Slibverwerkers, Mestverwerkers, Afvalwaterzuivering, waterschappen en STOWA, Drinkwaterbedrijven, Vewin, Energie- & Grondstoffenfabriek, Unie van Waterschappen, Overleggroep Producenten Natte Veevoeders (OPNV), diervoedersector en de handel, Transport en logistiek, voedselverwerkende industrie, retail, etc.

Problematiek rondom mest- en nutriëntenverwaarding en effectiever gebruik van nutriënten en water is deels een gezamenlijk gevoelde verantwoordelijkheid, waardoor een programmatische aanpak op verschillende onderdelen haalbaar moet zijn. Een groot deel van de verschillende partijen maken deel uit van het Nederlands Nutrient Platform dat weer in contact staat met het European Sustainable Phosphorus Platform (ESPP).

Een aantal van de essentiële hordes echter voor het meer circulair maken van de nutriënteninzet zijn het gebrek aan haalbare businesscases, belemmerende wet- en regelgeving, en te weinig prikkels voor inzet van circulaire nutriënten en het beschikbaar zijn van alternatieve producten in de markt. Deze hordes maken dat het de afgelopen jaren moeizaam is gebleken PPS-en op dit onderwerp op de zetten. Ondersteuning bij het bij elkaar brengen van potentiële consortiapartners, en het aansturen op een programmatische aanpak, zoals ook al gebeurt bij de PPS Next Level mestverwaarding is een vereiste om een boost te geven aan de ontwikkelingen.

Daarnaast is een markt ontwikkelen een kwestie van lange adem. Dus er is een valley of death waar men overheen moet. Er is ook scholing, demo nodig om de waarde van producten te doen blijken (of stimuleren opzetten, financieel of via regelgeving). Wat ook kan helpen zijn (beleidsmatige) incentives, waardoor de nieuwe producten meer kans krijgen t.o.v. de bestaande die vervangen moeten worden.

Het Next Level mestverwaarding AF-18136 project is een sterk consortium. Dit wordt mogelijk nog uitgebouwd. Verder is een aantal consortia actief bezig ontwikkeling richting een toekomstbestendige en verantwoorde veehouderij vorm te geven: zoals Meststoffen Nederland, Kunstmest 4.0. De Groene Mineralen Centrale is eveneens een uitstekend voorbeeld van samenwerking voor het winnen en verwaarden van nutriënten. Er zijn ook verbanden als Agri.NL (met veel partijen akkerbouw en veehouderij) of Coviva (vitalisering varkenshouderij). Deze projecten kunnen als voorbeeld dienen voor het opzetten van nieuwe samenwerkingsverbanden.

Het verdient aanbeveling om actief te bouwen aan grotere consortia die de problematiek binnen dit MMIP gezamenlijk kunnen aanpakken, gezamenlijkheid is noodzakelijk om de grote stappen te zetten die noodzakelijk zijn.