

Format rapportage 2017-2021 projectinformatie PPS-en Landbouw, water, voedsel

Datum versie: 7 december 2020

Uit projectplan (svp zoveel mogelijk invullen)

1. Projectinformatie

1.1 Organisatie/financiering	TKI A&F
1.2 Projectnummer	TKI-AF-16064 / BO-56-001-005
1.3 Project titel	Beter Bodembeheer
1.4 Projectleider (naam en emailadres)	Joeke Postma & Janjo de Haan joeke.postma@wur.nl & janjo.dehaan@wur.nl
1.5 Startdatum (dd-mm-jjjj)	1-1-2017
1.6 Einddatum (dd-mm-jjjj)	30-4-2021
1.7 MMIP primair (nummer en naam van het MMIP, zie overzicht bijlage 1)	MMIP A2: Gezonde, robuuste bodem en teeltsystemen gebaseerd op agro-ecologie en zonder schadelijke emissies naar grond- en oppervlaktewater. (Voorheen: Klimaat neutrale voedselsystemen, BO-47-001-006)
Organisatie/financiering	TKI A&F

2. Projectomschrijving

2.1 Samenvatting Geef een korte samenvatting van wat het project inhoudt en beoogt. Het gaat om een publiek beschikbare samenvatting (doel, bijdrage aan de missie, op te leveren resultaten in termen van kennis voor doelgroep x en de partners in het project).

PPS Beter Bodembeheer wil door een integrale aanpak van chemische, fysische en biologische bodemaspecten de kennis van bodem en bodemprocessen vergroten. Dit met als doel de productie en/of de productiestabiliteit op de korte én de lange termijn te verhogen, de ongewenste emissies naar het milieu te verlagen en maatschappelijke bodemdiensten als biodiversiteit en waterbeheer te versterken.

In deze PPS staan de volgende vragen centraal:

- hoe kan bodemmanagement worden ingericht zodat ook op de lange termijn het productievermogen en andere bodemdiensten zoals klimaatmitigatie en waterbeheer, gewaarborgd blijven?
- hoe kan door management de bodem meer weerbaar worden gemaakt tegen biotische (bodempathogenen) en fysische (droogte, wateroverlast) stress.
- hoe kan met het soort organische stof aanvoer bodemkwaliteit en bodemdiensten worden gestuurd afhankelijk van bodemuitgangssituatie en bodemgebruiksdoel?
- welke aanvullende meetmethoden voor bepaling van bodemkwaliteit voor de praktijk zoals organische stof kwaliteit, meten van bodemleven en meten van perceeldiversiteit, zijn nodig en praktisch bruikbaar?
- hoe kan de beschikbare bodemkennis worden geïntegreerd in bodemadvies dat bruikbaar is voor de individuele bedrijfssituatie ?

PPS Beter Bodembeheer is een onderzoeksprogramma van het Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Voedselkwaliteit (LNV) en een consortium van verschillende partijen uit de plantaardige productieketen met als penvoerder BO Akkerbouw.

2.2 Doel van het project *Wat gaat het project bijdragen aan de doelen van de KIA, de missies en de MMIP's?*

De PPS verwacht bij te dragen aan het behalen van de volgende afgeleide doelen:

- behoud van de productiecapaciteit van land- en tuinbouwgrond,
- behouden of verbeteren van het economisch resultaat van land- en tuinbouwbedrijven,
- verlagen van stikstofuitspoeling en verhogen van nutriëntenefficiëntie,
- verhogen van koolstofopslag in en verminderen van broeikasgasemissies uit de bodem,
- verhogen van de weerbaarheid van bodem en gewas tegen biotische en abiotische stress,
- verhogen van biodiversiteit in en om de land- en tuinbouw bodem.

2.3 Motivatie *Licht toe waarom dit project passend en nodig is binnen het MMIP*

Meer met minder: innovaties in duurzame voedselsystemen voor de productie van meer hoogwaardig voedsel met minder grondstoffen en minder uitstoot. De bodem is de basis voor de productie van vrijwel alle land- en tuinbouwgewassen en een sterk bepalende factor voor de realisatie van deze ambitie. Bodemkwaliteit staat ook in Nederland onder druk en daarmee de voedselzekerheid voor de samenleving en de basis van het inkomen in de landbouw. Bodembeheer heeft daarnaast grote invloed op onder meer klimaat, waterbeheer en biodiversiteit.

2.4 Resultaat *Zo SMART mogelijke beschrijving van de **beoogde resultaten** van het project. Het gaat om zowel de inhoudelijke resultaten (in relatie tot vraag 2.2) als resultaten zoals bijeenkomsten en rapporten. Geef zoveel mogelijk ook de planning per jaar.*

In het werkplan 2017-2020 staan de volgende beoogde resultaten beschreven:

- maatregelen in bodemmanagement die leiden tot verminderde stikstofuitspoeling, een hoger nutriëntenefficiëntie en/of een alternatief (equivalente maatregelen) kunnen geven voor vanuit productie gezien suboptimale stikstof aanvoernormen;
- innovatieve maatregelen die bijdragen aan weerbare systemen met minder ziektedruk en de basis vormen voor een meer groene gewasbescherming;
- innovatieve maatregelen die leiden tot vermindering van bodemverdichting en specifiek ondergrondverdichting;
- pakketten van bodemmaatregelen die bijdragen aan het behoud van de bodemkwaliteit op de lange termijn;
- pakketten van bodemmaatregelen die bijdragen aan een verhoogde opbrengststabiliteit samen met verbeterde bodemdiensten als klimaatadaptatie en mitigatie, waterbeheer en biodiversiteit;
- adviezen/instrumenten die boeren, adviseurs en grondeigenaren ondersteunen in de complexe afwegingen om te komen tot een verbeterd bodembeheer;
- nieuwe indicatoren voor bodemkwaliteit die bijdragen aan een verbeterde integrale beoordeling van bodemkwaliteit en bijdragen aan een verbeterde mogelijkheden om te sturen op bodemkwaliteit;
- beschrijving van gewenste eigenschappen van input en productiemiddelen (mechanisatie, meststoffen en rassen) zodat deze input beter bijdraagt aan het gewenste bodembeheer.

Voor de praktische uitvoerbaarheid van het onderzoek zijn 10 werkpakketten en 4 lange termijn experimenten ingesteld, die hieronder beknopt beschreven zijn:

Werkpakket 1: Organische stof beheer

Vanuit meerjarige en langlopende systeemprouven zijn er indicaties dat een hoge organische stof aanvoer positieve effecten kent, zoals een hogere opbrengst, meer bodemleven, een betere structuur, hogere bodemvruchtbaarheid, minder stikstofuitspoeling, lage fosfaatuitspoeling, hogere koolstofopslag en een beter verdienmodel. Het huidige mestbeleid echter zorgt voor

afnemende organische stofaanvoer en heeft het risico in zich dat de bodemvruchtbaarheid en opbrengsten op de langere termijn afnemen en mogelijk daarmee ook weer dat de nitraatuitspoeling stijgt. Een goede onderbouwing, richting bepaling richting het 6^e nitraatactieprogramma is belangrijk.

1a: Effecten Organische stof kwantiteit en kwaliteit op bodemkwaliteit

Organische stof speelt een centrale rol in het functioneren van de bodem. Zowel in relatie tot de diensten voedselproductie als ander bodemdiensten als minimale emissies, koolstofopslag, waterbeheer en biodiversiteit. Deze diensten worden mede gestuurd vanuit de hoeveelheid en het soort organische stof in de bodem en door datgene wat naar de bodem wordt aangevoerd. Eigenschappen van organische stof als afbreekbaarheid, C:N verhouding of voorbewerking (bijv. anaerobe vergisting of compostering) spelen hierbij een belangrijke rol. Dit werkpakket richt zich op de omvang en de kwaliteit van de organische stof in de bodem en op die van de aanvoer van organische stof naar de bodem.

1b: Sturen op mestkwaliteit

Organische bemesting is een belangrijk onderdeel van bodembeheer. Veel akkerbouwers gebruiken dierlijke mest als bron van nutriënten en organische stof. In de praktijk blijkt de samenstelling en werking van dierlijke mest behoorlijk variabel te zijn. Bovendien komen er steeds meer (bewerkte) mestproducten op de markt. De uitdaging voor de gebruiker is om vanuit zijn gebruiksdoelen en randvoorwaarden de meest geschikte mestsoort(en) te kiezen.

Werkpakket 2: Gebalanceerde bemesting.

Dit werkpakket richt zich voor een belangrijk deel op stikstofefficiëntie en stikstofverliezen. Daarnaast richt het zich op een voldoende en gebalanceerde aanwezigheid en beschikbaarheid van nutriënten in de bodem. De hypothese voor stikstofmanagement is dat een betere bodemkwaliteit de stikstofefficiëntie kan verhogen en stikstofverliezen (uitspoeling en lachgasemissie) kan verlagen. Die goede bodemkwaliteit kan bereikt worden met organische stofbeheer, (minimale) grondbewerking etc.. De hypothese voor de gebalanceerde beschikbaarheid van bodemnutriënten is dat voor een goede productie, productkwaliteit en bodemkwaliteit niet alleen een voldoende minimum beschikbaarheid van een individueel nutriënt moet zijn (SLAN theorie: Sufficient Level of Available Nutrients), maar dat ook de verhoudingen van (beschikbare) kationen in de bodem ook relevant zijn voor productie en bodemkwaliteit.

Werkpakket 3: Nuttig bodemleven en beheersing bodempathogenen

Dit werkpakket richt zich op maatregelen die het bodemleven stimuleren en daarmee de bodemgezondheid en bodemweerbaarheid positief beïnvloeden. Het bodemleven is betrokken bij talloze processen (bodemdiensten) zoals bodemweerbaarheid, afbraak en vorming van organische stof, het vastleggen en vrijmaken van plantopneembare nutriënten. Bodemgezondheid is van cruciaal belang voor een duurzame gewasproductie. Bovendien speelt het werkpakket een cruciale rol in het verbinden van de kennis die in verschillende (fundamentele) onderzoeksprojecten wordt gegenereerd. De kennislijnen ten aanzien van mechanismen van bodemweerbaarheid en analysemethoden die in de verschillende projecten worden ontwikkeld, worden geïntegreerd getoetst op effectiviteit in de praktijk.

Werkpakket 4: Gewas-bodem interacties; groenbemesterkeuze in tijd en ruimte

Dit werkpakket richt zich op de effecten van soorten groenbemester in monocultuur en in mengsels. soort- en raskeuze (genotype) op bodemkwaliteit. De hypothese is dat niet alleen de bodemkwaliteit het gewas beïnvloedt, maar ook dat het gewas vice versa een belangrijk effect heeft op de bodemkwaliteit. Hierbij is inbegrepen de hypothese dat voor specifieke bodemmanagementsystemen ook een specifiek genotype nodig is. Bijvoorbeeld voor 'conservation agriculture' (o.a. niet-kerende grondbewerking) zijn andere rastypen nodig dan voor ploegsystemen.

Onderwerpen die in dit werkpakket opgepakt zullen worden zijn: groenbemesterkeuze (al dan niet in een mengsel) in relatie tot bodemkwaliteit en bodemgezondheid, geschiktheid van rassen voor specifieke bodemmanagementsystemen, de mate waarin specifieke soorten en genotypen in staat zijn om actief nutriënten vrij te maken uit de minder beschikbare bodemreserves en de mate waarop de ras en soortkeuze invloed heeft op organische stof aanvoer en structuur. Belangrijk element in dit werkpakket is de bestudering van bovengrondse en ondergrondse massa en het type doorworteling.

Werkpakket 5: Bodemconserverende grondbewerking

Grondbewerking heeft een belangrijke invloed op de bodemkwaliteit en op verschillende bodemdiensten. Hypothese is dat een minder intensieve grondbewerking (in vergelijking met de standaard van plm. 25 cm diep ploegen) een positieve invloed heeft op de lange termijn bodemkwaliteit en dat hiermee zorg wordt gedragen voor opbrengstzekerheid en het leveren van een aantal diensten, zoals (bodem)biodiversiteit, verhoogde fysische weerbaarheid van de bodem en een verbeterd waterbeheer.

In dit werkpakket worden de lange termijn experimenten met niet-ploegsystemen in gangbare en biologische bedrijfssystemen voortgezet en geanalyseerd. Daarnaast wordt een deel van de experimenten uitgebreid met onderzoek naar de effecten van ondiep (10-15 cm) en bovenover ploegen en wordt een factor met verlaagde N- aanvoer aangelegd (BASIS). Ook aanvullende technieken als bijvoorbeeld strokenzaai worden hier meegenomen. Aanvullend worden er specifiek voor de situatie in Zuid-Limburg experimenten uitgevoerd met systemen voor ondiep ploegen.

Werkpakket 6: Voorkomen en opheffen ondergrondverdichting

Bodemverdichting is een toenemend probleem in Nederland en zorgt voor een jaarlijkse opbrengstderving van minimaal 5%. Daarnaast geeft bodemverdichting een verhoogd risico op broeikasgasemissie en een verminderde waterinfiltratie. Vooral ondergrondverdichting op zandgronden is moeilijk omkeerbaar.

De hypothese is dat ondergrondverdichting verminderd kan worden door een bodemmanagementsysteem met agressief doorwortelende groenbemesters en/of gewassen (zie ook werkpakket 4) en preventie van (her)verdichting, zo nodig voorafgaande door een ondergrondbewerking. Ondergrondbewerking en aangepaste beworteling lossen meestal niets op als je het bodembeheer niet aanpast. Hierbij zal zoveel mogelijk aansluiting en synergie worden gezocht met lopende en in andere werkpakketten startende systeemexperimenten. Dit werkpakket richt zich op het meten van de effecten van verschillende managementopties in de systeemexperimenten (onder andere minder intensieve grondbewerking en structuurverbeterende groenbemesters) op bodemverdichting.

Werkpakket 7: Ondergrondse en bovengrondse interacties (vanaf 2020 als zelfstandige PPS)

Bodemmaatregelen hebben invloed op bovengrondse pathogenen in akkerbouwgewassen. Zo wordt de overleving van diverse bladziektes beïnvloed door de keuze van de rotatie, gebruik van groenbemesters, of gereduceerde grondbewerking. De invloed van gewasresten op bladziektes in maïs is eerder aangetoond (PPS Duurzame Bodem). Beheersing van *Stemphylium* bladziektes in verschillende gewassen is afhankelijk van de waardplantspecificiteit (eventuele cross-over met PPS TU 1605028), maar mogelijk ook van onkruidbeheersing en gewasrestenmanagement. Onderzoek naar de gevolgen van verschillende bodemmaatregelen in combinatie met teeltmaatregelen als strokenteelt en 'mixed cropping' op de overleving van bovengrondse ziektes biedt mogelijkheden om meer weerbare systemen te ontwikkelen, waarin het gebruik van bestrijdingsmiddelen wordt beperkt.

De vernieuwing richt zich op het ontwikkelen van stabiele voedselproductiesystemen, met gerichte integratie en bevordering van de boven- en ondergrondse biodiversiteit. Met een beperkt budget zal dit onderwerp in 2017 verder worden uitgewerkt, en als onderdeel van deze PPS in

2018 verder worden ingevuld. Vanaf 2020 is het onderzoek voortgezet in LWV19129 Transitie naar een op ecologie gebaseerde kringlooplandbouw door toepassing van gewasdiversiteit.

Werkpakket 8: Meten van Bodemkwaliteit

Dit werkpakket richt zich op het meten van bodemkwaliteit en geeft antwoord op de vraag of het pakket van bodemanalyses afdoende is. Verder wordt onderzoek gedaan naar hoe de huidige indicatoren (in de Minimale DataSet; MDS) betrouwbaar zijn te meten en of de indicatoren beïnvloed kunnen worden door management en of er streefwaarden zijn vastgesteld. Voor organische stof gehalte zijn er voor Nederland bijvoorbeeld geen streefwaarden bekend. Daarnaast is er behoefte aan indicatoren voor de kwaliteit van de bodem organische stof. Aanvullende analyses die de labiele van de organische stof in de bodem meten, lijken een betere relatie te hebben met een aantal bodemfuncties en bodemdiensten en zijn gevoeliger voor veranderingen in bodemkwaliteit. Verder richt het werkpakket zich op het meten van variatie in bodemkwaliteit binnen-percelen en de relatie tussen de klassieke chemische, fysische en biologische bodemindicatoren en metingen van perceelsvariatie in bodemkwaliteit zoals EC en andere sensortechnieken.

Werkpakket 9: Indicatoren voor bodemkwaliteit en integratie in bodemadvies/ bodemkwaliteitsplannen

Dit werkpakket richt zich op de vertaling van de kennis over de relatie tussen bodemmeetwaarden (indicatoren), bodemmanagement en bodemdiensten naar praktisch advies voor grondeigenaren en grondgebruikers. Hoe kunnen waarnemingen van een bepaalde bodemkwaliteit worden vertaald naar (specifiek) verbeterend bodemmanagement, welke leidt tot positieve effecten op bodemdiensten zoals opbrengt, klimaatmitigatie en biodiversiteit.

Onderdelen hiervan zijn de verdere ontwikkeling van een minimale set van indicatoren en hun streefwaarden en het integraal vertalen van deze bodemkennis naar bodemmanagement. Instrumenten die in samenwerking met verschillende actoren verder worden ontwikkeld zijn bodemkwaliteitsplannen, bodempaspoorten en bodemadvies-systemen.

Werkpakket 10: Coördinatie, communicatie en kennisdoorstroming

Dit werkpakket heeft tot doel om alle gegenereerde kennis zo efficiënt mogelijk te verspreiden. Vanwege de integrale aanpak van het onderzoek binnen deze PPS is een overkoepelend communicatieplan essentieel, waarbij kennis van verschillende disciplines samengebracht wordt. De kennis zal enerzijds via websites, berichten, artikelen, presentaties etc. verspreid worden (klassieke communicatie). Anderzijds zal er veel aandacht besteed worden aan vraag gestuurd aangeboden kennis. Dat wil zeggen met een duidelijke vraagstelling van een ondernemer, of andere vraagsteller, waardoor kennis beter wordt opgenomen en toegepast. De consortiumpartners zijn sterk betrokken bij de doorwerking van kennis uit de PPS naar de praktijk, waarbij belangenorganisaties (zoals LTO, ZLTO, LLTB, NAJK, NAV en Bionext, Biohuis, etc.) een coördinerende rol hebben als het gaat om het bereiken van ondernemers en ketenpartijen.

Lange termijn experimenten - Systeemproeven

Bodemkwaliteit verandert vaak traag en om betrouwbare uitspraken te doen over het effect van bodemmanagement op bodemkwaliteit en bodemdiensten is het belangrijk om dit bodemmanagement langjarig uit te voeren. Daarnaast wordt in de praktijk een bepaald type management niet in isolement toegepast maar in een combinatie van verschillende typen maatregelen. Deze maatregelen zijn aanvullend en versterken elkaar. Zo wordt niet kerende grondbewerking vrijwel altijd toegepast in combinatie met de toepassing van groenbemesters en met veel aandacht voor preventie van bodemverdichting. Biologische landbouw is bijvoorbeeld een pakket van organische bemesting, ruime vruchtwisseling en niet chemische bestrijding van ziekten en plagen. De PPS maakt daarom gebruik van een aantal systeemproeven waarbij verschillende handelingsperspectieven apart en/of in combinatie worden getoetst en waarbij de

combinaties van bodemmanagement langjarig zijn toegepast. In verschillende werkpakketten wordt o.a. gebruik gemaakt van de bestaande contrasten die in de systeemprouwen gecreëerd zijn. De volgende langjarige (systeem) experimenten zijn onderdeel van de PPS Beter Bodembeheer:

BASIS, locatie Lelystad (klei/zavel). Contrasten in (combinaties van) grondbewerking (> 8 jaar), organische stof aanvoer (>5 jaar), biologisch en gangbaar beheer (>12 jaar).

Bodemkwaliteit op Zand (BKZ), locatie Vredepeel. Contrasten in (combinaties van) organische stof aanvoer (>15 jaar), biologisch en gangbaar beheer (>15 jaar) en grondbewerking (> 5 jaar).

Bodemkwaliteit op Dalgrond (BKD), locatie Valthermond, Veenkoloniën. Contrasten in (combinaties van) organische stof aanvoer (>4 jaar), grondbewerking (> 4 jaar), kation bemesting (>4 jaar) en vruchtwisseling (>4 jaar) (toepassing Tagetes).

Bodemgezondheidsproef (BGZ), locatie Vredepeel. Contrasten (>8 jaar) in (combinaties van) verschillende soorten organische stof aanvoer (>15 jaar), grondontsmetting (chemisch of biologisch), biologisch en gangbaar beheer (>15 jaar) en vruchtwisseling (toepassing Tagetes).

Jaarrapportage (svp ook laatste jaar invullen) 2021

3. Status project

3.1 Status project (keuze maken)	project loopt op schema/project loopt achter/project loopt voor/project is niet gestart/project is voortijdig afgesloten/project is afgerond
3.2 Toelichting incl. voorziene wijzigingen t.o.v. het oorspronkelijke werkplan	Project is op 30-4-2021 afgesloten, dit is 4 maanden later dan oorspronkelijk gepland. Vooral afronding en integratie van data kostte meer tijd dan verwacht. Bovendien zijn sommige werkzaamheden later uitgevoerd dan gepland vanwege afwezigheid (ziekte) van enkele onderzoekers. Ook was 2020 vanwege Corona een moeilijk jaar om praktische (lab)werkzaamheden op tijd uit te voeren.

4. Behaalde resultaten - aanvulling voor periode van 1-1-2021 tot 30-4-2021

4.1 Korte beschrijving van de inhoudelijke resultaten en hun bijdrage aan het MMIP (zoals beschreven in 2.2)
De resultaten zijn hieronder beschreven per werkpakket <i>WP1a Organische stof</i> <ul style="list-style-type: none"> WP1a.a Toestand OS-akkerbouw: De historische data van de 32 percelen van het bedrijvennetwerk (BNW) zijn benut voor het opstellen van jaarlijkse organische-stofbalansen. Hiervoor bleek een omvangrijke kwaliteitscheck van de data noodzakelijk. De teeltgegevens zijn aangevuld met schattingen van de perceel-specifieke afbraak van organische stof en er zijn berekeningen gemaakt met het ROTHM-model. Uiteindelijk is een interpretatie gemaakt van de impact van bodemkwaliteit, management en klimaat. Over deelsluitkomsten is meermaals gecommuniceerd naar de praktijk. WP1a.2 Kengetallen EOS: Uit de empirische gegevens van een incubatieproef zijn nieuwe EOS-kengetallen voor gewasresten en groenbemesters berekend en deze zijn vergeleken met data uit de (internationale) literatuur. Dit heeft geleid tot aanpassing van de kengetallen in het HBB. Voor organische meststoffen en compost is een literatuur onderzoek uitgevoerd naar de achtergrond van de huidige EOS-data. Hieruit bleek dat er voor een aantal meststoffen lacunes zijn, en dat nieuwe kengetallen implicaties kunnen hebben voor de hiervan af te leiden N-levering. Een vervolgvorstel om hier meer zicht op te krijgen is inmiddels goedgekeurd.

- WP1a.3 Indicatoren OS-verandering: De gegevens van de eerste meetronde (2019) van de indicatoren OS-verandering zijn uitgewerkt in 16 bedrijfsrapportages en een hoofdstuk in de overall rapportage van het BNW. De indicatoren betreffen onder andere de makkelijk en moeilijk afbreekbare fracties, de rock-eval analyse, de perceel-specifieke afbraak en de N-mineralisatie. De verhouding tussen de fracties kan een rol spelen bij de functies van organische stof en/of de opbouw ervan.
- WP1a.4 Organische inputs en N-benutting: Op basis van de stro- en N doseringen die in 2019-2020 waren onderzocht (immobilisatie proef), werd in september 2020 een nieuwe potproef gestart met de laatste twee bemonsteringen in december en februari 2021. Met deze monsters werden in 2021 bodem- en gewas analyses uitgevoerd. De resultaten van de voorgaande proeven werden statistisch geanalyseerd, en de resultaten en conclusies opgenomen in het concept eindrapport. De gerapporteerde serie proeven laat zien dat minerale N gecontroleerd kan worden vastgelegd met behulp van een organische toevoeging, en dat de mineralisatie daaruit vervolgens kan worden uitgesteld. In potentie vermindert dit de kans op N verliezen en zou dit mogelijkheden kunnen bieden voor een betere synchronisatie van gewasopname en N beschikbaarheid. Die mogelijkheid werd echter nog niet bevestigd. Een beheer gericht op de opbouw van een hoger organisch stof gehalte door verhoogde aanvoer (BKZ proef) of accumulatie in de bodemgrond (BASIS proef) bleek voornamelijk niet effectief om de uitspoeling van vers toegediende minerale N te verlagen. Gebruik van stro lijkt gepaard te gaan met risico op verhoogd N verlies (eerste potproef met hoge doseringen stro en kunstmest) en/of op snelle vastlegging in recalcitrante vorm (immobilisatie proef met lagere doseringen), waaruit mogelijk pas na lange tijd weer stikstof beschikbaar komt.
- WP1a.5 Efficiëntie OS-ecosysteemdiensten: Met het model Ndicea zijn de gegevens van de systeemproeven BASIS en Bodemkwaliteit op Zand doorgerekend. Dit heeft beperkt nieuwe inzichten opgeleverd voor de geselecteerde maatregelen. Voor BASIS bleek het model de verschillen wat betreft bodem totaal-N gehalte tussen ploegen en NKG goed te beschrijven, zij het met een lichte onderschatting. Aanbevelingen zijn gedaan voor de verdere ontwikkeling van Ndicea en voor het opstellen van een meetplan als onderdeel van een systeemproef.

WP2 Bemesting

- Actualisatie stikstofbemestingsrichtlijnen van zomergerst, zaai- en plantuien en graszaad zijn afgerond en de aangepaste adviezen zijn opgenomen in het Handboek Bodem en Bemesting.
- Afronding richtlijnen groenbemesters wordt in nieuwe PPS gedaan vanwege beschikbaar komen van nieuwe data die we meenemen in de actualisatie van het advies.
- Fosfaatvoorziening aardappel: De huidige gebruiksnormen en bemestingsadviezen zijn geen beperking voor een voldoende fosfaat- en organische stofvoorziening in aardappel. Met specifieke maatregelen kan de fosfaatefficiëntie verhoogd worden. De rapportage is afgerond en adviezen zijn opgenomen in het Handboek Bodem en Bemesting.
- Kritische nutriëntengehaltes: Het afleiden van kritische nutriëntengehaltes van gewassen voor bemestingsadviezen blijkt lastig te zijn, met name voor gehalten in plantsap. Kritische gehalten kunnen wel goed gebruikt worden om problemen in gewasgroei te begrijpen. De rapportage is afgerond en adviezen zijn opgenomen in het Handboek Bodem en Bemesting.

WP3 Bodembioïologie en bodemweerbaarheid

- Bodemmetingen, waaronder bodembioïologische parameters, uitgevoerd in het bedrijvennetwerk zijn in meer detail geanalyseerd en geïnterpreteerd, waarbij ook gekeken is naar de correlatie tussen diverse metingen en of de resultaten bruikbaar zijn voor het opstellen van referentiewaarden. De data zijn per bedrijf en voor alle bedrijven samen gerapporteerd.

- We hebben voor de bodemgezondheidsproef de liggende data m.b.t. aaltjes en bodembioologie vanaf 2017 tot nu geanalyseerd, en hierop worden in 2021 minimaal drie rapporten en enkele lezingen gebaseerd.
- Bodembioologische metingen in de systeemprouven zijn in gang gezet om inzicht te krijgen in het effect van maatregelen op de bodembioologische parameters.
- Het rapport over het effect van bodemmaatregelen op bodeminsectenplagen is afgerond en hier is over gecommuniceerd. Het rapport geeft een overzicht van de beschikbare en ontbrekende kennis van 20 in de akkerbouw relevante bodemplagen.
- Er is een opzet gemaakt om de kennis uit het rapport bodempathogenen digitaal beschikbaar te maken via www.gezondgewastool.nl. Dit is in samenwerking gedaan met PPS Akkerbouw op Zand (Marleen Riemens), met het achterliggende idee om de kennis van maatregelen die effectief zijn tegen ziekten en plagen beter beschikbaar te maken. Indien succesvol, dan zal deze tool verder uitgebreid worden.
- De biotoets om ziekteveroorzakende eigenschappen van de bodem tegen de plant-parasitaire nematode *Pratylenchus* te bepalen is verder geoptimaliseerd en getoetst. Dit heeft geresulteerd in een protocol voor verdere toepassing.
- Alle proeven naar van het effect van bodemmaatregelen op ziekteveroorzaking van een aantal pathogenen (*Rhizoctonia*, *Pythium*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*) zijn geëvalueerd en in een tabel samengevat. Het betrof proeven met verschillende maatregelen, waaronder ASD, inundatie, OS toevoegingen, groenbemesters en grondbewerking. Resultaten zijn met de WP-partners besproken.

WP4 Groenbemesters

- White paper met kennisvragen groenbemesters: Per kennisvraag is uitgewerkt waar aanknopingspunten te vinden zijn in literatuur of in lopend onderzoek of waar nog witte vlekken zijn. Deze kennisvragen zijn uitgewerkt in het document "Groenbemesters; een overzicht van kennisvragen."
- Rapportage over groenbemesterproeven 2015-2020, alle data van 2019-2020 is statistisch geanalyseerd, resultaten van 2015-2020 uitgewerkt in concept rapport.
- Bijdrage aan vernieuwde kengetallen biomassa, EOS en N-inhoud van groenbemesters, data uit veldproeven 2015-2018 geleverd en aanvullende data verzameld in veldproef 2019-2020.
- Vanuit resultaten en ervaring van o.a. de veldproeven 2015-2020 bijdrage geleverd aan ontwerpen van beslisboom voor groenbemesters.
- Bijdrage geleverd aan de deskstudie actualisatie stikstofbemestingsrichtlijnen groenbemesters.
- Voorbereiding en uitvoering van Groenbemesterdag(en) 2021 "Meer waarde van de groen(e)bemester".

WP5 Bodemconserverende grondbewerking

- Analyse van opbrengsten tussen 2009 en 2018 van gereduceerde grondbewerking op klei/zavelgrond laat zien dat behoudens peen en kool, gelijkwaardige of zelfs hogere opbrengsten te behalen zijn in vergelijking met ploegen.
- Thesis onderzoek naar organische stof laat een tendens zien van opbouw van organische stof door gereduceerde grondbewerking.

WP6 Ondergrondverdichting

- Veld- en labproeven uitgewerkt, SWAP-modellen opgesteld en de rapportage geschreven.
- Resultaten uit rapport: (1) Er zijn in dit onderzoek geen duidelijke aanwijzingen dat ondergrondverdichting door NKG in vergelijking met ploegen is verminderd.

- (2) In de loop van de tijd zijn in de wortelzone en/of ondergrond veranderingen opgetreden, hetgeen blijkt uit de toename van de opbrengsten bij NKG in de tijd. Mogelijke verklarende veranderingen zijn bodemleven, netwerk van macroporiën en beschikbaarheid van nutriënten.

WP8 Meten Bodemkwaliteit

- De rapportage met bodemkwaliteitsmetingen van het Bedrijvennetwerk Bodemmetingen geeft een overzicht van de resultaten van alle metingen uit 2019. Deze worden volgend jaar verder geanalyseerd met de resultaten van de meetronde uit 2021.
- De BLN, versie 1.0 is geëvalueerd en dit heeft geleid tot een BLN, versie 1.1 en een ontwikkelpad voor een BLN, versie 2.0. De BLN, versie 1.1 is beschreven in een flyer en de BLN, versie 2.0 wordt in de komende twee jaar verder ontwikkeld in de nieuwe PPS
- De systematiek voor een integrale beoordeling van systeemprouven is vernieuwd en getest in 3 systeemprouven van de PPS Beter Bodembeheer. De indicatorset geeft een eerste beeld van de systeembrede prestaties van de onderzochte systemen in de systeemprouven en daarmee handvatten waarmee de systemen ook breder dan alleen de specifieke doelen in het systeemonderzoek verbeterd kunnen worden. Het is wel gewenst om indicatoren verder te ontwikkelen inclusief streefwaarden.

WP 9: Indicatoren voor bodemkwaliteit en integratie in bodemadvies/ bodemkwaliteitsplannen

- Indicatoren zijn overgenomen uit de BLN en voorbereidend werk daarvoor (zie WP8).
- Het testen van bodemkwaliteitsplannen is voortgezet. Einddoel is 10 BKP's met als hoofdonderwerp *Meloidogyne chitwoodi*, 4 BKP's vanuit het praktijknetwerk en aansluitend (buiten PPS) 10 BKP's aardappelmoehed.
- De evaluatie met adviseurs is gestart.
- Op basis van de eerste feedback is het format BKP up to date gebracht.
- Met de hogescholen is in het kader van het SIA het BKP getest met studenten.
- Op verzoek van de docenten wordt er gewerkt aan een online lesmodule BKP. Deze komt in oktober/november beschikbaar.
- Afrondende verslagen en het geproduceerde materiaal worden beschikbaar gemaakt.

WP10 Communicatie en coördinatie

- Website Beter Bodembeheer: 20 nieuwsberichten en 3 nieuwsbrieven (t/m mei) met informatie en resultaten uit de PPS
- Presentaties 2021
 - WUR LIVE LNV 30 maart
 - EJP SOIL Science days 31 maart
 - EIP workshop bodem 14 april
- Webinar bodem CBAV 18 februari 2021
- Handboek Bodem en Bemesting
 - 8 nieuwsberichten
 - Aanpassingen adviezen n.a.v. onderzoek PPS Beter Bodembeheer op gebied van stikstof, fosfaat, sporenelementen en kritische nutriëntengehaltes.

Lange termijn experimenten

Bodemkwaliteit op Zand

- Evaluatie teeltjaar/resultaten 2020
- (Eenmalige) aanpassing gangbare vruchtwisseling, stamslaboon in plaats van conservenerwt opgenomen
- Ervaring opgedaan met andere vorm van niet-kerende grondbewerking, ondiep spitten in plaats van vaste tand cultivator

BASIS

- Analyse van opbrengsten tussen 2009 en 2018 van gereduceerde grondbewerking laat zien dat behoudens peen en kool, gelijkwaardige of zelfs hogere opbrengsten te behalen zijn in vergelijking met ploegen
- Thesis onderzoek naar organische stof laat een tendens zien van opbouw van organische stof door gereduceerde grondbewerking

4.2 Deliverables (bijeenkomsten en andere output, die niet benoemd wordt in 4.3 en 4.4)

- De PPS heeft een website waar regelmatig nieuwsberichten op verschijnen (17 in 2021 tot 30 april) en er zijn 2 nieuwsbrieven verstuurd.
- Voor communicatie tussen onderzoekers en partners van de PPS zijn verschillende werkpakketbijeenkomsten georganiseerd, het merendeel online. En er was een stuurgroepvergadering op 24-2-2021.

4.3 Communicatie (lijsten)

4.3.1 Wetenschappelijke artikelen en hun doi (*Digital Object Identifiers*)

WP3

1. A. Clocchiatti, S.E. Hannula, M.S. Rizaludin, M.P.J. Hundscheid, M.T. Schilder, J. Postma, W. de Boer, 2021. Impact of Cellulose-Rich Organic Soil Amendments on Growth Dynamics and Pathogenicity of *Rhizoctonia solani*. *Microorganisms* 9 (6), 1285.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms9061285>

4.3.2 Rapporten/artikelen in vakbladen

WP1a

1. Kengetallen HC en EOS van organische meststoffen en bodemverbeteraars. Verkenning van oude en nieuwe waarden met het oog op actualisatie. Tussenrapportage. WPR 873.
2. Aangepaste tabellen EOS gewasresten en groenbemesters.
3. Scenario-berekeningen met NDICEA. Modeltoepassing in de systeemprouwen Bodemkwaliteit op Zand en Basis. WPR 880.
4. Organische stofbalans met actuele cijfers (Nieuwe Oogst 27 februari 2021).
5. Organische stof: boerenmanagement van grote invloed (TopBodem, 3 mei 2021).
6. Jos Keijbets: gezonde grond die goed opbrengt is mijn graadmeter (TopBodem, 18 mei 2021).
7. Arnout den Ouden: 'Deze grond heeft wat meer rust nodig' (TopBodem, 19 mei 2021).

WP2

8. Timmer, R.D., W. van Geel en W. van den Berg, 2021. Actualisatie N-bemestingsrichtlijnen zomergerst. Wageningen Research, Rapport WPR-865. <https://doi.org/10.18174/550201>
9. Van Geel, W. & L. Remijn, 2021. Actualisatie N-bemestingsrichtlijnen zaauien en 2e-jaars plantuien. Inventarisatie van beschikbare informatie. Wageningen Research, Rapport WPR-866. <https://doi.org/10.18174/546678>
10. Schoot, J.R. en J. Wander, 2021. Actualisatie N-bemestingsrichtlijnen graszaden. Wageningen Research, Rapport WPR-871. <https://doi.org/10.18174/546368>
11. Van Rotterdam, D, W. Vervuurt, W. van Geel, D.W. Bussink, H. Brinks, J. de Haan (2021) Fosfaatvoorziening aardappel; relatie tussen mestbeleid, fosfaattoestand van de bodem en voorziening van het gewas, Nutriënten Management Instituut BV, Wageningen, Rapport 1777.N.20, pp 57. <https://edepot.wur.nl/547182>
12. Riechelmann B, Postma R, Specken J & De Haan J, 2021, Critical nutrient concentrations in arable crops; literature study on the usability of critical concentrations to diagnose nutrient deficiency and/or steer fertiliser application, Nutriënten Management Instituut BV, Wageningen, Rapport 1792.N.20, 42 pp. <https://www.nmi-agro.nl/wp-content/uploads/2021/05/20210430-Rapport-Kritische-nutriëntengehalten.pdf>

13. Jorg Tönjes & Marjoleine Hanegraaf, Wieke Vervuurt, Organische stof op peil houden binnen fosfaatregels, Akkerwijzer nummer 2, jaargang 16, 01/02/21
 14. NMI: gewasonderzoek voor bijbemesting vervangt bodemanalyse niet. Akkerwijzer 10 mei 2021. <https://www.akkerwijzer.nl/artikel/401888-wur-gewasonderzoek-voor-bijbemesting-vervangt-bodemanalyse-niet/>
 15. Han Reindsen. Nutriëntengehalten in bladeren aanvulling op grondonderzoek. Nieuwe Oogst 12 mei 2021. <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2021/05/11/nutriëntengehalten-in-bladeren-aanvulling-op-grondonderzoek>
 16. Janjo de Haan, Willem van Geel, Nieuw fosfaatadvies, v/d Grond, 20/01/21
WP3
 17. K. van Rozen, H.F. Huiting, A.B. Allema, R.W.H.M. van Tol, J. Postma, 2021. Beheersing van bodemplaaginsecten via bodemgezondheidsmaatregelen. Wageningen University & Research, Rapport WPR-1061, 99 pp. (maart 2021) <https://doi.org/10.18174/538253>
 18. K. van Rozen & H.F. Huiting, Overzicht van alle relevante bodemgezondheidsmaatregelen voor de beheersing van bodemplaaginsecten, bericht website BBB, 15-4-2021.
<https://www.beterbodembeheer.nl/nl/beterbodembeheer/show/Overzicht-van-alle-relevante-bodemgezondheidsmaatregelen-voor-de-beheersing-van-bodemplaaginsecten.htm>
 - a. Gewasbescherming 52(3): 76 <https://edepot.wur.nl/549350>
 - b. Nieuwsbrief Eurofins: [Bodemziekten en -plagen beheersen met een gezonde bodem - Eurofins Agro \(eurofins-agro.com\)](https://www.eurofins-agro.com)
 19. Viola Kurm, Joeke Postma, Gerard Korthals, 2021 Biologische indicatoren voor de bodemkwaliteit in Nederland. Gewasbescherming 52: 17.
<https://www.knpv.org/db/upload/documents/Gewasbescherming/2021gb52nr1.pdf>
 20. "Bodemweerbaarheid is niet eenvoudig" tijdschrift v/d Grond januari 2021:6-7
<https://edepot.wur.nl/546306>
 21. G. Korthals & P. Brinkman, Biologische Indicatoren voor de bodemkwaliteit in Nederland, bericht website BBB, 15-4-2021.
<https://www.beterbodembeheer.nl/nl/beterbodembeheer/show/Biologische-Indicatoren-voor-de-bodemkwaliteit-in-Nederland.htm>
 - a. gewasbescherming 52(3): 87.
<https://knpv.org/nl/menu/Gewasbescherming/Gewasbescherming-online>
 22. Interview PPS Bodem – Innovaties met maatschappelijke impact – kennis- en innovatieagenda LWV – blz 33 – 11-5-2021 -
<https://www.agroberichtenbuitenland.nl/documenten/brochures/2021/05/11/innovaties-met-maatschappelijke-impact>
- WP4
23. Dekkers, Maria-Franca & Wiepie Haagsma, Groenbemesters, een overzicht van kennisvragen, 2021. Rapport WPR 889. <https://doi.org/10.18174/549699>
 24. Selin Norén, Isabella, Willem van Geel & Janjo de Haan, Cover crop reference values, 2021. Rapport WPR 877. <https://doi.org/10.18174/544859>
 25. Dekkers, Maria-Franca, Wiepie Haagsma & Willem van Geel, Groenbemesters en mengsels bij gereduceerde grondbewerking. Rapport WPR-xxx In voorbereiding.
 26. Timmer, R.D., W. van Geel en W.K. Haagsma, Actualisatie N-bemestingsrichtlijnen groenbemesters. Rapport WPR 897 <https://doi.org/10.18174/554510>
 27. Jorg Tonjes, interview Wiepie Haagsma, "Met paar procent extra aardappelopbrengst uit de kosten" Akkerwijzer 18 juni 2021
 28. Janet Beekman, interview Wiepie Haagsma, "Neem groenbemesters bewust mee in bouwplan", Food+Agri business, 14 juli 2021.
 29. Janet Beekman, interview Wiepie Haagsma, "Groenbemesters bewust meenemen in je bouwplan", Boerderij 13 juli 2021.

30. Arie Dwarswaard, interview Wiepie Haagsma. "Geef groenbemester de aandacht die hij verdient", Greenity 4 juni 2021.

31. Janet Beekman, interview Wiepie Haagsma, "Groenbemester treft meerdere doelen", Groenten en Fruit 16 juli 2021.

WP5/WP6

32. Derk van Balen, Paulien van Asperen, Wiepie Haagsma, Marie Wesselink, Fogelina Cuperus, Brochure "Telen zonder ploegen, aardappel", <https://edepot.wur.nl/548352>. (systeemprouven BKV, BKZ en BASIS).

33. G. Bakker, P.E. Dik, J.J.H. van den Akker, D.J.M. van Balen, 2021. Verdichting Ondergrond Beter Bodembeheer. Wageningen, Wageningen Environmental Research. WENR-rapport 3109. <https://doi.org/10.18174/552667>

34. Vaste rijpaden artikel, <https://www.akkerwijzer.nl/artikel/414561-ongestoorde-grond-is-nadenken-over-compleet-teeltsysteem/>

WP8

35. Haan, J.J. de, G.W. Korthals, M.C. Hanegraaf, J. Postma, F.M. van Egmond, A.J. Olijve, P. van Asperen, W. Vervuurt, S. Rombout, A. Zwijnenburg, J. Tolhoek, D. Simonse, R. Schierholz, K. Teuling, V. Kurm, P. Brinkman, G. Bongiorno, M. Zwetsloot, J. W. van Tintelen. J. Bloem, J. Visser, S. Jansen, A. Ramaker, Gaastra, M. Spoor en M.T. Schilder (2021). Bodemkwaliteitsmetingen 2019 in Bedrijvensnetwerk Bodemmetingen. Eerste analyse van de meetresultaten 2019 van integrale bodemkwaliteit op 16 akkerbouwbedrijven. Wageningen Research, Rapport WPR-888. 106 Blz. <https://edepot.wur.nl/554216>

36. Haan, J.J. de, E. van den Elsen, S.M. Visser, 2021. Evaluatie van de Bodemindicatoren voor Landbouwgronden in Nederland (BLN), versie 1.0; BLN, versie 1.1 en schets van een ontwikkelpad naar een BLN, versie 2.0. Wageningen Research, Rapport WPR-883. 56 blz. <https://doi.org/10.18174/549973>

37. Haan, J. J. de, van den Elsen, H. G. M., Hanegraaf, M. C., & Visser, S. M. (2021, Jun). Bodemindicatoren voor landbouwgronden in Nederland (BLN, versie 1.1). Wageningen Plant Research. <https://edepot.wur.nl/550065>

38. Vervuurt, Wieke, Isabella Selin-Norén, Marie Wesselink, Harry Verstegen, Derk van Balen, Wiepie Haagsma, Maria-Franca Dekkers, Paulien van Asperen, Marjan Toren en Johnny Visser, Pella Brinkman, Janjo de Haan. 2021. Indicatoren systeemonderzoek in de open teelten en de toepassing daarvan in de systeemprouven van de PPS Beter Bodembeheer. Wageningen Research, Rapport WPR- 899. <https://edepot.wur.nl/554803>

39. Jorg Tönjes & Janjo de Haan, Beschikbare data is niet te vangen in één getal, Nieuwe Oogst, Editie Noord, nummer 16, pag. 17, 24/04/21 <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2021/04/27/open-bodem-index-score-legt-potentie-van-grond-bloot>

WP9

40. Lennart Fuchs, Sjoerd Rombout & Leendert Molendijk, 2021. Evaluatie van concept en systematiek van het Bodem Kwaliteits Plan, Rapport WPR-894. <https://doi.org/10.18174/555380>

WP10 en Lange termijn experimenten

41. Jan Engwerda. BO Akkerbouw: resultaten onderzoek in praktijk brengen. 18 feb 2021. <https://www.boerderij.nl/bo-akkerbouw-resultaten-onderzoek-in-praktijk-brengen>

42. Han Reindsen. Niet-kerende grondbewerking en compost verbeteren bodembeheer. 25/02/21 <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2021/02/25/niet-kerende-grondbewerking-en-compost-verbeteren-bodembeheer>

4.3.3 Overige communicatie-uitingen (inleidingen/posters/radio-tv/social media/workshops/beurzen)

WP1a

1. Van Grinsven, H. J. M., Hijbeek, R. & ten Berge, H. F. M., Discovery and application of a generalised nitrogen response function for global cereals. Contribution to conference, Abstract. 13 Jan 2021. 1 p. <https://edepot.wur.nl/539889>
 2. Indicatoren Organische stof. Voortschrijdend inzicht uit het Bedrijvennetwerk. Inleiding gehouden bij de CBAV-webinar, 18 feb 2021.
 3. Trends en indicatoren organische stof. Inspiratie uit het Bedrijvennetwerk. Inleiding gehouden bij een deelnemersbijeenkomst van Slim Landgebruik, 24 juni 2021.
- WP2*
4. Voor alle rapporten is een nieuwsbericht gemaakt voor de websites van de PPS Beter Bodembeheer en het Handboek Bodem en Bemesting
- WP3*
5. Biological Indicators for Soil Multi-functionality workshop, R. Creamer et al., ZOOM 2-2-2021
- WP4*
6. [Live uitzending: Meer waarde van de groen\(e\)bemester > Terugkijken uitzending: Meer waarde van de groen\(e\)bemester | Akkerwijzer.nl - Nieuws en kennis voor de akkerbouwers](#)
 7. Wiepie Haagsma. Korte animatie "Meer waarde van de groen(e)bemester; niet alle waarde kent een prijs", online uitzending Groenbemesterdag 22 juni 2022.
 8. Wiepie Haagsma. Workshop "Hoe kies ik de beste groenbemester voor mijn perceel." Online workshop telers en adviseurs. 12 juli 2021
 9. Wiepie Haagsma. Live workshop "Hoe kies ik de beste groenbemester voor mijn perceel." Met groep telers Oostelijk Flevoland. 15 juli 2021
- WP5*
10. Cursus van Bodemkennis naar bodemkunde
- WP6*
11. J. van den Akker. Lezing "Bodemverdichting" als bijdrage aan een cursus bodemadviseur bij AERES, Dronten. 28 mei 2021
 12. J. van den Akker. Lezing "Bodemverdichting" als bijdrage aan Minor dag Bodemverdichting bij AERES, Dronten. 4 juni 2021
- WP8*
13. Janjo de Haan, Marjoleine Hanegraaf, Erik van den Elsen, Saskia Visser. Bodemindicatoren voor Landbouwgronden in Nederland (BLN versie 1.0). Voor uniforme bodemkwaliteitsbeoordeling en duurzaam beheer. Presentatie Vervolgssessie Meten van Bodemkwaliteit, Nationale Bodemtop, 21/01/21. Online Webinar
 14. Janjo de Haan, Marjoleine Hanegraaf, Erik van den Elsen, Saskia Visser. Bodemindicatoren voor Landbouwgronden in Nederland (BLN versie 1.0). Voor uniforme bodemkwaliteitsbeoordeling en duurzaam beheer Presentatie NBV Webinar Gezonde Bodems en Voedsel - deel 2, 22/01/21. Online Webinar
 15. Janjo de Haan, Erik van den Elsen, Marjoleine Hanegraaf, Saskia Visser. Bodemindicatoren voor Landbouwgronden in Nederland (BLN) A set of indicators to measure soil quality of agricultural soils in NL. EJP Soil Science days | 31 March 2020 | Session SE2/INDICATORS1
- WP10 en Lange termijn proeven*
16. Webinar CBAV Bemesting Akkerbouw Bodem, 18 feb 2021. Ca 150 live volgers, 300 views <https://www.youtube.com/watch?v=atO-QQNU6I8>
 17. Presentatie/podcast PPS Beter Bodembeheer, Janjo de Haan, 23/03/21, Webinar Reststromen, Leerreis Nutriëntenkringloop. <https://edepot.wur.nl/549087>
 18. Janjo de Haan. Options for sustainable soil management from an agro-ecological perspective, Experience from the Netherlands. Agro Ecology Forum Ukraine 25/02/21/ https://www.youtube.com/watch?v=nq9dges_EME (vanaf 6:09:00)
 19. Janjo de Haan. Integrale effecten van bodemmaatregelen op bodemfuncties. WUR LIVE Webinar, 30 maart 2021.

20. Janjo de Haan, Isabella Selin Noren, Daan Verstand. Establishing effects of soil management options on soil functions in arable farming in the Netherlands. EJP SOIL Science days, workshop CA4/SP3. 31 March 2021. Online.
21. Janjo de Haan (Isabella Selin Noren, Daan Verstand). Wageningen University and Research. Inspiring case study on soil functions: Establishing effects of soil management options on soil functions in arable farming in the Netherlands. EIP AGRI Seminar 'Healthy soils for Europe, sustainable management through knowledge and practice' 13-14 April 2021 Online. Presentatie: https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/default/files/sem-soil-2021-day2-presentation_janjo_de_haan.pdf . Video: <https://youtu.be/Z48d2wiFA3E>
22. Interne nieuwsbrief voor begeleidingscommissie Bodemkwaliteit op Zand
23. Bijdrage webinar Brabant Bemest Beter – nitraatresidu. 19 februari 2021
24. nieuwsbericht: <https://www.beterbodembeheer.nl/nl/beterbodembeheer/show/Aardappels-telen-zonder-ploegen-of-spitten.htm>

4.4 Overige resultaten: technieken, apparaten, methodes

WP1a

1. Een TOC analyzer en de HWC (Hot Water Extractable Carbon) -methode zijn succesvol geïmplementeerd bij WUR Open teelten.

WP3

2. In de voorjaarsbemonstering van 2021 zijn o.a. verschillende nieuwe moleculaire technieken toegevoegd, om te gaan "ijken" aan de klassieke waarnemingen.

WP5 / BASIS

3. Omdat de opbrengst resultaten voor fijnzadige gewassen bij gereduceerde grondbewerking achterblijven wilden we dit jaar een speciale ruggenvrees voor de peen inzetten, om dit te verbeteren. De grond/weersomstandigheden waren echter niet optimaal, waardoor dit helaas niet gelukt is, we willen dit komend jaar weer proberen.

4.5 Projectwebsite: geef het adres van de projectwebsite (indien beschikbaar)

<https://www.beterbodembeheer.nl>, www.beterbodembeheermagazine.nl, www.handboekbodemenbemesting.nl, en <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Topsectoren/show/AF-16064-Beter-bodembeheer.htm> (op KOL)

Eindrapportage 2017-2021

5. TRL bij afsluiting van een project

Technology Readiness Level (TRL) van de technologie bij afsluiting van het project. Er zijn twee indicatoren die verschillen in detailniveau. Vul zo mogelijk het detailniveau in. Als dat niet mogelijk is, vul dan de hoofdcategorie in.

5.1 Hoofdcategorie (keuze maken)	Fundamenteel onderzoek Industrieel onderzoek Experimentele ontwikkeling
5.2 Detailcategorie bij start van het project (in cijfers, nummer van de betreffende categorie, zie bijlage voor toelichting)	TRL 2, 3 en 4
5.3 Detailcategorie bij afsluiting van het project	TRL 5, 6 en 7 Voorbeelden: 3=>7 bodemmanagement in systeemproeven 2=>6 BLN bodemindicatoren 2=>5 sturen van bodemweerbaarheid

6 Status project bij afronding

Status project (<i>keuze maken</i>)	<p>1. Het project is afgerond conform de oorspronkelijk scope. Alle mijlpalen zijn behaald.</p> <p>2. Het project is naar tevredenheid afgerond, maar de inhoud van de mijlpalen is gewijzigd.</p> <p>3. Het project is niet afgerond en definitief afgesloten.</p> <p>Opmerking: er is een nieuwe 2-jarige vervolg-PPS gestart vanaf 2021 voor de verdere afronding en integratie van resultaten en om te komen tot integrale adviezen</p>
--	--

7 Output over het hele project

output lijsten van 2017+2018+2019+2020 kunnen apart worden aangeleverd

		aantal
7.1	Aantal gerealiseerde wetenschappelijke publicaties <i>gepubliceerde artikelen in peer-reviewed journals</i>	47 (16+12+15+3+1)
7.1 lijst	Zie lijst onder 4.3.1 voeg evt. artikelen uit eerdere jaren toe (incl. doi)	
7.2	Aantal verwachte wetenschappelijke publicaties <i>publicaties waarvan verwacht wordt dat ze gepubliceerd zullen worden in een peer-reviewed journal</i>	
7.2 lijst		
7.3	Aantal gerealiseerde niet-wetenschappelijke publicaties <i>rapporten, vakbladartikelen + web-berichten + filmpjes</i>	
7.3 lijst		241 (61+54+59+25+42)
7.4	Aantal aangevraagde patenten <i>Het aantal patenten die op basis van onderzoek uit het project zijn aangevraagd</i>	
7.4 lijst	Geef van elk patent de doi, wanneer beschikbaar	
7.5	Aantal verleende licenties <i>Het aantal verleende licenties die op basis van onderzoek uit het project zijn verleend</i>	
7.5 lijst		
7.6	Aantal prototypes <i>Het aantal gerealiseerde prototypes die op basis van onderzoek uit het project zijn ontwikkeld</i>	
7.6 lijst		
7.7	Aantal demonstrators <i>Het aantal gerealiseerde demonstrators die op basis van onderzoek uit het project zijn ontwikkeld</i>	
7.7 lijst	Inleidingen/ workshops/excursies	398 (107+106+118+43+24)

7.8	Aantal spin-offs/ spin-outs <i>Het aantal spin-offs en spin-outs die op basis van onderzoek uit het project zijn voortgekomen.</i>	
7.8 lijst		
7.9	Aantal nieuwe of verbeterde producten/ processen/diensten geïntroduceerd <i>Het aantal producten dat verbeterd of nieuw ontwikkeld is/wordt en het aantal processen en diensten die verbeterd of nieuw is op basis van onderzoek uit het project.</i>	12
7.9 lijst	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vernieuwing van adviezen in Handboek Bodem en Bemesting: <ol style="list-style-type: none"> a. Stikstof (ui, zomergerst, graszaad) b. Fosfaat c. Tabel kritische gehalten nutriënten gewassen d. Sporenelementen 2. WP1B mesttool Eurofins (https://www.beterbodembeheer.nl/nl/beterbodembeheer/show/Online-calculator-mestwaarde-maakt-uitgereden-nutrienten-inzichtelijk-voor-de-teler.htm) 3. Door Eurofins is de pyrolysemethodiek ontwikkeld voor toepassing van OS in mest 4. Bodemindicatoren voor Landbouwgronden in Nederland: indicatorset om bodemkwaliteit vast te stellen 5. Bedrijvennetwerk bodemmetingen: 16 akkerbouwbedrijven met elk 2 percelen in kaart gebracht qua vruchtwisseling, grondbewerking, bemesting, bodemvruchtbaarheid en bodemprofiel als functionaliteit voor testen van metingen, tools en strategieën. Protocol monsternamen uitgewerkt en getest 6. Methode ontwikkeld om bodems te testen ziektevering tegen <i>Pratylenchus penetrans</i> 7. Protocol bemonsteren ondergrondse biomassa groenbemesters 8. Hydraulische boor voor bemonsteren ondergrondse biomassa 9. Ondiep ploegen is opgenomen als erosiebeperkende maatregel op lössgronden in Zuid Limburg 10. Een TOC analyzer en de HWC (Hot Water Extractable Carbon) -methode zijn succesvol geïmplementeerd bij WUR Open teelten. 11. In de voorjaarsbemonstering van 2021 zijn o.a. verschillende nieuwe moleculaire technieken toegevoegd, om te gaan "ijken" aan de klassieke waarnemingen. 12. Omdat de opbrengst resultaten voor fijnzadige gewassen bij gereduceerde grondbewerking achterblijven wilden we dit jaar een speciale ruggenvrees voor de peen inzetten, om dit te verbeteren. De grond/weersomstandigheden waren echter niet optimaal, waardoor dit helaas niet gelukt is, we willen dit komend jaar weer proberen. 	

8 Impact

Impact betreft het verhaal van het project: een kwalitatieve omschrijving van hoe het project heeft bijgedragen aan de missies en/of het realiseren van economische kansen. Geef aan wat er met de

ontwikkelde kennis/tools uit het project wordt gedaan. Geef een toelichting op de (bredere) bijdrage van het project aan de maatschappelijke uitdaging, zoals verwoord in 1.4b. De genoemde impact kan bijvoorbeeld betrekking hebben op:

- Producten, concepten, kennis e.d. die door de partners in de praktijk worden toegepast (nu of op afzienbare termijn)
- een aansprekend voorbeeld dat onder de output (paragraaf 7) gerapporteerd is;
- (nieuw) inzicht in randvoorwaarden (buiten kennis&innovatie) die nodig zijn om de missiedoelen te realiseren (denk aan financiering, regelgeving, communicatie, etc).
- het bereiken van (nieuwe) partners en het versterken van opgebouwde netwerken;
- verbinding met (praktijkgericht) onderwijs en andere wijzen van disseminatie;

Geef een link naar de website van het project, video of infographic (indien van toepassing).

Beschrijf de impact van het project, geef evt. ook een link naar de website van het project, een video of infographic (indien van toepassing)

In onderstaande samenvatting zijn links naar diverse rapporten of andere bronnen toegevoegd.

De PPS heeft op verschillende manieren bijgedragen aan het bereiken van doelen van het Nationaal Programma Landbouwbodems (zie [kamerbrief over Nationaal Programma Landbouwbodems](#)).

- *kennis ontwikkelen en delen als basis voor het programma:*
Dit is de basis van de PPS en vindt plaats over de volle breedte van bodembeheer, zowel kennis ontwikkelen als delen. De PPS onderhoudt brede contacten met praktijk en ook onderwijs (o.a. via verbinding met SIA-project HBO-onderwijs). Voor verschillende onderwerpen is de beschikbare kennis gebundeld (o.a. [handboek groenbemesters](#), [rapport bodempathogenen](#), [rapport bodemplagen](#) en updates van het [Handboek Bodem en Bemesting](#)). Kennisverspreiding via website, online magazine, en diverse andere communicatieactiviteiten, inclusief de vele opendagen/excursies; zie de indrukwekkende outputlijst. Zie ook de [website Beter Bodembeheer](#) en twee [online magazines](#).
- *komen tot eenduidige en praktische instrumenten om de bodemkwaliteit te meten:*
Ontwikkeling van de BLN versie 1.0 en [BLN versie 1.1](#); werk aan ontwikkeling en testen van nieuwe indicatoren op gebied van organische stof, bodembioïologie, bodemweerbaarheid en fysieke bodemkwaliteit; inventarisatie instrumenten duurzaam bodembeheer; ontwikkeling bodemkwaliteitsplan (BKP) om van meten van bodemkwaliteit naar onderbouwd advies te komen. BLN is onderschreven door NPL als basis voor het bepalen van bodemkwaliteit en heeft daarmee bijgedragen aan het uniformeren van bodemkwaliteitsmetingen in de landbouw in Nederland. Zie ook onderstaande infographic over het BLN.
- *maatregelen voor duurzaam bodembeheer benoemen en te monitoren:*
Monitoring van effecten van verschillende bodemmaatregelen op opbrengst, bodemkwaliteit en ecosysteemdiensten in systeemproeven op verschillende locaties, [integrale analyse van bodemmaatregelen](#), en monitoring [bodemkwaliteit in het Bedrijvennetwerk Bodemkwaliteit op 16 akkerbouwbedrijven door heel Nederland](#).
- *aansluiten bij de praktijk en bestaande initiatieven:*
De praktijk betrokken bij de PPS via bedrijfslevenpartners (en hun leden), er is afstemming gezocht met lopende initiatieven zoals Veldleeuwierik, DAW, regionale kennisverspreidingsprojecten (o.a. BodemAPK, BodemUp, Actieplan Bodem & Water). Daarnaast is er samenwerking met andere onderzoeksprojecten zoals Slim Landgebruik, EJP SOIL, PPS-en op gebied van groenbemesters, Ruwvoer en bodem en Akkerbouw op Zand, en diverse NWO-projecten.
- *duurzaam bodembeheer economisch aantrekkelijk maken:*

Studie naar [kosten en baten van bodemmaatregelen](#). Beoordelen van toepasbaarheid van maatregelen in integrale analyse van effecten van bodemmaatregelen op bodemfuncties.

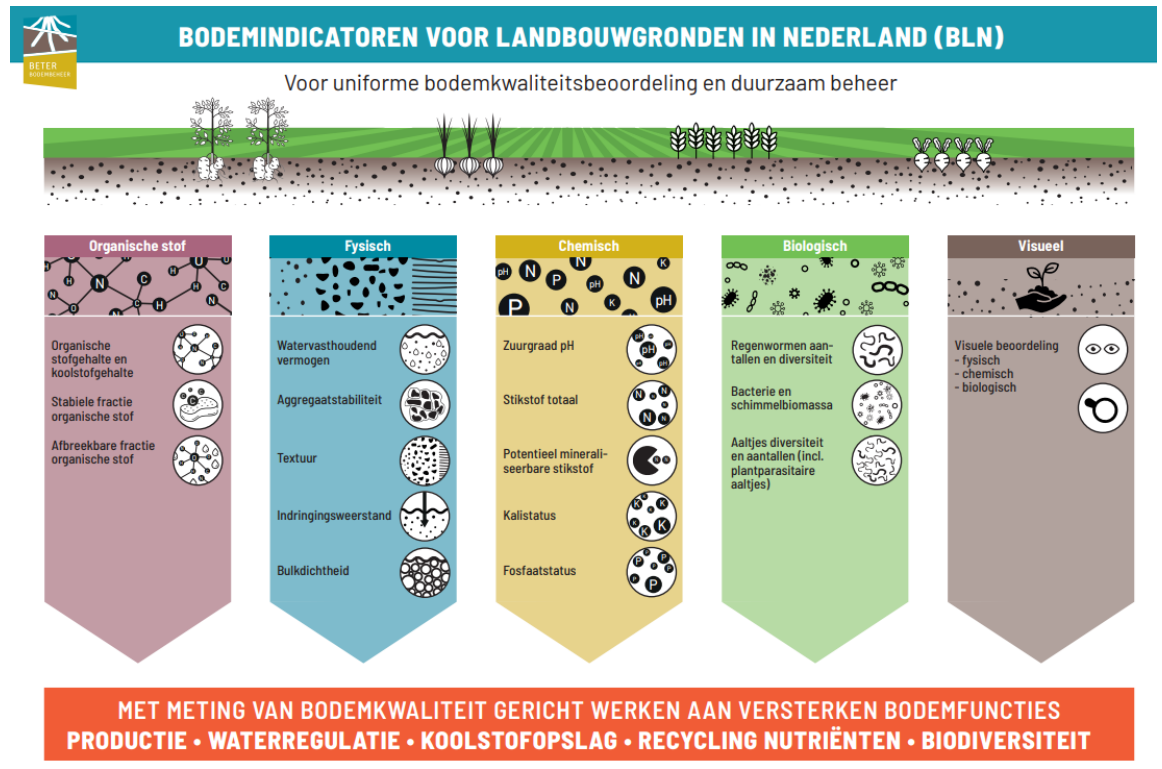
Enkele voorbeelden van producten die nu direct door boeren gebruikt kunnen worden:

- De inzet van Tagetes blijkt een effectieve maatregel ter verbetering van de opbrengsten in de Veenkoloniën; effecten van bodemmaatregelen op bodemkwaliteit, opbrengst en financiële meerwaarde zijn beschreven in het rapport over de [systeemproof Bodemkwaliteit Veenkoloniën](#).
- Bedrijfseconomische doorrekeningen van niet-kerende grondbewerking (NKG) versus ploegen leidt tot het inzicht dat er naar een geoptimaliseerde vruchtwisseling gezocht moet worden voor niet-kerende grondbewerking. Niet-kerende grondbewerking (NKG) is goedkoper dan kerende, maar het kost ook opbrengst bij bv. fijnzadige gewassen zoals ui en peen, zie rapport '[Kosten en baten van bodemmaatregelen](#)'.
- Verbetering van de bemestingsadviezen voor de Nederlandse akkerbouw en groententeelt in het [Handboek Bodem en Bemesting](#) van de CBAV.
- Vernieuwing van de [kengetallen voor effectieve organische stof](#) (EOS) van groenbemesters, gewasresten en mest. Voor groenbemesters zijn nieuwe kengetallen gepubliceerd. Voor gewasresten en mest wordt dit in de loop van volgend jaar verwacht.
- Het [Groenbemesters handboek](#) geeft zeer veel informatie over alle aspecten van de teelt van groenbemesters; prachtig uitgevoerd met veel foto's en tabellen.
- Partner in de PPS Beter Bodembeheer Van Iperen heeft een [praktische handleiding voor organische stofbeheer](#) uitgebracht met daarin concrete handelingsopties. Tevens is een [Bodemlevengids](#) uitgegeven met informatie over welk bodemleven er in de bodem zit, wat het doet en tips over hoe het bodemleven minder belast wordt.

De PPS heeft verder bijgedragen aan:

- Tool voor het meten en beoordelen van Mestkwaliteit wordt nu in de markt gebruikt door Eurofins.
- Maatregelen die kringloop en klimaatdoelen (organische stof, minder pesticiden en kunstmeststoffen, ..) ondersteunen zijn onderdeel van verschillende WP's.
- Verder onderzoek rond biodiversiteit en strokenteelt (voorheen WP7) is voortgezet in meerdere nieuwe zelfstandige PPS-en.
- Intensieve samenwerking met het hoger onderwijs, mede in het SIA-project Duurzame bodem, met name op gebied van Bodemkwaliteitsplan en bodembioogie.

Infographic: bodemkwaliteit is een combinatie van fysische, chemische en biologische bodemeigenschappen



Bijlage 1 MMIP's

KIA: Landbouw, water en voedsel	
MMIP	A1 Verminderen fossiele nutriënten, water en stikstofdepositie
	A2 Gezonde, robuuste bodem en teeltsystemen gebaseerd op agro-ecologie en zonder schadelijke emissies naar grond- en oppervlaktewater
	A3 Hergebruik zij- en reststromen
	A4 Eiwitvoorziening voor humane consumptie uit (nieuwe) plantaardige bronnen
	A5 Biodiversiteit in de kringlooplandbouw
	B1 Emissiereductie methaan veehouderij
	B2 Landbouwbodems, emissiereductie lachgas en verhoging koolstofvastlegging
	B3 Vermindering veenoxidatie veenweide
	B4 Verhoging vastlegging koolstof in bos en natuur
	B5 Energiebesparing, -productie en -gebruik
	B6 Productie en gebruik van biomassa
	C1 Klimaatbestendig landelijk gebied voorkomen van wateroverlast en watertekort
	C2 Klimaatadaptieve land- en tuinbouwproductiesystemen
	C3 Waterrobuust en klimaatbestendig stedelijk gebied
	C4 Verbeteren waterkwaliteit
	D1 Waardering van voedsel
	D2 Gezonde voeding een makkelijke keuze
	D3 Veilige en duurzame primaire productie
	D4 Duurzame en veilige verwerking
	E1 Duurzame Noordzee
	E2 Natuur-inclusieve landbouw, visserij en waterbeheer in Caribisch Nederland
	E3 Duurzame rivieren, meren en intergetijdengebieden
	E4 Overige zeeën en oceanen
	E5 Visserij
	F1 Verduurzamen en kostenbeheersing uitvoeringsprojecten waterbeheer
	F2 Aanpassen aan versnelde zeespiegelstijging en toenemende weersextremen
	F3 Nederland Digitaal Waterland
	F4 Energie uit water
ST1 Smart Agri-Horti-Water-Food	
ST2 Biotechnologie en Veredeling	

Bijlage 2 TRL-categorieën

De detailcategorieën bestaan uit:

TRL 1 – basisprincipes zijn geobserveerd en gerapporteerd

TRL 2 – technologisch concept en/of toepassing is geformuleerd

TRL 3 – kritische functie of karakteristiek is analytisch en experimenteel bewezen

TRL 4 – component of experimenteel model is gevalideerd in laboratoriumomgeving

TRL 5 – component of experimenteel model is gevalideerd in relevante omgeving

TRL 6 – systeem/subsysteem model of prototype is gedemonstreerd in een relevante omgeving

TRL 7 – prototype van het systeem is gedemonstreerd in een operationele omgeving

TRL 8 – daadwerkelijk systeem is compleet en gekwalificeerd door test en demonstratie

TRL 9 – daadwerkelijk systeem is bewezen door succesvol operationeel bedrijf