



Overzicht maatregelen duurzaam bodembeheer

Auteurs | Janjo de Haan, Wieke Vervuurt, Tess van de Voorde & Arwen van Gugten

WPR-OT-988



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Overzicht maatregelen duurzaam bodembeheer

Janjo de Haan, Wieke Vervuurt, Tess van de Voorde & Arwen van Gugten

Wageningen University & Research

Dit onderzoek is in opdracht van het Ministerie van LNV uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR) in het kader van beleidsondersteunend onderzoeksthema Duurzame voedselvoorziening & -productieketens & natuur (projectnummer BO-43-102.04-024).

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Lelystad, januari 2023

Rapport WPR-OT 988

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/585817>

Samenvatting:

In het project is een long list met maatregelen ten behoeve van duurzaam bodembeheer in de landbouw gesynthetiseerd vanuit meerdere bronnen.

Trefwoorden: Bodem, duurzaam bodembeheer, maatregelenlijst,

© 2022 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business units Open Teelten & Biointeracties en Plantengezondheid, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; www.wur.nl/plant-research

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

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

Rapport WPR-OT 988

Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Doel	5
2 Materiaal en methoden	6
2.1 Selectie van maatregelen	6
2.2 Afbakening maatregelenlijst	6
2.3 Beoordeling maatregelen	7
2.3.1 Procedure	7
2.3.2 Expertpanel	7
3 Resultaten en discussie	9
3.1 Maatregelenlijst	9
3.2 Discussie	9
3.2.1 Definitie duurzaam bodembeheer aan de hand van maatregelen	9
3.2.2 Definitie van begrip maatregel	9
3.2.3 Uitgangspunten bij de keuze van maatregelen	10
3.2.4 Resultaat van de beoordelingen	10
3.2.5 Gewenste verbreding en verdieping van de maatregelenlijst	11
3.2.6 Afstemming met andere maatregelenlijsten	12
3.2.7 Gebruik van de maatregelenlijst	12
4 Conclusies en aanbevelingen	14
4.1 Conclusies	14
4.2 Aanbevelingen	14
Literatuur	15
Gebruikt in notitie	15
Geconsulteerde maatregelenlijsten	15
Bronnen gebruikt voor samenstellen maatregelenlijst (Bijlage 1)	15
Bijlage 1 Maatregelenlijst	22
Bijlage 2 Scoringsmethodiek	24

Samenvatting

Het duurzaam beheren van landbouwbodems vormt de basis voor toekomstbestendige landbouw. Wat dit duurzaam beheren inhoudt in de Nederlandse landbouwcontext is een vraagstuk in ontwikkeling. In het kader van het Nationaal Programma Landbouwbodems (NPL) heeft het ministerie van LNV opdracht verleend aan Wageningen University & Research om in te schatten welke maatregelen op welke plek bijdragen aan duurzaam bodembeheer. Hiertoe is een overzicht van maatregelen gemaakt en beoordeeld in hoeverre deze bijdragen aan duurzaam bodembeheer op grond van hun effecten op diverse ecosysteemdiensten en hun toepasbaarheid binnen grondsoorten, sectoren en gewassen. Dit overzicht kan door het Ministerie van LNV gebruikt worden om inspiratie en handelingsperspectief te geven naar ondernemers en kan een basis zijn voor het opstellen van een landelijke monitoring van toepassing van maatregelen en het stimuleren van maatregelen door ondernemers. Voor de monitoring en stimulering moeten maatregelen op meer zaken beoordeeld worden dan de criteria die in deze studie zijn meegenomen.

In het project is een long list met maatregelen gesynthetiseerd vanuit meerdere bronnen. De maatregelen zijn uitgesplitst naar twee sectoren (bouwland en grasland) en twee grondsoorten (zand en klei). Deze splitsing is niet uitputtend voor de gehele landbouwsector maar omvat wel het merendeel van de landbouwbodems. De geselecteerde maatregelen zijn beperkt tot operationele maatregelen en waar mogelijk geaggregeerd tot een hoger abstractieniveau. De maatregelen zijn beoordeeld op bijdrage aan vijf ecosysteemdiensten afkomstig uit het Landmark-project (www.landmark.eu), aangevuld met drie factoren over de toepassing en bedrijfsresultaat. De uiteindelijke beoordelingen zijn gebaseerd op Nederlandse vakliteratuur en expertoordelen van 9 betrokken experts vanuit verschillende kennisinstituten.

Het resultaat is een lijst met maatregelen, beschikbaar in een separaat document. In totaal zijn voor zandgronden 31 maatregelen voor bouwland en 15 voor grasland beoordeeld, voor kleigronden waren dit 30 maatregelen voor bouwland en 13 maatregelen voor grasland. De beoordeling, verwerking en het uiteindelijke resultaat roepen de nodige discussiepunten op. Het blijkt lastig om invulling te geven aan het begrip duurzaam bodembeheer door middel van maatregelen. Dit komt doordat de effecten van maatregelen sterk afhankelijk zijn van de context waarin deze toegepast worden en hierdoor niet goed te generaliseren zijn, maar ook omdat het scala aan maatregelen onderling grote variatie kent. Vanuit de beoordeling blijkt dat er voor lang niet alle effecten van maatregelen kennis of literatuur beschikbaar is. Ook zijn er discrepanties zichtbaar tussen beoordeling op basis van literatuur en de expertoordelen. Waar toepasselijk is er gebruikt gemaakt van een range om de variatie in beoordelingen weer te geven.

De conclusie is dat er met dit project een eerste aanzet is gemaakt om het begrip duurzaam bodembeheer te duiden door middel van maatregelen maar dat interpretatie en gebruik van de maatregelenlijst een aantal aandachtspunten kent. Duurzaam bodembeheer is maatwerk, de wijze van uitvoering van de maatregel is van minimaal even groot belang als de selectie van de juiste maatregel, de maatregelenlijst is nog niet volledig genoeg om beleidsmatig in te zetten en het is wenselijk om draagvlak bij het bedrijfsleven voor een dergelijk instrument te verwerven. Daarom wordt aanbevolen om de lijst verder uit te werken met aandacht voor een betere definiëring van het begrip maatregelen, gebruik van internationale literatuur en regio specifieke kenmerken en grondsoorten. Bespreking met, en betrokkenheid van de landbouwsector wordt sterk geadviseerd. Daarnaast kan op basis van de lijst een kennis- en innovatieagenda opgesteld worden voor duurzaam bodembeheer.

Aanbevolen wordt om de maatregelenlijst zodanig te positioneren en presenteren dat er daadwerkelijk inspiratie vanuit gaat, met een duidelijk besef van de context specifieke invulling. Het wordt afgeraden deze lijst toe te passen voor andere doelen dan inspiratie zonder een verdere doorontwikkeling. Zo moeten voor de monitoring en stimulering maatregelen op meer zaken beoordeeld worden dan de criteria die in deze studie zijn meegenomen. Tot slot wordt geadviseerd de ontwikkeling van aanpakken voor maatwerkadvies voor duurzaam bodembeheer te stimuleren.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het duurzaam beheren van landbouwbodems vormt de basis voor toekomstbestendige landbouw. Daarnaast is het een voorwaarde voor het realiseren van verschillende opgaven zoals voedselzekerheid en -kwaliteit, klimaat, waterkwaliteit en biodiversiteit. Vanuit het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) wordt er gewerkt aan het Nationaal Programma Landbouwbodems (NPL). De doelstellingen van het NPL voor 2030 zijn; 1) alle landbouwbodems worden duurzaam beheerd, en; 2) jaarlijks wordt er 0,5 Mton CO₂-eq extra vastgelegd in minerale landbouwbodems.

In 2021 heeft CE Delft op verzoek van het NPL een tussenevaluatie uitgevoerd van het beleid en haar doelstellingen. De eerste aanbeveling die volgde uit deze evaluatie was het belang van het definiëren van het begrip duurzaam bodembeheer. Het belang van het definiëren van duurzaam bodembeheer wordt benadrukt door de huidige ontwikkelingen in het kader van het NPLG; Om provincies, en daarmee agrarische ondernemers, concreet handelingsperspectief te geven, is het belangrijk om duurzaam bodembeheer te definiëren en een vertaalslag te maken naar concrete maatregelen die een agrariër kan treffen op het gebied van duurzaam bodembeheer.

In de kamerbrief over het NPL van 24 maart 2022 werd echter benadrukt dat het begrip duurzaam bodembeheer niet af te bakenen is in één definitie gezien het afhangt van lokale omstandigheden (bv. grondsoort en teelt), wat duurzaam bodembeheer betekent, en welke maatregelen hierbij horen. In de kamerbrief is aangegeven dat de minister praktische invulling gaat geven door concreter te duiden welke maatregelen op welke plek bijdragen aan duurzaam bodembeheer. De lijst met maatregelen (Bijlage 1) die bij deze notitie hoort is deze praktische invulling. De lijst maatregelen kan door het Ministerie van LNV gebruikt worden om inspiratie en handelingsperspectief aan te geven naar ondernemers en kan een basis zijn voor het opstellen van een landelijke monitoring van toepassing van maatregelen en het stimuleren van maatregelen door ondernemers. Voor de monitoring en stimulering moeten maatregelen op meer zaken beoordeeld worden dan de criteria die in deze studie zijn meegenomen (zie paragraaf 3.2.7).

1.2 Doel

Het doel van dit project is:

- Een werkwijze te ontwikkelen om maatregelen te beoordelen op basis van de mate waarin deze bijdragen aan duurzaam bodembeheer op minerale landbouwbodems op grond van hun effecten op diverse ecosysteemdiensten en toepasbaarheid binnen grondsoorten, sectoren en gewassen.
- Een overzicht te geven van geselecteerde maatregelen en de mate waarin deze bijdragen aan duurzaam bodembeheer op grond van hun effecten op diverse ecosysteemdiensten en hun toepasbaarheid binnen grondsoorten, sectoren en gewassen.

In de discussie, conclusies en aanbevelingen wordt ingegaan op hoe dit overzicht gebruikt kan worden, en wat voor doorontwikkeling nodig is voordat stimulering van toepassing van maatregelen met bodembeleid, gebiedsplannen en verdienmodellen doeltreffend kan worden ingezet.

De doelgroep van dit project is het Ministerie van LNV.

2 Materiaal en methoden

2.1 Selectie van maatregelen

Er is een long-list van maatregelen opgesteld op basis van bestaande maatregelenlijsten die onderdeel zijn van de BOOT-lijst van DAW (Verloop et al., 2018), programma Slim Landgebruik (Slier et al., 2021,2022), Ecoregeling (v. Dec. 2022), BedrijfsBodemWaterPlan (BBWP), PPS Klimaatadaptatie Open Teelten (Verstand, 2020), PPS Beter BodemBeheer (Selin Noren et al., 2022), Open BodemIndex (OBI). Deze lijst is aangevuld met enkele nieuwere, interessante maatregelen die bijvoorbeeld tijdens de expertworkshop zijn benoemd. Er is een selectie gemaakt op basis van de hierboven beschreven afbakening. Als aanvullende eis is gehanteerd dat de maatregel een logisch verband met de bodemkwaliteit heeft en dat de maatregel voldoende concreet is.

2.2 Afbakening maatregelenlijst

In het opstellen en beoordelen van de maatregelenlijst is gekeken naar de effecten en toepasbaarheid van maatregelen op bodemfuncties. Deze zijn uitgesplitst naar grondsoort en sector.

Sectoren: De focus lag op de vollegrondsectoren waarbij niet gekozen is voor een sectorale insteek maar landgebruik leidend was. Onderscheid is gemaakt in grasland en eenjarige teelten (bouwland) waaronder akkerbouwgewassen, mais, vollegrondsgroenten en bloembollen vallen. De beoordelingen zijn echter wel grotendeels gedaan op basis van akkerbouw en mais bij gebrek aan onderzoeksresultaten voor vollegrondsgroenten en bloembollen. Een beoordeling van maatregelen voor 'houtige meerjarige gewassen' was helaas niet mogelijk vanwege de beperkte beschikbaarheid van onderzoeksresultaten en experts.

Grondsoorten: De maatregelen zijn gescoord voor toepassing op minerale bodems. Er is een ruwe onderverdeling in grondsoorten gebruikt van zand- en kleigrond, waarvoor de effecten van een maatregel op de betreffende ecosysteemdienst apart per grondsoort beoordeeld zijn. Specifieke maatregelen voor bodembeheer op veenbodems zijn niet meegenomen. Ook is het effect van de overige maatregelen op veengronden niet meegenomen. Ook de effecten op lössgronden zijn niet meegenomen, omdat hier niet voldoende onderzoeksresultaten over beschikbaar zijn. Maatregelen toepasbaar op bouwland en grasland zijn apart beoordeeld.

Maatregelen: De maatregelen voor duurzaam bodembeheer worden ingedeeld in de volgende categorieën:

1. Bedrijfsvoering
2. Bemesting
3. Bemesting & organische stofaanvoer
4. Bodembewerking
5. Bouwplan
6. Groenbemesters
7. Grondontsmetting

De analyse is beperkt tot operationele maatregelen. Maatregelen met een zeer grote impact op de bedrijfsvoering zijn niet opgenomen in de lijst. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om maatregelen zoals (de overstap naar) agroforestry, strokenteelt, omzetting bouwland naar grasland en permacultuur. Om de lijst met maatregelen enigszins beperkt te houden zijn maatregelen niet tot in detail opgesplitst en uitgeschreven. In sommige situaties is een hoger abstractieniveau gebruikt zoals bijvoorbeeld niet 'toepassen van compost, toepassen vaste mest' maar 'Aanvoer organische stofrijke materialen (compost/vaste mest)'. Circa 50 maatregelen zijn beoordeeld. Combinaties van maatregelen zijn niet opgenomen en beoordeeld.

2.3 Beoordeling maatregelen

2.3.1 Procedure

Het effect van een maatregel is gescoord op de vijf ecosysteemdiensten zoals gedefinieerd in het Landmark-project (www.landmark.eu). De vijf ecosysteemdiensten zijn: 1) primaire productie ('Productiviteit'), 2) waterregulatie en zelfreinigend vermogen ('Waterregulatie' en 'Waterzuivering'), 3) koolstofvastlegging en klimaatregulatie ('Koolstofvastlegging'), 4) bodembiodiversiteit en habitatvoorziening ('Habitat voor biodiversiteit') en 5) faciliteren van de nutriëntenkringloop ('Recycling van nutriënten'). De maatregelen worden daarnaast qua toepasbaarheid kwalitatief beoordeeld op effecten op kosten en baten ('Bedrijfsresultaat'), op benodigde kennis en kunde en mogelijke risico's die gekoppeld zijn aan een maatregel worden vermeld.

Bij de beoordeling van de maatregelen is uitgegaan van het toepassen van het principe van de Goede Landbouw Praktijk (GLP). Dit betekent dat een maatregel onder de juiste omstandigheden in het bedrijfssysteem wordt geïntegreerd. Voorbeelden hiervan zijn dat de overige bemesting wordt gecorrigeerd indien er compost wordt toegepast en dat bodembewerkingen onder goede omstandigheden worden uitgevoerd. De maatregelen zijn beoordeeld op basis van Nederlandse literatuur over bodemmaatregelen. Hierbij is geen uitgebreide literatuurstudie uitgevoerd. Deze doorgenomen literatuur is opgenomen in de Literatuurlijst.

Na het waarderen van de maatregelen op basis van de literatuur, is een conceptlijst voorgelegd aan 9 experts. Zij hebben de waardering gecontroleerd en aangevuld, waar nodig, op basis van hun eigen expertise en ervaringen. Deze literatuurwaardering en expertbeoordelingen zijn samengevoegd en afwijkende beoordelingen zijn besproken met de experts tijdens de expertmeeting op 12 december 2022, in het bijzijn van het projectteam en 2 vertegenwoordigers van LNV. Met de verduidelijkingen en discussies tijdens de workshop zijn de literatuurwaardering en het expertoordeel gecombineerd in een 'eindoordeel'. Wanneer een maatregel geen waardering had op basis van de doorgenomen literatuur en er slechts één beoordeling is gedaan (door een niet-specialist op dat vlak), hebben we dit opgenomen als een '?'. In de versimpelde weergave van de lijst is enkel het eindoordeel per maatregel weergegeven voor de ecosysteemdiensten en mist de achterliggende literatuurwaardering en expertoordeel.

Beoordelingen zijn gescoord op een vijfpuntschaal (zeer negatief, negatief, neutraal, positief, zeer positief). Voor de beoordeling van de effecten van maatregelen is aangesloten bij de systematiek zoals toegepast door Selin Noren et al. (2022). Zie Bijlage 2 voor meer informatie over de scoringsmethodiek. De in bijlage 2 genoemde getallen zijn gekozen en gebruikt om een 'ordegrootte' van de effecten aan te geven. Indien het niet mogelijk was (omdat de gegevens niet beschikbaar waren) om een kwantitatieve inschatting te maken, is een kwalitatieve beoordeling gedaan op deze vijfpuntschaal. Middels een uniforme kleurcodering zijn de effecten visueel weergegeven in de lijst, zie de beschrijving hiervan in Bijlage 2.

2.3.2 Expertpanel

Het expertpanel bestond uit 9 experts op het gebied van bodembeheer, afkomstig van verschillende onderdelen van Wageningen University & Research (6), het Nutriënten Management Instituut, Louis Bolk instituut en Van Hall Larenstein (tabel 1). Experts zijn benaderd vanwege hun specialistische kennis over specifieke aspecten van bodembeheer (fysisch, chemisch, biologisch) in combinatie met landgebruik (akkerbouw, melkveehouderij, groenteteelt). Gezocht is naar experts met een relatief brede blik op het totale werkveld.

Tabel 1 *Overzicht experts*

Naam	Organisatie(onderdeel)
Bert Phillipsen	WUR Livestock Research
Emiel Elferink	Van Hall Larenstein
Erik van den Elzen	WUR Bodem, Water en Landgebruik
Gerard Korthals	WUR Biointeracties
Gerard Ros	NMI
Gert Jan Noij	WUR Agrosysteemkunde
Janjo de Haan	WUR Open Teelten
Jonas Schepens	LBI
Paul Romkens	WUR Duurzaam Bodemgebruik

3 Resultaten en discussie

3.1 Maatregelenlijst

De maatregelenlijst met de beoordeling van de maatregelen op de vijf ecosysteemdiensten, benodigde 'Kennis en Kunde' en effect op 'bedrijfsresultaat', alsook een versimpelde versie van de lijst, zijn als Bijlage 1 beschikbaar in een separaat document. In totaal zijn voor zandgronden 31 maatregelen voor bouwland en 15 voor grasland beoordeeld, voor kleigronden waren dit 30 maatregelen voor bouwland en 13 maatregelen voor grasland. De versimpelde versie van de lijst bevat enkel het eindoordeel per ecosysteemdienst met de toelichtingen op de beoordelingen in een **opmerking die zichtbaar wordt in de cel**.

De analyse is beperkt tot operationele maatregelen. Maatregelen met een zeer grote impact op de bedrijfsvoering en waarvan uitvoering vaak ook sterk afhankelijk is van de precieze invulling, zijn niet opgenomen in de lijst. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om maatregelen zoals agroforestry, strokenteelt, omzetting bouwland naar grasland en permacultuur.

3.2 Discussie

3.2.1 Definitie duurzaam bodembeheer aan de hand van maatregelen

De Minister van LNV geeft in de kamerbrief aan om duurzaam bodembeheer te willen definiëren aan de hand van maatregelen omdat duurzaam bodembeheer afhangt van lokale omstandigheden en niet te vatten zou zijn in één definitie. In de internationale literatuur is duurzaam bodembeheer echter al vele malen gedefinieerd. De definitie van de FAO uit 2017 wordt breed gehanteerd. Deze is ook gebruikt bij het opstellen van de indicatorset BLN (Bodemindicatoren voor Landbouwgronden in Nederland; Hanegraaf et al., 2019; de Haan et al., 2021). Deze definitie is als volgt:

Bodembeheer is duurzaam als de ondersteunende, voorzienende, regulerende en culturele diensten die door de bodem worden geleverd, worden gehandhaafd of verbeterd zonder de bodemfuncties die deze diensten mogelijk maken of de biodiversiteit significant te schaden. Het evenwicht tussen de ondersteunende en bevoorradingsdiensten voor plantaardige productie en de regulerende diensten die de bodem levert voor waterkwaliteit en beschikbaarheid en voor de samenstelling van broeikasgassen in de atmosfeer is een bijzondere zorg. (FAO, 2017).

De definitie is algemeen en biedt nog geen handelingsperspectief wat een boer concreet moet doen. Daarom is het wel nodig om verdere invulling te geven aan de definitie van duurzaam bodembeheer. Echter juist het definiëren van duurzaam bodembeheer aan de hand van maatregelen is lastig omdat de effecten van maatregelen op de bodemgezondheid en ecosysteemdiensten contextspecifiek zijn, zowel fysiek (klimaat, weer) als sociaal (doelen en kennis en kunde ondernemer). Algemene lijsten van maatregelen voor duurzaam bodembeheer doen daarmee geen recht aan de noodzakelijke contextspecifieke aanpak. Dit wordt ook onderkend in de kamerbrief maar wordt met deze lijst nog maar beperkt ondervangen. Hiervoor is regionale specificering nodig (zie ook paragraaf 3.2.5). Deze lijst is hier wel een aanzet voor en kan LNV houvast bieden in de verdere ontwikkeling van beleid rond duurzaam bodembeheer.

3.2.2 Definitie van begrip maatregel

De definitie van wat een maatregel is, blijkt onduidelijk. De maatregelen in de lijst zijn veelsoortig. In de discussie met experts is gesproken over indeling en/of afbakening van de maatregelen op diverse manieren. De voorgestelde indelingen zijn deels overlappend:

- Operationele uitvoering (bijv. bandenspanning) – systeemadaptaties (bijv. agroforestry)
- Specifiek (op één ecosysteemdienst) – algemeen (op brede set van ecosysteemdiensten)
- Effect hebbend op korte tot lange termijn

- Mate van effect op het totale bedrijfssysteem (klein-groot)
- Agronomische (rond teelt van het gewas) en cultuurtechnische (rond inrichting van het perceel) maatregelen

Door de beperkte omvang en doorlooptijd van deze opdracht was het niet mogelijk om tot een aanscherping te komen van het begrip maatregel passend bij deze opdracht. Wel is besloten om maatregelen die een ingrijpende systeemaanpassing omvatten niet mee te nemen in de lijst (zie paragraaf 2.2). Gewenst is om in een vervolg maatregelen beter te definiëren en in te delen op basis van (een combinatie van) bovenstaande criteria.

Daarnaast is gedurende het proces besloten om maatregelen die al vallen binnen reguliere *goede landbouwpraktijk* (GLP), zoals het maken van een bemestingsplan en het uitvoeren van bewerkingen onder goede omstandigheden, niet als maatregel op te nemen in deze lijst. Echter omdat GLP niet scherp gedefinieerd is, is de grens wat wel en niet mee te nemen vaag. In paragraaf 2.3.1 is beschreven hoe omgegaan is met GLP bij het samenstellen van de maatregelenlijst.

Een laatste punt bij definitie van het begrip maatregel is de afbakening van het systeem. De vraag kwam op of alleen maatregelen op het (beteelde) perceel meegenomen worden of dat ook maatregelen voor bodembeheer op de gronden daaromheen (zoals akkerranden) meegenomen worden? Vooralsnog zijn deze laatste wel meegenomen.

3.2.3 Uitgangspunten bij de keuze van maatregelen

Er zijn verschillende vertrekpunten om een maatregel te nemen. Enerzijds kan er een directe aanleiding zijn wanneer een ondernemer een knelpunt ervaart: probleem Y -> maatregel Z. Wat zijn bijvoorbeeld maatregelen tegen bodemverdichting of tegen ziekten en plagen in de bodem. Anderzijds kan er ook vanuit een ecosysteemdienst worden gedacht: om meer bij te dragen aan een ecosysteemdienst worden maatregelen genomen: verbeteren ecosysteem X -> maatregel Z. In deze studie gaat het vooral om het tweede, welke maatregelen dragen bij aan ecosysteemdiensten. In de boerenpraktijk voert vooral de eerste de boventoon, gericht op het oplossen van problemen. Met het uitgangspunt van ecosysteemdiensten komen andere maatregelen bovendien dan met het uitgangspunt van het oplossen van bodemproblemen. Dit moet bij het gebruik van de lijst wel in het achterhoofd gehouden worden.

Het effect van maatregelen op de ecosysteemdiensten wordt in belangrijke mate bepaald door de context waarin de maatregel getroffen wordt. Dat gaat om het verschil in fysieke omstandigheden bij toepassing van maatregel (bodemtype, weer, grondwaterniveau etc.) en de voorgeschiedenis van het perceel (zowel bouwplan als teeltmaatregelen). Bij de beoordeling van de maatregel is uitgegaan van goede landbouwkundige praktijk dus voor zaken als timing van de maatregel en andere uitvoeringsaspecten is het uitgangspunt dat deze goed zijn uitgevoerd. Door de verschillen in omstandigheden zijn de ranges in de lijst soms breed. Een betere duiding van effecten van maatregelen afhankelijk van de fysieke omstandigheden en voorgeschiedenis is gewenst.

Voor een aantal maatregelen was de beoordeling lastig omdat de uitgangssituatie onduidelijk is. Dit geldt bijvoorbeeld bij wisselteelt mais-grasklaver (60-20-20). Hierdoor kunnen beoordelingen door experts verschillend zijn afhankelijk van de uitgangssituatie die ze hebben gehanteerd, deze zijn niet expliciet gemaakt.

3.2.4 Resultaat van de beoordelingen

Voor de meeste maatregel-ecosysteemdienst combinaties bestaat het eindoordeel uit een range. Deze range is opgebouwd uit de combinatie van (meerdere) literatuurbron(nen) en expertoordelen. Een brede range geeft aan dat er grote verschillen in effecten in de literatuur gevonden zijn of door de experts benoemd zijn. Dit kan bijvoorbeeld komen door verschillende gewassen waarbij de maatregel getoetst zijn of verschillen in omgevingsfactoren tussen de studies. Daarnaast kan een brede range ook op onzekerheid in het effect duiden: er is nog onvoldoende kennis beschikbaar om tot een goed oordeel te komen.

De beoordeling van de maatregelen is vooralsnog enkel op basis van literatuur en experts uit onderzoek. De beoordeling is vooralsnog niet gebaseerd op expertoordelen uit het bedrijfsleven (zoals adviseurs en boeren). Daarnaast is bespreking van resultaat met bedrijfsleven gewenst om tot draagvlak te komen in de sector wat

de maatregelen voor duurzaam bodembeheer zijn. Dit vergroot de kans dat de maatregelen breed toegepast worden in de sector, wat weer bijdraagt aan de doelstellingen van het NPL.

De lijst kent nog veel vraagtekens en veel beoordelingen alleen op basis van expertkennis. Ook een deel van de brede ranges komt voort uit kennisgebrek en wisselende gemeten effecten in veldproeven. Dit alles vraagt om nader onderzoek in veldproeven. Expertoordeelen blijken regelmatig wensdenken te bevatten waarbij op basis van proefgegevens blijkt dat bepaalde effecten kleiner zijn dan verwacht of afwezig (bijvoorbeeld effect NKG op koolstofvastlegging of effect strokenteelt op bodembiodiversiteit). Tevens zijn er ook onverwachte positieve effecten (zoals het effect van NKG op stikstofuitspoeling) die experts niet kennen.

3.2.5 Gewenste verbreding en verdieping van de maatregelenlijst

De voorliggende maatregelenlijst geeft een overzicht van de belangrijkste maatregelen voor duurzaam bodembeheer. De lijst is in korte tijd samengesteld op basis van bestaande lijsten met maatregelen in Nederland en aanvullende Nederlandse literatuur. Daarmee:

- Is de beoordeling quick and dirty en kon niet iedere maatregel tot in detail beoordeeld worden op zijn bijdrage aan ecosysteemdiensten, toepasbaarheid en risico's. Een aantal maatregel-ecosysteemdienst combinaties zijn in dat geval beoordeeld met een '?'. Voor relatief veel maatregelen voor grasland is geen beoordeling op basis van literatuur gevonden. Het eindoordeel van deze maatregelen bij grasland is daarom vaker dan bij bouwland gebaseerd op alleen een expertoordeel. Het is daarom gewenst om de maatregelen in de lijst te beoordelen aan de hand van meer literatuur en meer experts. Hierin kunnen ook experts uit het bedrijfsleven (bijv. adviseurs) betrokken worden.
- Is de inventarisatie alleen gedaan voor bouwland en grasland op zand- en kleigrond op nationaal niveau. Wanneer de lijst meer op regionaal niveau ingezet wordt voor inspiratie en stimulering is het gewenst om:
 - o Ontbrekende beoordelingen toe te voegen van maatregelen:
 - Specifiek voor lössgrond en veengronden wanneer deze gronden in de regio aanwezig zijn.
 - Van houtige teelten toe te voegen wanneer deze teelten belangrijk zijn in de regio. Deze grondsoorten en teelten lagen nu buiten de afbakening van de vraag van het Ministerie van LNV en zijn niet meegenomen in dit project.
 - o Beoordelingen te specificeren voor:
 - De sectoren vollegrondsgroenten en bloembollen wanneer deze sectoren belangrijk zijn in de regio
 - Teeltgebieden binnen de grondsoorten zand en klei en sectoren akkerbouw en graslandDe beoordelingen zijn nu algemeen voor zand en klei gedaan en voor de akkerbouw met als uitgangspunt dat beoordelingen voor vollegrondsgroenten en bloembollen grotendeels overeenkomen.
- Is er geen nadere analyse gedaan op de lijst naar specifieke vragen zoals
 - o Of er voldoende maatregelen beschikbaar zijn om op alle ecosysteemdiensten positieve effecten te realiseren
 - o In welke mate er trade-offs zijn binnen maatregelen in effecten op ecosysteemdiensten
 - o In welke mate er win-wins of trade-offs zijn tussen positieve effecten op ecosysteemdiensten en de toepasbaarheid en risico's van de maatregelen.
 - o In hoeverre maatregelen uit deze lijst ook op andere lijsten al terugkomen.Dit soort analyses kunnen zeer wenselijk zijn om de potentie van de lijst beter te benutten. Dit vergt wel aandacht voor de formulering van vragen en goede methodieken om deze te beantwoorden. Uitvoering van deze analyses past niet binnen de huidige opdracht.
- Op basis van de lijst een kennis- en innovatieagenda af te leiden voor de combinaties van maatregelen en ecosysteemdiensten waar nog geen/weinig kennis beschikbaar is en daarnaast om de kennisinfrastructuur te verbeteren om bedrijfsspecifiek advies te geven over te nemen maatregelen voor duurzaam bodembeheer.

3.2.6 Afstemming met andere maatregelenlijsten

Er blijken al diverse lijsten met maatregelen voor duurzaam bodembeheer beschikbaar te zijn, elk opgesteld vanuit eigen doel en elk verschillend in diepgang van de onderbouwing en volledigheid over grondsoorten en landgebruik. Deze maatregelenlijst wijkt af van de bestaande lijsten qua doel en opzet, maar afstemming is gewenst tussen deze lijsten om verschillen in inzicht te verkleinen en verwarring bij verdere gebruikers te voorkomen. Het is ongewenst als bijvoorbeeld een maatregel in de ene lijst positief beoordeeld wordt en vandaaruit gestimuleerd wordt terwijl die maatregel in de andere lijst een veel slechtere beoordeling heeft. Hierbij gaat het met name om afstemming met de BOOT-lijst en de Ecoregeling.

3.2.7 Gebruik van de maatregelenlijst

De voorliggende lijst met maatregelen voor duurzaam bodembeheer biedt inspiratie voor ondernemers om na te gaan wat op het eigen bedrijf toe te passen is. Hierbij zijn wel een aantal aandachtspunten van belang:

- Behalve de keuze om andere maatregelen in bodembeheer te gaan nemen is ook aandacht voor de uitvoering van maatregelen van belang. De uitvoering bepaalt in een aantal gevallen meer het effect dan de keuze van de maatregel. Bijvoorbeeld goede uitvoering van ploegen kan een positiever effect hebben op de algehele bodemkwaliteit dan slecht uitgevoerde minder intensieve grondbewerking (door bijv. keuze van verkeerde machines, slechte afstemming, of uitvoering onder ongunstige omstandigheden).
- Afhankelijk van de context kan de 'standaard' maatregel in bodembeheer soms beter zijn dan een overgang naar een maatregel voor duurzaam bodembeheer. Een te grote stimulering van nieuwe maatregelen of stimulering met onjuiste instrumenten kan zorgen dat boeren ten onrechte overschakelen op deze maatregelen. Bijvoorbeeld niet-kerende grondbewerking (NKG) is in algemene zin een goede maatregel voor duurzaam bodembeheer. Echter op sommige grondsoorten en voor sommige teelten is ploegen de geprefereerde methode boven NKG vanwege risico's op bijvoorbeeld verslemping, veronkruiding of verdichting. Deze risico's kunnen zorgen voor negatieve maatschappelijke effecten zoals bijvoorbeeld meer oppervlakkige afspoeling en meer gebruik van onkruidbestrijdingsmiddelen.
- Stimulering van verkeerde maatregelen kan ook leiden tot afnemend vertrouwen bij boeren in de overheid en dat werkt contraproductief ook bij het overnemen van de juiste maatregelen.

Het Ministerie van LNV wil deze maatregelenlijst ook gebruiken in monitoring en stimulering van duurzaam bodembeheer. Deze lijst is niet geschikt om direct toegepast te worden voor deze doelen. Hiervoor is beoordeling op andere criteria die nu niet meegenomen zijn in de beoordeling ook van belang. Voor beiden geldt dat de beschikbare wetenschappelijke kennis over de effecten van de maatregelen in diverse situaties goed bekend moet zijn, zodat maatregelen geselecteerd worden die daadwerkelijk bijdragen aan duurzaam bodembeheer en de range in effecten beperkt is. Daarnaast geldt specifiek dat de maatregelen ook beoordeeld worden op de volgende zaken:

- Voor monitoring:
 - o Maatregelen voldoende breed toegepast kunnen worden. Het heeft geen zin maatregelen te monitoren die maar op zeer klein areaal worden toegepast.
 - o De toepassing van de maatregelen eenvoudig meetbaar is.
- Voor stimulering:
 - o De maatregel voldoende controleerbaar is.
 - o Negatieve bij-effecten en trade-offs beperkt zijn.
 - o De maatregelen relatief eenvoudig toepasbaar zijn zodat ze op de juiste wijze worden uitgevoerd. Of dat er voldoende aandacht is voor kennisoverdracht en competentieopbouw bij boeren om de maatregelen goed uit te voeren.

Voor andere doeleinden is deze maatregelenlijst niet geschikt.

Al met al is duurzaam bodembeheer maatwerk. De effecten van maatregelen zijn contextspecifiek en afhankelijk van:

- Grondsoort en klimaat
- Systeem waarbinnen maatregelen toegepast wordt (bijv. gangbaar, biologisch, agroforestry) maar ook daarbinnen zaken als bouwplan.
- De doelen en kennis en kunde van de ondernemer.

Maatregelen worden toegepast op basis van problemen (bodembedreigingen die optreden) en kansen (mogelijkheden tot vergroten van bijdrage aan ecosysteemdiensten). De problemen en kansen kunnen in

beeld gebracht worden met methodieken zoals nu ontwikkeld worden met de BLN 2.0. Daaraan gekoppeld kunnen dan maatregelen genomen worden.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

1. De voorliggende maatregelenlijst geeft een quick & dirty overzicht van de belangrijkste maatregelen voor duurzaam bodembeheer voor met name bouwland (akkerbouw en mais) en grasland op zand- en kleigrond met hun effecten op de vijf ecosysteemdiensten van Landmark en de toepasbaarheid van de maatregel. De lijst is gebaseerd op diverse andere lijsten met maatregelen voor duurzaam bodembeheer aangevuld met expertkennis en informatie uit literatuur. Het Ministerie van LNV kan deze lijst gebruiken om ondernemers inspiratie en handelingsperspectief te bieden rond duurzaam bodembeheer.
2. De volgende aandachtspunten zijn van belang bij deze maatregelenlijst:
 - a. Duurzaam bodembeheer is maatwerk. Effecten zijn afhankelijk van fysieke en sociale omstandigheden. Afhankelijk van de specifieke context is het gewenst dat maatregelen uit deze lijst toegepast worden. In specifieke situaties kan het zijn dat de standaardmaatregel de voorkeur heeft boven de maatregel uit deze lijst.
 - b. De wijze van uitvoering van de maatregel is van minimaal even groot belang als de selectie van de juiste maatregel.
 - c. Deze maatregelenlijst is niet direct toepasbaar voor landelijke monitoring en stimulering van maatregelen. Hiervoor zijn aanvullende criteria van belang die in deze studie niet beoordeeld zijn.
 - d. Aanvulling en verdere verfijning van deze maatregelenlijst is gewenst.
 - e. Verwerven van draagvlak voor een maatregelenlijst duurzaam bodembeheer bij bedrijfsleven is gewenst.

4.2 Aanbevelingen

1. Om de kwaliteit van de maatregelenlijst te verbeteren door een verdere uitwerking. Daarbij is het van belang de volgende punten mee te nemen:
 - a. Het begrip maatregelen beter te definiëren en een betere onderverdeling en afbakening te maken van de typen maatregelen.
 - b. Het ook laten beoordelen van de maatregelen aan de hand van internationale literatuur.
 - c. Deze maatregelenlijst ook te bespreken met de landbouwsector en ketenpartijen en de lijst af te stemmen met opstellers van andere maatregelenlijsten.
 - d. Op basis van de lijst een kennis- en innovatieagenda op te laten stellen voor duurzaam bodembeheer.
2. Bij verdere regionale toepassing van de maatregelenlijst, deze indien relevant uit te breiden met beoordelingen van maatregelen voor lössgrond, veengrond en houtige gewassen en/of de beoordelingen voor het huidig landgebruik en grondsoort nader te specificeren per regio en gewasgroep. Het is gewenst de landbouwsector te betrekken bij deze regionale beoordelingen.
3. De lijst nader te (laten) analyseren op basis van gebruikersvragen (bijv. lijst beste maatregelen voor koolstofvastlegging).
4. De maatregelenlijst zodanig te positioneren en presenteren dat er daadwerkelijk inspiratie vanuit gaat, met een duidelijk besef van de contextspecifieke invulling.
5. Deze lijst niet toe te passen voor andere doelen dan inspiratie zonder een nadere analyse van andere aspecten die van belang zijn voor deze doelen en welke niet in deze analyse zijn meegenomen.
6. De ontwikkeling van aanpakken voor maatwerkadvies voor duurzaam bodembeheer te stimuleren zoals ontwikkelt met het Bodemkwaliteitsplan en het Bedrijfsbodembodemwaterplan. Hierbij is het gewenst de ontwikkeling van ondersteunende tools voor dit maatwerkadvies op diverse onderdelen van duurzaam bodembeheer te stimuleren.

Literatuur

Gebruikt in notitie

- FAO. 2017. Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy
- 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://edepot.wur.nl/549973>
- Hanegraaf, M., van den Elsen, E., de Haan, J., & Visser, S. (2019). Bodemkwaliteitsbeoordeling van landbouwgronden in Nederland - indicatorset en systematiek, versie 1.0. (Rapport WPR; No. 795). <https://doi.org/10.18174/498307>

Geconsulteerde maatregellijsten

Websites geconsulteerd december 2022

- BedrijfsBodemWaterPlan: <https://bedrijfsbodewaterplan.nl/>
- Boot: <https://agrarischwaterbeheer.nl/document/boot-lijst-maatregelen-agrarisch-waterbeheer>
Verloop, K., van Agtmaal, M., Bussink, W., van Eekeren, N., Groenendijk, P., Jansen, S. Noij, G.J. en Zanen, M. (2018). Achtergronden bij informatie in de BOOT-lijst factsheets. WUR, nr. WPR-842. Beschikbaar via: <https://www.louisbolk.nl/sites/default/files/publication/pdf/achtergronden-bij-informatie-de-boot-lijst-factsheets.pdf>
- Ecoregeling: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/eco-regeling/eco-activiteiten> (v. Dec. 2022),
- Open BodemIndex: <https://openbodemindex.nl/>
- PPS Beter BodemBeheer <https://www.beterbodembeheer.nl/nl/beterbodembeheer.htm>
Selin Norén, I, Vervuurt, W., Bakker, N., Koopmans, C., Verstand, D. en de Haan, J. (2022). Analyse van bodemmaatregelen: effecten op bodemfuncties en toepasbaarheid: integrale analyse van de resultaten uit de PPS Beter Bodembeheer. Rapport nr. WPR-OT-898. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/558794>
- PPS Klimaatadaptatie: Verstand, D. 2021. Maatregelen Factsheets Klimaatadaptatie Open Teelten. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/556356>
- PPS Slim Landgebruik: <https://www.slimlandgebruik.nl/>
Slier, T., Lesschen, J.P., Stout, B., Porre, R., Agricola, H., de Haan, J. en Koopmans, C. (2021). CO2 bodem: tussenresultaten Slim Landgebruik.
Slier, T., Westerik, D., Lesschen, J.P., Koopmans, C., Schepens, J. en Vervuurt, W. (2022). CO2 Bodem: tussenresultaten Slim Landgebruik. Beschikbaar via: <https://www.slimlandgebruik.nl/sites/default/files/2022-11/20220919%20CO2Bodem%202022.pdf>

Bronnen gebruikt voor samenstellen maatregelenlijst (Bijlage 1)

- Barel, J.M., Kuyper, T.W., de Boer, W., Douman, J.C., en De Deyn, G.B. (2018). Legacy effects of diversity in space and time driven by winter cover crop biomass and nitrogen concentration. *Journal of Applied Ecology*, 55, pp-299-301. doi: 10.1111/1365-2664.12929
- Bernaerts, S. (2009). Vaste rijpaden bieden veel voordeel. *BioKennis, Akkerbouw en Vollegrondsgroenten*, 26. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/13936>
- Beuckens, F., Boon, R., Nissen, E., Uijterlinde, C., Zwaan, B. en Zeitering, J. (2017). Onderzoek naar duurzaam gebruik van berm- en slootmaaisel als bodemverbeteraar. Beschikbaar via: <http://ommermarke.nl/wp-content/uploads/2017/06/17-06-12-eindrapport-creating-a-biobased-business-case-2.pdf>

- Blanco-Canqui, Humberto, and Sabrina J. Ruis. "Cover crop impacts on soil physical properties: A review." *Soil Science Society of America Journal* 84, no. 5 (2020): 1527-1576.
- Bos, M.M., Msters, C.J.M., en de Snoo, G.R. (2014). De effectiviteit van akkerranden in het vervullen van maatschappelijke diensten. Een overzicht uit wetenschappelijke literatuur en praktijkervaringen. CLM rapport nr. 188, Department Conservation Biology, Institute of Environmental Sciences, Leiden University.
- Bussink, Fujita, Ros (n.d.) Advies voor Maatregelen 0.3 Open Bodemindex.
- CLM (2008). Mechanisch als het kan, chemisch als het moet: informatie over het ondwerken van stikstof vanggewassen. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/60309>
- Cooper, J., Baranski, M., Stewart, G. et al. Shallow non-inversion tillage in organic farming maintains crop yields and increases soil C stocks: a meta-analysis. *Agron. Sustain. Dev.* 36, 22 (2016).
<https://doi.org/10.1007/s13593-016-0354-1>
- de Lijster, E., van de Akker, J., Visser, A., Allema, B., van der Wal, A. en Dijkman, W. (2015). Waarderen van bodemwatermaatregelen. CLM, nr. 912.
- de Wit, van Eekeren (2022). Brabantse Biodiversiteitsmonitor Melkveehouderij in relatie tot beleidsopgaves. Publicatienummer 2022-35 LbD
- Dekker, M.F. ... (in press). Groenbemesters en mengsels bij gereduceerde grondbewerking.
- Deltaplan Agrarisch Water [DAW] (n.d.). Hergebruik fosfor en stikstof uit slootbagger: kwaliteitsbaggeren. Beschikbaar via:
https://agrarischwaterbeheer.nl/system/files/documenten/boek/hergebruik_fosfor_en_stikstof_uit_slootbagger_kwaliteitsbaggeren.pdf
- Deltaplan Agrarisch Waterbeheer [DAW] (n.d.-a). Nuttig toepassen op bedrijf van sloot- en bermmaaisel. Beschikbaar via:
https://agrarischwaterbeheer.nl/system/files/documenten/boek/nuttig_toepassen_op_bedrijf_van_sloot-en_bermmaaisel.pdf
- Deltaplan Agrarisch Waterbeheer [DAW] (n.d.-c). Breng drempels aan in ruggenteelten, factsheet 14. Beschikbaar via:
https://agrarischwaterbeheer.nl/system/files/documenten/pagina/fs_14_drempels_bij_ruggenteelt.pdf
- Deltaplan Agrarisch Waterbeheer [DAW] (n.d.-d). Vaste rijpaden op perceel. Beschikbaar via:
https://agrarischwaterbeheer.nl/system/files/documenten/boek/vaste_rijpaden_op_perceel.pdf
- Deltaplan Agrarisch Waterbeheer [DAW] (n.d.-e). Gebruik diepwortelende en rustgewassen, factsheet 18. Beschikbaar via:
https://agrarischwaterbeheer.nl/system/files/documenten/pagina/fs_18_diepwortelende_gewassen.pdf
- Deltaplan Agrarisch Waterbeheer [DAW] (n.d.-f). Waarnemingen verschillende grondbewerkingen in vanggewas. Beschikbaar via: <https://waterwijsboeren.nl/wp-content/uploads/2021/05/Waarnemingen-verschillende-bewerkingen-vanggewas-.pdf>
- Deltaplan Agrarisch Waterbeheer [DAW] (n.d.-g). Bodembedekking: factsheet. Beschikbaar via:
<https://agrarischwaterbeheer.nl/content/bodembedekking-factsheet>
- Deltaplan Agrarisch Waterbeheer [DAW] (n.d.-h). Toolbox Emissiebeperking: Geïntegreerde onkruidbestrijding. Beschikbaar via:
https://agrarischwaterbeheer.nl/system/files/documenten/pagina/9_geintegreerde_onkruidbestrijding.pdf
- Deltaplan Agrarisch Waterbeheer [DAW] (n.d.-i). Mechanische onkruidbestrijding, factsheet 6. Beschikbaar via: <https://agrarischwaterbeheer.nl/content/mechanische-onkruidbestrijding-6>
- Deltaplan Agrarisch Waterbeheer [DAW] (n.d.-j). Verleng de leeftijd van grasland en verhoog het organische-stofgehalte. Beschikbaar via: <https://agrarischwaterbeheer.nl/node/526675/>
- Deru, J., Prins, U. and van Schooten, H. (2014). Strokenteelt mais: meer organische stof en beter bodemleven. Onderzoek en beleid. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/300236>
- D'Hose, T., Cougnon, M., de Vliegheer, A., Willekens, K., van Bockstaele, E. en Reheul, D. (2012). Farm compost application: effects on crop performance. *Compost science and utilization*, 20(1), p-. 49-56. Beschikbaar via: <http://hdl.handle.net/1854/LU-2109381>
- D'Hose, T., Lidong, R., Cornelis, W. en Ruyschaert, G. (2017). Effect van bandenspanning en bodemvochtgehalte op bodemverdichting en gewasgroei. ILVO, nr. D/2017/10.970/230. Beschikbaar via: https://ilvo.vlaanderen.be/uploads/migration/public/Mediatheek/Mededelingen/230_bodemverdichting.pdf

- Ditzler, L., van Apeldoorn, D.F., Pellegrini, F., Antichi, D., Bàrberi, P. en Rossing, W.A.H. (2021). Current research on ecosystem service potential of legume inclusive cropping systems in Europe. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(26). doi:10.1007/s13593-021-00678-z. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/545952>
- Durksz, D. en Philipson, B. (2004). Perspectief voor mengteelten met erwten. *Praktijk Kompas Rundvee*, pp. 28-29. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/34163>
- Erisman, J.W., van Eekeren, N., van Doorn, A., Geertsema, W. en Polman, N. (2017). *Maatregelen Natuurinclusieve landbouw*.
- Faber, H., Cuperus, F. en van Apeldoorn, D. (2020). Strokenteelt veelbelovend. *Ekoland*, pp. 14-15. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/539860>
- Fang, G., van Ittersum, M.K., Guoyu, W., van der Putten, P.E.L., van der Werf, W. (2016). Yield and yield components of wheat and maize in wheat-maize intercropping in the Netherlands. *European Journal of Agronomy*, 76, pp. 17-27. doi: 10.1016/j.eja.2016.01.005
- Fuchs, R., Rehm, A., Salzeder, G. and Wiesinger, K. (2008). Effect of undersowing winter wheat with legumes on the yield and quality of subsequent winter tricale crops. *Cultivating the future*. Available at: <https://orgprints.org/id/eprint/12544/>
- Geelen, P.M.T.M., Crombach, C.J.E. en Bus, C.B. (2004). Beperking van watererosie in aardappelen op lossgrond. *Praktijkonderzoek plant & omgeving*, rapport nr. 5154087. Beschikbaar via: https://kennisakker.nl/storage/1454/Rapport_Watererosie_Aardappelen_5154087_2004.pdf
- GLB Pilot (2021). *Akkerbouw op kleigronden: onafhankelijke consultatie onder Nederlandse boeren en tuinders inzake de invulling van Pijler 1 in nieuwe Gemeenschappelijk landbouwbeleid (GLB) vanaf 2023*. Beschikbaar via: <https://www.glbuitdepraktijk.nl/wp-content/uploads/2021/03/Sectorrapportage-GLB2023-Akkerbouw-op-Kleigronden-DEF.pdf>
- Groenendijk, P., van Gerven, L., Schipper, P. Jansen, S., Buijs, S., van Loon, A., Lukacs, S., Verhoeven, F., Housmans, B., van Rotterdam, D. Ros, G., Verloop, K. en Noij, G.J. (2021) *Maatregel op de Kaart (Fase 2). Identificeren van kansrijke perceelsmaatregelen voor schonere grond- en oppervlaktewater*. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/547890>
- Grootenhuis, J.A., en te Velde, H.A. (1975). *Groenbemesting en opbrengst van suikerbieten op zavelgrond. Bedrijfsontwikkeling*, 6. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/217351>
- Heinen, M. (red.), 2021. *Samenvatting resultaten bodemaatregelen: Lumbricus Bewuste Bodem* Wageningen, Wageningen environmental Research, Rapport 3060.
- Hijbeek, R., van Ittersum, M. K., ten Berge, H. F., Gort, G., Spiegel, H., & Whitmore, A. P. (2017). Do organic inputs matter—a meta-analysis of additional yield effects for arable crops in Europe. *Plant and Soil*, 411(1), 293-303.
- Hoogmoed, M., Timmermans, B. G. H., Bloem, J., van Asperen, P., Cruijssen, J. J. P., de Haan, J. J., Selin Norén, I. L. M., Slier, T., Wagenaar, J. P., Elsen, A., Martens, S., & Koopmans, C. J. (2021). Verschillen in bodemkwaliteit door koolstofmaatregelen: In beeld gebracht aan de hand van de BLN-indicatorenset. <https://edepot.wur.nl/564621>
- Hospers-Brands, M., van der Burgt, G.J. en Janmaat, L. (2015). *Maaimeststoffen in bedrijfs- en ketenverband: plantaardige meststoffen in de praktijk*. Louis Bolk Instituut, rapport nr. 2015-004. Beschikbaar via: <https://orgprints.org/id/eprint/29470/1/2967.pdf>
- Huizing, H., en van Schooten, H. (2017). Effect onkruidbestrijdingsstrategieën op de opbrengstreductie van snijmais: resultaten van een éénjarige veldproef in 2016. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/408357>
- Iepema G.L., Deru J., Bloem J., Hoekstra N., de Goede R., Brussaard L. and van Eekeren N. (2022) Presumed yield benefit of grassland renewal is offset by loss of soil quality. *Grassland Science in Europe*, Vol. 27
- Iepema G.L., Hoekstra N., de Goede R., Bloem J., Brussaard L. and van Eekeren N. (2022) Extending grassland age for climate change mitigation and adaptation on clay soils. *Grassland Science in Europe*, Vol. 27
- IRS (2019). *Teelthandleiding, 2.2 Lage druk in de banden spaart bodemstructuur*. Beschikbaar via: <https://www.irs.nl/interessegebieden/alle-interessegebieden/teelthandleiding/2-2-lage-druk-in-de-banden-spaart-bodemstructuur/>
- Janssen & Bongers. (2022) *Kunstmest besparen met kruidenrijk grasland*. Vfocus
- Janssens, S.R.M. (1991). *Rendabiliteit van een verminderde bodembelasting: bedrijfseconomische evaluatie van een lagedruk-berijdingsstelsel*. Proefstation AGV, nr. 127. Beschikbaar via: <https://core.ac.uk/reader/29351900>

- Jensen, E.S., Carlsson, G. en Hauggaard-Nielsen, H. (2020). Intercropping of grain legumes and cereals improves the use of soil N resources and reduces the requirement for synthetic fertilizer N: a global-scale analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, 40(5). doi: 10.1007/s13593-020-0607-x
- Jensen, E.S., Chongtham, I.R., Dhamala, N.R., Rodriguez, C., Caron, N. and Carlsson, G. (2020). Diversifying European agricultural systems by intercropping grain legumes and cereals. *International journal of agriculture and natural resources*, 47(3), pp. 174-186. doi: 10.7764/ijanr.v47i3.2241
- Juventia, S.D., Rossing, W.A.H., Ditzler, L., van Apeldoorn, D.F. (2020). Spatial and genetic crop diversity support ecosystem service delivery: a case of yield and biocontrol in Dutch organic cabbage production. *Field Crops Research*, 6, doi: 10.1016/j.fcr.2020.108015
- Känkänen, H., Eriksson, C., Rääköläinen, Vuorinen, M. (2001). Effect of annually repeated undersowing on cereal grain yields. *Agricultural and food science*, 10, pp. 197-208.
- Kempenaar, C., Bleeker, P.O., Kurstjens, D.A.G., Lamour, A., Molema, G.J., Groeneveld, R.M.W., Riemens, M.M. en van der Weide, R. (2004). Risico-beoordeling onkruiden in biologische landbouw.
- Koopmans, C.J. (2019). Agro-economische inpassing van strokenteelt. Louis Bolk Instituut, rapport nr. 2019-005. Beschikbaar via: <https://www.louisbolk.nl/sites/default/files/publication/pdf/agro-economische-inpassing-van-strokenteelt.pdf>
- Lamers, J.G., Perdok, U.D., Lumkes, L.M. en Klooster, J.J. (1986). Controlled traffic farming systems in the Netherlands. *Soil and Tillage Research*, 8, pp. 65-76. doi: 10.1016/0167-1987(86)90323-5
- Landbouw Centrum Voedergewassen [LCV] (2020). Onderzaai van een vanggewas is een optie bij mais. Boer & Tuinder, pp. 17-22. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/523868>
- Landbouw op peil (2017). Optimalisatie bodem en water: praktische tips voor omgang met bodem en water in de agrarische bedrijfsvoering. Beschikbaar via: https://www.aequator.nl/wp-content/uploads/2017/11/maatregelenboekje_digitaal_spreads.pdf
- Latré, J., De Roo, B., Dupon, E., Marynissen, B., Dewitte, K., Haesaert, G., Wambacq, E. en Derycke, V. (2014). Eiwitgewassen in de teeltrotatie in het licht van duurzame landbouw.
- Lemola, R., Turtola, E. and Eriksson, C. (2000). Undersowing Italian ryegrass diminishes nitrogen leaching from spring barley. *Agricultural and Food Science in Finland*, 9(3), pp. 201-216.
- Li, C.; Hoffland, E.; Kuyper, T.W.; Yu, Y.; Zhang, C.; Li, H.; Zhang, F.; van der Werf, W. Syndromes of production in intercropping impact yield gains. *Nat. Plants* 2020, 6, 653–660. <https://doi.org/10.1038/s41477-020-0680-9>.
- Lotz L.A.P. en Spijker, J.H. (2001). Onderzoek naar de mogelijkheden voor toepassing van bermmaaisel op landbouwgronden: covernota bij drie onderzoeksnota's. Plant Research International. Wageningen.
- Louis Bolk Instituut [LBI] (n.d.). Factsheet: de kosten en baten van natuurinclusieve maatregelen i Oldambt: organische mest, de teelt van veldbonen en onkruidonderdrukking door grasklaver. Beschikbaar via: <https://www.louisbolk.nl/sites/default/files/publication/pdf/factsheet-de-kosten-en-baten-van-natuurinclusieve-maatregelen-oldambt.pdf>
- Lüscher, Andreas, I. Mueller-Harvey, Jean-François Soussana, R. M. Rees, and Jean-Louis Peyraud. "Potential of legume-based grassland–livestock systems in Europe: a review." *Grass and forage science* 69, no. 2 (2014): 206-228.
- Mallast, J., Rühlmann, Verhagen, J. and ten Berge, H. (2014). Overview of technological innovations in soil management. Available at: http://www.catch-c.eu/deliverables/D4.451_Innovation_deliv4.5_2209.pdf
- Marja, R.; Kleijn, D.; Tcharntke, T.; Klein, A.M.; Frank, T.; Batáry, P. Effectiveness of agri-environmental management on pollinators is moderated more by ecological contrast than by landscape structure or land-use intensity. *Ecol. Lett.* 2019, 22, 1493–1500.
- Martínez-García, L.B., Korthals, G., Brussaard, L., Jorgensen, H.B., De Deyn, G.B. (2018). Organic management and cover crop species steer soil microbial community structure and functionality along with soil organic matter properties. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 263, pp. 7-17. doi: 10.1016/j.agee.2018.04.018
- Masterplan mineralen management; groenbemesters <https://edepot.wur.nl/238454>
- Moermans, S. Van Haecke, D. (2017). Bemesting: invloed van mechanische onkruidbestrijding op stikstofmineralisatie. Sierteelt & Groenvoorziening.
- Nelissen, V., Willekens, K., Beeckman, A., Delanote, L., Dewitte, J., Gebremikael, M.T. en De Neve, S. (2017). Stikstofwerking van maaimeststoffen in relatie tot toedieningswijze en bodemconditie. ILVO
- Oenema, O. (2020). Bouwplan en nitraatuitspoeling. Commissie Deskundigen Meststoffenwet. Beschikbaar via: <https://www.wur.nl/nl/show/cdm-advies-relatie-tussen-bouwplan-en-nitraatuitspoeling.htm>

- Oenema, O. (2022). Indeling van gewastypen t.b.v. 7de Actieprogramma Nitraatrichtlijn. Bijlage bij brief met kenmerk 2208710/WOTN&M/JvSE. Beschikbaar via: <https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=2022D31360>
- Panagea, I. S., Berti, A., Čermak, P., Diels, J., Elsen, A., Kusá, H., ... & Wyseure, G. (2021). Soil Water Retention as Affected by Management Induced Changes of Soil Organic Carbon: Analysis of Long-Term Experiments in Europe. *Land*, 10(12), 1362. <https://www.mdpi.com/2073-445X/10/12/1362>
- Picard, D., Ghiloufi, M., Saulas, P. and de Tourdonnet, S. (2010). Does undersowing winter wheat with a cover crop increase competition for resources and is it compatible with high yield? *Field Crops Research*, 115(1), pp. 9-18. doi: 10.1016/j.fcr.2009.09.017
- Porre, R.J. (2020). Clever Cover Cropping: litter trait diversities and elemental flows (PhD thesis). Wageningen University, doi: 10.18174/531407
- Postma, R., van Rotterdam, D., Hut, H., Warners, H., Blaauw, R., Scheper, A., Hidding, H., Smeenge, H., Verbeek, S., Hofstra, R. en de Haas, M.J.G. (2015). Fosfaatuitmijning voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgrond in Drenthe: eindrapport 2010-2014, deelresultaat 6 & 7. NMI, nr. 1390-VI. Beschikbaar via: <https://soilpedia.nl/Bikiviki%20documenten/SKB%20Projecten/XX0065%20Bodemkwaliteit%20voor%20natuurontwikkeling%20op%20voormalige%20landbouwgrond%20in%20Drenthe/Eindrapport%20Uitmijning%20Drenthe.pdf>
- Prins, U. (2007). Peulvruchten voor krachtvoer: krachtvoereiwit voor melkkoeien, melkgeiten, kippen en varkens. Louis Bolk Instituut, nr. LV66. Beschikbaar via: <https://www.louisbolk.nl/sites/default/files/publication/pdf/1895.pdf>
- Rietema, C. (2021). Proefvelden 2020 PPS klimaatadaptatie Open Teelten (WP2). SPNA. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/544124>
- Rietra, R.P.J.J., P.N.M. Schipper, B.M.A Kroonen-Backbier (2022 in concept) Effectgerichte maatregelen tegen fosfaatuitspoeling uit landbouwgronden, Wageningen UR
- Romkens, P. F. A. M., Rietra, R. P. J. J., & Spijker, J. H. (2020). Aanzet Kennisprogramma Circulair Terreinbeheer: Landbouwkundig relevante eigenschappen van maaisel, bokashi en compost. (Wageningen Environmental Research rapport; No. 3006). Wageningen Environmental Research. <https://doi.org/10.18174/520312>
- Salonen, J. and Ketoja, E. (2019). Undersown cover crops have limited weed suppression potential when reducing tillage intensity in organically grown cereals. *Organic agriculture*, 10, pp. 107-121. doi: 10.1007/s13165-019-00262-6
- Schepens, J.A.B., Timmermans, B.G.H., Herbert, Z.G.J., Hoogmoed, M., Fuchs, L.M., Heupink, D.T., Slier, T., Wagenaar, J.P. en Koopmans, C.J. (2022). Effecten van koolstofvastleggende maatregelen op de (BLN)-bodemkwaliteit indicatoren.
- Schipper, P.N.M., R.F.A. Hendriks, I.G.A.M. Noij, W. Honkoop, N. van Eekeren en L. Boekhorst, 2015. Potentie Kringlooplandbouw en onderwaterdrainage in veenweide; Voorstudie naar de potentie van kringlooplandbouw en onderwaterdrainage in veenweide voor minder verliezen naar bodem en wáter en beter bedrijfsresultaat. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre),
- Schouten, T., Bloem, J., de Goede, R., van Eekeren, N., Deru, J., Zanen, M., Sukkel, W., van Balen, D., Korthals, G., and Rutgers, M. (2018). Niet-kerende grondbewerking goed voor de bodembiodiversiteit? Veldexperimenten uitgelicht. Louis Bolk Instituut; no. 3340. Available at: <http://www.louisbolk.org/downloads/3340.pdf>
- Selin Norén, I, Vervuurt, W., Bakker, N., Koopmans, C., Verstand, D. en de Haan, J. (2022). Analyse van bodemmaatregelen: effecten op bodemfuncties en toepasbaarheid: integrale analyse van de resultaten uit de PPS Beter Bodembeheer. Rapport nr. WPR-OT-898. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/558794>
- Slier, T., Lesschen, J.P., Stout, B., Porre, R., Agricola, H., de Haan, J. en Koopmans, C. (2021). CO2 bodem: tussenresultaten Slim Landgebruik.
- Slier, T., Westerik, D., Lesschen, J.P., Koopmans, C., Schepens, J. en Vervuurt, W. (2022). CO2 Bodem: tussenresultaten Slim Landgebruik. Beschikbaar via: <https://www.slimlandgebruik.nl/sites/default/files/2022-11/20220919%20CO2Bodem%202022.pdf>
- Spijker, J.H. en Ehlert, P.A.I. (2004). Mogelijkheden voor het ondewerken van maaisel op landbouwgronden in een kleine en een grote kringloop. Alterra rapport nr. 1071. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/42652>
- Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer [STOWA] (2017). Deltafact: regelbare drainage. Beschikbaar via:

<https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/DELTAFACTS/Deltafacts%20NL%20PDF%20nieuw%20format/Regelbare%20drainage.pdf>

- Stienezen, M., Huiting, H., Tjoonk, L. en van der Weide, R. (2019). Factsheet ruwvoer & bodem: ruimen vanggewas maisteelt zonder glyfosaat. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/507595>
- Stuyt, L.C.P.M. (2013). Regelbare drainage als schakel in toekomstbestendig waterbeheer: bundeling van resultaten an onderzoek, ervaringen en indrukken, opgedaan in binnen- en buitenland. Alterra-rapport nr 2370. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/258341>
- Termorshuizen, A.J. en Postma, R. (2021). Effecten van toevoer van organische stof op bodemgezondheid en bodemvruchtbaarheid. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/542271>
- Theunissen, J. and Schelling, G. (2000). Undersowing carrots with clover: suppression of carrot rust fly (*Psila rosae*) and cavity spot (*Pythium* spp.) infestation. *Biological agriculture and horticulture*, 18(1), pp.67-76. doi: 10.1080/01448765.2000.9754865
- van Apeldoorn, D. F., Rossing, W. A. H. en Oomen, G. (2017). Strokenteelt klaar voor de praktijk. *Ekoland*, (5), 10-11. Beschikbaar via: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/420314>
- van Boekel, E., Groenendijk, P., Kros, J., Renaud, L., Voogd, J.C., Ros, G., Fujita, Y., Noij, G.J. en van Dijk, W. (2021). Effecten van maatregelen in het zevende Actieprogramma Nitraatrichtlijn. Milieueffectrapportage op planniveau. Wageningen Environmental Research, nr. 3108. Beschikbaar via: https://open.overheid.nl/repository/ronl-cbd5a8fe-a267-443e-b2a9-75533293d1f3/1/pdf/PlanMER_7eActieprogramma_definitief_concept21082021.pdf
- van den Broek, W. (2009). Eigen sleepslangbemester: waar zijn we aan begonnen. *Landbouwmechanisatie*, p. 26. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/5392>
- van der Horst, A. en Zevenbergen, G. (2017). Vaste rijpaden: spoorvast. *Landbouw en Mechanisatie*, pp. 16-20. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/409804>
- van der Kolk, Agricola, te Pas, Slier, Smit, Staps (2021) No-regret maatregelen voor het vastleggen van koolstof in minerale landbouwbodems - Een verkennende studie.
- van der Wal, A.J., Lommen, J.L., den Hollander, H.J. en Tolkamp, W. (2011). KRW-pilot Praktische bedrijfsinnovaties in de landbouw. CLM rapport nr. 774. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/202050>
- van der Wal, A., de Lijster, E. en Dijkman, W. (2016). Ontwerp Label Duurzaam Bodembeheer. Rapport nr. 910. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/401825>
- van Dijk, W., Brinkman, P., Bijker, J.W., Verstand, D., Stienezen, M.W.J., Zom, R.L.G. en Dawson, A. (2021). Effecten van klimaatverandering, eiwittransitie en gezamenlijk grondgebruik op akkerbouw- en melkveebedrijven. Wageningen University and Research, nr. WPR-1062. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/537655>
- van Dijk, W., en Schröder, J.J. (2007). Adviezen voor stikstofgebruiksnormen voor akker- en tuinbouwgewassen op zand- en lössgrond bij verschillende uitgangspunten. *Praktijkonderzoek Plant & Omgeving*, nr. 371. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/30120>
- van Dijk, M.W.J. Stienezen, R.L.G.Zom, R.Y. van der Weide. (2020) Verkenning vruchtwisselingsopties met voedergrassen op melkveebedrijven. <https://doi.org/10.18174/530095>
- Van Eekeren, Philipsen, Bokhorst, ter Berg (2019). Bodemsignalen Grasland, praktijkgids voor bodemmanagement op melkveebedrijven. ISBN 9789087402433
- van Geel, W., RPJJ Rietra, H. Verstegen, K. Duan, P. Groenendijk, J. Verhoeven (2022 in concept) Effect N-vanggewassen na aardappel op zandgrond op de nitraatuitspoeling, Wageningen UR.
- van Geel, W.C.A. en Verstegen, H.A.G. (2008). Wintergerst als groenbemester en stikstofvanggewas. *Praktijkonderzoek Plant & Omgeving*, rapport nr. 3253013350.
- van Houweling, P. (2015). Hoe haal je het water snel weg? Akker, 2. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/333700>
- van Kekem, A.J., Hoogland, T., van der Horst, J.B.F. (2005). Uitspoelingsgevolige gronden op de kaart: werkwijze en resultaten. *Alterra*, nr. 1080. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/36447>
- Van Vooren, L.; Reubens, B.; Broekx, S.; De Frenne, P.; Nelissen, V.; Pardon, P.; Verheyen, K. (2017) Ecosystem service delivery of agrienvironment measures: A synthesis for hedgerows and grass strips on arable land. *Agric. Ecosyst. Environ.* 244, 32–51. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.04.015>.
- van Wijk, K. (n.d.). Effect van groenbemesters op fosfaatvastlegging en volggewas. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/325811>
- van Wijk, K., Sukkel, W., en Gruppen, R. (2015). Aardappel in een biodivers teeltsysteem; resultaten 2010-2014. *Praktijkonderzoek Plant & Omgeving*, nr 661. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/361224>

- Vedelaar, J.G. (2021). Sleepslangbemesting in wintertarwe: meer rendement en betere uitstoeling. Beschikbaar via: <https://www.akkerbouwbedrijf.nl/duurzaamheid/bodembeheer/sleepslangbemesting-in-wintertarwe-meer-rendement-en-betere-uitstoeling/>
- Verloop, K., van Agtmaal, M., Bussink, W., van Eekeren, N., Groenendijk, P., Jansen, S. Noij, G.J. en Zanen, M. (2018). Achtergronden bij informatie in de BOOT-lijst factsheets. Wageningen University and Research, nr. WPR-842. Beschikbaar via: <https://www.louisbolk.nl/sites/default/files/publication/pdf/achtergronden-bij-informatie-de-boot-lijst-factsheets.pdf>
- Vermeulen, G.D. en Mosquera, J. (2009). Soil, crop and emission responses to seasonal-controlled traffic in organic vegetable farming on loam soil. *Soil and Tillage Research*, 102(1), pp. 126-134. doi: 10.1016/j.still.2008.08.008
- Verstand et al. (2021) Kosten en Baten van koolstofmaatregelpakketten. SlimLandgebruik
- Visser, A., Leendertse, P.C., den Broek, D.J. en Termorshuizen, A.J. (2008). Gereedschapskist voor biodiversiteit en landbouw: een definitiestudie.
- Wesselink, M., Kroonen, B. en de Haan, J.J. (2019). Toekomst van de maisteelt op zandgrond: overzicht van huidige situatie en mogelijke maatregelen om de maisteelt te verduurzamen. Wageningen University and Research, nr. WPR-794. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/513471>
- Yang, P. (2022) Soil compaction, amelioration & functioning. PhD Thesis. Chapter 5. A borehole method for remediating compacted subsoils increased maize yield- prototype field tests. Wageningen UR.
- Yang, P., A. Reijneveld, P. Lerink, W. Qin, O. Oenema (2022) Within-field spatial variations in subsoil bulk density related to crop yield and potential CO₂ and N₂O emissions. *Catena* 213, 106156.
- Zwart, K.B. (2001). De bemestende waarde van bermmaaisel, slootmaaisel en heideplagse. *Plant Research International*, rapport nr. 108. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/21009>

Bijlage 1 Maatregelenlijst

Link naar maatregelenlijst:

<https://doi.org/10.18174/585934>






Bijlage 2 Scoringsmethodiek





De getallen in tabel B2.1 zijn indicatief. Ze geven een 'orde-grootte' van de effecten aan. Bij het maken van de inschattingen is dit in het achterhoofd gehouden. Voor de meeste resultaten is dit niet op de kg C of op de euro bekend.




Tabel B2.1 Beoordelingsmethodiek



Schaal	Beoordeling	Productiviteit	Waterregulatie	Waterzuivering	Recycling van nutriënten	Koolstofvastlegging	Habitat voor biodiversiteit	Bedrijfsresultaat	Kennis & kunde	Risico
-2	Zeer negatief	> -5% bouwplanopbrengst ten opzichte van de controle	Groot negatief effect	Groot negatief effect	Groot negatief effect	> -105 kg C per hectare per jaar	Groot negatief effect	> -100 euro/ha/jr	Veel kennis/kunde/ervaring vereist	Groot risico
-1	Negatief	-5% bouwplanopbrengst ten opzichte van de controle	Beperkt negatief effect	Beperkt negatief effect	Beperkt negatief effect	-105 kg C per hectare per jaar	Beperkt negatief effect	-100 euro/ha/jr	Enige kennis/kunde/ervaring vereist	Enig risico
0	Neutraal	Geen significant verschil in bouwplanopbrengst ten opzichte van de controle	Geen effect	Geen effect	Geen effect	Geen significant verschil ten opzichte van de controle	Geen effect	Geen significant verschil ten opzichte van de controle	Geen kennis/kunde vereist	Beperkt risico
1	Positief	+5% bouwplanopbrengst ten opzichte van de controle	Positief effect	Positief effect	Positief effect	+105 kg C per hectare per jaar	Positief effect	+100 euro/ha/jr	Zeer makkelijk uit te voeren	Nauwelijks risico
2	Zeer positief	> +5% bouwplanopbrengst ten opzichte van de controle	Groot positief effect	Groot positief effect	Groot positief effect	> +105 kg C per hectare per jaar	Groot positief effect	> +100 euro/ha/jr	Zeer makkelijk uit te voeren	Helemaal geen risico

Kleurcodes zijn toegekend op basis van de score. Deze is als volgt:

-2	
-1	
0	
1	
2	

-2--1	
-2-0	
-2-1	
-2-2	

-1-0	
-1-1	
-1-2	

0-1	
0-2	

1-2	
-----	---

?	
---	---

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen University & Research

Open Teelten

Edelhertweg 1

Postbus 430

8200 AK Lelystad

T (+31)320 29 11 11

www.wur.nl/openteelten

Rapport WPR-OT 988

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
