



Kansen, kosten en draagvlak van klimaatmaatregelen in de open teelten

Richard Folkersma en Carin Rougoor

Kansen, kosten en draagvlak van maatregelen in de open teelten

Abstract: Dit rapport geeft een beschrijving van enkele maatregelen op akkerbouwbedrijven, praktische aspecten en kosten van deze maatregelen, het draagvlak hiervoor bij ondernemers en mogelijkheden om dit draagvlak te verbeteren.

Auteur(s): Richard Folkersma, Carin Rougoor
Publicatienr.: CLM-1076

© CLM, juni 2021

CLM Onderzoek en Advies

Postbus:

Postbus 62
4100 AB Culemborg

Bezoekadres:

Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg

T 0345 470 700
www.clm.nl

Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	6
1.1 Doelstelling van dit rapport	6
1.2 Keuze van maatregelen	7
1.3 Opzet van de rapportage	7
2 Selectie van klimaatmaatregelen voor de open teelten	8
2.1 Cluster energiebesparing	8
2.1.1 Maatregelen	8
2.1.2 Reacties en motivatie selectie	8
2.2 Cluster nitrificatieremmers	9
2.2.1 Maatregelen	9
2.2.2 Reacties en motivatie selectie	9
2.3 Cluster kunstmestvervanging	9
2.3.1 Maatregelen	9
2.3.2 Reacties en motivatie selectie	10
2.4 Cluster precisiebemesting toepassen	10
2.4.1 Maatregelen	10
2.4.2 Reacties en motivatie selectie	10
2.5 Cluster vastleggen van bodemkoolstof d.m.v. goed bodembeheer	11
2.5.1 Maatregelen	11
2.5.2 Reacties en motivatie selectie	11
3 Beschrijving van de maatregel en duurzaamheidseffecten	13
3.1 Niet-kerende grondbewerking	13
3.1.1 Beschrijving van de maatregel	13
3.1.2 Duurzaamheidseffecten	13
3.2 Druppelirrigatie	14
3.2.1 Beschrijving van de maatregel	14
3.2.2 Duurzaamheidseffecten	14
3.3 Nitrificatieremmers	15
3.3.1 Beschrijving van de maatregel	15
3.3.2 Duurzaamheidseffecten	15
3.4 Eenvoudig bewerkt mestproduct toepassen	16
3.4.1 Beschrijving van de maatregel	16
3.4.2 Duurzaamheidseffect	16
3.5 Precisiebemesting toepassen	17
3.5.1 Beschrijving van de maatregel	17
3.5.2 Duurzaamheidseffect	17
4 Bedrijfseconomische en praktische effecten van de maatregelen	19
4.1 Niet-kerende grondbewerking	19
4.1.1 Kosten en opbrengsten	19
4.1.2 Praktische aspecten	20
4.1.3 Draagvlak	20
4.2 Druppelirrigatie	21
4.2.1 Kosten en opbrengsten	21
4.2.2 Praktische aspecten	22
4.2.3 Draagvlak	22

4.3	Nitrificatieremmers	22
4.3.1	Kosten en opbrengsten	22
4.3.2	Praktische aspecten	23
4.3.3	Draagvlak	23
4.4	Eenvoudig bewerkt mestproduct toepassen	23
4.4.1	Kosten en opbrengsten	23
4.4.2	Praktische aspecten	24
4.4.3	Draagvlak	24
4.5	Precisiebemesting toepassen	24
4.5.1	Kosten en opbrengsten	24
4.5.2	Praktische aspecten	25
4.5.3	Draagvlak	25
5	Aanbevelingen en mogelijkheden voor verbeteren draagvlak	27
5.1	Algemene aanbevelingen voor het vergroten van draagvlak	27
5.2	Conclusie en aanbevelingen per maatregel	28
	Bronnen	30

Samenvatting

Inleiding

In de afspraken van het klimaatakkoord voor Landbouw en Landgebruik staan diverse maatregelcategorieën opgenomen gericht op het verhogen van koolstof in de bodem en het verlagen van lachgasemissie. De diverse maatregelen zullen effecten hebben op de gangbare landbouwpraktijk. Of een maatregel op draagvlak kan rekenen, zal afhangen of de maatregel en de integrale effecten daarvan past binnen de toekomstplannen van de agrarisch ondernemer. De gevolgen voor de bedrijfsvoering en/of de betaalbaarheid zijn daarbij belangrijke elementen. In deze rapportage, in opdracht van RVO, geven we een overzicht van:

- Kosten en opbrengsten van maatregelen op niveau van het akkerbouwbedrijf
- Positieve en negatieve spin-off van een aantal klimaatmaatregelen op bedrijfsniveau
- Het effect van de maatregelen op de emissie van broeikasgassen en de omvang van de spin-off van de maatregelen op enkele duurzaamheidsthema's op bedrijfsniveau
- Inzicht in argumenten van de ondernemers die bepalend zijn voor het draagvlak.
- Mogelijkheden om het draagvlak onder ondernemers te verbeteren.

We baseren ons hierbij op gegevens uit de literatuur en op gesprekken met akkerbouwers. Op basis van deze gesprekken zijn vijf veelbelovende maatregelen geselecteerd, te weten niet-kerende grondbewerking (NKG), druppelirrigatie, nitrificatieremmers, eenvoudig bewerkt mestproduct toepassen en precisiebemesting toepassen.

Draagvlak

In de plaat op de volgende pagina zijn voor de vijf geselecteerde maatregelen de belangrijkste aandachtspunten weergegeven. Het draagvlak voor een maatregel verbetert:

- Als de maatregel inpasbaar is binnen de duurzaamheidsstrategie van het bedrijf.
- Als er voor de ondernemer winst te behalen valt. Een vergoeding voor ecosystemendiensten stelt de ondernemer in staat om het bedrijf te verduurzamen.
- Als de maatregel pasklaar kan worden toegepast, waarbij de kosten, besparingen, opbrengsten en (neven)effecten per bedrijfstype en grondsoort in beeld zijn.
- Als er voldoende kennis is over neveneffecten en deze kennis effectief ontsloten is.

De overwegingen bij een duurzaamheidsinvestering

Algemeen

Past deze maatregel op mijn bedrijf en in mijn bedrijfsstrategie?

Ik ben benieuwd wat die **nitrificatieremmer** met mijn bodemleven doet...

Lokaal mestproduct:
Zo dichtbij, maar door wetgeving toch ver weg...
Kan iemand mij helpen?

Wat een verschil in het gewas! Had ik dit kunnen voorkomen met **precisiebemesting**?

Hoe houd ik het onkruid onder controle bij **niet-kerende grondbewerking**?
Wordt dat niet te duur?
Kan ik dit straks terugverdienen met Carbon Credits?

Druppelirrigatie zie ik wel zitten.
Die ga ik volgend jaar inzetten in de uien!

Klik op de gedachtewolkjes voor meer informatie.

Klik op het kader met meer informatie om het te sluiten.

1

Inleiding

1.1 Doelstelling van dit rapport

In de afspraken van het klimaatakkoord voor Landbouw en Landgebruik staan diverse maatregelcategorieën opgenomen gericht op het verhogen van koolstof in de bodem en het verlagen van lachgasemissie: minder intensieve grondbewerking, meer vanggewassen en groenbemesters, meer eiwit- en rustgewassen, gebruik organische bodemverbeteraar, gebruik van organische en andere circulaire meststoffen en meer gebruikmaken van precisielandbouw. In zijn algemeenheid zijn de effecten van deze maatregelen door de jaren heen geïnventariseerd. Voor veel maatregelcategorieën lopen nog onderzoeken of ontwikkeltrajecten gericht op implementatie in de praktijk. In dit kader loop vanuit het ministerie van LNV het onderzoeksproject Slim Landgebruik en de PPS Beter Bodembeheer. De diverse maatregelen zullen effecten hebben op de gangbare landbouwpraktijk. Of een maatregel op draagvlak kan rekenen, zal afhangen of de maatregel en de integrale effecten daarvan past binnen de toekomstplannen van de agrarisch ondernemer. De gevolgen voor de bedrijfsvoering en/of de betaalbaarheid zijn daarbij belangrijke elementen. Voor de agrarisch ondernemer is deze informatie niet voor alle maatregelen op bedrijfsniveau beschikbaar en is het lastig een beeld te vormen van de consequenties van de maatregelen voor individuele ondernemers. RVO heeft daarom CLM Onderzoek & Advies gevraagd om het draagvlak en de praktische gevolgen van een selectie van maatregelen in kaart te brengen. Energiebesparing vormt geen onderdeel van deelakkoord Landbouw en Landgebruik (omdat dit wordt toegerekend aan de energiesector), maar draagt in praktijk wel bij aan de klimaatproblematiek. We nemen daarom dit type maatregelen wel mee in dit rapport.

Meer inzicht geven in de kosten en opbrengsten van maatregelen op bedrijfsniveau, de praktische gevolgen van de maatregelen op het bedrijf, en de afwegingen van collega-boeren kan de individuele ondernemer helpen de maatregelen een plek te geven in zijn toekomstplannen.

In deze rapportage geven we een overzicht van:

- Kosten en opbrengsten van maatregelen op bedrijfsniveau
- Positieve en negatieve spin-off van een aantal klimaatmaatregelen op bedrijfsniveau
- Het effect van de maatregelen op de emissie van broeikasgassen en de omvang van de spin-off van de maatregelen op enkele duurzaamheidsthema's op bedrijfsniveau
- Inzicht in argumenten van de ondernemers die bepalend zijn voor het draagvlak.
- Mogelijkheden om het draagvlak onder ondernemers te verbeteren.

Om een beeld te krijgen van het draagvlak en de praktische gevolgen van maatregelen is gekozen voor het uitgebreid interviewen van een select aantal ondernemers. Bij het selecteren is gezocht naar ondernemers die goed op de hoogte zijn van de actualiteiten en van de sentimenten in de sector. Grondig doorvragen heeft waardevolle informatie opgeleverd over het sentiment en de achterliggende dilemma's van ondernemers.

Geïnterviewd zijn:

- een akkerbouwer uit Brabant, met ervaring met niet-kerende grondbewerking;
- een Zeeuwse hardfruitteler met drie locaties en veel ervaring met precisielandbouw. Tevens actief binnen de Nationale Proeftuin Precisie Landbouw en als auteur in een vakblad;
- een akkerbouwer uit Drenthe (aardappelen, suikerbieten, cichorei) die veel ervaring heeft met inzet van drones, precisielandbouw en strokenteelt;
- een ondernemer met een gemengd bedrijf (melkvee + aardappelen, bieten en zaaiuien) in Brabant en ervaring met niet-kerende grondbewerking en nitrificatieremmers.

Er hebben telefonische interviews plaatsgevonden en een digitale workshop.

1.2

Keuze van maatregelen

We hebben een groslijst van maatregelen opgesteld. Deze lijst is voorgelegd aan RVO en aan een tweetal akkerbouwers met de vraag welke maatregel zij het meest kansrijk achten, c.q. met welke maatregel zij zelf aan de slag zouden willen. Op basis van de reacties op deze vragen, hebben we een selectie van vijf maatregelen gemaakt waar we ons op richten. Hoofdstuk 2 beschrijft de groslijst, de reacties uit de praktijk en onderbouwt de keuze om een maatregel nader uit te werken.

1.3

Opzet van de rapportage

In hoofdstuk 2 beschrijven we de selectie van maatregelen. Hoofdstuk 3 belicht de kenmerken en duurzaamheidseffecten van vijf geselecteerde maatregelen. Hoofdstuk 4 belicht de haalbaarheid a.d.h.v. praktische en bedrijfseconomische aspecten en het draagvlak. Deze informatie is o.a. gebaseerd op gesprekken met akkerbouwers en varkenshouders. Hoofdstuk 5 bevat aanbevelingen voor het vergroten van draagvlak en conclusies per maatregel.

2

Selectie van klimaatmaatregelen voor de open teelten

Dit hoofdstuk geeft een beknopte beschrijving van negen kansrijke klimaatmaatregelen die aan twee ondernemers zijn voorgelegd. Op basis van de reacties is een selectie gemaakt van de vijf meest veelbelovende maatregelen die in hoofdstuk drie en verder een nadere uitwerking hebben gekregen. In dit hoofdstuk geven we de eerste reacties weer en motiveren we de selectie.

2.1 Cluster energiebesparing

Op akkerbouwbedrijven in Nederland wordt jaarlijks gemiddeld zo'n 182 liter diesel per hectare gebruikt. Diesel zorgt voor 83% van het energieverbruik op akkerbouwbedrijven (Agrimatie, 2018). Daarnaast wordt er veel elektriciteit gebruikt.

2.1.1 Maatregelen

De onderstaande maatregelen kunnen in potentie veel energie besparen:

- a. Niet-kerende grondbewerking (NKG) toepassen.
- b. € 10.000,- investeren in innovatieve koeltechniek (bijv. temperatuurvariatie (dag/nacht), temperatuurintegratie, ventilatieontdooiing toepassen, deurschakeling die de koeling onderbreekt toepassen of de installatie aanpassen aan klimaatvriendelijk koelgas.
- c. Druppelirrigatie toepassen, desgewenst met vochtsensoren.

(a) Niet-kerende grondbewerking bespaart diesel doordat er minder diep bewerkt wordt. Naast de potentiële energiebesparing draagt de maatregel bij aan verbetering van de bodemkwaliteit en mogelijk aan extra koolstofopslag in de bodem (b) Nieuwe koeltechnieken vergen een grote investering omdat er nieuwe koelgassen gebruikt moeten worden. Het vernieuwen of aanpassen van (delen van) de installatie levert al snel energiebesparing op, of vermindert het risico op lekkage van klimaatgevaarlijke gassen. (c) Precisieberegening verbruikt minder water, maar ook aanzienlijk minder energie.

2.1.2 Reacties en motivatie selectie

(a) NKG wordt al veel toegepast, maar met wisselend succes. In de praktijk zijn er vooral problemen met onkruidbestrijding en aardappelopslag. NKG is geselecteerd voor nadere uitwerking omdat de maatregel praktijkrijp is en op verschillende vlakken (energie, bodemkwaliteit en mogelijk koolstofopslag) een gunstig effect kan hebben. (b) Investeren in innovatieve koeltechniek bleek voor akkerbouwers niet van toepassing. Gekoelde bewaring is vooral van toepassing in de fruit- en sierteelten. (c) Druppelirrigatie wordt gezien als een interessante ontwikkeling die steeds meer praktijkrijp is. Telers geven aan dat het aanleggen en opruimen nog gemechaniseerd moet worden

en dat de kosten nog hoog zijn, maar voor de toekomst is het een interessante optie. Deze maatregel is geselecteerd voor nadere uitwerking vanwege het grote draagvlak en de veelbelovende klimaat- en milieueffecten waar het gaat om dieselbesparing en vermindering van uitspoeling.

2.2 Cluster nitrificatieremmers

Nitrificatieremmers remmen de omzetting van ammonium (NH_4^+) naar nitraat (NO_3^-) en voorkomen daarmee de emissie van lachgas (N_2O). Er zijn drie relevante groepen: pyridines (nitrpyrin), dicyaandiamide (DCD) en pyrazolen (DMPP). Nitrificatieremmers kunnen standaard worden toegevoegd bij een kunst- of drijfmestgift, of gericht worden toegepast in emissiegevoelige omstandigheden (Kuikman e.a. 2010). In het rapport Nitrificatieremmers in de Nederlandse landbouw hebben Kuikman e.a. de beschikbare kennis over nitrificatieremmers geactualiseerd voor de Nederlandse situatie. Het betreft een literatuurstudie met berekeningen over de Nederlandse situatie. Commercieel worden nitrificatieremmers aangeprezen als middel om verlies van effectief stikstof door uitspoeling in de vorm van nitraat te verminderen.

2.2.1

Maatregelen

a. Maatregel: nitrificatieremmer toepassen bij vroege bemesting (feb, maart).

2.2.2

Reacties en motivatie selectie

Nitrificatieremmers worden in praktijk wel toegepast bij drijfmestbemesting in het vroege voorjaar. De bredere toepassing is in de praktijk nog relatief onbekend. In de wetenschappelijk literatuur is er veel aandacht voor nitrificatieremmers. De maatregel is geselecteerd voor nadere uitwerking omdat het in potentie op relatief eenvoudige wijze kan bijdragen aan het beperken van emissie.

2.3

Cluster kunstmestvervanging

Kunstmest kan gedeeltelijk worden vervangen door vloeibare mineralenconcentraten uit dierlijke mest. Uit drijfmest worden bijvoorbeeld met behulp van o.a. omgekeerde osmose drie producten gewonnen: “dikke fractie (met veel fosfaat), loosbaar water (ook wel dood water, er zit niks meer in aan mineralen) en mineralenconcentraat met stikstof en kalium” (Vruchtbare Kringloop Achterhoek en Liemers, 2015). De aanwezigheid van zware metalen hierin kan een probleem vormen. Ook vormt wetgeving (nog) een belemmering, omdat het binnen de regelgeving als dierlijke mest wordt gezien. Medio 2022 komt er een verordening voor meststoffen van gerecycleerde of organische producten op de markt.

2.3.1

Maatregelen

- a. 50% van de kunstmestbemesting vervangen door mineralenconcentraat.
- b. Een eenvoudig bewerkt mestproduct toepassen.

(a) Omgekeerde osmose is een energie-intensief proces. Het gebruik van een mineralenconcentraat leidt dan ook tot een verhoging van broeikasgasemissies (zie notitie CLM: ‘Milieuaspecten van alternatieve meststoffen’, door Lien Terryn, Carin Rougoor & Emiel Elferink, 2014). (b) Een eenvoudig gescheiden mestproduct sluit beter aan bij de wensen van een akkerbouwer. Zo is de dunne fractie mogelijk geschikt om kunstmest te vervangen (directe sturing tijdens de teelt) en kan de dikke fractie vooraf worden ingewerkt, o.a. ter verhoging van het organischestofgehalte van de bodem.

2.3.2

Reacties en motivatie selectie

(a) De praktijk ziet vooral potentie omdat de stikstofruimte beter kan worden benut dan met onbewerkte mest. In onbewerkte mest vormen de hogere fosfaatgehalten hiervoor een beperking. Hoewel het toepassen van dierlijke mest gunstig is voor de bodemkwaliteit, kan de toediening met zware machines juist schadelijk zijn voor de bodemstructuur. (b) Ook wordt het hoge energieverbruik van verdere scheiding genoemd. Onbekendheid en gewoonte spelen ook een rol. Een eenvoudig bewerkt mestproduct is geselecteerd voor nadere uitwerking, omdat in potentie klimaatwinst te behalen valt zonder veel energie te verbruiken. Het laatste zorgt ervoor dat maatregel a, het mineralenconcentraat, is afgefallen.

2.4

Cluster precisiebemesting toepassen

Precisiebemesting omvat een breed pallet aan technische innovaties waardoor met toenemende precisie meststoffen worden toegediend. Dit begint met het voorkomen van overlap en verliezen naar de sloot, maar kan ook veel verder gaan. Zo kan met behulp van gps, sensoren en metingen, intelligente datatoepassingen, hightech machines en vloeibare meststoffen op het niveau van elke individuele plant precies de juiste hoeveelheid meststof op de juiste plek (bijv. in de wortelzone) worden toegepast. Hieronder geven we drie specifieke maatregelen/investeringen die een akkerbouwer zou kunnen nemen.

2.4.1

Maatregelen

- a. Van gangbare bemesting (uitrijden en korrelstrooier) naar gps-gestuurde bemesting (bijv. een weegstrooier, een kunstmeststrooier met secties).
- b. Gps- en data-gestuurde bemesting
- c. Bemesting in de wortelzone

(a) Een weegstrooier of een kunstmeststrooier met secties ligt dicht bij de gangbare praktijk. (b) Gps- en data-gestuurde bemesting: m.b.v. sensoren en bijv. satellietdata worden bodemkaarten gemaakt en wordt er precies naar behoefte bemest. Hier is winst te behalen. (c) Van de toepassing van vloeibare (kunst)mest in de wortelzone tijdens de teelt zijn nog weinig/geen praktijkvoorbeelden bekend. Wel zijn er voorbeelden van rijenbemesting. Van bemesting in de wortelzone tijdens het planten of zaaien zijn wel voorbeelden bekend.

2.4.2

Reacties en motivatie selectie

(a) Gps-gestuurde bemesting lijkt voor veel telers in de nabije toekomst een reële optie. (b) verdergaande gps- en datatoepassingen vergen flinke investeringen en de techniek is nog niet altijd volledig praktijkrijp. Het gebruik van taakkaarten vindt al wel toepassing bij het poten (variabele plantafstand) en bij bespuitingen met gewasbeschermingsmiddelen. (c) bemesting in de wortelzone gebeurt vaak bij het poten, maar nog niet tijdens de teelt. Precisiebemesting als geheel is geselecteerd voor nadere uitwerking, omdat er draagvlak voor is en de verschillende technieken veel potentie lijken te hebben.

2.5

Cluster vastleggen van bodemkoolstof d.m.v. goed bodembeheer

Door verhoging van het organischestofgehalte in de bodem wordt koolstof vastgelegd in de bodem. Een akkerbouwer kan hiervoor de onderstaande maatregelen nemen.

2.5.1

Maatregelen

- Gebruik van compost en/of vaste dierlijke mest (met relatief hoge C/N-verhouding).
- Verruiming van het bouwplan. De concrete invulling van deze maatregel is echter moeilijk te definiëren. Koopmans e.a. (2019) noemen o.a. een 6-jarige rotatie met aardappelen ten opzichte van een 3-jarige rotatie. Ze benoemen ook dat een bouwplanvergelijking zeer veel mogelijke combinaties en behandelingen omvat en dat deze maatregel daarom verdere verdieping vergt. Voorlopige conclusie van Koopmans e.a. (2019) is dat graangewassen een belangrijke component kunnen zijn in bouwplannen met meer koolstofopslag.
- Niet-kerende grondbewerking (NKG) i.p.v. ploegen. Resultaten van recente studies in Nederland zijn enigszins teleurstellend: experimenten laten geen significante toename in organische stof zien door NKG in akkerbouwrotaties (Koopmans e.a., 2019).
- Geen grondbewerking i.p.v. ploegen.
- Maisteelt in stroken. Mais wordt in grasland ingezaaid met een rijenfrees of ondergrondse strokenploeg. Het voordeel hiervan is dat organische stof in de bodem behouden blijft. Daarnaast heeft het voor de teelt als voordelen dat de draagkracht van de bodem beter is en dat nitraatuitspoeling wordt voorkomen. Het opbrengstniveau is gelijk aan de traditionele teelt. Mogelijk is deze werkwijze ook toepasbaar in andere akkerbouwmatige teelten?

In tabel 2.1 staat weergegeven wat, volgens de literatuur, de potentie is van deze maatregelen voor het vastleggen van bodemkoolstof.

Tabel 2.1. Potentiele koolstofvastlegging van akkerbouwmaatregelen.

Maatregel	Potentiele vastlegging (ton CO ₂ /ha/jaar)	Bron
a) Gebruik compost/vaste mest	0,4 tot 2,0	Koopmans e.a., 2019
b) Verruiming bouwplan	1,2	Lesschen e.a., 2012
c) Niet-kerende grondbewerking	0 tot 0,6	Koopmans e.a. 2019; Lesschen e.a., 2012
d) Geen grondbewerking	1,2	Lesschen e.a., 2012
e) Maisteelt in stroken		

2.5.2

Reacties en motivatie selectie

(a) De positieve effecten van compost- en dierlijke mest-toepassing staan nauwelijks ter discussie. Bedrijven die dit niet (maximaal) gebruiken hebben daar vaak praktische redenen voor of ze zien niet de noodzaak. Kunstmest toepassen is gemakkelijker en het kost minder tijd. Ook ligt bij het uitrijden van dierlijke mest structuurschade op de loer, wanneer de omstandigheden niet optimaal zijn. Nadere uitwerking van deze maatregel wordt niet nodig geacht. Wel is er potentie voor het vergroten van het draagvlak en het bewustzijn. Daarnaast is het de vraag hoeveel extra koolstofvastlegging er met deze maatregel mogelijk is aangezien veel bedrijven reeds de wettelijk toegestane hoeveelheid gebruiken.

(b) Voor de reacties uit de praktijk op NKG zie paragraaf 2.1.1. De maatregel heeft positieve effecten op zowel energiebesparing als de bodemkwaliteit en mogelijk op het vastleggen van bodemkoolstof. De maatregel wordt daarom nader uitgewerkt.

(c) Helemaal geen grondbewerking toepassen stuit op vergelijkbare bezwaren als NKG.

(d) Maisteelt in stroken in grasland is relevant in de veehouderij. Een ondernemer gaf aan dat in zijn regio de opbrengst met 15 á 20% daalde. Daarom zijn in de betreffende regio alle boeren die het geprobeerd hebben ermee gestopt. Daar staat tegenover dat in een tweejarige proef in Drenthe in het eerste jaar geen verschil in opbrengst werd gemeten. In het tweede jaar was extra bemesting nodig om het opbrengstniveau mais in stroken in grasland op pijl te houden. In deze proef werd er wel een gunstig effect op het bodemleven en het infiltratievermogen vastgesteld (V-focus, 2020). Er is voor gekozen deze maatregel niet verder uit te werken.

3

Beschrijving van de maatregel en duurzaamheidseffecten

In dit hoofdstuk geven we per maatregel weer wat de te verwachten duurzaamheidseffecten zijn.

3.1 Niet-kerende grondbewerking

3.1.1

Beschrijving van de maatregel

Bij niet-kerende grondbewerking (NKG) wordt de bodem niet dieper dan 12 centimeter bewerkt. Gewasresten worden dus alleen oppervlakkig met de bodem vermengd. Indien nodig wordt de ondergrond losgemaakt (gewoeld) zonder deze te vermengen met andere bodemlagen.

3.1.2

Duurzaamheidseffecten

Door NKG toe te passen wordt het bodemleven gespaard, worden natuurlijke processen zo min mogelijk verstoord en wordt een maximale opbouw van de bodemstructuur bereikt. Dit betekent in principe ook meer organische stof (OS, koolstof) in de toplaag van de bodem. NKG levert daarnaast een energiebesparing op. Dit draagt bij aan de klimaatopgave. Lesschen e.a. (2012) geven aan dat niet-kerende grondbewerking een potentiële CO₂-vastlegging van 0,6 ton/ha/jaar geeft. Resultaten van recente studies in Nederland zijn enigszins teleurstellend: experimenten laten geen significante toename in organische stof zien door NKG in akkerbouwrotaties. Als mogelijke redenen wordt genoemd dat de NKG weliswaar niet kerend is, maar mogelijk wordt wel vaker bewerkt. Daarnaast geeft een standaard bouwplan met veel rooigewassen een dusdanige verstoring van de bodem dat de toename in OS% wordt tenietgedaan (Koopmans e.a., 2019; Koopmans e.a., 2020). Het duurzaamheidseffect kan dus gemakkelijk tenietgedaan worden wanneer het verhogen van het OS-gehalte niet verankerd is in de bedrijfsstrategie. Zo kan bijvoorbeeld NKG in combinatie met een verruiming van het bouwplan (met minder rooigewassen) en in combinatie met groenbemesters het duurzaamheidseffect vergroten.

3.2 Druppelirrigatie

3.2.1

Beschrijving van de maatregel

Druppelirrigatie is in de akkerbouw een alternatief voor beregenen met een haspel. Varianten van het systeem worden al veel ingezet in de tuinbouw, de boomteelt en in landen die kampen met waterschaarste. Experimenten met toepassing in de akkerbouw krijgen veel aandacht in de vakpers. Bij druppelirrigatie in de akkerbouw wordt een flexibele en geperforeerde slang bij het planten op enkele centimeters diepte in de rug, het bed of de plantrij gelegd, of erbovenop. Een andere variant gebruikt een stevigere druppelslang die op 40 centimeter diepte permanent wordt aangelegd. Door de capillaire werking komt het water bij de wortels (Boerderij, 2020a). Een druppelirrigatiesysteem heeft een aantal voordehand liggende voordelen. Zo kan met één druk op een knop de beregening ingeschakeld worden. De ondernemer kan daardoor regelmatig een kleine gift geven, in plaats van een grote gift met een haspel. Hierdoor kan de opbrengst verbeteren en vermindert de uitspoeling van water (en daarmee meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen). Ook wordt het water precies daar gegeven waar het nodig is, waardoor minder water nodig is voor eenzelfde opbrengst. Een belangrijk nadeel is de levensduur van het systeem. Na elke teelt moet de buis worden vervangen (uitgezonderd de permanente variant). Dit verhoogt niet alleen de kostprijs, maar is ook uit duurzaamheidsoogpunt onwenselijk. Het systeem zou wel een besparing op diesilverbruik kunnen opleveren. In de volgende paragrafen en hoofdstukken worden deze kwaliteiten nader geanalyseerd.

3.2.2

Duurzaamheidseffecten

Een positief duurzaamheidseffect kan op een viertal gebieden verwacht worden: waterbesparing, energiebesparing, verminderde uitspoeling en een hogere opbrengst per hectare. Een hoogproductieve landbouw is volgens sommige auteurs een goede manier om het landgebruik door landbouw te beperken, waardoor er meer ruimte overblijft voor natuur en biodiversiteit (bijv. Balmford e.a., 2018). Een negatief duurzaamheidseffect kan verwacht worden waar het gaat om: kunststofverbruik, vervuiling door achterblijvend plastic en mogelijk door een verhoogde kwetsbaarheid van sneller groeiende gewassen. Hieronder wordt nader ingegaan op elk van de duurzaamheidseffecten.

Waterschap Rivierenland stelt dat een druppelirrigatiesysteem zo'n 20 tot 40% water bespaart ten opzichte van gangbare beregeningsmethoden (waterschap Rivierenland, 2018). Bij een proef in poot aardappelen werd ongeveer de helft minder water gegeven dan met een haspel het geval zou zijn geweest, terwijl een hogere opbrengst gerealiseerd werd (Boerderij, 2019). Druppelirrigatie maakt het mogelijk om door een regelmatige kleine watergift de vochthuishouding in de bodem op pijl te houden. Bij conventionele beregening wordt meer water in een keer gegeven, waarbij meer water verloren gaat door uit- en afspoeling en door verdamping. Met druppelirrigatie kan dus aanzienlijk bespaard worden op het waterverbruik. Er is echter geen garantie dat dit in praktijk ook zo uitpakt. Wanneer een druppelirrigatiesysteem eenmaal is geïnstalleerd kan het voor een teler aantrekkelijk zijn om vaker te beregenen dan met een conventioneel systeem het geval zou zijn. De waterbesparing per oppervlakte-eenheid neemt daardoor af, maar door een hogere opbrengst blijft het waterverbruik per eenheid product naar verwachting onverminderd laag.

Op een gemiddeld akkerbouwbedrijf wordt jaarlijks per hectare ongeveer 182 liter diesel verbruikt (Agrimatie, 2018). Een flink aandeel daarvan komt voor rekening van de beregening. Druppelirrigatie werkt met een aanzienlijk lagere druk. Er wordt daardoor flink bespaard op diesilverbruik. De Nationale Proeftuin Precisielandbouw schrijft bijvoorbeeld over een proef in de uienteelt (NPPL, 2019). Voor een watergift van 40 mm werd daar slechts 16 liter diesel gebruikt terwijl de gangbare methode 65 liter verbruikt voor dezelfde gift. Dat is een besparing van 75%.

Bij berekening met een kanon lijdt de bodemstructuur onder de grote hoeveelheid water die hard neerkomt op de bodem. Druppelirrigatie blijkt in praktijk juist een betere sponsstructuur in de bodem te bewerkstelligen (Akkerwijzer, 2019). Daardoor wordt een hevige regenbui beter verwerkt. Er wordt onder andere onderzoek gedaan naar het effect van druppelirrigatie op uitspoeling van stikstof in de teelt van snijmais. Gedetailleerde informatie over het effect van druppelirrigatie op de uit- en afspoeling van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen is nog niet beschikbaar. Wel kan er gesteld worden dat een regelmatige kleine watergiften in vergelijking met een ‘koude plens water’ uit een kanon het risico op uit- en afspoeling aanzienlijk kan verminderen. Wanneer met een kanon bijvoorbeeld 40 mm water in korte tijd wordt toegediend, is het risico op het dichtslaan van de bodem met als gevolg afspoeling groter dan wanneer telkens een kleine watergift wordt gegeven.

In de vakpers worden verschillende druppelirrigatieproeven gerapporteerd met een aanzienlijk hogere gewasopbrengst. Er kan daartoe gewerkt worden met een hogere plantdichtheid (Boerderij, 2019). Een Zeeuwse proef in de uienteelt liet een meeropbrengst van 42% zien (Boerderij, 2020b, zie paragraaf 4.2.1. voor meer detail over opbrengststijging). In andere teelten wordt een geringere opbrengststijging gerapporteerd.

Naar de carbon footprint van de zogenaamde T-tape flexibele druppelslangen lijkt geen onderzoek gedaan. In eenjarige teelten worden de slangen eenmalig gebruikt (NPPL, 2019). Er wordt wel geëxperimenteerd met tweejarig gebruik, maar daaraan kleven veel praktische bezwaren. Het systeem is namelijk kwetsbaar voor ogenschijnlijk kleine complicaties zoals een gedraaide, gescheurde of verstopte slang. Dit resulteert direct in oogstderving en vertragingen tijdens het planten. Wel lijkt het materiaal zich goed te lenen voor recycling.

Ook over eventuele vervuiling door microplastics of door grotere stukken kunststof die achterblijven door complicaties bij het opruimen van de ondergrondse slangen tijdens of kort na een drukke oogsttijd is geen literatuur beschikbaar. Deze aspecten behoeven meer aandacht.

3.3 Nitrificatieremmers

3.3.1

Beschrijving van de maatregel

Nitrificatieremmers remmen de omzetting van ammonium (NH_4^+) naar het voor de plant opneembare maar uitspoelingsgevoelige nitraat (NO_3^-). Daarmee voorkomt het nitraatuitspoeling naar het grondwater, maar ook emissie van lachgas (N_2O). Nitrificatieremmers kunnen standaard worden toegevoegd bij een kunst- of drijfmestgift, of gericht worden toegepast in emissiegevoelige omstandigheden (Kuikman e.a., 2010). Commercieel worden nitrificatieremmers aangeprezen als middel om verlies van effectief stikstof door uitspoeling te verminderen. Nitrificatieremmers worden al veel toegepast bij drijfmestbemesting in het voorjaar. Dat de remmers ook toegepast kunnen worden bij een bemesting met kunstmest of vaste mest is minder bekend.

3.3.2

Duurzaamheidseffecten

In de wetenschappelijke literatuur zijn verschillende studies beschikbaar die middels een meta-analyse de werkzaamheid van de twee belangrijkste groepen nitrificatieremmers (DCD en DMPP) evalueren (o.a. Akiyama e.a., 2010, Yang e.a., 2016 en Friedl e.a., 2020). De consensus is dat beide nitrificatieremmers hun werkzaamheid bewezen hebben, maar dat het effect sterk verschilt tussen studies en dat de onderliggende mechanismen nog niet goed begrepen worden. Op akkerbouwgrond is de werkzaamheid aanzienlijk beter dan op grasland.

Een teler gaf aan dat nitrificatieremmers slecht zouden zijn voor het bodemleven. Een recente studie vindt echter geen effect op de diversiteit van het bodemleven (Fu e.a., 2020). Ook Kuikman

et al. (2010) vonden voor het veelgebruikte DMPP en DCD geen schadelijke gevolgen voor het milieu. Voor pyradines zijn er mogelijk wel schadelijke gevolgen.

Toepassing in het vroege voorjaar (februari en maart) lijkt het grootste effect te bewerkstellingen. In die periode is het risico op uitspoeling en nitrificatie het grootst. In die periode kan bij gebruik van een nitrificatieremmer op grasland volstaan worden met 80% van de gebruikelijke stikstofgift (Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2017).

Een zoekopdracht op ‘nitrification inhibitor’ levert diverse recente studies op. Er wordt dus nog volop onderzoek gedaan. Corrochano-Monsalve *et al.*, (2020) onderzochten bijvoorbeeld het effect van grondbewerking op de effectiviteit van een nitrificatieremmer. In een systeem zonder grondbewerking bleek de effectiviteit groter dan in een bewerkt perceel. Zoals eerder vermeld worden de onderliggende mechanismen nog niet goed begrepen. Het betreft een complex product. Toepassing vergt dan ook kennis van zaken en de werking is niet in alle omstandigheden gegarandeerd.

In 2018 lanceerde minister Schouten het visiestuk *Visie Landbouw, Natuur en Voedsel: Waardevol en Verbonden*, dat een aanzet vormt voor beleid gericht op kringlooplandbouw. Nitrificatieremmers zijn externe inputs in het landbouwsysteem, waardoor ze mogelijk op gespannen voet staan met de kringlooplandbouw.

3.4 Eenvoudig bewerkt mestproduct toepassen

3.4.1

Beschrijving van de maatregel

Bij mestscheiding wordt mest van varkens of koeien met een centrifuge of vijzelpers machinaal gescheiden in een dikke en een dunne fractie. Deze vorm van mestscheiding wordt secundaire scheiding genoemd, niet te verwarren met primaire scheiding. Het laatste betreft scheiding ‘aan de bron’, o.a. door specifieke vloeren (van Dijk en Galama, 2019). Bij secundaire scheiding komt circa 75-85% procent van de hoeveelheid mest in de dunne fractie terecht. Het grootste deel van de droge stof komt in de dikke fractie, waaronder veel fosfaat en organisch gebonden stikstof. De dunne fractie bevat een relatief groot aandeel minerale stikstof die direct werkzaam is. Daardoor is deze fractie beter geschikt als vervanging van kunstmest. Door eenvoudige mestscheiding toe te passen sluit het product beter aan bij de wensen van een akkerbouwer. De dikke fractie kan vóór de teelt worden ingewerkt, o.a. ter verhoging van het organischestofgehalte van de bodem.

Op dit moment zijn er nog juridische belemmeringen voor de toepassing van bewerkte mestproducten ter vervanging van kunstmest, omdat de bewerkte producten niet aan de Europese eisen als kunstmestvervanger voldoen. De toepassing valt dus binnen de plaatsingsruimte voor dierlijke mest.

3.4.2

Duurzaamheidseffect

Het gebruik van dierlijke mest in de akkerbouw past binnen de gedachte van kringlooplandbouw. Een reststroom van een bedrijf wordt ingezet als hulpbron in een nabijgelegen bedrijf. Toepassing van een eenvoudig bewerkt mestproduct kan het kunstmestgebruik terugdringen. De uitstoot van broeikasgas die gepaard gaat met de productie van met name stikstofkunstmest vermindert daardoor. Hetzelfde geldt voor de uitputting van schaarse kunstmestbronnen, iets wat vooral speelt bij fosfaat. Daartegenover staat dat voor de mestscheiding energie nodig is. De hoogte van dit energieverbruik is afhankelijk van de gebruikte mestscheidingstechniek. Over het algemeen kan gesteld worden dat het maken van een meer geconcentreerd product meer energie kost. Tegelijk is zo'n product beter toepasbaar op het akkerbouwbedrijf tijdens de teelt.

Tot slot stimuleert de toepassing van organische mest natuurlijke processen in de bodem. Het bodemleven (wormen, mijten, schimmels en bacteriën zijn slechts enkele voorbeelden) wordt gestimuleerd door de aanvoer van organisch materiaal. Bodemleven zorgt voor een betere bodemstructuur, een groter waterbergend en -bufferend vermogen en mogelijk voor een grotere plantweerbaarheid. Daarnaast kan dierlijke mest bijdragen aan verhoging van het organische-stofgehalte van de bodem, waarmee het bijdraagt aan de klimaatopgave van de landbouw. Hoeveel van het kunstmestgebruik precies vervangen kan worden door een eenvoudig gescheiden mestproduct is onduidelijk. Naast teeltoverwegingen speelt namelijk ook de mestwetgeving een rol, evenals de (internationale) mestmarkt. Koeijer e.a. (2019) heeft berekend dat door de in de huidige situatie geëxporteerde dierlijke mest in de Nederlandse landbouw in te zetten maximaal 26% van het kunstmeststikstofgebruik kan worden vervangen door stikstof uit dierlijke mest.

3.5 Precisiebemesting toepassen

3.5.1

Beschrijving van de maatregel

De definitie van ‘precisielandbouw’ is het toepassen van de juiste maatregel, op de juiste plek en op het juiste tijdstip. Hierbij wordt rekening gehouden met de staat van de bodem, het gewas en het weer. ‘Precisiebemesting’ omvat een breed pallet aan technische innovaties, waardoor met toenemende precisie meststoffen worden toegediend. Streven is op het niveau van elke individuele plant precies de juiste hoeveelheid meststof, op de juiste plek (locatie in het perceel en in de bodem (bijv. in de wortelzone)), op het juiste moment (wanneer de plant het nodig heeft) toe te passen.

3.5.2

Duurzaamheidseffect

Door te bemesten op de juiste plaats en tijd hoeft minder mest te worden gebruikt en wordt uitspoeling beperkt. Op basis van informatie over de staat van het gewas, de bodem en het weer kan zo optimaal mogelijk bemest worden. Afhankelijk van het type meststof zijn er verschillende toedieningsmethoden beschikbaar; de een met meer precisiemogelijkheden dan de ander.

Data-gestuurde bemesting

Met behulp van sensoren en satellietdata kunnen verschillende kaarten worden opgesteld, op basis waarvan taakkaarten voor plaatsspecifieke bemesting worden gemaakt (BioScope, n.d.). Zo kan compenserend (Robin Hood; bemest de delen van het perceel die in slechte staat zijn, zodat de opbrengst gelijkmatiger is) of anticiperend (King John; bemest de delen van het perceel met de beste conditie, zodat de oogst op die plekken optimaal is) bemest worden (de Groot, 2019, Lokhorst & Oenema, 2019).

- Bodemkaarten: Er kan veel variatie in de bodemkwaliteit van een perceel zitten. Bodemscans kunnen deze variatie in kaart brengen. Een bodemzonekaart laat de structuur van de bodem zien en deelt het perceel in op verschillende bodemzones. Wanneer men grondmonsters wil nemen, is het aan te bevelen deze in alle verschillende bodemzones te nemen.
- Biomassakaarten: Dergelijke kaarten geven inzicht in de gewasvariatie. Het genereren van gewaspatronen kan op basis van remote sensing beelden en gewassensoren.
- Stikstofkaarten: Deze kaarten geven de hoeveelheid stikstof (chlorofyl) in het blad van de gewassen aan.

Een bodemkaart geeft een belangrijke eerste indicatie van de staat van de verschillende delen van het perceel. De bodem kan een verklarende factor zijn voor afwijkingen in een perceel en nuttige informatie leveren voor variabel uitrijden van organische meststoffen in voor- en najaar (van den Borne aardappelen, n.d.). Echter, Kooistra e.a. (2011) rapporteren dat remote sensing beelden een ander patroon kunnen laten zien dan in eerste instantie verwacht wordt op basis van

bodemeigenschappen (bijv. textuur); factoren als oogsttijdspit en voorvrucht hebben een groot effect op de staat van het gewas. Voor een bemesting gedurende de teelt geeft de combinatie van stikstof- en biomassa kaarten een goede indicatie óf en waar extra meststoffen nodig zijn.

- Weersvoorspellingen: Wanneer bemest wordt vlak voor een hevige regenval is de kans op uitspoeling van stikstof, en in mindere mate fosfaat, naar het oppervlaktewater groot. Dit risico is nog groter op hellingen, op klei- en veenbodems met kleine infiltratiecapaciteit en wanneer het grondwaterpeil al hoog staat (DAW, n.d.).

Door informatie over bodem en gewas te combineren met kennis over de actuele weersomstandigheden kan de meest optimale mestgift (qua dosering, timing en locatie) worden bepaald.

Toedieningstechnieken

Er zijn verschillende toedieningstechnieken op de markt om verschillende type meststoffen uit te rijden (Groenkennisnet, n.d.). De samenstelling van de meststof is erg bepalend in de mogelijkheid om deze bemesting al dan niet variabel te kunnen doseren.

- De speciaal ontwikkelde **zodenbemester-PPL** kan drijfmest en vloeibare kunstmeststoffen toedienen met variabele dosering.
- **Rijenbemers** kunnen een vloeibare meststof gelijkmatig over de rijen verdelen. Er is een type rijenbemester dat de mest direct in de wortelzone kan inwerken.
- Met een **veldspuit** kunnen vloeibare meststoffen worden toegediend. Door variatie in druk is de dosering aan te passen en de veldspuit kan met secties werken. Voor de toepassing van meststoffen zijn doppen met grotere druppelgrootte nodig.
- Er zijn **kunstmeststrooiers** beschikbaar waarbij de strooibreedte en dosering van kunstmest per sectie kan worden aangepast (Lokhorst & Oenema, 2019). Er kan een vooraf gemaakte strooitaak van het perceel worden ingelezen.
- **Mest-/compost-/kalkstrooiers** zijn niet zo verfijnd als kunstmeststrooiers, vanwege het te strooien product. Compost en kalk kunnen variabel worden gestrooid, omdat de samenstelling nagenoeg niet verandert. Bij vaste mest is dat lastig.

Met een **mestinjecteur** is variabel doseren lastiger; per tank zal een analyse gedaan moeten worden om de samenstelling van het product te weten.

4

Bedrijfseconomische en praktische effecten van de maatregelen

De haalbaarheid is beschreven aan de hand van drie deelgebieden, te weten: 1. De bedrijfseconomische haalbaarheid; 2. De praktische haalbaarheid; 3. Het draagvlak.

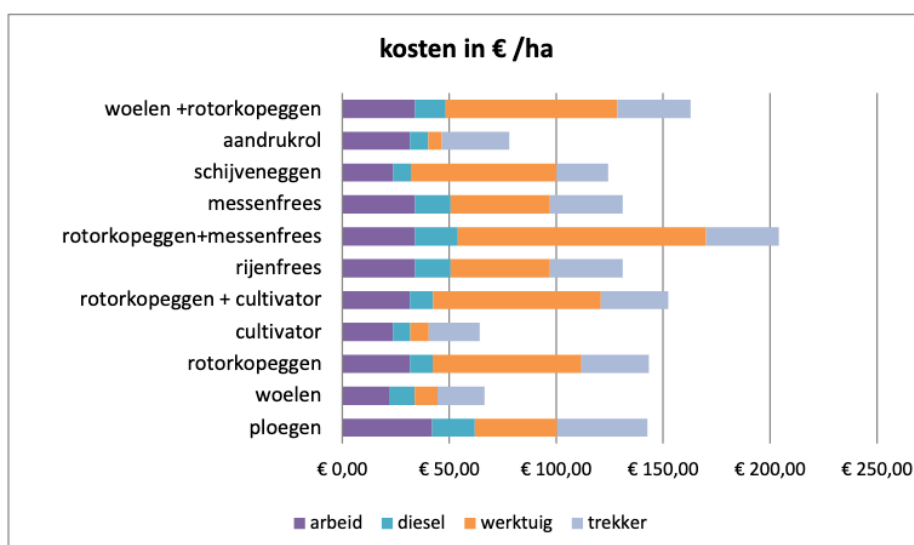
4.1 Niet-kerende grondbewerking

4.1.1

Kosten en opbrengsten

De kosten van niet-kerende grondbewerking zijn in eerste instantie lager dan bij ploegen. Soms zal er echter nog een grondbewerking en onkruidbestrijding nodig zijn, wat meerkosten kan opleveren. ZLTO (2020) schat dat er enkele honderden euro's per hectare extra kosten zijn. Of er sprake is van meerkosten verschilt per bedrijf, teelt en grondsoort.

De Wolf e.a. (2019) geven een overzicht van verschillende grondbewerkingstechnieken. Zie onderstaande figuur. Woelen wordt vaak toegepast als hoofdgrondbewerking bij niet-kerende grondbewerking. Dat is een goede optie. Soms moet een extra bewerking zoals rotorkoepgen worden uitgevoerd om een mooi zaaibed te krijgen. Dan worden de kosten aanzienlijk hoger. Het effect op de opbrengst verschilt volgens De Wolf e.a. (2019) per gewas. Soms is de opbrengst hoger, soms lager in vergelijking met de standaard. Vooral de opbrengst van peen zou lager zijn bij toepassing van NKG.



Figuur 4.1. Kosten van verschillende grondbewerkingstechnieken (bron: De Wolf e.a., 2019)

4.1.2

Praktische aspecten

Bodemleven en bodemkwaliteit

Als praktisch voordeel van toepassing van NKG wordt in de literatuur benoemd dat bodemleven wordt gespaard, er minder bodemverdichting is (doordat er minder over het land wordt gereden) en dat natuurlijke processen zo min mogelijk worden verstoord, waardoor oppervlakkige afspoeling (van nutriënten en/of gewasbeschermingsmiddelen) en erosie wordt verminderd (ZLTO, 2020).

DLV-plant (2014) geeft aan dat door toepassing van NKG het systeem zich door de jaren heen tot een stabiel geheel ontwikkelt. Het eerste jaar is vaak nog weinig te merken in gewasopbrengst i.v.m. een ploegen. Andere voordelen van NKG, zoals draagkracht, vochtbeschikbaarheid, waterafvoer en meer bodemlevenactiviteit zouden wel snel te bemerken zijn. De drie eerste jaren vraagt de opbouw van het systeem om extra maatregelen om de gewasopbrengsten op peil te houden. De opbouw van het systeem vraagt de eerste jaren een iets hogere input van stikstof om de opbrengst op peil te houden en de opbouw van bodemleven te stimuleren. Zo ontstaat een weerbaar landbouwsysteem waarin opbrengsten zeker gelijkliggen aan geploegde systemen (DLV-plant, 2014).

Een akkerbouwer uit het project 'Goed Boeren' geeft aan dat sinds hij gestopt is met ploegen (in combinatie met groenbemesters), opbrengsten alleen maar zijn gestegen. De grond is zware klei op veen. Water zakt veel sneller weg, en het bodemleven neemt toe (goedboeren.nl, 2019).

Een goed bodemleven kan uiteindelijk ook beschermen tegen aaltjes. Als het bodemleven in balans is, krijgen schadelijke aaltjes minder kans (Boerderij, 2018).

Onkruid en aardappelopslag

In de gesprekken met akkerbouwers worden deze voordelen voor bodemleven en -kwaliteit echter niet zo specifiek benoemd. Men geeft aan dat niet-kerende grondbewerking in principe de voorkeur heeft, maar dat het ook nadelen kent. Zo kan het problemen geven met onkruid en aardappelopslag, vooral op zware rivierklei. Dit trekt vervolgens weer ganzen aan, die het gewas vertrappen.

Onderzoek naar de relatie tussen NKG en aardappelopslag laat verschillende resultaten zien (Wilting, 2007). Wilting (2007) geeft aan dat door alleen te cultivateren men het aantal aardappelopslagplanten flink zou kunnen beperken. Niet op alle proefveldjes bleek dit echter even effectief.

Onkruidbeheersing wordt als belangrijk aandachtspunt bij NKG gezien (project BASIS, 2015). De onkruiddruk zou met name de eerst jaren hoger zijn dan bij ploegen. Tips om veronkruiding te voorkomen, vanuit het project BASIS zijn te zorgen dat gewas- of groenbemesterresten voldoende verkleind zijn voor een beter eg- en schoffelresultaat en eventueel vlak na zaaien te eggen. Een andere optie is ecoploegen. Daarbij wordt een ondiepe kerende grondbewerking uitgevoerd. Hoewel hierbij het principe van niet keren wordt losgelaten om toch onkruiden onder te kunnen werken, kan ecoploegen toch worden gezien als een tussenvorm waarbij een deel van de voordelen van NKG van toepassing blijven en de onkruiddruk toch beperkt blijft (Akkerbouwbedrijf, 2019).

4.1.3

Draagvlak

Ondernemers geven aan dat NKG onderdeel moet zijn van het totale systeem op het bedrijf.

Toegenomen onkruiddruk kun je bijvoorbeeld aanpakken door groenbemesters te zaaien.

Bodemverdichting moet je ook preventief aanpakken. Nooit dieper dan 12 centimeter bewerken blijkt in de praktijk nauwelijks haalbaar: "We ontkomen er eigenlijk niet aan om toch wat dieper te woelen om storende lagen op te heffen."

Ondernemers maken zich zorgen om een eventueel vervallen van de toelating van onkruidbestrijdingsmiddelen met de werkzame stof glyfosaat. Een akkerbouwer op zware kleigrond gaf aan: "we moeten na aardappel ploegen vanwege onkruiddruk op zware klei. Als we glyfosaat verliezen, kunnen we zeker niet zonder ploegen." Een collega vulde aan: "NKG zonder glyfosaat is ook eigenlijk niet mogelijk op de lichtere gronden."

Mechanisch schoffelen kan in sommige teelten het onkruid effectief bestrijden. In de fruitteelt wordt dit toegepast, maar ondernemers zijn sceptisch over het duurzaamheidseffect. Regelmatig schoffelen verbruikt namelijk veel diesel. Daarnaast vraagt men zich af of het telkens losmaken van de top laag wel goed is: “Juist in bovenste top laag zit het belangrijkste, de haarwortels. Dat help je om zeep bij schoffelen.”

Ondernemers zijn het erover eens dat NKG de bodemkwaliteit verbetert, mits het onderdeel is van een pakket van maatregelen gericht op het verminderen van onkruiddruk en bodemverdichting. “Als je grond minder keert, dan hou je de OS bovenin. De grond is dan veel ruller, op zware klei.” NKG is op een deel van de akkerbouwbedrijven al gangbare praktijk. Ondernemers die het toepassen verwachten over 5 jaar echter eerder minder dan meer NKG toe te passen op het bedrijf. De bovengenoemde knelpunten spelen daarbij een rol.

Het draagvlak voor NKG zou verbeterd kunnen worden door koolstofopslag in de bodem te verwaarden. Vanuit de agrarische praktijk wordt dit gezien als interessant nieuw verdienmodel. Methodieken voor ‘carbon credits’ voor de Nederlandse landbouw zijn momenteel in ontwikkeling. Een eerste concreet initiatief op dit vlak is de samenwerking tussen Windpark Krammer en de burgercoöperaties Deltawind en Zeeuwind en ZLTO. Zij zijn een pilot gestart waarin vijftien akkerbouwers gedurende vijf jaar beloond worden voor vastlegging van koolstof in landbouwbodems. Deltawind en Zeeuwind investeren op deze wijze in een lokale CO₂-kringloop. Een van de akkerbouwers noemt daarnaast de nieuwe Rabo Carbon Bank in dat kader als interessante mogelijkheid. Daarnaast vragen ondernemers zich af of de waterschapsbelasting niet naar beneden kan bij beter bodembeheer.

4.2 Druppelirrigatie

4.2.1

Kosten en opbrengsten

Kosten van een druppelirrigatiesysteem betreffen de slangen (jaarlijks) en koppelstukken, een regelunit, eventueel een pomp, (arbeids-)kosten voor aanleg en opruimen, arbeidskosten voor bediening en energiekosten. Opbrengsten zijn een potentieel hogere gewasopbrengst, beperking van het risico op een slechte oogst en een besparing op arbeid in het teeltseizoen.

Een druppelirrigatiesysteem kost jaarlijks zo’n € 800,- tot € 1.000,- per hectare (Boerderij 2019, 2020b; Food & Agribusiness 2020). Dat komt overeen met de kostprijs van vier keer beregenen met een haspel. Een permanent systeem op 40 cm diepte kost momenteel €8.000 – 10.000 euro per hectare. Door schaalvergroting kunnen deze kosten nog dalen (Boerderij, 2020a).

Hoewel de dieselbesparing flink is (75%, zie paragraaf 3.2.2) maakt dit slechts een gering deel uit van de totale kosten per hectare. Brandstofkostenbesparing zal dus niet snel de prikkel zijn voor het aanleggen van een druppelirrigatiesysteem. Een hogere opbrengst wel.

Op basis van verschillende praktijkproeven en -ervaringen wordt een gelijke of (aanzienlijk) hogere gewasopbrengst gemeld. In de uienteelt wordt vooralsnog het gemakkelijkst een aanzienlijk hogere opbrengst te realiseren. Een Zeeuwse proef resulteerde in ruim 40% meeropbrengst waar het gaat om volume, waarbij ook een betere prijs werd gerealiseerd door meer uien in een dure maat (Boerderij, 2020b). Ook in Friesland werd een flink hogere opbrengst gemeld (Akkerwijzer, 2020). Uien zijn erg gevoelig voor droogte en in sommige gebieden kan door verzilting slechts beperkt beregend worden. In de teelt van poot aardappelen kan een hogere opbrengst worden gerealiseerd door een hogere plantdichtheid te combineren met druppelirrigatie. De meerkosten en opbrengsten liggen in die teelt met € 950,- tot € 1.200,- per hectare dicht bij elkaar (Boerderij 2019). Bij een proef in de lelieteelt was de opbrengst gelijk. Vooralsnog is er in die teelt geen positief financieel resultaat van druppelirrigatie te verwachten (Delphy, 2020).

In hoogwaardige teelten is druppelirrigatie, wanneer er een meeropbrengst gerealiseerd kan worden, al snel rendabel. Dat geldt in het bijzonder voor teelten waarin al beregend wordt. In teelten met een laag financieel rendement is beregenen niet snel rendabel.

4.2.2

Praktische aspecten

Druppelirrigatie levert extra werk op bij het planten, poten of zaaien en tijdens of kort na de oogst. Daartegenover staat een aanzienlijke besparing op arbeid in het groeiseizoen. Daarnaast traden in sommige proeven praktische problemen op met gedraaide of lekke slangen. Dergelijke problemen hebben al snel oogstderving tot gevolg. Een ander belangrijk punt van aandacht is de beschikbaarheid van geschikt water. Een druppelirrigatiesysteem werkt namelijk niet goed bij een hoog ijzergehalte. Daardoor raken de irrigatieslangen verstopt. Veel grondwaterbronnen zijn daardoor onbruikbaar voor een druppelirrigatiesysteem (Nieuwe Oogst, 2018).

Een druppelirrigatiesysteem leent zich goed voor het combineren met andere technieken die teelttechnische en duurzaamheidsvoordelen bieden. Via het systeem kunnen bijvoorbeeld vloeibare meststoffen worden toegediend precies wanneer die nodig zijn en precies in de juiste mate. In de tuinbouw is dit al gangbare praktijk. Daarnaast kan door toepassing van bodemvochtsensoren de berekening verder geoptimaliseerd worden. Tot slot kan het systeem ook gebruikt worden om de bodem te koelen onder extreem warme omstandigheden.

4.2.3

Draagvlak

Druppelirrigatie krijgt veel aandacht in de agrarische pers: “het is in de mode”, zo stellen de geïnterviewde akkerbouwers. In de tuinbouw, boomteelt en fruitteelt is het systeem al gangbaar. In veel gevallen wordt tevens meststof toegediend via het druppelirrigatiesysteem (fertilisatie). Een van de akkerbouwers verwacht het druppelirrigatiesysteem binnen 5 jaar toe te passen in de uienteelt. Hij verwacht door het systeem een kwaliteitsverbetering te kunnen realiseren omdat schaderisico door de schimmel *Fusarium* afneemt. Bij beregening met een haspel blijft er namelijk water staan in de plant.

Ondernemers schrikken wel terug door de bewerkelijkheid van het systeem, dat elk jaar opnieuw aangelegd moet worden bij eenjarige teelten. Toepassing in de aardappelteelt kan daarom op minder interesse rekenen.

Een akkerbouwer die nu niet beregent vraagt zich af hoe het duurzaamheidseffect uitpakt wanneer druppelirrigatie wordt vergeleken met niet beregenen. Een zorg is dat planten ‘lui’ worden bij zo’n beregeningssysteem. Wortels gaan dan niet meer diep zoeken naar water. Werken aan een goede bodemkwaliteit kan wellicht de noodzaak om te beregenen voorkomen.

4.3

Nitrificatieremmers

4.3.1

Kosten en opbrengsten

Toepassing van een nitrificatieremmer kost zo’n € 20,- tot € 30,- per hectare (o.a. Akker, 2016). In praktijk worden nitrificatieremmers het meest toegepast in drijfmest bij toediening in het voorjaar. Toepassing bij een kunstmestgift is nog minder gangbaar.

Proeven van Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO) in Vredepeel laten een meeropbrengst in aardappelen zien. In de maisteelt liet de PPO-proef een meeropbrengst van 11% zien. Volgens kunstmestleverancier Triferto is in maisteelt een meeropbrengst van gemiddeld 12% meer drogestof haalbaar. Dat staat gelijk aan zo’n € 250,- (Akker, 2016).

Cijfers over opbrengstverschillen bij toepassing van nitrificatieremmers bij kunstmest zijn niet beschikbaar. Het gegeven dat de marketinguitingen van meststoffenleveranciers zich vooral richten op toepassing bij drijfmest lijken hierbij indicatief. Mogelijk is toepassing bij kunstmest met het oog op opbrengst minder zinvol omdat kunstmest minder vaak wordt toegepast in de uitspoelingsgevoelige maanden februari en maart. Drijfmest wordt in die periode uitgereden om de voorraden weg te werken en om het perceel voor te bereiden op zaaien of poten. Kunstmest wordt vaak tijdens de teelt toegepast in hoeveelheden die goed opneembaar zijn voor het gewas.

Door toepassing van een nitrificatieremmer kunnen akkerbouwers hun beperkte stikstofruimte beter benutten, waardoor een meeropbrengst gehaald zou kunnen worden.

4.3.2

Praktische aspecten

Het toepassen van een nitrificatieremmer heeft nauwelijks praktische gevolgen. Het product kan vooraf of tijdens toepassing worden bijgemengd in drijfmest. Een meststoffenleverancier levert daarvoor een doseerunit.

4.3.3

Draagvlak

Een van de geïnterviewde akkerbouwers gebruikt een nitrificatieremmer in sommige gevallen: “Ik kijk bewust, want het geeft ook een nadelig effect op bodemleven. (...) Als omstandigheden minder zijn, bij schraler weer, dan doe ik er wel nitrificatieremmer bij om verluuchting tegen te gaan.” Nitrificatieremmers zijn nog niet bij alle ondernemers bekend. Sommige loonwerkers zijn heel bewust bezig met type kunstmeststoffen en eventuele additieven. Een van de ondernemers past een alternatief toe: gecoate meststoffen. De coating zorgt ervoor dat de meststof gedoseerd vrijkomt, waardoor mogelijk minder uitspoelt en vervliegt. De akkerbouwers vragen zich ook af hoe het komt dat drijfmest de eigenschap heeft dat de nutriënten zo snel vrijkomen: “De oplossing is volgens mij mestaanvoer met meer organisch stof erin”.

4.4

Eenvoudig bewerkt mestproduct toepassen

4.4.1

Kosten en opbrengsten

De scheidingskosten bedragen bij varkensmest € 3,50 per ton (Koeijer e.a., 2019). Hetzelfde rapport rekent voor transportkosten van dierlijke mest over korte afstand € 5,- per ton. Daarnaast zijn ook de kosten voor monsternamen en analyse relevant, evenals de kosten voor aanwending op het land. Voor een standaard drijfmesttoediening rekent een loonwerker zo'n € 30,- per hectare. In veel gebieden is er een mestoverschot en dient voor het ophalen van de mest zo'n € 15,- tot € 25,- per ton te worden betaald.

Van Dijk en Galama (2019) rapporteren in detail over de kosten en opbrengsten in verschillende scenario's. Uiteindelijk concludeert men dat: “De resultaten laten zien dat mestbewerking in veel gevallen niet gunstiger is dan gebruik van onbewerkte rundveedrijfmest wanneer gekeken wordt naar kunstmestbesparing en kosten.” Een opvallend resultaat is dat de dikke fractie economisch interessant kan worden wanneer organische stof financieel wordt gewaardeerd (daarbij rekent men met een vergoeding van €0,20 per kg effectieve organische stof, EOS). Voor een akkerbouwer kan dit een prikkel zijn om een dikke mestfractie toe te passen met relatief veel EOS in verhouding tot fosfaat.

4.4.2

Praktische aspecten

Het toepassen van dierlijke mest vraagt om specialistische apparatuur, zeker wanneer voor toediening tijdens de teelt wordt gekozen. Door het grote volume in vergelijking met kunstmest is zwaar materieel nodig en vraagt het transport naar een perceel planning. Ook kan slechts met een beperkte werkbreedte gewerkt worden. E.e.a. brengt tevens een risico op bodemverdichting met zich mee. Wanneer een gescheiden mestproduct wordt ingezet als kunstmestvervanger dan wordt het toegepast vóór de teelt. Ondernemers die nu nog niet alle plaatsingsruimte voor dierlijke mest gebruiken, kunnen daardoor een deel van de kunstmestgift vervangen. Om toepassing van kunstmest tijdens de teelt te vervangen is een meer geconcentreerde dunne fractie nodig (zodat volume veel kleiner is), zo geven de akkerbouwers aan. Het indampen van de dunne fractie zal echter aanzienlijk meer energie kosten in het productieproces.

4.4.3

Draagvlak

Het toepassen van de dunne mestfractie kan voor ondernemers interessant zijn met het oog op de fosfaatsnorm. Omdat de dunne fractie relatief minder fosfaat bevat dan de dikke fractie kan men meer stikstof in de vorm van dierlijke mest geven. De dunne mestfractie vervangt in dit geval stalmest en geen kunstmest. Voor toepassing tijdens de teelt—wanneer er normaalgesproken kunstmest wordt toegepast—is dierlijke mest, al dan niet gescheiden, volgens de akkerbouwers niet geschikt. Daarvoor is het volume te groot, waardoor de bodem en het gewas schade zou oplopen. Men geeft aan dat een geconcentreerd dierlijk mestproduct wellicht wel als kunstmestvervanger kan worden ingezet. Dit product is echter bij de selectie van maatregelen afgevallen vanwege het hoge energieverbruik. Een van de geïnterviewde akkerbouwers heeft ook een melkveebedrijf. De eigen stalmest wordt door hen in het najaar op het akkerland uitgereden, omdat toepassing in het voorjaar op zware klei te veel structuurschade zou geven.

Sommige akkerbouwers passen alleen kunstmest toe, geen dierlijke mest. Bij dergelijke bedrijven is wellicht winst te behalen.

4.5

Precisiebemesting toepassen

4.5.1

Kosten en opbrengsten

De omslag naar precisiebemesting vraagt een flinke investering in apparatuur. Er zijn sensoren of scans nodig om de bodem, het gewas en het weer in beeld te brengen. Daarnaast is er een machine nodig die variabel kan bemesten. In de pilot van precisiebemestingscoöperatie Wassenaar (2019) raamt men de kosten van een precisiebemester op € 25.000,-, ten opzichte van een conventionele kunstmeststrooier van ca € 4.000,-.

De omslag naar precisiebemesting biedt ook financiële voordelen: de nutriëntenverliezen worden beperkt en er hoeft daarom minder meststof gebruikt te worden. De Nationale Proeftuin Precisie Landbouw schat dat stikstofbesparingen gemiddeld 40 kg N oftewel € 38,- per hectare zijn. Een Italiaanse studie in mais vermeldt een besparing van 10 kg N/ha (Casa e.a., 2011).

Bij een optimale mestgift zou men ook een optimale opbrengst van het gewas verwachten. Echter, de opbrengst is van een groot aantal factoren afhankelijk; een betere bemesting is niet per definitie het wondermiddel om lage opbrengsten te verhelpen (de Groot, 2019). Vooralsnog lijken de resultaten betreffende opbrengststijging bij precisiebemesting klein (niet significant volgens Casa e.a. (2011) en 'erg klein' volgens Auernhammer (2001)). Of er op een bedrijfsniveau een opbrengststijging zal zijn vergt nader onderzoek (NPPL, n.d.).

Een Duitse vijfjarige veldproef met de stikstofsensoren van Yara, gecombineerd met een variabele bemesting, zorgde voor een hogere gewasopbrengst van gemiddeld 6% en een besparing op stikstofgift van gemiddeld 12%, t.o.v. een reguliere bemesting. Het financiële voordeel, na aftrek

van de kosten voor de sensor, was €5 7,- per ha (Akkerwijzer, 2014). Of deze cijfers met andere machines, op andere gewassen, ook te behalen zijn is lastig te zeggen.

4.5.2

Praktische aspecten

Innovaties

Variabele bemesting wordt al toegepast in o.a. de teelt van granen en aardappels. Echter, voor een bredere implementatie van precisielandbouw technieken, en dus ook precisiebemesting, zijn nog een aantal verbeteringslagen nodig. De WUR stipt daarbij vier thema's aan: 1) het verbeteren van de praktische toepasbaarheid van sensorbeelden, 2) het ontwikkelen van rekenmodellen en beslisregels die de data vertalen naar concrete teeltmaatregelen, 3) het verbeteren van de ICT-infrastructuur, data-uitwisselbaarheid en standaardisatie en 4) het aantonen van de voordelen, zoals bijvoorbeeld binnen de Nationale Proeftuin Precisie Landbouw gebeurt.

Als het gaat om precisietechnieken, dan komen er de laatste jaren steeds meer innovaties op dit gebied beschikbaar. Zo geeft Eddie Loonstra, bodemadviseur binnen NPPL, aan dat vervolgtoeepassingen voor het scannen van bodems steeds gebruiksvriendelijker worden. Dat ligt mede aan het feit dat er niet per se een bodemkaart nodig is als tussenstap: de scanner kan voorop een tractor bevestigd worden en de machine reageert direct op de ingelezen waarden.

Lokhorst en Oenema (2019) deden binnen het project Grass4Farming onderzoek naar precisiebemesting in grasland. Zij melden dat de geteste strategieën nog niet volledig praktijkrijp zijn, maar de gewas-bodemobservaties goed door te vertalen zijn naar variabel strooien van mest. Wel geven ze aan dat het momenteel nog veel organisatie kost om alle beschikbare informatie (gewas, taakkaart, timing, dosering) op elkaar af te stemmen. Ook andere bronnen bevestigen dat de technologie op dit moment nog vrij gecompliceerd is voor een gemiddelde ondernemer (NPPL, n.d., de Groot, 2019).

Type bemesting

De toepassing van organische mest (drijfmest, vaste mest of compost in voor- en najaar) en kunstmest/bladmeststoffen (gedurende de teelt) bieden verschillende mogelijkheden als het gaat om precisiebemesting. Bij beiden kan gestuurd worden op de hoeveelheid mest die uitgereden wordt, maar waar bij kunstmest het sturen op stikstofgehalte mogelijk is, is dat bij drijfmest vanwege het risico op ontmenging niet mogelijk (van den Borne aardappelen, n.d.). Andere kanttekening bij precisiebemesting met organische mest, is dat een agrariër genoeg ruimte in zijn silo nodig heeft om een bemesting uit te stellen, als dat qua omstandigheden beter is.

4.5.3

Draagvlak

(Kunst)mest wordt niet gezien als een grote kostenpost in relatie tot het saldo van de gewassen. Besparen op de (kunst)mestgift is vanuit dat oogpunt niet interessant. Precisiebemesting vindt men echter wel interessant vanwege een andere reden: “met de normen die we nu hebben wordt het zo afgeknepen dat de mest die je hebt zoveel mogelijk moet worden opgenomen. Verschil in opbrengst kan maar zo variëren van 30 tot 90 ton per ha in de veenkoloniën.”

Op dit moment is bemesten op basis van een organisch stofkaart het meest praktijkrijp en zinvol. Maar variabel bemesten met drijfmest op basis van zo'n kaart is in praktijk moeilijk vanwege de heterogeniteit van drijfmest. Tijdens de teelt bijsturen op basis van biomassa-kaarten is ook mogelijk, maar het effect is kleiner: “dat gaat om laatste 5% van de bemesting bij wijze van spreken.”

In de fruitteelt wordt precisiebemesting veel toegepast middels een fertigatiesysteem. Vanwege de meerjarige teelt bemest men met het oog op meerdere jaren. Men investeert in de bodem.

Bemesting in de zaaivoor tijdens planten wordt door de akkerbouwers al toegepast. Daarmee is goede ervaring.

Ondernemers hebben zeker interesse in de verschillende precisiebemestingstechnieken, maar hikken wel aan tegen de grote investeringen. De saldo's van de gewassen moeten voldoende zijn om te kunnen investeren.

Hoe is het draagvlak voor klimaatmaatregelen te vergroten?

Uit de gesprekken met ondernemers zijn verschillende reacties over het draagvlak naar voren gekomen die niet aan een specifieke maatregel gelinkt zijn. Hieronder geven we ze weer:

- Akkerbouwer in Brabant: “Kennis is eerste stap, praktische toepasbaarheid.”
- Akkerbouwer in Groningen: “Als boeren worden betaald voor ecosysteemdiensten, zullen ze bereid zijn maatregelen te nemen. De markt dwingt ons heel intensief te zijn. Denk aan betaling voor CO₂-opslag in de bodem, lagere waterschapsbelasting, vergoeding voor biodiversiteit en voor kringlooplandbouw en lokaal ondernemerschap. Alleen op kostprijs winnen we het niet.”
- Fruitteler in Zeeland: “We werden verplicht om te produceren onder ‘On the Way to Planet proof (PP)’. Nu is 100% NL producten in schap PP, maar import is dat niet. Ik sluit me aan bij de anderen: Bij extra opbrengst kun je investeren.”

5

Aanbevelingen en mogelijkheden voor verbeteren draagvlak

Dit hoofdstuk bevat aanbevelingen over hoe het draagvlak voor maatregelen kan worden vergroot. De eerste paragraaf bevat een aantal randvoorwaarden voor het scheppen van draagvlak. In de tweede paragraaf zijn daar enkele aandachtspunten en conclusies per maatregel aan toegevoegd.

5.1

Algemene aanbevelingen voor het vergroten van draagvlak

Het draagvlak voor een maatregel verbetert:

- Als de maatregel inpasbaar is binnen de duurzaamheidsstrategie van het bedrijf. Essentieel is dat naar het totale pakket wordt gekeken, in plaats van dat er losstaande maatregelen worden gestimuleerd of afgedwongen die in praktijk mogelijk averechts uitpakken of moeilijk uitvoerbaar blijken. Dergelijke maatregelen ontnemen de welwillende ondernemer de moed om een gebalanceerde en samenhangende duurzaamheidsstrategie op het bedrijf door te voeren.
- Als er voor de ondernemer winst te behalen valt. Kan beter bodembeheer bijvoorbeeld beloond worden met een lagere waterschapsbelasting? Of kan koolstofopslag in de bodem in de markt een verdienmodel worden binnen een CO₂ handelssysteem? Een vergoeding voor ecosysteemdiensten stelt de ondernemer in staat om het bedrijf te verduurzamen.
- Als de maatregel pasklaar kan worden toegepast, waarbij de kosten, besparingen, opbrengsten en (neven)effecten per bedrijfstype en grondsoort in beeld zijn. Vaak is het bijvoorbeeld nodig dat een (onafhankelijke en/of commerciële) partij de kennis en toepassingsinformatie van een bepaald product voor verschillende grondsoorten en teelten in kaart brengt en op bedrijfsniveau naar de ondernemer communiceert. Dit kan akkerbouwers overtuigen dat de maatregel ook in hun specifieke bedrijfssituatie goed toepasbaar is. Ook zijn er soms besparingen te behalen zoals dieselbesparing bij druppelirrigatie. De SABE-regeling kan hierbij ondersteunen. Deze regeling geeft de ondernemer de mogelijkheid om advies te krijgen van een erkend bedrijfsadviseur.
- Als er voldoende kennis is over neveneffecten en deze effectief ontsloten is. Over druppelirrigatie wordt bijvoorbeeld gezegd dat het planten 'lui' maakt en van nitrificatieremmers wordt gezegd dat ze slecht zijn voor het bodemleven. Onduidelijk is of er bewijs is voor deze neveneffecten, maar het kan telers wel weerhouden van het toepassen van de maatregel.

5.2 Conclusie en aanbevelingen per maatregel

NKG

Akkerbouwers zien verwaarding van bodemkoolstof als mogelijk nieuw verdienmodel. Als een agrariër kan worden betaald voor opslag van bodemkoolstof, vormt dit een goede stimulans voor NKG. Binnen het LNV-programma Slim Landgebruik wordt gewerkt aan het opzetten van een methodiek voor 'carbon credits' voor o.a. de akkerbouw. Ook de Rabobank is een initiatief gestart op dit vlak; de Rabo Carbon Bank. Als er geld te verdienen valt met koolstofopslag dan wordt er door ondernemers mogelijk actiever gezocht naar manieren om met de toegenomen onkruiddruk om te gaan, ook als de opties binnen de chemische gewasbeschermingsmiddelen beperkter worden.

Concluderend kan gezegd worden dat NKG een bekende en relatief veel toegepaste werkwijze is die de bodemkwaliteit kan verbeteren. Het duurzaamheidseffect is sterk afhankelijk van onder andere de grondsoort en de teeltrotatie en kan gemakkelijk teniet worden gedaan. Om een positief duurzaamheidseffect te hebben moet de maatregel daarom ingebed zijn in een de (duurzaamheids)strategie van het bedrijf. Er kan sprake zijn van meerkosten. Die verschillen tussen bedrijven, grondsoorten en teelten. In sommige teelten kan op langere termijn een grotere opbrengst gerealiseerd worden.

Druppelirrigatie

Vergroting van het draagvlak is bij druppelirrigatie niet of nauwelijks nodig. In de teelten waar het veel meerwaarde heeft zullen leveranciers en fabrikanten de techniek waarschijnlijk verder ontwikkelen waardoor zij steeds meer toepassing vindt in de praktijk. Inzetten op voorlichting over de teelt- en klimaatvoordelen kan een extra impuls geven, bijvoorbeeld over de effecten op schimmels, waterverbruik en de mogelijkheden voor combinatie met toediening van vloeibare meststoffen.

Nitrificatieremmers

Het voornaamste knelpunt van nitrificatieremmers is gebrek aan kennis en pasklare producten. Voor toepassing in drijfmest zijn de pasklare producten wel commercieel beschikbaar, maar toepassing in kunstmest is nog onvoldoende ontwikkeld. In proeven worden uiteenlopende resultaten gemeld en het is niet altijd duidelijk hoe de verschillen verklaard kunnen worden. Ook leven er twijfels over het effect op bodemleven. Wanneer pasklare producten worden ontwikkeld die aantoonbaar tot meeropbrengst leiden - door betere benutting van de beperkte stikstofruimte - kan het product gangbaarder worden. Wellicht kan praktijkonderzoek op proefboerderijen kennis en aandacht (in de vakpers) genereren, gericht op de lokale omstandigheden. Opbouw van kennis is noodzakelijk om helder te krijgen of nitrificatieremmers in de toekomst een bijdrage kunnen leveren aan verdere verduurzaming van de landbouw.

Eenvoudig bewerkt mestproduct toepassen

Het dilemma bij mestbewerking is: een meer geconcentreerd product is beter toepasbaar, maar kost extra energie. De meeste winst is te behalen door in te zetten op meer toepassen van dierlijke mest, al dan niet bewerkt. Bij bedrijven die nog weinig of geen dierlijke mest toepassen is namelijk de meeste winst te behalen. De Europese regelgeving vormt in praktijk een grote belemmering, omdat ook bewerkte mestproducten vallen in de categorie 'dierlijke mest'. Het wegnemen van obstakels heeft waarschijnlijk het grootste stimulerende effect.

Precisiebemesting toepassen

Datagestuurde bemesten is nog volop in ontwikkeling. De technieken hebben de aandacht in de vakpers, maar veel toepassingen zijn nog niet helemaal praktijkrijp. Voorlopers passen de verschillende technieken soms al toe. Op dit moment zijn de technieken voor de meeste ondernemers nog te duur. In regio's waar de opbrengst sterk wisselt vanwege de bodemgesteldheid is precisiebemesting eerder interessant. Besparing op kunstmestkosten is niet de prikkel die

ondernemers doet omschakelen. Een hogere of stabielere opbrengst en een betere benutting van de wettelijke stikstofruimte heeft wel die potentie. Omdat de markt volop werkt aan deze ontwikkeling is een extra stimulans niet direct nodig. Initiatieven zoals de Nationale Proeftuin Precisie Landbouw vervullen een belangrijke rol in het verder brengen van deze ontwikkeling. Brede praktijktoepassing van precisiebemesting kan dichterbij komen door dergelijke initiatieven te ondersteunen. Ook kan op termijn in sommige regio's een investeringssubsidie ondernemers helpen om de stap (eerder) te zetten. Daarnaast kan de SABE-regeling (Subsidiemodule Agrarisch Bedrijfsadvies en Educatie) een rol spelen. Dit geeft de ondernemer de mogelijkheid om advies te krijgen van een erkend bedrijfsadviseur. Binnen deze regeling wordt precisielandbouw specifiek benoemd als onderwerp waar de adviesaanvraag zich op kan richten.

Bronnen

Agrimatie (2018). Wageningen UR Agro & Food Portal. *Dutch FADN, agriculture*.

<https://www.agrimatie.nl/binternet.aspx?ID=11&bedrijfstype=1>

Akiyama, H., Yan, X. & Yagi, K. Evaluation of effectiveness of enhanced-efficiency fertilizers as mitigation options for N₂O and NO emissions from agricultural soils: meta-analysis. *Global Change Biology* **16**, 1837–1846 (2010).

Akker (2016). Efficiënter met stikstof. Kansen nitrificatieremmers in aardappelen en op zand.

<https://edepot.wur.nl/369712>

Akkerbouwbedrijf (2019). “Kringlooplandbouw is niet zo gemakkelijk”.

<https://www.akkervijzer.nl/duurzaamheid/bodembeheer/kringlooplandbouw-is-niet-zo-gemakkelijk/>

Akkerwijzer (2019). Bodem verwerkt ook natuurlijke regenval beter bij druppelirrigatie.

<https://www.akkervijzer.nl/artikel/217838-bodem-verwerkt-ook-natuurlijke-regenval-beter-bij-druppelirrigatie/>

Akkerwijzer (2020). Drip geeft 20 ton meer uien met 30 millimeter water.

<https://www.akkervijzer.nl/artikel/360458-drip-geeft-20-ton-meer-uien-met-30-millimeter-water/>

Auernhammer, H. (2001). Precision farming—the environmental challenge. *Computers and electronics in agriculture*, *30*(1-3), 31-43.

Balmford, A., Amano, T., Bartlett, H., Chadwick, D., Collins, A., Edwards, D., ... Eisner, R. (2018). The environmental costs and benefits of high-yield farming. *Nature Sustainability*, *1*(9), 477-485.

<https://doi.org/10.1038/s41893-018-0138-5>

BioScope (n.d.). De verschillende kaarttypes van BioScope. [Geciteerd op 27-01-2021]. Beschikbaar op:

<https://bioscope.nl>

Boerderij (2018). Voor en nadelen van NKG op zand.

<https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2018/6/Voor--en-nadelen-van-NKG-op-zand-293742E/>

Boerderij (2019). Druppelirrigatie rendabel voor hoogwaardige teelten.

<https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2019/3/Druppelirrigatie-rendabel-voor-hoogwaardige-teelten-407915E/>

Boerderij (2020a). Ondergrondse druppelirrigatie veelbelovend.

<https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Nieuws/2020/6/Ondergrondse-druppelirrigatie-veelbelovend-600854E/>

Boerderij (2020b). Zeeuwse proef druppelirrigatie uien: 42% meer opbrengst.

<https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Nieuws/2020/9/Zeeuwse-proef-druppelirrigatie-uien-42-opbrengst-635608E/>

Casa, R., Cavalieri, A., & Cascio, B. L. (2011). Nitrogen fertilisation management in precision agriculture: a preliminary application example on maize. *Italian Journal of Agronomy*, e5-e5.

Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen (2017).

https://verantwoordeveehouderij.nl/upload_mm/1/3/c/891019e0-89e6-4ab4-83da-c317bac6c542_PDFadviesbemesting.pdf

Corrochano-Monsalve, M. *et al.* (2020). Relationship between tillage management and DMPSA nitrification inhibitor efficiency. *Science of The Total Environment*, Volume 718, 2020, 134748, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134748>.

Delphy (2020). Een schone teelt op basis van Dripirrigatie. https://www.youtube.com/watch?v=SwX_Ie1DwXo

Deltaprogramma Agrarisch Waterbeheer (DAW) (n.d.). Weer- en precisiebemesting. [Geciteerd op 27-01-2021]. Beschikbaar op: https://agrarischwaterbeheer.nl/system/files/documenten/boek/meteo-en_precisiebemesting.pdf

Dijk, W. van, Galama, P. (2019). De maat van mest. Perspectief van mestbewerking op de boerderij vanuit belang akkerbouwer en melkveehouder. Wageningen Research, *Rapport 547*. <https://edepot.wur.nl/472431>

DLV Plant (2014). Uitkomsten en kennisopbouw in de praktijk na drie jaar Praktijknetwerk NKG.

Food & Agribusiness (2020). 'Dripirrigatie staat op het punt van doorbreken'. <https://www.foodagribusiness.nl/dripirrigatie-staat-op-het-punt-van-doorbreken/>

Friedl, J., Scheer, C., Rowlings, D.W. *et al.* Effect of the nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) on N-turnover, the N₂O reductase-gene *nosZ* and N₂O:N₂ partitioning from agricultural soils. *Sci Rep* **10**, 2399 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59249-z>

Fu, Q., Abadie, M., Blaud, A. *et al.* Effects of urease and nitrification inhibitors on soil N, nitrifier abundance and activity in a sandy loam soil. *Biol Fertil Soils* **56**, 185–194 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00374-019-01411-5>

Goedboeren.nl (2019). Bedrijfsbezoek | Niet-kerende grondbewerking goed voor natuur en bodem <https://www.goedboeren.nl/nieuws/bedrijfsbezoek-niet-kerende-grondbewerking-goed-voor-natuur-en-bodem/>

Groenkennisnet (n.d.). Precisielandbouw – Bemesting - Toedieningstechnieken. Geciteerd op 27-01-2021]. Beschikbaar op: <https://wiki.groenkennisnet.nl/display/PL01/Toedieningstechnieken>

Groot, L. de (2019). Adoption of precision agriculture technologies: a decision tool for the seed potato sector in the Netherlands (Doctoral dissertation).

Koeijer, T.J. de, H.H. Luesink, J.F.M. Helming, 2019. Vervanging kunstmest door dierlijke mest; Verkenning van opties voor de inzet van financiële instrumenten. Wageningen, Wageningen Economic Research, Rapport 2019-103. 36 blz.; 1 fig.; 12 tab.; 6 ref.

Kooistra, L., Bartholomeus, H., Lerink, P., & van Valkengoed, E. (2011). *Plaatspecifiek perceelmanagement van de kaart. De toepassing van remote sensing beelden voor de karakterisering van gewaspatronen*. Wageningen Universiteit.

Koopmans, Chris, Bart Timmermans, Jan Paul Wagenaar, Jordy van 't Hull, Marjoleine Hanegraaf, Janjo de Haan (2019) Evaluatie van maatregelen voor het vastleggen van koolstof. Resultaten uit Lange Termijn Experimenten (LTE's). LBI, Wageningen University & Research.

Koopmans, Chris, Bart Timmermans, Janjo de Haan, Mieke van Opheusden, Isabella Selin Noren, Thalisa Slier en Jan Paul Wagenaar (2020) Evaluatie van maatregelen voor het vastleggen van koolstof in minerale gronden 2019-2023. Voortgangsrapportage 2020. LBI, Wageningen University & Research.

Kuikman et al. (2010). Nitrificatieremmers in de Nederlandse landbouw. Potentiele vermindering van lachgasemissie. Alterra-rapport 2016. ISSN 1566-7197. <https://edepot.wur.nl/136455>

Lesschen, Jan Peter, Hanneke Heesmans, Janet Mol-Dijkstra, Anne van Doorn, Eric Verkaik, Isabel van den Wyngaert en Peter Kuikman (2012) Mogelijkheden voor koolstofvastlegging in Nederlandse landbouw en natuur. Alterra-rapport 2396.

- Lokhorst, C., & Oenema, J. (2019). Strategieën precisiebemesting op gras. *V-focus*, 16(3), 18-20.
- Nationale Proeftuin Precisie Landbouw (n.d.). Variabel bemesten. [Geciteerd op 27-01-2021]. Beschikbaar op: <https://www.proeftuinprecisielandbouw.nl/techniek/variabel-bemesten/>
- Nederlands Centrum voor de Ontwikkeling van Krinloopprecisiebemesting (NCOK). Pilotproject 2019-2021 Precisiebemestingscoöperatie Wassenaar. Geciteerd op 27-01-2021]. Beschikbaar op: <http://www.smartfertilization.org/wp-content/uploads/2019/12/Pilot-Wa-2019-2021.pdf>
- Nieuwe Oogst (2018). Fors water besparen met druppelirrigatie. <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2018/10/09/fors-water-besparen-met-druppelirrigatie>
- NPPL (2019). Uien krijgen gericht water met druppelirrigatie. <https://www.proeftuinprecisielandbouw.nl/uien-krijgen-gericht-water-met-druppelirrigatie/>
- Project BASIS (2015). Nieuwsbrief vanuit project BASIS: Teelt van biologische zomertarwe in NKG. <https://edepot.wur.nl/353678>
- Queisen, Guus. 5 okt. 2014, Voordelen precisiebemesting, Akkerwijzer.
- V-focus (2020). Maisteelt na grasland met de OSP. <https://www.louisbolck.org/downloads/3453.pdf>
- Van den Borne Aardappelen (n.d.). Precisielandbouw cyclus. [Geciteerd op 27-01-2021]. Beschikbaar op <https://www.vandenborneaardappelen.com/nl/percelen-in-kaart-brengen>
- Vruchtbare kringloop Achterhoek en Liemers (2015). Praktijkervaringen met mineralenconcentraten. <https://vruchtbarekringloopachterhoek.nl/theorie-en-praktijk/mineralenbenutting/kunstmestvervangers/>
- Waterschap Rivierenland (2018). Factsheet 5: Druppelirrigatie. <https://www.waterschaprivierenland.nl/subsidie-waterbesparende-maatregelen-agrariers>
- Wilting (2007) Het effect van niet-kerende hoofdgrondbewerking op de opbrengst en interne kwaliteit van suikerbieten. Resultaten van vier proefvelden van 2003 tot en met 2005. IRS
- Wolf, Pieter de, Andrew Dawson, Koen Klompe (2019) Kosten en baten van bodemmaatregelen. Grondbewerking, organische stofaanvoer en *Tagetes patula* als aaltjesvanggewas. Wageningen UR
- WUR (n.d.). Dossier Precisielandbouw. [Geciteerd op 27-01-2021]. Beschikbaar op <https://www.wur.nl/nl/Dossiers/dossier/dossier-precisielandbouw.htm>
- Yang, M., Fang, Y., Sun, D. *et al.* Efficiency of two nitrification inhibitors (dicyandiamide and 3, 4-dimethylpyrazole phosphate) on soil nitrogen transformations and plant productivity: a meta-analysis. *Sci Rep* 6, 22075 (2016). <https://doi.org/10.1038/srep22075>
- ZLTO (2020), Niet kerende bodembewerking. <https://www.zlto.nl/paginas/openbaar/projecten/niet-kerende-bodembewerking>

CLM Onderzoek en Advies

Postadres

Postbus 62
4100 AB Culemborg

Bezoekadres

Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg

T 0345 470 700

www.clm.nl