



Kosten en baten van bodemmaatregelen

Grondbewerking, organische stofaanvoer en *Tagetes patula* als aaltjesvangewas

Pieter de Wolf | Andrew Dawson & Koen Klompe

Kosten en baten van bodemmaatregelen

Grondbewerking, organische stofaanvoer en *Tagetes patula* als aaltjesvanggewas

Pieter de Wolf, Andrew Dawson, Koen Klompe¹

¹ Wageningen University & Research



Dit onderzoek is in opdracht van PPS Beter Bodembeheer, uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit Open Teelten (projectnummer BO-47-001-006).

Wageningen, december 2019

Rapport WPR-819

Wolf, P. de, Dawson, A., Klompe, K., 2019. *Kosten en baten van bodemmaatregelen; Grondbewerking, organische stofaanvoer en Tagetes patula als aaltjesvanggewas*. Wageningen Research, Rapport WPR-819.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/511834>

Samenvatting Bodemstructuur, organische stof en bodemgezondheid zijn belangrijke aandachtspunten in de akkerbouw. In langjarige systeemproeven op verschillende grondsoorten is onderzoek gedaan naar verschillende grondbewerkingsmethoden, organische stofstrategieën en aaltjesvanggewassen. In deze kosten-batenanalyse zijn de resultaten van de proeven geëvalueerd. De onderzochte maatregelen laten economisch vaak relatief kleine verschillen zien met de referentie. In een aantal gevallen is er wel een groter verschil, vooral als de opbrengst van hoogsalderende gewassen door de maatregel verandert. Dat is soms positief (hogere lelie-opbrengst door *Tagetes patula* als aaltjesvanggewas), soms negatief (lagere peen-opbrengst door NKG op klei).

Trefwoorden: bodemkwaliteit, grondbewerking, organische stof, tagetes patula, kosten-baten analyse

© 2019 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 430, 8200 AK Wageningen; T 0320 29 11 11; www.wur.nl/openteelten

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-819

Inhoud

1	Inleiding	5
	1.2 Vraagstelling en perspectief	8
	1.3 Methode en gebruikte data	8
	1.4 Leeswijzer	9
2	Grondbewerking	11
	2.1 Akkerbouw op klei – BASIS	11
	2.2 Akkerbouw op zand – BKZ	13
	2.3 Akkerbouw Noordoost Nederland – BKV	16
	2.4 Maïsteelt op klei en zand – DBM	18
	2.5 Conclusie en discussie	21
3	Organische stof	23
	3.1 Akkerbouw op zand – BKZ	23
	3.2 Akkerbouw Noordoost Nederland – BKV	26
	3.3 Conclusie en discussie	27
4	Bodemgezondheid	29
	4.1 Akkerbouw op zand – BG	29
	4.2 Akkerbouw Noordoost Nederland – BKV	32
5	Toepassing Albrechtmethode	37
	5.1 Toepassing Albrechtmethode in BKV	37
6	Slotbeschouwing	39
	Literatuur	41
Bijlage 1	BASIS: kosten grondbewerkingsacties	42
Bijlage 2	BASIS: grondbewerking per gewas	43
Bijlage 3	BASIS: financiële opbrengst berekeningen	46
Bijlage 4	Teeltkosten: Tagetes en Japanse haver	48



1 Inleiding

In grondgebonden landbouwsystemen is de bodem een sleutelfactor voor een ecologisch en economisch gezond en productief bedrijf. Daarnaast speelt de bodem een grote rol in de bijdrage van de landbouw aan de omgeving: schoon grond- en oppervlaktewater, waterberging, bovengrondse biodiversiteit. Goed bodembeheer is daarom belangrijk voor landbouw en samenleving.

In de Nederlandse landbouw wordt de bodem intensief gebruikt: de hoge grondprijzen zijn een belangrijke reden om zoveel mogelijk (financiële) opbrengst per hectare te realiseren. Dat leidt tot intensieve bouwplannen met veel hoog salderende teelten, waardoor de bodemkwaliteit onder druk staat. Daarbij gaat het vooral om de volgende vier zaken:

- a. de bodemstructuur wordt bedreigd door zware machines die onder kritische omstandigheden op het land gaan. Bodemverdichting is wellicht één van de grootste problemen voor Nederlandse landbouwbedrijven. Volgens van den Akker et al (z.j.) is bij 45% van de Nederlandse landbouwgrond de ondergrond verdicht. Dit levert niet alleen problemen op met de gewasgroei, maar ook voor de waterhuishouding bij teveel of te weinig neerslag.
- b. de organische stofbalans is bij veel akkerbouw- en groentebedrijven ongeveer neutraal. De belangrijkste oorzaken zijn 1. de hoge afbraak door intensieve grondbewerking en 2. de lage interne aanvoer van organische stof met gewasresten en groenbemesters. Daarnaast is de externe aanvoer gelimiteerd door de bemestingsnormen en is het (economisch) voordeliger om de beschikbare ruimte in te vullen met mestsoorten die minder organische stof bevatten.
- c. De bodemgezondheid staat onder druk: bodempathogenen zoals schadelijke nematoden en schimmels vormen een toenemend probleem. Een belangrijke oorzaak is de combinatie van risicovolle teelten in intensieve bouwplannen en het delen van grond tussen bedrijven, wat een hoger risico geeft op verspreiding van pathogenen met grond en uitgangmateriaal. Als laatste zijn de mogelijkheden voor chemische bestrijding sterk afgenomen.
- d. De chemische bodemvruchtbaarheid van Nederlandse landbouwgrond is vaak hoog vanuit het perspectief van stikstofleverend vermogen en fosfaatvoorraden. Echter, de zuurgraad van percelen is niet altijd optimaal, evenals de beschikbaarheid van sporenelementen. Dat geeft problemen met de opname van nutriënten en leidt tot suboptimale gewasgroei.

De intensiteit van het grondgebruik leidt ook tot een aantal risico's voor de omgeving: zo is de uitspoeling van stikstof naar grondwater een hardnekkig probleem in zandgebieden. Daarnaast is er toenemende aandacht voor de emissie van broeikasgassen, zoals methaan en lachgas. Voor CO₂ is de emissie sterk gekoppeld aan de organische stofbalans: de uitdaging is om CO₂ vast te leggen in de bodem. Dat is zeker voor de akkerbouw een grote uitdaging, omdat de organische stofbalans zoals gezegd vaak neutraal of licht negatief is.

1.1 De systeemprouven

Deze uitdagingen zijn in het onderzoek opgepakt in een zevental systeemprouven op verschillende locaties, waarbij de specifieke regionale context het uitgangspunt vormt:

In zes systeemprouven wordt geëxperimenteerd met niet-kerende grondbewerking (al dan niet in combinatie met vaste rijpaden), wat vergeleken wordt met ploegen of spitten. Dit heeft een positieve invloed op de bodemstructuur, maar vermindert ook de afbraak van organische stof.

- In vier systeemprouven worden verschillende organische stofstrategieën vergeleken, o.a. door verschillende mestsoorten, aanvoer van compost en/of de inzet van groenbemesters.
- In twee systeemprouven worden maatregelen onderzocht met een effect op de bodemgezondheid, zoals specifieke groenbemesters, de inzet van aaltjesvanggewassen als hoofd- of nateelt en gerichte organische stofmaatregelen.
- In één systeemprouw is aandacht besteed aan de chemische bodemkwaliteit, m.n. het aandeel van calcium en magnesium aan het uitwisselcomplex en de onderlinge verhouding hiervan. De

groeïende aandacht voor de betekenis van sporenelementen in de praktijk zorgt ervoor dat methoden en producten beschikbaar komen om de chemische bodemvruchtbaarheid te optimaliseren. Daarom is gekozen om de Albrecht methode te onderzoeken op een grondsoort waar dit mogelijk het meest effectief is, namelijk de noordoostelijke zand- en dalgronden. Overigens zijn in de systeemprouven ook andere onderzoeksvragen meegenomen, zoals de impact van maatregelen op nitraatuitspoeling en broeikasgasemissies.

Tabel 1 Overzicht van onderzoeksthema's voor de verschillende systeemprouven. Tussen haakjes thema's die wel onderzocht worden in de proef maar niet meegenomen zijn in deze studie.

Thema	Bodemkwaliteit op Zand (BKZ)	Bodemgezondheid (BG)	BASIS	Bodemkwaliteit Veenkoloniën (BKV)	Duurzaam Bodembeheer Maïs (DBM)*
Grondbewerking	x		x	x	x
Organische stof	x			x	
Bodemgezondheid		x		x	
Ca/Mg verhouding				x	

* drie systeemprouven op verschillende locaties

1.1.1 Bodemkwaliteit op zand (BKZ)

De systeemprouf in Vredepeel (zuidoostelijk zandgebied) is gestart in 1989 en was van origine vooral gericht op de verbetering van de waterkwaliteit (nitraatnorm in grondwater). De vraag was en is of een rendabele bedrijfsvoering mogelijk is binnen de milieunormen. In deze proef staat sinds 2005 het organische-stofbeheer centraal: er liggen twee gangbare systemen waarvan één met een lage organische stofaanvoer en één met een normale organische stofaanvoer (zoals gebruikelijk in de praktijk in het Zuidoostelijk zandgebied). Daarnaast is er een biologische systeem met een hoge organische stof aanvoer. De rotaties zijn weergegeven in Tabel 2. Bij de gangbare rotatie werd voor 2016 suikerbiet in plaats van B-peen geteeld. In dit rapport wordt gerekend met de B-peen. Voor de groenbemesters geldt dat er vanuit gegaan wordt dat het een geslaagde groenbemester is. In ieder systeem ligt ook een vergelijking tussen kerende en niet-kerende groundbewerking sinds 2011. In dit onderzoek zijn voor beide maatregelen de resultaten van 2011 t/m 2017 meegenomen. Voor de periode van 2000 tot en met 2016 is voor het biologische deel een rapport gemaakt (Haan, J.J. de et al, 2017) en voor het gangbare deel een rapport over de periode van 2011 tot en met 2016 (Haan, J.J. de et al, 2017). Hierin is uitgebreider te lezen over deze systeemprouven.

Tabel 2 Gewasrotatie bij de gangbare en biologische teeltwijze in het project Bodemkwaliteit op zand in Vredepeel

Jaar	
1	Consumptieaardappelen, groenbemester ¹
2	Conservenerwten, grasklaver groenbemester ²
3	Prei
4	Zomergerst, groenbemester
5	B-peen ³
6	Snijmaïs, vanggewas

¹ Gangbaar tot 2015 geen groenbemester na aardappelen

² Gangbaar tot 2014 gras wat ook geoogst werd

³ Gangbaar tot 2015 suikerbiet

1.1.2 Bodemgezondheid (BG)

In het zuidoostelijk zandgebied vormen schadelijke nematoden en bodemschimmels een probleem op zich. Dat was ook de reden om in Vredepeel een langjarige veldproef aan te leggen waarin het effect van verschillende teeltsystemen in combinatie met verschillende bodemmaatregelen op de bodemgezondheid worden onderzocht.

Op een perceel (typerend voor lichte (zand)gronden; besmet met verschillende plantparasitaire aaltjes en schadelijke bodemschimmels) zijn vier teeltsystemen aangelegd. Twee biologische systemen (organische bemesting, geen chemische gewasbescherming) en twee geïntegreerde systemen (met inzet van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen). Elk weer opgesplitst in een systeem met Best Practices (Aaltjesbeheersingsstrategieën, gewasrestmanagement etc.) en een systeem Good Practice. Binnen de systemen zijn tien (9 + onbehandeld) maatregelen uitgevoerd om de bodemgezondheid/kwaliteit duurzaam te verbeteren, waaronder de teelt van tagetes patula als aaltjesvanggewas, maar ook de aanvoer van extra organische stof via o.a. gras/klaver en compost. De maatregelen zijn in 2006 en herhaald in 2009 uitgevoerd, na de oogst van het graan. De gewasrotatie van de proef is weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3 *Bouwplan in de Systeemproef bodemgezondheid in Vredepeel*

Jaar	Gewas
2006	zomergerst, gevolgd door maatregelen
2007	aardappelen
2008	lelie
2009	zomergerst, gevolgd door maatregelen
2010	aardappelen
2011	B peen
2012	snijmaïs

1.1.3 BASIS

Op akkerbouwbedrijven op klei vormen bodemstructuur en organische stof de grootste uitdagingen. In de systeemproef in Lelystad ligt daarom het accent op de grondbewerking en de bodembelasting. De resultaten van organische stofmanagement zijn dan ook niet meegenomen in deze economische analyse. Naast het reguliere systeem met ploegen ligt er een systeem met niet-kerende grondbewerking en een tussenvorm waarin wel gewoeld wordt. Alle drie in combinatie met vaste rijpaden. Beide systemen hebben een gangbare en een biologische variant. De gewassen in de beide varianten zijn weergegeven in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..** De proef loopt vanaf 2009 en het accent ligt op het effect van grondbewerking en vaste rijpaden op ecosysteemdiensten. Teeltmaatregelen kunnen dan ook in strijd zijn met het optimaliseren van de gewasopbrengst.

Tabel 4 *Geteelde biologische en gangbare gewassen in het project BASIS.*

Biologisch	Gangbaar
aardappelen	pootaardappelen
grasklaver	suikerbieten
witte kool	Zomergerst*
zomertarwe	zaaiuien
winterpeen	
bonen/tarwe	

* in één jaar is wintertarwe geteeld i.p.v. zomergerst

1.1.4 Bodemkwaliteit veenkoloniën (BKV)

In het Veenkoloniale bouwplan (Tabel 5) zijn de organische stofbalans en de bodemgezondheid belangrijke uitdagingen. In de systeemproef in Valthermond wordt daarom onderzoek gedaan naar de effecten van kerende en niet-kerende grondbewerking. Daarnaast worden enkele opties voor

organische stofaanvoer vergeleken. Daarnaast is een specifieke bodemverbeterende maatregel geëvalueerd, namelijk de inzet van een Calcium-Magnesium meststof. Voor de beheersing van het in de regio algemeen voorkomende vrijlevende wortelstelselaaltje *Pratylenchus penetrans* wordt onderzoek gedaan naar de inpasbaarheid van tagetes (afrikaantje) als vanggewas in de (gangbare) gewasrotatie.

Tabel 5 *Bouwplannen in het project Bodemkwaliteit veenkoloniën in Valthermond.*

Jaar	Referentiebouwplan	Bouwplan met tagetes
1	Zetmeelaardappelen	Zetmeelaardappelen
2	Zomergerst met groenbemester (japanse haver)	Tagetes met groenbemester (japanse haver)
3	Zetmeelaardappelen	Zetmeelaardappelen
4	Suikerbieten	Suikerbieten

1.1.5 Duurzaam bodembeheer maïs (DBM)

Op veel melkveebedrijven wordt snijmaïs jarenlang op hetzelfde perceel geteeld. Dat leidt tot problemen met de bodemstructuur en de afname van organische stof. In drie systeemprouwen op verschillende grondsoorten zijn daarom maatregelen onderzocht om de continuïteit van snijmaïs te verduurzamen: niet-kerende grondbewerking, groenbemesters, strokenteelt en nateelten. De proeven zijn vanaf 2009 uitgevoerd in Lelystad (klei), Rolde (Noordoostelijk zandgebied) en de Moer (zuidelijk zandgebied). In de kosten-batenanalyse is alleen grondbewerking meegenomen.

1.2 Vraagstelling en perspectief

De kosten-batenanalyse is een manier om inzicht te krijgen in het perspectief van de maatregelen in de praktijk. De aanname is dat akkerbouwers eerder maatregelen implementeren die een positieve kosten-batenverhouding hebben, dan maatregelen met een negatieve kosten-batenverhouding. Deze aanname gaat wellicht teveel uit van de mens als homo economicus, terwijl de praktijk laat zien dat veel beslissingen niet (alleen) op economische argumenten wordt genomen (Sukkel, de Wolf in Swart et al, 2016). Toch is de kosten-batenverhouding wel een eerste indicatie voor het praktijkperspectief.

De vraagstelling van de kosten-batenanalyse kiest daarom het perspectief van een akkerbouwer (en voor maïs mogelijk de veehouder), die zich afvraagt *wat een maatregel kost en wat de baten zijn*.

1.3 Methode en gebruikte data

Een ander gevolg van dit praktijkperspectief is dat een akkerbouwer niet zozeer geïnteresseerd is in de details van de proef, maar in de vertaalslag naar zijn bedrijf. Wat zou voor zijn bedrijfssituatie de aanpak zijn en welke resultaten mag je dan verwachten? Het is ook niet zinvol om bijv. de mechanisatie en arbeid vanuit een onderzoeksproject als uitgangspunt te nemen voor een kostenberekening voor toepassing in een praktijksituatie. Daarom zijn KWIN cijfers over kosten van mechanisatie als uitgangspunt gekozen voor de berekeningen. In alle gevallen is gerekend met de kosten per hectare, waardoor het verschil in schaal (bedrijfs grootte) niet relevant is.

In diverse proeven is ook gaandeweg een aanpassing gemaakt, op basis van ervaringen in de eerste jaren. Het is dan vanuit praktijkperspectief belangrijker om een 'best practice' op te stellen: *wat zou een akkerbouwer het beste kunnen doen, op basis van de ervaringen van de proef?* Datzelfde geldt voor de resultaten: de variatie in opbrengsten in de proef is deels veroorzaakt door 'leereffecten'. Daarom is met de onderzoekers voor iedere maatregel een best practice opgesteld, met enerzijds de gedetailleerde maatregelen en anderzijds de verwachte effecten op de (financiële) opbrengst.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de kosten-batenanalyse van de grondbewerkingsmaatregelen in de verschillende systeemprouwen uitgewerkt. De organische stofmaatregelen worden geanalyseerd in hoofdstuk 3 en in hoofdstuk 4 wordt een kosten-batenanalyse gemaakt voor tagetes als vanggewas. Hoofdstuk 5 bevat een kosten-batenanalyse voor de Albrecht-methode. Hoofdstuk 6 bevat een slotbeschouwing op de kosten en baten van bodembeheersmaatregelen.

2 Grondbewerking

2.1 Akkerbouw op klei – BASIS

2.1.1 Best practices grondbewerking

Beschrijving van grondbeweringsmaatregelen

In BASIS worden drie grondbewerkingsystemen (standaard, minimaal en een tussenvorm) met elkaar vergeleken in een biologisch en een gangbaar teeltsysteem (zie 1.1.3), in totaal zes objecten. Bij BASIS wordt de grondbewerking voor ieder object *per gewas* geoptimaliseerd, zoals dat gebruikelijk is in de praktijk van akkerbouw op klei. De grondbewerking hangt, meer dan op zand, af van de bodem- en weersomstandigheden. Als de grond bijvoorbeeld tijdens de winter door vorst goed is verweerd, dan wordt de voorjaarsgrondbewerking vaak minder intensief gedaan. Hetzelfde geldt voor het wel of niet afvriezen van een groenbemester in de winter. Daarnaast wordt na de oogst vaak nog bepaald of, en zo ja welke groenbemester wordt gezaaid. Dat heeft ook invloed op de grondbewerking. In de proef zijn dus per gewas verschillende bewerkingen gedaan, die ook van jaar tot jaar nog weer verschillen.

Voor de kosten-batenvergelijking zijn best practices per gewas en per systeem opgesteld op basis van de ervaringen in de proef: wat zijn gemiddeld genomen de grondbewerkingen die nodig zijn in de verschillende systemen om de teelt goed uit te voeren? Per grondbewerking zijn de kosten in kaart gebracht (zie bijlage 1). Een totaaloverzicht van de best practices voor grondbewerking is te vinden in de bijlage (bijlage 2).

Kosten

Uiteindelijk zijn de verschillen in totale kosten van grondbewerking voor de verschillende objecten niet erg groot (zie Tabel). Bij zowel de biologische als de gangbare proef zijn de kosten voor de standaard grondbewerking het hoogste, gevolgd door de tussenvorm. De minimale grondbewerking heeft de laagste kosten voor grondbewerking. Deze verschillen zijn zo minimaal dat ze niet relevant zijn voor de praktijk.

Daarnaast moet nog opgemerkt worden dat de grondbewerking ook invloed heeft gehad op de onkruiddruk en daarmee ook op de kosten voor de handmatige onkruidbeheersing, m.n. in het biologische systeem. Deze kosten zijn niet meegenomen in de berekening, aangezien deze gegevens niet beschikbaar zijn. De overige kostenposten zoals gewasbeschermingsmiddelen en uitgangsmateriaal zijn niet verschillend tussen de varianten.

Tabel 6 De berekende kosten van grondbewerking (in Euro per ha per jaar) voor de 3 varianten in het biologische en gangbare systeem.

Variant	Kosten Grondbewerking (€/ha/jaar)	
	Biologisch	Gangbaar
S (standaard)	€ 371	€ 474
T (tussenvorm)	€ 318	€ 462
M (minimaal)	€ 307	€ 412

2.1.2 Opbrengsteffecten

Net als de kosten zijn ook de opbrengsten van de tussenvorm en minimaal vergeleken met standaard (zie Tabel). Alleen de gewassen met significante verschillen in netto kg opbrengst worden meegenomen in deze vergelijking. Als de verschillen in opbrengst niet significant waren, is de financiële opbrengst gelijk in de berekening. Het gaat hierbij om de economische verschillen uitgerekend aan de hand van prijzen uit de KWIN 2018 of op basis van ervaring van de onderzoekers en bedrijfsleider.

Tabel 7 Opbrengsten biologische gewasrotatie waarbij de groen gekleurde vakken aangeven wanneer er een significant verschil is met de standaard grondbewerking. Ook de jaren welke meegenomen zijn in de berekening staan in de tabel, niet alle jaren zijn alle gewassen geteeld.

Gewasrotatie biologisch	Gewas 1	Gewas 2	Gewas 3	Gewas 4	Gewas 5	Gewas 6
	C. aardappel	Krasklaver	Industrie kool (wit)	Zomertarwe	Winterpeen	Veldbonen / zomertarwe
	Jaren meegenomen: '09, '11, '12, '15, '17	'10, '12, '13, '16	'11	'09, '12, '14, '15, '16	'09, '10, '13, '15	'10, '11, '14
	kg opbrengst	kg opbrengst	kg opbrengst	kg opbrengst	kg opbrengst	kg opbrengst
S (standaard)	32300	11849	85558	5300	63300	5000
T (tussenvorm)	31900	13524	83953	5600	54800	5200
M (minimaal)	31600	13851	81136	5600	53500	4900

Bij de vergelijking tussen de tussenvorm en standaard in de biologische gewasrotatie gaven grasklaver en zomertarwe significant meer opbrengst in de tussenvorm, maar winterpeen significant minder opbrengst. In de berekening is aangenomen dat de opbrengst van gewassen gelijk is als er in de proef geen significante opbrengstverschillen zijn vastgesteld. Voor de totale vruchtwisseling is de berekende financiële opbrengst van de tussenvorm € 559/ha/jaar lager dan de standaard (zie bijlage 3).

Bij de vergelijking tussen minimaal en standaard in de biologische gewasrotatie gaven ook hier de grasklaver en de zomertarwe een significant hogere opbrengst in de minimale grondbewerking, maar naast de winterpeen gaf hier de industriekool ook een significant lagere opbrengst. Voor de totale vruchtwisseling is de berekende financiële opbrengst van de minimale grondbewerkingsvariant € 726/ha/jaar lager dan de standaard (zie bijlage 3).

Bij de biologische gewasrotatie moet wel vermeld worden dat de getallen van de industriekool gebaseerd zijn op 1 jaar. De andere jaren heeft hier witte of rode kilo kool gestaan of pompoen. Doordat er in de toekomst een grote kans is dat industriekool vaker zal worden geteeld is er voor gekozen deze hier weer te geven.

Tabel 8 Opbrengsten gangbare gewasrotatie waarbij de groen gekleurde vakken aangeven wanneer er een significant verschil is met de standaard grondbewerking. Ook de jaren welke meegenomen zijn in de berekening staan in de tabel, niet alle jaren zijn alle gewassen geteeld.

Gewasrotatie gangbaar	Gewas 1	Gewas 2	Gewas 3	Gewas 4
	Pootaardappel	Suikerbiet	Zomergerst	Zaaiui
	Jaren meegenomen: '11, '12, '15	'09, '12, '13, '16, '17	'09, '13, '14, '17	'11, '14, '15
	kg opbrengst	ton opbrengst	kg opbrengst	kg opbrengst
S (standaard)	40900	98.7	7800	70900
T (tussenvorm)	41300	98.8	7700	69100
M (minimaal)	41400	98.8	7900	67400

In de gangbare rotatie was er tussen de tussenvorm en standaard geen significant verschil gemeten (zie **Tabel**). Dit betekent dat de bouwplanopbrengsten gelijk aan elkaar zijn (zie bijlage 3).

Bij de vergelijking van minimaal met standaard brachten de zaaiuien significant minder op (zie **Tabel**). Voor de totale vruchtwisseling is de berekende financiële opbrengst van de minimale grondbewerkingsvariant € 88/ha/jaar lager dan de standaard (zie bijlage 3).

2.1.3 Kosten en batenvergelijking

Om het totale voordeel/nadeel van de objecten ten opzichte van standaard te berekenen is het verschil in kosten en het verschil in opbrengsten bij elkaar opgeteld (zie Tabel 9 en Tabel 10). De opbrengsten zijn dusdanig lager dat de kleine kostenbesparing bij de grondbewerkingen hier niet tegenop wegen. Dit resulteert bij de biologische rotatie daardoor in een berekend nadeel van **€ 505/ha/jaar** voor de tussenvorm en **€ 661/ha/jaar** voor de minimale grondbewerking ten opzichte van standaard grondbewerking.

Tabel 9 *Het totaal berekende verschil van de tussenvorm en minimale grondbewerking ten opzichte van standaard voor de biologische rotatie.*

Gewasrotatie biologisch	Vershil kosten t.o.v. standaard	Vershil opbrengsten t.o.v. standaard	Totaal verschil/ha/jaar
T (tussenvorm)	€ 54	- € 559	- € 505
M (minimaal)	€ 65	- € 726	- € 661

Voor de gangbare rotatie is het berekende verlies lager dan bij biologisch. Dit komt met name door de kleinere of geen verschillen bij de opbrengsten. De kostenbesparing bij de grondbewerking is echter ook kleiner. Uiteindelijk resulteert dit voor de tussenvorm een berekend voordeel van **€ 13/ha/jaar** en voor de minimale grondbewerking een berekend nadeel van **€ 26/ha/jaar** ten opzichte van standaard.

Tabel 10 *Totaal berekende verschil van de tussenvorm en minimale grondbewerking ten opzichte van standaard voor de gangbare rotatie.*

Gewasrotatie gangbaar	Vershil kosten t.o.v. standaard	Vershil opbrengsten t.o.v. standaard	Totaal verschil/ha/jaar
T (tussenvorm)	€ 13	€ 0	€ 13
M (minimaal)	€ 62	- € 88	- € 26

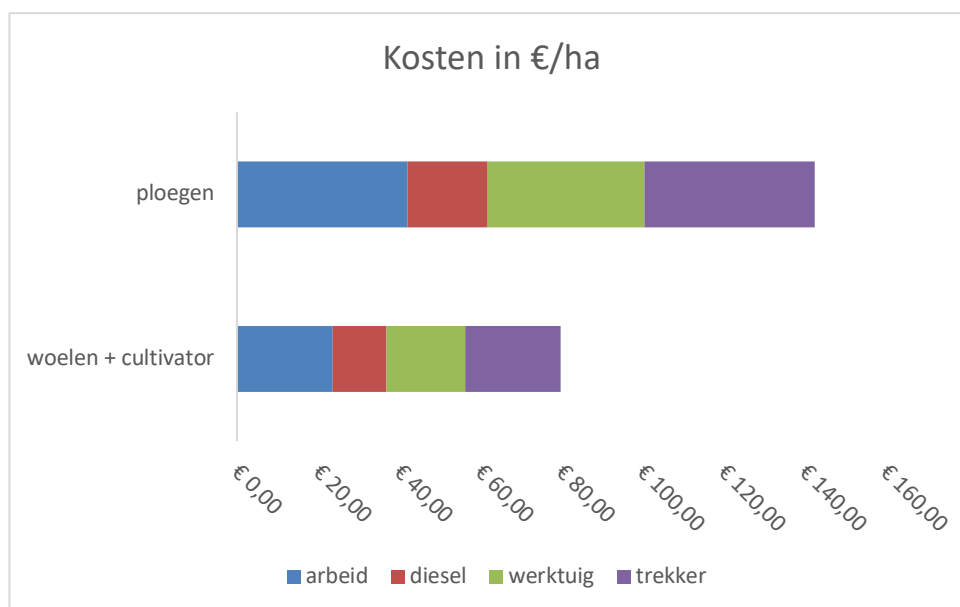
Er kan voor dit experiment dus geconcludeerd worden dat de standaard grondbewerking de meest gunstige kosten-baten verhouding heeft en dus financieel het meest aantrekkelijk is op de tussenvorm van gangbaar na. De beide varianten met NKG doen het economisch minder goed bij biologisch, met name door een lagere gewasopbrengsten van cash crops ten opzichte van de standaard. In dit systeem wordt dat vooral veroorzaakt door de achterblijvende opbrengst van peen bij de minimale grondbewerkingsvariant en de tussenvorm. Het is opvallend dat de andere gewassen in het biologische systeem het vergelijkbaar of beter doen, en alleen de peen het laat afweten met een gemiddelde opbrengst die ongeveer 15% lager ligt. In de proef zijn voor zover mogelijk aanpassingen gedaan m.b.t. zaaizaadhoeveelheden. Daarnaast wordt gewerkt aan optimalisatie in rugopbouw en zaaitechniek om de opbrengstpotentie van peen in de NKG varianten te vergroten. Het gangbare systeem doet het al beter kijkend naar de opbrengstverschillen. Alleen de zaauien zorgen voor een lagere opbrengst bij minimaal. Door de lagere kosten bij de tussenvorm is het totaal verschil ten opzichte van standaard zelfs positief. Het verschil in kosten bij minimaal zorgt ervoor dat het totale verschil maar licht negatief is voor dit systeem.

2.2 Akkerbouw op zand – BKZ

In de BKZ systeemproef liggen drie systemen met verschillende organische stofstrategieën: twee gangbare systemen (lage en gemiddelde OS aanvoer) en een biologisch systeem (hoge OS aanvoer). In ieder systeem ligt ook een vergelijking van verschillende hoofdgrondbewerkingen: ploegen versus niet-kerende grondbewerking (woelen + cultivator). Voor onderstaande analyse zijn alleen de systeem standaard OS aanvoer en het biologische systeem gebruikt voor de vergelijking van NKG met ploegen omdat het systeem met lage OS aanvoer niet representatief is voor de praktijk.

2.2.1 Practices grondbewerking

Het verschil in de kosten bestaat uit het verschil in grondbewerkingskosten en bij het biologische systeem ook de kosten voor het handwieden. Naast deze kostenposten zijn de andere kosten gelijk. Het verschil in grondbewerking tussen standaard en NKG is dat er bij standaard geploegd wordt en bij NKG wordt er gewoeld en gecultiveerd (in één werkgang). Dit wordt ieder jaar voorafgaand aan de teelt van elk gewas gedaan. Het berekende verschil in kosten van de grondbewerking is €63/ha/jaar waarbij NKG minder kosten heeft. Deze zijn nog opgesplitst in arbeids-, diesel-, werktuig- en trekkerkosten (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). Doordat er met ploegen maar weinig hectares per uur gedaan kunnen worden (gerekend met 1,6 uur/ha) zijn arbeids- en trekkerkosten het belangrijkste deel van de kosten. Woelen plus cultivatoren gaat daarentegen sneller en de werktuigkosten zijn ook lager (minder dure machines).



Figuur 1 kosten voor de grondbewerking opgesplitst in arbeids-, diesel-, werktuig- en trekkerskosten. Woelen + cultivator wordt in één werkgang gedaan.

Bij de vergelijking in het biosysteem zijn er naast de verschillen in de grondbewerkingskosten ook nog verschillen in arbeidskosten voor handwieden. In **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** staat een overzicht van het verschil in handwieduren per gewas tussen ploegen en NKG. Dit zijn gemiddeldes over de periode 2012-2017. Om deze om te zetten in kosten wordt er vanuit gegaan van het wettelijk minimum loon voor 23 jaar en ouder (€ 9,69) voor de CAO Open Teelten. De kosten voor de werkgever zijn daarbij 127% van het brutoloon (€ 12,31).

Tabel 11 Overzicht van gemiddelde kosten voor handwieduren per gewas per hectare over de periode van 2012-2017.

Arbeid biologisch (in €)	C. aardappel	Cons. erwten	Prei	Zomergerst	Winterpeen	Snijmaïs
Ploegen	€ -	€ 86	€ 517	€ 148	€ 1,871	€ 160
NKG	€ -	€ 62	€ 788	€ 123	€ 2,142	€ 234

De kosten voor handwieduren komen dus bovenop de grondbewerkingskosten. De extra kosten voor handwieduren in NKG zijn € 32/ha/jaar voor het totale bouwplan.

2.2.2 Opbrengsteffecten

Het verschil in de opbrengsten tussen het standaard systeem en NKG over de jaren 2011-2017 is in kaart gebracht voor zowel het gangbare als het biologische systeem. Er is voor deze vergelijking nog geen statistische analyse gedaan en kan er dus niet gezegd worden of de opbrengstverschillen significant verschillend zijn. Op basis van de gemiddeldes over de jaren heen is er wel een verschil te

vinden in opbrengst tussen ploegen en NKG (zie Tabel 12 en Tabel 13). Het uiteindelijke berekende verschil tussen de systemen op bouwplan-niveau is voor gangbaar dat de standaard grondbewerking € 116/ha/jaar meer opbrengst geeft en voor biologisch dat standaard grondbewerking € 130/ha/jaar meer opbrengst geeft. Het verschil van € 116 bij gangbaar is maar 1,6% van de totale financiële opbrengst en bij biologisch is het verschil van € 130 maar 0,8% van de totale financiële opbrengst. Dit betekent dat er in de praktijk waarschijnlijk weinig verschil gemerkt zal worden.

Tabel 12 Gemiddelde opbrengsten in euro's per hectare voor ieder gewas over de jaren 2011-2017 inclusief een gemiddelde bouwplan-opbrengst voor de gangbare gewasrotatie.

Gewasrotatie gangbaar	C. aardappel	Cons. erwten	Prei	Zomergerst	Winterpeen	Snijmaïs	Gem./jaar
Ploegen	€ 7,138	€ 1,697	€ 17,710	€ 1,054	€ 14,616	€ 2,177	€ 7,399
NKG	€ 7,426	€ 1,874	€ 16,985	€ 1,125	€ 14,103	€ 2,182	€ 7,283

Tabel 13 Gemiddelde opbrengsten in euro's per hectare voor ieder gewas over de jaren 2011-2017 inclusief een gemiddelde bouwplan-opbrengst voor de biologische gewasrotatie.

Gewasrotatie biologisch	C. aardappel	Cons. erwten	Prei	Zomergerst	Winterpeen	Snijmaïs	Gem./jaar
Ploegen	€ 11,020	€ 3,975	€ 39,052	€ 1,348	€ 33,614	€ 10,341	€ 16,558
NKG	€ 12,252	€ 3,655	€ 38,941	€ 1,525	€ 32,659	€ 9,540	€ 16,429

2.2.3 Kosten en batenvergelijking

Om een totaalbeeld te krijgen van het economische voor- of nadeel van NKG worden de verschillen in kosten en opbrengsten bij elkaar opgeteld. In Tabel 14 en Tabel 15 worden de bouwplan verschillen van opbrengst en kosten van elkaar afgetrokken om zo het totale verschil te berekenen. Hieruit blijkt dat ploegen in het gangbare systeem € 53/ha/jaar meer opbrengt en in het biologisch systeem € 162/ha/jaar meer opbrengt. Wanneer de opbrengsten niet significant van elkaar zouden verschillen blijft enkel het verschil in kosten staande wat zou betekenen dat voor gangbaar NKG € 63 meer op zou leveren en biologisch NKG €32 minder op zou leveren.

Tabel 14 Het berekende voordeel voor ploegen ten opzichte van NKG voor het gangbare systeem.

Kosten ploegen t.o.v. NKG	€ 63
Opbrengsten ploegen t.o.v. NKG	€ 116
Totaal voordeel ploegen (=opbr.-kosten)	€ 53

Tabel 15 Het berekende voordeel voor ploegen ten opzichte van NKG voor het biologische systeem.

Kosten ploegen t.o.v. NKG	-€ 32
Opbrengsten ploegen t.o.v. NKG	€ 130
Totaal voordeel ploegen (=opbr.-kosten)	€162

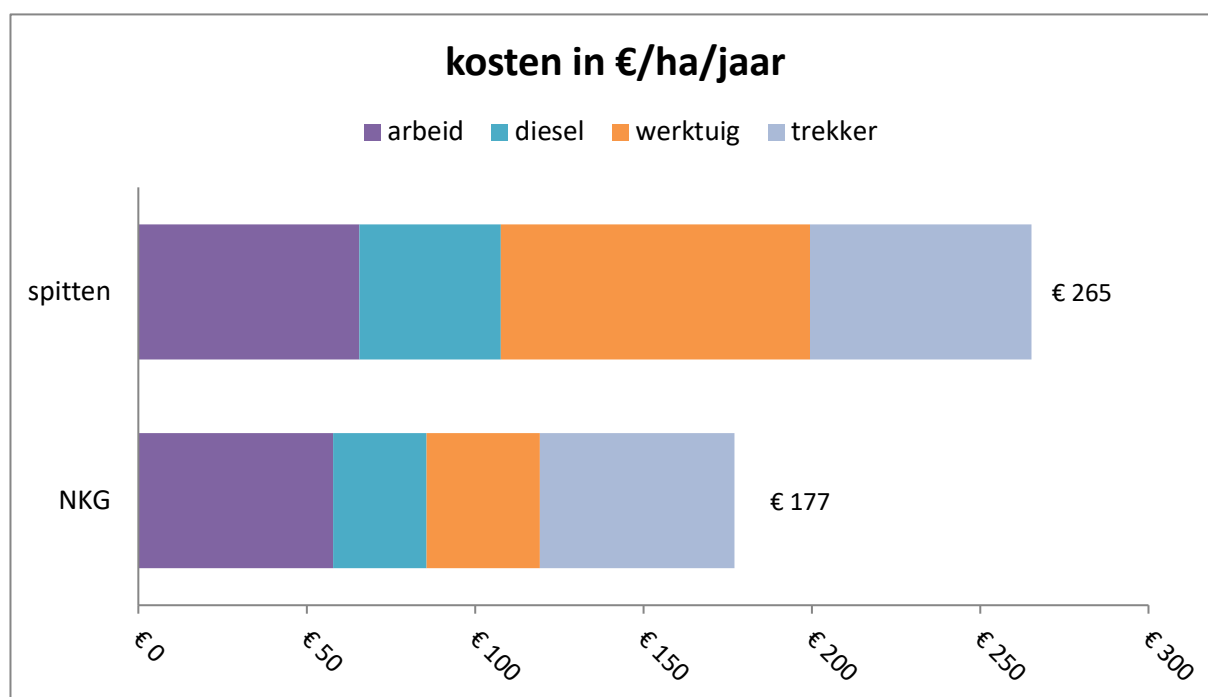
Conclusie

De berekende economische verschillen tussen ploegen en NKG zijn relatief klein voor de systemen op zandgrond. De kosten van NKG liggen iets lager in vergelijking met ploegen, maar ook de gewasopbrengsten zijn iets lager bij NKG. Daarnaast leidt NKG in het biologische systeem tot extra kosten voor onkruidbeheersing. In totaliteit hebben de beide ploegsystemen een klein economisch voordeel.

2.3 Akkerbouw Noordoost Nederland – BKV

2.3.1 Practices grondbewerking

In de proef in Noordoost Nederland zijn twee varianten vergeleken, waarbij alleen de hoofdgrondbewerking verschilt en niet in andere bewerkingen. In de variant met kerende grondbewerking is een spitmachine gebruikt en bij NKG een vastetand cultivator met voorzetwoeler en vorenpakker. Om het verschil in de kosten tussen de 2 objecten te berekenen is er gekeken naar het verschil in bewerkingen tussen NKG en spitten. Het verschil in kosten is in figuur 2 weergegeven. In de gehele rotatie worden ieder jaar deze grondbewerkingen uitgevoerd en zijn dus de overige werkzaamheden gelijk in beide objecten. Het verschil in de berekende kosten per hectare per jaar is **€ 88,-**. Het grootste verschil in de kosten zit hierbij in het werktuig. Een spitmachine is mechanisch gezien complexer dan een vastetand cultivator met voorzetwoeler en vorenpakker, hierdoor is er meer onderhoud nodig en is de machine duurder in aanschaf. Daarnaast kost spitten meer brandstof.



Figuur 2 De kosten per hectare voor de hoofdgrondbewerkingen bij het object spitten en NKG opgesplitst in arbeids-, diesel-, werktuig- en trekkerskosten.

2.3.2 Opbrengsteffecten

De objecten zijn ook geanalyseerd op opbrengstverschillen van de gewassen (rotatie: Festien (zetmeelaardappel) – suikerbiet – Seresta (zetmeelaardappel) – zomergerst). Deze verschillen zijn ook omgerekend naar economische verschillen. In de analyse voor de opbrengst vers gewicht zijn enkel voor Festien significante verschillen gevonden tussen NKG en spitten, waarbij NKG meer opbrengst gaf. Daarom is alleen deze opbrengst meegerekend voor de economische berekening. In de praktijk is voor de bepaling van de prijs van zetmeelaardappelen het percentage zetmeel van belang, niet alleen de kilogramopbrengst. In de berekening is uitgegaan van een gemiddelde percentage zetmeel over de jaren aangezien er in de statistische analyse van de opbrengsten geen significant verschil uit kwam tussen de percentages zetmeel van NKG en spitten. In tabel 16 wordt de financiële opbrengst van Festien weergegeven. Deze opbrengst is gemiddeld over de looptijd van de proef (periode van 2014 tot en met 2017). Er is uitgegaan van productprijzen uit de KWIN 2018. Voor suikerbieten geldt dat de suikeropbrengst bepalend is voor de prijs, maar deze waren niet significant verschillend tussen NKG en spitten.

Tabel 16 Financiële opbrengsten (in Euro/ha) voor Festien in beide systemen.

Opbrengsten	
	Festien
Spitten	€ 3,470
NKG	€ 3,638
Vershil	€ 168

De tabel laat zien dat er voor Festien € 168,- per hectare verschil is. Voor de andere gewassen is er dus geen verschil aangetoond. Omdat Festien 1:4 geteeld wordt betekend dit dus op de hele rotatie gemiddeld € 42,- voordeel per hectare per jaar.

2.3.3 Kosten en batevergelijking

Om een compleet beeld te krijgen van de financiële voor-/nadelen van NKG zijn zowel de kostenverschillen als de opbrengstverschillen in kaart gebracht (zie tabel 17). Doordat er kosten bespaard worden bij NKG ten opzichte van spitten en omdat NKG gemiddeld net wat meer opbrengsten oplevert, is er een financieel voordeel van € 130,- per hectare per jaar om NKG toe te passen.

Tabel 17 Overzicht van de financiële verschillen in opbrengst en kosten tussen NKG en spitten per gewas en per rotatie. Dit zijn bedragen per hectare per jaar en zijn gemiddelden van de periode 2014-2017.

Opbrengsten					
	Festien	Suikerbiet	Seresta	Zomergerst	Gem./jaar
Spitten	€ 3,470				
NKG	€ 3,638				
Vershil	€ 168				€ 42

Kosten verschil									
	Festien	suikerbiet	Seresta	zomergerst	gem./jaar				
Spitten	€ 265	€ 265	€ 265	€ 265	€ 265				
NKG	€ 177	€ 177	€ 177	€ 177	€ 177				
Vershil	€ -88	€ -88	€ -88	€ -88	€ -88				
Voordeel NKG/ha	€ 256	€ 88	€ 88	€ 88	€ 130				

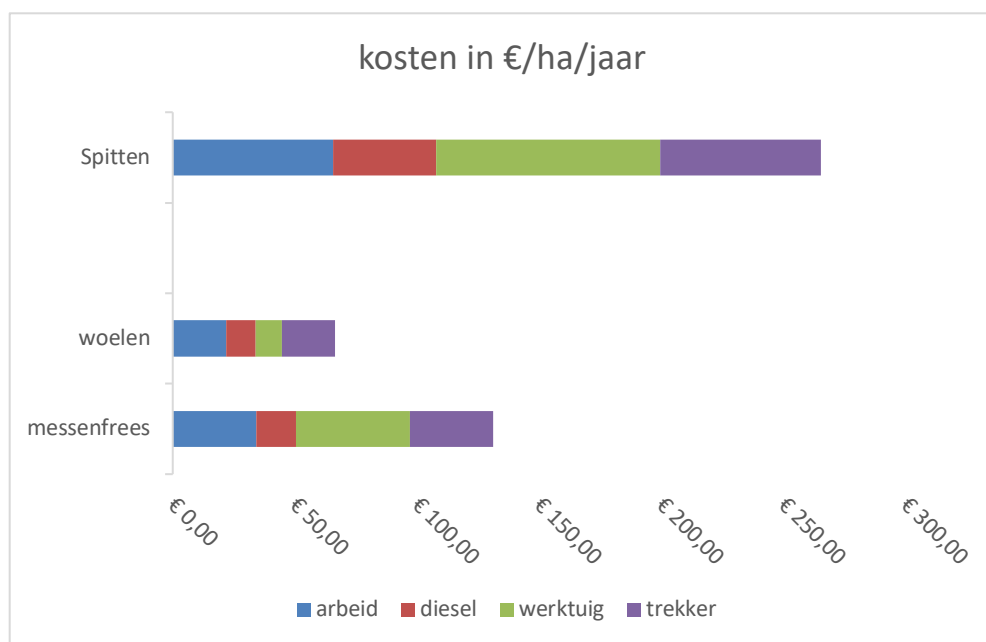
Op basis van de berekende kosten en baten blijkt NKG voordeliger dan spitten. In de proef is geen verschil gevonden in de onkruiddruk tussen NKG en spitten.

2.4 Maïsteelt op klei en zand – DBM

2.4.1 Rolde

2.4.1.1 Practices grondbewerking

In Rolde (zandgrond) bestaat de hoofdgrondbewerking bij standaard uit spitten en bij NKG uit woelen en frezen (2 aparte bewerkingen). De andere (grond)bewerkingen zijn gelijk bij deze twee objecten. Om de kosten inzichtelijk te maken zijn de kosten per bewerking opgesplitst in arbeid-, diesel-, werktuig- en trekkerkosten (zie Figuur 3). Spitten is een relatief dure grondbewerking. Dit komt onder andere doordat het een complexe machine is en er maar weinig hectares per uur gedaan kunnen worden. Door de intensiteit van de grondbewerking is het brandstofverbruik ook hoger bij spitten. Woelen is daarentegen een zeer goedkope grondbewerking (simpele machine en gaat sneller). Frezen zit hier tussenin aangezien de machine wat complexer is. Ook is de som van woelen en frezen samen minder dan spitten. Bij NKG leidt dat tot een berekend voordeel van **€ 68/ha/jaar** ten opzichte van standaard voor de bewerkingskosten.



Figuur 3 De kosten per hectare per jaar voor de hoofdgrondbewerkingen van de objecten standaard en NKG opgesplitst in arbeids-, diesel-, werktuig- en trekkerkosten. Bij het object standaard bestaat de hoofdgrondbewerking uit spitten en bij NKG uit woelen en frezen (2 werkgangen).

2.4.1.2 Opbrengsteffecten

Omdat maïs het enige gewas is wat er geteeld wordt in dit experiment en er geen vruchtwisseling is, is er ook enkel gekeken naar de opbrengsten van maïs. Hierbij is gekeken naar de drogestof-opbrengst en kwaliteit (VEM en DVE). Aangezien er nog geen statistische analyse is gedaan over de opbrengsten van de verschillende jaren tot nu toe kan er nog niet gezegd worden of er significante verschillen behaald zijn in de opbrengsten. Wel is er een gemiddelde opbrengst berekend over de jaren waarin de proef nu loopt (2012-2018) aan de hand van gemiddelde prijzen (www.voederwaardeprijzen.nl):

Standaard: €3211,-/ha

NKG: €2897,-/ha

Het verschil tussen de berekende financiële opbrengsten van deze objecten komt daarmee op **€ 314 /ha/jaar** waarbij meer opbrengst gehaald wordt bij de standaard grondbewerking. Doordat het verschil bijna 10% bedraagt van de totaalopbrengst, is dit relevant voor de praktijk.

2.4.1.3 Kosten en batenvergelijking

De verschillen in kosten en opbrengsten van NKG ten opzichte van standaard is hieronder in Tabel 18 weergegeven. Doordat de besparing in kosten bij NKG niet opweegt tegen de lagere opbrengsten, is het uiteindelijk economisch minder aantrekkelijk om op NKG over te gaan.

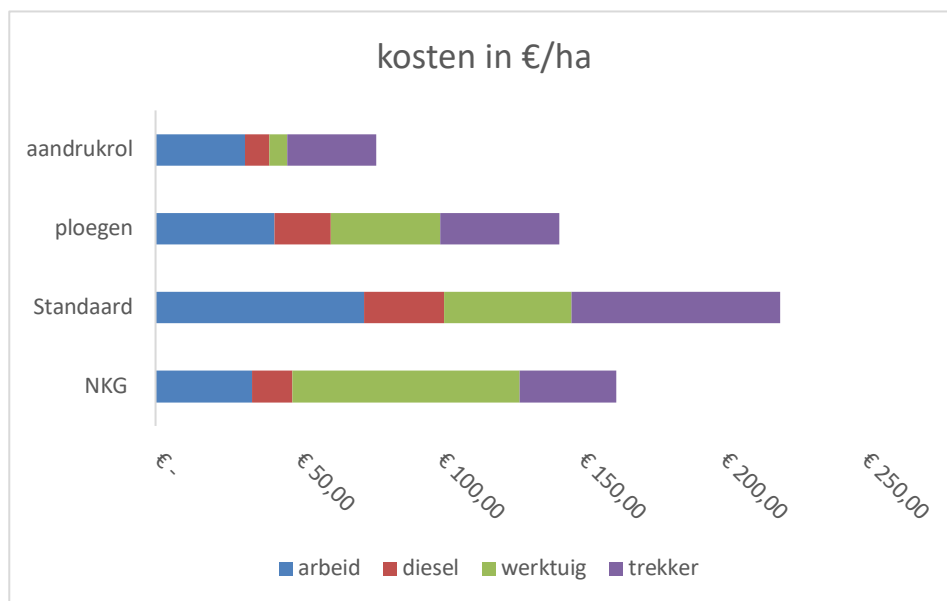
Tabel 18 Verschil in kosten en opbrengsten van NKG ten opzichte van standaard per jaar per hectare.

Kosten	€ -68
Opbrengsten	€ -314
Totaal	€ -247

2.4.2 De Moer

2.4.2.1 Practises grondbewerking

In De Moer (zandgrond) bestaat de standaard grondbewerking uit ploegen en een zaaibedbereiding met een soort vorenpakker. Deze bewerkingen worden in 2 aparte acties gedaan. Voor het NKG-object wordt gewoeld en gerotorkopegd. De overige bewerkingen zijn gelijk tussen deze twee objecten. Om het verschil in kosten te berekenen is dus enkel dit verschil in beeld gebracht (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). De kosten zijn uitgesplitst in arbeid, diesel, werktuigkosten en trekkerkosten. Bij de standaard grondbewerking zijn de arbeid- en trekkerkosten het hoogst omdat het meer tijd kost per hectare om deze bewerkingen te doen. Bij de NKG-variant zijn de machinekosten het hoogst, omdat een rotorkopeg een wat duurdere machine is. Het voordeel bij de NKG-variant is dat de grondbewerking in één werkgang gedaan wordt, ten opzichte van twee werkgangen bij de standaard grondbewerking. Het uiteindelijke verschil tussen de twee varianten per



hectare per jaar is **€58**.

Figuur 4 De kosten per hectare per jaar voor de hoofdgrondbewerkingen van de objecten standaard en NKG opgesplitst in arbeids-, diesel-, werktuig- en trekkerkosten. Bij het object standaard bestaat de hoofdgrondbewerking uit ploegen en rollen (2 werkgangen) en bij NKG uit woelen in combinatie met rotorkopeggen (1 werkgang).

2.4.2.2 Opbrengsteffecten

Het verschil in de opbrengsten tussen de twee objecten is ook geanalyseerd. Omdat de maïs in continueelt wordt geteeld is er ook alleen naar de maisopbrengst gekeken. Om de maisopbrengst te berekenen is er gekeken naar de droge stof-opbrengst, de VEM-waarde en de DVE-waarde. De gemiddelde opbrengsten van 2012-2017 van ploegen en NKG waren niet significant verschillend.

2.4.2.3 Kosten en batenvergelijking

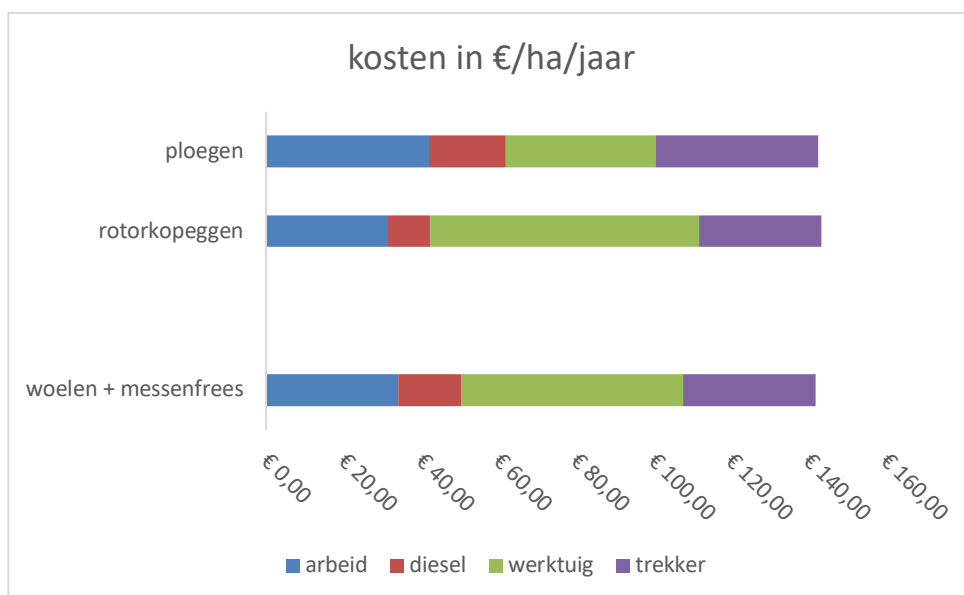
Doordat er geen opbrengstverschillen zijn is het financiële voordeel hetzelfde als het verschil in kosten tussen de twee objecten. Dit betekent dus dat financieel gezien NKG een positiever resultaat van **€58** /ha/jaar heeft in vergelijking met de standaardgrondbewerking. NKG zorgde niet voor extra werkzaamheden (m.n. onkruidbeheersing) en daardoor dus ook niet voor overige extra kosten. Het berekende verschil is zodanig klein, dat de systemen vanuit praktijkperspectief economisch vergelijkbaar zijn.

2.4.3 Lelystad

2.4.3.1 Practices grondbewerking

In Lelystad (kleigrond) bestaat de standaard grondbewerking uit ploegen en vervolgens rotorkoepgen en bij NKG wordt er gewoeld en gefreesd (in één werkgang). Omdat bij de standaard grondbewerking zowel geploegd als gerotorkoepd wordt, zijn de kosten hier ongeveer het dubbele van NKG (zie

Figuur). De kosten zijn per bewerking uitgewerkt voor arbeid-, diesel-, werktuig en trekkerkosten. Bij ploegen is het voornamelijk de tijd die nodig is per hectare waardoor het een redelijk dure bewerking is, terwijl voor rotorkoepgen de kosten meer liggen bij de machinekosten. Bij de combinatie woelen en frezen zitten de meeste kosten bij de freesbewerking. NKG heeft volgens deze uitgangspunten **€ 144/ha/jaar** lagere kosten.



Figuur 5 De kosten per hectare per jaar voor de hoofdgrondbewerkingen van de objecten standaard en NKG opgesplitst in arbeids-, diesel-, werktuig- en trekkerkosten. Bij het object standaard bestaat de hoofdgrondbewerking uit ploegen en rotorkoepgen (in twee werkgangen) en voor NKG uit een combinatie van woelen en frezen (in één werkgang).

2.4.3.2 Opbrengsteffecten

De opbrengsten van de ploegvariant liggen significant hoger dan bij NKG. De gemiddelde opbrengsten van ploegen en NKG over de jaren heen zijn met elkaar vergeleken en het verschil is bepaald (zie Tabel 19). Uiteindelijk brengt NKG € 206,- minder op dan standaard, een verschil van ruim vijf procent.

Tabel 19 Verschil in berekende financiële opbrengsten tussen NKG en standaard grondbewerking per jaar per hectare.

NKG	€ 3572
Standaard	€ 3778
Vershil	€ - 206

2.4.3.3 Kosten en batenvergelijking

NKG brengt dus minder op dan standaard grondbewerking kijkend naar het product, maar NKG heeft wel lagere grondbewerkingskosten. NKG blijkt een berekend nadeel van € 62/ha/jaar te hebben ten opzichte van de standaard grondbewerking (zie Tabel 20). Dit verschil is beperkt en vanuit praktijkperspectief nauwelijks relevant.

Tabel 20 *Het totale verschil tussen standaard grondbewerking en NKG per jaar per hectare.*

Vershil kosten (NKG t.o.v. standaard)	€ - 144
Vershil opbrengsten (NKG t.o.v. standaard)	€ - 206
Totaal verschil (standaard t.o.v. NKG)	€ - 62

2.5 Conclusie en discussie

De eerste conclusie is dat de standaard grondbewerking iets hogere kosten heeft dan de niet-kerende / minimale grondbewerkingsvarianten. Deze verschillen zijn niet groot, maar komen wel in alle proeven terug. Werktuigen gebruikt voor niet kerende grondbewerking zijn vaak goedkoper en eenvoudiger te onderhouden, hebben een grotere capaciteit (minder arbeid per ha) en vragen minder vermogen (lager brandstofverbruik).

De tweede conclusie is dat de financiële opbrengst van de gewassen bij de standaard grondbewerking vaak gelijk of hoger ligt. De verschillen zijn vaak beperkt (met uitzondering van BASIS biologisch).

De derde conclusie is dat bij de meeste proeven de standaard grondbewerking het beste financiële resultaat laat zien, gelet op de kosten-baten verhouding (zie Tabel 21). Hoewel de standaard grondbewerking iets duurder is, wordt dit meestal ruimschoots goedgehaakt door de betere financiële opbrengst van de gewassen. Bij een aantal systemen (BASIS gangbaar tussenvorm, BKV en DBM De Moer) zijn de gewasopbrengsten vergelijkbaar en is er een klein voordeel van minimale/niet-kerende grondbewerking door de lagere kosten.

De vraag is wel hoe relevant deze verschillen zijn voor de praktijk: de saldi voor de verschillende systemen variëren van €1250 tot meer dan €4000/ha. Een berekend verschil van €50 tot €100 per ha is dan tussen de 1% en 4% van het gehele saldo. De grote berekende verschillen bij BASIS (biologisch systeem) zijn wel relevant en laten zien wat de aandachtspunten zijn: als grondbewerking een effect heeft op de opbrengst van gewassen, kan dit relatief grote financiële gevolgen hebben, positief of negatief. Dat wordt nog versterkt als deze opbrengsteffecten optreden in gewassen die het meeste geld opleveren, zoals peen en uien.

Een ander aandachtspunt is het effect van de grondbewerking op onkruidbeheersing. Kerende grondbewerking kan een effectieve maatregel zijn om onkruid te beheersen. Bij biologische bedrijven leidt een hogere onkruiddruk al snel tot hogere kosten voor mechanische of handmatige onkruidbeheersing. Het middelenpakket staat onder druk en ook gangbaar wordt men in de komende jaren naar verwachting meer afhankelijk van niet-chemische methoden. Het is dus belangrijk dat de effecten op de onkruidbeheersing worden meegewogen als men overweegt om de (hoofd)grondbewerking aan te passen.

In Tabel 21 worden de kosten-baten verschillen tussen grondbewerkingsstrategieën in alle systemen weergegeven.

Tabel 21 Overzicht van de financiële voor-/nadelen van de verschillende systeempoeven waarbij (een vorm van) NKG vergeleken wordt met standaardpraktijk.

Systeem	Voordeel NKG t.o.v. standaard
BASIS tussenvorm <i>Biologisch</i>	- € 505
BASIS minimaal <i>Biologisch</i>	- € 661
BASIS tussenvorm <i>Gangbaar</i>	+ € 13
BASIS minimaal <i>Gangbaar</i>	- € 26
BKZ <i>Biologisch</i>	- € 162
BKZ <i>Gangbaar</i>	- € 53
BKV	+ € 130
DBM Rolde	- € 247
DBM De Moer	+ € 58
DBM Lelystad	- € 62

3 Organische stof

3.1 Akkerbouw op zand – BKZ

In Bodemkwaliteit op zand worden vier verschillende maatregelen getoetst. Er zijn twee gangbare bemestingsstrategieën: een variant met lage organische stofaanvoer (mineralenconcentraat en/of spuiwater, + kunstmest), en een variant met een hogere aanvoer, die overeenkomt met de standaard praktijk in de regio (Combinatie van runder- en varkensdrijfmest + kunstmest). Bij beide bemestingsstrategieën zijn er daarnaast nog twee varianten, één met en één zonder compost. Van 2011-2014 werd 10 ton compost per hectare toegediend, in 2015-2017 was dit 20 ton. Dit is geen gangbare praktijk en overschrijdt de gebruiksnormen (van met name fosfaat), maar is bedoeld om na te gaan wat de effecten van een hoge organische stofaanvoer zijn op productie, bodemkwaliteit en uitspoeling.

Compost werd toegediend in de volgende gewassen:

- 2011 conservenerwt & aardappel
- 2012 prei en conservenerwt
- 2013 zomergerst en prei
- 2014 suikerbiet en zomergerst
- 2015 snijmaïs en suikerbiet
- 2016 aardappel en snijmaïs
- 2017 conservenerwt en aardappel.

De gemiddelde effectieve organische stofaanvoer (gewasresten, dierlijke mest en voor twee systemen ook compost) van de vier systemen is weergegeven in Tabel 22. In iedere variant is de totale gewasbehoefte waar nodig aangevuld met kunstmest. De economische kosten en baten van deze maatregelen zijn hier op een rij gezet. De meeste kosten en opbrengsten zijn berekend op basis van de KWIN (2018) en aangevuld met cijfers van de proef, of loonwerkerskosten waar nodig.

Tabel 22 De gemiddelde bouwplan organische stof aanvoer in kg per ha per jaar op bouwplan niveau.

Systeem	EOS kg/ha/jaar
OS laag	984
OS laag + compost	3863
OS standaard	1914
OS standaard + compost	5231

3.1.1 Kosten

Boeren ontvangen € 6 per ton voor runderdrijfmest en voor varkensdrijfmest € 8 per ton, terwijl ze voor mineralenconcentraat € 0,65 per kg geleverde N moeten betalen en voor spuiwater € 7,50 per ton (bij 50-60 kg N per ton). Verder waren er aanvullende kunstmestgiften (€ 1,14 /kg N, € 0,78 /kg P en € 0,5 /kg K). De kosten van toediening zijn per mestsoort berekend, inclusief werktuig- en arbeidskosten. De werktuigkosten zijn: 15 euro/ha volvelds kunstmest strooien, 22 euro/ha voor kunstmest rijenbemesting, 3,25 euro/ton voor bouwland injector (loonwerk) en 4,5 euro/ton voor compost strooien (loonwerk). Samen zijn de kosten bij de standaard organische stof aanvoer hierdoor lager dan bij een laag organische stof aanvoer. De aanvullende organische stof aanvoer in de vorm van compost kost € 4,50 per ton, met uitrijkosten van € 4,50 ton. Daardoor is deze maatregel duurder dan wanneer er geen compost aangevoerd wordt. De bemestingskosten, gemiddeld over het bouwplan van de vier systemen, is weergegeven in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..**

Tabel 23 De gemiddelde bouwplan kosten per hectare voor de vier verschillende organische stof strategieën.

Systeem	Bouwplan gemiddelde (€/ha)
OS laag	€ 336
OS laag + compost	€ 428
OS standaard	€ 123
OS standaard + compost	€ 231

3.1.2 Opbrengsteffecten

Bemestingsstrategie

In Tabel 24 zijn de gemiddelde opbrengsten per gewas over de jaren 2011 t/m 2016 weergegeven uit het gangbare teeltsysteem voor zowel standaard als lage organische stofaanvoer.

Tabel 24 gemiddelde gewasopbrengst (2011-2016) in kg/ha.

systeem	Kilogramopbrengst per gewas (kg/ha)					
	Aardappel	Erwt	Prei (herfst)	Zomergerst	Maïs	B Peen
laag OS	46,029	5,144	34,249	6,504	15,753	93,250
standaard OS	49,401	5,058	39,550	6,944	16,447	118,800

Vervolgens is op basis van prijsgegevens uit KWIN 2018 de bruto geldopbrengst berekend bij een hogere organische stof aanvoer (**Tabel**).

Tabel 25 De bruto opbrengst per gewas en van het totale bouwplan voor de twee bemestingsstrategieën zonder compost.

Systeem	Bruto geldopbrengst (Euro/ha)						
	Aardappel	Erwt	Prei (herfst)	Zomergerst	Maïs	B Peen	Bouwplan
laag OS	6444	1698	15412	2276	2048	11190	6511
standaard OS	6916	1669	17797	2430	2138	14256	7535

Wat opvalt is dat de gewasopbrengst en de bruto geldopbrengst lager is voor het systeem laag OS. Vooral aardappelen en prei hebben duidelijk last van de lage organische stofaanvoer in dit systeem. Voor peen geldt het voorbehoud dat dit gebaseerd is op één jaar (2016). Deze opbrengstverschillen per gewas leiden op bouwplanniveau tot een en verschil van ongeveer duizend euro per hectare.

Extra compost

In aanvulling op de laag en standaard organische stof aanvoervarianten zijn op twee percelen in het bouwplan ook proeven gedaan met compost toediening. Tabel 23 laat zien het inzetten van extra compost kostenverhogend is. Tabel 26 laat de gewasopbrengst zien en Tabel 27 laat de bruto geldopbrengst van de vier systemen. Daaruit blijkt dat extra compost een beperkt effect heeft op de bruto geldopbrengst, zowel bij OS laag als OS standaard.

Tabel 26 gewasopbrengst in kg/ha in percelen met compost toediening

Systeem	Kilogramopbrengst per gewas (kg/ha)				
	2016	2013	2014	2014-15	2015-16
	Aardappel	Prei (herfst)	Zomergerst	Suikerbiet	Maïs
laag OS (kg/ha)	32,918	46,221	8,033	94,951	17,788
laag OS + compost (kg/ha)	32,733	48,031	8,091	100,220	19,174
standard OS (kg/ha)	41,685	46,990	7,629	99,073	17,292
standard OS + compost (kg/ha)	41,140	47,281	7,533	101,355	17,815

Tabel 27 De bruto opbrengst voor de twee bemestingsstrategieën met en zonder compost (€/ha).

Systeem	Bruto geldopbrengst (Euro/ha)					
	2016	2013	2014	2014-15	2015-16	Bouwplan
	Aardappel	Prei (herfst)	Zomer-Suikerbiet	Mais	gemiddelde	
laag OS	4,609	20,799	2,812	4,343	2,312	6,975
laag OS plus compost	4,583	21,614	2,832	4,584	2,493	7,221
standard OS	5,836	21,146	2,670	4,532	2,248	7,286
standard OS plus compost	5,760		21,276	2,637	4,636	7,325

3.1.3 Kosten en batenvergelijking

Bemestingsstrategie

Op basis van de kosten en opbrengst van de organische stof aanvoer kunnen we het totaal verschil uitrekenen (Tabel 28). Hier zien we dat het systeem met lage organische stofaanvoer minder goed presteert dan de standaard praktijk (dierlijk mest aangevuld met kunstmest) voor alle gewassen. Peen ondervindt het grootste nadeel van een tekort aan organische stof gevolgd door prei en aardappel. Op bouwplanniveau scheelt dit € 1236/ha.

Tabel 28 vergelijking van kosten en bruto geldopbrengst op bouwplanniveau voor systeem Laag OS ten opzichte van standaard (Euro/ha)

Vergelijking t.o.v. referentie	Verskil op bouwplanniveau (Euro/ha)
opbrengst laag os vs standaard	-1023
kosten laag os vs standaard	213
totaal verschil	-1236

Extra compost

Op basis van de meerkosten en meeropbrengst van de compost aanvoer het totaal verschil uitgerekend worden (Tabel 30). Gemiddeld gezien pakt het toedienen van compost positief uit in het laag systeem maar niet zo gunstig uit in vergelijking met de standaard praktijk. In het laag systeem zorgt het toedienen van compost voor een verhoging in bruto geldopbrengst die de meerkosten compenseert. In het standaard systeem waren de kosten hoger dan de meeropbrengst.

Tabel 29 De gemiddelde bouwplankosten en bruto geldopbrengst per hectare voor de vier verschillende organische stof strategieën

Systeem	Bouwplan gemiddelde kosten (€/ha)	Bruto geldopbrengst op bouwplanniveau (€/ha)
OS laag	€ 317	6,975
OS laag + compost	€ 421	7,221
OS standaard	€ 98	7,286
OS standaard + compost	€ 215	7,325

Tabel 30 vergelijking van kosten en bruto geldopbrengst op bouwplanniveau voor systeem Laag OS ten opzichte van laag + compost, en standaard ten opzichte van standaard + compost (Euro/ha)

Vergelijking t.o.v. referentie	Verskil op bouwplanniveau (Euro/ha)	Vergelijking t.o.v. referentie	Verskil op bouwplanniveau (Euro/ha)
opbrengst laag os vs laag os + compost	-246	opbrengst standaard os vs standaard + compost	-39
kosten laag os vs laag os + compost	-104	kosten standaard os vs standaard + compost	-117
totaal verschil	142	totaal verschil	-78

Discussie

De standaard praktijk (dierlijke mest aangevuld met kunstmest) pakt in ieder gewas gunstiger uit dan de variant met lage organische stof aanvoer. Een deel van dit verschil kwam door de hogere opbrengst in het standaard systeem, en een deel vanwege de hogere ontvangen betaling voor dierlijke mest. De toediening van extra organische stof in de vorm van compost was in de standaard variant niet gunstiger, maar wel gunstig in een systeem met laag organische stof aanvoer. Compost is een relatief dure maatregel (ruim 100 Euro per hectare), die dus in het tijdsbestek van deze proef alleen wordt terugverdiend als de overige organische stofaanvoer (te) laag is. De jaarlijkse gift van 10 tot 20 ton compost is niet gebruikelijk en niet toegestaan in de praktijk, waardoor de vertaling van de resultaten naar de praktijksituatie lastig is.

3.2 Akkerbouw Noordoost Nederland – BKV

3.2.1 Kosten

In de proef zijn twee organische stofstrategieën vergeleken, de standaard (gebruikelijk in het gebied) en extra compost. Voor aardappel en suikerbiet wordt 20 ton compost per ha toegediend in de compostvariant. Tabel 31 laat zien de gemiddelde organische stof aanvoer per strategie per jaar. De stikstof- en kalibemesting is aangepast op de beschikbaarheid van nutriënten vanuit de compost. Bij een prijs van € 6,50 per ton compost en uitrijkosten van € 4,5 per ton (loonwerk), zijn de kosten 220 €/ha, of 165 €/ha op bouwplan niveau. Daar staat tegenover dat er minder bemest hoeft te worden. De gemiddelde besparing voor bemesting over de gewassen is € 44 per ha bij extra compost.

Tabel 31 Organisch stof aanvoer in het compost en standaard strategie tussen 2014 en 2018 in kg/ha.

Systeemniveau (variant)	2014	2015	2016	2017	2018
	EOS totaal (kg/ha)	EOS totaal (kg/ha)	EOS totaal (kg/ha)	EOS totaal (kg/ha)	EOS totaal (kg/ha)
Standaard	1544	1544	1544	1544	1544
Compost	3503	4304	4769	4254	4150

3.2.2 Opbrengsteffecten

De varianten zijn geanalyseerd op opbrengstverschillen van de gewassen (rotatie: Festien (zetmeelaardappel) – suikerbiet – Seresta (zetmeelaardappel) – zomergerst). Alleen suikerbiet haalde een significant hogere opbrengst in de compost maatregel (zie Tabel 32), de andere gewassen lieten geen significant opbrengstverschil zien.

Tabel 32 financiële opbrengsten van suikerbiet bij standaard en compost.

Maatregel	Suikerbiet
Standaard	€ 4,866
Compost	€ 5,012
Vershil	€ 147

3.2.3 Kosten en batenvergelijking

De kosten en baten van de aanvoer van extra organische stof (compost) zijn te zien in Tabel 33. Alleen de gewassen met een significant opbrengstverschil zijn weergegeven, voor de overige gewassen is gerekend met gelijke opbrengsten (geen verschil in bruto geldopbrengst). Tegenover de hogere kosten van compost, is er ook een vermindering in de kosten voor kunstmest. Alsnog blijven de kosten voor compost hoger.

Tabel 33 overzicht van opbrengsten en kosten met het totaal verschil.

	Festien aardappel	Suikerbiet	Seresta aardappel	Zomergerst	gem./jaar
Opbrengstverschil					
Standaard		€ 4,866			
Compost		€ 5,012			
Vershil	0	€ 147	0	0	
Kostenverschil					
	Festien aardappel	suikerbiet	Seresta aardappel	zomergerst	gem./jaar
Standaard	€ 54	€ 82	€ 54	€ -15	
Compost	€ 220	€ 220	€ 220	€ -	
Vershil	€ 166	€ 138	€ 166	€ 15	
Voordeel compost/ha	€ -166	€ 8	€ -166	€ -15	€ -84.78

Het toedienen van compost geeft een € 8 hogere berekende financiële opbrengst per ha voor suikerbiet, maar voor de andere gewassen was er geen significant effect. Daardoor zijn de kosten voor compost groter dan de baten. Op bouwplan niveau is er een nadeel van € 85 per ha.

3.3 Conclusie en discussie

Verschillende strategieën voor de aanvoer van organische stof hebben effect op de kosten: dierlijke mest levert vaak geld op, terwijl mineralenconcentraat, kunstmest en compost geld kosten. De BKZ proef laat zien dat een hogere organische stofaanvoer via dierlijke mest dus gunstig uit kan pakken voor de kosten. Zowel in BKZ als BKV blijkt dat organische stofaanvoer door extra compost tot hogere kosten leidt, ondanks de gerealiseerde kunstmestbesparing.

Een andere organische stofstrategie kan ook effecten hebben op de gewasopbrengst en daarmee op de bruto geldopbrengst. Zowel in BKZ als in BKV zijn deze effecten sterk verschillend per gewas. In BKV is ook te zien dat de variant met de laagste OS aanvoer (laag zonder compost) ook de laagste bruto geldopbrengst oplevert. Dat geeft een indicatie dat extra organische stof vooral effect heeft in situaties waarin de aanvoer (te) laag is. Dat wordt ondersteund door het minimale effect van compost in de standaard variant in BKV.

In totaliteit kan dus geconcludeerd worden dat een hogere OS aanvoer financieel voordelig kan zijn als de aanvoer in het bestaande systeem te laag is, waardoor gewassen profiteren van extra organische stofaanvoer. Het opbrengstvoordeel weegt dan (ruimschoots) op tegen de kosten, zeker als de extra OS aanvoer gerealiseerd wordt via dierlijke mest en niet via (duurdere) compost. In situaties waarin

de OS aanvoer voldoende is, leidt extra OS aanvoer niet tot een opbrengstvoordeel en afhankelijk van de gekozen OS producten mogelijk tot hogere kosten.

Deze conclusies vragen wel twee nuanceringen: De financiële effecten die hier zijn doorgerekend zijn met name de korte termijn effecten van organische stof. Bij BKZ zijn de data van 2011 t/m 2016 gebruikt en bij BKV van 2014 t/m 2017. Organische stof wordt vooral toegepast om de bodemkwaliteit op peil te houden en daardoor vooral een lange termijn maatregel. Het kan daarom zijn dat er pas later meer effect gevonden gaat worden. Volgens de berekeningen op basis van 4-6 jaar onderzoek zijn de effecten dus beperkt.

De varianten in BKZ zijn ook beperkt vertaalbaar naar de praktijk: de standaard variant komt weliswaar redelijk overeen, maar de laag organische stofvariant is vooral bedoeld om te onderzoeken wat er gebeurt als de OS aanvoer suboptimaal is. De BKZ proef geeft vooral de waarschuwing af dat een suboptimale OS strategie financieel nadelig kan uitpakken.

4 Bodemgezondheid

4.1 Akkerbouw op zand – BG

Bij dit experiment is een veldproef aangelegd met vier teeltsystemen; twee biologische en twee gangbare systemen. Binnen elk systeem zijn maatregelen (10) aangelegd om de bodemgezondheid- bodemkwaliteit te verbeteren. Enkele van de maatregelen die in 2006 en 2009, na de teelt van graan zijn uitgevoerd: zwarte braak, teelt van gras-klaver of tagetes of aanvoer van 50 ton/ha natuurcompost. Zwarte braak is aangelegd als referentieobject: wat is het effect op de bodem als teler niets doet. Gras-klaver en compost maatregelen moeten zorgen voor een algemeen betere bodemgezondheid (effecten op structuur, bodemleven, nutriënten), met verminderde schade van aaltjes als resultaat. Het telen van tagetes heeft een direct bestrijdende werking op *Pratylenchus penetrans*, omdat aaltjes worden gedood als ze de wortels binnendringen.

In elk systeem worden er ook een 'best Practice' en een 'good Practice' variant uitgevoerd. In de best practice variant worden extra maatregelen genomen om plant parasitaire aaltjes te beheersen. In de best practice worden de aardappelen iets eerder geoogst, krijgen de lelies granulaat (in het gangbare systeem tegen aaltjes) en de groenbemester was japanse haver (geen waard voor het wortellesieaaltje) i.p.v. rogge (waard voor het wortellesieaaltje), verder wordt er als graan zomergerst i.p.v. zomertarwe geteeld.

Voor beide Practice-systemen is er een conventioneel systeem (CNV): met inzet van o.a. kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen, en een biologisch systeem (ORG, volgens SKAL normen) opgezet.

4.1.1 Kosten

Voor de kostenberekening zijn de kosten van zaaizaad, gewasbeschermingsmiddelen en bewerkingen (eigen arbeid, werktuigen en diesel) meegenomen op basis van de KWIN 2018. Voor eigen arbeid wordt met 27,14 euro/uur gerekend. Voor de berekening van de bruto geldopbrengst zijn de opbrengstgegevens van de proef gebruikt en prijzen van de KWIN akkerbouw en vollegronds- groenteteelt 2018, KWIN bloembollen 2005 en Teelthandleiding Biologische lilieteelt 2005.

Tabel 34 De kostenopbouw voor de verschillende maatregelen in de bodemgezondheidsproef in Euro/ha/jaar.

Systeem	Behandeling	Overige kosten (mechanisatie, middelen, diesel)	Arbeidskosten	Mechanisatie kosten	Totale kosten
biologisch	braak	126	271	132	529
biologisch	tagetes	480	1605	64	2150
biologisch	compost	1881	68	33	1982
biologisch	gras klaver	248	149	67	465
gangbaar	braak	55	25	45	125
gangbaar	tagetes	553	128	64	745
gangbaar	compost	1881	68	33	1982
gangbaar	gras klaver	214	100	52	367

1. Braak

Als referentieobject is zwarte braak in de proef opgenomen. Na de oogst van de granen zijn deze veldjes onkruidvrij gehouden. Afhankelijk van de onkruiddruk is minimaal één keer per maand het onkruid bestreden. In het biologische systeem zijn grondbewerkingen uitgevoerd, waarbij de bovenste laag van de bouwvoor licht werd gefreesd, wat 529 euro/ha kost. In het gangbaar systeem is het onkruid chemisch bestreden, wat 125 euro/ha kost.

2. Gras-klover

Na de teelt van graan is een gras-klover mengsel (25 kg/ha) ingezaaid. Dit mengsel bestaat uit Witte klover, Rode klover, Italiaans raaigras en Engels raaigras. De kosten hiervan zijn 367 euro/ha voor het gangbare systeem en 465 euro/ha voor het biologische systeem. De kosten zijn voor: zaad, meststof, zaaien, bemesten en inwerken van de groenbemester (frezen).

3. Teelt afrikaantjes (*Tagetes patula*)

Na de teelt van graan is *Tagetes patula* cv. Groundcontrol (8 kg/ha) ingezaaid. In het najaar/de winter is het tagetes gewas geklepeld en is de stoppel licht gefreesd (5 – 10 cm diep). De kosten hiervan zijn 745 euro/ha voor het gangbare systeem en 2150 euro/ha voor het biologische systeem. De kosten zijn voor zaad, meststof, gewasbeschermingsmiddelen, zaaien, bemesten, gewasbescherming, kleppelen en frezen. Het grote verschil in kosten tussen het biologische en gangbare systeem komt door 150 uren voor handwieden in het biologische systeem.

4. Compost

In het najaar is 50 ton/ha biostimulatorencompost (Orgapower) opgebracht en 15 cm tot 20 cm diep ingefreesd. Biostimulatorencompost is een fijn gezeefde uitgerijpte hout compost die voor circa 70% bestaat uit hout aangevuld met 15% blad en 15% gras en fijne houtsnippers geënt met micro-organismen. In Orgapower Biostimulatorencompost betreft een aantal van nature voorkomende bodemschimmels zoals de *Trichoderma Harzianum* T22 stam. De basisbemesting was niet aangepast op basis van de hoeveelheid nutriënten in de compost. De compost heeft de nutriëntenwaarden van N tussen de 2,8 en 4,18 kg/ton, P₂O₅ tussen de 1,73 en 2,01 kg/ton en K₂O tussen de 1,87 en 3,16 kg/ton. Deze compost kost 33 euro/ton en met strooikosten (4,5 euro/ton) en inwerkkosten komt dit op 1982 euro/ha voor beide systemen.

4.1.2 Opbrengsteffecten en kosten en batenvergelijking

Op basis van de kosten en opbrengsten in de verschillende systemen, is te zien welk systeem een beter of slechter economische resultaat had in vergelijking met de good practice braak als referentie. Deze resultaten zijn het gemiddelde van het bouwplan in de proef: Zomergerst, consumptieaardappelen, lelie, zomergerst, consumptieaardappelen, B peen en snijmaïs.

Resultaten biologisch systeem

De kosten en baten van de maatregelen in de biologische systemen zijn te zien in Tabel 35. De meeste maatregelen hebben een positief effect op de opbrengst, vergeleken met de referentie (braak). De best practice tagetes heeft de hoogste meeropbrengst. Grasklover laat een opvallend negatief opbrengsteffect zien en is daarmee de uitzondering. De belangrijkste reden is dat door de teelt van grasklover de aaltjesbesmetting heeft toegenomen. De best practice laat ook voor alle maatregelen een hogere opbrengst zien ten opzichte van de good practice, terwijl de kosten nauwelijks verschillen (zelfs iets lager zijn, zie Tabel 34). Het opbrengst verschil tussen good en best practice is voor het belangrijkste deel te verklaren door een onderdrukking van plant-parasitaire aaltjes (met name *Pratylenchus penetrans*) in het best practice systeem. In het good practice systeem heeft dit aaltje zich kunnen vermeerderen bij de maatregel gras-klover, waardoor opbrengstverlies optrad in gevoelige gewassen zoals aardappel en lelie. Deze gewassen hebben een grote invloed op het bouwplansaldo.

Tabel 35 *Berekende kosten en bruto-geldopbrengst van de verschillende maatregelen in het biologische systeem. Het financiële voordeel van de maatregelen is berekend met Good Practice Braak als referentie.*

	Good practice braak	Best practice braak	Good practice tagetes	Best practice tagetes	Good practice compost	Best practice compost	Good practice gras klaver	Best practice gras klaver
Kosten (euro/ha)	217	216	685	672	719	717	252	251
Bruto geldopbrengst (euro/ha)	26938	27676	27055	28656	28178	28563	24857	26405
Financieel voordeel maatregel in vergelijking met Good practice braak (euro/ha)	0	739	-351	1262	738	1124	-2116	-567

Met de kosten en baten in beeld, is het duidelijk welke maatregelen een positief of negatief effect hebben op bouwplanniveau (zie Tabel 35). In het biologische systeem is te zien dat de best practice een positief effect heeft op de economische opbrengst per ha in vergelijking met good practice. Dit is te zien in de zwarte braak referentie (+ €739 euro/ha) en in combinatie met alle andere maatregelen. Het verschil is het grootst met de tagetes maatregel waar in combinatie met de best practice een voordeel van 1262 euro/ha is bereikt. Ondanks de hogere kosten van de tagetes en compost maatregelen resulteert de meeropbrengst in een positief resultaat op bouwplan niveau.

Resultaten gangbaar systeem

De kosten en baten van de maatregelen in de gangbare proef zijn te zien in Tabel 36. Alle maatregelen hebben een positief effect op de opbrengst, in vergelijking met de referentie (good practice braak) behalve compost. De best practice tagetes heeft de meest positieve invloed op de bouwplanopbrengst gevolgd door de best practice grasklaver en best practice braak. Het toedienen van biostimulatorencompost is de duurste maatregel, gevolgd door tagetes en gras klaver. De best practice variant is bij alle maatregelen ook iets goedkoper dan de good practice. Er is geen groenbemester na aardappelteelt in het best practice-systeem, dit is de reden voor het kostenverschil. De opbrengst verschillen zijn waarschijnlijk het gevolg van onderdrukking van plant-parasitaire aaltjes met name *Pratylenchus penetrans* mogelijk in combinatie met een bemesting effect. Voor verder verklaring van de effecten zie Korthals et al (2014).

Tabel 36 *Berekende kosten en bruto-geldopbrengst van de verschillende maatregelen in het gangbare systeem. Het financiële voordeel van de maatregelen is berekend met Good Practice Braak als referentie.*

	Good practice braak	Best practice braak	Good practice tagetes	Best practice tagetes	Good practice compost	Best practice compost	Good practice gras klaver	Best practice gras klaver
Kosten (euro/ha)	153	143	295	285	675	665	209	199
Opbrengst (euro/ha)	15852	16358	16172	16758	16257	16265	16228	16323
Financieel voordeel maatregel in vergelijking met Good practice braak (euro/ha)	0	517	178	774	-117	-99	320	426

Op basis van de kosten en baten, zijn de meer of minder opbrengsten van de maatregelen in beeld gebracht op bouwplanniveau (Tabel 36). Best Practice Tagetes was de meest gunstige maatregel met een gemiddelde meeropbrengst van 774 euro/ha, gevolgd door best practice braak (517 euro/ha) en best practice grasklaver (426 euro/ha). Good practice tagetes en good en best practice compost had een vrij gering effect op bouwplan opbrengst.

Discussie

Op basis van de resultaten is te zien dat bij het toepassing van verschillende maatregelen het gebruik van Good of Best Practice een grote invloed heeft op de financiële resultaat van de maatregel. In beide systeem, biologische en gangbaar, was de maatregel best practice tagetes het meest gunstig. Het is ook opvallend dat compost een groot voordeel oplevert in het biologische systeem en maar een klein voordeel in het gangbaar systeem. Andersom, was de best practice gras klaver voordelig in het gangbaar systeem en nadelig in het biologische. De verschillen zijn voor een groot deel te verklaren op basis van de populatieontwikkeling van *Pratylenchus penetrans* in de verschillende systemen en voor een deel door bemestingseffecten (Visser et al., in prep.).

4.2 Akkerbouw Noordoost Nederland – BKV

In het project Bodemkwaliteit Veenkoloniën worden vanaf 2013 verschillende maatregelen onderzocht die de bodemkwaliteit en daarmee de gewasopbrengsten en de economische resultaten kunnen verbeteren. Voor bodemgezondheid ligt de focus op de controle van de nematode *Pratylenchus penetrans*, die m.n. schade veroorzaakt in zetmeelaardappelen. In het proefveld was er een aanvangsbesmetting variërend van 415 tot 1370 P. *penetrans* -aaltjes/100 cc grond. In de proef werd de teelt van (zomer)gerst in combinatie met een groenbemester Japanse haver daarom ingewisseld voor de teelt van tagetes als aaltjesvanggewas. De opbrengst van het graan vervalst in dat jaar. In de gekozen vruchtwisseling is dat eens per vier jaar. De effecten van de tagetes zijn vastgesteld door opbrengstbepalingen aan de zetmeelaardappelen en suikerbieten in de volgende 3 jaar (bouwplan: zomergerst of tagetes – zetmeelaardappel (Festien) – suikerbiet – zetmeelaardappel (Seresta). Voor de kosten-baten analyse is dus de vraag: worden de kosten van de tagetes terugverdiend door hogere opbrengsten in de drie volgende gewassen?

4.2.1 Tagetes in plaats van zomergerst

Kosten

In de standaard worden kosten gemaakt voor het zaaien en de gewasverzorging van zomergerst en vervolgens voor het zaaien van een groenbemester (Japanse haver). In de variant met tagetes vervallen de kosten van het graan en worden in plaats daarvan kosten gemaakt voor zaaien en gewasverzorging van Tagetes. De groenbemester kosten zijn gelijk gehouden om te voldoen aan de vergroening eisen van het GLB, hoewel in de proef na tagetes geen groenbemester is gezaaid. Naast de toegerekende kosten zijn ook de kosten van (eigen) arbeid en mechanisatie meegenomen. De gegevens zijn gebaseerd op de KWIN 2018, Groenbemesters Brochure en input van experts.

Tabel 37 Teelt kosten van zomergerst + japanse haver en tagetes + japanse haver per ha per jaar.

Kosten euro per ha	Standaard (zomergerst + Japanse haver)	Tagetes (+ Japanse haver)
<u>Toegerekende kosten</u>		
Zomergerst	555 ⁴	
Japanse haver (groenbemester)	235 ⁵	235
Tagetes (hoofddeelt)		553 ⁶
<u>Arbeid</u>		
Zomergerst	218	
Japanse haver (groenbemester)	95	95
Tagetes (hoofddeelt)		128
<u>Mechanisatie</u>		
Zomergerst	179	
Japanse haver (groenbemester)	89	89
Tagetes (hoofddeelt)		64
Totale kosten	1372	1164

De berekende kosten voor de tagetes variant zijn dus €208/ha lager, in vergelijking met de kosten voor zomergerst. Het is belangrijk om daarbij op te merken dat de kosten voor (eigen) arbeid en mechanisatie (afschrijving) vaak geen werkelijke kosten/uitgaven zijn voor akkerbouwers. Dat geldt wel voor de toegerekende kosten, zoals zaaizaad, meststoffen en diesel. De toegerekende kosten voor de tagetesvariant zijn vergelijkbaar met de referentie.

4.2.1.1 Opbrengsteffecten

De objecten zijn geanalyseerd op opbrengstverschillen van de gewassen (rotatie: Festien (zetmeelaardappel) – suikerbiet – Seresta (zetmeelaardappel) – zomergerst). Alleen als de opbrengsten significant hoger waren, is het verschil opgenomen in de economische beoordeling. Alleen de opbrengst van zetmeelaardappelen liet een significant effect zien, voor beide rassen Festien en Seresta. Deze haalden een significant hogere productie in het rotatie met tagetes. Aangezien er geen zomergerst was geteeld in de tagetesvariant, was de opbrengst significant hoger in de standaard rotatie (zie Tabel 38).

Tabel 38 Financiële opbrengstverschillen voor de standaard rotatie (met graan) en de rotatie met tagetesipv graan. In het onderste rij wordt het verschil van tagetes ten opzichte van standaard weergegeven.

Bruto geldopbrengst (€/ha)	Standaard (zomergerst + Japanse haver)	Tagetes	Vershil
Zomergerst	1168	0	-1168
Festien	4946	5446	500
Seresta	5270	5837	567
Totaal verschil bouwplan			-101

De tabel laat zien dat Tagetes een positief effect heeft op de opbrengst van Festien en Seresta. Festien levert bruto € 500 meer per ha op en Seresta € 567 per ha. Daar tegenover staat dat de standaard rotatie €1,168 in zomergraan oplevert (bruto). Op bouwplanniveau betekent dit dat de bruto geldopbrengst van de tagetesvariant €101/ha lager is, vergeleken met de standaard variant.

⁴ Zie KWIN 2018

⁵ Zie Bijlage 4: Teeltkosten p47

⁶ Zie Bijlage 4: Teeltkosten p47

4.2.1.2 Kosten en batenvergelijking

Om een compleet beeld te krijgen van de financiële voor- en nadelen van tagetes zijn zowel de kostenverschillen als de opbrengstverschillen in kaart gebracht (Zie Tabel 39).

Tabel 39 Overzicht van de financiële verschillen in opbrengst en kosten tussen een rotatie met graan en een rotatie met tagetes per gewas. Dit zijn bedragen per hectare per jaar en zijn gemiddelden van de periode 2014-2017.

Financiële verschillen (€/ha)	Standaard	Tagetes	Vershil tagetes t.o.v. standaard
<u>Kosten</u>			
Graan en groenbemester	1372	0	-1372
Tagetes en groenbemester	0	1164	1164
			-208
<u>Opbrengsten</u>			
Zetmeelaardappelen	10217	11284	1067
zomergerst	1168	0	-1168
			-101
Totaal verschil bouwplan			107

De resultaten van de proef zijn opvallend: de tagetesvariant heeft een berekend voordeel van 107 Euro/ha. Dat is ondanks de lagere bruto geldopbrengst van ongeveer 100 Euro/ha, want de meeropbrengst van zetmeelaardappelen is niet voldoende om gemiste opbrengst van zomergerst goed te maken. Dat de tagetesvariant toch voordelig uitpakt, wordt veroorzaakt aan de kostenkant: de berekende kosten voor tagetes + groenbemester zijn ruim 200 Euro/ha lager, vergeleken met de berekende kosten voor de teelt van zomergerst + groenbemester. Met andere woorden: met minder kosten wordt slechts een iets lagere geldopbrengst gerealiseerd. Daardoor is het vervangen van gerst+groenbemester door tagetes+groenbemester al snel voordelig op percelen met een Pratylenchus besmetting.

Het complicerende aan de vergelijking is de teelt van zomergerst met een groenbemester in de standaard variant economisch gezien verliesgevend is: de berekende kosten (dus inclusief de arbeid en mechanisatiekosten) van 1372 euro/ha zijn hoger dan de bruto geldopbrengst van zomergerst (1168 Euro ha). Hoewel akkerbouwers mogelijk hun arbeidsvergoeding en de afschrijving van machines mogelijk niet volledig meerekenen, is dat bedrijfseconomisch gezien wel verplicht. Overigens: graan wordt in de praktijk ook geteeld als essentieel rustgewas in het bouwplan. Met andere woorden: het is een (kleine) investering om de teelt van de hoofdgewassen vol te kunnen houden.

In de proef wordt ook onderzocht wat het effect is als de tagetes eens in de acht jaar wordt gedaan. Vanuit bovenstaande is dit economisch gezien geen goed idee: de kostenbesparing ten opzichte van zomergerst+groenbemester wordt dan slechts 1 van de twee keer gerealiseerd. Bij gelijkblijvend opbrengstvoordeel in zetmeelaardappelen in beide rotaties zou de tagetesvariant slechts 3 Euro/ha voordeliger zijn dan de standaard, wat dus lager is dan de 107 euro/ha van de 1:4 variant. Als het opbrengsteffect in de 1:8 dan ook lager uitvalt, wordt het verschil nog groter.

In de proef ligt ook een variant met tagetes als nateelt van gerst. Technisch gezien zou tagetes dan ook een effect kunnen hebben op de aaltjespopulatie. Echter, vanuit de praktijk gezien is dat lastig te combineren met de huidige vergroeningseisen van het Europese Gemeenschappelijk Landbouwbeleid. Het vanggewas (in dit geval Japanse haver) na gerst is een aantrekkelijke manier om aan deze vergroeningseisen te voldoen. Tagetes voldoet alleen aan die voorwaarde als er geen gewasbeschermingsmiddelen gebruikt worden, maar dat blijkt niet haalbaar vanwege onkruiden. Overigens zijn dezelfde vergroeningseisen ook de reden om in de berekening toch Japanse haver als groenbemester mee te nemen. Voldoet een teler niet aan deze eisen, dan kost dat 125 Euro per hectare (berekend op het totale bedrijfsoppervlak). Kortom: Onder het huidige vergroeningseisen is de enige werkbare optie: tagetes + groenbemester in plaats van zomergerst. Deze variant blijkt bij een redelijke aaltjesbesmetting ook economisch gunstig uit te pakken, met behoud van de vergroeningspremie.

4.2.2 Algemene conclusie en discussie

In de beide bodemgezondheidsproeven blijkt dat vrijwel alle gekozen maatregelen een positief effect hebben op de gewasopbrengst ten opzichte van de referentie. In veel gevallen weegt dit zelfs op tegen de kosten.

Het is wel belangrijk om te vermelden dat deze proeven gedaan zijn op percelen met een (aanzienlijke) aaltjesbesmetting. Bij percelen met een hogere besmetting kan het effect groter zijn, maar bij een lage aaltjesbesmetting kunnen maatregelen meer kosten dan ze opleveren. Het is daarom sowieso belangrijk om eerst de aaltjessituatie per perceel in beeld te brengen, voordat deze maatregelen worden genomen.

In de resultaten is vooral naar het opbrengsteffect gekeken. Dat is niet volledig toe te rekenen aan het directe of indirecte effect van maatregelen op aaltjes: zo is bij de compostmaatregel in de BG proef de bemesting niet aangepast, waardoor een bemestingseffect niet uitgesloten kan worden. Daarnaast geven veel maatregelen ook een extra organische stofinput ten opzichte van de standaard (m.n. ten opzichte van zwarte braak), waardoor in volgende jaren ook extra mineralisatie optreedt. Verder zijn structureffecten ook niet uit te sluiten. Ook met de teelt van tagetes en grasklaver kunnen positieve effecten op organische stofaanvoer en structuur optreden. Tegelijk zijn dit dus positieve bijeffecten van maatregelen die vanwege de bodemgezondheid worden genomen, wat het voor telers extra aantrekkelijk kan maken.

5 Toepassing Albrechtmethode

5.1 Toepassing Albrechtmethode in BKV

Op basis van de Albrecht-methode is de kali-, calcium- en magnesium-bemesting aangepast, met het doel om de opname van nutriënten te bevorderen en daardoor de opbrengst te verhogen. De wens is om een betere bodemvruchtbaarheid te realiseren met een betere beschikbaarheid van Ca, Mg en K door een betere bezetting van de kationenuitwisselingscapaciteit (CEC).

Kosten

Voor toepassing van de Albrechtmethode (Ca/Mg) worden de meststoffen Dologran, Kieseriet en Patentkali gebruikt en apart toegediend. Dit is per gewas berekend. Tabel 40 laat zien dat de toevoeging van de meststoffen gemiddeld 254 euro/ha meer kosten. Verder was er voor de toediening van deze nutriënten een kunstmest- of kalkstrooier nodig. Dit kost 33 €/ha.

Tabel 40 verschil in bemesting tussen standaard en de Ca/Mg maatregel.

Maatregel	Tripelsuper- fosfaat kg/ha	Kali-50 kg/ha	Kali-60 kg/ha	NaKaMag kg/ha	Dologran 5% kg/ha	Kieseriet kg/ha	Totaal
Standaard	45	65	45	200	0	0	
Ca/Mg	45	185	215	200	410	320	
Vershil kg/ha	0	120	170	0	410	320	
Vershil euro/ha	0	35	52	0	80	87	254

Opbrengsteffecten

De toepassing van de Ca/Mg-methode leverde een significant hogere opbrengst op in beide zetmeelaardappelrassen, Festien en Seresta. Tabel 41 laat zien dat Ca/Mg-methode een bruto meeropbrengst heeft van 197 €/ha in Festien en 115 €/ha in Seresta.

Tabel 41 Opbrengsten met significant verschil van de zetmeelaardappelen.

Opbrengsten met significantie	Festien	Seresta
Standaard	€ 4,946	€ 5,270
Ca/Mg	€ 5,144	€ 5,386
Vershil	€ 197	€ 115

Kosten en baten vergelijking

Om het totale economische voor- of nadeel te zien, zijn de meerkosten en meeropbrengst van de teelt, met Ca/Mg in beeld gebracht (zie Tabel 42).

Tabel 42 Totaal verschil tussen standaard en Ca/Mg bemesting.

Opbrengsten met significantie					
	Festien	Suikerbiet	Seresta	Zomergerst	Gem./jaar
Standaard	€ 4,946		€ 5,270		
Ca/Mg	€ 5,144		€ 5,386		
Vershil	€ 197		€ 115		€ 104
Kosten verschil					
	Festien	Suikerbiet	Seresta	Zomergerst	Gem./jaar
Standaard	€ 84	€ 116	€ 84	€ 70	
Ca/Mg	€ 397	€ 436	€ 193	€ 477	
Vershil	€ 313	€ 320	€ 109	€ 407	€ 287
Voordeel Ca/Mg/ha	- € 116	- € 320	€ 6	- € 407	- € 209

Het toedienen van Ca/Mg levert een gemiddelde bruto opbrengst verhoging van 104 €/ha. Tegelijkertijd nemen de kosten toe, tot een gemiddelde van 287 €/ha. Dus de toediening van Ca/Mg heeft een berekend negatief effect op het gemiddelde netto resultaat van -209 €/ha.

Conclusies en discussie

De aanpassing van de Ca/Mg/K bemesting op basis van de Albrechtmethode heeft een positief effect gehad op de gewasopbrengst van zetmeelaardappelen. Dit voordeel weegt echter niet op tegen de meerkosten van de bemesting. Het is wel denkbaar dat de Ca/Mg/K bemestingskosten gaandeweg afnemen als de verhoudingen in de bodem na een aantal jaren geoptimaliseerd zijn.

De resultaten laten zien dat de methode agronomisch effectief is in zetmeelaardappelen. Tegelijk is duidelijk dat toepassing in relatief laagsalderende gewassen te weinig financieel voordeel oplevert om de kosten te dekken. Als het positieve opbrengsteffect ook behaald kan worden in duurdere teelten (poot aardappelen, lilies), die ook op zand- en dalgronden worden geteeld, kan het financiële plaatje er wellicht anders uit komen te zien.

6 Slotbeschouwing

In de vijf systeemprouwen is meerjarig onderzoek gedaan aan maatregelen om de fysische, chemische en biologische bodemkwaliteit te verbeteren. De evaluatie van de kosten en baten laat over de hele linie geen schokkende resultaten zien: de meeste maatregelen zijn relatief goedkoop, soms zelfs goedkoper dan de huidige praktijk, zoals een aantal grondbewerkingsvarianten. Daarnaast zijn er slechts enkele opvallend grote effecten op de (financiële) opbrengst van gewassen. Die zijn soms positief (bodemgezondheid), soms negatief (grondbewerking).

Vanuit praktijkperspectief zijn de kosten-batenverschillen soms zo klein, dat het een beperkte rol speelt in de beslissing om een maatregel al dan niet te nemen. Waarschijnlijk gaan andere argumenten dan een grotere rol spelen, zoals de praktische uitvoerbaarheid (niet alle maatregelen zijn even eenvoudig), de benodigde investeringen (m.n. grondbewerking), de afschrijving van de huidige mechanisatie etc. De kosten-baten analyse is in dit opzicht ook beperkt: het geeft geen inzicht in investeringen en is geen volledige haalbaarheidsstudie, maar geeft slechts een eerste indruk of maatregelen economisch enigszins 'uit kunnen.'

De resultaten vragen ook een vertaalslag van onderzoek naar praktijk: het is niet mogelijk om de resultaten zomaar toe te passen op een andere situatie, waarbij de grondsoort, de gewassen en de vruchtwisseling anders zijn. De best practices zijn een eerste vertaling van de bewerkingen in de proef naar de praktijksituatie waardoor de berekende kosten een redelijke indruk geven van de kosten in de praktijksituatie. Voor de opbrengsten is dit lastiger omdat het niet te voorspellen is wat het opbrengsteffect van dezelfde maatregelen is in een andere situatie. Tegelijk zijn de resultaten wel zodanig dat het de moeite waard is om deze maatregelen te overwegen: als een akkerbouwer toe is aan een investering in een nieuwe ploeg of spitmachine, zou het op basis van dit onderzoek zinvol kunnen zijn om af te wegen om de overstap te maken naar niet-kerende/minimale grondbewerking.

Tot slot: het is belangrijk om bij de evaluatie van dit type (systeem)onderzoek een aantal opmerkingen te maken. Omdat een systeemaanpak wordt onderzocht, kunnen de resultaten (opbrengst, kwaliteit) vooral op systeemniveau worden geïnterpreteerd. Het is niet zonder meer mogelijk om conclusies op gewasniveau te trekken, bijvoorbeeld 'NKG werkt positief voor aardappel' of 'prei doet het beter bij extra organische stof.'

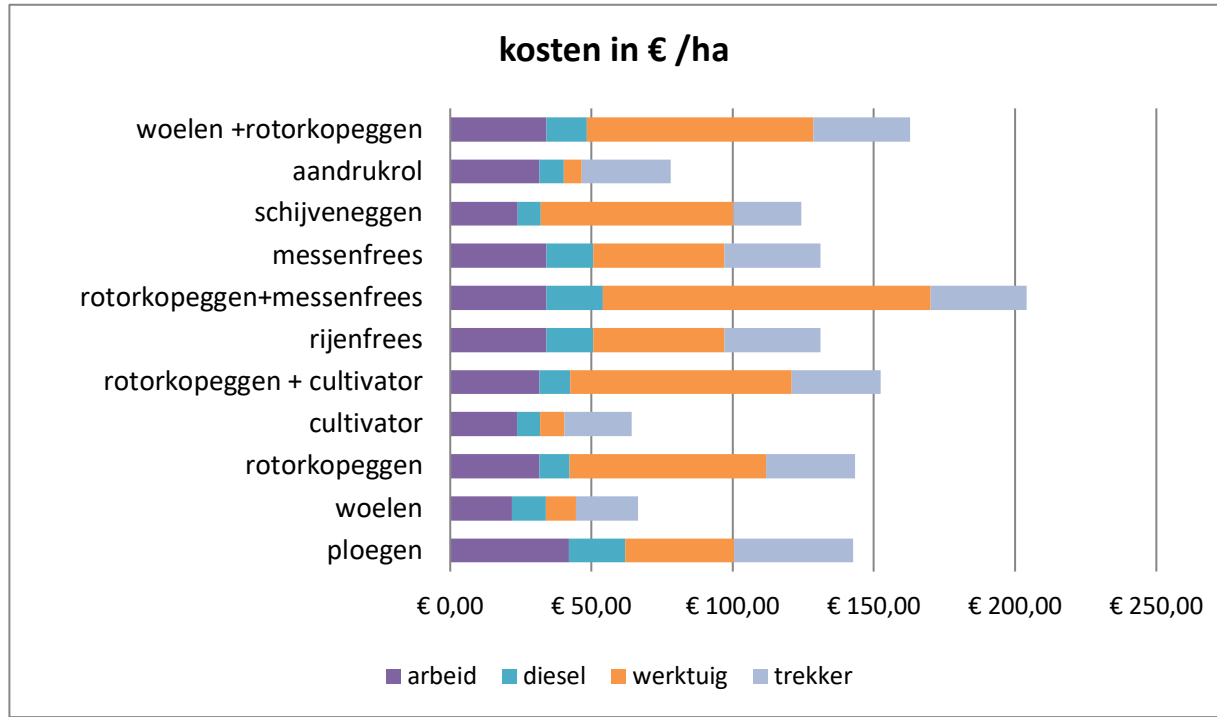
Daarnaast geldt bij systeemonderzoek, en dan met name bij bodemmaatregelen, dat lange termijn effecten kunnen optreden. Het effect van extra organische stof kan na verloop van tijd pas zichtbaar worden, maar het is ook mogelijk dat het systeem door stapsgewijze optimalisatie anders gaat presteren. Dat betekent dat een volgende evaluatie over een aantal jaren altijd wenselijk is, maar ook tot andere conclusies kan leiden, positiever of negatiever.

Tegelijk is de huidige evaluatie daarmee niet overbodig geworden: juist door effecten op een termijn van ongeveer 5 jaar te evalueren, komen de eventuele 'snelle' effecten in beeld. Die zijn voor de praktijk vaak relevant, omdat het iets zegt over de terugverdientijd van de kosten.

Literatuur

- Haan, Janjo de, Marie Wesselink, Wim van Dijk, Harry Verstegen, Willem van Geel, Wim van den Berg, 2017. Biologisch teelt op zuidelijke zandgronden: opbrengst, bemesting, bodemkwaliteit en stikstofverliezen; Resultaten van het biologische bedrijfssysteem van het project Bodemkwaliteit op zand in de periode 2000-2016. Wageningen Research, Rapport WPR-755. 100 blz.; 27 fig.; 37 tab.; 47 ref.
- Haan, Janjo. de, Marie Wesselink, Wim van Dijk, Harry Verstegen, Willem van Geel, Wim van den Berg, 2017. Effect van organische stofbeheer op opbrengst, bodemkwaliteit en stikstofverliezen op een zuidelijke zandgrond. Resultaten van de gangbare bedrijfssystemen van het project Bodemkwaliteit op zand in de periode 2011-2016. Wageningen Research, Rapport WPR-754. 108 blz.; 31 fig.; 45 tab.; 51 ref.
- Swart, Bjartur, Nico Polman, Stein Reinhard, Wijnand Sukkel, Pieter de Wolf, 2016. Kosten-Baten analyse. Als onderdeel van fase 1 "van Kennis naar Kunde" in de landbouw. H.3 Wanneer gaan landbouwers investeren in bodemkwaliteit? In opdracht van Hogeschool VHL.

Bijlage 1 BASIS: kosten grondbewerkingsacties



Figuur 6 Kosten van de verschillende grondbewerkingen waarmee gerekend is, uitgesplitst in arbeid-, diesel-, werktuig- en trekkerkosten.

Bijlage 2 BASIS: grondbewerking per gewas

Gangbaar

Tabel 43 Alle grondbewerkingen per gewas per object met de weeknummers wanneer deze bewerking is uitgevoerd voor de gangbare rotatie.

Gewas	Grondbewerking	ST (ploegen)	T (NKG met woelen)	M (NKG zonder woelen)	Opmerking
Pootaardappel	Wentelploeg	46			
	Triltandcultivator met ganzenvoeten		14	14	
	Rotorkopeg	16	16	16	In combinatie met poten
	Rijenrees	20	20	20	
	Triltandcultivator met ganzenvoeten	37	37	37	Sporen licht bewerken
	Rotorkopeg	37	37	37	Groenbemester inzaaien
	Woeler (bouwvoorlichter)		44		
Suikerbiet	Wentelploeg	46			
	Triltandcultivator met ganzenvoeten		14	14	
	Rotorkopeg	15	15	15	In combinatie met zaaien
	Triltandcultivator met ganzenvoeten		44	44	
	Woeler (bouwvoorlichter)		44		1x per 3 jaar
Zomergerst	Wentelploeg	46			
	Triltandcultivator met ganzenvoeten		12	12	
	Rotorkopeg	12	12	12	In combinatie met zaaien
	Triltandcultivator met ganzenvoeten	33	33	33	stoppelbewerking
	Rotorkopeg	34	34	34	Groenbemester zaaien
Zaaiui	Wentelploeg	46			
	Triltandcultivator met ganzenvoeten		12	12	
	Rotorkopeg	15	15	15	In combinatie met zaaien
	Triltandcultivator met ganzenvoeten	39	39	39	Sporen licht bewerken

	Woeler (bouwvoorlichter)		39		1x per 3 jaar vóór inzaai groenbemester
	Rotorkopeg	39	39	39	Groenbemester zaaien

Biologisch

Tabel 44 Alle grondbewerkingen per gewas per object met de weeknummers wanneer deze bewerking is uitgevoerd voor de biologische rotatie.

Gewas	Grondbewerking	ST (ploegen)	T (NKG met woelen)	M (NKG zonder woelen)	Opmerking
Consumptie-aardappel	Wentelploeg	46			
	Triltandcultivator met ganzenvoeten		15	15	
	Rotorkopeg	17	17	17	In combinatie met poten
	Rijenfrees	20	20	20	
	Woeler (bouwvoorlichter)	35	35		
Grasklaver	Triltandcultivator met ganzenvoeten	35	35	35	
	Rotorkopeg	37	37	37	
Kool	Schijveneg	45			
	Wentelploeg	46			
	Triltandcultivator met ganzenvoeten		16	16	Grasklaver vernietigen
	Triltandcultivator met ganzenvoeten		18	18	Grasklaver vernietigen
	Rotorkopeg	22	22	22	In combinatie met planten
Zomertarwe	Wentelploeg	46			
	Triltandcultivator met ganzenvoeten		13	13	
	Rotorkopeg	14	14	14	In combinatie met zaaien
Peen	Wentelploeg	46			
	Triltandcultivator met ganzenvoeten		16	16	Groenbemester onderwerken
	Triltandcultivator met ganzenvoeten		17	17	Groenbemester onderwerken
	Rotorkopeg		18	18	In combinatie met ruggenfrees
	Ruggenfrees	18	18	18	
	Woeler (bouwvoorlichter)		42	42	3 van de 4 jaar
Zomertarwe/ Veldboon	Wentelploeg	46			
	Triltandcultivator met ganzevoeten		14	14	
	Rotorkopeg	15	15	15	
	Triltandcultivator met ganzevoeten	37	37	37	
	Rotorkopeg	37	37	37	

Bijlage 3 BASIS: financiële opbrengst berekeningen

Tabel 45 De financiële opbrengsten van de gewassen die significante verschillen aangeven ten opzichte van de standaard grondbewerking voor de tussenvorm van de biologische gewasrotatie met daarachter het financiële verschil over de gehele gewasrotatie (ha/jaar). Een groen vakje betekent een significant verschil.

Gewasrotatie biologisch	Gewas 1	Gewas 2	Gewas 3	Gewas 4	Gewas 5	Gewas 6	Gem./jaar S vs. T
	C. aardappel € opbrengst	Grasklaver € opbrengst	Industrie kool (wit) € opbrengst	Zomertarwe € opbrengst	Winterpeen € opbrengst	Veldbonen / zomertarwe € opbrengst	
S (standaard)	-	1422	-	1802	27219	-	€ 5,074
T (tussenvorm)	-	1623	-	1904	23564	-	€ 4,515
verschil		-201		-102	3655		€ 559

Tabel 46 De financiële opbrengsten van de gewassen die significante verschillen aangeven ten opzichte van de standaard grondbewerking voor minimaal van de biologische gewasrotatie met daarachter het financiële verschil over de gehele gewasrotatie (ha/jaar). Een groen vakje betekent een significant verschil.

Gewasrotatie biologisch	Gewas 1	Gewas 2	Gewas 3	Gewas 4	Gewas 5	Gewas 6	Gem./jaar S vs. M
	C. aardappel € opbrengst	Grasklaver € opbrengst	Industrie kool (wit) € opbrengst	Zomertarwe € opbrengst	Winterpeen € opbrengst	veldbonen / zomertarwe € opbrengst	
S (standaard)		1422	9411	1802	27219		€ 6,642
M (minimaal)		1662	8925	1904	23005		€ 5,916
verschil		-240	486	-102	4214		€ 726

Tabel 47 De financiële opbrengsten van de gewassen die significante verschillen aangeven ten opzichte van de standaard grondbewerking voor de tussenvorm voor de gangbare gewasrotatie met daarachter het financiële verschil over de gehele gewasrotatie (ha/jaar). Een groen vakje betekent een significant verschil. In dit geval zijn er dus geen significante verschillen gemeten tussen de tussenvorm en standaard.

Gewasrotatie gangbaar	Gewas 1	Gewas 2	Gewas 3	Gewas 4	Gem./jaar S vs. T
	Pootaardappel	Suikerbiet	Wintertarwe of zomergerst	Waaiui	
	kg opbrengst	ton opbrengst	kg opbrengst	kg opbrengst	
S (standaard)					€ 0
T (tussenvorm)					€ 0
verschil					€ 0

Tabel 48 De financiële opbrengsten van de gewassen die significante verschillen aangeven ten opzichte van de standaard groundbewerking voor de tussenvorm voor de gangbare gewasrotatie met daarachter het financiële verschil over de gehele gewasrotatie (ha/jaar). Een groen vakje betekend een significant verschil.

Gewasrotatie gangbaar	Gewas 1	Gewas 2	Gewas 3	Gewas 4	gem./jaar S vs. M	
	Poot aardappel	Suikerbiet	Wintertarwe of zomergerst	Zaaiui		
	kg opbrengst	ton opbrengst	kg opbrengst	kg opbrengst		
S (standaard)				7090	€	1,773
M (minimaal)				6740	€	1,685
<i>verschil</i>				350	€	88

Bijlage 4 Teeltkosten: Tagetes en Japanse haver

Tabel 49 Teeltkosten van tagetes (per ha).

Kostenpost	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Eenheid	Kosten
Zaaizaad	8	kg	30	€/kg	€ 240
Tagetes zaaien (LW)	1	ha	90	€/ha	€ 90
Kalkammonsalpeter	70	kg N	1.14	€/kg N	€ 80
Middelen			90	€/ha	€ 90
Diesel	48	l	1.1	€/l	€ 53
Arbeid	4.7	uur	27.14	€/uur	€ 128
Werktuig kosten					€ 64
Totaal					€ 745

Tabel 50 Teeltkosten van Japanse Haver Groenbemester (per ha)..

Kostenpost	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Eenheid	Kosten
Zaaizaad	70	kg	1.75	€/kg	€ 123
Kalkammonsalpeter	60	kg N	1.14	€/kg N	€ 68
Diesel	40	l	1.1	€/l	€ 44
Totaal					€ 235
Arbeid	3.5	uur			€ 95
Mechinisatie					€ 89
Totaal					€ 420

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-819

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten 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.
