

EINDRAPPORT
Pilot Organisch (rest) Materiaal Als Bodemverbeteraar
ONDERZOEK
Juni 2022

Partners Pilot OMAB



Colofon:

Dit rapport is tot stand gekomen
door samenwerking van:

Gemeente Dalfsen
Gemeente Ommen
Gemeente Hardenberg
Waterschap Vechtstromen
Waterschap Drents Overijsselse Delta
ANV De Ommer Marke
Provincie Overijssel
Met medewerking van Eurofins-agro

Auteurs: Anet Bovendeert
met bijdragen van
Karst Brolsma
Bram de Vos
Review: Aad Termoshuizen

Informatie over de pilot OMAB,
rapport en bijlagen zijn te vinden op
de website van ANV De Ommer Marke
www.ommermarke.nl

Inlichtingen via
omabvechtdal@gmail.com of
tel.: 0523-235559

Voorwoord

Centraal in dit rapport staat de zoektocht naar antwoorden op vragen die agrariërs hebben wanneer zij de mogelijkheid krijgen om maaisel van bermen, sloten etc. te gebruiken voor bodemverbetering. Hiervoor is in 2016 de pilot OMAB (Organisch (rest) Materiaal Als Bodemverbeteraar) gestart.

De pilot OMAB heeft drie onderdelen namelijk onderzoek, regelgeving en toepassing. Verslaglegging van de onderdelen regelgeving en toepassing staan in het verslag 'Regelgeving en de Overijsselse Standaard in de praktijk'. Te vinden op de website van De Ommer Marke www.ommermarke.nl

Van het onderdeel onderzoek, wordt hier verslag gedaan. Omdat de pilot OMAB zich richt op de praktijk zijn er praktijkproeven gedaan en is het rapport kort en ter zake. Alle bijlagen met de volledige uitwerkingen en resultaten zijn te vinden op de genoemde website.

De veelheid aan gegevens vraagt om verdere uitwerking. De hoofdconclusies zullen daarmee niet veranderen, maar hopelijk zullen die wel verder onderbouwd en genuanceerd worden. In september zal er daarom een aanvulling komen waarin dan ook een aantal analyseresultaten die nog niet ontvangen zijn, verwerkt zullen worden.

De 5-jarige pilot OMAB (Organisch (rest) Materiaal Als Bodemverbeteraar) is een samenwerking van de gemeenten Dalfsen, Ommen en Hardenberg, de waterschappen Vechtstromen en Drents Overijsselse Delta, ANV De Ommer Marke en de Provincie Overijssel. Eurofins-agro is vanaf het begin betrokken geweest met ondersteuning bij de uitvoer en uitwerking van de analyses. Het werkgebied van OMAB is het Vechtdal (Overijssel). De gemeenten Dalfsen, Ommen en Hardenberg.

Wij hopen met dit rapport bij te dragen aan praktische kennis over de geschiktheid van maaisel, de keuzes met betrekking tot opslag en bewerking en de effecten op bodem en opbrengst. Daarmee kan maaisel beter optimaal ingezet worden.

INHOUD

Samenvatting	5
1 Inleiding	6
2 Doelen	7
3 Opzet	8
3.1 Algemeen	8
3.2 Analyses en metingen	9
3.3 Data-analyses	9
4 Resultaten	10
4.1 Maaisel en Bodemverbeteraar	10
4.1.1 Samenstelling te oogsten stroken voor maaisel	10
4.1.2 Data-analyse locatie, maaisel en bodemverbeteraar	10
4.1.3 Uitgangsmateriaal en productie bodemverbeteraar	12
4.1.4 Nutriënten aanvoer bodemverbeteraars	13
4.1.5 Bodemverbeteraars en kiemprouven	14
4.1.6 Antwoorden op de vragen	15
4.2 Effecten op de bodem	15
4.2.1 Tijd en behandeling	15
4.2.2 Organische stof in de bodem per locatie	17
4.2.3 Effect bodemverbeteraar en bodemprofiel en bodemscore	17
4.2.4 Effect bodemverbeteraar en watervasthoudend vermogen	18
4.2.5 Effect bodemverbeteraar en kwaliteit hoge grondwater	18
4.2.6 Antwoorden op de vragen	20
4.3 Effecten op de opbrengst	20
4.3.1 Opbrengst droge stof en zetmeel	20
4.3.2 Nutriënten afvoer snijmais	21
4.3.3 Antwoorden op de vragen	21
4.4 Stappenplan voor de agrariër die maaisel wil gaan gebruiken	22
5 Conclusies	24
6 Aanbevelingen	25

BIJLAGEN

Samenvatting

Het gebruik van plaatselijk maaisel (van bermen, sloten, bergingen etc.) voor bodemverbetering kan een rol spelen bij de opgaven om kringlopen te sluiten, zuinig om te gaan met energie en grondstoffen en CO₂ in de bodem op te slaan.

In 2016 is, op initiatief van agrariërs, een 5-jarig onderzoek gestart naar de effecten en risico's van dit gebruik. Het onderzoek is een samenwerking van drie gemeenten, twee waterschappen en ANV De Ommer Marke in het Vechtdal en de Provincie Overijssel.

Doel is het beantwoorden van een aantal vanuit de praktijk aangeleverde vragen met betrekking tot de samenstelling van het materiaal dat gewonnen wordt (het maaisel), samenstelling van het materiaal dat opgebracht wordt (het product, hierna bodemverbeteraar genoemd), de effecten op de bodem en van die op de opbrengst.

Als bodemverbeteraars zijn bokashi (anaeroob (fermentatie) proces met toevoegingen) en bioterra (aeroob (compostering) proces met het bacteriemengsel bioterra) onderzocht.

Met de samenstelling van de toevoegingen is in fase 1 en 2 geëxperimenteerd. Op basis van die resultaten is besloten om in fase 3, 4 en 5 alleen kalk en EM (effectieve micro-organismen) toe te voegen.

Er is gekozen voor een praktijkproef met snijmais als gewas. Hiervoor zijn op 6 (na 2 jaar 5) locaties op één perceel 2 proefvelden van minimaal 2000 m² uitgezet. De een is de controle, de ander werd behandeld met bokashi (4, later 3 locaties) of met bioterra (2 locaties)(20 ton versgewicht/ha). Voordeel van een praktijkproef is dat de uitkomsten aansluiten bij de praktijk, nadeel is dat er meer variatie zal zijn door verschil tussen de locaties (bodem, bedrijfsvoering)

Maaisel, bodemverbeteraar, bodem, hoge grondwater en opbrengst zijn uitgebreid geanalyseerd. De overzichten van alle analyse- en meetresultaten zijn te vinden in de bijlagen. Op de analyses van maaisel, bodemverbeteraar, bodem, kwaliteit hoge grondwater en opbrengst is een data-analyse uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn:

- De kwaliteit van de bodemverbeteraar (bokashi of bioterra) hangt af van het type uitgangsmateriaal (maaisel) dat is gebruikt. Bermmaaisel scoort in het algemeen, op 9 geselecteerde kenmerken, beter als slootmaaisel. Voor organische stof scoort bermmaaisel beduidend beter.
- Er is geen verschil in kwaliteit (op basis van 9 kenmerken van de bodemverbeteraar) tussen bokashi en bioterra. Er is een tendens dat bokashi beter scoort op pH en koolzure kalk.
- Er is geen effect gevonden op de bodemvruchtbaarheid. Er is wel een tendens in verhoging van het organische stof gehalte en pH, met de jaren.
- In 5 jaar opbrengen stijgt de microbiële biomassa en de schimmel/bacterie ratio, zowel bij bokashi als bij bioterra.
- Na 5 jaar is er geen effect op droge stof- en zetmeelopbrengst. Er is wel een tendens tot hogere waarden voor het proefveld met de bodemverbeteraar.
- Risico's bij het opbrengen van maaisel zijn beperkt bij levering van 'schoon en onverdacht' maaisel.

De resultaten na 5 jaar opbrengen van bokashi en bioterra laten meestal geen statisch betrouwbaar effect zien. Er zijn wel vaak tendensen te vinden.

Aanbevolen wordt langdurige onderzoek uit te voeren waarin ook geëxperimenteerd wordt met hogere doseringen bodemverbeteraar. Daarnaast wordt aanbevolen om ook vergelijkingsproeven op één perceel uit te voeren. Hierdoor wordt het aantal variabelen verminderd.

1 Inleiding

Onder andere door een aangescherpt mestbeleid, is er bij agrariërs meer aandacht gekomen voor de bodemkwaliteit. Ook wordt steeds meer bekend over de effecten van een goede bodemkwaliteit op gewasgezondheid. Een essentiële eigenschap van de bodem is het organische-stofgehalte. Organische stof in de bodem heeft tal van gunstige eigenschappen. Zo verhoogt dit het watervasthoudend vermogen, waardoor uitspoeling van nitraat (en ook kalium) vermindert. Ook verhoogt organische stof, als voedselbron voor het bodemleven, ook het ziekteverwendend vermogen van de bodem. Daarnaast betekent opslag van organische stof in de bodem vermindering van emissie van CO₂ naar de atmosfeer.

Een van de mogelijkheden om het organische stof gehalte van de bodem te verhogen, is organische stof aan de bodem toe te voegen. Dit kan door maaisel van bermen, watergangen, bergingen, dijken, etc. (hierna 'maaisel'), aan te voeren. Daarbij ontstaat de vraag hoe met dit maaisel om kan en mag worden gegaan, wat de risico's zijn en wat het oplevert.

Leveranciers van maaisel (gemeenten, waterschappen, natuurorganisaties), worden momenteel geconfronteerd met hoge kosten voor het afvoeren van dit maaisel, terwijl dit goedkoop en lokaal kan worden gebruikt door agrariërs om hun organische stof gehalte in de bodem te verhogen. Dit draagt dan bij aan het oplossen van (hun) maatschappelijke opgaven zoals een gezonde bodem = gezond voedsel, het waterbergend vermogen en biodiversiteit. Immers maaisel afvoeren leidt tot verschraling en daardoor meestal tot een gevarieerdere vegetatie, terwijl ook het bodemleven baat heeft bij (extra) organisch materiaal.

Vraag en aanbod kunnen momenteel niet op elkaar worden afgestemd, omdat regelgeving nu bepaalt, dat het bedoelde maaisel gezien wordt als afval.

Daarom is in 2016 de pilot Organisch (rest) Materiaal Als Bodemverbeteraar (OMAB) gestart. Zij probeert door praktijkproeven en bemoeienis met de regelgeving een zinvol en verantwoord gebruik van maaisel in de landbouw mogelijk te maken. Dit past bij de maatschappelijke ontwikkelingen van de laatste jaren, waarin efficiënt gebruik van energie en grondstoffen en het sluiten van kringlopen belangrijk zijn.

De praktijkproeven betreffen hier het gedurende 5 jaar toepassen van bodemverbeteraars op basis van maaisel, op 5-6 locaties.

Maaisel dat voor een agrariër beschikbaar komt zal meestal eerst opgeslagen moeten worden. Niet alleen is het land niet altijd beschikbaar, ook is het inbrengen van zulk materiaal lastig. Opslag kan via composteren (met zuurstof = aeroob proces) of fermenteren (zonder zuurstof = anaeroob proces=inkuilen). Dit levert respectievelijk een compost en een bokashi op. Bokashi is pas enkele jaren bekend. Er is veel vraag naar wat het is en doet in de bodem.

Bokashi claimt de bodem beter te verbeteren als een compost. Het zou beter zijn voor het bodemleven en, omdat het afgesloten bewaard wordt, zijn er geen verliezen aan energie en C. Je houdt dus meer product over.

Bioterra wordt gebruikt om stank in een hoop te voorkomen. De bacteriën hierin breken het melkzuur af. Daarnaast claimt het dat het de vertering van het maaisel stimuleert.

In het onderzoek zijn beide bodemverbeteraars onderzocht.

Voor dit onderzoek is een ontheffing aangevraagd. De regelgeving vraagt, ook voor maaisel dat binnen 5 kilometer van de oogstplek wordt toegepast, om te voldoen aan alle 'overige regelgeving' ter bescherming van het milieu én verbiedt nu nog het bewerken van maaisel (zoals bokashi maken).

Het onderzoek richt zich op de agrariërs die hun bodems willen verbeteren en daarvoor het gebruik van maaisel overwegen.

2 Doelen

Algemene doelstelling

Het praktisch maken van het gebruik van plaatselijk organisch (rest)materiaal van bermen, watergangen, bergingen en natuurterreinen, voor bodemverbetering van agrarische percelen in hetzelfde gebied, waarbij de milieubelasting zo klein mogelijk is (met zo min mogelijk verliezen aan uitgangsmateriaal en met zo weinig mogelijk input van energie).

Hierbij hoort ook het bijdragen aan een regelgeving die het verantwoord gebruik van maaisel om de bodem te verbeteren, mogelijk maakt.

Vanuit deze algemene doelstelling zijn een aantal vragen voor het gedeelte onderzoek opgesteld. Doel van het onderzoek is om daar antwoorden op te vinden.

De vragen zijn:

Maaisel en bodemverbeteraar

- Is er verschil in samenstelling van het maaisel en de daaruit gemaakte bodemverbeteraar?
- Zijn er onderlinge verschillen tussen de locaties, (die ieder een bepaald type maaisel krijgen en er of bokashi of bioterra van maken), op de samenstelling van het materiaal?
- Wat is het effect van het uitgangsmateriaal (bermmaaisel en slootmaaisel), op de samenstelling van de bodemverbeteraar?
- Is er verschil tussen twee productiemethodes, bokashi en bioterra, in de samenstelling van de bodemverbeteraars?
- Wat zijn de risico's bij gebruik van maaisel voor bodemverbetering?

Bodem

- Wat is het effect van de bodemverbeteraars op de vruchtbaarheid (chemische, fysische, biologische, watervasthoudend vermogen, bodemscore), van de bodem voor alle locaties?
- Is er een effect op de kwaliteit van het hoge grondwater, bij gebruik van een bodemverbeteraar?
- Is er verschil in effect op de bodem, tussen de bodemverbeteraars Bokashi en Bio

Opbrengst

- Wat is het effect van de bodemverbeteraars op de opbrengst en de kwaliteit van de snijmaïs voor alle locaties?
- Is er verschil in effect op de opbrengst tussen de bodemverbeteraars Bokashi en Bioterra?

Praktijk

- Waar moet ik aan denken wanneer ik als agrariër, maaisel wil gaan gebruiken om de bodem te verbeteren?

3 Opzet

Hier vindt u een beknopte beschrijving van de werkwijze in grote lijnen.

Een uitgebreide beschrijving van de werkwijze is te vinden in **bijlage 11**

3.1 Algemeen

Op 6 locaties in het Vechtdal - Overijssel, op zandgrond, op een perceel waar komende 5 jaar snijmais wordt geteeld, zijn steeds 2 proefvelden van minimaal 2000 m², uitgezet (**bijlage 1**). Op één proefveld wordt 20 ton/ha (versgewicht) bokashi of bioterra opgebracht en tegelijkertijd met de bewerkingen voor mais ondergewerkt. Het andere proefveld blijft onbehandeld (de controle).

Vervolgens wordt snijmais geteeld, zoals het bedrijf dit normaal doet. De bewerkingen per jaar en per locatie, zijn vastgelegd. Locatie 4 is tijdens fase 3 gestopt.

Naam TYPE MAAISEL	grof	sloot	berm
structuur	grof	middel	fijn
vegetatie	Met takken en riet	Stevige vegetatie met opslag en braam, plaatselijk veel blad	Kruidige vegetatie met vooral veel gras, soms ook blad
herkomst	Overijssels Kanaal en bergingen	Droge en watervoerende sloten	bermen

Tabel 1: overzicht kenmerken van de typen maaisel die zijn gebruikt in het onderzoek

Van drie verschillende typen maaisel (grof wordt op vier (na fase 3 op drie) bedrijven een 'bokashi' gemaakt (in de resultaten 'bokashi' genoemd) en op twee bedrijven wordt het bacteriemengsel 'bioterra' aan het maaisel toegevoegd (in de resultaten 'bioterra' genoemd), dat daarna op een hoop wordt gezet. De zogenaamde 'koude opslag'. De hoop wordt maximaal 1x omgezet

LEVERANCIER	KWALITEIT MAAISEL	PERIODE	LOCATIE	PRODUCT	HOEVEEL m3
Gemeente Dalfsen	berm	Najaar	5	Bioterra	75
Gemeente Dalfsen	sloot	Najaar	6	Bioterra	75
Gemeente Ommen	sloot	Najaar	2	Bokashi	150
Gemeente Hardenberg	berm	Najaar	3	Bokashi	150
WDO Delta	grof	Najaar	1	Bokashi	150
Vechtstromen*	berm	Zomer	4	Bokashi	150
Gemeente Dalfsen *	berm	Zomer	6	Bioterra	75

* Na fase 3 is er geen Bokashi meer gemaakt op locatie 4 en heeft locatie 6 alleen najaar-maaisel ontvangen.

Tabel 2: Overzicht leveringen van maaisel voor de pilot OMAB.

In het onderzoek is een bokashi (met als toevoegingen kalk en effectieve micro-organismen) en een compost (met het bacteriemengsel bioterra) gebruikt. Bioterra is een bacteriemengsel dat stank in de hoop maaisel voorkomt.. Dit is een eenvoudige en goedkope methode.

Op de Bokashi-bedrijven zijn in fase 1 en 2 steeds 2 kuilen gemaakt met verschillende (hoeveelheden) toevoegingen. Na twee jaar was de conclusie dat toevoegen van kalk en 'effectieve micro-organismen' (EM) voldoende was voor het maken van Bokashi. Zie **bijlage 3** voor de gedetailleerde overzichten van de toevoegingen per jaar en per locatie.

Op de proefvelden is deze jaren steeds de bokashi met de meeste toevoegingen gebruikt.

3.2 Analyses en metingen

Alle monsters voor de analyses zijn genomen door een gecertificeerde monsternemer van Eurofins-agro.

Analyse / Meting	Periode	Bijlage
MAAISEL		
Uitgebreide compost analyse Eurofins-agro	jaarlijks voor alle locaties en perioden	2
Inventarisatie ongewenste kruiden en zwerfafval Eigen beheer	jaarlijks voor alle locaties en perioden	4
PRODUCTEN		
Uitgebreide compost analyse Eurofins-agro	jaarlijks; alle producten (voorjaar- najaar)	2
Kiemproeven Zone College / Eurofins-agro	jaarlijks voor fase 1-4 Alle producten en perioden	5
Inventarisatie kruiden in het veld Eigen beheer	fase 5 voor alle proefvelden, voorjaar	5
BODEM		
Bodemprofiel en bodemscore Adviesburo Badus – Joris Schaap	najaar 2017, voorjaar 2022	6
Uitgebreide bemestingswijzer akker/tuinbouw Eurofins-agro	voorjaar 2017, voorjaar 2020, voorjaar 2022	7
Vrijlevende aaltjes Eurofins-agro	najaar 2017, najaar 2021	7
Dichtheidsmeting met penetrograaf Eurofins-agro / eigen beheer	najaar 2017, voorjaar 2018, najaar 2021	8
Kwaliteit hoge grondwater Aqualysis	jaarlijks voorjaar 2017, 2018, 2019, 2020, 2021	9
OPBRENGST		
Voederwaarde snijmais analyse Eurofins-agro	jaarlijks in het najaar (fase 2, 2018, niet ivm droogte)	10

Tabel 3: Overzicht uitgevoerde analyses en metingen pilot OMAB

3.3 Data-analyse

Om na te gaan welk effect locatie heeft op de samenstelling van de maaisels en de bodemverbeteraars, zijn de meetresultaten van de najaarskuilen geselecteerd.

De complete resultaten van de variantie-analyse, de toetswaarden (F-waarde) en de overschrijdingskans (P-waarden) zijn te vinden in de verschillende bijlages. De grenswaarde voor de overschrijdingskans is 5%. Dit wil zeggen dat er een statistisch significant effect gevonden wordt; de kans 95% is dat dit effect er daadwerkelijk is.

Verdere gegevens over aanpak van de data-analyse staan bij het betreffende onderdeel.

4 Resultaten

4.1 Maaisel en bodemverbeteraar

4.1.1 Samenstelling te oogsten stroken voor maaisel

De stroken waarvan het maaisel naar een bepaalde locatie gaat, zijn van tevoren geïnventariseerd op plantensoorten, met de nadruk op de ongewenste soorten en op zwerfafval. Dit is zoveel mogelijk voor het maaien uit, gebeurd.

Hiervan zijn verslagen gemaakt die vervolgens in schema's zijn samengevat (**Bijlage 4**).

Uit de overzichten inventarisaties vegetatie en zwerfafval blijkt:

- Er is ook binnen één type maaisel (grof, sloot en berm) veel verschil in vegetatie.
- Er komen slechts af en toe exemplaren van ongewenste soorten voor (Ridderzuring, Jacobskruiskruid). Meestal hebben die nog geen zaad gevormd.
- In fase 4 en 5 wordt er bijna geen zwerfafval meer aangetroffen tijdens de inventarisatie.

De verschillende typen maaisel worden gekenmerkt door het verschil in herkomst en structuur. Binnen een type maaisel zijn er ook weer verschillen. Slootmaaisel kan zowel uit droge als uit watervoerende sloten afkomstig zijn en de sloten kunnen een breed of smal talud hebben. Ook is er variatie in de mate waarin zand meekomt. Ook is er veel variatie in bermen. Bermen zijn breed of smal (meer of minder invloed van de weg) en er komen wel of geen bomen (en daardoor blad) in voor, enzovoort.

Door dit alles kan de samenstelling van het maaisel per vracht verschillen. Immers er wordt maaisel langs verschillende wegen of sloten verzameld.

Conclusies

- Er zijn veel verschillen in structuur en samenstelling tussen maaisels. De typen 'grof, sloot en berm', zijn alleen op hoofdlijnen te onderscheiden.
- De risico's voor verspreiding van ongewenste kruiden lijkt beperkt.
- Zwerfafval is een probleem. Extra inzet helpt.

Het aantal ongewenste soorten lijkt mee te vallen. Het is nodig om aandacht te hebben voor op tijd maaien (geen zaden), en selectie van geschikte stroken.

4.1.2 Data-analyse locatie, maaisel en bodemverbeteraar

Methode

Naast locatie effecten is tegelijkertijd getoetst of er een effect is van het materiaal, maaisel en bodemverbeteraars. Dit is gedaan via een tweeweg variantie analyse waarbij 9 kenmerken zijn getest.

De 9 kenmerken van maaisel en bodemverbeteraar die onderzocht zijn:

Nutriënten:	stikstof, fosfor en kalium
Fysisch:	organische stof, pH en koolzure kalk
Zware metalen:	cadmium, koper en zink

De hoofdeffecten zijn locatie (combinatie type maaisel en bewerking zie tabel 2 en materiaal (type maaisel) en er is getoetst of er een interactie is van locatie en materiaal.

Aanvullend op de effecten van de locaties en van het materiaal is er getoetst of het uitgangsmateriaal (het maaisel) en de productiemethode van de bodemverbeteraars, een effect hebben gehad op de samenstelling (de 9 kenmerken). Paragraaf 4.1.3 en 4.1.4.

Hiervoor zijn de locaties gekozen waarbij ieder jaar hetzelfde type maaisel is gebracht (bij twee locaties is één jaar het type maaisel verwisseld).

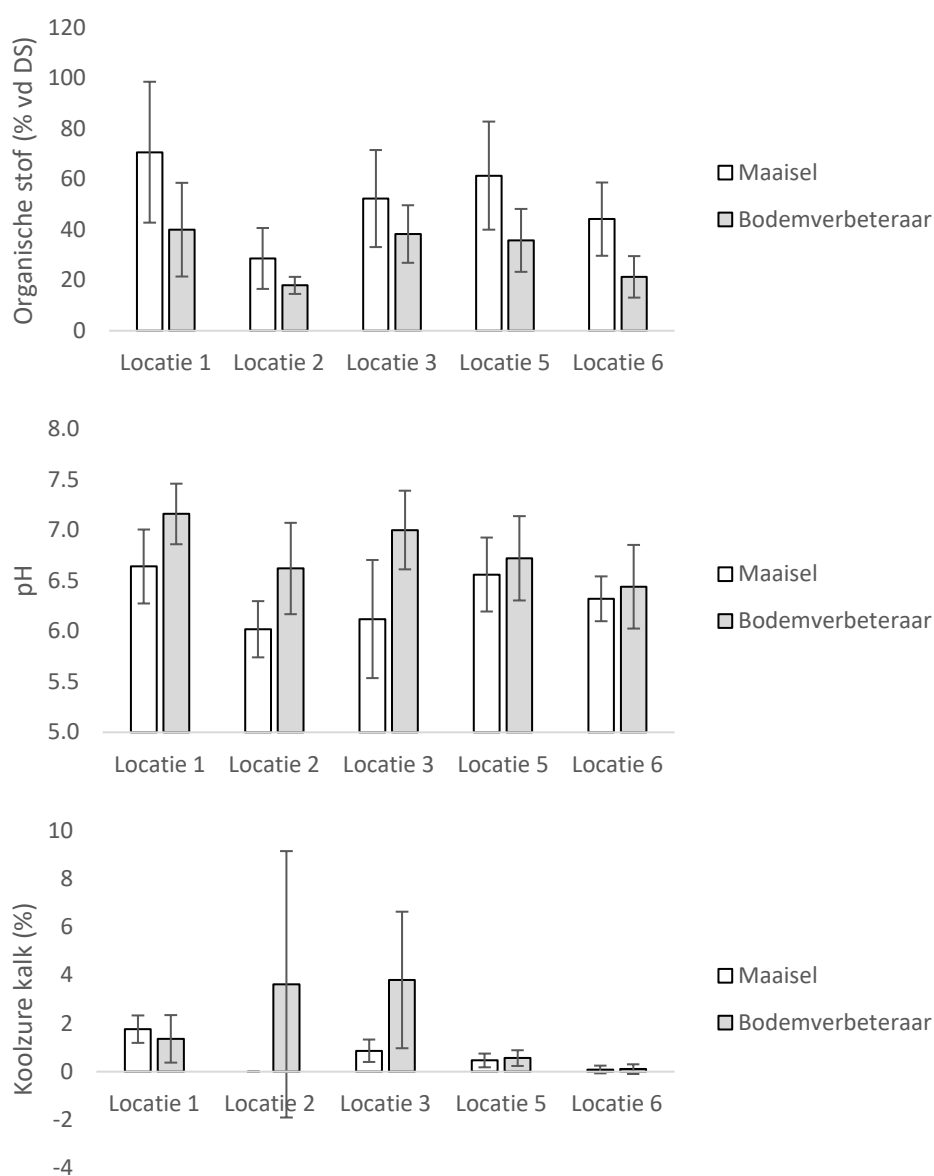
De hoofdeffecten hierbij zijn het type maaisel (slootmaaisel of bermmaaisel) en de productiemethode (bokashi en bioterra). Omdat van het maaiseltype 'grof' alleen bokashi is gemaakt, is deze niet meegenomen.

Resultaten maaisel en bodemverbeteraar

Locatie-effecten (soort maaisel en bewerking) zijn gevonden in de gehalten stikstof, kalium, organische stof, koper, zink en in de pH

Er is geen effect van de locatie gevonden op het gehalte fosfor, koolzure kalk en cadmium (**Bijlage 12**).

Bij het maken van de bodemverbeteraar, neemt het gehalte N, K en Cu af, net als het gehalte organische stof. De pH en het gehalte Zn nemen toe.



Figuur 1 : De gemiddelde samenstelling van de maaisels en de bodemverbeteraars, weergegeven per locatie voor het gehalte organische stof (boven), de pH (midden) en koolzure kalk (onder).

Het aantal waarnemingen per locatie en per type materiaal (maaisel of bodemverbeteraar) is 5 en de spreidingsbalken zijn twee keer de standaardfout. Locatie 1, 2 en 3 = bokashi, locatie 5 en 6 = bioterra

Voor het maaisel en de bodemverbeteraar is er een effect gevonden in het gehalte organische stof en de pH, de overige kenmerken lieten geen effect zien. De interactie tussen locatie en materiaal resulteerde niet in een effect.

Het gehalte organische stof in het aangevoerde materiaal is op alle locaties in het maaisel hoger ten opzichte van de bodemverbeteraars (Figuur 1). Voor de pH is het effect precies omgekeerd, de bodemverbeteraars hebben een hogere pH ten opzichte van het maaisel.

Tijdens het productieproces van zowel bokashi als bioterra neemt het gehalte organische stof dus af en stijgt de pH. Het gemiddelde gehalte koolzure kalk laat vooral een grote mate van spreiding zien.

Dat het gehalte organische stof ook bij bokashi afneemt is vreemd. Bokashi wordt luchtdicht afgesloten. Het is wel logisch dat de pH bij bokashi stijgt omdat daar kalk wordt toegevoegd. Een mogelijke verklaring voor het stijgen van de pH bij bioterra kan de werking van het bacteriemengsel bioterra zijn, die het melkzuur afbreekt

In het maaisel en in de bodemverbeteraars blijven de gehalten aan zware metalen tijdens de hele proef ver beneden de toetswaarden (zie **bijlage 2**).

4.1.3 Uitgangsmateriaal en productiemethode

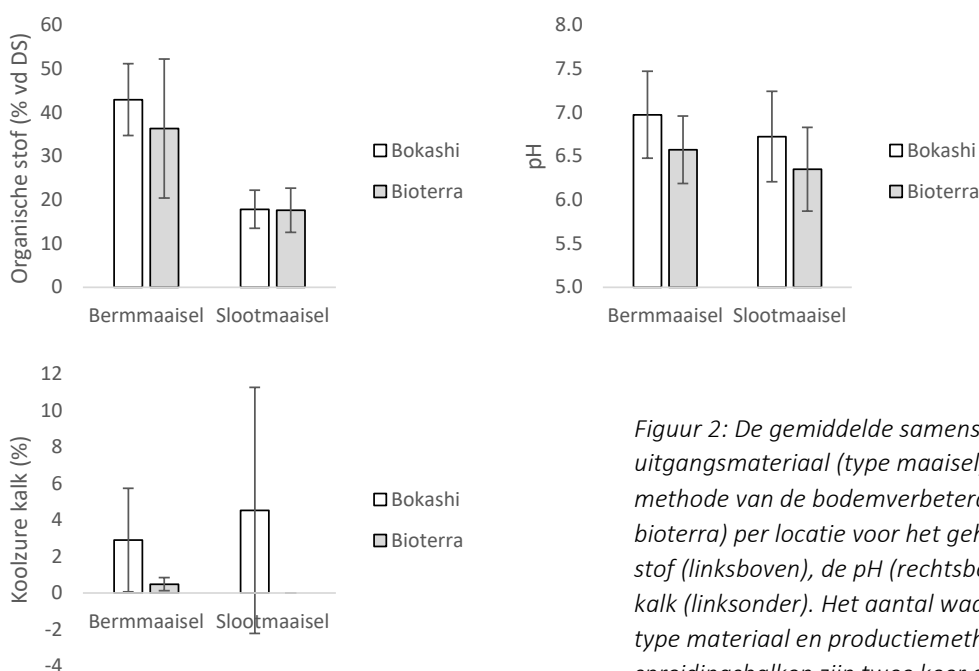
Het uitgangsmateriaal (type maaisel) heeft een effect op het gehalte stikstof, fosfor, kalium, organische stof en zink in de bodemverbeteraar (Bijlage 12).

Er is geen effect gevonden van het uitgangsmateriaal op de overige kenmerken van de bodemverbeteraar.

Daarnaast is er geen effect gevonden van de productiemethode op de samenstelling van de bodemverbeteraar. Dat wil zeggen dat, in dit onderzoek bij najaarsmaaisel, voor de onderzochte 9 kenmerken, het niet uitmaakt of er bokashi of bioterra van het maaisel gemaakt wordt.

Het gehalte organische stof in de bodemverbeteraars is voor beide productiemethodes hoger voor bermmaaisel als uitgangsmateriaal, dan voor slootmaaisel (Figuur 2).

Het gehalte koolzure kalk lijkt hoger bij de bodemverbeteraar die via bokashi is gemaakt ten opzichte van bioterra (wat logisch zou zijn omdat bij bokashi kalk wordt toegevoegd), maar de variatie is groot.



Figuur 2: De gemiddelde samenstelling van het uitgangsmateriaal (type maaisel) en de productiemethode van de bodemverbeteraar (bokashi en bioterra) per locatie voor het gehalte organische stof (linksboven), de pH (rechtsboven) en koolzure kalk (linksonder). Het aantal waarnemingen per type materiaal en productiemethode is 4 en de spreidingsbalken zijn twee keer de standaardfout.

Er is wel een tendens zichtbaar dat bokashi gemiddeld de pH sterker verhoogd als bioterra (er wordt kalk toegevoegd)

Het effect van koolzure kalk is gering en eigenlijk zou bokashi met kalk vergeleken moeten worden met bioterra met kalk.

4.1.4 Nutriënten aanvoer bodemverbeteraars

Bij gebruik van de bodemverbeteraars worden er ook extra nutriënten aangevoerd op de percelen ten opzichte van geen gebruik van de bodemverbeteraar.

		Stikstof kg N/ha	Fosfaat kg P2O5/ha	Kalium kg K2O/ha
Locatie 1	bokashi	93 (41)	33 (7)	83 (41)
Locatie 2	bokashi	71 (12)	28 (11)	27 (6)
Locatie 3	bokashi	144 (49)	43 (11)	100 (26)
Locatie 5	bioterra	177 (53)	63 (25)	147 (75)
Locatie 6	bioterra	112 (17)	47 (19)	64 (32)

Tabel 4: De gemiddelde aanvoer van nutriënten per locatie voor 5 jaar, tussen haakjes de spreiding op basis van twee keer de standaardfout (n = 5). Locatie 1=graf-, locatie 2 en 6 = sloot-, locatie 3 en 5 = bermmaaisel. Op locatie 1, 2 en 3 wordt bokashi gemaakt en op locatie 5 en 6 bioterra.

Opvallend is de relatief lage aanvoer op locatie 2, hier is de gemiddelde aanvoer 50% lager voor stikstof en fosfaat ten opzichte van locatie 5. Voor kalium is de aanvoer zelfs nog kleiner bij locatie 2 ten opzichte van locatie 5.

Verder valt op dat ook bij bioterra de pH iets stijgt. Hier wordt immers geen kalk toegevoegd. De toevoer van kalk bij het bokashi maken lijkt vooral nodig voor het neutraliseren van het verzurende effect van het fermenteren.

Conclusies effecten type maaisel en bodemverbeteraar (4.1.2, 4.1.3, 4.1.4)

- De combinatie van type maaisel en de manier van bewerken heeft effect op de gehalten stikstof, fosfor, organische stof, koper, zink en in de pH van de bodemverbeteraar.
- Omzetting tot bodemverbeteraar heeft een afname in het organische stofgehalte tot gevolg en een toename in pH. Daarbij maakt het type omzetting (bokashi of bioterra) niet uit.
- In dit onderzoek, voor de onderzochte 9 kenmerken, maakt het niet uit of er bokashi of bioterra van het maaisel wordt gemaakt. Er zijn wel tendensen zichtbaar waarbij bokashi iets beter lijkt te scoren voor pH en koolzure kalk (wat te verwachten is omdat aan Bokashi kalk wordt toegevoegd).
- Met bermmaaisel wordt fors meer (ca. 2x) organische stof aangevoerd ten opzichte van slootmateriaal. Ook op andere kenmerken scoort bermmaaisel beter.

4.1.5 Bodemverbeteraar en kiemprouven

Met de bodemverbeteraars zijn kiemprouven gedaan. In de eerste drie fasen door studenten van het 'Zone College' en in fase 4 door Eurofins-agro. Voor de resultaten zie **Bijlage 5**.

De bevindingen uit het overzichten:

- Bodemverbeteraar van najaarsmaaisel bevat meer kiemkrachtige zaden dan van zomermaaisel.
- In bermgras komen beduidend minder kiemkrachtige zaden voor dan in het grove - en slootmaaisel.
- Uit de proeven uitgevoerd door de studenten van het Zone-college blijkt dat er veel meer zaden kiemen in de Bokashi als in de Bioterra.
- Uit de proeven uitgevoerd door Eurofins-agro blijkt juist het omgekeerde namelijk dat er meer zaden ontkiemen in de Bioterra.
- Door het Zone College zijn ook de soorten kiemplanten onderscheiden. Daarin zijn geen probleemkruiden aangetroffen.
- Na 5 jaar opbrengen van een bodemverbeteraar er geen verschil in onkruiddruk met het controle proefveld, geconstateerd.

In het najaar hebben meer planten zaden gevormd dus is het logisch, dat daar ook meer onkruidkiemen te zien zijn. Bermen worden vaak eerder (en soms vaker) gemaaid als watergangen. Het is dan ook niet vreemd dat daar dan minder zaden aanwezig zijn.

Of er meer onkruiden overleven bij bokashi of bij bioterra is uit dit onderzoek niet gebleken. Uitkomst hangt blijkbaar nauw samen met de onderzoeksmethode. Dit vergt nader onderzoek.

Het kan zijn dat het jaarlijks tegen onkruid spuiten, een verschil in onkruiddruk tussen de proefvelden, nivelleert. De inventarisatie in fase 5 is voor het spuiten uit gedaan.

Hoewel het risico van meer onkruiddruk door toepassen van een bodemverbeteraar uit maaisel nu niet gesignaleerd is, kan dit in de toekomst (regelgeving) wel een aandachtspunt worden.

Conclusies:

- Onkruiddruk vanuit de bodemverbeteraar hangt nauw samen met het type maaisel (herkomst, periode)
- Dit onderzoek geeft geen uitsluitsel over het verschil tussen bokashi en bioterra in kiemkrachtige zaden.

Aanbeveling:

- Uitbreider onderzoek naar effect van bewerking op kiemkracht ongewenste planten.

4.1.6 Antwoorden op de vragen

Nu kunnen we antwoord geven op de volgende vragen met betrekking tot de samenstelling van het maaisel en dat van de bodemverbeteraar:

Is er verschil in samenstelling tussen maaisel en bodemverbeteraar?

Ja, er is verschil; het organische stof gehalte neemt iets af en de pH neemt iets toe

Zijn er onderlinge verschillen tussen de locaties (type maaisel en bewerking), op de samenstelling van het materiaal?

Ja, het maakt uit welk uitgangsmateriaal ontvangen wordt en welke bewerking wordt toegepast. Er is een effect op het gehalte stikstof, kalium, organische stof, koper, zink en in de pH.

Wat is het effect van het type uitgangsmateriaal (sloot- en bermmaaisel), op de samenstelling van de bodemverbeteraar?

Bermmaaisel scoort op de kenmerken organische stof en pH beter als slootmaaisel.

Is er verschil tussen twee productiemethodes, bokashi en bioterra, op de samenstelling van de bodemverbeteraars?

Nee, uit de analyses blijkt dat er geen (statistisch betrouwbare) verschillen uitkomen voor de 9 onderzochte kenmerken. Voor pH en koolzure kalk lijkt bokashi een fractie beter te scoren, Voor koolzure kalk is dit logisch omdat kalk wordt toegevoegd bij het maken van bokashi.

Wat zijn de risico's bij gebruik van maaisel voor bodemverbetering?

Chemische risico's betreffende zware metalen komen niet voor. Alle maaisels en bodemverbeteraars blijven ver beneden de toetswaarden voor zware metalen.

Afhankelijk van de meetmethode (studenten Zone College of Eurofins-agro) worden de meeste kiemkrachtige zaden gevonden in de bokashi (studenten) of bioterra (Eurofins-agro).

Er is op de proefvelden, na 5 jaar opbrengen, geen verschil in onkruiddruk waargenomen.

Zwerfafval is een probleem. Dit vraagt aandacht en inzet.

4.2 Effecten op de bodem

methode

Voor de bodemvruchtbaarheid is getoetst of er een effect is van tijd (twee meetjaren, 2020 en 2022 na de start 2017) en behandeling (wel en geen bodemverbeteraar), via tweeweg variantie analyse, op 9 kenmerken van de bodem.

De 9 kenmerken van de bodem die onderzocht zijn:

Chemisch: **N-totale bodemvoorraad, P-bodemvoorraad, K-bodemvoorraad**

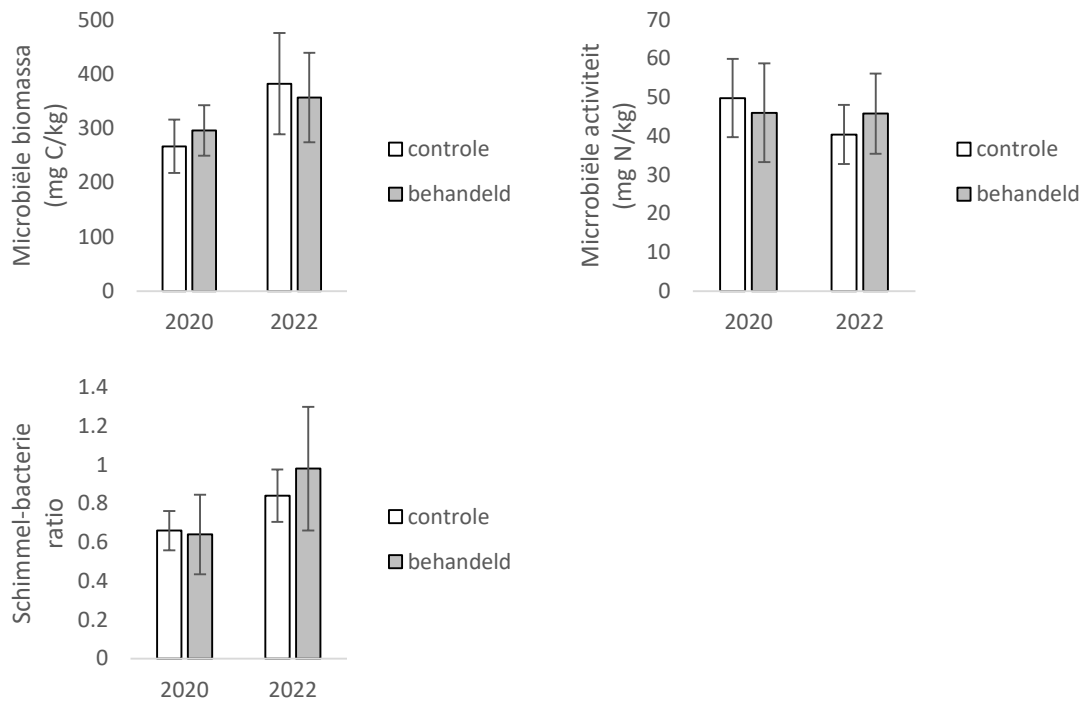
Fysisch: **organische stof gehalte, pH, K- bodemvoorraad**

Biologisch: **microbiële activiteit, microbiële biomassa, schimmel/bacterie verhouding**

Deze kenmerken geven een goed algemeen beeld van de kwaliteit van de bodem

4.2.1 Tijd en behandeling

Na 3 en 5 jaar opbrengen stijgt de microbiële biomassa en de schimmel / bacterie verhouding in de bodem. Voor de microbiële activiteit is geen effect gevonden. Dit kan ook liggen aan verschil in temperatuur/verloop jaargetijde. In een koude periode neemt de activiteit af.



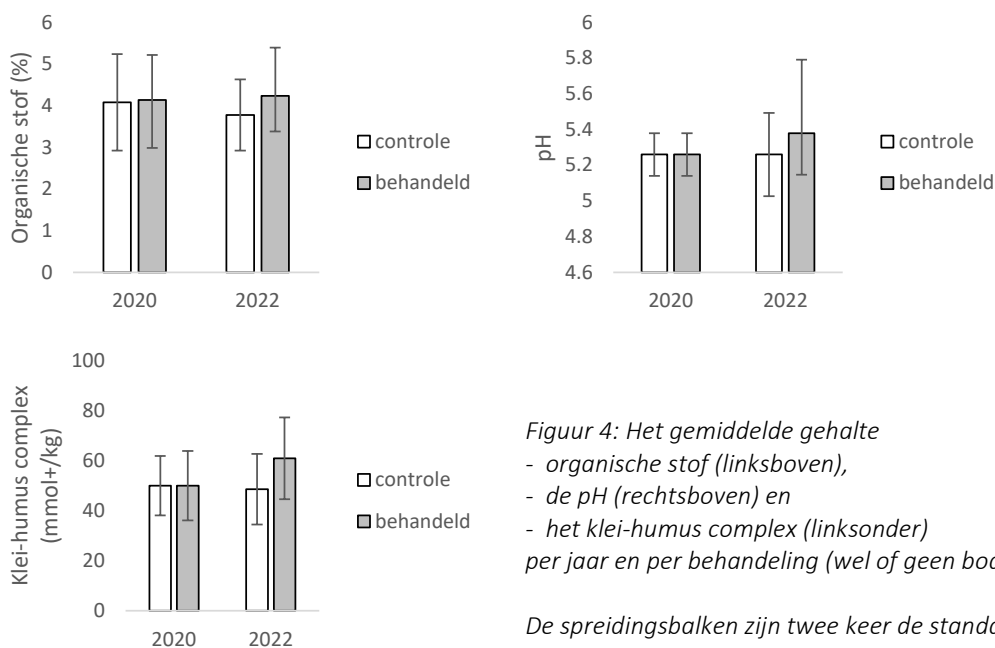
Figuur 3: De gemiddelde hoeveelheid microbiële biomassa (linksboven), de microbiële activiteit (rechtsboven) en de verhouding schimmels ten opzichte van bacteriën (linksonder) per jaar en per behandeling (wel of geen bodemverbeteraar). De spreidingsbalken zijn twee keer de standaardfout ($n=5$).

Op de andere kenmerken zijn geen statistisch betrouwbaar effecten gevonden (Bijlage 13).

Er zijn wel enkele tendensen te zien.

Het gemiddelde gehalte organische stof in de bodem is hoger na 3 en 5 jaar opbrengen van een bodemverbeteraar (Figuur 4). Echter, door de grote spreiding is er geen effect gevonden in de statistische analyse van de resultaten.

In 2022 zijn de pH en het klei-humus complex eveneens iets hoger in de bodems waarop de bodemverbeteraar is toegediend, ook hier zorgt de grote spreiding tot geen significante effecten van de bodemverbeteraars (Figuur 4).



Figuur 4: Het gemiddelde gehalte - organische stof (linksboven), - de pH (rechtsboven) en - het klei-humus complex (linksonder) per jaar en per behandeling (wel of geen bodemverbeteraar).

De spreidingsbalken zijn twee keer de standaardfout ($n=5$).

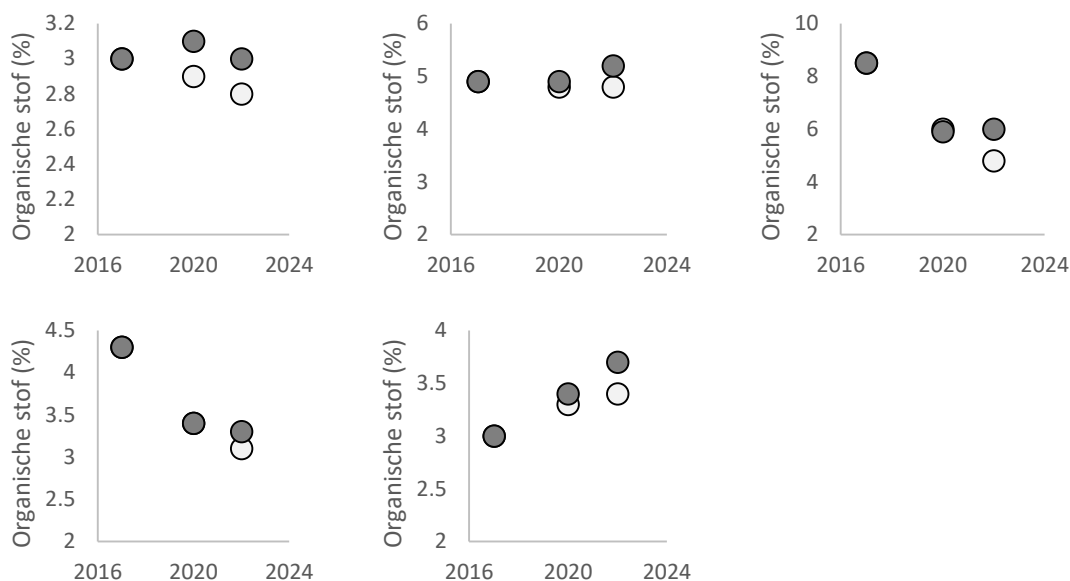
4.2.2 Organische stof in de bodem per locatie

Per locatie is het gehalte organische stof op een rij gezet voor de verschillende jaren. Zoals te zien is in Figuur 5 is organische stof voor alle locaties en met name in 2022 (na 5 jaar opbrengen) hoger in de behandelde objecten ten opzicht van de controle.

Het organische stof gehalte daalt op de meeste locaties bij snijmaisteelt, maar minder wanneer er een bodemverbeteraar wordt opgebracht.

Er is ook verschil in effect tussen de verschillende locaties/bodems.

De sterke daling in organische stof op locatie 3 en 5 is te verklaren door de omzetting van grasland naar maisland voorafgaand aan de proef.



Figuur 5: Het gehalte organische stof per jaar voor locatie 1 (linksboven), locatie 2 (middenboven), locatie 3 (rechtsboven) waar bokashi is toegediend en voor locatie 5 (linksonder) en locatie 6 (rechtsonder) waar bioterra is toegediend. De donkere cirkels zijn de met bodemverbeteraar behandelde objecten en de lichte cirkels zijn de controle objecten. In de meting van 2017 was er nog geen bodemverbeteraar toegediend, deze zijn per locatie gelijk voor de controle en de behandelde objecten.

4.2.3 Bodemverbeteraar en bodemprofiel en bodemscore

In 2017 en 2022 zijn de bodemkenmerken met behulp van een profielbeschrijving en een bodemconditiescore (methode Sonneveld et al., 2014) vastgelegd. (Bijlage 6).

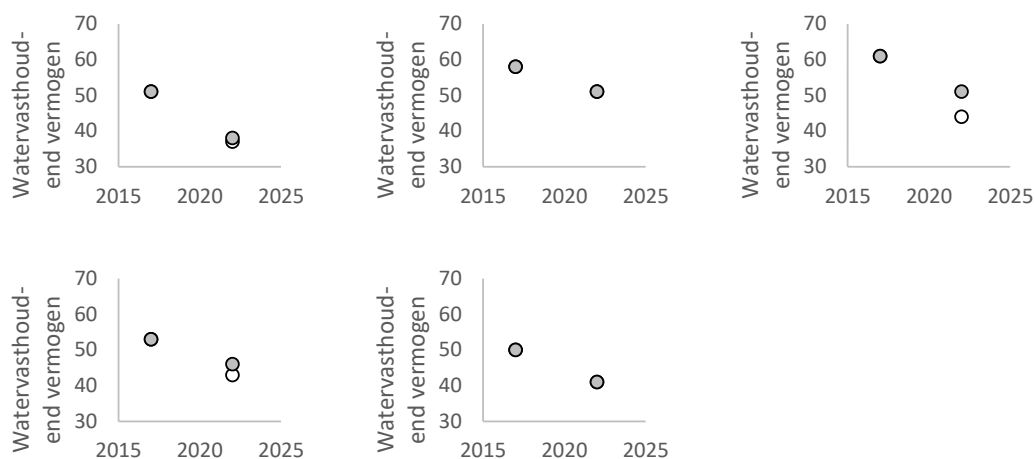
Er zijn zeer weinig verschillen tussen het behandelde en het controle proefveld geconstateerd. De locaties verschillen we, met name betreffende de waterhuishouding en de dikte van de minerale eerdlaag (humusdek). Locatie 1 en 3 laten een iets lagere bodemconditiescore zien voor het controleveld na 5 jaar. Dit komt door iets lagere biologische activiteit (locatie 1) en iets meer verdichting (locatie 3). De verschillen zijn echter klein .

Eindconclusie is dat er geen veranderingen hebben plaatsgevonden in bodemprofiel en bodemconditiescore, in het proefveld waar 5 jaar een bodemverbeteraar is opgebracht.

4.2.4 Bodemverbeteraar en watervasthoudend vermogen

Uit de bemestingswijzer akker/tuinbouw (**bijlage 7**) zijn de waarden voor het watervasthoudend vermogen geselecteerd. Hierop is een data-analyse uitgevoerd.

Er is geen effect gevonden van het toedienen van de bodemverbeteraar op het watervasthoudend vermogen ($F = 0,40$ en $P = 0,54$) van de bodem. Opvallend is de afname van het watervasthoudende vermogen van de bodems op alle locaties, met de tijd (Figuur 8). Blijkbaar is de maisteelt op deze gronden niet bevorderlijk voor het vermogen om water vast te houden.



Figuur 6: Het watervasthoudend vermogen in 2017 en 2022 voor locatie 1 (linksboven), locatie 2 (middenboven), locatie 3 (rechtsboven) waar bokashi is toegediend en voor locatie 5 (linksonder) en locatie 6 (rechtsonder) waar bioterra is toegediend.

De donkere cirkels zijn de met bodemverbeteraar behandelde objecten en de lichte cirkels zijn de controle objecten. In de meting van 2017 was er nog geen bodemverbeteraar toegediend, deze zijn per locatie gelijk voor de controle en de behandelde objecten.

4.2.5 Bodemverbeteraar en kwaliteit van het hoge grondwater

Methode

Er zijn twee peilbuizen aangebracht op het perceel met de proefvelden van locatie 3. Peilbuis 1 bovenstrooms van het controle proefveld. Peilbuis 2 aan de andere kant van het perceel; de kant waar bokashi in een dosering van 20 ton/ha is toegediend. Peilbuis 1 ligt dicht bij een watervoerende sloot. Het hoge grondwater is 1x per jaar in het voorjaar geanalyseerd door Aqualysis (**bijlage 9**).

Er zijn 9 kenmerken geselecteerd waarop een tweeweg variantie analyse is uitgevoerd.

De 9 kenmerken van het hoge grondwater die onderzocht zijn:

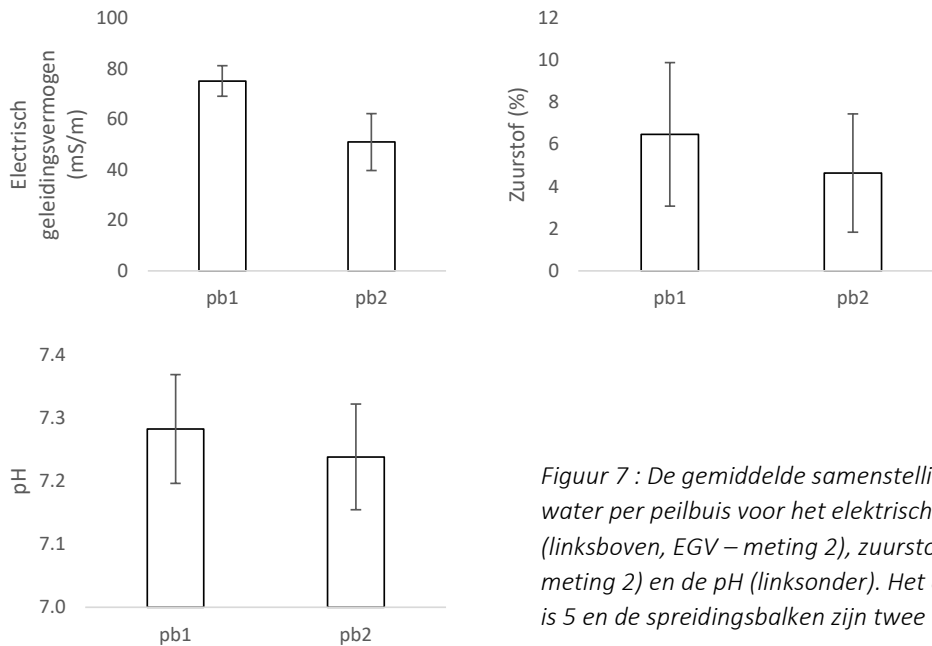
Nutriënten:	stikstof, fosfor en kalium
Fysisch:	elektrisch geleidings vermogen, zuurstof (O₂) en pH
Zware metalen:	cadmium, koper en zink

In de resultaten van de waterkwaliteit is er een effect gevonden van peilbuis op het gehalte fosfor en op het elektrisch geleidingsvermogen (**bijlage 15**). Het geleidingsvermogen was lager in peilbuis 2 ten opzichte van peilbuis 1 (Figuur 7); voor het gehalte fosfor was dit precies omgekeerd (figuur 8).

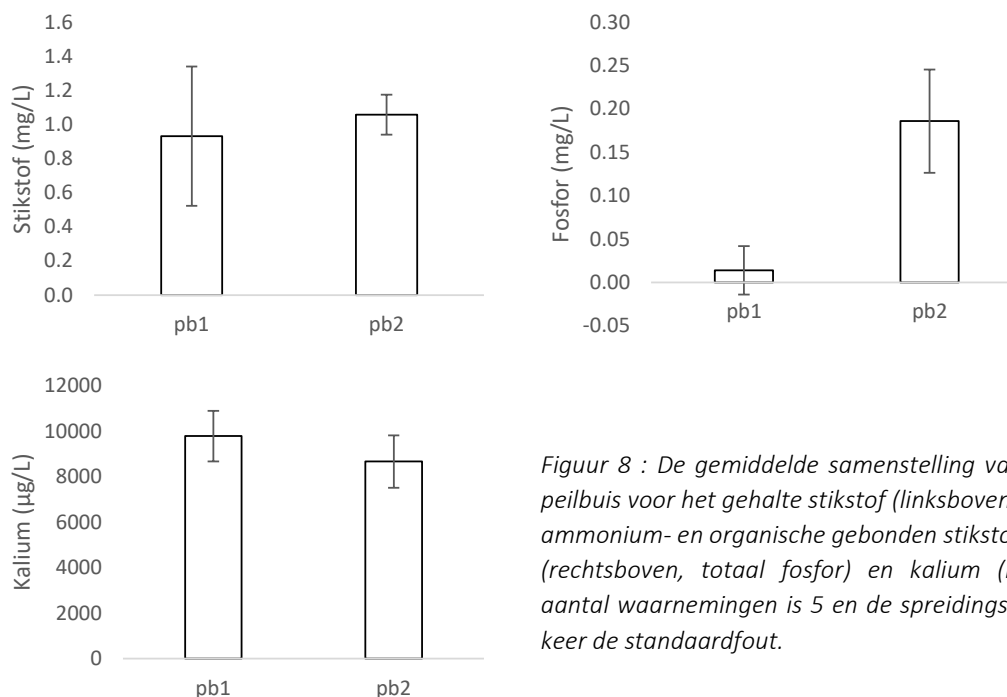
Dit betekent dat het grondwater in een bodem met bodemverbeteraar minder goed elektrische lading kan transporteren; er zitten minder geladen deeltje (nutriënten) in. Beperkt de bodemverbeteraar de uitspoeling in het algemeen maar die van fosfor juist niet?

Een verklaring hoeft niet te liggen bij de bodemverbeteraar maar kan ook door de invloed van de sloot veroorzaakt worden.

Aangezien de metingen maar voor één locatie zijn uitgevoerd is het niet mogelijk om hier belangrijke conclusies aan te verbinden. Wel is het aan te bevelen hieraan in toekomstig onderzoek aandacht aan te geven.



Figuur 7 : De gemiddelde samenstelling van het water per peilbuis voor het elektrisch geleidingsvermogen (linksboven, EGV – meting 2), zuurstof (rechtsboven, O₂ – meting 2) en de pH (linksonder). Het aantal waarnemingen is 5 en de spreidingsbalken zijn twee keer de standaardfout.



Figuur 8 : De gemiddelde samenstelling van het water per peilbuis voor het gehalte stikstof (linksboven, som ammonium- en organische gebonden stikstof (als N)), fosfor (rechtsboven, totaal fosfor) en kalium (linksonder). Het aantal waarnemingen is 5 en de spreidingsbalken zijn twee keer de standaardfout.

Bij de andere kenmerken is geen effect gevonden (bijlage 14).

4.2.6 Antwoorden op de vragen

Nu kunnen we antwoord geven op de vragen:

Wat is het effect van de bodemverbeteraars op de conditie van de bodem?

De microbiële biomassa en de schimmel/bacterie verhouding is na 5 jaar hoger in het proefveld met een bodemverbeteraar. Dit geldt zowel voor bokashi als bioterra waarbij er een tendens is dat bokashi het iets beter doet dan bioterra.

Daarnaast is er een tendens voor stijging van de organische stof in de tijd. Hetzelfde geldt voor een stijging in de pH en het klei-humus complex.

Het watervasthoudend vermogen neemt voor alle locaties af zowel op de proefvelden zonder als met bodemverbeteraar. Op enkele locaties scoort het proefveld met bodemverbeteraar, gemiddeld iets beter.

De verschillen zijn echter klein en de spreiding groot.

Is er verschil in effect tussen de bodemverbeteraars Bokashi en Bioterra?

Een verschil tussen de effecten van bokashi en bioterra is in dit onderzoek niet aangetoond.

Is er een effect van een bodemverbeteraar op de kwaliteit van het hoge grondwater ?

Ja, er is een effect op het elektrische geleidingsvermogen (lager in peilbuis bij veld met bokashi) en fosfor (hoger bij peilbuis bij veld met bokashi) gevonden. Echter het gaat om waarnemingen op 1 locatie waarbij ook sprake is van mogelijke beïnvloeding van buiten het perceel.

4.3 Effecten op de opbrengst snijmais

Methode

Als kenmerk voor de opbrengst zijn het percentage droge stof en het gehalte zetmeel geselecteerd. In 2018 zijn geen metingen gedaan, omdat door de zeer droge zomer de oogst erg afwijkend was.

De twee kenmerken die voor de opbrengst onderzocht zijn:

- Percentage droge stof
- Gehalte zetmeel

4.3.1 Opbrengst droge stof en zetmeel

Er is geen effect gevonden van een verschil tussen de controle en het behandelde proefveld.

In de droge stof- en in de zetmeelopbrengst is er een effect van tijd gevonden (**Bijlage 15**). Afhankelijk van het jaar verschillen de opbrengsten.

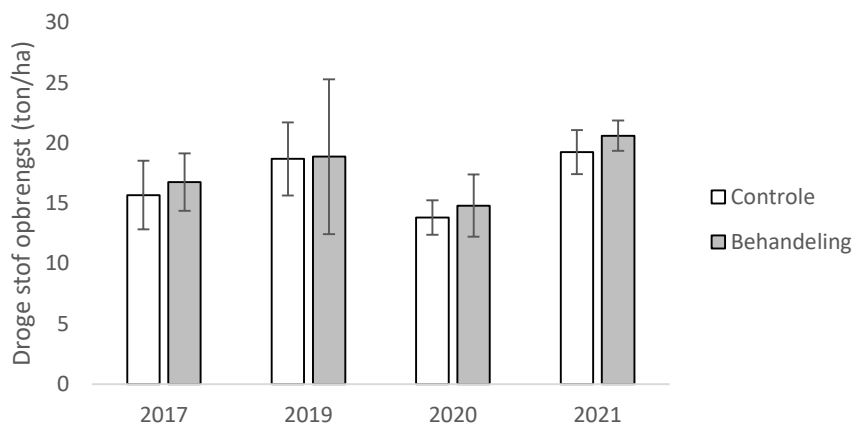
Er lijkt een tendens te zijn dat op het behandelde proefveld zowel de opbrengst droge stof als de opbrengst van zetmeel hoger is. Door de grote spreiding is hier geen sprake van een statistisch betrouwbaar effect.

Er is geen effect gevonden van beide bodemverbeteraars. Dit betekent dat er geen (statistisch betrouwbaar) verschil is gevonden, tussen de werking van bokashi en bioterra.

Er is geen effect van de interactie tussen tijd en behandeling op de (zetmeel-)opbrengst van snijmaïs.

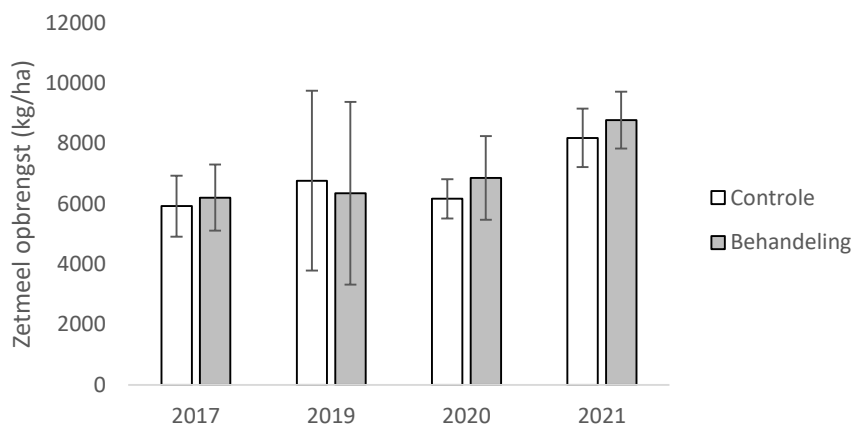
Dit betekent dat er tussen de locaties geen groot verschil is in dit effect. Ze werken (gemiddeld) dezelfde kant op.

In figuur 9 is het tijdseffect te zien in de droge stofopbrengst en in figuur 10 voor de zetmeelopbrengst.



Figuur 9: De gemiddelde droge stofopbrengst per jaar en per behandeling (wel of geen bodemverbeteraar). De spreidingsbalken zijn twee keer de standaardfout ($n=5$).

Na een aantal jaren is er een tendens van een hogere opbrengst na gebruik van de bodemverbeteraar ten opzichte van de controle. In 2021 (na 5 jaar)voor zowel de droge stof- als voor de zetmeelopbrengst geeft de bodemverbeteraar een kleine plus in de gemiddelde opbrengst, 1,4 ton/ha in droge stof en 586 kg/ha in zetmeel respectievelijk.



Figuur 10: De gemiddelde zetmeelopbrengst per jaar en per behandeling (wel of geen bodemverbeteraar). De spreidingsbalken zijn twee keer de standaardfout ($n=5$).

4.3.2 Nutriënten afvoer snijmais

In tabel 5 staat het verschil in afvoer van stikstof, fosfaat en kalium tussen de snijmaïs waarbij de bodemverbeteraar is toegediend ten opzichte van de snijmaïs zonder bodemverbeteraar.

Opvallend is de hoge spreiding, de spreiding is in bijna alle situaties groter dan het gemiddelde. Dat wil zeggen dat er, met uitzondering van kalium op locatie 1 en 5, geen extra afvoer van nutriënten was bij gebruik van de bodemverbeteraar.

De afvoer van kalium na het toedienen van de bodemverbeteraar was wel groter ten opzichte van geen gebruik van de bodemverbeteraar voor locatie 1 en 5.

Tabel 5: Het gemiddelde verschil (afvoer van nutriënten via snijmaïs met bodemverbeteraar minus afvoer van nutriënten via snijmaïs zonder bodemverbeteraar) in afvoer van nutriënten per locatie voor 5 jaar, tussen haakjes de spreiding op basis van twee keer de standaardfout (n = 5).

		Stikstof kg N/ha	Fosfaat kg P ₂ O ₅ /ha	Kalium kg K ₂ O/ha
Locatie 1	bokashi	42 (88)	1 (17)	29 (7)
Locatie 2	bokashi	17 (31)	17 (17)	5 (22)
Locatie 3	bokashi	34 (63)	9 (25)	35 (44)
Locatie 5	bioterra	-6 (47)	6 (17)	31 (17)
Locatie 6	bioterra	-2 (43)	11 (21)	18 (50)

4.3.3 Antwoorden op de vragen

Nu kunnen we antwoord geven op de volgende vragen:

Wat is het effect van de bodemverbeteraars op de opbrengst en de kwaliteit van de snijmaïs voor alle locaties?

Er is geen bewijs gevonden dat de opbrengst aan droge stof en zetmeel hoger is wanneer een bodemverbeteraar wordt opgebracht. Er lijkt wel een tendens daarvoor te zijn. De spreiding is echter groot. Er is wel een effect met de tijd (opbrengsten hangen samen met het jaar).

Is er verschil in effect tussen de bodemverbeteraars Bokashi en Bioterra?

Nee, er is geen statistisch betrouwbaar verschil in opbrengst kenmerken gevonden tussen bokashi en bioterra.

Leidt de toevoer van nutriënten via de bodemverbeteraar, tot extra afvoer van nutriënten?

Het verschil in afvoer van nutriënten via de mais, tussen de controle en het met bodemverbeteraar behandelde proefveld laat veel spreiding zien. Deze spreiding is groter dan het gemiddelde waardoor de conclusie moet zijn dat het toedienen van een bodemverbeteraar, niet leidt tot extra afvoer van nutriënten.

4.4 Stappenplan voor de agrariër die maaisel wil gaan gebruiken.

Algemeen

Bij de keuze voor bokashi of koude opslag/bioterra spelen ook de kosten mee. Er zijn verschillende 'recepten' voor bokashi. Kosten variëren van € 4-10 per ton. Bioterra kost een fractie hiervan; ongeveer € 0,15 per ton.

In fase 1 en 2 zijn bokashi producten gemaakt met verschillende toevoegingen in verschillende hoeveelheden (zie **bijlage 3**). Ook met heel weinig toevoeging kwam er een goed product qua geur en structuur, uit de kuil.

Daarom zijn voor fase 3, 4 en 5 alleen kalk (steggcalc)- want anders wordt het product zuur- en EM (van Agriton in een lage dosering) gebruikt.

Het blijkt dat het effect van deze bokashi op de bodem en opbrengst dan niet (statistisch betrouwbaar op de gekozen kenmerken) verschilt van bioterra. Misschien dat een deel van de geclaimde positieve effecten van de toegevoegde kleimineralen komt.

In de 5 jaar van het onderzoek hebben de deelnemende agrariërs ervaring opgedaan met het ontvangen, omzetten tot bodemverbeteraar / opslaan en uitrijden van maaisel.

Op basis van die ervaringen is een stappenplan opgesteld voor agrariërs die ook maaisel willen gaan gebruiken.

STAPPENPLAN GEBRUIK MAAISEL VOOR BODEMVERBETERING

STAP 1 : Bepaal perceel (grootte en bodem) en wat je wil bereiken (structuur, nutriënten, biodiversiteit).

STAP 2 : Zoek leveranciers van maaisel binnen 5 km van het perceel waar het maaisel toegepast gaat worden (welk maaisel kunnen ze wanneer leveren, garanties voor 'schoon en onverdacht').

STAP 3 : Maak afspraken met de leverancier (hoeveelheid, wanneer, mogelijkheid toevoegingen en bewerkingen, wat te doen bij klachten).

STAP 4 : Tussenopslag (voorwaarden voor maaisel op het perceel, melding doen, keuze 'koude opslag (met of zonder bioterra) of bokashi maken (fermenteren)

- 'KOUDE OPSLAG' met of zonder BIOTERRA.
 - Met kraan of shovel product op een hoop zetten op het gewenste perceel.
 - Vochtgehalte: 20-40%. Indien te droog (< 20%) is er weinig omzetting en verschimmeld het maaisel. Bij te nat (> 40%) treed vocht uit.
 - Voldoen aan de eisen van milieu (min. 5 meter uit de insteek van een watergang, niet te nat; anders absorberende laag er onder).
 - Laten liggen tot gebruik of 1x omzetten.
 - In geval van bioterra: maaisel gemengd met bioterra ontvangen en op de hoop zetten.
 - Of, tijdens het opzetten van de hoop bioterra toevoegen met rugspuit. Wanneer de hoop heet wordt (min. 60 graden C) is dit positief voor het doden van onkruidzaden, maar negatief voor verlies van energie en organische stof.
- BOKASHI **Let op! Het is nu nog verboden bokashi uit maaisel te maken!!**
 - Tijdens het inkuilen de toevoegingen erdoor mengen. Er zijn verschillende recepten. Kalk (langzaam werkend) is belangrijk om niet een zuur product te krijgen. Effectieve micro-organismen (EM) kunnen toegevoegd worden.
 - Droge stof gehalte tussen 25 en 40 % brengen.
 - Geen koud (bevroren) maaisel inkuilen. De kou kan er niet uit en koud verloopt het fermentatie proces langzaam/niet.
 - De kuil goed vastrijden en luchtdicht afsluiten.
 - Kuil minimaal 12 weken (afhankelijk van de temperatuur) dicht laten.

STAP 5 : Uitrijden en, zo mogelijk, licht inwerken. Opmerkingen en klachten bespreken met de leverancier.

5. Conclusies

Maaisel en Bodemverbeteraar

-1-

De kwaliteit van de bodemverbeteraar wordt met name beïnvloed door het type maaisel dat is gebruikt als uitgangsmateriaal. Bermmaaisel heeft over het algemeen voor 9 kenmerken, een betere samenstelling, vergeleken met slootmaaisel.

-2-

Er is geen verschil in de kwaliteit (gebaseerd op 9 kenmerken) geconstateerd tussen bokashi en bioterra. Er is een tendens dat bokashi beter scoort op PH en koolzure kalk. Dat laatste is logisch omdat aan bokashi, kalk wordt toegevoegd

Bodem

-3-

Na 5 jaar is er geen effect gevonden op de bodemvruchtbaarheid na toediening van een bodemverbeteraar. Er lijkt wel een tendens te zijn in het gehalte organische stof en het klei-humus complex van de bodem, beide gaan omhoog bij gebruik van de bodemverbeteraar.

-4-

Na 5 jaar is de microbiële activiteit en de schimmel/bacterie ratio groter in de bodem, maar dit staat los van het gebruik van het type bodemverbeteraar.

Opbrengst

-5-

Er is geen verschil in droge stof- en zetmeelopbrengst na gebruik van een bodemverbeteraar. Er zijn wel tendensen in die richting.

-6-

Het toedienen van een bodemverbeteraar aan de bodem leidt niet tot extra afvoer van nutriënten via de mais.

Risico's

-7-

De concentraties aan zware metalen in maaisel van bermen, sloten, dijken, bergingen etc. blijft ver beneden de Nederlandse toetswaarden.

-8-

Zwerfafval in maaisel is een aandachtspunt.

-9-

Verspreiding van ongewenste soorten (Japanse duizendknoop, Knolcyperus, Akkerdistel, Jacobskruiskruid, Haagwinde, Reuzenbereklaauw) door gebruik van maaisel is niet geconstateerd. Deze soorten komen wel voor in de bermen, sloten etc. Dit blijft aandacht vragen.

-10-

In de kiemprouven zijn de resultaten sterk afhankelijk van de gebruikte methode.

6. Aanbevelingen

-1-

Uitwerken van de resultaten per locatie. Het lijkt erop dat het effect van een bodemverbeteraar samenhangt met de (conditie van) de bodem.

-2-

Uitvoeren van langdurige (> 5 jaar) proeven, om te zien of

- effecten in de tijd verder toenemen,
- tendensen statisch betrouwbare effecten gaan laten zien,
- er nieuwe tendensen of effecten ontstaan.

-3-

Langdurig onderzoek waarin het effect van hogere doseringen (als 20 ton/ha) van de bodemverbeteraar (maaisel) op de bodem, wordt onderzocht. Hierbij zou voor de hoeveelheid opgebracht materiaal ook uitgegaan kunnen worden van de hoeveelheid maaisel/ha, in plaats van product/ha. Daarmee zou dan meer bokashi per ha worden opgebracht (bokashi 'slinkt' niet)

-4-

Onderzoek waarin type maaisel en 'soort' bodemverbeteraar, op 1 perceel vergeleken worden.

-5-

Uitvoeren van kiemprouven van bokashi en (koude opslag) compost gemaakt van hetzelfde maaisel, (ook) onder praktijk omstandigheden.

-6-

Vergelijken van effecten van omzettingen van maaisel, zowel composteren als fermenteren, met ieder dezelfde (hoeveelheden) toevoegingen.

-7-

Onderzoek naar het effect van een bodemverbeteraar op de kwaliteit van het hoge grondwater.

Bijlagen

te vinden op www.ommermarke.nl

Overzichten alle resultaten analyses en metingen

- Bijlage 1: Kaart locaties proefterreinen pilot OMAB
- Bijlage 2: Kwaliteitsonderzoek organisch materiaal (maaisel en bodemverbeteraar)
- Bijlage 3: Toevoegingen aan bokashi per locatie, fase 1-5
- Bijlage 4: Inventarisaties vegetatie en zwerfafval maaisel, fase 1-5
- Bijlage 5.1: Alle resultaten kiemprouven bodemverbeteraars, fase 1-4
- Bijlage 5.2: Overzicht kiemprouven bodemverbeteraars, fase 1-4
- Bijlage 6: Bodemonderzoek pilot OMAB
- Bijlage 7: Bodemanalyse 2017, 2020 en 2022, vrijlevende aaltjes 2017 en 2021
- Bijlage 8: Dichtheidsmetingen 2017,2018 en 2021
- Bijlage 9: Waterkwaliteit hoge grondwater, fase 1-5
- Bijlage 10: Opbrengstbepalingen per locatie, fase 1-5

Algemeen

- Bijlage 11: Werkwijze onderzoek pilot OMAB

Tabellen en figuren data-analyses

- Bijlage 12: Maaisel en bodemverbeteraar
- Bijlage 13: Bodemvruchtbaarheid
- Bijlage 14: Kwaliteit hoge grondwater
- Bijlage 15: Opbrengst