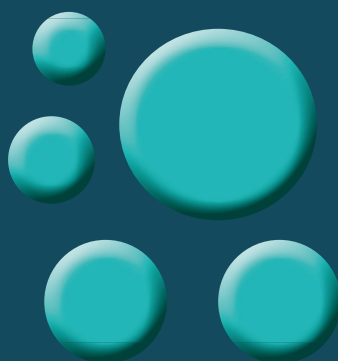




BOKASHI

Een blauwdruk





Mts. Bos-Jonkman

Datum	Juni 2024
Auteurs	Sigrid Dassen (HVHL), Ruben Dümmer (HVHL), Emiel Elferink (HVHL), Joost Mulder (Mulder Agro), Tim Wiersma (Mulder Agro) en Jelle Pilat (NFW)
Status	Definitief

Dit project is medegefinancierd door Wetterskip Fryslân, Gemeente Dantumadiel en de Versnellingsagenda

INHOUDSOPGAVE

1.	Inleiding	4
1.1	Achtergrond	4
1.2	Betrokken partijen	5
1.3	Bronnen en interviews	6
2.	Wetenschappelijke inzichten	8
2.1	Bokashi in vergelijking met compost	9
2.2	Effecten op bodem en gewas	10
3.	Wet en regelgeving	11
3.1	Meststoffenwet	12
3.2	Vrijstellingsregeling plantenresten	13
3.3	Voortgezet gebruik	13
3.4	Huidige praktijk	14
3.5	Knelpunten en prognose	15
4.	Kwaliteitsvoorwaarden	16
4.1	Kwaliteitsaspecten aangevoerd materiaal	17
4.2	Kwaliteitswaarborging aangevoerd materiaal	18
4.3	Aspecten voor het inzetten bokashihoop	19
4.4	Bewaring en uitrijden	20
5.	Biomassa-inventarisatie	21
6.	Verdienmodellen	24
6.1	Kosten en baten per stakeholder (huidige praktijk versus groenstation)	25
6.2	Kwaliteitsafspraken	26
6.3	Prijsafspraken	26
6.4	Kanttelingen / alternatieven	26
7.	Algemene conclusie	27

1. INLEIDING

1.1 ACHTERGROND

Ongeveer één derde van de totale Nederlandse landbouwgrond is te vinden in Noord-Nederland (provincies Groningen, Drenthe en Friesland) (Roemers et al., 2018). Het grootste deel ($\pm 65\%$) van deze landbouwgrond is bestemd voor de productie van ruwvoer voor vee, waarvan ongeveer 82% grasland en ongeveer 18% maisland (Agrimatie, 2022). Om de gewassen productief te houden, wordt er doorgaans bemest met dierlijke mest, aangevuld met kunstmest. Maar een vruchtbare grond bestaat niet alleen uit nutriënten, het bodemleven speelt een cruciale rol. Het bodemleven is de motor van nutriëntenkringlopen, draagt door vastlegging van organisch materiaal bij aan het vochtvasthoudend vermogen en structuurverbetering van de bodem. Om die verschillende functies in stand te houden moet het bodemleven gevoed worden met organisch materiaal. Dat organisch materiaal is deels afkomstig van de gewassen zelf, via afstervende delen en worteldepositie, maar kan ook aangevoerd worden. Door organisch materiaal aan te voeren kan gestuurd worden met de kwantiteit en kwaliteit van het organisch materiaal en dat heeft gevolgen voor de samenstelling van het bodemleven (Harkes et al., 2019; Onrust & Piersma 2019). Er is onder agrariërs toenemende aandacht voor het verbeteren van bodemvruchtbaarheid door middel van toevoer van organische stof. Vanuit de gedachte van de circulaire economie kan ingesprongen worden op de vraag naar organische stof, afkomstig van lokale en vooral plantaardige reststromen.

Er zijn verschillende plantaardige reststromen die het hele jaar door in grote hoeveelheden beschikbaar komen. Denk aan berm- en natuurgras, bladafval, hekkelspecie en snoeiafval. Deze plantaardige reststromen worden nog niet optimaal benut (Aarts et al., 2011). Overheden, waterschappen en terrein behorende organisaties maken veel kosten om reststromen als berm- en natuurgras te (laten) verwerken. Door het afvoeren van het vrijgekomen maaisel naar onder andere composteerterreinen en vergistingsinstallaties, worden veel kilometers afgelegd en waar ook bij de poort betaald moet worden om het maaisel te verwerken. De wens is om kosten terug te dringen en maaisel niet meer te bestempelen als afvalstof maar als grondstof. Onder de Europese Kaderrichtlijn Afval wordt de plantaardige reststroom, berm- en natuurgras, als “bio-waste” genoemd, dus organisch afval. De plantaardige reststromen spelen een belangrijk factor in een bio-based economie en om de kringlopen te sluiten. Gemeenten verwerken op dit moment grotendeels de plantaardige reststromen middels vergisting en compostering (Postma et al., 2017; Roemers et al., 2018). Per 1 januari 2019 is het ten gevolge van de Vrijstellingsregeling Plantenresten ook mogelijk om plantaardige reststromen zoals bermgras en hekkelspecie onbewerkt toe te passen als bodemverbeteraar in de landbouw (Uitvoeringsbesluit meststoffenwet, 2021).

Het gebruik van lokale plantaardige reststromen past binnen de doelstellingen van kringlooplandbouw. Door plantaardige reststromen lokaal toe te passen op landbouwgrond draagt men bij aan vergroening en verduurzaming. Een van de mogelijke toepassingen van plantaardige reststromen is de productie van bokashi. Bokashi is een bodemverbeteraar gemaakt van plantaardige reststromen. Om bokashi te maken wordt er een kuil opgezet en volgens een lasagne principe diverse lagen gemaakt van de plantaardige reststromen, effectieve micro-organismen, kalk, klei en in sommige gevallen ook dierlijk mest. Door bokashi te produceren met lokale reststromen zouden er op diverse vlakken kosten kunnen worden bespaard en kan er een verdienmodel ontwikkeld worden voor lokale afnemers (i.e. agrarische ondernemers, loonwerkers en toeleveranciers). Daarnaast kan er ook een (aanvullend) verdienmodel worden gerealiseerd als er wordt gekeken naar koolstofopslag in de vorm van CO₂ certificering. In juni 2020 is er een enquête afgelegd door de Jager (2020) en daaruit blijkt dat 51% van de in totaal 91 agrarische respondenten, grotendeels veehouderijen uit Noordoost-Friesland, bokashi zien als een interessante bodemverbeteraar. 47% van de respondenten heeft aangegeven dat ze graag bokashi willen gaan toepassen op hun perceel, met als reden de organische stof in de bodem verhogen, bodemleven te verbeteren en het benutten van lokale reststromen.

Bokashi is voor Nederland een relatief jong product. Momenteel is bokashi een grijs gebied in de wet- en regelgeving, en is de toepassingsmogelijkheden onduidelijk en beperkt. De wet milieubeheer, artikel 10.2, staat rechtstreekse afzet van plantaardige reststromen aan de landbouwgrond niet toe. Er is wel een uitzondering, namelijk de Kleine Kringloop, ook wel “Vrijstellingsregeling plantenresten en tarragrond” genoemd. De regeling geeft aan dat maaisels binnen een straal van vijf kilometer van de plaats van vrijkomen rechtstreeks op, of in de bodem mag worden gebracht. Het wordt dan beschouwd als een overige organische meststof. In deze situatie hoeven de mineralen niet worden opgenomen in de mestboekhouding. Ook al voldoen agrariërs aan de Vrijstelling plantenresten en tarragrond, dan is er ook nog een vergunningsplicht, dan wel het Activiteitenbesluit van toepassing. Hiervoor geldt een maximum van 600 m³ aan reststromen per locatie. Het Activiteitenbesluit is alleen van toepassing wanneer de omgevingsdienst ontheffing heeft gegeven voor een pilot. Aangezien agrariërs en overheden bokashi zien als een waardevol product moeten er stappen worden gezet in de wet- en regelgeving. Om de toepassingsmogelijkheden van bokashi te vergroten is het voor aanpassen van de wet- en regelgeving noodzakelijk om meer inzicht te krijgen over de effecten van bokashi op de (bodem)gezondheid (Circulair Terreinbeheer, persoonlijke communicatie augustus 2022).

Een belangrijke zorg van agrariërs die bokashi willen gebruiken gemaakt van berm- en slootmaaisel is de mogelijke vervuiling. Onder vervuiling verstaan we niet alleen afval zoals plastic en blikjes, maar ook contaminatie van zware metalen en van onkruiden waarvan de zaden of stengeldelen mogelijk nog kiemkrachtig zijn. Wanneer het fermentatieproces goed verloopt, dan zou de vervuiling met onkruid geen problemen moeten opleveren in het eindproduct (Janmaat, 2015). Om de kwaliteit van bokashi te waarborgen is de Checklist Zorgplicht Maaisel en Blad opgesteld door Stichting Milieukeur in opdracht van Ministerie van Infrastructuur en Waterschap, Deltaplan Agrarische Waterbeheer en de Provincie Gelderland, in samenwerking met het programma Circulair Terreinbeheer (CT). De verschillende partijen die betrokken zijn bij het maken van bokashi moeten de checklist invullen van begin tot eind wat betreft: monitoring van effecten, kwaliteit en herkomst grondstof, maaien/oogsten, vervoer en aflevering, opslag, fermentatieproces, uitrijden/opbrengen. Het hele productieproces van begin tot eind wordt omschreven om zo de kwaliteit van de lokaal groene reststromen te waarborgen.

Om bokashi te produceren van lokaal berm- en slootmaaisel moet de ondernemer kennis hebben van wet- en regelgeving, kwaliteitsvoorwaarden en het fermentatieproces. Deze kennis bundelen we hier samen in een blauwdruk die gebruikt kan worden voor agrariërs en loonwerkers voor de realisatie van een zogenoemd groenstation waar lokaal berm- en slootmaaisel verwerkt wordt tot kwalitatief hoogwaardige bokashi.

1.2 BETROKKEN PARTIJEN

De ontwikkeling van deze blauwdruk is onderdeel van het project Bokashi Groenstation, waarin naast de ontwikkeling van deze blauwdruk langjarige veldproeven lopen voor de toepassing van bokashi in de melkveehouderij en akkerbouw. Het project wordt mede gefinancierd door het Wetterskip Fryslân en het ondernemersfonds van de gemeente Dantumadiel en is onderdeel van de subsidieregeling Versnellingsagenda van regio Noardeast Fryslân. De twee subsidieaanvragers zijn MulderAgro bv en Maatschap Bos-Jonkman te Dantumadiel. De onderaannemers zijn vereniging Noardlike Fryske Wâlden en hogeschool Van Hall Larenstein.

1.3 BRONNEN EN INTERVIEWS

Voor de totstandkoming van deze blauwdruk zijn verschillende bronnen gebruikt. Naast (wetenschappelijke) publicaties hebben er ook gesprekken plaatsgevonden met de volgende partijen:

- **Circulair terreinbeheer**

Circulair terreinbeheer is een kennisprogramma en komt voort uit de Biomassa Alliantie. Het doel van dit programma is het realiseren en verbeteren van de biomassakringlopen bij terreinbeheer, gericht op agrariërs, beheerders en beleidsmakers. De kennis uit de vele pilots over het bewerken en aanwenden van lokaal maaisel en blad worden in dit kennisprogramma samengebracht. Daarnaast beheren ze de checklist voor de kwaliteitswaarborging van bokashi.

- **Circulair Friesland**

Circulair Friesland is een vereniging met leden vanuit het bedrijfsleven en overheidsinstanties, waaronder het onderwijs. De vereniging werkt aan projecten waarbij het belang van circulaire economie wordt benadrukt. Vanuit het thema Biomassa wordt er gekeken welke toepassingsmogelijkheden er zijn en hoe deze lokaal kunnen worden verwerkt en ingezet. Een van de doelen is om plantaardige reststromen terug te brengen naar de landbouw en het sluiten van kringlopen.

- **Buitendienst gemeente Leeuwarden**

De buitendienst van Gemeente Leeuwarden produceert sinds enkele jaren bokashi van groene reststromen uit de gemeente. Voor de productie van bokashi hebben zij een pilotvergunning (zie 3.1). De buitendienst maakt bokashi van bladeren, maar ook van bermmaaisel. Bokashi van bladeren wordt door de buitendienst in de plantsoenen gebruikt. Bokashi van bermmaaisel dat op agrarische bedrijven wordt gemaakt wordt door een agrariër afgenomen. De ambitie is om de kringloop binnen de gemeente te sluiten. Door de groene reststromen te verwerken tot bokashi wordt er flink op de kosten bespaard. Enerzijds door de groene reststromen niet af te hoeven voeren, anderzijds door de positieve effecten van bokashi op het vochtvasthoudend vermogen van de bodem. Circulariteit staat hoog in het vaandel. Door de wethouders, lokale agrariërs samen met de inwoners van de gemeente regelmatig te betrekken bij de productie en toepassing van bokashi hoopt de buitendienst dat er voldoende bekendheid over en vraag naar bokashi komt om op korte termijn ook buiten de pilots bokashi te mogen produceren.

- **ANV De Ommer Marke**

De agrarische natuurvereniging De Ommer Marke heeft van 2016 tot 2021 meegedaan aan de pilot voor bokashi. Zowel de projectmedewerkers van pilot Organische (rest)Materiaal Als Bodemverbeteraar (OMAB) als de deelnemende agrariërs hebben veel kennis opgedaan met het maken en toepassen van bokashi als ook met de regelgeving rondom gebruik van organische reststromen. Tijdens de pilot was er samenwerking met Circulair Terreinbeheer, Wageningen Universiteit & Research en met Eurofins. Daarnaast heeft De Ommer Marke een werkwijze geschreven voor verantwoord gebruik van maaisel als toepassing van bodemverbeteraar in de landbouw. Deze werkwijze, De Overijsselse Standaard, beschrijft de voorschriften voor tussentijdse opslag van maaisel. De genoemde maatregelen zijn gericht aan producent en de ontvanger van het maaisel. De Overijsselse Standard is een uitwerking van de Vrijstellingsregeling Plantenresten en maakt het mogelijk om schoon en onverdacht maaisel lokaal (<5 km) op te slaan en onbewerkt toe te passen in de landbouw. De Overijsselse Standaard is goedgekeurd door de provincie en wordt gehandhaafd door de omgevingsdienst.

- **It Fryske Gea**

It Fryske Gea beheert meer dan 50 natuurgebieden in Friesland, waaronder ook het BûteFjild dat in de 5 km radius van De Falom ligt. Bij het beheer van dit gebied komt er onder andere maaisel vrij van extensief beheerd grasland, bermen en pitrusvelden. It Fryske Gea heeft een goed beeld van hoeveel maaisel er jaarlijks vrijkomt en streeft ernaar om dit maaisel lokaal te verwerken of af te zetten. Voor het maaisel van het BûteFjild is er samenwerking met een lokale pachter die het maaisel verwerkt tot bodemverbeteraar en dit voor eigen gebruik toepast. Daarnaast wordt ook een deel van het maaisel gebruikt om broeihopen te maken voor ringslangen.

- **AgriCycling**

AgriCycling is een coöperatie van agrarische ondernemers die lokale groene reststromen op het boerenerf verwerken tot CMC-compost. Het doel van de lokale verwerking is het behoud van nutriënten in de regio, een beter verdienmodel en het verbeteren van bodemkwaliteit. AgriCycling is een relatief jonge coöperatie en heeft recente ervaring met het alloceren van de juiste partijen om lokaal reststromen te kunnen verwerken via de Vrijstellingsregeling plantenresten. De coöperatie richt zich momenteel alleen op de productie van CMC-compost en niet op bokashi, omdat daarvoor de regelgeving nog niet helder is.

- **Buitendienst Dantumadiel**

De buitendienst van Dantumadiel verzorgt onder andere het maaibeheer van bermen en slootkanten binnen de gemeente. De reststromen die hieruit vrijkomen worden bij een reguliere composteerder afgezet.

- **Wetterskip**

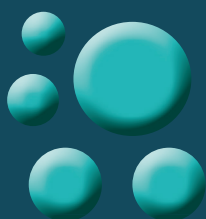
Een van de taken van het Wetterskip is het onderhoud van vaarten, sloten en oevers. Een deel van dat onderhoud wordt uitgevoerd door het Wetterskip zelf, en afhankelijk van de locatie en omstandigheden zijn ook gemeentes en particuliere grondbezitters verantwoordelijk voor het beheer. Binnen het casusgebied van deze blauwdruk hebben de grondeigenaren ontvangstplicht van het slootmaaisel of voeren zij zelf het beheer uit.





2. WETENSCHAPPELIJKE INZICHTEN

Bokashi is gefermenteerd organisch materiaal en kan positieve bijdragen leveren aan bodem en gewas, en kan daarnaast bijdragen aan het sluiten van lokale kringlopen. Er zijn zorgen bij het gebruik van bokashi als het gaat om het verspreiden van ziektes, onkruiden en zwerfafval die eventueel met de groene reststromen mee worden genomen. Door deze onduidelijkheid valt bokashi in het grijs gebied in het kader van de wet- en regelgeving. Is het een afvalstof, een plantenreststroom of een meststof? Om de onduidelijkheden zo veel mogelijk weg te nemen wordt er een (wetenschappelijke) literatuurstudie gedaan om uit te zoeken wat er al bekend is wat betreft de effecten en ervaringen met bokashi.



2.1 BOKASHI IN VERGELIJKING MET COMPOST

Het proces en de effecten op de bodem van bokashi wordt vaak vergeleken met compost. Bij het maken van bokashi worden er kleimineralen, zeeschelpenkalk en micro-organismen toegevoegd aan organische reststromen (provinos.nl, 2017). Het mengsel aan micro-organismen noemt men effectieve micro-organismen (EM) en bestaan uit melkzuurbacteriën, fotosynthetische bacteriën, actinobacteriën, gist en gistende schimmels (Janmaat, 2015; Shin et al., 2017). Dit mengsel wordt vervolgens afgesloten met plastic waardoor er een anaerobisch proces ontstaat, namelijk fermentatie. Tijdens fermentatie worden in de afwezigheid van zuurstof suikers afgebroken door enzymen van de aanwezige micro-organismen. Bij dit proces blijft de temperatuur onder de 40 °C en er gaat weinig organisch materiaal verloren, slechts 3-6% (Hitman & Bosch, 2017; Römkens et al., 2020). Ook beïnvloed het fermentatieproces de kiemkracht van onkruidzaden. De praktijk laat zien dat het aantal kiemkrachtige zaden in het eindproduct wisselend is, maar in de meeste gevallen worden geen of slechts enkele kiemkrachtige zaden aangetroffen en blijft men onder de norm van 2 kiemen per liter bokashi (Janmaat 2015; van't Westeinde et al., 2016; Riechelman & Postma 2021). Het fermentatieproces duurt ongeveer 8 weken, vervolgens kan het eindproduct op het land worden toegediend. In de aanwezigheid van zuurstof kan het bodemleven de bokashi verteren en komen op den duur de plant beschikbare nutriënten vrij en draagt de organische stof bij aan verbeterende bodemstructuur (Shepherd et al., 2006; Spijker et al., 2023). De humificatiecoëfficiënt (HC), de fractie die een jaar na toediening nog in de bodem aanwezig is, van bokashi kan sterk variëren en is mede afhankelijk van het uitgangsmateriaal. Laboratoriumproeven laten zien dat bokashi van maaisel een HC tussen de 0,65-0,70 zit en bokashi van blad een HC van 0,82 heeft (Struyk et al., 2019). In de literatuur worden ook lagere HC-waarden gerapporteerd, bokashi gemaakt van Engels raaigras wordt geschat op ongeveer 0,30 (Römkens et al., 2020). Ook de C/N ratio van het eindproduct is afhankelijk van het ingangsmateriaal. Bokashi van bermmaaisel heeft een C/N ratio van gemiddeld 21 (Spijker 2004). Het onderzoek van Struik & Schijndel (2021) met slootmaaisel had een C/N ratio van gemiddeld 30 en bokashi van blad heeft gemiddeld een C/N ratio van 35 (MulderAgro, persoonlijke communicatie, januari 2023). De C/N ratio kan verder verlaagd worden door bij het opzetten van de bult een stikstofbron toe te voegen, bijvoorbeeld dierlijke mest (MulderAgro, persoonlijke communicatie, januari 2023).

Compost wordt ook gemaakt van organische reststromen maar heeft zuurstof nodig om te verteren. Composteren (latijn: compostium, betekend mengsel) verwijst naar het biologische afbraakproces van een mengsel van organische substraten uitgevoerd door microbiële gemeenschappen in zuurstofrijke omstandigheden (Diaz et al., 2007). Dit proces gaat gepaard met verbruik van zuurstof (O₂) en de energie die erin wordt gestopt wordt in de vorm van warmte, koolstofdioxide (CO₂), restgassen (NH₃) en water vrijgelaten. Bij een goede compostbult kan de temperatuur oplopen tot rond de 60 °C en daarbij worden eventuele onkruidzaden, ziektes en plagen gedood (Janmaat, 2015). Tijdens het composteren slinkt de bult en is er een 40-50% gewichtsreductie in de vorm van organisch materiaal (C en N) en vocht (Römkens et al., 2020). Keurcompost heeft een humificatiecoëfficiënt van 0,9 (Römkens et al., 2020; Kengetallen organische stof, z.d.). De C/N- verhouding van compost (eindproduct) ligt rond de 15 en is, net als bij bokashi, afhankelijk van het ingangsmateriaal (www.handboekbodemenbemesting.nl).

2.2 EFFECTEN OP BODEM EN GEWAS

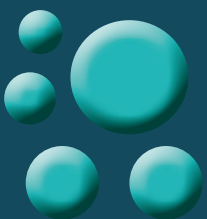
Tijdens het fermentatieproces gaat er 3-6% van de biomassa verloren, ten opzichte van 40-50% bij compostering, er blijft dus relatief veel koolstof behouden in bokashi. De koolstof wordt na het uitrijden afgebroken door het bodemleven. Uit onderzoek blijkt ook dat de microbiële biomassa na toediening van bokashi sterker toeneemt dan na toepassing van compost of minerale meststof (Spijker et al., 2021). Microbiële biomassa en activiteit draagt bij aan de opbouw van bodem organische stof. Er zijn vrijwel geen wetenschappelijke studies die het meerjarig effect van bokashi op bodem organische stof hebben gemeten. Om veranderingen in bodem organische stof te kunnen waarnemen zijn meerjarige metingen nodig. Gezien het aantal lopende pilots is het wel de verwachting dat dergelijke data beschikbaar komt. Bij een meerjarige (2013-2016) proef van Stichting Proefboerderijen Noordelijke Akkerbouw (SPNA) leek er een trend te zijn dat na 3 jaar bokashi een snellere verhoging van bodem organische stof opleverde (5,2%,) dan compost (4,7%) of wanneer er geen bodemverbeteraar (4,6%) toegepast werd (Westeinde 2016). In het onderzoeksrapport worden de beginwaarden van het bodem organische stof niet weergegeven (aantal herhalingen = 8, 8, 4 resp.). Bij deze proef van SPNA is de hoeveelheid uitgereden bokashi en compost afgestemd op een gelijke hoeveelheid biomassa voorafgaand aan het fermenteren of composteren. Op proefveldjes met compost werd dus relatief minder materiaal uitgereden ten opzichte van veldjes met bokashi. Uit een recente studie, waarbij drie jaren achtereen 30 ton/ha bokashi uitgereden is, komt naar voren dat er een positieve trend te zien is op het percentage bodem organische stof, maar ook hier is de toename niet significant (van der Sloot et al, 2023). In dit experiment was er na drie jaar wel een significante toename in bodem organische stof op de velden waar jaarlijks 30/ha compost uitgereden werd. Voor het verhogen van bodem organische stof hoeven plantaaridge reststromen niet per se behandeld te worden, uit onderzoek blijkt dat de toegevoegde waarde van bokashi op het bodem organische stofgehalte niet groter is dan dat van ongefermenteerd materiaal wanneer dit vers opgebracht wordt (Mayer et al., 2010; Kok et al., 2022; van der Sloot et al., 2023).

Wanneer organisch materiaal een C/N verhouding van boven de 30 heeft, zal bij de afbraak de stikstof worden vastgelegd door microben (immobilisatie). De C/N verhouding van bokashi varieert veelal tussen de 20 en 35, is daarmee relatief hoog, en daardoor zal stikstof niet direct of deels beschikbaar zijn voor gewasopname. Deze verwachting wordt door de literatuur en analyses van de huidige pilots bevestigd, waarbij geen verandering (Spijker et al., 2021) of relatief kleine verhogingen (Spijker et al., 2021; van't Westeinde 2016) van nutriënten gevonden worden na toepassing van bokashi. In de driejarige veldproef van SPNA werden significant hogere waarden van de N, P en K-voorraad, plantbeschikbare fosfaatvoorraad en magnesiumbeschikbaarheid gevonden ten opzichte van onbehandelde velden, maar de toenames waren relatief klein (resp. +186, 4, 0.2, 3, 3 mg/kg) (Westeinde, 2016). Het effect van bokashi op gewasopbrengst (aardappels, luzerne, tarwe en gerst) ten opzichte van percelen zonder bokashi was niet significant (Mayer et. al., 2010). Ook het eindrapport van OMAB laat zien dat na 5 jaar bokashi aanbrengen op maispercelen het droge stofgehalte en de zetmeelopbrengst van de mais niet verschillen van mais op onbehandelde velden (Bovendeert & de Vos, 2022). Ook zijn er nog geen effecten gevonden op de mineralensamenstelling van mais na één jaar toedieningen van bokashi, ten opzichte van onbemeste percelen (Spijker et al., 2021).



3. WET EN REGELGEVING

Om bokashi te kunnen maken en te kunnen aanwenden op de bodem zijn er de volgende procesmatige activiteiten waarop de wet- en regelgeving aanhaakt: het aanvoeren van plantaardige reststromen, het bewerken van plantaardige reststromen en het aanwenden van bokashi op de bodem. Deze drie activiteiten moeten allen voldoen aan de wet- en regelgeving. Echter, omdat bokashi of fermenteren momenteel nog niet is vastgelegd in de Meststoffenwet, mag het juridisch gezien niet worden aangewend op de bodem. En daardoor is het maken van bokashi op dit moment ook (nog) niet toegestaan. De enige route om nu bokashi binnen de huidige regelgeving te mogen maken en aanwenden is wanneer een project als pilot deelneemt in een wetenschappelijk kennisprogramma én dan een vergunning voor het maken en een ontheffing voor het aanwenden van de bokashi aanvraagt bij de Omgevingsdienst. Hoewel dit de officiële legale route is voor aanwending van bokashi wordt bij sommige gemeentes en agrariërs, buiten de pilots om, toch bokashi gemaakt en aangewend. Het maken en aanwenden van bokashi wordt afhankelijk van de provincie of gemeente soms wel gedoogd.



Meerdere partijen werken aan een verandering van deze situatie, want met een goed kwaliteitsborgingssysteem kan er van maaisel en blad een prima bodemverbeteraar gemaakt worden die bijdraagt aan vele doelen, zoals kringlooplandbouw, klimaatadaptatie en biodiversiteit. Er lijken drie mogelijke routes te zijn die kunnen leiden naar de legale productie en toepassing van bewerkt maaisel en blad: via de meststoffenwet, via de vrijstellingsregeling plantenresten of via voortgezet gebruik. Deze routes worden hieronder verder uitgelegd.

Voor de verwerking van plantaardige reststromen zijn de volgende termen, regels en wetten van belang:

- **LAP3:** landelijk afvalbeheerplan. Bewerken van afval mag wel mits een vergunning verleend is. Voor de vergunningverlening is er een toetsingskader en daar wordt alleen reguliere compostering of vergisting in genoemd als minimum standaard, geen bokashi
- **CMP1:** Circulair Materialenplan, is de opvolger van LAP3
- **Artikel 10.2 Wet milieubeheer (stortverbod):** je mag geen afval buiten de inrichting storen of op land uitrijden.
- **Vrijstellingsregeling plantenresten:** voor uitrijden van nabij en onbewerkt bermmaaisel (dus niet bokashi)
- **Voortgezet gebruik:** wanneer materiaal geen afvalstof is en het aannemelijk is dat vrijkomend materiaal gebruikt kan worden, geen negatief effect heeft op milieu en gezondheid en het een hoogwaardig eind product oplevert.

3.1 MESTSTOFFENWET

Bokashi valt niet onder de meststoffenwet omdat het nog niet als meststof of bodemverbeteraar is erkend (Factsheet bokashi, 2021). Circulair Terreinbeheer heeft een kennisprogramma opgezet met als doel de ontwikkeling van kennis voor nieuw beleid. Het uiteindelijke doel is om bokashi – of beter gezegd fermenteren – naast composteren in de Meststoffenwet te krijgen. Hiervoor worden op dit moment vanuit de praktijk werkbare proces- en producteisen verzameld als input voor het ministerie van LNV. Dit kennisprogramma loopt van 2020 tot 2025. De hoeveelheid bokashi die binnen de pilots geproduceerd mag worden is maximaal 600 m3 per locatie. Daarnaast moet er minstens drie jaar achtereen bokashi worden uitgereden op dezelfde percelen om te kunnen bepalen wat de effecten zijn van de toepassing. De pilotvergunning wordt verleend door de provincie of gemeente. De rol van Circulair Terreinbeheer in de pilotfase is de waarborging van de kwaliteit, om te voorkomen dat eventuele vervuiling verder verspreid wordt. Voor de kwaliteitswaarborging is de checklist Zorgplicht Maaisel en Blad opgesteld en deelnemers van de pilot zijn verplicht deze te handhaven. Naast de checklist houden alle deelnemers een logboek bij voor de waarnemingen op gebied van gewasgroei en effecten of bodem en water (Circulair Terreinbeheer s.d.). De huidige pilots voor bokashi lopen af in 2025 en er zijn vooralsnog geen plannen voor verlenging.

In totaal zijn er 60 pilots waarin van lokaal maaisel en blad bokashi of compost wordt gemaakt. Alle deelnemers gebruiken de kwaliteitsborgingschecklist die is ontwikkeld door Circulair Terreinbeheer in samenwerking met Stichting Milieukeur. De onderzoeksresultaten vanuit de pilots en het kennisprogramma geven inzicht welke effecten de toepassing van bokashi heeft op milieu en op bodemeigenschappen. Deze kennis moet er aan bijdragen dat wet- en regelgeving en beleid kan worden aangepast zodat lokaal maaisel en blad kan worden verwerkt tot bokashi. Hieronder worden twee pilots uitgelicht om zo een beeld te krijgen van de gebruikte materialen, de toepassing en de effecten.

Pilot casus 1 Buitendienst Leeuwarden

De buitendienst van gemeente Leeuwarden beheert onder andere de groenvoorzieningen in de stad. Vanuit de plantsoenen komen ieder jaar vele ladingen blad. Waar dit blad voorheen werd weggebracht naar de afvalverwerking, wordt er nu op het terrein van de buitendienst bokashi van gemaakt. Deze bokashi die van uitsluitend blad wordt gemaakt is van goede kwaliteit en wordt weer teruggebracht in de kringloop van de stad. Bladbokashi wordt onder andere ingezet bij de aanplant van nieuwe bomen en struiken. De ervaring is dat door deze toepassing minder aanplant uitvalt, waarschijnlijk omdat de bokashi de bodemstructuur en vochthuishuiding ten goede komt. Ook wordt bladbokashi toegepast in perken, als bodembedekker. De perken waar bokashi is aangebracht zijn beduidend minder afhankelijk van watergiften in droge periodes. De productie van bladbokashi, maar ook de andere bokashikuilen die de gemeente in samenwerking met agrariërs opzet vallen allen onder de pilot van Circulair Terreinbeheer (Geert Draaistra, persoonlijke communicatie, oktober 2022).

Pilot casus 2 Agrarische verwerking en gebruik

In gemeente Dantumadeel worden op vijf agrarische locaties de effecten van bokashi op bodem en gewasopbrengst gemonitord. De bokashi wordt jaarlijks bij één van de vijf agrariërs gemaakt en daarna verdeeld. De bokashi wordt gemaakt van slootmaaisel van Wetterskip Fryslân, kuilgrasresten en drijfmest. De bokashi wordt uitgereden op vier graslandpercelen en één maisperceel. Ieder van die percelen heeft stroken waarop alleen bokashi wordt uitgereden, alleen drijfmest wordt toegepast of die geheel niet bemest worden. Voorlopige resultaten van de eerste drie jaar laten zien dat er tussen de bedrijven veel variatie zit, maar er zijn enkele trends zichtbaar. Zo wordt op de graslandpercelen een hogere opbrengst gemeten na toediening van bokashi ten opzichte van drijfmest of geen bemesting. Bij het maisperceel is de opbrengst na toediening van bokashi juist lager in vergelijking met drijfmest (Iepema et al., 2021).

3.2 VRIJSTELLINGSREGELING PLANTENRESTEN

Voor het gebruik van afvalstromen zijn er regels opgesteld, deze staan in het landelijk afvalbeheerplan (LAP3). In dit afvalbeheerplan wordt aangegeven dat voor de verwerking van groenafval een vergunning verleend kan worden, maar alleen als dit afval via reguliere compostering of vergisting verwerkt wordt (minimum standaard) (LAP3, 2019). Ook geeft de wet milieubeheer aan dat er geen afval buiten een inrichting gestort, verbrand dan wel uitgereden mag worden (artikel 10.2). Een uitzondering op deze regel is de vrijstellingsregeling plantenresten voor het uitrijden van schoon en onverdacht bermmaaisel van nabijgelegen percelen (<5 km). In de toelichting op deze regeling staat echter vermeld dat het materiaal niet bewerkt mag worden. Dat betekent dat bokashi, door de toevoeging van hulpstoffen en het fermentatieproces, niet onder deze uitzondering valt (Uitvoeringsbesluit meststoffenwet, 2021).

Agrarische natuurvereniging De Ommer Marke heeft een werkwijze ontwikkeld waarmee sloot- en bermmaaisel, binnen de vrijstellingsregeling plantenresten, kan worden toegepast in de landbouw, dit is de Overijsselse standaard (ANV De Ommer Marke, 2022; Anet Bovendeert, persoonlijke communicatie). Binnen deze standaard mag wel eenmalig een toevoeging worden gedaan die helpt tegen geuroverlast. Daarbij mag de hoop tegen broei worden gekeerd. Deze standaard geeft richtlijnen aan de producent en de ontvanger van het maaisel en kan binnen de provincie Overijssel toegepast worden. Deelnemers gebruiken een checklist om te zorgen dat het maaisel schoon en onverdacht is en doen een melding van de opslag bij de omgevingsdienst. Dit voorbeeld laat zien dat initiatiefnemers in goede afstemming met het bevoegd gezag en de omgevingsdienst, binnen de kaders van de wet- en regelgeving berm- en slootmaaisel in kunnen zetten als bodemverbeteraar.

3.3 VOORTGEZET GEBRUIK

In het landelijk afvalbeheerplan is er ook de route 'Voortgezet gebruik'. Vrijgekomen materiaal wordt aan de hand van een aantal toetsingsvragen beoordeeld, zodat bepaald kan worden of het materiaal afval is, een bijproduct, einde afval of dat er voortgezet gebruik kan plaatsvinden (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2021). De eerste vraag in het toetsingskader is of het materiaal gezien vanuit de houder (de eigenaar van het terrein) een afvalstof is. Maaisel en blad kan de houder zien en behandelen als grondstof, wat overigens wel vaak betekent dat er op een andere wijze mee om wordt gegaan. Bijvoorbeeld door in bermen voorafgaand aan het maaien zwerfvuil te rapen en niet meer klepelen. Uit een eerder rechtsoordeel over het gebruik van bermgras voor de productie van karton valt op te maken dat de toetsing voor voortgezet gebruik aannemelijk is (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2019). Er zijn in het toetsingskader drie punten om te bepalen of het om voortgezet gebruik gaat of om afval ("zich ontdoen"):

1. Het is zeker dat het materiaal gebruikt zal worden.
2. Het voorgenomen gebruik is rechtmatig.
3. Het voorgenomen gebruik is vanuit grondstoffenefficiency voldoende hoogwaardig.

Zekerheid voor het gebruik van materiaal kan bijvoorbeeld vastgelegd worden in een (samenwerkings)overeenkomst of een contract tussen gemeente en agrariërs. Een gemeente kan een agrariër of loonbedrijf een gebied toewijzen om te beheren of het door de gemeente verkregen maaisel wordt verdeeld over de agrariërs die verklaard hebben materiaal af te nemen. Daarbij zal er ook een kwaliteitsborging moeten plaatsvinden zodat alleen schoon en onverdacht materiaal overgedragen wordt. Uit de praktijk blijkt dat er volop behoefte is aan bokashi en dat agrariërs ook na de pilotfase graag bokashi willen blijven toepassen.

Bij **rechtmatigheid** wordt getoetst op producteisen en het effect van het product op het milieu en de volksgezondheid. Als voor de kwaliteitswaarborging voldaan wordt aan de kwaliteitswaarborging maaisel en blad van Circulair Terreinbeheer, dan levert dat onverdacht en schoon maaisel op wat geen ongunstig effect heeft op het milieu. Ook blijkt uit onderzoek van de lopende pilots dat maaisels die van niet verdachte locaties komen en een meter vanaf het (snel)wegdek gemaaid zijn de maximale waarden vrijwel niet overschrijden (Römkens et al., 2020) en dat er geen negatieve effecten zijn op milieu en de volksgezondheid (Spijker et al., 2023).

Voor het bepalen van de **hoogwaardigheid** van het product wordt gelet op de minimumstandaard van het materiaal (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2021). Wanneer maaisel als afvalstof wordt beschouwd dan schrijft het sectorplan voor dat het materiaal gecomposteerd of vergist wordt (LAP3, 2019). Uit onderzoek blijkt dat bokashi vergelijkbaar is met compost (Spijker et al., 2021) en heeft daarmee voldoet aan dit criterium.

Op deze drie toetsingsgronden afgaand zou bermmaaisel voor de productie van bokashi dus aangemerkt kunnen worden voor (voortgezet) gebruik. De onderzoeksresultaten uit de pilots dragen bij aan de onderbouwing voor voortgezet gebruik. Uit eerdere procedures lijkt deze route kansrijk, zo is er ook toestemming gegeven om van bermgras karton te maken (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2019). Echter, als via deze route bokashi gemaakt mag worden, dan is er nog geen toestemming om de bokashi aan te wenden op de bodem. De toepassing verloopt via de Meststoffenwet en hierin is bokashi niet opgenomen.

3.4 HUIDIGE PRAKTIJK

Momenteel is bokashi een grijs gebied in het kader van wet- en regelgeving omdat het product en de methode nergens staan beschreven. De enige route om bokashi binnen de huidige regelgeving te mogen maken en aanwenden is wanneer de betreffende partij deelneemt als pilot aan een wetenschappelijk project. Op sommige locaties worden buiten de pilots om toch bokashi gemaakt en aangewend. Dit wordt soms gedoogd, met name wanneer de plantaardige reststromen voor de bokashi vrijkomen binnen het bedrijf en weer aangewend worden binnen het bedrijf. Maar om lokale kringlopen te sluiten en plantaardige reststromen optimaal te benutten moeten er ook mogelijkheden komen om plantaardige reststromen van buiten het bedrijf te verwerken en als bodemverbeteraar te gebruiken.

Om de kwaliteit van de bokashi te verhogen kan er dierlijke mest toegevoegd worden. Knelpunt is echter dat de NVWA (Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit) en RVO (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland) streng toeziet op het gebruik van mest. Indien een hoeveelheid mest wordt toegevoegd aan bokashi, of indien de bokashi met mest wordt verhandeld, moet het gehele eindproduct worden opgenomen in de mestboekhouding. Ter illustratie, voegt men aan 100 kuub groene reststromen ook nog eens 100 kuub mest, dan creëert men 200 kuub mest. Om niet over de bedrijfslimiet te komen, moet er in dit geval 100 kuub mest afgevoerd worden (de la Court, 2018). Echter, indien een agrariër zijn eigen dierlijke mest toevoegt aan zijn eigen bokashi en dit uitrijdt op zijn eigen bedrijf is deze mest al opgenomen in zijn mestboekhouding.

Er zijn verschillende scenario's voor het maken van bokashi, die onderling verschillen in herkomst van de reststromen, type reststromen en in eindgebruiker (tabel 1). Het maken van bokashi dat niet van eigen reststromen geproduceerd wordt is momenteel alleen mogelijk binnen een pilot. RVO geeft aan dat bokashi aangevoerd mag worden, mits de omgevingsdienst hier ontheffing voor verleent (Bokashi als mest gebruiken, 2022). De praktijk is echter dat die ontheffing alleen afgegeven wordt wanneer er deelname is aan een pilot (FUMO, persoonlijke communicatie, maart 2023).

Tabel 1. Scenario's voor de verschillende herkomsten van de reststromen voor de productie en aanwending van bokashi (bronnen: RVO, FUMO). Aangevoerde plantaardige reststromen (i.e. maaisel, hekkelspecie, houtsnippers) is materiaal dat niet van eigen terrein komt. Een groenstation is een locatie waar lokaal berm- en slootmaaisel verwerkt wordt tot bokashi.

	Eigen maaisel	Eigen maaisel + mest	Aangevoerde reststromen	Aangevoerde reststromen + mest
Productielocatie	Eigen bedrijf	Eigen bedrijf	Groenstation	Groenstation
Eindgebruiker	Eigen percelen	Eigen percelen	< 5km*	< 5km*
Toegestaan	Grijs gebied **	Grijs gebied **	Alleen aangemelde pilots	Alleen aangemelde pilots
Ontheffing stortverbod	Ja	Ja	Ja	Ja
Omgevingsvergunning milieu	Ja	Ja	Ja	Ja
Melding mestboekhouding	Nee	Ja	Ja, maar percentages nog niet vastgesteld door RVO	Ja
Uitrijregels gelijk aan	Compost	Vaste mest	Compost	Vaste mest
Opmerking	Maaisel van buiten het bedrijf mag niet verwerkt of uitgereden worden	Betere kwaliteit bokashi door lagere C/N verhouding	Na aflopen van de pilot geen mogelijkheid meer	Geen mogelijkheid bij route voortgezet gebruik.

* De 5 km grens is de grens die in dit onderzoek voor de groenstations gehanteerd wordt en is niet vastgelegd in wet- en regelgeving.

** Bokashi of fermenteren komt niet voor in de meststoffenwet en daarom is het maken en aanwenden (nog) niet toegestaan. Echter wordt er wel op verschillende locaties, buiten pilots om, bokashi geproduceerd en uitgereden, het wordt dan gedoogd door het bevoegd gezag. De handhaving verschilt per regio.

3.5 KNELPUNTEN EN PROGNOSE

De RVO en Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat beschouwen maaisel als afvalstof. Door maaisel als afvalstof te behandelen zijn de mogelijkheden voor bewerking en toepassing beperkt. Circulair Terreinbeheer beschouwd maaisel als waardevolle grondstof en stuurt er op aan dat maaisel door de wet niet meer als afval wordt beschouwd. De term "afvalstof" moet dan ook worden vermeden om het imago te veranderen van bokashi en andere bodemverbeteraars gemaakt van plantaardige reststromen.

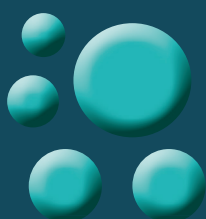
Zoals benoemd in voorgaande paragraaf is het grootste knelpunt de wetgeving. Het kennisprogramma van Circulair Terreinbeheer, waarbinnen vrijstelling wordt gegeven voor de productie en het toepassen van bokashi, houdt in 2025 op. De opgedane kennis moet dan input zijn voor nieuw beleid, zoals het circulair materialenplan (CMP1), dat is de opvolger van het landelijk afvalplan (LAP3). In het CMP1 ligt er meer nadruk op hergebruik van reststromen, met als doel minder afval en bevordering van de circulaire economie. De planning is om het CMP1 per 1 januari 2025 in te laten gaan (van Veldhoven – van der Meer, 2021, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat 2023). Om op kortere termijn bokashi te maken van aangevoerde groene reststromen is de route van voortgezet gebruik het meest voor de hand liggend. Circulair Terreinbeheer ziet dit als een tijdelijk parallel spoor om lokaal groene reststromen te vervaardigen tot bodemverbeteraar (Amar Sjaauw en Wa Withorst, persoonlijke communicatie, juli 2022). Echter voorziet voortgezet gebruik niet in de toepassing van bokashi, hiervoor zal het lokaal bevoegd gezag instemming moeten geven en de omgevingsdienst hierin meenemen.

Als het kennisprogramma van Circulair Terreinbeheer aantoont dat de toepassing van bokashi geen negatieve gevolgen heeft voor de bodem (i.e. bodemverontreiniging), kunnen volgende stappen gezet worden in de wet en regelgeving. Ten eerste moet er naar bokashi gekeken worden vanuit het perspectief als organische bodemverbeteraar in plaats van meststof. Daarnaast is labelling een belangrijk aspect om bokashi op de markt te zetten, zoals keurcompost nu ook een label heeft. Een label geeft informatie weer over het product, instructies voor het gebruik en aanbevolen opslagomstandigheden voor de eindgebruiker (Smit, 2022). Maar belangrijker nog is dat aan een label normen zijn verbonden die de zuiverheid van het eindproduct waarborgen.



4. KWALITEITS VOORWAARDEN

Om te komen tot een hoogwaardig eindproduct moet gelet worden op de kwaliteit van het aangevoerde materiaal, de condities tijdens het fermentatieproces en de bewaring. Deze verschillende aspecten worden in de volgende paragrafen verder uitgewerkt.



4.1 KWALITEITSASPECTEN AANGEVOERD MATERIAAL

Het uitgangsmateriaal voor bokashi is berm- en slootmaaisel. Dit maaisel kan, afhankelijk van de locatie, verschillende soorten vervuiling bevatten. Hierbij moet men denken aan afval (voornamelijk plastic en blik), vervuiling (chemische stoffen van onder andere wegverkeer) en aan onkruiden en onkruidzaden. Voor alle soorten vervuiling geldt dat vooraf selecteren van geschikte bermen en sloten en wanneer mogelijk voorafgaand aan het maaien afval opruimen effectiever is dan achteraf schonen (5.3).

4.1.1 Vast materiaal

Het maximale gehalte aan niet-biologisch afbreekbare delen (bijvoorbeeld glas, plastic of metaal) in organische meststoffen is 0,5% (Uitvoeringsbesluit meststoffenwet, 2021). Bij Keurcompost, klasse A, wordt 0,05% plastic per 1000 kg compost gehanteerd als bovengrens (Keurcompost, 2023). Vervuiling als plastic en metaal kunnen als het groot genoeg is na het fermenteren met een zeef verwijderd worden. De zeef heeft bij voorkeur een maaswijdte van 30-50mm. Een voorwaarde is wel dat het eindproduct niet te nat is. De ervaring is dat natte bokashi lastig te zeven is en ook lastiger is om uit te rijden (Riechelman & Postma, 2020). Glas is, net als blik en plastic, gevaarlijk voor het vee wanneer het in het gras of ruwvoer belandt. Blik en plastic zijn in de praktijk waarschijnlijk een groter probleem dan glas.

4.1.2 Chemische stoffen

Chemische stoffen zijn voornamelijk afkomstig van wegverkeer, maar soms ook huisvuil, bedrijfsafval of afvaldumping. Chemische stoffen in bermmaaisel waarvan het gehalte gerelateerd is aan de afstand tot de weg zijn: lood, cadmium, zink, koper en poly-aromatische koolwaterstoffen. De gehalten aan chroom, nikkel en arseen zijn lager en vertonen geen relatie met afstand tot de weg. Daarnaast bevat het maaisel uit bermen langs ZO-AB-wegen minder vervuilende stoffen (Bodemrichtlijnen z.d.). De maximale waarden die toegestaan zijn in compost zijn vastgelegd in de wet (Tabel 2). Maaisels die van niet verdachte locaties komen en een meter vanaf het wegdek gemaaid zijn overschrijden de maximale waarden vrijwel niet (Römkens et al., 2020).

Zware metalen	Ds (mg/kg)
Cd (Cadmium)	1
Cr (Chroom)	50
Cu (Koper)	90
Hg (Kwik)	0,3
Ni (Nikkel)	20
Pb (Lood)	100
Zn (Zink)	290
As (Arseen)	15

Tabel 2. Maximale waarden voor zware metalen in compost per kilogram droge stof (ds) (overgenomen uit Uitvoeringsbesluit meststoffenwet, 2021).

4.1.3 Onkruid

De aanwezigheid van onkruiden en onkruidzaden kunnen problemen geven in het eindproduct, wanneer deze tijdens het fermentatieproces niet voldoende zijn vergaan. Bepaalde onkruidsoorten hebben een grotere kans om na het fermentatieproces een doorstart te maken omdat deze of sterke opslagorganen hebben (bijvoorbeeld de penwortel van ridderzuring) of omdat deze vanuit bovengrondse groeipunten uit kunnen lopen (bijvoorbeeld Japanse duizendknoop). Ook onkruidzaden die tijdens het fermentatieproces niet kiemen en afsterven of afgebroken worden kunnen naderhand kiemen, vooral oliehoudende zaden kunnen een probleem vormen. Bij de selectie van uitgangsmateriaal kan gelet worden op de aanwezigheid van probleemonkruiden, hoe minder deze aanwezig zijn in de bermen, hoe minder risico. Het advies is om locaties met probleemonkruiden zoals Japanse duizendknoop en reuzenberenklauw niet te maaien wanneer het maaisel bestemd is voor bokashi. Anderzijds hebben verschillende proeven ook laten zien dat bij het goed verlopen van het fermentatieproces geen problemen voorkomen met het uitlopen van vegetatieve delen van onkruiden. Zo zijn er succesvolle proeven waarbij bokashi uitsluitend van Japanse duizendknoop gemaakt is (Cvejic et al 2021).

De norm voor het aantal kiemkrachtige zaden is 2 kiemen per liter bokashi, dit is gelijk aan de grenswaarde voor Keurcompost. De praktijk laat zien dat het aantal kiemkrachtige zaden in het eindproduct wisselend is. In de meeste gevallen worden geen of enkele kiemkrachtige zaden aangetroffen en blijft men onder de norm van 2 kiemen per liter bokashi (Janmaat 2015; van't Westeinde et al., 2016; Riechelman & Postma 2021). Door te sturen met vocht en pH kan de kiemkracht van onkruidzaden beïnvloed worden, waarbij relatief natte kuilen met een lage pH effectiever zijn in het remmen van de kiemkracht dan drogere kuilen met een hoge pH. Het toevoegen van klei, wat toegevoegd wordt om nutriënten te binden, brengt de pH juist omhoog. Toevoeging van mest kan de pH omlaag halen. Dus de hoeveelheid vocht, uitgangsmateriaal, kalk en klei zijn van belang bij het sturen op onkruiddruk (Struyk & van Schijndel 2019).

4.2 KWALITEITSWAARBORGING AANGEVOERD MATERIAAL

Om vervuiling in het eindproduct zo veel mogelijk te beperken kunnen er verschillende maatregelen genomen worden. Voorafgaand aan het maaien kunnen bermen geselecteerd worden waarin de vervuiling minimaal is. Zo vermijdt Gemeente Leeuwarden bermen langs N-wegen, bermen in de buurt van fastfoodketens en bermen langs fietspaden waar veel schoolgaande jeugd langs komt. De ervaring vanuit de pilots is ook dat ontvangers van maaisel nabijgelegen bermen en sloten gaan 'toe-eigenen' en daardoor zorgdragen voor het verwijderen van vervuiling voorafgaand aan het maaien. In gemeente Dalfsen en Leeuwarden gaan voorafgaand aan het maaien ook nog opruimteams door de bermen om plastic en blikjes te verwijderen. Om dit succesvol uit te voeren moet er goede afstemming zijn met de partij die de bermen maait, zodat kort voor het maaien een opruimteam door de bermen gaat. Ter ondersteuning hiervan kunnen GIS-applicaties en Apps gebruikt worden waarin aangegeven wordt welke bermen schoon genoeg zijn om gebruikt te worden voor verdere verwerking tot bodemverbeteraar (BVOR, 2019), of waarin maaimomenten worden gemeld (www.perceelwijzer.nl). Dergelijke Apps kunnen ook ingezet worden om aan te geven waar het maaisel naar toe moet en slaan zo een brug tussen uitvoerder en ontvanger.

Het verzamelde maaisel kan ter plekke nogmaals beoordeeld worden op vervuiling. Wanneer het maaisel nog te veel vervuiling bevat kan het handmatig (of machinaal) nagelopen worden. Het voorafgaand schonen van de bermen heeft de voorkeur, omdat na het maaien de aanwezige vervuiling gefragmenteerd wordt, wat opschonen lastiger maakt. Circulair Terreinbeheer heeft een checklist opgesteld voor de waarborging van de kwaliteit van bokashi: Checklist zorgplicht maaisel en blad. De checklist is opgesteld in samenwerking met de lopende pilots en omgevingsdiensten en is gericht op het verder verspreiden van verontreiniging en exoten. Een ingevulde checklist is tevens een onderbouwing voor de aanvraag van een pilotvergunning. De checklist is niet publiekelijk beschikbaar, maar wordt voorafgaand aan een pilot gezamenlijk ingevuld door de betrokken partijen, hierbij houdt Circulair Terreinbeheer de checklist in beheer. Wel publiekelijk beschikbaar is de checklist van de Overijsselse standaard (zie: ommermarke.nl/projecten/lopende-projecten/pilot-organisch-rest-materiaal-als-bodemverbeteraar-omab/de-vechtdalmethode/). De checklist, welke ingevuld wordt door initiatiefnemer, draagt samen met de richtlijnen bij aan schoon en onverdacht maaisel en maakt herleidbaar waar materiaal vandaan komt.

4.3 ASPECTEN VOOR HET INZETTEN BOKASHIHOOP

In het volgende hoofdstuk wordt een recept gegeven voor het maken van bokashi. In deze paragraaf wordt de achtergrondinformatie gegeven van de verschillende componenten die bijdragen aan een geslaagd eindproduct. De belangrijkste componenten bij aanvang van het fermentatieproces zijn: suikers, C:N-verhouding vocht, de verhouding uitgangsmateriaal en hulpstoffen, pH en temperatuur.

4.3.1 C/N-verhouding

Omdat er tijdens het fermentatieproces weinig biomassa verloren gaat zal de C/N-verhouding van het uitgangsmateriaal en het eindproduct weinig van elkaar verschillen. De C/N-verhouding van het uitgangsmateriaal van 20 is gunstig, maar bij voorkeur nog wat lager. Bij een C/N-verhouding van 25 zal er vrijwel geen stikstof meer vrijkomen (Zwart et al., 1999) en bij een nog hogere verhouding (>30) zal na toediening van het eindproduct stikstof uit de bodemvoorraad vastgelegd worden door het bodemleven. De C/N verhoudingen van bokashi gemaakt van verschillende uitgangsmateriaal staan weergegeven in tabel 3, dat is de hoeveelheid koolstof per stikstof. De variatie in C/N-verhouding is bij sommige materialen variabel, dit is afhankelijk van de aanwezige plantensoorten, de leeftijd van het materiaal of verschillende verhoudingen van het uitgangsmateriaal.

Materiaal	C/N-verhouding
Stro	80-100
Blad	30-40
Vaste mest	12-15
Rundveedrijfmest	7-17
Weidegras	15-20
Bermmaaisel	37
Hooi	20
Hekkelspecie	35

Tabel 3. C/N-verhoudingen van verschillende soorten organische reststromen die veelal voor de productie van bokashi worden gebruikt (Joost Mulder, persoonlijke communicatie, maart 2023; Handboek bodem en bemesting; van Groenigen & Zwart 2007; Kengetallen organische stof, z.d.).

4.3.2 Vocht

Vocht is nodig om het fermentatieproces goed te laten verlopen. Via het vocht kunnen de micro-organismen zich verspreiden door de kuil. Het streven is naar 50-70% vocht in het uitgangsmateriaal. Bepaald materiaal, zoals slootmaaisel, is bij levering vaak al erg nat. De bepaling van het vochtgehalte van de bult gaat veelal op gevoel. Sturen op de vochtigheid kan bijvoorbeeld door aanvullen met vers materiaal of drijfmest, of te maaien in de dauw. Zeer droge materialen, zoals stro, zullen geen vocht vasthouden als dit vochtig gemaakt wordt met een sproeier. Het is daarom belangrijk om de verschillende materialen goed te mengen of in laagjes te werken, zodat vocht vastgehouden wordt (MulderAgro, persoonlijke communicatie, maart 2023).

4.3.3 Verhouding materiaal en hulpstoffen

Voor de productie van bokashi worden doorgaans drie hulpstoffen gebruikt, namelijk klei, effectieve micro-organismen (EM) en schelpen. Klei heeft als functie de nutriënten vast te houden zodat uitspoeling beperkt wordt. EM bestaat voornamelijk uit melkzuurbacteriën, fotosynthetische bacteriën, actinobacteriën, gist en gistende schimmels (Janmaat, 2015; Shin et al., 2017). De toevoeging van EM kan het fermentatieproces bevorderen (Struyk & Schijndel 2019). Schelpen of zeeschelpkalk wordt gebruikt om de zorgen dat het eindproduct niet te zuur wordt (Janmaat 2015). De aangeraden verhouding van hulpstoffen en uitgangsmateriaal is 12 kg/ton zeeschelpen, 12kg/ton kleimineralen en 2 liter/ton microferm (MulderAgro, Agriton).

4.3.4 Zuurtegraad

Tijdens het fermentatieproces scheiden de aanwezig micro-organismen organische zuren uit, hierdoor daalt de pH richting de 4. Echter, de micro-organismen gedijen het beste bij pH 6 (Struyk & van Schijndel 2019). Om de pH te bufferen kan er gebruik gemaakt worden van een kalkbron, meestal zeeschelpenkalk.

4.3.5 Temperatuur

Temperatuur blijft meestal onder de 35-40 graden. Het is niet nodig om tijdens het fermentatieproces actief te sturen op de temperatuur in de bult. Wanneer de bult luchtdicht afgesloten wordt dan zal het organisch materiaal niet gaan broeien. Als een bult bij winterdag aangelegd wordt moet deze niet te plat zijn, anders kan de kern bevriezen en komt het proces stil te liggen, ook moet er geen bevroren materiaal in de bult verwerkt worden.

4.3.6 Materiaalgrootte

Het is wenselijk om voorafgaand aan of tijdens het opzetten van de kuil het organisch materiaal te verhakselen tot stukken van 10-15 cm. Hiermee wordt een groter oppervlakte gecreëerd voor de EM en is het product achteraf ook beter uit te rijden. Gemaaid product kan verhakseld worden met een hakselaar- of kneuzercombinatie, een klepelmaaier of materiaal kan opgehaald worden door een ophaalwagen met messen.

4.3.7 Zuurstof

Het fermentatieproces verloopt zuurstofarm. Het is belangrijk om bij de start zoveel mogelijk zuurstof uit de bult te nemen door het materiaal na iedere laag aan te rijden. Wanneer materiaal erg nat is, dan zal het zuurstofgehalte laag zijn en is aanrijden niet perse noodzakelijk.

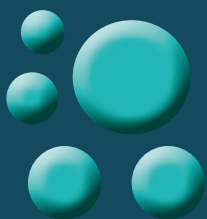
4.4 BEWARING EN UITRIJDEN

Na acht weken is de bokashi klaar, maar uit de praktijk blijkt dat bokashi niet meteen wordt uitgereden. De bult dient pas opengemaakt te worden vlak voor het uitrijden en het langer intact houden van de bult heeft geen negatief effect op het eindproduct. Ligt de bult langere tijd open, dan komt er zuurstof bij het materiaal en kan het gaan broeien. Het uitrijden van plantaardige bokashi mag in principe jaarrond, mits de bodem niet verzadigd is (RVO, 2022). Voor bokashi waarin mest verwerkt is gelden de regels voor vaste mest (RVO, 2022). De bokashi heeft van zichzelf een zure lucht, wanneer het materiaal bij windstil en droog weer uitgereden wordt kan het stankoverlast geven (Leenders, 2021).





5. BIOMASSA-INVENTARISATIE



Voor de realisatie van een groenstation is het belangrijk om te weten hoeveel en welke soort biomassa er beschikbaar is. Een exacte bepaling is niet realistisch, omdat er jaarlijkse fluctuaties zijn, de kwaliteit van het maaisel varieert en omdat er binnen een gebied verschillende reststroomeigenaren zijn welke niet allen een duidelijk beeld hebben hoeveel reststromen er vrijkomen. Om deze redenen wordt er een inschatting gemaakt op basis van een realistische casus. De aannames en schattingen die hiervoor gedaan worden zijn hieronder toegelicht.

De casus is de realisatie van een groenstation bij mts Bos-Jonkman in De Falom (gemeente Dantumadeel). Er wordt uitgegaan van een radius van 5 km waarbinnen berm- en slootmaaisel verzameld wordt (figuur 1). Vanuit de wet- en regelgeving wordt er een 5 km grens gehanteerd voor het toepassen van onbewerkt maaisel, bokashi is echter bewerkt en mag daarom niet toegepast worden wanneer het gemaakt wordt van reststromen van buiten het bedrijf. Voor deze casus moet een afbakening van het gebied gemaakt worden om de reststromen te kunnen bepalen en daarom houden we de voor de hand liggende grens van 5 km aan. In tabel 4 is de totale lengte weergegeven van alle wegen binnen een 5 km radius vanaf het groenstation.

Binnen deze radius worden alleen gemeentebermen meegenomen waarvan te verwachten is dat het maaisel schoon en onverdacht is. Op deze locaties kan zeer lichte vervuiling aanwezig zijn in de vorm van een blik of plastic, maar het moet aannemelijk zijn dat deze mate van vervuiling vooraf handmatig verwijderd kan worden. Bermen die niet schoon zijn of waarbij het niet realistisch is om het vooraf handmatig te schonen, worden niet meegenomen (Tabel 5, figuur 2). Routes die achterwege gelaten worden zijn N-wegen, schoolroutes en de bebouwde kom (Geert Draaistra, persoonlijke communicatie, oktober 2022).

In totaal is er binnen de 5 km radius 236.850 strekkende meter aan berm waarvan het maaisel waarschijnlijk schoon en onverdacht is. Voor de berm rekenen we met een gemiddelde breedte van 1,5 meter. Ook rekenen we voor iedere type straat twee zijden met berm. Het totaal oppervlakte komt dan uit op 710.550 m². Vanuit het maaibestek van gemeente Dantumadeel kunnen we afleiden dat er jaarlijks gemiddeld 2,41 kg/m² aan maaisel vrijkomt. De jaarlijkse biomassastroom uit de 5 km radius zal bij schatting ongeveer 1.700 ton schoon en onverdacht maaisel zijn. Op jaarbasis zouden er 2,8 kuilen bokashi van 600 kuub opgezet kunnen worden, er vanuit gaande dat een kuub maaisel 600-700 kg is. In deze berekening is alleen het maaisel van de gemeente meegenomen. It Fryske Gea heeft aangegeven dat vrijwel al het maaisel uit deze radius ook binnen de radius gebruikt wordt of afgezet via eigen kanalen. Per hectare nat schraalland komt er jaarlijks ongeveer 12,5 ton aan maaisel vrij. Dit is wanneer zij één keer maaien in augustus/september (Bauke Dijkstra, persoonlijke communicatie, 13 april 2023). In de 5 km radius rond mts Bos-Jonkman komt er jaarlijks ongeveer 60 ton biomassa vrij van het Bûtefild en dat is grotendeels maaisel van schraal grasland. Momenteel gaat deze biomassa naar een van de pachters die het verwerkt tot bodemverbeteraar en wordt een deel verwerkt in broeihopen voor ringslangen.

Staatsbosbeheer geeft aan nog geen goed beeld te hebben van hoeveel groene reststromen er in deze radius vrijkomen en eventueel op het groenstation verwerkt kunnen worden. Het Wetterskip zet hekkelspecie in deze radius af op de oevers en hiervan hebben de grondeigenaren ontvangstplicht. Deze hekkelspecie kan samen met andere groene reststromen van agrariërs gebruikt worden als toevoeging aan de bokashi. Over de hoeveelheden hekkelspecie die jaarlijks vrijkomen bij eigenaren met ontvangstplicht zijn geen gegevens beschikbaar. Daarmee is de berekening van 1.700 ton op jaarbasis waarschijnlijk een minimale opbrengst die hier haalbaar is.

Hoofdverkeersgebruiker	Lengte (m)
Busverkeer	121
Fietzers	47.843
Gemengd verkeer	339.412
Snelverkeer	25.305
Voetgangers	20.204
Totaal	432.886

Tabel 4. Lengte van alle type wegen binnen de radius van 5 km (ARC GIS; World topographic map).

Straat type	Niet bruikbaar (m)	wel bruikbaar (m)
Hoofdweg	20.243	
Lokale weg	23.483	
Regionale weg	41.780	
Straat	30.202	
Overig	80.309	
Totaal	196.017	236.850

Tabel 5. Lengte van de wegen die geen schoon en onverdacht maaisel opleveren.



Figuur 1: 5 km radius rondom te realiseren groenstation. Topografie gemaakt met ARC GIS (World topographic map).



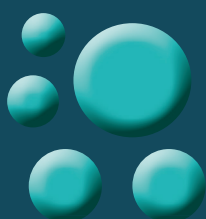
Figuur 2: Groenstation met 5 km radius. Maaisel van blauwe wegen is ongeschikt voor bokashi. Totaal 1.730 wegen, waarvan 196.017 meter ongeschikt. Kaarten gemaakt met ARC GIS (BRT_Top10 NL, Basisregistratie Topografie).



6. VERDIENMODELLEN

Door bokashi te maken van berm- en slootmaaisel kan van een reststroom een hoogwaardig product gemaakt worden, een eindproduct dat geld op kan leveren. Behalve dat bokashi als product geld op kan leveren kunnen er door de betrokken partijen ook kosten bespaard worden doordat het maaisel niet afgevoerd hoeft te worden naar een composteerder. Bij het afvoeren van maaisel moet bij de verwerker betaald worden en daarnaast gaan er kosten naar het transport van het maaisel. Wanneer er lokaal bokashi geproduceerd kan worden scheelt dat in de aankoop van extern geproduceerde bodemverbeteraars of (kunst)meststoffen. Ook zijn er indirecte kostenbesparingen bij de toepassing van bokashi, zo ervaart de Gemeente Leeuwarden minder uitval van jonge aanplant en hoeft er minder water geven te worden in de plantsoenen, wat weer bespaart op water en personeelskosten (Geert Draaistra, persoonlijke communicatie, oktober 2022).

Er wordt hier een verdienmodel opgemaakt op basis van de 5 km radius rondom de casus Jan Auke Bos. Uit de biomassa-inventarisatie valt op te maken dat er slechts twee stakeholders zijn die kosten maken of besparen, dat zijn gemeente Dantumadiel en het groenstation (Jan Auke Bos).



6.1 KOSTEN EN BATEN PER STAKEHOLDER (HUIDIGE PRAKTIJK VERSUS GROENSTATION)

Gemeente Dantumadeel kan 1700 ton schoon en onverdacht bermmaaisel op het groenstation afzetten. Om te berekenen wat de kosten zijn voor de afzet via verschillende opties worden er een aantal aannames gedaan. De kosten voor afzet bij de composteerder worden gemiddeld op 30 euro/ton maaisel. Prijsafspraken voor afzet bij een groenstation worden op 13 euro/ton gezet en wanneer materiaal opgehaald moet worden op 20 euro/ton. Een retour naar de huidige composteerder is 58 km en een retour binnen de radius gemiddeld 5 km. Een vrachtauto kan maximaal 20 ton bermgras vervoeren, om 1700 ton te vervoeren zijn 86 ritten nodig. Het verbruik van een vrachtauto wordt geschat op 35 liter op 100 kilometer en de brandstofprijs van diesel op 1.45 euro/ liter. Kosten voor het maaien en het bijeenbrengen worden hier niet meegerekend omdat die voor alle situaties gelijk zullen zijn.

Tabel 6. Kosten Gemeente Dantumadiel (€)

	Composteerder (Oldekerk)	Groenstation Brengen	Ophalen
Afzet maaisel ¹	51.360	22.256	34.240
Transport ²	2.531	218	0
Totaal	53.891	22.474	34.240

¹ Afzet maaisel = tonnage maaisel * afzetkosten

² Transport = aantal ritten * retour * brandstofverbruik * brandstofkosten

Het ophalen van al het maaisel zal tijds wijs niet realistisch zijn wanneer al het vervoer door één agrariër uitgevoerd moet worden. Een kipper kan 20 kuub maaisel vervoeren. Het verbruik van een trekker met kipper wordt geschat op 20 liter per uur en de brandstofprijs van diesel op 1.45 euro/ liter. Gemiddelde snelheid is geschat op 30 km/ uur. De hulpstoffen voor de bokashi (klei, kalk, EM) worden geschat op 12,5 euro per ton. Afdek materiaal 1,50 euro/ton. De arbeidskosten voor het opzetten van de kuil komen op 4,80 euro/ton, het uurtarief is 80 euro en men kan ongeveer 100 ton verwerken in 6 uur. Ervan uitgaande dat 5% van het beginmateriaal verloren gaat tijdens het proces, blijft er 1626 ton over. Keurcompost kost gemiddeld 35 euro/m³ en heeft een soortelijk gewicht van ongeveer 0,75 ton/m³.

Tabel 7. Kosten groenstation voor de verwerking van 1712 ton maaisel (€)

	Compost	Bokashi	
		Brengen	Ophalen
Inkoop	75.880	-22.256	-34.240
Transport	0	0	208
Hulpmiddelen	0	21.400	21.400
Afdek materiaal	0	2.568	2.568
Arbeid	0	8.218	8.218
Totaal	75.880	9.930	10.138

De productie van bokashi, waarbij het materiaal aangeleverd wordt, kost het groenstation 6,13 euro per ton. Wanneer het materiaal opgehaald moet worden, dan zijn de kosten 6,23 euro/ton. Deze kosten zijn aanzienlijk lager ten opzichte van de aanschaf van compost: 46,67 euro/ton.

6.2 KWALITEITSAFSPRAKEN

Het aangeleverde maaisel dient schoon en onverdacht te zijn. Agrarische natuurvereniging De Ommer Marke heeft hiervoor een openbare checklist opgesteld, welke gebaseerd is op de checklist van Circulair Terreinbeheer. De checklist is een uitwerking op de vrijstellingsregeling Plantenresten. Als onderdeel van de checklist wordt er kaartmateriaal aangeleverd waarop de winlocaties(s) staan aangegeven. Ook moet er worden beschreven hoe wordt voorkomen dat er ongewenste plantensoorten en zwerfvuil in het afgeleverde maaisel terecht komen. Als bij levering blijkt dat het materiaal vervuild is, dan mag de partij ook geweigerd worden. Verder is er een begeleidend schrijven waarin onder andere ook details staan opgenomen over de opslag en het uitrijden van het materiaal. Daarnaast is er een meldingsformulier voor de opslag van het maaisel, zodat ook de omgevingsdienst op de hoogte is van de locatie van het materiaal. Al deze documenten kunnen gevonden worden op: ommermarke.nl/projecten/lopende-projecten/pilot-organisch-rest-materiaal-als-bodemverbeteraar-omab/de-vechtdalmethode/.

Naast kwaliteitseisen rondom vervuiling heeft het voor het groenstation de voorkeur dat het aangeleverde materiaal vers is en gehakseld. Vers materiaal is gemakkelijker om te verwerken, fijn ingangsmateriaal is zowel voor het proces als het uitrijden van het eindproduct beter. Wanneer er bij het opzetten van de bult nog gehakseld moet worden, dan komen er extra materiaal- en arbeidskosten bij, terwijl bij de oogst in één gang gehakseld kan worden.

6.3 PRIJSAFSPRAKEN

De leveranciers van het maaisel of andere groene reststromen en het groenstation maken onderling een prijsafpraak per ton reststroom. De ervaring is dat prijzen variëren afhankelijk van de omvang en of het materiaal gebracht of gehaald moet worden. Wanneer de aanbieder aangeeft materiaal te hebben, dan wordt er ter plekke onderhandeld. Voor de realisatie van een groenstation, met vaste leveranciers en afnemers is het eenvoudiger om vaste prijzen te hanteren. In het rekenvoorbeeld is hiervoor 13 euro/ton voor gerekend wanneer materiaal aangevoerd wordt en 20 euro per ton wanneer het materiaal opgehaald moet worden, dit zijn gemiddelde kosten waarmee It Fryske Gea rekent.

6.4 KANTTEKENINGEN / ALTERNATIEVEN

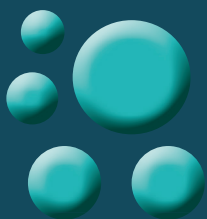
De opzet van de bokashikuil wordt door de agrariër zelf uitgevoerd, met eigen machines. De kuil zelf kunnen opzetten scheelt in de kosten, er wordt geen hakselaar of sleufmachine gehuurd. Wanneer de kuil wordt opgezet met een slurfmachine, dan liggen de kosten op ongeveer 20-22 euro/ton voor arbeid, materiaal en hulpmiddelen. Om kosten te besparen of vanuit milieuoogpunt kan het afdekplastic ook weggelaten worden om de kuil vervolgens af te dekken met een flink laag compost van ongeveer een halve meter.

Voor de productie van bokashi kan er bespaard worden op de hulpmiddelen, het fermentatieproces komt ook zonder deze middelen op gang en het eindproduct is vergelijkbaar (NMI 2021). Wel is het advies om een kalkbron te behouden, omdat het eindproduct anders te zuur kan worden (OMAB). Wanneer er alleen zeeschelpkalk toegevoegd wordt is men aan hulpmiddelen ongeveer 7.700 euro kwijt.

De gemeente, als eigenaar van het maaisel, of de agrariërs die de bokashi toepassen kunnen gaan werken met carbon credits. Door de bodem te voeden met organisch materiaal wordt er CO₂ vastgelegd en hiermee doet men aan carbon farming. Het toepassen van een bodemverbeteraar kan gezien worden als een extra handeling, bovenop de reguliere teeltmaatregelen. De vastgelegde CO₂ kan in de vorm van carbon credits verkocht worden aan bedrijven die willen compenseren voor hun CO₂ uitstoot. Via de Friese Milieu Federatie kunnen er nieuwe projecten ingediend worden voor het winnen van carbon credits.



7. ALGEMENE CONCLUSIE



Bokashi is een bodemverbeteraar die in de belangstelling staat bij bedrijven, overheden en particulieren. Binnen de kaders van de wet- en regelgeving is de afgelopen jaren volop ervaring opgedaan met de productie en toepassing van bokashi. Gebruikers zijn merendeels enthousiast over de wijze waarop reststromen lokaal verwerkt kunnen worden en over de toegevoegde effecten voor bodem en gewas. Uit onderzoek blijkt dat de effecten op bodem en gewas wisselend zijn, en vaak in lijn liggen met toepassing van compost. Het ligt dan ook voor de hand om bokashi te behandelen als bodemverbeteraar en niet als meststof. Het effect van bokashi op het bodemleven is nog onderbelicht. De toepassing van bokashi, waarbij schoon en onverdacht maaisel wordt gebruikt, heeft geen negatieve milieueffecten. De waargenomen verontreinigingen vallen binnen de kaders die gelden voor keurcompost.

De wet- en regelgeving voor het maken en aanwenden van bokashi zijn lastig te achterhalen. Momenteel is bokashi een grijs gebied. Bokashi kan gemaakt en aangewend worden op de bodem als onderdeel van een wetenschappelijke pilot. Howel dit de enige legale route is voor bokashi wordt het door sommige provincies of gemeentes gedoogd om bokashi te maken en aan te wenden aan de bodem. Overheden, omgevingsdiensten en bedrijven zitten echter niet op één lijn en dit veroorzaakt ruis over de regels. De verwachting is dat het nieuwe circulaire materialenplan (CMP1) per 1 januari 2025 ingaat, maar het is nog afwachten of de productie en toepassing van bokashi wordt opgenomen in deze wet- en regelgeving. Om de circulaire economie te bevorderen zullen alle partijen moeten inzien dat plantaardige reststromen, zoals sloop- en bermmaaisel, waardevolle reststromen zijn en geen afval.

Door plantaardige reststromen lokaal te verwerken tot bokashi kunnen overheden, terreinbeheerders en agrarische bedrijven kosten besparen. Uit de biomassa-inventarisatie blijkt dat gemeente Dantumadeel 43%-64% kan besparen op de kosten van bermmaaiselafzet wanneer bermmaaisel binnen een radius van 5 km wordt afgezet in plaats van afzet naar de reguliere composteerder. Voor een agrariër is het verwerken van lokaal bermmaaisel tot bokashi stukken goedkoper dan het aankopen van vergelijkbaar hoeveelheid eindproduct compost, hier wordt 87% op de kosten bespaard. De berekeningen zijn gebaseerd op een enkele casus, desalniettemin is de orde van grootte van de kostenbesparingen veelbelovend. Ook ondersteunen de resultaten de haalbaarheid voor de economische realisatie van een groenstation in de gemeente Dantumadiel. Er zijn ruimschoots plantaardige reststromen beschikbaar en deze kunnen op een economisch en ecologische gunstige wijze verwerkt worden tot bokashi. De kosten die in de berekeningen meegenomen zijn zullen elders in Nederland vergelijkbaar zijn. De beschikbaarheid van plantaardige reststromen kunnen van gebied tot gebied variëren, zelfs binnen een provincie. Het is daarom altijd zinvol om een inventarisatie te maken van de beschikbare plantaardige reststromen om kansen voor lokale toepassing optimaal te benutten.



Bronnen

Aarts, H., Verhoeven, J., De Ruijter, F., & Roelsma, J. (2011). Het benutten van maaisel van niet-agrarische grond: Verslag deskundigendag maaisel. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Wageningen UR. <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/413961>

Agrimatie. (z.d.). Agrarische feiten en cijfers. Geraadpleegd op 3 oktober 2022, van <https://agrimatie.nl/>

ANV De Ommer Marke. (2022, maart). Pilot Organisch (rest) Materiaal Als Bodemverbeteraar (OMAB). <https://ommermarke.nl/projecten/lopende-projecten/pilot-organisch-rest-materiaal-als-bodemverbeteraar-omab/>

Bodemrichtlijn. (z.d.). Eigenschappen bermmaaisel en slootveek, bermschraapsel, veegvuil, RKG- en ZOAB-slib. Geraadpleegd op 8 mei 2023, van www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/bermmaaisel-en-slootveek-100608/eigenschappen-bermmaaisel-100609

Bovendeert, A., & de Vos, B. (2022). Eindrapport Pilot Organisch (rest) Materiaal Als Bodemverbeteraar: Regelgeving. ANV De Ommer Marke. <https://ommermarke.nl/wp-content/uploads/2022/07/EINDRAPPORT-Pilot-OMAB-Regelgeving-.pdf>

BVOR. (2019). Kwaliteitsborging in de Kleine Kringloop: Handreikingen voor verantwoord hergebruik van bermgras, slootmaaisel en andere plantenresten. www.rvo.nl/sites/default/files/2020/09/Kwaliteitsborging-in-de-Kleine-Kringloop_0.pdf

Circulair Terreinbeheer. (z.d.). Kennisprogramma. <https://circulairterreinbeheer.nl/kennisprogramma/>

Cvejić, R., Klages, S., Pintar, M., Resman, L., Slatnar, A., & Mihelič, R. (2021). Invasive Plants in Support of Urban Farming: Fermentation-Based Organic Fertilizer from Japanese Knotweed. *Agronomy*, 11(6), 1232. doi.org/10.3390/agronomy11061232

de la Court, J. (2018, 3 februari). Boeren en waterschap samen in maaisel. *Nieuwe Oogst*.

Diaz, L. F., de Bertoldi, M., Bidlingmaier, W., & Stentiford, E. (2007). *Compost Science and Technology* (Vol. 8) [EBook]. Elsevier. <https://books.google.nl/books?id=Gq1beUxTvWIC&printsec=frontcover&hl=nl#v=onepage&q&f=false>

van Groenigen, J. W., & Zwart, K. B. (2007). Koolstof en stikstof mineralisatie van verschillende soorten compost in de bodem (Alterra-rapport 1503). Alterra. www.wur.nl/nl/Publicatie-details.htm?publicationId=publication-way-333538363639

Handboek bodem en bemesting. (z.d.). Kengetallen organische stof. Geraadpleegd op 5 oktober 2022, van www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/handeling/organische-stofbeheer/organische-stofbalans/kengetallen-organische-stof.htm

Harkes, P., Suleiman, A. K. A., Van Den Elsen, S., De Haan, J., Holterman, M., Kuramae, E. E., & Helder, J. (2019). Conventional and organic soil management as divergent drivers of resident and active fractions of major soil food web constituents. *Scientific Reports*, 9(1). doi.org/10.1038/s41598-019-49854-y

- Hitman, A., & Bos, K. (2017). Fermenteren versus composteren V2.0. Feed Innovation Services B.V.
- Iepema, G., Elferink, E., & Jelsma, M. (2021). Resultaten onderzoek bokashi. Hogeschool van Hall Larenstein. www.hvhl.nl/binaries/content/assets/hvhl/internet/onderzoek/rapportage-resultaten-bokashi-proef-2021_.pdf
- de Jager, N. (2020). Resultaten enquête bokashi in Noordoost-Friesland. Gemeente Noardeast-Fryslân.
- Janmaat, L. (2015). Verwerken van maaisel voor landbouwkundig gebruik: Waarde van compost, bokashi en bermgraskuil als meststof. Louis Bolk Instituut, 2015-045 LbP. <https://orgprints.org/36520/>
- Keurcompost. (2023). Beoordelingsrichtlijn keurcompost. <https://keurcompost.nl/wp-content/uploads/images/Beoordelingsrichtlijn-Keurcompost-8.0-DEF-.pdf>
- Kok, D., Scherer, L., De Vries, W., Trimbos, K. B., & Van Bodegom, P. M. (2022). Relationships of priming effects with organic amendment composition and soil microbial properties. *Geoderma*, 422, 115951. doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.115951
- Leenders, E. (2021, 15 februari). Bokashi was de boosdoener. BaarnscheCourant.nl | Nieuws uit de regio Baarn. www.baarnschecourant.nl/lokaal/natuur-en-milieu/667160/bokashi-was-de-boosdoener
- Mayer, J., Scheid, S., Widmer, F., Fließbach, A., & Oberholzer, H. (2010). How effective are 'Effective microorganisms®' (EM)? Results from a field study in temperate climate. *Applied Soil Ecology*, 46(2), 230–239. doi.org/10.1016/j.apsoil.2010.08.007
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2019a). Addendum rechtsoordeel bermgras. www.afvalcirculair.nl/publish/pages/92861/rechtsoordeel_voortgezet_gebruik_bermgras_toepassing_karton_20192301.pdf
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2019b, juni 19). Sectorplannen: beleid en toetsingskader per afvalstromen. LAP3. <https://lap3.nl/sectorplannen/>
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2021, januari). Leidraad 1.2 Afvalstof of product. https://lap3.nl/publish/pages/138148/leidraad_afvalstof_en_product_januari_2021.pdf
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2023). Circulair Materialenplan. <https://lap3.nl/uitvoering-lap/circulair-materialenplan/>
- Onrust, J., & Piersma, T. (2019). How dairy farmers manage the interactions between organic fertilizers and earthworm ecotypes and their predators. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 273, 80–85. doi.org/10.1016/j.agee.2018.12.005
- Postma, R., Veeken, A., Brethouwer, T., van Schöll, L., & Termoshuizen, A. (2017). Duurzaam hergebruik van organische reststromen als bodemverbeteraar. *Bodem*, 5, 34–36. www.nmi-agro.nl/wp-content/uploads/2020/06/Bodem-Duurzaam_hergebruik-oktober_2017.pdf
- Provinos. (z.d.). Bodem & Bokashi. Geraadpleegd op 3 oktober 2022, van www.provinos.nl/
- Riechelman, W. H., & Postma, R. (2020). Productie en karakterisering van Bokashi: Resultaten van praktijkpilots op zeven bedrijven (1812.N.21). Nutriënten Management Instituut. www.nmi-agro.nl/wp-content/uploads/2021/09/Rapport-1812-Bokashi-pilot-eindrapport-140921-def-1.pdf

- Rijkswaterstaat. (2021). Factsheet bokashi. <https://lap3.nl/publish/pages/138145/bokashi-factsheet-rws-min-ienw-2021-06-07.pdf>
- Roemers, G., Veerle, W., Blok, M., Jurgens, s., & Kamminga, C. (2018, april). Noord-Nederland circulair - metabolic. Metabolic. www.metabolic.nl/publications/noord-nederland-circulair/
- Römkens, P., Rietra, R., & Spijker, J. (2020). Aanzet Kennisprogramma Circulair Terreinbeheer : Landbouwkundig relevante eigenschappen van maaisel, bokashi en compost. doi.org/10.18174/520312
- RVO. (2022, 13 juni). Bokashi als mest gebruiken. www.rvo.nl/onderwerpen/mest/bewerken/bokashi
- Shepherd, M., Harrison, R., & Webb, J. A. (2006). Managing soil organic matter - implications for soil structure on organic farms. *Soil Use and Management*, 18, 284–292. doi.org/10.1111/j.1475-2743.2002.tb00270.x
- Shin, K., Van Diepen, G., Blok, W., & Van Bruggen, A. (2017). Variability of Effective Micro-organisms (EM) in bokashi and soil and effects on soil-borne plant pathogens. *Crop Protection*, 99, 168–176. doi.org/10.1016/j.cropro.2017.05.025
- van der Sloot, M. (2023). Road verge cuttings as organic amendment on arable fields: mechanisms, benefits and risks [PhD Dissertation]. Wageningen University & Research. doi.org/10.18174/637335
- Smit, H. (2022). Bodemverbeteraars in Nederlandse en Europese Meststoffenregulering. In *Circulair Terreinbeheer*. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. <https://circulairterreinbeheer.nl/wp-content/uploads/2022/06/CT-Landelijke-dag-werksessie-7-Meststoffenwet-en-bokashi-Harm-Smit-7-juni-2022.pdf>
- Spijker, J., Ehlert, P., De Jong, J., Niemeijer, C., Scheepens, P., & De Vries, E. (2004). Geschiktheid van bermmaaisel als meststof; een verslag van acht praktijkproeven. Alterra. <http://edepot.wur.nl/21053>
- Spijker, J., Van 't Hull, J., Korthals, G., Brinkman, P., Rietra, R., Römkens, P., & Visser, J. (2023). Kennisprogramma Circulair Terreinbeheer : jaarrapportage 2022. doi.org/10.18174/633075
- Struyk, P., & van Schijndel, M. (2019). Hergebruik van organisch restmateriaal: Bokashi nader bekeken (Nr. 2019-017 LbD). Louis Bolk Instituut. www.louisbolk.nl/publicaties/hergebruik-van-organisch-restmateriaal
- Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet. (2021, 20 februari). Overheid.nl Wettenbank. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0019031/2018-09-22>
- van Veldhoven - Van der Meer, S. (2021). Tweede wijziging Landelijk Afvalbeheerplan en aankondiging Circulair Materialenplan 1. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-126f8367-d3eb-4f6c-849a-2c8420a5dd3b/pdf>
- van 't Westeinde, J., Otter, W. S., & van Dijk, T. (2016). Bokashi als bodemverbeteraar: Resultaten van het veldonderzoek 2013-2016 (Nr. 205). Stichting Proefboerderijen Noordelijke Akkerbouw.
- Zwart, K., Whitmore, A., & Bokhorst, J. (1999). Beheer van organische stof in open biologische, ecologische en geïntegreerde teeltsystemen. ab-dlo. <http://edepot.wur.nl/340272>

