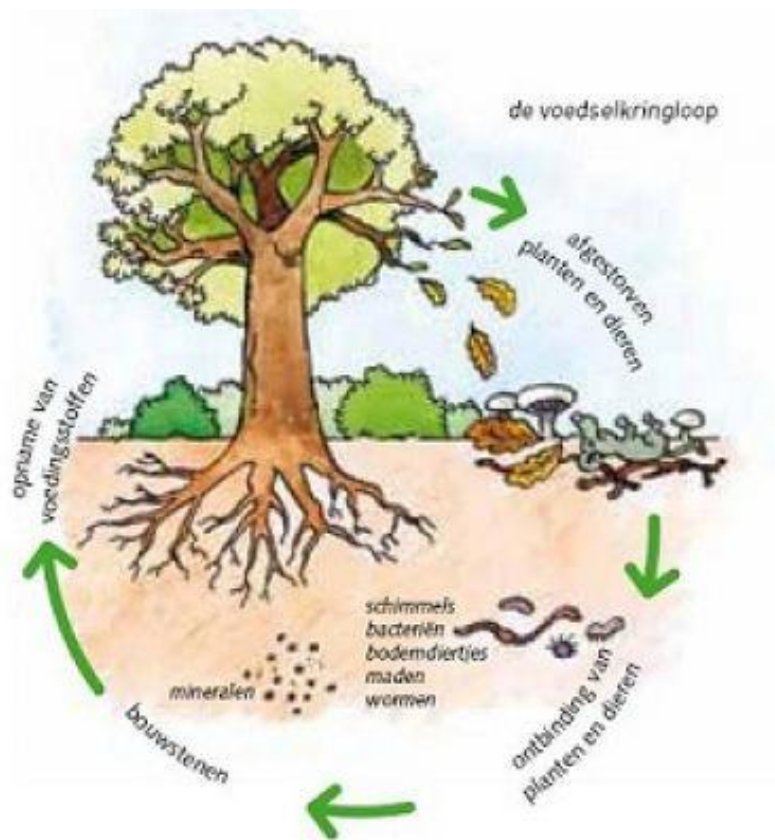


CO2 Keteninitiatief en -analyse “Bokashi als circulaire bodemverbeteraar”



GKB Groep
(GKB Realisatie BV en Grondbank IJsselmonde Bv)
Barendrecht



Versie 1.2

Opgesteld:	Angelique Sniijders	KAM-coördinator GKB Groep; opmerkingen review Stimular	v1.1 d.d. 23.01.2025 v1.2 d.d. 25.03.2025
Beoordeeld:	Marc Herberigs	Stichting Stimular Rotterdam	21-02-2025 (v1.1)

Inhoud

1.	Inleiding	3
1.1	Algemeen	3
1.2	Activiteiten GKB Groep	3
1.3	Ambities GKB Groep	3
1.4	Onderwerp ketenanalyse	3
1.5	Doel ketenanalyse	5
1.6	Professionele ondersteuning	5
1.7	Leeswijzer	5
2.	Bokashi en Circulair Terreinbeheer	6
2.1	Van een lineaire naar een circulaire economie	6
2.2	Nederland circulair in 2050	7
2.3	Programma Circulair Terreinbeheer (CT)	8
2.4	Wat is Bokashi ?	9
2.5	Bokashi in relatie tot CO ₂ -emissies en milieu	10
2.6	Bokashi en Regelgeving	11
3.	Beschrijving van de keten, ketenpartners en afbakening	12
3.1	Programma Circulair Terreinbeheer	12
3.2	Ketenstappen	12
3.3	De ketenpartners	15
3.4	Processen in de keten en afbakening	17
4.	Kwantificering van de emissies	20
4.1	Primaire en secundaire data	20
4.2	Ketenstap 1: Maaien, snoeien en verzamelen groenafval	20
4.3	Ketenstap 2: Transport groenafval naar verwerker	21
4.4	Ketenstap 4: productie bodemverbeteraar - composteren versus fermenteren	22
4.5	Ketenstap 4: Transport bodemverbeteraar naar toepasser	22
4.6	Ketenstap 5: Uitrijden en omwerken bodemverbeteraar	23
4.7	Overzicht CO _{2eq} -uitstoot in de keten: A. Compost (regulier) vs B. Bokashi pilot CT.	23
5.	CO₂-reductiemogelijkheden en Plan van Aanpak	25
5.1	Inleiding	25
5.2	Reductiedoelstellingen en plan van aanpak	25
5.3	Plan van aanpak	27
5.4	Voortgang reductiedoelstellingen en plan van aanpak	28
6.	Literatuur en bronnen	30
7.	Bijlagen	30

1. Inleiding

1.1 Algemeen

In het kader van ons CO₂-Prestatieladder certificaat op niveau 5 voert GKB Groep een analyse uit van een GHG (Green House Gas) genererende keten, conform het handboek CO₂-Prestatieladder 3.1.

Met behulp van een ketenanalyse wordt van een bepaald product of dienst de CO₂-uitstoot berekend van de gehele keten c.q. van de gehele levenscyclus: vanaf de winning van de grondstof tot en met het einde van de levensduur.

Dit document beschrijft de ketenanalyse van groenafval. Hierin kijken we vooral naar de voordelen van het verwerken van groenafval, met name (sloot-)maaisel en blad, als afvalstroom tot **Bokashi** (een circulaire bodemverbeteraar) ten opzichte van de reguliere verwerkingwijze.

1.2 Activiteiten GKB Groep

GKB Groep B.V. wil als familiebedrijf en “inrichters van de buitenruimte” samen met haar medewerkers, opdrachtgevers, toeleveranciers en andere belanghebbende partijen samenwerken aan een duurzame openbare buitenruimte en een betere leef- en werkomgeving: voor nu én volgende generaties.

Opdrachtgevers van GKB Groep, en de afzonderlijke werkmaatschappijen binnen de groep, zijn onder andere (semi-) overheden, bedrijven en instellingen.

GKB Groep B.V. bestaat o.a. uit werkmaatschappijen GKB Realisatie B.V. en Grondbank IJsselmonde B.V. GKB Realisatie heeft een jarenlange ervaring op het gebied van (her-)inrichting en onderhoud van de openbare buitenruimte en infrastructuur. Grondbank IJsselmonde B.V. levert niet alleen zand, grond, verschillende soorten substraat en halfverharding, maar neemt ook (vrijgekomen) grond, zand, klei, bagger en **groenafval** in, van zowel GKB Realisatie als van derden en levert grond en grondproducten, waaronder bomengrond, duurzame biomassa, etc.

1.3 Ambities GKB Groep

De korte lijnen binnen het bedrijf, de open communicatie en jarenlange ervaring kenmerken GKB. Bovendien wil GKB uitblinken in duurzame innovaties. Daartoe beschikt GKB Groep onder meer over ISO 9001-, ISO 14001- en relevante Groenkeur-certificaten, maar ook over een CO₂-Prestatieladder- en MVO-Prestatieladder certificaat en diverse relevante BRL-certificeringen.

GKB beschouwt zichzelf binnen de eigen sector als één van de hogere middenmoters als het gaat om de scope 3 reductie doelstellingen. Op basis van de SKAO maatregelenlijst¹ nemen we niet alleen A- en B-maatregelen, maar ook verschillende C-maatregelen (vooruitstrevend). De ontwikkeling van zowel de zandbakzeef als de mulch machine (bladverkleiner) zijn voorbeelden van dergelijke innovaties.

1.4 Onderwerp ketenanalyse

Uit de inventarisatie en analyse van scope 3 emissies is gebleken dat categorie 5. Afval uit productiewerkzaamheden één van de meest materiële scope 3 emissie binnen GKB is.

Een deel van het afval (in 2022: 16,7%; in 2023: 16,8%) dat vrijkomt bij werkzaamheden c.q. projecten die door GKB Realisatie worden uitgevoerd, betreft verschillende soorten groenafval, zoals houtachtig groenafval (snoeihout, takhout, stobben) , grassen, (berm- en sloot-)maaisels en bladafval.

Het groenafval dat vrijkomt uit werken, wordt afgevoerd naar verschillende verwerkers, waaronder Grondbank IJsselmonde (ook onderdeel van GKB Groep BV). Het houtachtige groenafval krijgt al een

¹ Zie website: [Maatregellijst \(co2-prestatieladder.nl\)](https://www.co2-prestatieladder.nl/maatregellijst)

nuttige toepassing als (duurzame) biomassa en als grondstof voor de papier- en vezelplaatindustrie en stamhout wordt lokaal hergebruikt via het Rotterdams Hout keteninitiatief.

Overig groenafval, met name (sloot-)maaisel en bladafval wordt verwerkt via Grondbank IJsselmonde of rechtstreeks afgevoerd naar een groenafvalverwerker, die dit op hun beurt weer (laten) vergisten en/of composteren (tot bijv. groencompost of Keurcompost).

Het hergebruik van deze, veel voorkomende, afvalstroom als **bodemverbeteraar** in de land- en tuinbouw geeft een hoogwaardigere toepassing dan vergisten of verbranden (bijv. voor energie-opwekking) en door de **Bokashi methode** toe te passen als verwerkingsmethode zou de eventuele CO₂-uitstoot die in het reguliere verwerkingsproces van compostering vrijkomt, aanmerkelijk gereduceerd kunnen worden. De volgende argumenten hebben bijgedragen aan deze keuze:

- **Relevantie: groot**

Uit een analyse van onderzoekers van Cambridge in Nature Food² blijkt dat dierlijke mest en kunstmest samen jaarlijks het equivalent van 2,7 gigaton koolstof uitstoten. Dat is vijf procent van het totaal aan broeikasgassen in de wereld. Met name stikstofkunstmestproductie brengt forse CO₂-emissies met zich mee.

Uit eerder onderzoek is ook gebleken dat compost veel CO₂ verliest tijdens het composteringsproces (dus bij het verwerken van het groenafval), maar Bokashi verliest naar verwachting juist meer CO₂ direct na het uitbrengen c.q. het uitrijden op het land. Voor Bokashi en de “kleine kringloop” zijn tot op heden nog zeer beperkt wetenschappelijke data beschikbaar ten aanzien van de langetermijn-effecten (bron: BVOR³).

Als onderdeel van het landelijke “**kennisprogramma Circulair Terreinbeheer**” (zie paragraaf 2.2), is GKB daarom al in 2020 gestart om, samen met een aantal ketenpartners, onderzoek te doen naar deze innovatieve “Bokashi” verwerkingswijze en zo meer (kwantitatieve) informatie te verzamelen, niet alleen over het voordeel van verwerking van het groenafval tot Bokashi maar ook met betrekking tot de langetermijneffecten.

De **pilot “Bokashi Hoekse Waard en Barendrecht”** is één van de 60 meerjarige pilotprojecten binnen het overkoepelende, landelijke kennisprogramma Circulair Terreinbeheer.

- **Impact op de keten: gemiddeld / groot**

Jaarlijks blijkt in Nederland zo’n 1.800 kton gft- en organisch afval vergist en/of gecomposteerd te worden gecomposteerd te worden (de reguliere verwerkingsmethode); 700 Kton compost⁴ wordt vervolgens jaarlijks weer toegepast als bodemverbeteraar binnen de sector in Nederland.

Uit wetenschappelijk onderzoek van Feed Innovation Services⁵ blijkt dat de CO₂-uitstoot per ton ingangsmateriaal (groenafval) bij het maken van Bokashi bijna 10x minder is dan bij composteren van groenafval.

Maaisel en ander groenafval dat vrijkomt bij terreinbeheer wordt echter tot op heden nog steeds behandeld als reststof (afvalstroom), en niet als grondstof binnen een circulaire economie.

Beleid en regelgeving zijn hier nog niet (goed) op ingericht.

Daarom is het landelijke programma Circulair Terreinbeheer (CT) opgezet om te bevorderen dat grondstoffen die vrijkomen bij terrein- en waterbeheer hoogwaardig worden benut (zie hoofdstuk 3 beschrijving van de keten).

² Bron: [Greenhouse gas emissions from nitrogen fertilizers could be reduced by up to one-fifth of current levels by 2050 with combined interventions | Nature Food](#)

³ Bron: BVOR, Achtergronddocument bij de CO₂-tool groenafval, update 2021 (versie 2.1)

⁴ Bron: Rijkswaterstaat, Afvalverwerking in Nederland, gegevens 2021 (febr. 2023)

⁵ Bron: FIS - Bosch shortpaper - “[Fermentation \(Bokashi\) versus Composting: consequences](#)”.

- **Invloed van GKB: gemiddeld**

GKB voert, in het kader van inrichting en onderhoud van de openbare buitenruimte, voor opdrachtgevers als gemeenten, waterschappen en andere terreinbeheerders ook veelvuldig herinrichtings-, renovatie- en onderhoudsprojecten uit waarbij groenafval vrijkomt.

GKB behoort tot tot de 25% grotere bedrijven in de sector en neemt als hoofdaannemer zelf projecten aan. GKB staat bij opdrachtgevers goed bekend als een duurzame en innovatieve aannemer en doet regelmatig (met succes) voorstellen om projecten op een meer duurzame wijze uit te voeren (“duurzaam denken en doen”). Ook wordt regelmatig met onder meer opdrachtgevers en andere ketenpartners samengewerkt in diverse innovatieve pilotprojecten.

Het onderwerp van deze ketenanalyse is een voorbeeld van een dergelijk pilotproject in het kader van het overkoepelende, landelijke kennisprogramma Circulair Terreinbeheer.

1.5 Doel ketenanalyse

Het belangrijkste doel van deze ketenanalyse is om, in vergelijking tot de reguliere verwerking tot en toepassing van (groen- of keur-)compost, meer inzicht te krijgen in de procesketen van het verwerken van groenafval tot Bokashi en dit vervolgens toe te kunnen passen als circulaire bodemverbeteraar.

Op basis van deze ketenanalyse kunnen we concrete, meetbare reductiedoelstellingen definiëren, stappen ondernemen om partners binnen de eigen keten actief te betrekken bij het behalen van deze reductiedoelstellingen, de voortgang blijven monitoren en informatie verstrekken aan partners binnen de eigen keten en sectorgenoten die onderdeel zijn van een vergelijkbare keten van activiteiten en/of ook deel uit maken van het landelijke kennisprogramma Circulair Terreinbeheer (zie hfst 2).

1.6 Professionele ondersteuning

Voor de verificatie is onder meer gebruik gemaakt van de door onafhankelijk deskundigen en kennisinstellingen opgestelde en getoetste onderzoeken en rapporten (zie hfst 6. Bronnen), waaronder Wageningen University Research (WUR), Van Hall Larenstein (university of applied sciences) en CE Delft (in opdracht van de provincie Zuid-Holland); als ketenpartners in het landelijke kennisprogramma Circulair Terreinbeheer respectievelijk het Vernieuwersnetwerk vervullen zij de rol van kennisinstituut.

Daarnaast is de ketenanalyse gereviewed door Stichting Stimular, een onafhankelijk kennisinstituut dat in 1990 door Erasmus Universiteit, Syntens en de gemeente Rotterdam is opgericht. De adviseurs van Stichting Stimular hebben gedegen kennis en ervaring met begeleiding van bedrijven rondom certificering voor de CO₂-Prestatieladder en tevens tevens ruime ervaring met het opstellen van ketenanalyses en Levenscyclusanalyses en het reviewen daarvan

1.7 Leeswijzer

In dit rapport presenteert GKB Groep de ketenanalyse “**Bokashi** als circulaire bodemverbeteraar”.

De opbouw van het rapport is als volgt:

- Hoofdstuk 2: Bokashi en Circulair Terreinbeheer
- Hoofdstuk 3: Beschrijving van de keten en afbakening
- Hoofdstuk 4: Kwantificeren van emissies.
- Hoofdstuk 5: Reductiedoelstelling en plan van aanpak
- Hoofdstuk 6: Bronnen

2. Bokashi en Circulair Terreinbeheer

2.1 Van een lineaire naar een circulaire economie

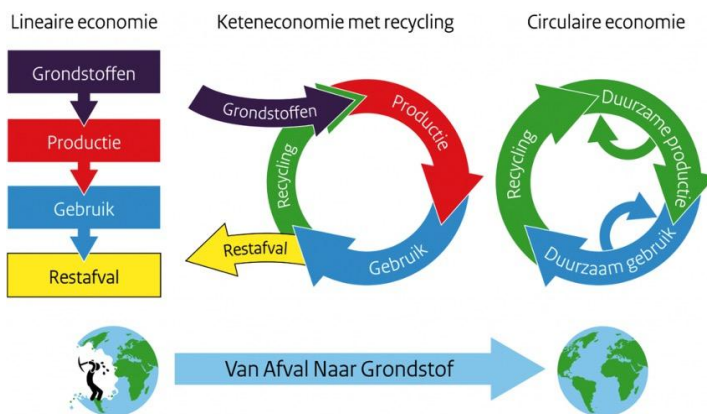


Fig. 1 van lineaire naar circulaire economie

Komende vanaf een zo goed als **lineaire economie** van vóór 1979, waarin we grondstoffen delven, producten maken, gebruiken en weggooien, hebben we nu, zo'n 45 jaar later, via de **keteneconomie** met **recycling van materialen** de eerste stappen gezet naar een **circulaire economie** (zie fig. 1): een economie zonder afval, waarbij zoveel mogelijk duurzame hernieuwbare grondstoffen worden gebruikt en producten en grondstoffen worden hergebruikt.

2.1.1 Ladder van Lansink

Het voormalig Tweede Kamerlid Lansink diende al in 1979 een motie in over de gewenste verwerking van afval: de **Ladder van Lansink**.

Deze geeft in een rangorde de meest milieuvriendelijkste manier van afvalverwerking aan: preventie en hergebruik hebben de hoogste prioriteit hebben, vervolgens recycling en hoogwaardige energie-winning. De minste voorkeur heeft het verbranden of storten van afval.



Fig. 2 Ladder van Lansink

2.1.2 R-ladder van circulariteit

Wanneer de Ladder van Lansink (uit 1979) in een **circulair** jasje (anno 2024) wordt gestoken, waarbij afval geminimaliseerd wordt en de waarde van materialen gemaximaliseerd, vervallen de onderste twee treden (verbranden en storten) en krijgen we de **R-ladder van circulariteit**. De R-ladder heeft 6 treden die verschillende strategieën en niveaus van circulariteit weergeven, waarbij R6 het laagste en R1 het hoogste niveau van circulariteit is:

A. RECYCLE (in "afdankfase"):

- **R6. Recover (terugwinnen):** verbranden van materialen met energieretrieving.
- **R5. Recycling :** materialen verwerken tot grondstoffen met dezelfde (hoogwaardige) of mindere (laagwaardige kwaliteit dan de oorspronkelijke grondstof (zoals gras, afvalhout, koffiedik, etc.)



Fig.3 R-ladder circulariteit

B. RE-USE (in "gebruiksfase"):

Verlengen van de levensduur van producten en onderdelen door:

- **R4. Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose (repareren, opknappen, reviseren, hergebruik):** reparatie en onderhoud van een kapot product voor gebruik in oude functie (verlengt levensduur), opknappen en/of moderniseren om zo "nieuwe" producten te maken, onderdelen van afgedankte producten hergebruiken in nieuwe producten met dezelfde of andere functie;
- **R3. Re-use (hergebruiken):** gebruik van afgedankt nog goed product, in dezelfde functie door een andere gebruiker (denk bijv. aan platforms als Marktplaats).

C. REDUCE (in “ontwerp- en aanschaffase”):

Verminderen van consumptie en productie en het slimmer maken en gebruiken van producten:

- **R2. Reduce (verminderen):** grondstoffen efficiënter gebruiken door minder grondstoffenverbruik tijdens de productie en het gebruik van die producten.
- **R1. Refuse en Rethink (afwijzen en heroverwegen):** door af te stappen van producten of materialen die eigenlijk niet nodig zijn, een product overbodig te maken door van de functie af te zien (of die met een radicaal ander product te leveren) of productgebruik te intensiveren (bijv. door producten via platformen te delen of er multifunctionele producten van te maken).

2.1.3 Compostering of vergisting op de R-ladder

In het LAP3 – Sectorplan 8⁶ is voor groenafval vastgelegd dat de huidige geldende **minimum-standaard** voor verwerking (“reguliere” verwerkingsmethode) in principe **RECYCLING (R5 of R6)** is in de vorm van:

- **Composteren (R5)** met het oog op recycling als compost (bodemverbeteraar)
- **Vergisten (R5+R6)** met gebruik van het gevormde biogas als brandstof
- Inzet biomassa als **brandstof (R6)** t.b.v. levering van elektriciteit en/of warmte (energie-terugwinning)



Fig.4 R-ladder met circulariteitsstrategieën

Slechts incidenteel en onder strikte voorwaarden is tot op heden verwerking toegestaan op basis van een hogere strategie c.q. trede (**R2 Reduce of R3 Re-use**), zoals

- Gebruik als diervoeder (uitsluitend bermmaaisel) onder de voorwaarden van de Wet dieren.
- Incidenteel nuttig toepassen op of in de bodem van niet gevaarlijk groenafval, al dan niet na uitsluitend mechanisch verkleinen t.b.v. de aanleg van voorzieningen die anders met ander materiaal zouden moeten worden gerealiseerd (“landfill”).
- Sloopmaaisel en bermgras rechtstreeks toepassen als bodemverbeteraar binnen een straal van 5 km van de plaats van het ontstaan van het groenafval binnen de voorwaarden van de Vrijstellingsregeling plantenresten⁵ (ook wel “Kleine kringloop” regeling).

2.2 Nederland circulair in 2050

In het kader van het Rijksprogramma “**Nederland circulair in 2050**”⁷ werkt de overheid samen met bedrijfsleven, kennisinstututen, natuur- en milieu-organisaties, overheden, financiële instellingen en andere maatschappelijke organisatie om zuiniger en slimmer met producten en grondstoffen om te gaan. Het uiteindelijke doel: een volledig circulaire economie in Nederland in 2050.

Voor een vijftal sectoren heeft de Rijksoverheid een aantal landelijke transitieagenda’s opgesteld waarin staat hoe de sector circulair kan worden in 2050 en welke acties daarvoor nodig zijn. Eén van de vijf transitieagenda’s betreft die van “**Biomassa en voedsel**”: biomassa wordt gebruikt als grondstof in diverse productieketens om zo diverse sectoren te “vergroenen” en de CO₂-uitstoot te verminderen. De activiteiten binnen de keten Biomassa & voedsel vallen binnen de transitie naar **kringlooplandbouw**⁸.

Om de omslag naar een circulaire economie te versnellen, beschrijft de transitieagenda biomassa en voedsel een zestal strategische hoofdlijnen waarvan de belangrijkste in het kader van kringlooplandbouw en circulair terreinbeheer: **bodem en bodemvoedingsstoffen circulair maken om de bodemgezondheid te herstellen.**

⁶ LAP3 – Sectorplan 08 Gescheiden ingezameld/afgegeven groenafval

⁷ Nederland circulair in 2050 | Circulaire economie | Rijksoverheid.nl

⁸ Transitieagenda biomassa en voedsel - kringlooplandbouw

Succesvol circulair terreinbeheer begint bij samenwerking tussen partners in de hele keten: van oogst tot product. Om die samenwerking te stimuleren is in 2013 de **Biomassa Alliantie**⁹ (“motor voor circulair terreinbeheer”) opgericht, met als doel het hoogwaardig en circulair benutten van groene reststromen en zij hebben hiertoe het **kennisprogramma Circulair Terreinbeheer (CT)** opgezet.

2.3 Programma Circulair Terreinbeheer (CT)

Het kennisprogramma Circulair Terreinbeheer (CT) is één van de programma’s in het kader van het Uitvoeringsprogramma Circulaire Economie (CE) 2019-2023, die de transitie naar een circulaire, biobased economie ondersteunen.

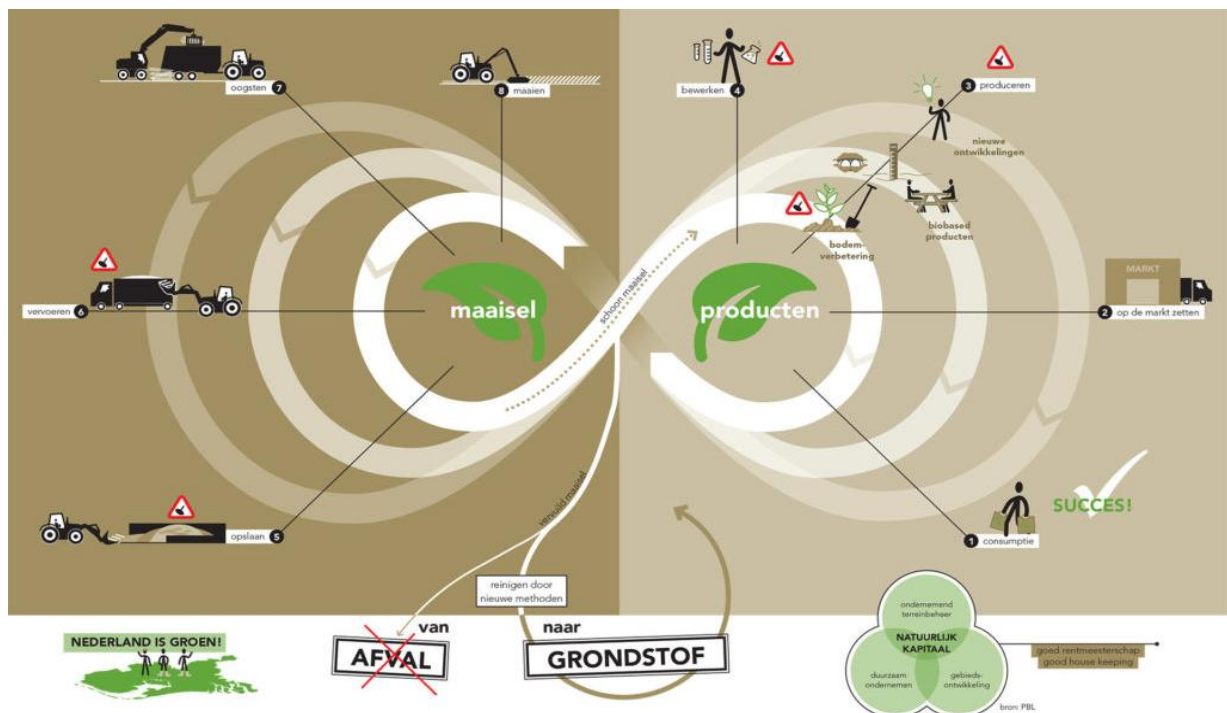


Fig. 5 Circulair terreinbeheer: natuurlijk kapitaal naar waarde geregeld (bron: www.circulairterreinbeheer.nl)

In dit programma wordt onderzoek gedaan naar de kwaliteit en werking van bodemverbeteraars, die zijn gemaakt van grondstoffen die vrijkomen bij het beheer van terreinen en watergangen. Het kennisprogramma heeft tot doel om inhoudelijke bouwstenen te leveren voor nieuw circulair beleid, zodat maaisel en andere groene reststromen zich kunnen bewijzen als nieuwe grondstof in plaats van afvalproduct. Het programma loopt van 2021 tot en met 2025.

Het hoofddoel is in beeld te brengen wat de bijdrage van Circulair Terreinbeheer kan zijn aan de circulaire economie en andere beleidsopgaven, zoals klimaatmitigatie en -adaptatie, bodemkwaliteit en bodemvruchtbaarheid. Daarbij worden zowel de producteigenschappen van drie soorten circulaire bodemverbeteraars¹⁰ onderzocht (1^e fase) als de effecten daarvan na aanwending in de bodem (2^e fase). Door verhoging van het organische stofgehalte van de huidige ca. 1,85 miljoen hectare landbouwgrond in Nederland zou extra 0,5 Mton CO₂-eq per jaar in de bodem vastgelegd kunnen worden.

De eerste fase (2021 tm 2023) richt zich met name op het “maken”: benutten van maaisel en blad als waardevolle grondstof, kwaliteitsborging, en het verzamelen van data en delen van kennis en ervaring. De tweede fase (2023 tm 2025) is met name gericht op het “toepassen”: verbeteren van de bodem in landbouwgebied, het aanpakken van belemmeringen (o.a. vanuit huidige wetgeving) en verdere ontwikkeling van landelijk beleid ten aanzien van Circulair Terreinbeheer en Kringlooplandbouw.

⁹ Biomassa Alliantie – Circulair Terreinbeheer

¹⁰ Onbewerkt maaisel (vgl. “kleine kringloop” regeling, zie par. 2.5), compost en Bokashi.

Wageningen University Research (WUR) voert het kennisprogramma uit in samenwerking met bijna 60 aangesloten pilots (zie fig.4), waaronder de **pilot “Bokashi Hoekse Waard en Barendrecht”**, om naast wetenschappelijke kennis ook kennis uit de circulaire praktijk te verzamelen, zodat projecten niet in de “pilotsfeer” blijven hangen maar uitgroeien tot het “nieuwe normaal”.

De pilots vormen de kern van het programma Circulair Terreinbeheer (CT) waarbij gebruik gemaakt wordt van verschillende grondstoffen, maaisel¹¹ en/of blad, en verder onderzoek wordt gedaan naar zowel de producteigenschappen als de lange-termijn effecten van drie soorten circulaire bodemverbeteraars:

- Compost
- Bokashi
- Direct toepassen onbewerkt maaisel



Fig. 6 Circulair Terreinbeheer – 60 tal pilots

Binnen de pilot “**Bokashi Hoekse Waarde en Barendrecht**”, het keteninitiatief waar GKB deel van uitmaakt (zie hfst 3), wordt zowel maaisel als blad gebruikt en wordt onderzoek gedaan naar zowel het maken als het toepassen van Bokashi als circulaire bodemverbeteraar.

2.4 Wat is Bokashi ?

Het begrip **Bokashi** wordt zowel voor de verwerkingsmethode, een (anaerobe) fermenteringsproces, als voor het resultaat van dat proces, het product, gebruikt.

Bokashi kan onder meer worden gemaakt uit maaisel van bermen en natuurterreinen, maar ook van tuinafval of slootmaaisel, blad of een combinatie hiervan.



Fig. 7 Bladbokashi

2.4.1 Composteren versus fermenteren

Bijna iedereen is wel bekend met het composteren van plantmateriaal. Bij het composteren wordt groenafval via een biologisch proces omgezet tot bodemverbeteraar.

Composteren vindt plaats door omzetting van organisch materiaal door middel van bacteriën en schimmels onder invloed van zuurstof (aerobe bacteriën). Dit levert, als de condities in orde zijn, een stabiel, humusrijk product op. Tijdens het composteren moet het composterende groenafval herhaaldelijk gemixt c.q. omgeschept (“gekeerd”) worden; totaal zo’n 26x gedurende het proces. Het composteerproces gaat gepaard met verbruik van O₂ en met vrijkomen van warmte, CO₂ en water.

Bokashi is een van oorsprong Japanse methode waarbij *organisch restmateriaal*, waaraan bacterie-culturen, kleimineralen en kalk (anaerobe bacteriën) zijn toegevoegd, wordt ingekuild.

Doordat er tijdens het fermenteren geen zuurstof bij het proces komt, wordt het materiaal minder ver afgebroken dan bij composteren en wordt de hoop minder warm (30-40 °C tegenover 55-65 °C bij composteren). Tijdens het fermenteren wordt het Bokashi mengsel slechts 2x gemixt: 1x om de hulpstoffen goed te vermengen met het groenafval en 1x bij het inslurven (luchtdicht afdekken). Hierdoor is ook de bijbehorende CO₂ emissie aanmerkelijk lager dan bij het composteringsproces.

¹¹ Bermmaaisel, maaisel openbaar groen en (nat) slootmaaisel

2.4.2 Bokashi als product

Na het fermenteringsproces wordt Bokashi direct op de bodem aangebracht, waar het als “bodembooster” fungeert: het verbetert de structuur van de bodem en activeert het bodemleven. Het heeft een gunstig effect op de aanwezigheid van bacteriën, schimmels, regenwormen, kevertjes, etc. Al dat bodemleven is goed voor de kwaliteit van de grond en de biodiversiteit.

Zowel compost als Bokashi zijn aan te merken als organische mest, maar Bokashi bevat relatief meer organische stof en minder nutriënten in vergelijking met compost. Het grote verschil met compost is dat Bokashi vooral voedsel is voor het bodemleven, terwijl compost juist voedsel is voor bomen en planten. Bokashi past daarom volledig binnen het **Cradle to Cradle concept**: de ultieme vorm van circulariteit.

2.4.3 Cradle to Cradle en de voedselkringloop

Circulariteit focust zich op kringlopen van grondstoffen. Het cradle-to-cradle model, ontwikkeld door Michael Braungart⁵, gaat verder dan energie besparen, onthouding van grondstoffen en producten en productieprocessen efficiënter en minder schadelijk maken. Hij wil producten en productieprocessen zo ontwikkelen dat afval geen probleem meer is en volledig onschadelijk is voor mens en natuur. Het **cradle to cradle concept (C2C)** gaat over producten of materialen die **oneindig** kunnen worden hergebruikt, zodat afval niet meer bestaat.

Het Cradle to Cradle-ontwerpprincipe is gebaseerd op de natuur. Het staat voor innovatie, kwaliteit en goed ontwerp waarbij afval in de moderne zin niet meer bestaat maar alleen nog gezien wordt als bruikbare grondstoffen of voedingsstoffen (afval = voedsel in het geval van Bokashi), gebruik van hernieuwbare energie (en daarmee terugdringen van CO₂-emissies) of oneindig blijven hergebruiken van materialen en grondstoffen.



Fig. 8 C2C voedselkringloop

Bokashi is daarmee het ultieme voorbeeld van een biologische, cradle-to-cradle, kringloop.

Vergelijk de “Kleine Kringloop” regeling die op de R-ladder van circulariteit (zie paragraaf 2.1.2 en 2.1.3) die op de R-ladder van circulariteit wordt ingedeeld op trede R2. Reduce of zelfs R1. Refuse en Rethink.

2.5 Bokashi in relatie tot CO₂-emissies en milieu

Steeds meer gemeenten en andere terreinbeheerders willen daarom vanuit circulair en duurzaam oogpunt overstappen op de Japanse bodemverbeteraar. Bokashi is immers financieel aantrekkelijk omdat het eigen maai- en groenafval dan niet naar een verwerker hoeft te worden gebracht, het materiaal niet regelmatig (machinaal) omgezet hoeft te worden om er zuurstof bij te laten (zoals bij compostering het geval is) en de gemeente of terreinbeheerder geen geld kwijt is aan andere bodemverbeteraars zoals kunstmest of de inkoop van (gecertificeerd) keur- of groencompost.

In de 1^e fase van het kennisprogramma Circulair Terreinbeheer (2020 tm 2022) is daarom vooral onderzoek gedaan naar de verwerkingsprocessen (composteren, fermenteren of direct toepassen, vgl. “kleine kringloop” regeling), de producteigenschappen van Bokashi ten opzichte van compost en de verschillen (voor- en nadelen) bij het toepassen van Bokashi, compost of onbewerkt maaisel (kleine kringloop) op of in de bodem.

Door de huidige regelgeving is het verwerken van groenafval (nog steeds “afval”) tot Bokashi zonder Omgevingsvergunning, maar ook het toepassen van het “product” Bokashi (=nog steeds een afvalstof) op de bodem buiten een (vergunde) inrichting is nog niet toegestaan; zie paragraaf 2.6.

2.6 Bokashi en Regelgeving

2.6.1 Wet Milieubeheer - Landelijk afvalbeheerplan (LAP3)

Het organisch restmateriaal dat als ingangsstof voor het proces dienst, wordt nog steeds gezien als afvalstof, wat betekent dat voor verwerking van groenafval een Omgevingsvergunning is vereist.

Echter, Bokashi is in het LAP¹² ook (nog) niet als erkende verwerkingsmethode opgenomen; compostering of vergisting wel en wordt daarmee als “reguliere” verwerkingsmethode beschouwd. De toepassing van Bokashi (wettelijk nog steeds een afvalstof) op de bodem buiten een inrichting is volgens Artikel 10.2 Wet Milieubeheer dan ook (nog) niet toegestaan.

2.6.2 Meststoffenwet

Bokashi als “product” is nog niet in een wettelijke definitie vastgelegd en daarom niet als meststof of bodemverbeteraar opgenomen in de meststoffenregelgeving: toepassing onder de Meststoffenwet is daarom (nog) niet toegestaan.

2.6.3 Vrijstellingsregeling plantenresten – Kleine Kringloop

De vrijstellingsregeling¹³ is een uitzondering op het stortverbod voor groenafval buiten inrichtingen.

Bokashi kan echter (nog) niet worden toegepast binnen de Vrijstellingsregeling plantenresten omdat deze regeling alleen betrekking heeft op het toepassen op of in de bodem van onbewerkt groenafval (specifiek: bermmaaisel, landbouw- en bosbouw materiaal, heideplagsel en maaisel) op de plek waar het is vrijgekomen (of binnen een straal van 5 km daarvan). En Bokashi betreft een bewerkt product, door de toevoeging van hulpstoffen als bacteriën, mineralen en kalk. Bovendien wordt berm- en slootmaaisel niet als “schoon en onverdacht” materiaal (max. 0,5 gewichtsprocent bodemvreemde bestanddelen en vrij van (resten van) plantexoten) aangemerkt volgens het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet.

2.6.4 Ontheffing voor Bokashi pilots in het kader van het kennisprogramma Circulair Terreinbeheer

De enige manier waarop Bokashi momenteel kan worden gemaakt, is in de vorm van een meerjarige pilotstudie. Voor de pilotprojecten die zijn aangesloten bij het CT Kennisprogramma is door de samenwerkende Omgevingsdiensten, onder voorwaarden, een ontheffing verleend.

Zoals onder meer vastgelegd in het Besluit van Gedeputeerde Staten van Utrecht van 29 juni 2021, nr. 822747B7 mag Bokashi (uitsluitend als pilot) gebruikt worden mits:

- de pilot past binnen het kader van een aangemeld bokashi-pilotproject;
- het wordt toegepast in het kader van onderzoek naar de geschiktheid als bodemverbeteraar;
- het afkomstig is van een productielocatie die deelneemt aan het Kennisprogramma CT;
- de bokashi voldoet aan de in de voorschriften van de ontheffing nader uit te werken landelijke kwaliteitseisen voor keurcompost klasse B;
- de monitoring rond meerwaarde van toepassing van Bokashi als bodemverbeteraar plaatsvindt conform de vereisten uit het CT Kennisprogramma Onderzoeksplan 2021.

De houder van een ontheffing voor het toepassen van Bokashi houdt een op elk moment opvraagbaar logboek “Circulair Terreinbeheer Kennisprogramma 2021 logboek pilots” bij.

2.6.5 Kennisprogramma Circulair Terreinbeheer en aanpassingen in Regelgeving

Ondanks diverse onderzoeken is het echter nog onvoldoende duidelijk wat de lange-termijn effecten zijn na toepassing (m.b.t. CO₂-emissies en toename organische stoffen) van Bokashi als “product” en circulaire bodemverbeteraar. Dit wordt in de vervolgfase (2023-2025) van het programma onderzocht.

¹² Bron: LAP3 – Sectorplan 08 Gescheiden ingezald/afgegeven groenafval.

¹³ [Vrijstellingsregeling plantenresten - Afval Circulair](#)

3. Beschrijving van de keten, ketenpartners en afbakening

Dit hoofdstuk beschrijft de rol van GKB en haar ketenpartners met betrekking tot de toepassing van Bokashi als circulaire bodemverbeteraar binnen het keteninitiatief c.q. **pilot “Bokashi Hoekse waard en Barendrecht”**; één van de bijna zestig pilots binnen het Programma Circulair Terreinbeheer (CT).

3.1 Programma Circulair Terreinbeheer

Eind 2020 is Wageningen University Research (WUR) gestart met de uitvoering van het Kennisprogramma Circulair Terreinbeheer¹⁴ in samenwerking met bijna 60 aangesloten pilots. De pilots vormen de kern van het programma Circulair Terreinbeheer.

In dit programma wordt onderzoek gedaan naar de kwaliteit en werking van bodemverbeteraars, die zijn gemaakt van grondstoffen die vrijkomen bij het beheer van terreinen en watergangen volgens het Cradle-to-Cradle concept (biologische kringloop).

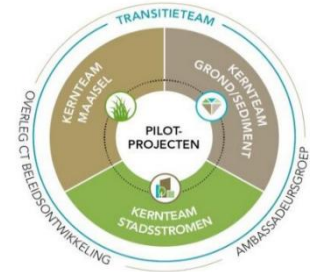


Fig. 9 Drie kernteams CT

Daarbij worden ook de mogelijkheden en beperkingen van Kringlooplandbouw onderzocht. De ervaringen en opgedane kennis worden gedeeld in een drietal kernteams, waaronder het kernteam “Maaisel en blad” : door ketenpartijen wordt nauwe samengewerkt aan het benutten van maaisel als waardevolle grondstof, gericht op het aanpakken van belemmeringen, kwaliteitsborging, ecologisch bermbeheer, het sluiten van kringlopen (Kringlooplandbouw), gekoppeld aan CO2-discussies.

De bedrijfsactiviteiten van GKB Groep zijn onderdeel van een keten van activiteiten. Zo moeten bodemverbeteraars die worden ingekocht, eerst geproduceerd worden (upstream) en gaat het transporteren, toepassen en verwerken van materialen in projecten gepaard met energiegebruik en emissies (downstream). Onderstaande figuren beschrijven de diverse fasen in de keten van groenafval.

3.2 Ketenstappen

Onderstaande figuren beschrijven de diverse fasen in de keten van groenafval, zowel voor de huidige reguliere werkwijze (zie fig. 6) waarbij compost als bodemverbeteraar gebruikt wordt als voor de werkwijze in de pilot (zie fig. 7) waar Bokashi als bodemverbeteraar wordt toegepast.

Huidig: stort groenafval, inkoop compost



Fig. 6 Traditionele keten: van verwerking groenafval tot toepassing bodemverbeteraar (groen- of keurcompost)

In de huidige (gebruikelijke) werkwijze voert de terreinbeheerder of groenaannemer het groenonderhoud uit en voert vrijkomende groenafval (maaisel en/of blad) af naar een erkende verwerker c.q. composteerinrichting in de regio, die het in ca. 8-10 weken verwerkt tot groencompost (1^e keten).

In de tweede keten, koopt een agrariër of andere terreinbeheerder op enig moment bij een leverancier (groenafvalverwerker) groencompost c.q. keurcompost in om de bodemkwaliteit te verbeteren, waarbij de groencompost naar de agrariër wordt vervoerd (in “bulktransport” of als “zakgoed (bigbags)”). De agrariër past de compost vervolgens toe (“uitrijden”) op of in de bodem als bodemverbeteraar; de herkomst van het groenafval dat gebruikt is voor de compost, is voor agrariër of terreinbeheerder veelal niet bekend (omdat feitelijk sprake is van 2 “aparte” ketens). Ook vindt veelvuldig transport plaats: van projectlocatie naar verwerker (in 1^e keten), van compostleverancier naar toepasser bodemverbeteraar (in 2^e keten).

¹⁴ Zie website: <https://circulairterreinbeheer.nl/kennisprogramma>

In de **pilot “Bokashi Hoekse Waard en Barendrecht”** worden deze beide ketens direct gekoppeld:

Pilot: Bokashi Hoekse Waard en Barendrecht



Fig. 7 Pilot CT keten: Bokashi als circulaire bodemverbeteraar

GKB Realisatie voert groenonderhoud uit en voert het vrijkomende groenafval (waaronder maaisel en/of blad) af naar Grondbank IJsselmonde (ook onderdeel van GKB Groep); hier worden de bacteriën / mineralen / kalk met het groenafval vermengd waarna het Bokashi mengsel vervoerd wordt naar de locatie van de deelnemende “gebruiker” en ingeslurfd (zuurstofvrij afgedekt) waarna het fermenteringsproces start. Na circa 8-10 weken is de Bokashi klaar om als bodemverbeteraar toegepast (uitgereden) te worden.

N.B. het mengen (“verwerken groenafval”) tot Bokashi mag nu nog niet op locatie van de gebruiker (agrariër of terreinbeheerder) plaatsvinden, maar gebeurt daarom bij Grondbank IJsselmonde (onderdeel van GKB Groep) conform de strikte voorwaarden zoals gesteld in de Ontheffingsregeling voor Bokashi pilots in het kader van het programma Circulair Terreinbeheer (zie paragraaf 2.6.4).

De ketenstappen in de **pilot “Bokashi Hoekse Waard en Barendrecht”** worden hieronder toegelicht:

3.2.1 Maaien, snoeien en verzamelen van groenafval

De werkzaamheden voor het maaien, snoeien en verzamelen van groenafval uit (groenonderhouds-) werken worden uitgevoerd door GKB Realisatie BV (onderdeel van GKB Groep).

Deze werkzaamheden vallen daarmee onder het eigen verbruik (scope 1 en scope 2 emissies), maar worden wel meegenomen in de berekening van het verbruik in de keten, omdat deze werkzaamheden nl. ook uitgevoerd kunnen worden door een onderaannemer van GKB danwel door “derden”.

Bij het maaien, snoeien en verzamelen wordt met name het volgende materieel ingezet:

- Tractoren met maaigarnituur
- Handwerkmachines
- Bosmaaiers
- Bladblazers of veeg-zuigmachine
- Sloothaken
- Handgereedschappen voor het maaien van obstakels en delen waar het groot materieel niet bij kan.

Om gemaaid gras, sloopmaaisel of bladafval te verzamelen worden maai-zuig combinaties gebruikt. Zowel voor de reguliere werkwijze als voor de Bokashi pilot wordt het groenafval op een grote hoop verzameld, klaar voor transport naar de groenafvalwerker.

Wanneer GKB Realisatie werkt met onderaannemers (uit de regio) of wanneer deze werkzaamheden door “derden” (andere terreinbeheerders, hoveniers en groenaanemers) uit de regio uitgevoerd worden, dan had het verbruik in deze ketenstap wel meegenomen moeten worden.

Echter wordt opgemerkt dat het energieverbruik in deze ketenstap niet afhankelijk is van de uiteindelijk gekozen verwerkingswijze van het groenafval: verwerking tot compost danwel Bokashi. Het energieverbruik in deze ketenstap, en de daarmee gepaard gaande CO₂-emissies, zijn dus zowel bij de reguliere werkwijze als bij de Bokashi pilot aan elkaar gelijk.

Ook als deze werkzaamheden dus wel door onderaannemers van GKB Realisatie BV of door “derden” uit de regio waren uitgevoerd, had dit geen verschil gemaakt in deze ketenanalyse.

3.2.2 Transport groenafval naar afvalverwerker

Volgens CE Delft-BVOR¹⁵ bevindt zich op maximaal 30 km reisafstand van een projectlocatie altijd wel een groenverwerker. Het werkgebied van GKB Realisatie BV bevindt zich binnen een straal van 60 km rondom Barendrecht, waar ook Grondbank IJsselmonde BV als groenverwerker is gevestigd.

Ook andere hoveniers, groenaannemers en terreinbeheerders uit de regio bieden daarom regelmatig groenafval voor verdere verwerking aan bij Grondbank IJsselmonde B.V.

Zowel bij de reguliere werkwijze (compost als bodemverbeteraar) als bij de Bokashi pilot gaan we uit van een gemiddelde reisafstand van 30 km van de projectlocaties (zowel van GKB realisatie als van derden) naar Grondbank IJsselmonde te Barendrecht.

Vervoersmiddelen voor transport van de projectlocaties naar Grondbank IJsselmonde variëren, afhankelijk van de te vervoeren hoeveelheid:

- Licht transport: werkbus met aanhanger;
- Middelzwaar transport: vrachtwagen 5-10 ton
- Zwaar transport : vrachtwagen > 20 ton

In de ketenanalyse gaan we bij deze ketenstap daarom uit van gemiddeld “middelzwaar” transport (vrachtwagen 5-10 ton) vanaf de diverse projectlocaties naar Grondbank IJsselmonde BV.

3.2.3 Verwerken groenafval (tot bodemverbeteraar)

In de reguliere keten (compost als bodemverbeteraar) wordt het ingezamelde groenafval vanaf Grondbank IJsselmonde eerst doorgezet naar een van de grotere composteerinrichtingen in de regio.

Om er vervolgens compost van te kunnen maken wordt veelvuldig gebruik gemaakt van shovels, kranen, omzetapparaten en zeven, waarbij diesel wordt verbruikt:

- Het groenafval (ingangsmateriaal) wordt eerst (mechanisch) verkleind en zonodig gezeefd
- Vervolgens wordt het verkleinde materiaal intern getransporteerd met een mobiele kraan of shovel.
- Daarna wordt het materiaal omgezet met een zgn. omzetter; tijdens het composteringsproces (circa 10 weken) wordt het materiaal veelvuldig omgezet (totaal zo'n 26 keer).

Ook is er, afhankelijk van de samenstelling van het groenafval, sprake van een afname van de totale massa (gewichtsverlies), met name door de hogere temperatuur tijdens het composteringsproces: volgens CE Delft_BVOR¹⁴ is het gemiddelde gewichtsverlies circa 50%.

In de Bokashi pilot is een hulpstof (vloeistof van bacteriën en mineralen) nodig voor het fermenteringsproces; deze hulpstof wordt door Grondbank IJsselmonde ingekocht bij Bij de Oorsprong te Dalfsen (zie paragraaf 3.3), die het transport van deze hulpstof naar Grondbank IJsselmonde regelt. Reisafstand van Dalfsen naar Grondbank IJsselmonde (Barendrecht) bedraagt 170 km.

Het groenafval wordt eerst op eigen locatie (Grondbank IJsselmonde) verwerkt tot een Bokashi mengsel: hierbij wordt aan het groenafval (maaisel of blad) de hulpstof (bacteriën en mineralen) toegevoegd en met behulp van materieel zoals een shovel, kraan, omzet-apparaat en/of zeef goed door het groenafval gemengd. Vervolgens wordt het Bokashi mengsel naar een van de “toepassers” binnen de Bokashi pilot (zie paragraaf 3.3) vervoerd, waar het mengsel ingeslurfd wordt en waar dit verder kan fermenteren gedurende circa 10 weken. De gemiddelde reisafstand van Grondbank IJsselmonde naar een van de gebruikers binnen de Bokashi pilot bedraagt 30 kilometer.

Tijdens het fermenteringsproces blijft het Bokashi mengsel ingeslurfd (luchtdicht bewaard); het hoeft niet regelmatig omgezet te worden zoals bij composteren het geval is. Het gewichtsverlies van hetingangsmateriaal (groenafval+hulpstof) is minimaal: circa 3% (zie onderzoek Feed Innovation Services¹⁶).

¹⁵ Bron: BVOR_CE Delft – Achtergrondinformatie bij de BVOR CO2 rekentool versie 2.1 (2022)

¹⁶ Bron: Feed Innovation Services – Fermentation versus Composting (2013).

3.2.4 Transport bodemverbeteraar naar toepasser

Zie hiervoor ook de voorgaande paragraaf 3.2.3 Verwerken groenafval tot bodemverbeteraar.

Reguliere keten

In de reguliere keten wordt het groenafval eerst per vrachtwagen (>20 ton) vervoerd van Grondbank IJsselmonde naar een composteerinrichting in de regio, zoals Indaver (Dordrecht: 26,1 km of Bergschenhoek: 25,2 km), Wagro (Waddinxveen: 32,0 km), Attero (Moerdijk: 36,7 km) of Comgoed (Dirksland: 33,5 km of Bergschenhoek: 25,2 km).

We gaan in deze ketenstap daarom uit van een gemiddelde reisafstand van 30 km (30 km vol, 30 km leeg) en een gemiddeld laadgewicht van 20 ton groenafval.

Na het composteringsproces (bij een van de composteerinrichtingen in de regio) wordt door Grondbank IJsselmonde, GKB Realisatie danwel door een agrariër of terreinbeheerder uit de regio (bijv. een van de toepassers in de Bokashi pilot, zie par. 3.3) groen- of keurcompost ingekocht als bodemverbeteraar. Het transport wordt doorgaans geregeld door de composteerinrichting middels vrachtwagens (>20 ton), ook weer over een gemiddelde reisafstand van 30 km (30 km vol, 30 km leeg) en een gemiddeld laadgewicht van 20 ton per vrachtwagen.

Bokashi pilot

In de Bokashi pilot wordt het groenafval bij Grondbank IJsselmonde eerst vermengd met de hulpstof en daarna per vrachtwagen (>20 ton) naar een van de “toepassers” binnen de Bokashi pilot (zie par. 3.3) vervoerd, waar het mengsel ingeslurfd wordt en waar dit verder kan fermenteren gedurende circa 10 weken. De gemiddelde reisafstand van Grondbank IJsselmonde naar een van de gebruikers binnen de Bokashi pilot bedraagt 30 kilometer (30 km vol, 30 km leeg).

3.2.5 Uitrijden bodemverbeteraar op/in de bodem

Voor het uitrijden van de bodemverbeteraar (en evt. gedeeltelijk ommengen in de bodem) wordt materieel gebruikt zoals trekkers met uitrustings hulpstukken (t.b.v. doseren en omwerken in de bodem). Bij de inzet van dit materieel is er sprake van dieselverbruik.

Reguliere keten: compost als bodemverbeteraar

Volgens informatie op de websites van verschillende compost aanbieders (Attero, Vlaco, van Berkel en Snijders Wachtum) geldt voor groen- of keurcompost een gemiddeld toepassingsadvies voor landbouwgrond (binnen geldende stikstof- en fosfaatgebruiksnormen) van circa 15 ton per hectare per jaar.

Bokashi pilot

Volgens de Checklist Zorgplicht Maaisel en Blad (ontwikkeld binnen het kennisprogramma Circulair Terreinbeheer: zie bijlagen) geldt een toepassingsadvies van Bokashi als bodemverbeteraar van gemiddeld 15 ton per hectare (met een maximum van 20 ton per hectare) per jaar.

3.3 De ketenpartners

Deze paragraaf beschrijft de rol van GKB groep (specifiek GKB Realisatie BV en Grondbank IJsselmonde BV) en de (externe) ketenpartners met betrekking tot de verwerking van groenafval tot Bokashi en toepassing van Bokashi als (circulaire) bodemverbeteraar, maar ook het uitwisselen van ervaringen en delen van kennis, binnen de pilot in het kader van het landelijke kennisprogramma Circulair.

Een belangrijke ketenpartner voor GKB Groep is daarom **Wageningen University & Research (WUR)** als onderzoeksinstituut, kennispartner en coördinator van het **programma Circulair Terreinbeheer**. Zij verzamelen en onderzoeken de gegevens vanuit de verschillende (55-60) pilots en vertegenwoordigt **Biomassa Alliantie** (18-tal aangesloten organisaties) als initiatiefnemer van het landelijke programma Circulair Terreinbeheer.

De pilot “Bokashi Hoekse Waard en Barendrecht”, waarop deze ketenanalyse is gebaseerd, is een van de 55-60 pilots binnen het landelijke programma Circulair Terreinbeheer.

Afgeleid van het programma Circulair Terreinbeheer en op iets kleinere schaal, is vanuit de Provincie Zuid-Holland een vergelijkbaar programma gestart: **Vernieuwersnetwerk Natuurlijke Reststromen** in het kader van het meerjarenprogramma Zuid-Holland Circulair.

In dit keteninitiatief participeren onder meer Provincie Zuid-Holland, Omgevingsdienst Zuid-Holland Zuid, CE-Delft (als kennisinstituut), terreinbeheerders, aannemers, verwerkers, boeren en andere gebruikers, producenten, startups en onderzoekers (zie www.natuurlijkereststromen.nl). GKB participeert hierin niet alleen als groenaannemer (GKB Realisatie BV) en afvalverwerker (Grondbank IJsselmonde BV) maar ook als kennispartner voor één van de doorbraakprojecten (zie ook hoofdstuk 5), waar de gegevens, kennis en ervaringen m.b.t de pilot “Bokashi Hoekse waarde en Barendrecht ook gedeeld worden met de ketenpartners binnen dit initiatief.

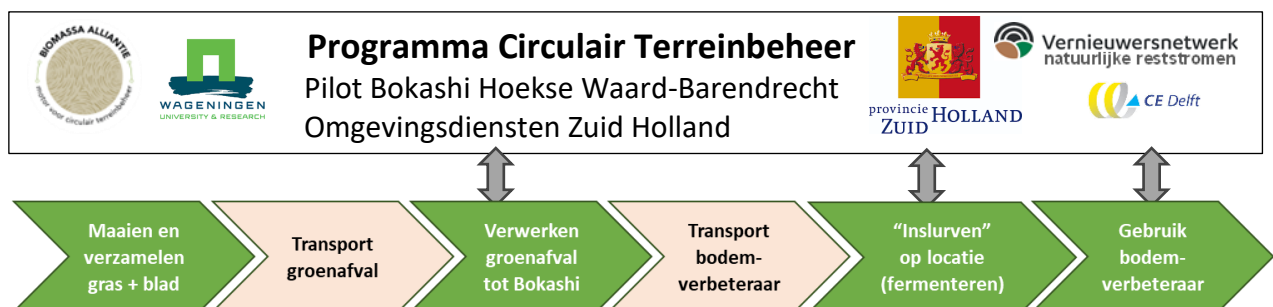


Fig. 8 Schematische weergave keteninitiatief

Zowel WUR als CE Delft voeren onderzoek uit naar de effecten op en uitstoot voor de nabije omgeving die verwerking tot Bokashi, maar ook het effect op de bodemkwaliteit en op de (kwaliteit en voedselveiligheid van) de land- en tuinbouwproducten die geoogst worden van grond waar Bokashi als bodemverbeteraar wordt toegepast. De onderzoeksresultaten zijn essentieel binnen de landelijke beleidsvorming en vergunningverlening om in de nabije toekomst op grotere schaal Bokashi te mogen produceren. Dit is, op basis van de Ontheffing voor Bokashi pilots in het kader van het programma Circulair Terreinbeheer (zie paragraaf 2.6) nu nog beperkt tot maximaal 600 m3 (per toepasser).

Pilot “Bokashi Hoekse Waard en Barendrecht”

Naast **GKB Realisatie BV** – maaien en verzamelen gras + blad in (nr.1a) en **Grondbank IJsselmonde BV** – verwerken groenafval tot Bokashi (nr.1b) zijn de ketenpartners binnen de Bokashi pilot:

Ketenpartner	Soort partner
Havenbedrijf Rotterdam, Provincie Zuid-Holland, diverse gemeentes en waterschappen	Opdrachtgevers: groenonderhoud, terreinbeheer
Omgevingsdiensten (4) in provincie Zuid-Holland	Vergunning Bokashi pilots.
Bij de Oorsprong	Leverancier Bokashi hulpstoffen
F. van den Erven, Goudswaard: fruitteler peren - nr 2 A. Vos, Rhooon: gemengd landbouwbedrijf - nr.3 P. van der Hoek, Heinenoord: snijbloemen en -heesters - nr.4 P. van den Bergh, Simonshaven: melkvee, schapen en geiten - nr.5 Havenbedrijf Rotterdam, Maasvlakte 2 R’dam: terreinbeheer - nr.6 Geduho, Oud Beijerland: aardappelen, uien, suikerbieten, erwten, wintertarwe - nr. 7	Deelnemers Bokashi pilot: Toepassers van Bokashi als bodemverbeteraar. (coördinatie pilot mede via Vernieuwersnetwerk Natuurlijke Reststromen).
Programma Circulair Terreinbeheer / WUR Vernieuwersnetwerk / CE-Delft	Kennispartners

De locatie van de toegelaten toepassers/gebruikers van Bokashi als bodemverbeteraar ten opzichte van GKB Realisatie en Grondbank IJsselmonde is weergegeven in onderstaande kaart:

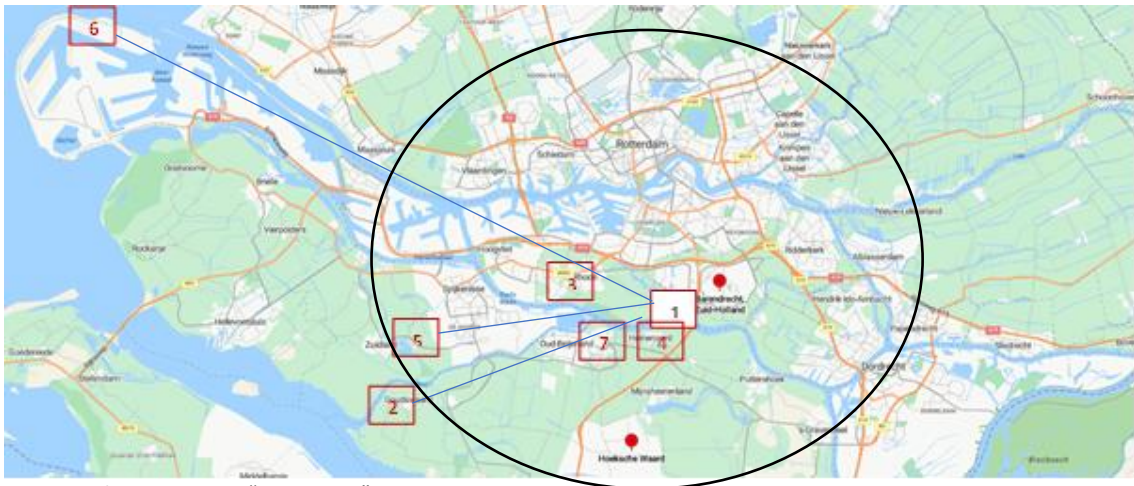


Fig. 9 Locatie ketenpartners "toepassers"

3.4 Processen in de keten en afbakening

In figuren 6 en 7 is een schematische beschrijving van de ketens (reguliere werkwijze respectievelijk Bokashi pilot) weergegeven met de processen in de keten (ketenstappen).

Het doel van de ketenanalyse in de 1^e fase (2020 tm 2022) van het kennisprogramma Circulair Terreinbeheer was een vergelijk te maken tussen:

- **reguliere werkwijze:** verwerken van groenafval tot compost en vervolgens toepassen van compost als bodemverbeteraar in de land- en tuinbouw;
- **Bokashi methodiek:** groenafval als agrariër of terreinbeheer zelf verwerken tot Bokashi en toepassen op "locatie van herkomst" (volgens principe van "kringlooplandbouw" in de toekomst).

Emissies die meegenomen worden in deze ketenanalyse zijn weergegeven in onderstaande figuur:

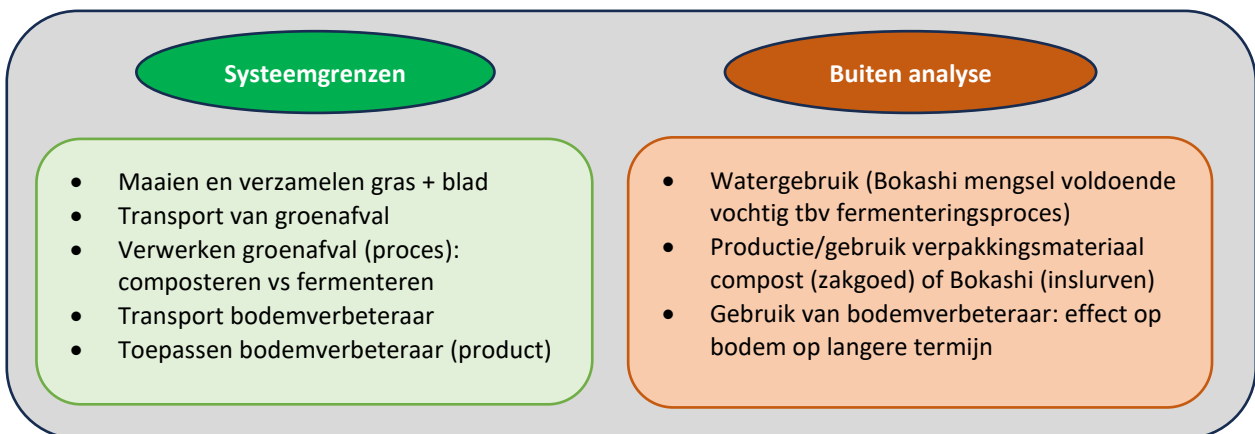


Fig. 10 Afbakening van de ketenanalyse en systeemgrenzen

In de ketenanalyse is daarom een vergelijk gemaakt tussen 2 "ketens" c.q. werkwijzes:

- **A huidige, reguliere werkwijze** : waarbij groenafval vanaf de projecten direct of via Grondbank IJsselmonde naar een groenverwerker in de regio wordt gebracht tbv compostering (proces); De agrariër of terreinbeheerder koopt vervolgens compost (product) in als bodemverbeteraar en past dit toe op eigen percelen.
- **B Bokashi pilot in kader van programma CT:** waarbij groenafval, afkomstig van projecten van GKB Realisatie, bij Grondbank IJsselmonde verwerkt wordt tot Bokashi mengsel ("halffabrikaat"); het Bokashi mengsel wordt vervolgens vervoerd naar de locatie van een van de toepassers (ketenpartners), waarna middels fermentering het mengsel omgezet wordt tot bodemverbeteraar (Bokashi product).

Afbakening:

Compost wordt, bij grotere hoeveelheden, veelal aangeleverd als “bulk” (los gestort) of in big bags. Om het Bokashi mengsel bij het inslurven luchtdicht af te dekken wordt veelal een bepaald folie gebruikt. De CO₂eq met betrekking tot de productie van de big bags respectievelijk het afdekfolie zijn buiten beschouwing gelaten in deze ketenanalyse omdat we er van uit zijn gegaan dat het verschil in CO₂eq tussen de big bags enerzijds en het afdekfolie anderzijds “verwaarloosbaar” is ten opzichte van de totale CO₂-emissies van zowel de huidige werkwijze als de Bokashi pilot.

Ook het evt toevoegen van water (Bokashi pilot, t.b.v. de juiste vochtigheidsgraad van het Bokashi mengsel) is niet meegenomen, omdat hier waar mogelijk opgevangen regenwater voor wordt gebruikt. CO₂-emissie mbt watergebruik is naar verwachting “verwaarloosbaar”.

Omdat momenteel nog onvoldoende bekend is wat de impact is op de bodem (o.a. koolstof opslag), zowel op korte als lange termijn door het toepassen van Bokashi als bodemverbeteraar, in vergelijking tot compost, beperkt de ketenanalyse zich voornamelijk tot en met het uitrijden van de bodemverbeteraar over het perceel. De ecologische (termijn) effecten zijn wel een belangrijk onderzoeksthema in de vervolgfase (2023 tm 2025) van het kennisprogramma Circulair Terreinbeheer (zie ook hfdst 5).

3.4.1 Maaien, snoeien en verzamelen groenafval

De werkzaamheden voor het maaien, snoeien en verzamelen van het groenafval uit onder meer wegbermen, waterwegen of terreinbeheer worden m.b.t. de Bokashi pilot uitgevoerd door GKB Realisatie BV. In geval van compostering en compost (reguliere werkwijze) kan dit ook door een onderaannemers of derde uitgevoerd worden; of door de agrariër/terreinbeheerder (toepasser) zelf.

Hierbij wordt onder meer gebruik gemaakt van de volgende machines: tractoren met maaigarnituur, handwerkmachines, bosmaaiers, zeis, sloothaken, handgereedschappen zoals bosmaaiers voor het maaien van obstakels en delen waar het groot materieel niet bij kan.

Om het gemaaid gras te verzamelen worden maai-zuig combinaties gebruikt of het groenafval op een grote hoop gestort waarna het met een shovel/kraan in de vrachtwagen wordt geladen.

Om een vergelijking te kunnen maken met de reguliere werkwijze (compostering en toepassen compost als bodemverbeteraar) maar ook met toekomstige “grootschalige” toepassing van Bokashi (bij “kringloop landbouw”), wordt het energieverbruik van machines in deze ketenstap wel meegenomen, ook al valt dit voor GKB onder de eigen werkzaamheden (scope 1 en scope 2 emissies).

3.4.2 Transport van groenafval naar verwerker

Vanaf de werklocatie (maailocatie) wordt het groenafval vervoerd naar de verwerkingslocatie.

Bij de reguliere werkwijze (A.) en in de Bokashi pilot (B.) gaat het transport veelal per vrachtwagen naar een groenverwerker: via Grondbank IJsselmonde (Achterzeedijk Barendrecht, onderdeel van GKB Groep) of rechtstreeks naar een groenafvalverwerker in de regio (zoals Indaver, Wagro, Comgoed of Attero) ten behoeve van compostering.

Het werkgebied van GKB Realisatie bevindt zich binnen een straal van 60 km rondom Barendrecht. Projectlocaties bevinden zich op een gemiddelde afstand van (max.) 30 km van Grondbank IJsselmonde te Barendrecht, maar ook ten opzichte van andere groenafval verwerkers in de regio: volgens de BVOR¹⁷ bevindt zich altijd op maximaal 30 km reisafstand wel een groen(afval)verwerker in (Zuid-West) Nederland.

In zowel de reguliere werkwijze (zie A. compost) als in de Bokashi pilot (zie B.) gaan we daarom uit van transport per vrachtwagen over gemiddeld 30 km met een gemiddeld laadgewicht van 20 ton.

¹⁷ Bron: BVOR_CE Delft – Achtergrondinformatie bij de BVOR CO₂ rekentool versie 2.1 (2022)

3.4.3 Verwerken groenafval: composteren versus fermenteren (Bokashi methode)

Zowel het composteringsproces als het fermenteringsproces neemt ongeveer 10 weken in beslag.

Bij het composteerproces wordt het groenafval eerst (machinaal) verkleind, en vervolgens wordt een composthoop opgezet. De composthoop moet vervolgens regelmatig omgezet (gemixed of gekeerd) worden: totaal zo'n 26x gedurende het proces¹⁸ zodat er steeds voldoende zuurstof bij kan om de organische stof af te breken tot een stabiele humus. Het composteerproces gaat gepaard met verbruik van O₂ en met vrijkomen van warmte, CO₂ en water (mede door de hogere procestemperatuur van zo'n 55-65 graden). Hierdoor bedraagt het gewichtsverlies van het verse ingangsmaterieel (groenafval, maaisel, blad) gedurende het gehele composteringproces gemiddeld zo'n 50%, afhankelijk van de samenstelling van het ingangsmaterieel¹⁶.

Bij de Bokashi methode (fermenteren) wordt een hulpstof van kalk, klein en Microferm toegevoegd (leverancier Bij de Oorsprong): 22 kg per ton groenafval¹⁹. Deze hulpstoffen worden goed vermengd door het groenafval. Hierdoor ontstaat een soort "halffabrikaat": het Bokashi mengsel. Vervolgens wordt dit Bokashimengsel opgezet in een soort van lange, smalle baan en luchtdicht afgedekt ("inslurven"). Vervolgens is geen verdere bewerking nodig gedurende de 10 weken van fermenteren.

In het geval van de Bokashi pilot (zie B.) moet het Bokashi mengsel gemaakt worden bij Grondbank IJsselmonde, op grond van de "Ontheffing Bokashi pilots in het kader van het programma CT". Het Bokashi mengsel wordt vervolgens vervoerd naar de locatie van de toepasser waar dit wordt ingeslurfd en het verdere fermenteringsproces plaatsvindt.

Omdat het hele fermenteringsproces op een lagere temperatuur plaatsvindt (35-40 graden) en er verder geen zuurstof bijkomt tijdens het fermenteren blijft het gewichtsverlies van het Bokashimengsel beperkt tot circa 3% gemiddeld²⁰.

3.4.4 Transport bodemverbeteraar naar locatie toepasser

In geval de toepasser (agrariër of terreinbeheer) compost besteld als bodemverbeteraar (zie analyse A.), wordt dit per vrachtwagen vervoerd van de professionele composteerinrichting naar de toepasser.

Bij de Bokashi pilot (zie analyse B.) wordt het Bokashi mengsel vanaf Grondbank IJsselmonde naar de verschillende toepassers vervoerd per vrachtwagen.

In figuur 9 hierboven is de locatie van de verschillende deelnemers/toepassers. Zowel bij de reguliere werkwijze (vervoer van compost als bodemverbeteraar) als in de Bokashi pilot 9 (vervoer van het Bokashi mengsel) zijn we daarom uitgegaan van een gemiddelde reisafstand van 30 km voor deze ketenstap.

3.4.5 Uitrijden van de bodemverbeteraar op het perceel

In de Checklist Bokashi Zorgplicht Maaisel en Blad (zie bijlage), die is ontwikkeld in het kader van het programma CT, in samenwerking met WUR, wordt voor "onderhoud" een toepassingsadvies gegeven van 15 ton per hectare.

Wanneer, zoals bij de reguliere werkwijze, gekozen wordt voor compost als bodemverbeteraar, dan is volgens de toepassingsadviezen van diverse compostleveranciers²¹ eveneens 15 ton per hectare nodig.

¹⁸ Bron: Feed Innovation Services – Fermentation versus Composting (2013).

¹⁹ Bron: Bij de Oorsprong – Bokashi protocol.

²⁰ Bron: Feed Innovation Services – Fermentation versus Composting (2013)

²¹ Bron: toepassingsadviezen groencompost op websites van Attero, Vlaco, van Berkel, Snijders Wachtum

4. Kwantificering van de emissies

Binnen de Bokashi pilot mag, per deelnemer/toepasser, maximaal 600 m³ Bokashi (is circa 300 ton) per jaar toegepast worden als bodemverbeteraar, conform de voorwaarden voor Ontheffing voor Bokashi pilots in het kader van het programma Circulair Terreinbeheer. Op basis van het toepassingsadvies van Bokashi²², 15 ton per hectare per jaar, komt dit neer op 20 hectare.

Om een goed vergelijk te kunnen maken tussen compost enerzijds en Bokashi anderzijds als bodemverbeteraar is een ketenanalyse c.q. vergelijk (zie bijlage 1) gemaakt tussen:

- Toepassen (uitrijden) van compost als bodemverbeteraar op 20 hectare (A. reguliere werkwijze)
- Toepassen (uitrijden) van Bokashi als bodemverbeteraar op 20 hectare (B. Bokashi pilot)

Uit de ketenanalyse blijkt dat voor 20 hectare zowel voor compost als voor Bokashi 300 ton bodemverbeteraar (product) nodig is. Om 300 ton compost te maken is echter 2x zoveel groenafval als ingangsmateriaal nodig dan voor 300 ton Bokashi. De gedetailleerde ketenanalyse (zie bijlage 1) is daarom juist in omgekeerde volgorde uitgewerkt, om per ketenstap van 300 ton product terug te kijken naar het begin van de keten (het maaien, snoeien en verzamelen van groenafval).

Op basis van de beschrijving van de keten zoals weergegeven in hoofdstuk 3 is per ketenstap bepaald hoeveel CO_{2(eq)} wordt uitgestoten tijdens de diverse fasen van de keten.

Elke paragraaf (4.2 en verder) beschrijft een onderdeel van de keten en de bijbehorende CO₂-uitstoot.

4.1 Primaire en secundaire data

In deze ketenanalyse wordt, waar mogelijk, gebruik gemaakt van primaire data aangeleverd binnen GKB Groep (vanuit onder meer GKB Realisatie BV: groenonderhoud projecten; Grondbank IJsselmonde BV: verwerking groenafval; GKBMV: transport materieel en materialen). Primaire data betreft onder meer literverbruik, machine uren, verwerkte tonnen groenafval, etc.

Secundaire data die is gebruikt is opgevraagd bij leveranciers (Bij de Oorsprong), ingeschat op basis van gemiddelden, of vanuit externe onderzoeksrapporten en bronnen (zie ook hoofdstuk 6 Literatuurlijst en bronnen). Secundaire data betreffen onder meer toepassingsadviezen (benodigde hoeveelheden per ha) compost en Bokashi, benodigde hoeveelheden hulpstoffen t.b.v. het Bokashi mengsel, transport afstanden, gewichtsverlies groenafval tijdens composteren respectievelijk fermenteren, etc.

4.2 Ketenstap 1: Maaien, snoeien en verzamelen groenafval

Voor 20 hectare is zowel voor compost als Bokashi 300 ton bodemverbeteraar (product) nodig: zie voor details de gedetailleerde ketenanalyse in bijlage 1. Om 300 ton compost is echter 2x zoveel groenafval als ingangsmateriaal nodig dan voor 300 ton Bokashi.

Tijdens het maaien, snoeien en verzamelen van het groenafval (bermmaaisel, slootmaaisel, blad) wordt gebruik gemaakt van diverse soorten materieel. Voor de verschillende typen materieel is, mede vanuit de projectadministratie, bepaald hoeveel uur hiermee is gewerkt. Vanuit de ervaring binnen GKB Groep is bekend wat het materieel gemiddeld per uur verbruikt. In deze ketenstap onderscheiden we drie verschillende activiteiten c.q. energiebronnen die emissies veroorzaken:

1. Aanrijdtijd / transport trekker:

Werkgebied (projectlocaties) van GKB bevinden zich binnen een straal van 60 km rondom Barendrecht. We gaan daarom uit van een gemiddelde reisafstand van 30 km naar een willekeurige projectlocatie (0,5 uur heen en 0,5 uur terug per dag). Gemiddeld dieselverbruik wordt (bij een geschatte belasting van 20% van het vermogen) daarom ingeschat op 10 liter per uur.

²² CT - Checklist Zorgplicht Maaisel en Blad Hoekse Waard en Barendrecht

2. Maaien, uitvoeren groenonderhoud

Volgens een LCA analyse van de Nationale Milieudatabase²³ komt per dag (7 maaiuren) zo'n 7 ton groenafval vrij. Gemiddelde verbruik van dergelijke machines (uitgaande van een belasting van circa 30% van het vermogen) schatten we gemiddeld 15 liter diesel per uur.

Voor 300 ton compost (product) is 600 ton groenafval nodig (gemiddeld): 86 "maaidagen" per jaar.
Voor 300 ton Bokashi (product) is 309 ton groenafval nodig (gemiddeld): 44 "maaidagen" per jaar

3. Laden groenafval

Het laden van een volle vracht (gemiddeld 20 ton) neemt ongeveer een uur in beslag; gemiddeld diesilverbruik schatten we in op 10 liter per uur. Het laden van 7 ton (einde werkdag) neemt dan ongeveer 20 minuten in beslag, waarbij het diesilverbruik 3,33 liter per werkdag bedraagt.

Voor 300 ton product (20 ha):			Compost		Bokashi	
	Per dag		86 dagen		44 dagen	
Groenafval	7 ton		600 ton (nodig)		309 ton (nodig)	
	ltr diesel	ton CO _{2eq} *	ltr diesel	ton CO _{2eq} *	ltr diesel	ton CO _{2eq} *
1 Aanvoer trekker	10,0	0,03256	857,1	2,79	441,4	1,44
2 Maaien / uitvoer groenonderhoud	105,0	0,34188	9.000,0	29,30	4.635,0	15,09
3 Laden groenafval	3,3	0,01085	285,7	0,93	147,1	1,44
Totaal ketenstap 1	118,3	0,38529	10.142,8	33,03	5.223,5	17,01

*zie www.co2emissiefactoren.nl

Deze getallen geven het directe verbruik weer, vallend in scope 1 en 2 van GKB groep wanneer deze werkzaamheden door ons zelf uitgevoerd worden, of in scope 3 wanneer deze bijv. door een onderaannemer of een derde (hovenier, groenaannemer, terreinbeheerder zelf) uitgevoerd worden.

4.3 Ketenstap 2: Transport groenafval naar verwerker.

Zoals in hoofdstuk 3 is beschreven, wordt groenafval per vrachtwagen vervoerd naar een verwerker::

- In het geval van compost (reguliere werkwijze) naar een composteerinrichting in de regio zoals Attero, Indaver, Wagro of Comgoed. Volgens CE Delft_BVOR²⁴ bevindt zich op maximaal 30 km afstand wel een groenverwerker. We gaan daarom uit van 30 km leeg heen, 30 km vol terug.
- In het geval van Bokashi is Grondbank IJsselmonde (Barendrecht) de groenverwerker. Vanwege het werkgebied binnen een straal van 60 km rondom Barendrecht is daarom de gemiddelde reisafstand van een projectlocatie naar Grondbank IJsselmonde (Barendrecht) vastgesteld op 30 km (30 km leeg heen vanuit Barendrecht, 30 km vol terug).

Omdat bermmaaisel of bladafval lichter is dan bijv. takken of (nat) slootmaaisel gaan we, op basis van ervaring, uit van een gemiddelde lading van 20 ton per vracht. Ledig gewicht vrachtwagen: 15 ton.

In het geval van compost moet 600 ton groenafval naar een verwerker afgevoerd worden, bij een gemiddelde van 20 ton per vracht: dit komt neer op 30 ritten (30 km leeg heen, 30 km vol terug).
In het geval van Bokashi moet 300 ton groenafval naar Grondbank IJsselmonde afgevoerd worden, bij een gemiddelde van 20 ton per vracht: dit komt neer op 15 ritten (30 km leeg heen, 30 km vol terug).

Voor 300 ton product (20 ha):			Compost		Bokashi	
Laadgewicht	Per rit: 20 ton		30 ritten (600 ton)		15 ritten (300 ton)	
30 km (vol heen, leeg terug)	tonkm	ton CO _{2eq} *	tonkm	ton CO _{2eq} *	tonkm	ton CO _{2eq} *
Totaal ketenstap 2	600	0,063	18.000	1,89	9.000	0,95

*zie www.co2emissiefactoren.nl

²³ Nationale Milieudatabase – LCA Rapportage categorie 3 data, Hoofdstuk 51 Groenvoorzieningen (nov 2023)

²⁴ CE Delft_BVOR – Achtergrond document bij BVOR rekentool

4.4 Ketenstap 3: productie bodemverbeteraar - composteren versus fermenteren

Uit onderzoeken van zowel Feed Innovation Services²⁵ als van CE Delft²⁶ blijkt dat in geval van compostering het gewichtsverlies van het organisch ingangsmateriaal (groenafval) tijdens het composteringsproces sterk kan variëren (40-60%), afhankelijk van de samenstelling van het gebruikte ingangsmateriaal. Door het aërobe proces en de hogere temperaturen komt er energie (warmte) vrij maar ook broeikasgassen zoals CO₂ en H₂O. We gaan daarom uit van een gemiddeld gewichtsverlies van 50% in het geval van compostering: voor 300 ton compost is dus 600 ton groenafval benodigd. Voor het veelvuldig omzetten/keren van de composthoop is inzet van diesel machines nodig.

Om Bokashi te kunnen maken moet per ton groenafval circa 22 kg aan hulpstoffen (leverancier: Bij de Oorsprong²⁷) toegevoegd en vermengd worden, voordat het Bokashi mengsel ingeslurfd wordt en het fermenteringsproces kan starten.

Volgens dezelfde onderzoeken van Feed Innovation Services²⁴ en CE Delft²⁵ blijkt het gewichtsverlies van het Bokashimengsel gedurende het fermenteerproces slechts zo'n 3% te zijn.

Voor 300 ton Bokashi (product) is daarom 309 ton Bokashi mengsel nodig, bestaande uit 7 ton aan hulpstoffen en 302 ton groenafval.

Volgens CE Delft²⁵ kan voor de "productie en verpakking" van de hulpstoffen uitgegaan worden van 4,4 kg CO₂ per ton groenafval. Volgens informatie van Bij de Oorsprong²⁶ is 7 ton aan hulpstoffen nodig. Leverancier is gevestigd in Dalfsen, naar Grondbank IJsselmonde is 170 km (ANWB routeplanner).

In de Bokashi pilot doen 6 deelnemers/toepassers mee, die ieder maximaal 600 m³ (300 ton) per jaar aan Bokashi mogen toepassen. Voor 1.800 ton Bokashi is volgens Bij de Oorsprong²⁶ daarmee nodig:

- 4 pallets BB Bodem (1.000 liter per pallet, goed voor 500 ton Bokashi)
- 15 pallets gesteentegranulaat (1.200 kg per pallet, goed voor 120 ton Bokashi)

Er gaan 24 pallets in een vrachtwagen; laadgewicht van de 19 pallets samen is 21.6 ton. Het vervoer van de 19 pallets kan dus in 1 vrachtwagen van Dalfsen naar Barendrecht, 170 km (vol heen, leeg terug).

De CO₂-emissie per tonkm (volgens www.co2emissiefactoren.nl): 0,105 kg CO_{2eq}.

Een lading van 21,6 ton over een afstand van 170 km = 3.672 tonkm (vol heen, leeg terug).

Totaal : 3.672 tonkm á 0,105 kg CO_{2eq} = 0,39 ton CO_{2eq} voor 6 deelnemers/toepassers.

Per deelnemer / toepasser (300 ton Bokashi product, 20 ha) komt dit neer op 0,0643 ton CO_{2eq}.

Voor 300 ton product (20 ha):			Compost		Bokashi	
Obv ingangsmateriaal	ton	ton CO _{2eq} *	ton	ton CO _{2eq} *	ton	ton CO _{2eq} *
1a Composteren: CO ₂ , H ₂ O, warmte (biogeen); diesel	1	156,5	600	156,50	--	--
1b Fermenteren: CO ₂ , H ₂ O, warmte (biogeen); diesel	1	4,65	--	--	302	4,65
3 Hulpstoffen:22 kg per ton groenafval*	1	1,33	nvt	Nvt	302	1,33
4 Transport hulpstof	1	0,92	nvt	Nvt	302	0,06
Totaal ketenstap 3	--	--	600	156,50	302	6,04

*Bron: Bij de Oorsprong – Bokashi protocol

4.5 Ketenstap 4: Transport bodemverbeteraar naar toepasser

In het geval van compost (product) bestelt de toepasser (gebruiker) 300 ton bodemverbeteraar (per jaar) bij een composteerinrichting in de regio, zoals Comgoed, Indaver, Wagro of Attero.

Volgens CE Delft_BVOR is de reisafstand maximaal 30 kilometer (zie ook paragraaf 4.3).

In het geval van de Bokashi pilot wordt 309 ton Bokashi mengsel vervoerd vanaf Grondbank IJsselmonde naar een van de betreffende pilotdeelnemers/toepassers: gemiddelde reisafstand 30 km.

²⁵ Feed Innovation Services – Fermentation vs Composting (2013)

²⁶ CE Delft – Achtergrond document bij BVOR rekentool.

Transport gaat in beide situaties per vrachtwagen (>20 ton) met een gemiddeld laadgewicht van 20 ton (zie ook par. 4.3) en ledig gewicht van 15 ton: het aantal tonkm per rit is 600 tonkm. In het geval van Bokashi moet 309 ton Bokashi mengsel vervoerd worden: 15 ritten. In het geval van compost wordt 300 ton compost vervoerd: 15 ritten.

Voor 300 ton product (20 ha):			Compost		Bokashi (mengsel)	
Laadgewicht	Per rit: 20 ton		30 ritten (300 ton)		15 ritten (309 ton)	
30 km (vol heen, leeg terug)	tonkm	ton CO _{2eq} *	tonkm	ton CO _{2eq} *	tonkm	ton CO _{2eq} *
Totaal ketenstap 2	600	0,063	9.000	0,95	9.270	0,97

*zie www.co2emissiefactoren.nl

4.6 Ketenstap 5: Uitrijden en omwerken bodemverbeteraar

Bij het uitrijden van de bodemverbeteraar wordt het product met behulp van een trekker met oplegger vanaf het erf (opslaglocatie) vervoerd naar de verschillende percelen waar het toegepast wordt.

We zijn hierbij uitgegaan van een gemiddelde reisafstand van 5 km (vol heen, leeg terug). Volgens CE Delft_BVOR²⁷ is het gemiddelde laadgewicht van een trekker met oplegger 7,5 ton en een ledig gewicht van 3,5 ton. Om 300 ton product te vervoeren, zijn 40 ritten nodig. Volgens www.co2emissiefactoren.nl is de uitstoot van een trekker+oplegger 0,088 kg CO₂ per tonkm.

Voor het inwerken van de bodemverbeteraar, 8 cm diep, 1x per jaar, is het dieselverbruik van de machine per hectare gemiddeld 6,2 liter diesel (zoals blijkt uit onderzoek van WUR²⁸). Zowel in de reguliere werkwijze (compost als bodemverbeteraar) als in de Bokashi pilot wordt de bodemverbeteraar uitgewerkt en ingereden over 20 hectare land- of tuinbouwgrond.

Voor 300 ton product (20 ha):			Compost		Bokashi	
Transport -> percelen	Per rit		40 ritten		40 ritten	
Laadgewicht	7,5 ton		300 ton product		300 ton Bokashi	
5 km (vol heen, leeg terug)	tonkm	ton CO _{2eq} *	tonkm	ton CO _{2eq} *	tonkm	ton CO _{2eq} *
Totaal ketenstap 5a	37,5	0,0033	1.500	0,13	1.500	0,13
Inwerken in bodem	Per hectare		20 ha (300 ton product)		20 ha (300 ton product)	
Obv WUR rapport ²⁷	ltr diesel	ton CO _{2eq} *	ltr diesel	ton CO _{2eq} *	ltr diesel	ton CO _{2eq} *
	6,2	0,219	124	0,41	124	0,41
Totaal ketenstap 5b	6,2	0,219	124	0,41	124	0,41
Totaal ketenstap 5	--	0,222	--	0,54	--	0,54

*Zie www.co2emissiefactoren.nl

4.7 Overzicht CO_{2eq}-uitstoot in de keten: A. Compost (regulier) vs B. Bokashi pilot CT.

Om een goed vergelijk te kunnen maken van de CO_{2eq}-uitstoot in de keten tussen toepassing van compost als bodemverbeteraar enerzijds (A. reguliere keten) en toepassing van Bokashi als bodemverbeteraar anderzijds (B. Bokashi pilot CT) hebben we onderstaande tabel opgesteld:

Voor 300 ton product (20 ha), in ton CO _{2eq}	Compost (A. regulier)	Bokashi (B. pilot CT)	Verskil	A: Compost Ketenpartner: scope	B: Bokashi pilot Partner + scope
Stap 1: maaien/snoeien & verzamelen	33,03	17,01	-16,02	GKB Realisatie: 1 of 2 Onderaann/derde: 3	GKB Realisatie: 1 of 2 Onderaann/derde: 3
Stap 2: transport naar verwerker	1,89	0,95	-0,94	GKBMV: scope 1 of 2; Onderaann/derde: 3	GKBMV: scope 1 of 2; Onderaann/derde: 3
Stap 3: verwerking (productie) incl. inkoop/transport Bokashi hulpstoffen	156,50	6,04	-150,46	Composteerder: 3	GKB Grondbank: 1+3 Bij de Oorsprong: 3
Stap 4: transport naar toepasser	0,95	0,97	+0,02	GKBMV: scope 1 of 2; Onderaann/derde: 3	GKBMV: 1 of 2
Stap 5: uitrijden bodemverbeteraar en Inwerken in de bodem	0,54	0,54	-0,0	Deelnemers pilot: 3	Deelnemers pilot: 3
Totaal keten (kg CO_{2eq})	192,90	25,51	-167,39		

²⁷ CE Delft_BVOR – Achtergrond document bij BVOR rekentool.

²⁸ Bron: WUR – Brandstofverbruik in teeltsystemen met (niet-)kerende grondbewerking.

De besparing wordt, zoals blijkt uit de analyse, tot op heden gerealiseerd in ketenstappen 1, 2 en 3:

- **Ketenstap 1:** voor het maken van 300 ton compost is 2x zoveel groenafval nodig dan voor het maken van 300 ton Bokashi: dit betekent 2x zoveel “maaidagen” dus 2x zoveel diesilverbruik. Dat betekent dat van een ton groenafval 2x zoveel Bokashi als compost gemaakt kan worden.
- **Ketenstap 2:** uit ketenstap 1 volgt dat voor 300 ton compost dus ook 2x zoveel groenafval vervoerd moet worden naar de verwerkingslocatie: composteerinrichting (in geval van compost) of Grondbank IJsselmonde (onderdeel van GKB, in geval van de Bokashi pilot CT).
N.B. in het geval van de Bokashi pilot CT moet het Bokashi mengsel (is een “bewerking van afval”) plaatsvinden op een zgn “vergunde” inrichting (o.b.v. Ontheffing Bokashi pilots).
- **Ketenstap 3:** hier is de besparing het grootst. CO₂ emissies in deze ketenstap bestaan uit 2 soorten:
 - Emissies door diesilverbruik: voor een goede compostering moet het groenafval regelmatig (zo’n 26x) omgezet of gekeerd worden; terwijl bij Bokashi maar 2x inzet van materieel nodig is: aan het begin: voor het maken van het Bokashi mengsel en het opzetten/inslurfen.
 - Vrijkomen van (biogene) emissies zoals lachgas en stikstof, warmte (energieverlies) en water tijdens het composteringsproces: dit verklaart ook het gewichtsverlies tijdens het proces. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat bij het toepassen van Bokashi als bodemverbeteraar deze (biogene) emissies pas vrijkomen bij het toepassen op de bodem (wanneer er zuurstof bij komt).

Door compost te vervangen door Bokashi als bodemverbeteraar, levert dat nu al een besparing op van 0,558 ton CO_{2eq} per ton bodemverbeteraar; een emissiereductie van 86,8%:

	Compost (A. regulier)	Bokashi (B. pilot CT)	Verskil	%
Voor 300 ton bodemverbeteraar (product):	192,90 ton CO _{2eq}	25,51 ton CO _{2eq}	-167,39 ton CO _{2eq}	-86,8%
Per ton bodemverbeteraar (product):	0,643 ton CO _{2eq}	0,085 ton CO _{2eq}	-0,558 ton CO _{2eq}	
Per hectare per jaar (“onderhoudsmatig”)	9,645 ton CO _{2eq}	1,275 ton CO _{2eq}	-8,370 ton CO _{2eq}	

Verder blijkt uit de ketenanalyse (zie ook bijlage 1) dat in het geval van de Bokashi pilot CT een substantieel deel van de CO_{2eq}-emissies veroorzaakt worden door diesilverbruik vanwege:

- Inzet van machines om diverse bewerkingen uit te voeren (ketenstappen 1, 3 en 5) en transport over kortere afstanden tot max. 15 km vice versa (m.n. ketenstap 5).
- Transport over m.n. langere afstanden, meer dan 15 km v.v. (met name ketenstappen 2 en 4).

B. Bokashi pilot CT (in ton CO _{2eq})	Diesilverbruik bewerkingen	Diesilverbruik transport ≤ 15 km v.v.	Diesilverbruik Transport >15 km v.v.	Diesilverbruik totaal	CO _{2eq} totaal (tbv 300 ton)	% van totaal
Stap 1: maaien & verzamelen	15,57	--	1,44	17,01	17,01	100%
Stap 2: transport naar verwerker	--	--	0,95	0,95	0,95	100%
Stap 3: verwerking (productie)	1,18	--	0,06	1,25	6,04	20,7%
Stap 4: transport naar toepasser	--	--	0,97	0,97	0,97	100%
Stap 5: uitrijden bodemverbeteraar	0,40	0,14	--	0,54	0,54	100%
Totaal keten	17,15	0,14	3,42	20,72	25,51	81,2%

De 25,51 ton CO_{2eq} per ton Bokashi wordt voor het overgrote deel veroorzaakt door diesilverbruik in de diverse ketenstappen: 20,72 ton CO_{2eq} per ton Bokashi. Dit biedt dus volop mogelijkheden tot verdere reductie van de broeikasgasemissies (CO_{2eq}) tot uiteindelijk “zero emissie” Bokashi in 2050.

Het overige deel van de CO₂-emissies, te weten 4,79 ton CO_{2eq} per ton Bokashi product, betreffen zogenaamde biogene emissies:

- in het geval van compostering komen deze biogene emissies vooral vrij tijdens het composteringsproces (wat het gewichtsverlies van circa 50% het groenafval verklaart).
- In het geval van Bokashi komt een groot deel van de biogene emissies pas vrij na ketenstap 5 (het uitrijden en omwerken van de bodemverbeteraar). In de 2^e fase van het kennisprogramma CT wordt onder mee onderzocht hoeveel voedingsstoffen (nutriënten: N, P en micronutriënten) Bokashi uiteindelijk, ook op langere termijn, afgeeft aan de bodem ten opzichte van compost.

5. CO₂-reductiemogelijkheden en Plan van Aanpak

5.1 Inleiding

Uit de ketenanalyse (zie hfdst 4) blijkt dat de keuze qua verwerkingsmethode, composteren versus fermenteren (ketenstap 3), het grootste deel van de CO₂eq-besparing oplevert.

Vanuit de land- en (volle grond) tuinbouw bestaat een grote behoefte aan organische bodemverbeteraars die kunnen bijdragen aan de verbetering van de bodemstructuur, en daarnaast bij te dragen aan de opbouw of instandhouding van de bodemkoolstofvoorraad²⁹.

Op jaarbasis wordt er in Nederland zo'n 2 miljoen ton compost door composteerdere afgezet. Daarvan gaat ongeveer 2/3 deel (1,33 mln ton) naar de land- en tuinbouw³⁰.

Door onze organische reststromen circulair in te zetten, kunnen wij en onze opdrachtgevers besparen op CO₂ en de storkosten, en tegelijkertijd bijdragen aan bodemverbetering en biodiversiteit. Omdat voor Bokashi minder groenafval nodig is dan voor compost, is tevens beter ecologisch beheer van bermen en watergangen mogelijk (bijv. conform Kleurkeur richtlijnen) wat weer ten goede komt aan de biodiversiteit en (oppervlakte- en grond-) waterkwaliteit.

Op dit moment zijn de ontwikkelingen m.b.t. Bokashi nog steeds in volle gang. Zolang het kennisprogramma Circulair Terrein beheer loopt (tot en met 2025) zijn de mogelijkheden om op grote schaal Bokashi te maken nog zeer beperkt (zie ook paragraaf 2.6.4 en hoofdstuk 4).

Pas wanneer de nodige wetswijzigingen worden doorgevoerd worden en groenafval niet meer als afvalstof maar als grondstof wordt gezien, zal Bokashi als circulaire bodemverbeteraar op grote schaal toegepast kunnen worden en is kringlooplandbouw mogelijk.

Dit betekent dat op termijn het transport van groenafval vanaf de locatie waar het vrijkomt naar Grondbank IJsselmonde als verwerker (ketenstap 2), maar ook het transport van het Bokashi mengsel naar de toepasser (ketenstap 4), nu gemiddeld 30 km heen en 30 km terug, grotendeels komt te vervallen. Er is dan enkel nog sprake van beperkt transport, gemiddeld 5 km heen en 5 km terug, omdat zowel het maaien als het fermenteren en het toepassen in dezelfde regio plaats kan vinden. Dit kan weer tot een verdere reductie van de CO₂eq-emissies leiden.

In 2022 (basisjaar) is in het kader van de pilot Bokashi pilot CT door Grondbank IJsselmonde de eerste Bokashi gemaakt en toegepast door de zes deelnemers: totaal 3.400 m³ Bokashi product (1.700 ton). Hiermee is in 2022 een besparing van 91.630 ton CO₂eq gerealiseerd in de totale keten.

5.2 Reductiedoelstellingen en plan van aanpak

Bij het benoemen van reductiedoelstellingen en -maatregelen is het niet alleen van belang hoeveel CO₂ hiermee bespaard kan worden, maar ook hoeveel invloed GKB Groep (met name GKB Realisatie BV, Grondbank IJsselmonde BV en GKBMV BV) heeft op (delen van) de keten:

- Op de (zeer beperkte) biogene emissie tijdens het fermenteringsproces (ketenstap 3) heeft GKB nauwelijks tot geen invloed.
- Ook hebben we tot op heden, zolang het kennisprogramma Circulair Terreinbeheer nog loopt, beperkte invloed op de hoeveelheid Bokashi die we mogen maken en toepassen: max. 600 m³ (ofwel 300 ton) per deelnemer/toepasser in de Bokashi pilot CT "Hoekse Waard en Barendrecht". En dat terwijl in 2022 totaal 23.300 ton geschikt groenafval is aangeleverd bij Grondbank IJsselmonde (door GKB Realisatie en haar onderaannemers enerzijds en door derden anderzijds).

²⁹ Bron: CoE Groen – Bokashi: naar een betere onderbouwing en documentatie voor de praktijk.

³⁰ Bron: Nieuwe Oogst – Telers kiezen vaker voor compost

- Waar we wel (meer) invloed op uit kunnen oefenen is het diesilverbruik ten behoeve van inzet materieel voor verschillende bewerkingen en voor transport. Echter, ketenstap 2 en 4 kunnen pas geheel vervallen wanneer het bewerken van het groenafval (maken van het Bokashimengsel, onderdeel van ketenstap 3) niet langer meer bij een vergunde inrichting hoeft te gebeuren.

Vanuit de ketenanalyse zal GKB zich daarom vooralsnog op een tweetal punten focussen om de CO₂-uitstoot verder te verminderen in de Bokashi keten en deze vertaald naar twee reductiedoelstellingen:

Doelstelling 1: Reductie CO₂eq door compost te vervangen door Bokashi als bodemverbeteraar

Door GKB wordt via Grondbank IJsselmonde jaarlijks een toenemende hoeveelheid Bokashi gemaakt en afgezet, tot minimaal 6.000 m³ (ofwel 3.000 ton) in 2026 en een daarmee gepaard gaande emissie van broeikasgassen (CO₂eq) van min. 1.214,25 ton:

Doelstelling:	2022 (refer.jaar)	2023	2024	2025	2026
Bokashi (product), in m ³	3.400	4.000	4.600	5.200	6.000
Bokashi (product), in ton:	1.700	2.000	2.300	2.600	3.000
Besparing CO ₂ eq (ton):	948,6	1.116,0	1.283,4	1.450,7	1.673,9

Dit wordt o.a. gerealiseerd door:

- uitbreiding van het aantal Bokashi pilots waarin GKB Groep (m.n. GKB Realisatie i.s.m. Grondbank IJsselmonde) aan deelneemt:
 - door aansluiting bij één of meerdere van de andere bij het programma Circulair Terreinbeheer aangesloten 55-60 pilots;
 - via pilots en initiatieven die vanuit het Vernieuwersnetwerk Natuurlijke Reststromen Zuid Holland zijn of worden gestart;
 - door participatie in “losse” pilots of initiatieven in samenwerking met opdrachtgevers van GKB Groep (m.n. GKB Realisatie) waar Bokashi i.p.v. compost als bodemverbeteraar in projecten wordt toegepast.
- Waar (nu al) mogelijk compost te vervangen door Bokashi als bodemverbeteraar in:
 - eigen projecten die uitgevoerd worden door GKB Realisatie
 - grondproducten, zoals teelaarde, bomengrond, etc bij Grondbank IJsselmonde

Doelstelling 2:

Reductie van de CO₂eq-emissies veroorzaakt door inzet van materieel voor diverse bewerkingen en transport in de verschillende ketenstappen (diesilverbruik), zodat de CO₂eq emissie per ton (door GKB) geproduceerde Bokashi verder verlaagd kan worden van 0,085 ton CO₂eq in 2022 naar max. 0,050 ton CO₂eq per ton Bokashi product.

Doelstelling:	2022 (refer.jaar)	2023	2024	2025	2026
Per ton Bokashi					
kg CO ₂ eq	85,00	74,00	68,00	60,00	50,00

Dit kan o.a. gerealiseerd worden door: 0,085 ton CO₂eq

- diesel (B7) blend te vervangen door bijv. CO₂ saving diesel (20% HVO bio diesel): de CO₂-emissiefactor per liter brandstof wordt hiermee verlaagd van 3,256 kg CO₂eq per liter diesel (B7) naar 2,8438 kg CO₂eq per liter CO₂ saving diesel; een besparing van circa 13% per liter brandstof³¹.

³¹ Bron: www.co2emissiefactoren.nl

- Inzet van hybride of 100% elektrisch materieel of transportmiddelen, zeker wanneer deze geladen worden o.b.v. 100% groene stroom (CO2 emissiefactor is dan nihil). Echter, de beschikbaarheid van hybride en elektrisch materieel is tot op heden nog beperkt; zeker wanneer werkzaamheden of transport door onderaannemers, opdrachtgevers/toepassers van Bokashi zelf uitgevoerd worden (dit geldt met name voor ketenstap 1 en 5).
- Besparing op transportkilometers in met name ketenstap 2 en 4, onder meer door:
 - Voorverkenning m.b.t. mogelijkheden en benodigde wetswijzigingen in het kader van vergunningverlening voor grootschaligere Bokashi productie en/of op locatie (buiten een vergunde inrichting) afgerond uiterlijk in 2025; voorverkenning gebeurt zowel via het kennisprogramma CT en het Vernieuwersnetwerk Natuurlijke Reststromen Zuid-Holland.
 - (Door-) ontwikkeling van een “(electrische) mobiele verwerkingshub” door GKB (m.n. via GKB Machines BV) om op een (werk-)locatie in 1 werkgang het organisch restmaterieel te kunnen bewerken, hulpstoffen toe te voegen en het Bokashimengsel “in te slurfen”.

5.3 Plan van aanpak

De volgende stappen worden gezet om de reductiedoelstellingen, zoals benoemd in par. 5.2 te behalen.

Nr	Maatregel	Deadline	Actiehouder
1	Reductiedoelstellingen bespreken in directieoverleg incl. akkoord directie; Evaluatie aanpak en zo nodig bijsturing (zie jaarlijkse Management Review)	Jaarlijks, Q1	Directie en KAM-coördinator
2	Bijhouden Bokashi logboek (in het kader van programma CT/Vernieuwersnetwerk)	Doorlopend (tm 2026)	Grondbank (GKB) ism Commercieel medewerker GKB
3	Actief kennis delen; deelname aan bijeenkomsten kennisprogramma CT en Vernieuwersnetwerk: <ul style="list-style-type: none"> • Verzorgen presentaties • Invulling rol “werkpakketleider” (coördinator) voor het doorbraakproject “natuurlijke reststromen Rijnland” (Vernieuwersnetwerk) • Bijdragen aan het opstellen van een “Keuzehulp kleine kringloop” 	Doorlopend (min. tm 2026)	Commercieel medewerker GKB
4	Uitbreiden keteninitiatieven/Bokashi pilots (# toepassers/-locaties)	Doorlopend (tm 2026)	Commercieel medewerker GKB
5	Afstemming met GKBMV mbt: <ul style="list-style-type: none"> -inzet “bio” brandstoffen (CO2 saving HVO blend) -inzet hybride en/of elektrisch materieel 	Doorlopend	Directie en KAM-coördinator
6	Afstemming met opdrachtgevers en andere ketenpartners (leveranciers) mbt: <ul style="list-style-type: none"> -inzet “bio” brandstoffen -inzet hybride en/of elektrisch materieel 	Doorlopend	Projectleiders en uitvoerders
7	Berekenen besparingen op CO2eq	Jaarlijks	KAM-coördinator
8	(Door-)ontwikkeling “mobiele verwerkingshub” (machine) tbv productie Bokashi op locatie.	2026	GKB Machines BV

N.B. Binnen GKB Groep wordt al sinds 2023 standaard een CO2 saving diesel (met 20% HVO) gebruikt; ook wordt steeds meer diesel materieel vervangen door 100% elektrisch materieel (zie maatregel 5 en bedrijfsdoelstellingen mbt de CO2-prestatieladder).

5.4 Voortgang reductiedoelstellingen en plan van aanpak

- **Doelstelling 1 : reductie CO_{2eq} , door compost te vervangen door Bokashi**

Doelstelling:	2022 (refer.jaar)	2023	2024	2025	2026
Bokashi (product), in m3:	3.400	4.000	4.600	5.200	6.000
Bokashi (product), in ton:	1.700	2.000	2.300	2.600	3.000
Besparing CO _{2eq} (ton):	948,6	1.116,0	1.283,4	1.450,7	1.673,9
Gerealiseerd:	2022	2023	2024	2025	2026
Bokashi (product), in m3:	3.400	4.300	5.700		
Bokashi (product), in ton:	1.700	2.150	2.600		
Besparing CO _{2eq} (ton):	948,6	1.199,7	1.450,7		

Voortgang 2023:

Doelstelling is behaald, met name door het maken van bladbokashi voor Gemeente Rotterdam.

Voortgang 2024:

Naast een aparte proef op een ander terrein (geen onderdeel van Bokashi pilot CT) van Havenbedrijf Rotterdam, is ook Bokashi gemaakt voor boomkwekerij Boot & Dart en voor gemeente Rotterdam (bladbokashi). Doelstelling is behaald.

- **Doelstelling 2 : reductie CO_{2eq} gerelateerd aan brandstofverbruik, per ton Bokashi**

Doelstelling:	2022 (refer.jaar)	2023	2024	2025	2026
Per ton Bokashi	(refer.jaar)				
kg CO _{2eq} max:	85,00	74,00	68,00	60,00	50,00
Gerealiseerd:	2022	2023	2024	2025	2026
Per ton Bokashi	(refer.jaar)				
Kg CO _{2eq} brandstofverbruik:	85,00	74,00	68,00		

Voortgang 2023:

- Standaard gebruik van CO₂ saving diesel (met 20% HVO) voor machines en voertuigen in plaats van gewone diesel
- Er is opnieuw diesel materieel vervangen door elektrisch accugereedschap; ook is de eerste elektrische vrachtwagen in gebruik genomen.

Voortgang 2024:

- Ook in 2024 wordt standaard gebruik gemaakt van CO₂ saving diesel (met 20% HVO) voor machines en voertuigen in plaats van gewone diesel.
- Er is opnieuw diesel materieel vervangen door elektrisch materieel, ook is een tweede elektrische vrachtwagen in gebruik genomen en een 3^e is in bestelling.
- In de loop van 2024 is zowel voor de Middelweg (locatie GKB Realisatie / GKBMV) als voor de Achterzeedijk (locatie Grondbank IJsselmonde) overgestapt van grijze naar groene stroom. Daarnaast wordt een deel van de elektriciteit t.b.v. het laden van materieel en de elektrische vrachtwagens opgewekt m.b.t. eigen zonnepanelen (locaties Middelweg en Achterzeedijk).

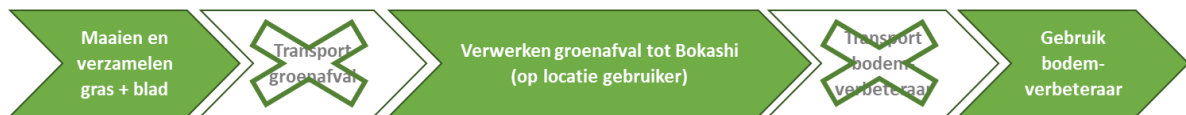
- **Kennisdeling en ontwikkelingen via programma Circulair Terreinbeheer en Vernieuwersnetwerk:**

GKB maait onder meer voor de provincie Zuid Holland, een aantal gemeentes en Natuurmonumenten. Dit maaisel wordt vanaf de werklocatie nu nog vervoerd naar Grondbank IJsselmonde (Barendrecht), waar het Bokashi mengsel wordt gemaakt (is bewerking van een afvalstof, en moet binnen een

vergonde inrichting gebeuren). Het Bokashi mengsel wordt, voor of na het fermenteringsproces, vervoerd naar een van de 6 pilot deelnemers c.q. “toepassers” van Bokashi.

Pas wanneer na afronding van de Bokashi pilot CT / programma Circulair Terreinbeheer (eind 2025) relevante wetgeving aangepast wordt, waardoor het **grootschalig** verwerken van groenafval tot Bokashi, en op locatie van de gebruiker wordt toegestaan (naar verwachting: 2026 of later) kunnen ketenstappen 2 en 4 uiteindelijk helemaal komen te vervallen:

Toekomst: Bokashi als circulaire bodemverbeteraar



Doelstelling: Per ton Bokashi	2022 (refer.jaar)	2023	2024	2025	2026
kg CO _{2eq} dieselverbruik max:	58,06	48,00	38,00	28,00	18,00

Voortgang 2023:

- Inhakend op de bestaande 55-60 pilots binnen het kennisprogramma Circulair Terreinbeheer, zijn ook HAS en Hogeschool Van Hall Larenstein, in opdracht van het Ministerie LNV een breed onderzoeksproject gestart (van 1.1.2023 tm 31.12.2024): Wur BO-43-1254-001, PVG.DZ22.05.001
- Vanuit het Vernieuwersnetwerk is doorbraakproject Bermmaaisel Rijnland gestart; in dit eerste jaar is er veel aandacht besteed aan het realiseren van ketens en diverse keteninitiatieven binnen het doorbraakproject.
- Programma CT/WUR: uit metingen in 2021 en 22 blijkt dat de C/N-verhouding van bokashi hoger dan die van compost; effecten op de bodemkwaliteit zijn op pilotniveau echter (nog) niet waarneembaar. In een klein aantal pilots is sprake van een laag organischestofgehalte; juist hier is het interessant om te onderzoeken (2023 tm 2025) of er sprake is van effecten op de bodemkoolstofvoorraden door meerjarig gebruik van organische bodemverbeteraars (compost vs bokashi).

Voortgang 2024:

- R. Balvert, commercieel medewerker GKB Groep is werkpakketleider geworden van werkpakket 1 “Kleine kringloop” binnen de projectgroep van het doorbraakproject Bermmaaisel Rijnland (Vernieuwersnetwerk): zie website Greenhub Zuid-Holland ([Aanpak - Greenhub Zuid-Holland](#)):
 - ambitie om van regio Rijnland in 2030 een circulaire regio te maken opnieuw benadrukt
 - stip aan de horizon blijft een gezamenlijke biogroundstoffenfabriek; er wordt naarstig gezocht naar een geschikte locatie voor deze groene verwerkingshub in de regio.
 - ook worden mogelijkheden onderzocht om andere organische reststromen uit de regio, zoals tomatenloof, te kunnen benutten om daar geschikte Bokashi van te kunnen maken.
 - Kleine kringloop: diverse malen inzet van kleine “mobiele verwerkingshubs” die ter plekke het opgezogen blad en ander maaisel versnipperen en direct terug op de bodem brengen.
 - Doel om in 2025 als projectgroep een handreiking en afwegingskader uit te werken voor het verantwoord en zo hoogwaardig mogelijk inzetten van bermmaaisel (volgens de R-ladder).

6. Literatuur en bronnen

- www.co2emissiefactoren.nl
- [www.co2prestatieladder](http://www.co2prestatieladder.nl) – (SKAO) Maatregellijst
- Website Circulair Terreinbeheer (<https://circulairterreinbeheer.nl/kennisprogramma>)
- [Biomassa Alliantie – Circulair Terreinbeheer](http://BiomassaAlliantie.nl)
- Circulair Terreinbeheer – Checklist Zorgplicht Maaisel en Blad (Bokashi pilot Hoekse Waarde en Barendrecht)
- Bij de Oorsprong – Bokashi protocol
- Website Vernieuwersnetwerk Natuurlijke Reststromen (<https://natuurlijkereststromen.nl>)
- Website Greenhub Zuid-Holland, Vernieuwersnetwerk (<https://greenhub-zuidholland.nl>)
- Websites Attero, Vlaco, van Berkel, Snijders Wachtum: toepassingsadviezen groencompost
- CE Delft / BVOR – Achtergronddocument bij de CO2-rekentool groenafval, update 2021 (versie 2.1)
- WUR – Brandstofverbruik in teeltsystemen met (niet-)kerende grondbewerking
- WUR – kennisprogramma Circulair Terreinbeheer, jaarrapportage 2022
- Rijkswaterstaat – Afvalverwerking in Nederland, gegevens 2021 (febr. 2023)
- Feed Innovation Services (FIS) – Fermentation versus Composting: consequences (2013); Bosch shortpaper
- [Greenhouse gas emissions from nitrogen fertilizers could be reduced by up to one-fifth of current levels by 2050 with combined interventions | Nature Food](https://www.nature.com/articles/s41568-023-01588-8)
- [LAP3 – Sectorplan 08 Gescheiden ingezameld/afgegeven groenafval](https://www.lap3.nl/sectorplan-08-gescheiden-gezameld-afgegeven-groenafval)
- [Nederland circulair in 2050 | Circulaire economie | Rijksoverheid.nl](https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie)
- [Transitieagenda biomassa en voedsel - kringlooplandbouw](https://www.transitieagenda.nl/tema/landbouw)
- [Vrijstellingsregeling plantenresten - Afval Circulair](https://www.vrijstellingsregeling.nl/plantenresten) (“Kleine Kringloop”)
- CoE Groen – Bokashi: naar een betere onderbouwing en documentatie voor de praktijk
- Nieuwe Oogst – Telers kiezen vaker voor compost

7. Bijlagen

- Bijlage 1: CO2-ketenanalyse Compost versus Bokashi – rekenblad
- Bijlage 2: Circulair Terreinbeheer – Checklist Zorgplicht Maaisel en Blad (Bokashi pilot Hoekse Waarde en Barendrecht)
- Bijlage 3: Vernieuwersnetwerk: artikel “Bodem perengaard krioelt na pilot met bokashi