Universiteit Antwerpen

Instituut voor Milieu & Duurzame Ontwikkeling

# Circulair gebruik van natuurmaaisel: Een Case Study voor veengebied De Zegge

Masterproef voorgelegd met het oog op het behalen van de graad van Master in de Milieuwetenschap

**Master in de Milieuwetenschap**
**Academiejaar**: 2024-2025 - augustus
**Auteur**: Lien Van Breda
**Promotor**: Prof. Dr. Willem-Jan Emsens
**Co-promotor**: Prof. Dr. Tine Compernolle

# Toelichting bij het gebruik van generatieve artificiële intelligentie (AI)

In het kader van deze masterproef werd generatieve artificiële intelligentie, meer bepaald ChatGPT, op een ondersteunende en verantwoorde manier ingezet, conform de richtlijnen van de Universiteit Antwerpen.

De AI-tool werd gebruikt om eigen teksten na te lezen met het oog op het verbeteren van de academische schrijfstijl en de algemene leesbaarheid. Zo werd ChatGPT ingezet om teksten te verkorten, taalfouten op te sporen en te controleren op herhalingen. Verder bood de tool ondersteuning bij het correct opstellen van referenties volgens de geldende citatiestijl.

Belangrijk om te benadrukken is dat de inhoudelijke analyse, de interpretatie van onderzoeksresultaten, de onderbouwing van argumenten en het formuleren van conclusies volledig autonoom en zonder tussenkomst van AI werden uitgevoerd. ChatGPT fungeerde louter als taalkundig en structureel hulpmiddel bij reeds zelfstandig ontwikkelde tekstinhoud. De auteur draagt de eindverantwoordelijkheid voor de inhoud van deze scriptie.

# Woord vooraf

Graag bedank ik Willem-Jan Emsens voor de warme betrokkenheid en de vanzelfsprekendheid waarmee hij bereid is om zijn waardevolle kennis en vaardigheden over te dragen. Co-promotor Tine Compernolle ben ik dankbaar voor de efficiënte ondersteuning en inzichtelijke feedback die de kwaliteit van de methodologie en het schrijven verder verfijnde. Ook voor Toon Deswert een welgemeende dankuwel voor het aanreiken van dit onderwerp en de vindingrijke ideeën die dit project telkens de juiste richting in stuurden. Ook wil ik het hele team van De Zegge bedanken voor het warme welkom en het mooie werk dat jullie verrichten om dit natuurpareltje te beschermen. Jullie toewijding aan De Zegge is als een eervol, eeuwenoud vuurtje dat jullie samen brandende houden. Het was een genoegen om daar een jaar lang mijn blokje bij te mogen leggen. Dus ook voor Pieter Dierckx, Maarten Goossens en Ward Royens een dikke merci.

# Samenvatting en sleutelwoorden


## Nederlands

Het beheer van veengebied De Zegge genereert jaarlijks een aanzienlijke hoeveelheid natuurmaaisel, die tegen hoge kosten wordt afgevoerd naar composteringsinstallaties. Tegelijkertijd wordt natuurmaaisel in Vlaanderen erkend als biomassareststroom met circulair potentieel. Deze masterproef onderzoekt welke circulaire waardeketens toepasbaar en rendabel zijn voor De Zegge.

De jaarlijkse maaiselopbrengst wordt geschat op 94,5 ton droge stof. Een brede inventarisatie brengt tien mogelijke waardeketens rond natuurmaaisel in beeld, waarbij de ketens rond veenvrije potgrond, grasisolatie en graspapier het meeste perspectief bieden. Ook is er toekomstpotentieel voor boerderijcompostering, zodra het nieuwe wettelijk kader hiervoor wordt uitgerold. Belangrijke knelpunten voor circulaire inzet van natuurmaaisel zijn biologische stabilisatie, een efficiënte logistiek en de ontwikkeling van verdienmodellen die aantrekkelijk zijn voor alle partijen binnen een strikt en complex regelgevend kader. De vier geselecteerde waardeketens demonstreren echter voldoende technologische maturiteit, ecologische meerwaarde en economisch potentieel om deze knelpunten te overkomen.



***Sleutelwoorden**: Natuurmaaisel – circulaire economie – valorisatie - waardeketen – veengebied De Zegge – biomassareststromen – potgrond – grasisolatie – graspapier - boerderijcompostering*



## English

The management of nature reserve De Zegge generates a considerable amount of grass and herbaceous residues every year, which is currently collected for composting at high costs. In Flanders, these grass clippings are increasingly recognized as a biomass residual flow with circular potential. This thesis investigates which circular value chains are applicable and economically viable for De Zegge.

The annual yield of grass and herbaceous residues was estimated at 94.5 tons of dry matter. Ten possible value chains were identified, of which peat-free potting soil, grass-based insulation and grass paper showed the most promising perspectives. On-farm composting (boerderijcompostering) is also expected to become relevant once the expected legal framework is introduced. Key challenges for circular use of grass residues include the biological stabilization of the biomass, efficient logistics and the development of viable business models that benefit all actors within a strict and complex regulatory framework. However, the four selected value chains demonstrate sufficient technological maturity, ecological and economic potential to overcome these barriers.



***Key words**: Grass residues – circular economy – value chain – nature reserve De Zegge – biomass residual flows – peat-free potting soil – grass-based insulation – grass paper – on-farm composting*

# Lijst van tabellen

*Tabel 1: Overzicht van organisaties die geïnterviewd werden voor de inventarisatie en vergelijking van specifieke waardeketens.* ..... 16
*Tabel 2: Overzicht van bedrijven en personen die geïnterviewd werden voor de verdiepende analyse van de drie opportune waardeketens.* ..... 17
*Tabel 3: Overzicht infofiches van tien specifieke waardeketens* ..... 17
*Tabel 4: Tabel berekening opbrengst per habitattype en in totaal.* ..... 21
*Tabel 5: Tabel met gunstigheidsinschatting van 9 criteria voor iedere specifieke waardeketen.* ..... 33
*Tabel 6: Overzichtstabel van kansen en knelpunten voor het valoriseren van natuurmaaisel vermeld in de interviews of geraadpleegde literatuur.* ..... 48
*Tabel 7: Tabel bij boxplot biomassa per habitattype (Figuur 7)* ..... 74
*Tabel 8: Syntheseverslag van communicaties met promotoren* ..... 91

# Lijst van figuren

*Figuur 1: Foto van De Zegge. Foto: Jonas Verhulst.* ..... 7
*Figuur 2: Recente natuurstreefbeeldenkaart van De Zegge. Bron: KMDA, 2022.* ..... 8
*Figuur 3: Cascade voor de kringloop groen-, bos-, natuur en landschapsbeheer van OVAM. Bron: OVAM & DLV, 2023, p.72.* ..... 10
*Figuur 4: Waardeketen rond het valoriseren van natuurmaaisel, met aanduiding van projecten, organisaties en ondernemingen die deze keten mee faciliteren.* ..... 11
*Figuur 5: Schematisch overzicht methodologie.* ..... 13
*figuur 6: Visuele weergave van de TRL-niveaus en de bijhorend beschikbaar kapitaal op vlak van betrokken actoren en financiering. Overgenomen uit APRE & CDTI (2022), p.4.* ..... 19
*Figuur 7: Boxplot standing crop per habitattype. Per habitattype toont ze de mediaan (centrale lijn), de spreiding tussen eerste en derde kwartiel (de box), de minimale en maximale waarden (lijnen) en eventuele uitschieters (punten buiten het bereik).* ..... 20
*Figuur 8: Taartdiagram aandeel van habitattypes in totale opbrengst.* ..... 21
*Figuur 9: Overzicht geïdentificeerde specifieke waardeketens rond natuurmaaisel in Vlaanderen.* ..... 24
*Figuur 10: Grassap uit natuurmaaisel en balen geperst voor stock binnen een project van publiek-private onderneming Grassco. Overgenomen uit Natuurinvest/Inverde, 2024, p.11.* ..... 26
*Figuur 11: Inbouwdozen en opbergdoosjes gemaakt van plastics waarin weidegras verwerkt werd. Geproduceerd door Biowert in Duitsland. Overgenomen uit Frey, 2023, p.3.* ..... 26
*Figuur 12: Prototypes van vezelplaten uit maaisel, geproduceerd door HOGENT binnen het project Grassification. Overgenomen uit Voets et al., 2021, p.12.* ..... 27
*Figuur 13: Prototype van een picknickset uit grascomposiet, geproduceerd door Millvision binnen het project Grassification. Overgenomen uit Voets et al., 2021, p.8.* ..... 27
*Figuur 14: Verpakking Gramitherm grasisolatie. Bron: Bois & Habitat, z.d.* ..... 27
*Figuur 15: Links boven – staal "Grass"-papier van drukkerij Zwartopwit. Rechts boven – boekje gemaakt met natuurmaaisel van natuurpunt, te koop aangeboden in één van hun winkelpunten. Onderaan – een close-up van de vezelige structuur van het graspapierboekje. Bron: Eigen foto's.* ..... 28
*Figuur 16: Biochar. Bron: Kerone Engineering Solutions Limited, 2023.* ..... 30
*Figuur 17: Testcase boerderijcompostering waarbij rillen biomassa in openlucht gekeerd worden met compostkeerder. Bron: PPAE Hansbeke, z.d.* ..... 30
*Figuur 18: Bokashi. Bron: Ciclovivo, 2021* ..... 31
*Figuur 19: Een doormidden gebroken briket uit maaisel van zeggenmoerassen (Oost-Europa, foto Luc Van Assche). Overgenomen uit Natuurinvest/Inverde, 2024, p.7.* ..... 32

*Figuur 20: Waardeketen van veenvrije potgrond, gebaseerd op de werking van Agricon. ..... 36*
*Figuur 21: Links - Schematische voorstelling van de Fiberbeast-installatie. Bron: Nord Drivesystems, z.d.- b. Rechts - Verpakking veenvrije potgrond Agricon. Bron: Ecowood, z.d. ..... 37*
*Figuur 22: Waardeketen van grasisolatie, gebaseerd op de werking van Gramitherm. ..... 38*
*Figuur 23: Gramitherm isolatiepanelen, zoals weergegeven op de website van Gramitherm. Bron: (Gramitherm Europe SA, z.d.) ..... 40*
*Figuur 24: Waardeketen van graspapier, gebaseerd op de werking van Waardewenders – Schutpapier. .. 41*
*Figuur 25: Voorbij©-papier en daaruit vervaardigde producten. Bron: Product & Plant Catalogus, z.d. ..... 42*

# Inhoudsopgave

1. Inleiding ..... 6
2. Onderzoekskader ..... 7
2.1 De Zegge ..... 7
2.1.1 Algemene omschrijving ..... 7
2.1.2 Maaibeleid ..... 8
2.2 Circulaire economie en natuurmaaisel ..... 9
2.3 Afbakenen probleemstelling en onderzoeksvragen ..... 12
3. Methodologie ..... 13
3.1 Deel 1: Ontwerp van marktanalyse ..... 14
3.2 Deel 2: Kwantificeren opbrengst maaisel van De Zegge ..... 14
3.3 Deel 3: Marktanalyse ..... 14
3.3.1 Documentenanalyse ..... 15
3.3.2 Semigestructureerde interviews ..... 15
3.3.3 Toelichting bij vergelijkende analyse van de specifieke waardeketens ..... 17
4. Resultaten ..... 20
4.1 Kwantificeren jaarlijkse opbrengst maaisel van De Zegge ..... 20
4.1.1 Standing crop per habitattype ..... 20
4.1.2 Opbrengst natuurmaaisel van De Zegge in 2024 ..... 21
4.2 Huidige aanpak natuurbeheerders en aannemers ..... 22
4.2.1 Maaiwerken ..... 22
4.2.2 Gangbare verwerking van maaisel voor natuurbeheerders ..... 22
4.2.3 Gangbare verwerking van maaisel voor aannemers ..... 23
4.3 Inventarisatie van specifieke waardeketens ..... 23
4.3.1 Valorisatiemethoden van natuurmaaisel ..... 24
4.3.2 Halffabricaten en producten uit natuurmaaisel ..... 25
4.4 Vergelijkende analyse van de specifieke waardeketens ..... 32
4.4.1 Minst opportune waardeketens ..... 33
4.4.2 Gematigd opportune waardeketens ..... 34
4.4.3 Meest opportune waardeketens ..... 35

4.5 Verdiepende analyse van de drie meest opportune waardeketens ..... 35
4.5.1 Veenvrije potgrond: Agricon ..... 35
4.5.2 Isolatiepanelen: Gramitherm ..... 37
4.5.3 Graspapier: Waardewenders ..... 40
4.5.4 Afspraken rond afname maaisel ..... 42
4.5.5 Opzetten van een werkzaam verdienmodel ..... 44
4.5.6 Werkbaarheid van deze waardeketens voor De Zegge ..... 45
5. Discussie ..... 47
5.1 Bespreking resultaten maaiselopbrengst De Zegge ..... 47
5.2 Knelpunten in de waardeketen en kansen voor verdere valorisatie van natuurmaaisel ..... 47
5.2.1 Centraliseren van het versnipperd aanbod van natuurmaaisel ..... 48
5.2.2 Economische rendabiliteit ..... 49
5.2.3 Integratie van verschillende sectoren ..... 51
5.2.4 Regelgeving ..... 52
5.3 Kansen binnen een bredere circulaire context ..... 53
5.3.1 Kansen binnen de bredere context van biomassareststromen ..... 53
5.3.2 Kansen binnen de bredere context van circulaire economie ..... 54
5.4 Limitaties van dit onderzoek ..... 55
6. Conclusie ..... 56
6.1 Aanbevelingen voor De Zegge ..... 56
6.2 Beleidsaanbevelingen ..... 57
6.3 Aanbevelingen voor verder onderzoek ..... 58
6.4 Lessen en ervaringen met interdisciplinariteit ..... 59
7. Bibliografie ..... 60
8. Bijlagen ..... 71
Bijlage 1: Leidraad interviews ..... 71
Bijlage 2: Blanco informed consent ..... 73
Bijlage 3: Maaiselopbrengst De Zegge: Tabel bij boxplot biomassa per habitattype ..... 74
Bijlage 4: Infofiches circulaire producten uit natuurmaaisel ..... 74
Bijlage 5: Syntheseverslag van communicaties met promotor en co-promotor ..... 91

# 1. Inleiding

In de huidige **Triple Planetary Crisis** worden we geconfronteerd met klimaatverandering, biodiversiteitsverlies en milieuvervuiling. Gezonde natuurlijke systemen leveren de fundamenten voor alle leven rondom ons en spelen een cruciale rol in het stabiliseren van het klimaat. Inzetten op natuurbeheer en -herstel is een onmisbaar onderdeel van het beschermen van het milieu en de menselijke samenleving.

Eén van de grote bedreigingen voor natuur in Vlaanderen is de **nutriëntenbalans in de bodem**. Menselijke activiteiten zoals landbouw, transport en industrie zorgen voor deposities van nutriënten en daarmee een algemene eutrofiëring. Aangezien de ruime meerderheid van plantensoorten niet aangepast is aan huidige 'hypertrofe' bodemcondities vormt dit één van de grootste oorzaken van biodiversiteitsverlies (Van Uytvanck et al., 2022).

Om het overschot aan nutriënten stelselmatig te verwijderen, zetten natuurbeheerders sterk in op een beheer van **'maaien en afvoeren'**. Daarmee werkt men aan het herstellen van de nutriëntenhuishouding en het behoud of herstel van kwetsbare ecosystemen. Een bijkomstig resultaat is een enorme reststroom aan maaisel. In hun meest recente monitor van de Vlaamse bio-economie schatten ILVO en OVAM dat er jaarlijks 18 038 ton droge stof (DS) aan natuurmaaisel vrijkomt (Van Kerckhove & Van Meensel, 2025).

Vaak vormt het **afvoeren van maaisel** een grote kostenpost voor natuurbeheerders. Ook voor veengebied De Zegge is de nevenstroom aan maaisel een **knelpunt**. Aangezien veengebieden kwetsbaar zijn voor eutrofiëring vormt maaien één van de hoofdtaken van het beheerteam. Jaarlijks komt een aanzienlijke massa maaisel vrij, wat tegen een zware kostprijs wordt opgehaald om verwerkt te worden tot compost.

Recent beweegt er wel heel wat rond het valoriseren van natuurmaaisel. Een arsenaal aan studiedagen en regionale projecten verkennen de kansen en uitdagingen bij het opwaarderen van deze biomassareststroom. Een relevante vraag is dus of er **alternatieven** zijn voor het verwerken deze reststroom, specifiek voor veengebied De Zegge.

# 2. Onderzoekskader

## 2.1 De Zegge

### 2.1.1 Algemene omschrijving

De Zegge is een beschermd **laagveengebied** van 111ha. Het grootste deel daarvan (94 ha) is in handen van de Koninklijke Maatschappij voor Dierkunde Antwerpen (KMDA). Daarnaast zijn Natuurpunt en Agentschap Natuur en Bos (ANB) eigenaar van kleinere delen (KMDA, 2022).

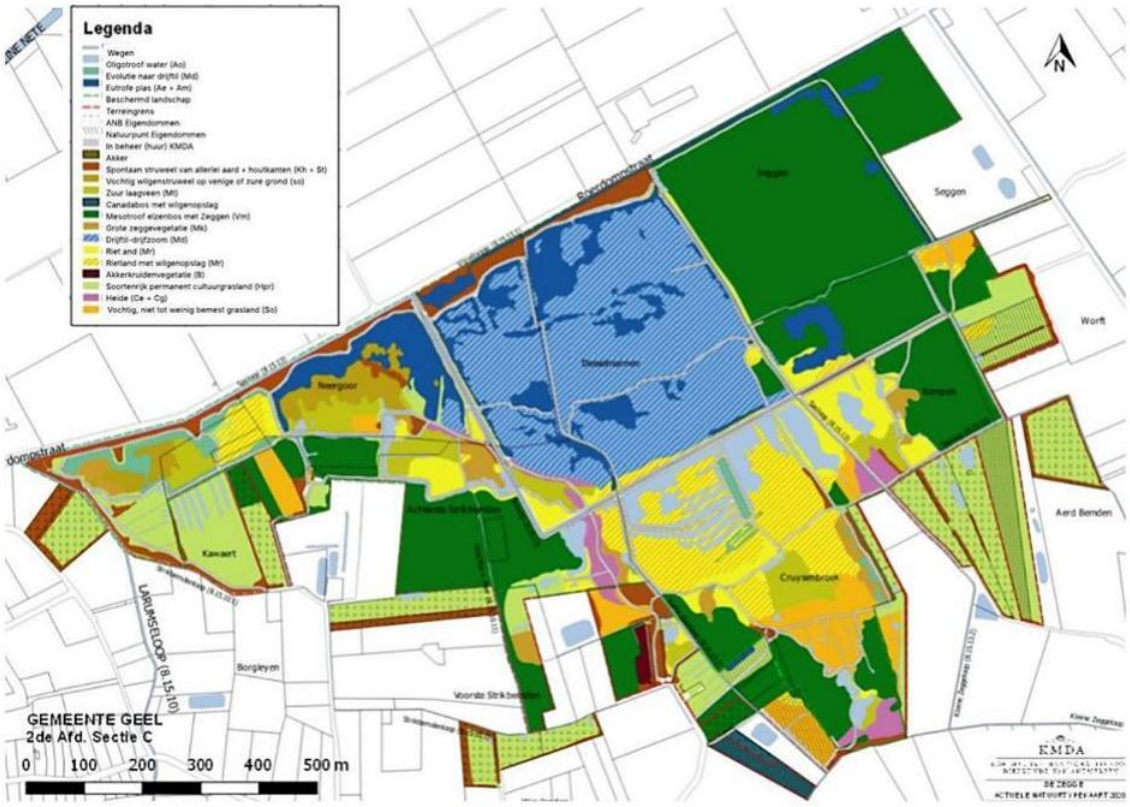
De Zegge werd in 1952 het eerste Vlaamse **natuurreservaat**. Ondanks de natuurwaarde van dit gebied lang bewaard werd, vond vanaf 1959 een grootschalige ontginning plaats van het Geels Gebroekt, het moeras- en veengebied waar De Zegge deel van uitmaakt. Hoewel De Zegge beschermd was, leed haar ecologische toestand onder de grootschalige drainage en inpoldering rondom zich (Verbruggen, 2018).

De opdracht bestaat er sindsdien in om De Zegge zoveel mogelijk in haar oorspronkelijke staat te herstellen. Zo worden waardevolle fauna en flora beschermd of opnieuw aangetrokken, en wordt de capaciteit tot klimaatmitigatie zoveel mogelijk behouden. Veengebieden houden immers grote hoeveelheden historisch opgeslagen koolstof vast, indien ze in goede staat zijn (Goldstein et al., 2020; Urák et al., 2017). Ondertussen werd De Zegge ook Natura 2000-gebied, en deel van Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN)-gebied “Het Geels Gebroekt”, wat verdere bescherming en herstel bevordert.

Gelukkig vinden vandaag nog heel wat **zeldzame soorten** onderkomen in De Zegge. Zo komen planten zoals klimopklokje (*Wahlenbergia hederecea*) en waterlepeltje (*Ludwigia palustris*) voor, en zijn mossen zoals gestekeld hauwmos (*Anthoceros caucasicus*) en langhalsmos (*Trematodon ambiguus*) er te vinden (Verbruggen, 2018). Verder stelt de ringslang (*Natrix natrix helvetica*) het goed en is er sinds kort opnieuw een kleine broedende kolonie lepelaars (*Platalea leucorodia*). De Biologische Waarderingskaart duidt De Zegge aan als biologisch zeer waardevol (ANB, z.d.).

FIGUUR 1: FOTO VAN DE ZEGGE. FOTO: JONAS VERHULST.

Het gebied streeft naar **verschillende natuurtypes**, zoals weergegeven in Figuur 2. De Zegge heeft een gevarieerd aanbod van natte en drogere natuurtypes (KMDA, 2022).




FIGUUR 2: RECENTE NATUURSTREEFBEELDENKAART VAN DE ZEGGE. BRON: KMDA, 2022.

### 2.1.2 Maaibeleid

De habitattypes die **jaarlijks gemaaid** worden zijn 'soortenrijk, permanent cultuurgrasland', 'vochtig, niet tot weinig bemest grasland' en 'zuur laagveen'. Daarnaast wordt om de paar jaar ook 'rietland' en 'heide' gefaseerd gemaaid om verjonging van deze vegetatie te bekomen (KMDA, 2021). Het type maaisel uit veengebied is door de aanwezigheid van soorten zoals riet (*Phragmites australis*), diverse zegges (*Carex spec*.) en russen (*Juncaceae spec*.) qua structuur iets groffer en heterogener dan maaisel uit typische natuurgraslanden.

Het maaibeheer gebeurt **manueel** (met zeis en bosmaaier) en **machinaal** (met cirkelmaaier of vingerbalk) door het vaste beheerteam, ondersteund door vaste groepen vrijwilligers en organisaties die occasioneel komen helpen (KMDA, 2022). De minst toegankelijke delen rietland en zuur laagveen worden gemaaid door een aannemer die beschikt over aangepaste machines (truxor) om de schade aan de bodem te minimaliseren. Daarenboven worden percelen die geschikt zijn voor veevoeder gehooid, al dan niet in samenwerking met een lokale landbouwer.

Het maaisel wordt idealiter een drietal dagen **gedroogd** aan de zon, en vervolgens uit het terrein gehaald voor tijdelijk opslag op twee depots aan de rand van De Zegge. Deze depots zijn toegankelijk voor vrachtverkeer om het maaisel op te halen voor verdere verwerking.

Voor de **verwerking** werkte De Zegge jarenlang constructief samen met een lokale landbouwer die het maaisel verwerkte in zijn akkers (KMDA, 2020). In 2019 werd duidelijk dat dit niet conform de regelgeving was, en werd stelselmatig overgeschakeld naar verwerking door een officiële composteringsinstallatie (KMDA, 2022). De prijs voor het ophalen en afzetten van het maaisel bij composteringsinstallaties varieerde de afgelopen drie jaar tussen 5662 en 8083 euro per jaar, een aanzienlijk bedrag dat hiermee niet geïnvesteerd kan worden in bijkomend natuurherstel.

## 2.2 Circulaire economie en natuurmaaisel

De negatieve effecten van de **lineaire economie** - van maken, gebruiken en afdanken - vormen een bedreiging voor onze leefomgeving, welvaart en gezondheid (Lüdeke-Freund et al., 2019). Natuurlijke hulpbronnen raken uitgeput, terwijl productieprocessen aanzienlijke afvalstromen, hoge $CO_2$-emissies en milieuvervuiling veroorzaken (Ellen MacArthur Foundation et al., 2015; Sharma et al., 2021). Een transitie naar circulair denken dringt zich op (Donner & de Vries, 2021; Neves & Marques, 2022).

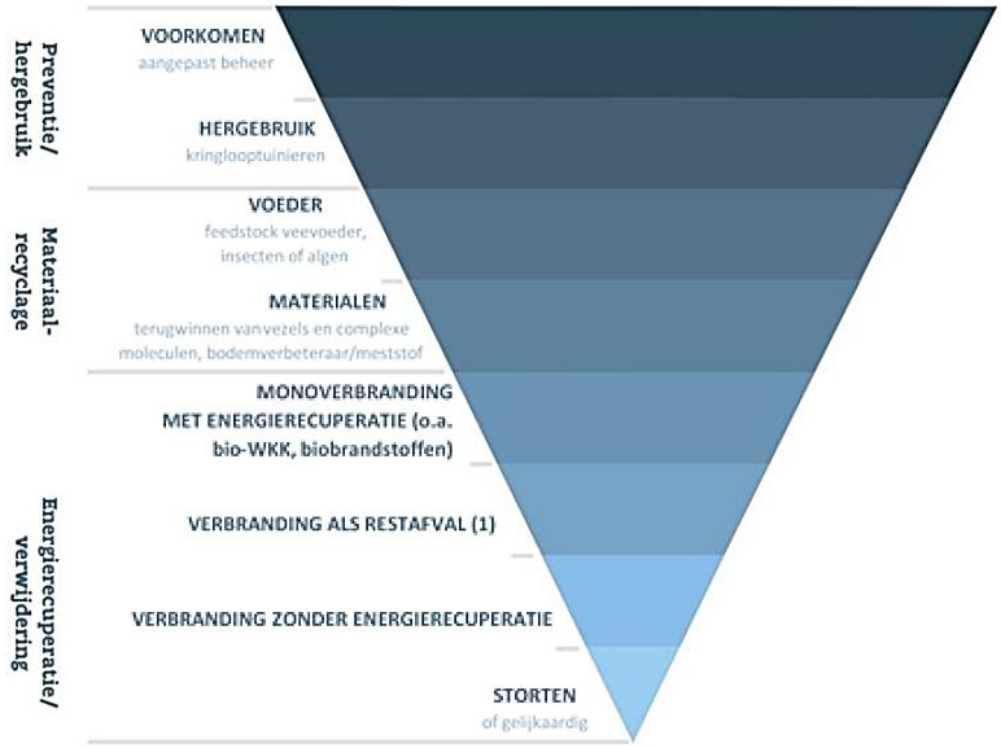
In een **circulaire economie** worden kringlopen van grondstoffen, materialen, energie en ruimte maximaal gesloten, om economie en milieu opnieuw in balans te brengen (Afteni et al., 2022; Vlaamse Overheid & Departement Kanselarij en Bestuur, 2019). Hulpbronnen worden hergebruikt, de waarde van materialen zo hoogwaardig mogelijk gehouden en afvalproductie geminimaliseerd (D'Amato et al., 2017; Vlaamse Regering, 2016).

Zowel op Europees als Vlaams niveau is circulaire economie een **stevig verankerd beleidsdomein**, via strategische kaders, wetgeving en financieringsprogramma's. Op EU-niveau vormt circulaire economie een pijler van de Green Deal, met strategieën voor circulaire economie en bio-economie, ondersteund door programma's zoals Horizon Europe en LIFE (Europese Commissie, 2018, 2020). In Vlaanderen worden deze ambities vertaald in onder andere VLAREMA, het Materialendecreet en het Nationaal Energie- en Klimaatplan. In 'Visie 2050' - de langetermijnvisie voor een duurzaam Vlaanderen - en het regeerakkoord 2024-2029 benoemt de Vlaamse Regering circulaire economie als transitieprioriteit, met de ambitie Vlaanderen verder uit te bouwen tot recyclagehub (Vlaamse Regering, 2016, 2024). Kennisplatformen zoals Vlaanderen Circulair en CE Monitoring ondersteunen de praktische transitie.

Zowel het Europees als Vlaams beleid erkent de ontwikkeling van een **bio-economie** als essentiële pijler voor een duurzame circulaire samenleving (Europese Commissie, 2018; Vlaamse Regering, 2016). Deze omvat de volledige keten van productie tot gebruik van hernieuwbare, biologische hulpbronnen,

met als doel de afhankelijkheid van niet-hernieuwbare hulpbronnen te verminderen (D'Amato et al., 2017; Europese Commissie, 2018). Het maximaal benutten van organische rests- en afvalstromen is daarbij een fundamenteel principe (Venkatesh, 2022; Vlaamse Overheid, 2013)

De productie van biomassaresten vereist geen extra landgebruik. Gezien de wereldwijd toenemende concurrentie om landgebruik (Vlaamse Overheid, 2013), spelen reststromen een sleutelrol in het beperken van de milieu-impact van de (bio)economie. Omdat **biomassareststromen** niet eindeloos zijn en inzet voor verschillende toepassingen mogelijk is, is een duidelijk kader voor hun bestemming cruciaal. De Vlaamse cascade voor waardebehoud legt hiervoor een prioriteitsvolgorde vast - voeding, dierenvoeding, materiaaltoepassing, energie - die economische en functionele waarde maximaliseert (Vlaamse Overheid, 2021). OVAM vertaalde deze in een specifieke **cascade** voor de kringloop van groen-, bos-, natuur- en landschapsbeheer, zoals weergegeven in Figuur 3 (Vlaamse Overheid, 2021).




**FIGUUR 3: CASCADE VOOR DE KRINGLOOP GROEN-, BOS-, NATUUR EN LANDSCHAPSBEHEER VAN OVAM. BRON: OVAM & DLV, 2023, P.72.**

**Natuurmaaisel** valt onder deze cascade. Het komt jaarlijks vrij vanuit biodiversiteitsdoelen, waardoor preventie van deze biomassa onwenselijk is. Hoewel OVAM in eerste instantie preventie en hergebruik voorschrijft, ligt de focus bij natuurmaaisel op valorisatie.

Wettelijk wordt natuurmaaisel geclassificeerd als **afvalstof**[1], die onder strikte voorwaarden moet opgeslagen, vervoerd en verwerkt worden (Vlaamse Regering, 2023, art. 4.3.2, §1, 5°; art. 6.1.1.1; art.

[1] Strikt genomen als bedrijfs- en groenafval (Vlaamse Regering, 2023, art. 4.3.2, §1, 5°).

6.1.1.3, 1°). De huidige regelgeving stelt dat het maaisel maximaal een week op het terrein mag blijven liggen tussen april en oktober, en één maand tussen november en maart. Daarna moet het materiaal afgevoerd worden naar een erkende composteer- of vergistingsinstallatie (OVAM, 2016).

Een uitzondering hierop geldt wanneer het maaisel wordt ingezet als veevoeder (Europese Unie, 2008, art. 2, lid 2, onder e). Andere toepassingen zijn ook mogelijk mits een grondstoffenverklaring[2] van OVAM bekomen werd.

De transitie naar een circulaire economie vereist de ontwikkeling van nieuwe businessmodellen (Donner & de Vries, 2021). Nieuwe bio-based **waardeketens** worden dan ook volop ontwikkeld (Ellen MacArthur Foundation et al., 2015; Europese Commissie, 2018; Vlaamse Overheid, 2013). Ook voor natuurmaaisel wordt sterk ingezet op **valorisatiemethoden**: verwerkingen waarbij maaisel omgezet wordt in producten of halffabricaten[3] met een hogere economische of functionele waarde. Figuur 4 geeft een vereenvoudigd beeld van de huidige Vlaamse waardeketen rond natuurmaaisel, met recente projecten, organisaties, ondernemingen en overheden die de valorisatie faciliteren.

FIGUUR 4: WAARDEKETEN ROND HET VALORISEREN VAN NATUURMAAISEL, MET AANDUIDING VAN PROJECTEN, ORGANISATIES EN ONDERNEMINGEN DIE DEZE KETEN MEE FACILITEREN.

[2] Een grondstoffenverklaring stelt dat een bepaald materiaal niet langer als afvalstof wordt beschouwd, en dus als grondstof gebruikt kan worden. OVAM beoordeelt a.d.h.v. de afvaldefinitie en het beoordelingskader uit het Materialendecreet en VLAREMA of een grondstoffenverklaring bekomen kan worden voor een specifiek materiaal, geproduceerd door een specifieke producent, met oog op een specifieke toepassing (OVAM, z.d.; Vlaamse Overheid, 2021; Vlaamse Regering, 2023, art. 2.4.1.3).

[3] Halffabricaten zijn tussenproducten van een gedeeltelijke verwerking, die via verdere verwerking eind-producten worden. Zo kan grassap (halffabricaat) verder verwerkt worden tot veevoeder (eindproduct).

In dit onderzoek wordt onderscheid gemaakt tussen de **overkoepelende waardeketen** (het algemene model van actoren en processtappen) en de **specifieke waardeketens** (praktijkvoorbeelden per toepassing). Aangezien er verschillende valorisatiemethoden zijn om producten uit natuurmaaisel te bekomen, wordt iedere valorisatie beschouwd als een eigen variant van deze algemene keten. Zo zijn er bijvoorbeeld specifieke waardeketens rond grassap, grasisolatie en graspapier.

## 2.3 Afbakenen probleemstelling en onderzoeksvragen

Het beheer van veengebied De Zegge levert jaarlijks een aanzienlijke hoeveelheid natuurmaaisel op, wat een belangrijk financieel knelpunt vormt voor de beheerder. Tegelijkertijd wordt natuurmaaisel in Vlaanderen erkend als een reststroom met circulair potentieel. Ondanks de vele projecten en onderzoeken is het voor natuurbeheerders zoals De Zegge moeilijk uit te maken welke circulaire verwerkingen daadwerkelijk toepasbaar en rendabel zijn in hun specifieke context. Dit onderzoek wil deze leemte opvullen door het aanbod van waardeketens voor natuurmaaisel in kaart te brengen, inclusief de kansen en knelpunten.

De **hoofdonderzoeksvraag** is daarbij: “Wat zijn de meest opportune waardeketens rond het valoriseren van natuurmaaisel voor De Zegge?”.

Volgende **deelvragen** werden daarbij onderzocht:

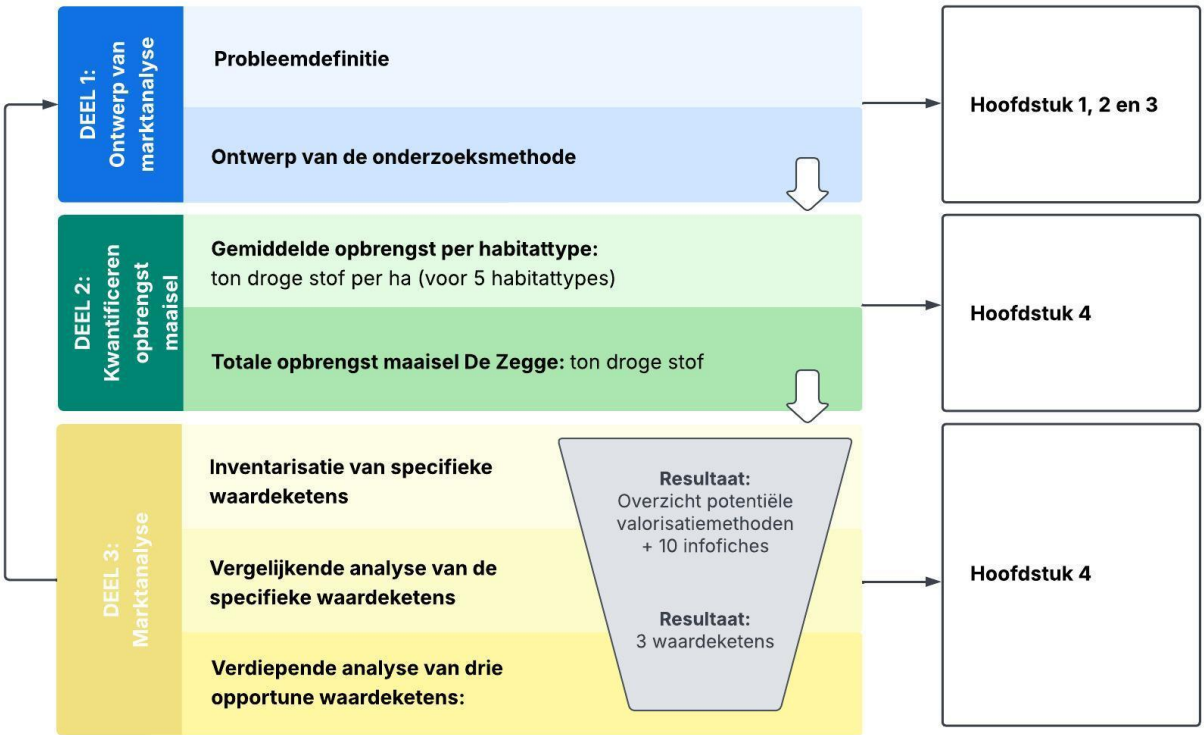
- Wat is de jaarlijkse maaiselopbrengst van De Zegge (in ton droge stof)?
- Wat is de huidige aanpak van natuurbeheerders en aannemers met natuurmaaisel?
- Welke specifieke waardeketens bestaan er rond het valoriseren van natuurmaaisel?
- Welke waardeketens zijn het meest opportuun voor De Zegge, rekening houdend met ecologische, logistieke en economische aspecten?
- Welke voorwaarden stellen de meest opportune waardeketens voor de verwerking van natuurmaaisel, en hoe functioneren zij in de praktijk?
- Welke kansen bestaan er om de knelpunten in waardeketens rond natuurmaaisel te overwinnen?

Daarbij lag de focus op de schakels in de waardeketen tussen natuurbeheerder en verwerker, en op ketens in Vlaanderen en eventueel Nederland. Enkel voor graspapier werd aanvullend gekeken naar Duitsland, aangezien graspapier geproduceerd in Duitsland verkrijgbaar is op de Vlaamse markt. Deze afbakening werd gemaakt om zo relevant mogelijke pistes te kunnen identificeren voor De Zegge. Daarbij streeft De Zegge het vinden van een verwerking na die kan zorgen voor een financiële break-even voor De Zegge en een hoogwaardige inzet van maaisel in de materialenkringloop.

# 3. Methodologie

Om de geformuleerde onderzoeksvragen te beantwoorden werd een verkennende marktanalyse uitgevoerd aan de hand van **'value chain analysis'**. Deze analyse brengt de volledige keten van een product of dienst in kaart, van grondstof tot eindgebruiker. Ook de betrokken actoren, hun functies en onderlinge relaties worden visueel weergegeven (Hopkins & Wallerstein, 1986, in Bair, 2005, p. 155). Afhankelijk van het onderzoeksveld verschilt de precieze invulling van value chain analysis (Zamora, 2016), maar het doel is steeds het verkrijgen van inzicht in hoe waarde wordt gecreëerd en verdeeld, en het blootleggen van kansen en knelpunten. Steeds vaker worden hierin ook duurzaamheidsaspecten meegenomen (Kuepper & Quiroz, 2023), waarmee deze methode een krachtige tool wordt voor beleidsadvies en duurzame innovatie.

Om de waardeketen rond natuurmaaisel in kaart te brengen, bestaat deze masterscriptie uit meerdere delen. Figuur 5 geeft een schematische voorstelling van de methodologische onderdelen. Voor deze visuele opbouw werd inspiratie gehaald uit de methodologie van Xiao en Watson (2019). De alinea's die volgen lichten ieder onderdeel van onderzoek verder toe.




FIGUUR 5: SCHEMATISCH OVERZICHT METHODOLOGIE.

## 3.1 Deel 1: Ontwerp van marktanalyse

De probleemdefinitie werd uitgewerkt aan de hand van gesprekken met De Zegge en literatuuronderzoek, zoals reeds toegelicht in Hoofdstuk 1.

Dit onderzoek kende een **iteratief karakter**, waarbij de onderzoeksmethoden werden afgestemd op het voortschrijdend inzicht in de probleemstelling en bijhorende onderzoeksvragen. Belangrijke methodologische keuzes werden genomen in overleg met de conservator van De Zegge, wat toeliet het onderzoek zo relevant mogelijk te maken voor het natuurgebied zelf. Daarnaast werd het ruimere beheerteam bij één overlegmoment betrokken, wat bijdroeg aan een brede afstemming over eerste resultaten, en het nauwer laten aansluiten van het onderzoek bij de praktische context van De Zegge.

## 3.2 Deel 2: Kwantificeren opbrengst maaisel van De Zegge

Bij het verkennen van valorisatiemogelijkheden, vormen gegevens over de opbrengst van maaisel de basis voor gesprekken met potentiële afnemers. In lijn met eerdere inventarisaties van natuurmaaisel (Compeer & Mattheij, 2017; Van Meerbeek et al., 2016), werd de jaarlijkse opbrengst van De Zegge berekend in droge stof per hectare.

In juli 2024 vond vegetatiebemonstering plaats. In totaal werden daarbij 57 meetpunten bemonsterd, verspreid over de vijf habitattypes met maaibeheer. Op elk meetpunt werd vervolgens de 'standing crop' bepaald: de hoeveelheid bovengrondse plantaardige biomassa op dat moment aanwezig, uitgedrukt in droge stof. Concreet werd in representatieve vlakken van 0.4 x 0.4m de bovengrondse vegetatie afgesneden, waarna deze 24 uur werd gedroogd in een labo bij 70 °C, en vervolgens gewogen. Per vlak werden de waarden omgerekend naar ton droge stof per hectare. Vervolgens werd de mediaanopbrengst per habitattype berekend in ton per hectare.

Door de mediaanopbrengst per habitattype te combineren met een maaikaart in QGIS, werd de totale opbrengst maaisel voor De Zegge in 2024 berekend in ton droge stof. Omdat de maaikaart een exacte aanduiding gaf van percelen die in 2024 gemaaid werden, bleven niet gemaaide delen buiten beschouwing.

## 3.3 Deel 3: Marktanalyse

De marktanalyse gebeurde in **drie fasen**. In een eerste fase werd breed verkend welke specifieke waardeketens rond natuurmaaisel bestaan of in ontwikkeling zijn. In een tweede fase werden deze met elkaar vergeleken om de meest opportune waardeketens voor De Zegge te selecteren. Deze drie

geselecteerde ketens werden in de derde fase diepgaander geanalyseerd. In alle fasen werd informatie verzameld via documentenanalyse en semigestructureerde interviews,

### 3.3.1 Documentenanalyse

**Wetenschappelijke literatuur** werd gezocht via: 'Research Gate', 'Science Direct' en 'Google Scholar'. Hierbij werden volgende zoektermen ingegeven: natuurmaaisel, maaisel, reststroom, biomassa, circulair, hoogwaardig, opwaarderen. Via backward searching werden relevante bronnen uit referentielijsten gevonden. Daarnaast droegen stakeholders, via interviews of contact per mail, aanvullende bronnen aan.

Aangezien de documentenanalyse van een marktstudie gebaat is bij een **meer divers spectrum aan bronnen** dan enkel wetenschappelijke literatuur (Calantone & Vickery, 2009), werd ook via de zoekmachine 'Ecosia' gezocht naar informatie over bedrijven, projecten en studiedagen rond natuurmaaisel. Dit leverde beleidsdocumenten, rapporten, presentaties van studiedagen en websites van relevante projecten of bedrijven op.

De geselecteerde bronnen voldoen aan volgende **criteria**:

- Informatie m.b.t. Vlaanderen of Nederland, of relevante buitenlandse voorbeelden (vb. Duitse producent van graspapier dat verkrijgbaar is in Vlaanderen)
- Recente informatie (bij voorkeur minder dan 8 jaar oud)
- Representatie van diverse stakeholders (natuurbeheerders, verwerkers, overheden, instellingen, regionale projecten, consumentenorganisaties)
- Bij voorkeur: specifieke informatie over maaisel uit veengebieden (natter, groffer maaisel)

### 3.3.2 Semigestructureerde interviews

De interviews verliepen met een vooraf opgestelde vragenlijst als **leidraad** [4], ontwikkeld in samenspraak met De Zegge. Geschikte stakeholders werden geïdentificeerd via de **contacten** van De Zegge, de documentenanalyse of eerdere interviews. De gesprekken gebeurden online via Microsoft Teams, of via telefoon. Achteraf werden de interviews uitgewerkt in een verslag, dat ter controle aan de respondenten werd voorgelegd. **Informed consent**[5] werd schriftelijk of mondeling verkregen. Tabel 1 en Tabel 2 op de volgende pagina's tonen welke stakeholders geïnterviewd werden.

[4] De leidraad voor de interviews werd als bijlage toegevoegd (Bijlage 1: Leidraad interviews.
[5] Een blanco versie werd als bijlage toegevoegd (Bijlage 2: Blanco informed consent)

### Fase 1 en 2: Inventarisatie en vergelijking van specifieke waardeketens

Voor de **eerste en tweede fase** werden in totaal **23 interviews** afgenomen van natuurbeheerders, aannemers, project- en bedrijfsmedewerkers. De geïnterviewde natuurbeheerders zijn werkzaam binnen de ruime regio rond De Zegge.

Omdat de maaiwerken in Vlaamse natuurgebieden voor een aanzienlijk deel uitgevoerd worden door externe aannemers, werd gekozen om ook hen te interviewen. Bij natuurbeheerders en aannemers lag de focus op de omgang met hun reststroom aan maaisel: welke werkwijze hanteerden ze vroeger, wat is de huidige aanpak en welke toekomstige pistes worden verkend. Daarbij werden ook de voor- en nadelen van iedere aanpak bevraagd.

Bij project- en bedrijfsmedewerkers peilden de interviews naar hun bijdrage aan circulaire oplossingen en welke voor- en nadelen iedere valorisatiemethode inhoudt. Aan alle groepen werd gevraagd welke kansen en mogelijkheden er zijn voor het meer circulair verwerken van natuurmaaisel.

TABEL 1: OVERZICHT VAN ORGANISATIES DIE GEÏNTERVIEWD WERDEN VOOR DE INVENTARISATIE EN VERGELIJKING VAN SPECIFIEKE WAARDEKETENS.

| **Natuurbeheerders (8)** | **Projectmedewerkers (7)** | **Aannemers (6)** |
|---|---|---|
| Agentschap Natuur & Bos (3)<br>• Boswachters (2)<br>• Gebiedscoördinator (1) | Alter-Peat (ILVO) | De Vlieger BVBA |
| Natuurpunt (5)<br>• Teamleider (1)<br>• Vrijwillige beheerders (3)<br>• Consulent beheeruitvoering (1) | CloceCycle (Natuurpunt) | F. Kennes BV |
| | GR4SS (D4) | J. Van Bodegom & Zn BV |
| **Bedrijfsmedewerkers (2)** | GRASSCO (Natuurinvest) | Landbeheer BV |
| GECA Environment (Expert in pyrolyse) | LIFE Green Valleys (Natuurpunt) | PEKA Communicatie & Ecobeheer NV |
| Zwart-op-wit (Drukkerij) | Platform voor Industriële Symbiose (OVAM) | Vandervelden BVBA |
| | Rejuice (United Experts) | |

In de resultaten wordt verwezen naar interviews met een codeersysteem, waarbij de eerste letter het type respondent aanduidt en het cijfer een willekeurig volgnummer. De gebruikte codes zijn:

- Nx = Natuurbeheerders
- Px = Projectmedewerkers
- Ax = Aannemers
- Bx = Bedrijfsmedewerkers

Zo verwijst “P2” bijvoorbeeld naar de tweede geïnterviewde projectverantwoordelijke. Deze codering dient ter bescherming van de anonimiteit van de respondenten.

### Fase 3: Verdiepende analyse van drie opportune waardeketens

In de derde fase werd voor elke geselecteerde waardeketen een bedrijfsmedewerker geïnterviewd met ervaring in deze specifieke verwerking. De interviews richtten zich op zowel technische aspecten van de verwerking, als op concrete afspraken met natuurbeheerders over het afnemen van maaisel, inclusief de verdeling van transportkosten. Daarnaast werd gevraagd welke voor- en nadelen verwerkers ervaren bij het valoriseren van natuurmaaisel. Dit resulteerde in een verkennend, niet-exhaustief overzicht van handelaars en verdelers van eindproducten op basis van natuurmaaisel.

TABEL 2: OVERZICHT VAN BEDRIJVEN EN PERSONEN DIE GEÏNTERVIEWD WERDEN VOOR DE VERDIEPENDE ANALYSE VAN DE DRIE OPPORTUNE WAARDEKETENS.

| Waardeketen | Bedrijf | Geïnterviewden |
|---|---|---|
| Veenvrije potgrond | Agricon | Pieter Jansen |
| Isolatiemateriaal | Gramitherm | Thijs Theunis |
| Papier | Waardewenders | Herrejan Veenema |

## 3.3.3 Toelichting bij vergelijkende analyse van de specifieke waardeketens

Op basis van de verzamelde informatie uit de eerste fase werden **tien infofiches**[6] opgesteld, elks gewijd aan een circulair product uit natuurmaaisel. Elke infofiche bevat een korte toelichting van de valorisatiemethode, het bekomen product en een sterkte-zwakte analyse van de keten. Tabel 3 geeft een overzicht van de infofiches.

TABEL 3: OVERZICHT INFOFICHES VAN TIEN SPECIFIEKE WAARDEKETENS

| Infofiches | | | |
|---|---|---|---|
| **1** | Grassap | **6** | Biochar |
| **2** | Isolatiemateriaal | **7** | Boerderijcompostering |
| **3** | Papier | **8** | Bokashi |
| **4** | Veenvrije potgrond | **9** | Biogas |
| **5** | Bioplastics en composietmaterialen | **10** | Energiebriketten en -pellets |

De tien ketens uit de infofiches werden vervolgens met elkaar vergeleken om te bepalen welke mogelijkheden op dit moment met **het meeste opportuun zijn** voor De Zegge. Dit is echter geen eenvoudige oefening, aangezien veel onderzochte valorisatiemethoden zich nog in een onderzoeks- of pilootfase bevinden en het economisch draagvlak vaak onzeker is. Deze inschatting moet daarom met de nodige omzichtigheid gehanteerd worden.

[6] Deze infofiches werden als bijlage toegevoegd (Bijlage 4: Infofiches circulaire producten uit natuurmaaisel.

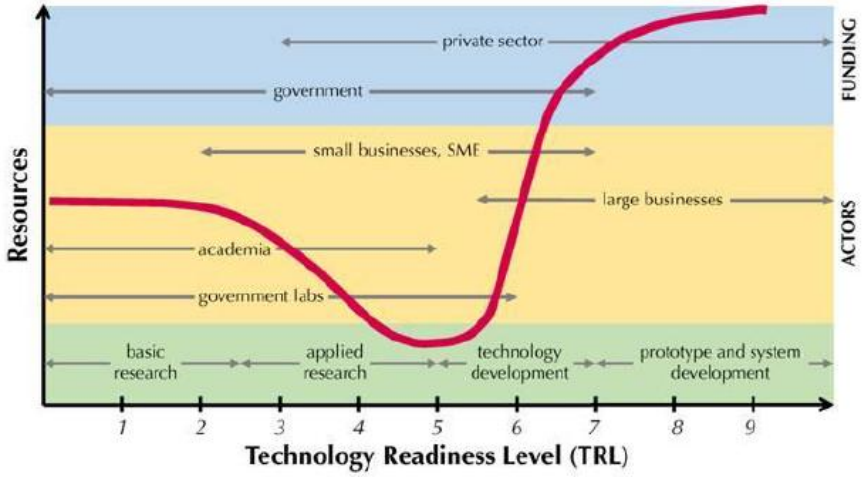
**Volgende criteria** zijn gebruikt voor de inschatting:

- **Technology Readiness Level (TRL):** deze metrische schaal kan gebruikt worden om de maturiteit van een nieuwe technologie in te schalen met een score tussen 1 en 9.
- **Hoogwaardigheid**: Deze werd bepaald met behulp van de cascade voor de kringloop groen-, bos- natuur en landschapsbeheer van OVAM[7].
- **Lokale verwerking:** Bepaalde verwerkingen laten sterker toe om maaisel op heel lokale schaal te valoriseren. Andere vereisen transport naar verder liggende faciliteiten. Omwille van duurzaamheidsvoordelen, kregen verwerkingen op lokale schaal een voordelige score.
- **Duurzaamheid**: Technologie waarbij de voordelen voor milieu en klimaat - ten opzichte van traditionele grondstoffen of productieprocessen - degelijk ondersteund worden door onderzoek, krijgen een hogere score.
- **Logistieke complexiteit**: De verwerking van maaisel levert een range van minder en meer complexe logistieke keten op. Hoogtechnologische verwerkingen vereisen vaker verschillende stappen van voorbehandeling en transport. De technieken met een complexere ketens kregen lagere scores.
- **Kwaliteit maaisel**: Technologieën die een breed spectrum aan maaisel kunnen verwerken, en het minst eisen stellen aan de eigenschappen van maaisel kregen de hoogste scores. Bepaalde technieken vereisen dan weer een hogere versheid, een bepaalde structuur of chemische samenstelling.
- **Marktperspectief**: Het valoriseren van maaisel vereist ook een sterke marktvraag en marktcreatie, zodat een leefbaar verdienmodel kan ontstaan. Bepaalde verwerkingsmethoden van maaisel staan hier op dit moment verder in dan andere.
- **Compatibel met De Zegge**: Niet alle verwerkingsmethoden zijn compatibel met de specifieke context van De Zegge. Met dit criterium wordt een inschatting gemaakt van hoe haalbaar een verwerking is met de beheerwerken en het maaisel van De Zegge.

**Technology Readiness Level** is een internationaal erkende metrische schaal om de technologische maturiteit van een innovatie te bepalen, evenals zijn relatie tot de markt (APRE & CDTI, 2022; Kobos et al., 2018; Salvador et al., 2025). Ze werd oorspronkelijk ontwikkeld in de jaren 90 door NASA, maar vond al snel ingang in andere sectoren (Beims et al., 2019; Hjorth & Brem, 2016).

[7] Zoals reeds besproken werd in Hoofdstuk 2 (Figuur 3).

Zoals weergegeven in Figuur 6: Visuele weergave van de TRL-niveaus en de bijhorend beschikbaar kapitaal op vlak van betrokken actoren en financiering. Overgenomen uit APRE & CDTI (2022), p.4., gebruikt TRL een schaal van 1 tot 9, die de maturiteit van een technologie kan vaststellen vanaf het eerste concept tot aan volwaardige productie. Niveau 1 houdt hierbij het observeren van basisprincipes in (fundamenteel onderzoek), waar niveau 9 wordt bereikt bij een volledig operationeel systeem in commerciële toepassing. TRL biedt zo een basis om verschillende innovaties en hun vorderingen met elkaar te vergelijken (Beims et al., 2019) en om het verdere ontwikkeltraject van een technologie uit te zetten (Drescher et al., 2016).




**FIGUUR 6: VISUELE WEERGAVE VAN DE TRL-NIVEAUS EN DE BIJHOREND BESCHIKBAAR KAPITAAL OP VLAK VAN BETROKKEN ACTOREN EN FINANCIERING. OVERGENOMEN UIT** APRE & CDTI (2022), P.4.

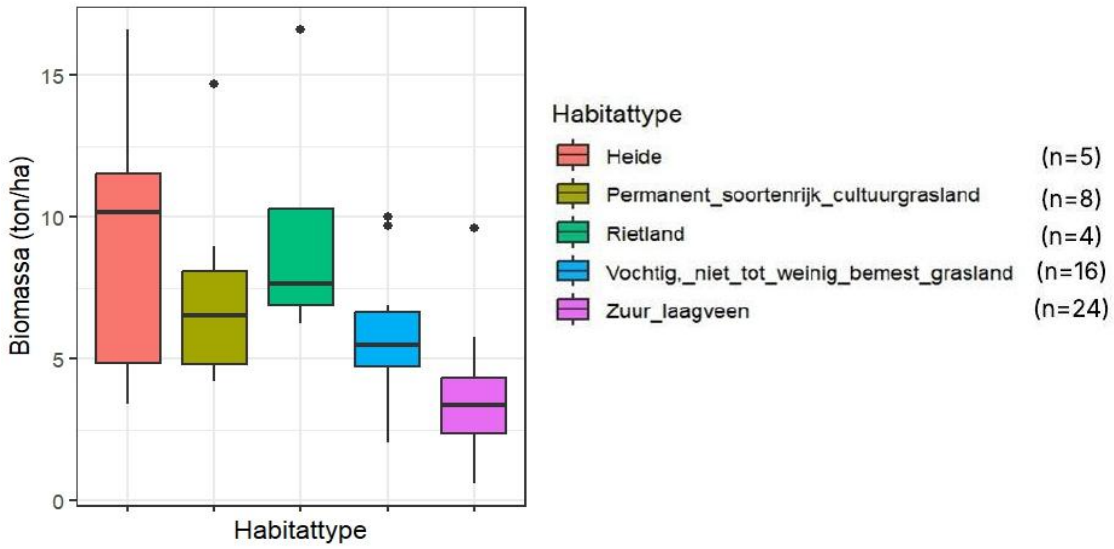
Binnen de Europese context werd TRL o.a. geïntroduceerd als beoordelingsinstrument voor EU-financiering bij onderzoeks- en innovatieprojecten binnen het Horizon 2020 programma. Om projecten te ondersteunen bij een correcte toepassing van TRL, werd de BRIDGE2HE-zelfbeoordelingstool uitgewerkt (APRE & CDTI, 2022). Dit onderzoek hanteerde deze tool om de technologische maturiteit van verwerkingsmogelijkheden voor natuurmaaisel in te schalen.

# 4. Resultaten

## 4.1 Kwantificeren jaarlijkse opbrengst maaisel van De Zegge

### 4.1.1 Standing crop per habitattype

De boxplots in Figuur 7 geven de spreiding van de berekende 'standing crop' per habitattype weer. Bijhorende gegevens worden verduidelijkt met een waardentabel in de bijlagen (Bijlage 3: Maaiselopbrengst De Zegge: Tabel bij boxplot biomassa per habitattype).




FIGUUR 7: BOXPLOT STANDING CROP PER HABITATTYPE. PER HABITATTYPE TOONT ZE DE MEDIAAN (CENTRALE LIJN), DE SPREIDING TUSSEN EERSTE EN DERDE KWARTIEL (DE BOX), DE MINIMALE EN MAXIMALE WAARDEN (LIJNEN) EN EVENTUELE UITSCHIETERS (PUNTEN BUITEN HET BEREIK).

De resultaten tonen duidelijke verschillen in **biomassa-opbrengst** tussen en binnen de habitattypes. 'Heide' laat met een 10,17 ton/ha de hoogste mediaanopbrengst zien, gevolgd door 'Rietland' met een mediaan van 7,66 ton/ha. 'Permanent soortenrijk cultuurgrasland' heeft met 6,52 ton/ha een relatief hoge mediaanopbrengst. Voor 'vochtig, niet tot weinig bemest grasland' ligt de mediaan iets lager, op 5,49 ton/ha.

Ook de **spreiding** toont variatie tussen de habitattypes. Waar 'Heide' en 'rietland' de meest ruime en asymmetrische spreiding hebben, vertonen 'Permanent soortenrijk cultuurgrasland' en 'zuur laagveen' een meer symmetrische spreiding,

'Rietland', 'Permanent soortenrijk cultuurgrasland' en 'zuur laagveen' tellen elks één **uitschieter**. Voor 'vochtig, weinig tot niet bemest grasland' werden er twee gevonden. Alle uitschieters liggen in de hogere waarden. Hoewel uitschieters de spreiding beïnvloeden, werd ingeschat dat de mediaan een betrouwbare maat blijft voor de gemiddelde biomassa.

### 4.1.2 Opbrengst natuurmaaisel van De Zegge in 2024

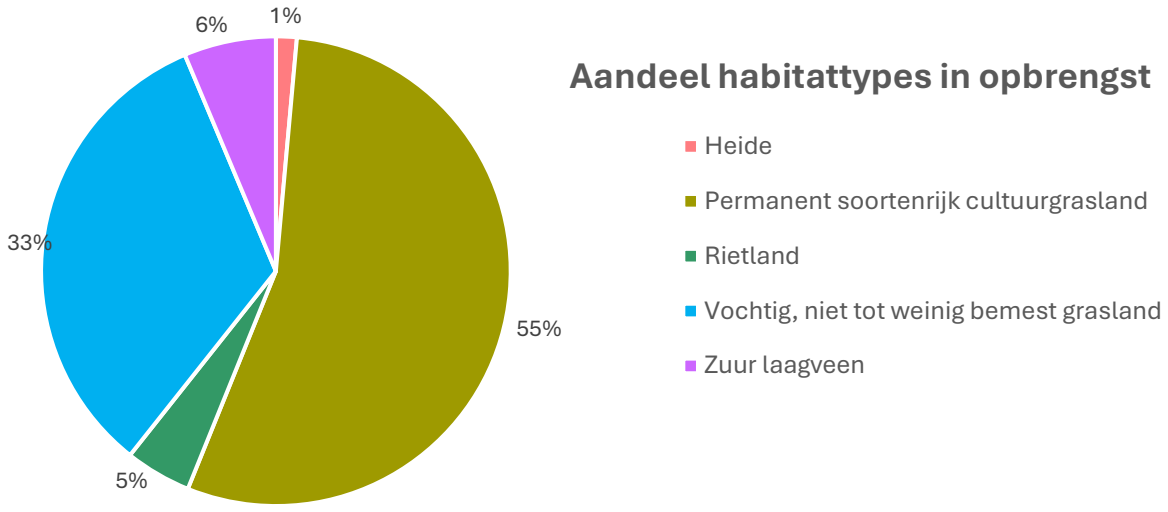
Op basis van voorgaande gegevens werd een schatting gemaakt van de opbrengst in 2024. Deze werd telkens berekend op basis van drie referentiewaarden uit de boxplots: het eerste kwartiel (Q1), de mediaan en het derde kwartiel (Q3). Deze berekeningen geven respectievelijk een conservatieve, een gemiddelde en een optimistische schatting.

TABEL 4: TABEL BEREKENING OPBRENGST PER HABITATTYPE EN IN TOTAAL.

| Habitattype | Gemaaid (ha) | Biomassa Q1 (ton ds/ha) | Biomassa mediaan (ton ds/ha) | Biomassa Q3 (ton ds/ha) | Opbrengst Q1 (ton ds) | Opbrengst mediaan (ton ds) | Opbrengst Q3 (ton ds) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Heide** | 0.13 | 4.86 | 10.17 | 11.54 | 0.65 | 1.36 | 1.54 |
| **Permanent soortenrijk cultuurgrasland** | 7.93 | 4.83 | 6.52 | 8.08 | 38.29 | 51.69 | 64.09 |
| **Rietland** | 0.56 | 6.90 | 7.66 | 10.30 | 3.87 | 4.30 | 5.79 |
| **Vochtig, niet tot weinig bemest grasland** | 5.68 | 4.72 | 5.49 | 6.66 | 26.80 | 31.18 | 37.83 |
| **Zuur laagveen** | 1.77 | 2.38 | 3.39 | 4.34 | 4.20 | 5.99 | 7.68 |
| **Totaal** | **16.07** | | | | **73.82** | **94.53** | **116.92** |

Permanent soortenrijk cultuurgrasland' leverde met een mediaanopbrengst van 51,69 ton droge stof bij uitstek de grootse bijdrage aan de totale opbrengst. Ook 'vochtig, niet tot weinig bemest grasland' draagt met een mediaanopbrengst van 31,18 ton significant bij aan de biomassa. Habitattypes 'heide' en 'rietland' werden het minst gemaaid (0,13 en 0,56 ha), en leverden de laagste biomassa (mediaan 1,36 en 4,30 ton). Ook 'zuur laagveen' gaf met 5,99 ton een lage opbrengst.

Figuur 8 illustreert de **relatieve bijdrage** van ieder habitattype aan de totale maaiselopbrengst.




FIGUUR 8: TAARTDIAGRAM AANDEEL VAN HABITATTYPES IN TOTALE OPBRENGST.

De **totale opbrengst** voor het jaar 2024 wordt geschat op:

- 73,82 ton droge stof o.b.v. eerste kwartielen (conservatieve schatting)
- 94,53 ton droge stof o.b.v. mediaan (centrale schatting)
- 109,25 ton droge stof o.b.v. derde kwartielen (optimistische schatting).

## 4.2 Huidige aanpak natuurbeheerders en aannemers

Interviews met 15 natuurbeheerders en aannemers schetsten een beeld van gangbare praktijken in maaibeheer en verwerking van natuurmaaisel in de ruime regio rond De Zegge.

### 4.2.1 Maaiwerken

De maaiwerken worden meestal georganiseerd als een combinatie van drie pistes: via externe **aannemers**, via **eigen ploegen** (eventueel met vrijwilligers) en via concessieovereenkomsten met **landbouwers**. Aannemers worden vooral ingeschakeld voor grotere percelen of gebieden die minder toegankelijk zijn met gangbare machines. Percelen met kwetsbare vegetatie worden vaker door eigen mensen gemaaid (persoonlijke communicatie N3, 7 februari 2025; N5, 18 februari 2025). Percelen die geschikt zijn voor veevoeder of stalbedding worden indien mogelijk gehooid in samenwerking met landbouwers (persoonlijke communicatie N1, 6 februari 2025; N6, 28 februari 2025).

De afvoer van het maaisel ligt in handen van de uitvoerende partij - aannemer, landbouwer of natuurbeheerder. Waar natuurbeheerders zelf maaien, rust deze verantwoordelijkheid bij hen.

### 4.2.2 Gangbare verwerking van maaisel voor natuurbeheerders

In de praktijk zijn hooien en het laten ophalen van maaisel voor **compostering** de meest gangbare werkingen. Wel wordt aangegeven dat ophaling erg duur is en dat de logistiek van het transport uitdagend kan zijn. Grote vrachtwagens zijn vaak vereist, maar moeilijk inzetbaar bij natte of slecht bereikbare terreinen. Klimaatverandering en verdere vernatting bemoeilijken dit probleem structureel (Guisson, 2022; Gybels et al., 2012; persoonlijke communicatie N3, 7 februari 2025; N6, 28 februari 2025; P1, 6 februari 2025).

Bij gebrek aan andere oplossingen blijft maaisel soms in natuurgebieden liggen (persoonlijke communicatie N1, 6 februari 2025; N4, 13 feb. 2025). Beheerders vermijden dit liever, aangezien dit kan zorgen voor verrijking van bodem en grondwater en daarmee de gewenste verschraling van graslanden tegengaat (Kuiper & Caron, 2003; Natuurinvest/Inverde, 2024). Daarnaast houdt het **laten liggen** van maaisel risico's in voor verspreiding van onkruid, invasieve planten en plantpathogenen (Ros et al., 2012).

**Hooien** wordt breed gewaardeerd als waardevolle samenwerking met landbouwers, die langs beide kanten kosten bespaart. Helaas is vaak slechts een beperkt aandeel van natuurpercelen hiervoor geschikt (Oosterbaan et al., 2008; persoonlijke communicatie N4, 13 februari 2025). Bovendien wordt het moeilijker om samenwerkingspartners te vinden. Kleine landbouwbedrijven of hobby-boeren verdwijnen steeds vaker, of worden vervangen door grote melkveehouderijen die niet werken met hooi (persoonlijke communicatie N2, 6 februari 2025).

Sommige natuurbeheerders **composteren** lokaal **in samenwerking met landbouwers** (persoonlijke communicatie N6, 28 februari 2025; N8, 6 juni 2025). Deze praktijk is vaak langdurig ingeburgerd en speelt in op de nood aan koolstofrijke bodemverbeteraars voor landbouwgrond. Toch vallen ze momenteel buiten het officiële wettelijk kader, maar worden hier en daar gedoogd. Zulke samenwerkingen bevinden zich in een grijze zone. Beheerders ervaren dit als onwenselijk en zoeken naar formele erkenning (persoonlijke communicatie N6, 28 februari 2025).

### 4.2.3 Gangbare verwerking van maaisel voor aannemers

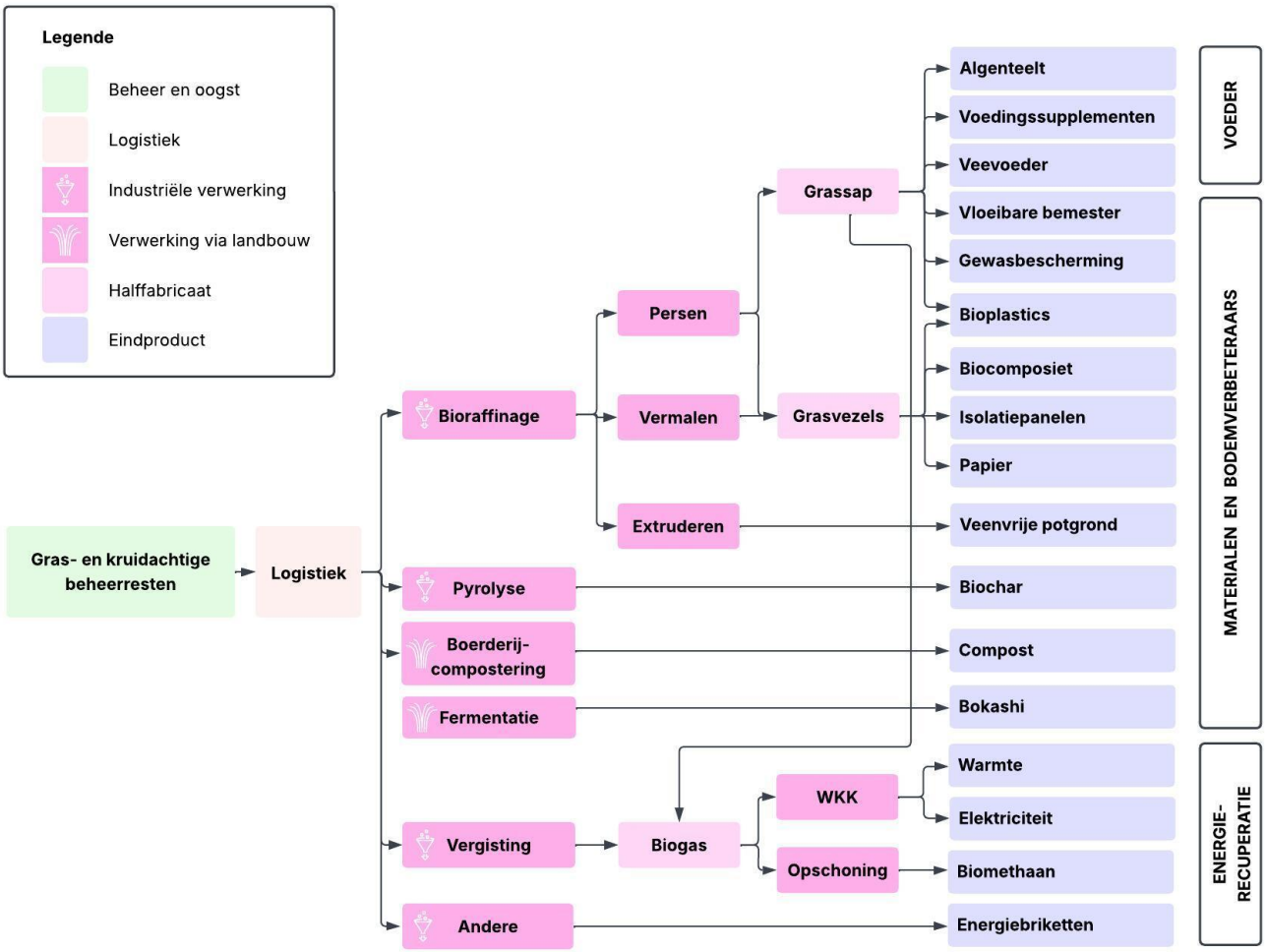
Ook voor aannemers loopt het afzetten van maaisel niet zonder uitdagingen. Erkende **compostering** wordt genoemd als de meest gangbare, maar ook dure optie (persoonlijke communicatie A2, 30 april 2025; A3, 30 april 2025). Bovendien zijn er slechts een beperkt aantal spelers die maaisel aannemen, zeker in grote hoeveelheden (persoonlijke communicatie A4, 3 juni 2025). Verschillende composteringsinstallaties moeten strikte volumelimieten hanteren ter preventie van geuroverlast. Biomassa wordt hierdoor niet altijd geaccepteerd, zodat aannemers soms bij verschillende installaties moet aankloppen om maaisel af te voeren. Dit veroorzaakt extra transportkosten die niet altijd vooraf in te schatten zijn (persoonlijke communicatie A4, 3 juni 2025; A5, 11 juni 2025).

Hoewel **vergisting** wettelijk mogelijk is, merken bepaalde aannemers hoge afnameprijzen of strenge eisen aan maaisel op voor deze verwerking. Dit maakt vergisting van maaisel in de praktijk niet werkbaar (persoonlijke communicatie A4, 3 juni 2025; A5, 11 juni 2025).

## 4.3 Inventarisatie van specifieke waardeketens

Een aantal natuurbeheerders of aannemers vonden alternatieve oplossingen in samenwerking met projecten of bedrijven. Deze partnerschappen zijn vaak pril en verkennend, maar tonen aan dat er technisch gezien alvast een aantal mogelijkheden zijn om maaisel te valoriseren.

Figuur 9 biedt een overzicht van deze methoden, die werden gerangschikt in hoogwaardigheid volgens de cascade voor groen-, bos-, natuur- en landschapsbeheer van OVAM (Vlaamse Overheid, 2021).




FIGUUR 9: OVERZICHT GEÏDENTIFICEERDE SPECIFIEKE WAARDEKETENS ROND NATUURMAAISEL IN VLAANDEREN.

### 4.3.1 Valorisatiemethoden van natuurmaaisel

In samenwerking met landbouw of industrie, is het mogelijk om maaisel te verwerken tot voeder, materialen of energie. In de landbouwsector kan maaisel onder meer ingezet worden voor boerderijcompostering of fermentatie. Binnen de industrie zijn bioraffinage, pyrolyse en verschillende vormen van energierecuperatie mogelijk[8].

#### Industriële verwerkingen

**Bioraffinage** is een verzamelnaam voor technologieën die biomassa scheiden in verschillende fracties die - al dan niet via verdere bewerking - afzonderlijk een specifieke toepassing krijgen (Gaffey et al., 2023; Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit, 2007). Bioraffinage doelt zo op een optimaal gebruik van alle componenten uit biomassa, en het benutten van de maximale waarde ervan (Kurka & Menrad, 2009).

[8] Een meer uitgebreide bespreking van de valorisatiemethoden is terug te vinden in de tien infofiches in (Bijlage 4: Infofiches circulaire producten uit natuurmaaisel

**Persen** is een vorm van bioraffinage waarbij natuurmaaisel wordt gescheiden in een natte en droge fractie: respectievelijk grassap en grasvezels. Beide halffabricaten zijn bruikbaar voor uiteenlopende toepassingen. Grasvezels kunnen ook bekomen worden via de techniek van **vermalen**. Daarbij verwerkt een molen gedroogd maaisel tot vezels van verschillende lengtes (Verhaert, 2019).

**Extrusie** is een techniek waarbij o.a. organische stromen in een bepaalde vorm geperst worden. Bij dit intensieve mechanische proces wordt materiaal onder hoge druk en meestal ook hoge temperatuur door een smalle opening (de matrijs) geperst (Konan et al., 2022). Zo wordt met extrusie bv. de gewenste vorm van pasta of brokken voor dierenvoeding verkregen. Via extrusie van maaisel kan een alternatief voor turf in potgrond bekomen worden.

**Pyrolyse** is een thermochemisch proces waarbij organisch materiaal, zoals maaisel, tegen hoge temperatuur verhit wordt in een zuurstofarme of -loze omgeving (Elbersen & Spijker, 2014; Ranjbari et al., 2022; Vlaco vzw, 2015a). Dit proces levert onder meer biochar op: een vaste, koolstofrijke reststof, vergelijkbaar met houtskool (Beims et al., 2019; Knotter et al., 2022).

**Vergisting** is een biologisch afbraakproces waarbij micro-organismen organisch materiaal onder anaerobe omstandigheden omzetten in biogas. Via een warmtekrachtkoppeling (WKK) kan biogas omgezet worden naar elektriciteit en warmte voor eigen verbruik of verkoop (Velghe et al., 2014). Ook uit maaisel kan biogas verkregen worden.

**Energiebriketten** kunnen met een bepaalde machine vervaardigd worden uit geperste balen hooi. Ook bestaan er verbrandingsinstallaties die balen geheel kunnen verbranden, zonder de omzetting tot briketten.

#### Verwerking via landbouw

**Boerderijcompostering** is een samenwerkingsmodel waarbij landbouwers en natuurbeheerders hun organische reststromen, waaronder natuurmaaisel, samen composteren. Typisch worden de reststromen in openlucht op rijen gezet, rillen genaamd, die geregelmatig bewerkt worden met een compostkeerder om het materiaal te verkleinen en te beluchten (PPAE Hansbeke, z.d.).

Binnen landbouw wordt **fermentatie** ingezet voor het bekomen van bodemverbeteraars. Daarbij wordt plantaardig materiaal gecontroleerd afgebroken door micro-organismen onder anaerobe omstandigheden (Natuurinvest/Inverde, 2024). Via een Japanse fermentatie-techniek genaamd Bokashi kan maaisel verwerkt worden tot bodemverbeteraar voor akkers.

### 4.3.2 Halffabricaten en producten uit natuurmaaisel

#### Grassap

Verschillende onderzoeks- en pilootprojecten verkennen de uiteenlopende toepassingen van grassap. Deze variëren van menselijke consumptie – als voedingssupplementen of als alternatieve eiwitbron via

de algenteelt – tot toepassingen als dierenvoeding, vloeibare bemester en vergisting tot biogas. Voorbeelden van zulke projecten in Vlaanderen en Nederland zijn *Grasgoed*, *Grassa* en *Grassification*. Het lopende project *Rejuice* bouwt verder op de resultaten van *Grassification*, met een sterkere focus op het opzetten van concrete waardeketens (Ryckebusch, 2025).

FIGUUR 10: GRASSAP UIT NATUURMAAISEL EN BALEN GEPERST VOOR STOCK BINNEN EEN PROJECT VAN PUBLIEK-PRIVATE ONDERNEMING GRASSCO. OVERGENOMEN UIT NATUURINVEST/INVERDE, 2024, P.11.

### Bioplastics en composietmaterialen

Nieuwe technologieën maken het mogelijk om materialen zoals plastics en composiet te ontwikkelen uit organisch materiaal. **Bioplastics** zijn homogene kunststoffen, geheel of gedeeltelijk vervaardigd uit hernieuwbare, organisch grondstoffen (Gaffey et al., 2023). Sommige types zijn biologisch afbreekbaar. **Biocomposieten** zijn samengestelde materialen die bestaan uit organische vezels, gecombineerd met (bio)plastics, additieven en vulstoffen (Back, 2017a). Ze worden ontwikkeld met het oog op sterkte en draagkracht (Voets et al., 2021).

Verschillende internationale en lokale onderzoeksprojecten tonen aan dat maaisel kan dienen als gedeeltelijke grondstof voor beide materialen. Een breed scala aan materialen en concrete producten werd reeds getest op labo- of pilootschaal, waaronder inbouwdozen, meubelplaten en picknicktafels (Frey, 2023; Thiewes, 2020; Voets et al., 2021). In Vlaanderen lopen projecten zoals *Grow a Green Future* en *Grassification*. Ook de publiek-private onderneming GRASSCO, onder leiding van Natuurinvest, ontwikkelt grasgebaseerde materialen, waaronder bioplastics (Vanderhoydonks, 2024).

FIGUUR 11: INBOUWDOZEN EN OPBERGDOOSJES GEMAAKT VAN PLASTICS WAARIN WEIDEGRAS VERWERKT WERD. GEPRODUCEERD DOOR BIOWERT IN DUITSLAND. OVERGENOMEN UIT FREY, 2023, P.3.

FIGUUR 12: PROTOTYPES VAN VEZELPLATEN UIT MAAISEL, GEPRODUCEERD DOOR HOGENT BINNEN HET PROJECT GRASSIFICATION. OVERGENOMEN UIT VOETS ET AL., 2021, P.12.

FIGUUR 13: PROTOTYPE VAN EEN PICKNICKSET UIT GRASCOMPOSIET, GEPRODUCEERD DOOR MILLVISION BINNEN HET PROJECT GRASSIFICATION. OVERGENOMEN UIT VOETS ET AL., 2021, P.8.

## Isolatiemateriaal

Grasisolatie biedt een duurzaam alternatief voor conventionele materialen, die zowel qua grondstoffen als processen sterk fossiel gebaseerd zijn (Duurzaam Gebouwd, 2021; Hamoen & Dortmans, 2020). Sinds 2019 produceert het Belgische bedrijf Gramitherm flexibele isolatiepanelen uit grasvezels. Deze activiteiten startten in het kader van het Europese innovatieproject *Grasgoed*, waarbij het oude boswachtershuis in Oud-Heverlee geïsoleerd werd met grasvezels – de eerste praktische toepassing van grasisolatie in Vlaanderen (Polspoel, 2019).

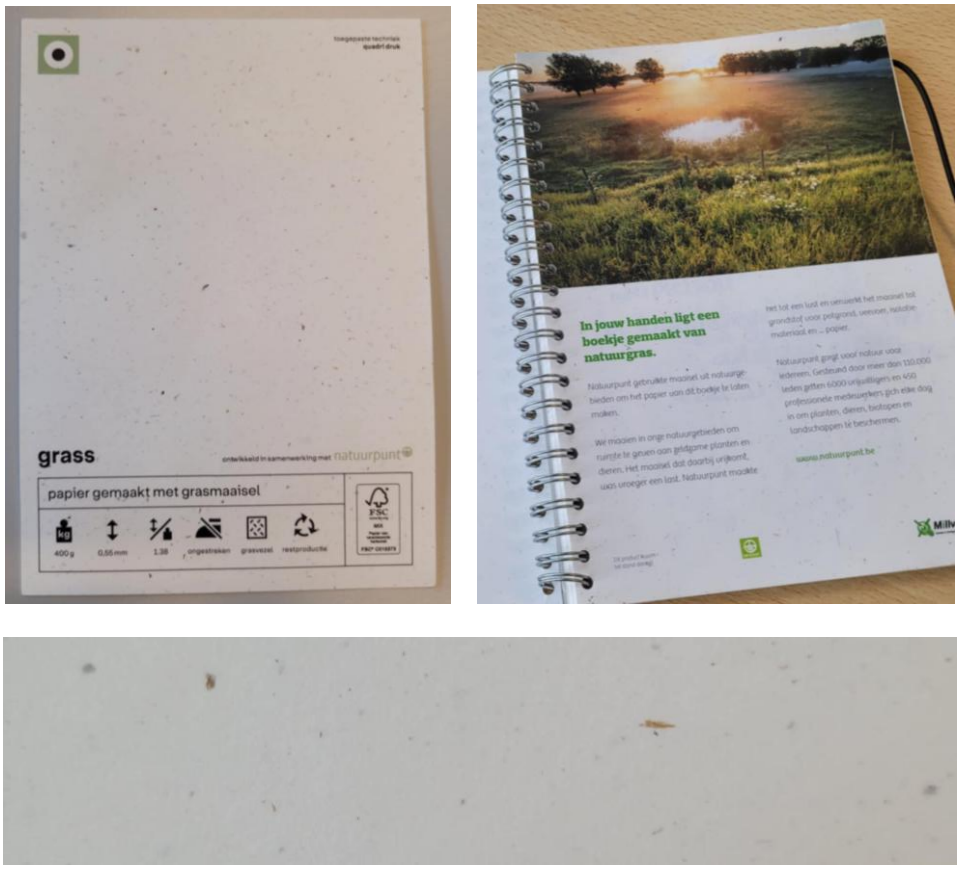
FIGUUR 14: VERPAKKING GRAMITHERM GRASISOLATIE. BRON: BOIS & HABITAT, Z.D.

### Papier

Natuurmaaisel kan op verschillende manieren worden verwerkt tot papier. De verwerking tot pulp wordt hoofdzakelijk in Duitsland toegepast (Verhaert, 2019). Daarnaast bestaan er een droge en natte techniek om geschikte grasvezels te produceren. Bij **natte verwerking** zorgt bioraffinage voor de scheiding in sappen en vezels. Daarna worden componenten zoals eiwitten, zuren en zouten met milde extractietechnieken verwijderd, tot enkel het lignocellulose plantskelet overblijft (Back, 2017b; Verhaert, 2019). Bij **droge verwerking** wordt maaisel eerst aan de lucht gedroogd en vervolgens vermalen tot vezels van geschikte afmetingen (Verhaert, 2019).

De bekomen grasvezels of -pulp worden gemengd met andere grondstoffen, zoals gerecycleerd papier of houtpulp. Hoe groter het aandeel grasvezels, hoe ruwer en vezeliger het papier oogt (Natuurinvest/Inverde, 2024).

In Vlaanderen en Nederland bewijzen projecten zoals *Grasgoed*, *Grassification* en *LIFE Green Valleys* de technische haalbaarheid van nichepapier, eierdoosjes, verpakkingspapier en -karton (Compeer & Mattheij, 2017; Van Gursel et al., 2020). Ook commercieel zijn er signalen: Natuurpunt biedt alvast in één winkel boekjes van "natuurgraspapier" aan en drukkerij Zwartopwit heeft "Grass"-papier standaard in het assortiment (Zwartopwit, z.d.).




**FIGUUR 15: LINKS BOVEN – STAAL "GRASS"-PAPIER VAN DRUKKERIJ ZWARTOPWIT. RECHTS BOVEN – BOEKJE GEMAAKT MET NATUURMAAISEL VAN NATUURPUNT, TE KOOP AANGEBODEN IN ÉÉN VAN HUN WINKELPUNTEN. ONDERAAN – EEN CLOSE-UP VAN DE VEZELIGE STRUCTUUR VAN HET GRASPAPIERBOEKJE. BRON: EIGEN FOTO'S.**

### Veenvrije potgrond

Potgrond bestaat tot op heden grotendeels uit **turf**, zowel in de professionele als particuliere sector (Natuurinvest/Inverde, 2024; OVAM, 2023). De ontginning van turf veroorzaakt echter omvangrijke en grotendeels onomkeerbare $CO_2$-emissies en vernietigt waardevolle natuur (OVAM, 2023; Spijker et al., 2013). Toenemende aandacht voor deze problemen resulteerde in Europese wetgeving die het gebruik van turf vanaf 2030 en 2050 stapsgewijs beperkt (Knotter et al., 2022), waardoor alternatieve grondstoffen steeds relevanter worden.

Binnen deze context lopen talrijke onderzoeken naar lokale en **duurzame alternatieven**, waaronder compost, houtvezel, heidechopper en vlas. Natuurmaaisel wordt beschouwd als kansrijk ingrediënt (Spijker et al., 2013; Vandecasteele et al., 2024), vanwege zijn hoge gehalte organische materie, vezelrijke structuur en mobiliseerbare stikstof (OVAM, 2023). Positieve testresultaten bevestigen dat ook vochtiger en grover natuurmaaisel bruikbaar is (Knotter et al., 2022; Vandecasteele et al., 2024).

In Vlaanderen ontstaan **nieuwe marktspelers**, zoals de Gentse startup Releaf, die in samenwerking met Agraris reeds maaisel in potgrond verwerkte (Vlaanderen Circulair, z.d.). Daarnaast brengt Agricon in Balen veenvrije potgrond op de markt, waarbij natuurmaaisel als gedeeltelijke turfvervanger wordt ingezet (persoonlijke communicatie N6; 28 februari 2025; N7, 6 maart 2025; A3, 30 april 2025).

### Biochar

Biochar heeft verschillende toepassingsmogelijkheden die uitvoerig onderzocht worden. Het potentieel als **bodemverbeteraar** kan op veel belangstelling rekenen (Ding et al., 2024; Ranjbari et al., 2022), evenals de **klimaatvoordelen**. Als stabiele vorm van koolstofopslag fungeert biochar als carbon removal technology, met een potentieel dat honderden jaren kan aanhouden (Ding et al., 2024; Ranjbari et al., 2022).

Biochar op basis van hout en plantenresten werd reeds uitgebreid getest (Vandecasteele et al., 2024), maar de geschiktheid van gras als grondstof is minder onderbouwd. Bepaalde studies wijzen op potentieel (Ding et al., 2024), terwijl andere bronnen besluiten dat vooral lignine rijke, houtige plantenresten geschikt zijn (Vandecasteele et al., 2024; persoonlijke communicatie B1, 10 maart 2025).

Ook in Vlaanderen lopen verschillende onderzoeksprojecten of proeffaciliteiten rond pyrolyse (Knotter et al., 2022). Een opvallend voorbeeld zijn de plannen van ILVA om een prototype te bouwen van een biocharinstallatie ter verwerking van houtachtig groenafval in Schendelbeke (VLAIO, 2023). Geen specifieke projecten rond pyrolyse van (natuur)maaisel werden gevonden.

FIGUUR 16: BIOCHAR. BRON: KERONE ENGINEERING SOLUTIONS LIMITED, 2023.

### Boerderijcompost

Hoewel boerderijcompostering al geruime tijd bestaat, ontbreekt tot op vandaag een sluitend regelgevend kader dat een brede toepassing mogelijk maakt. Toch zien tal van actoren uit de landbouw- en natuursector hierin een ideaal antwoord op een tweeledige uitdaging: het koolstoftekort in Vlaamse landbouwbodems en de hoge kosten voor de verwerking van natuurmaaisel (Knotter et al., 2022; persoonlijke communicatie N2, 6 februari 2025; P1, 6 februari 2025; P3, 6 maart 2025). Ook ILVO en OVAM tonen interesse, waardoor verschillende pilootproject opgezet konden worden (VILT vzw, 2025). Eind 2025 wordt **nieuwe regelgeving** verwacht, wat door stakeholders omschreven wordt als “een geweldige opluchting” (Persoonlijke communicatie N8, 6 juni 2025).

De nieuwe regelgeving zou het mogelijk maken dat drie partijen – waaronder natuurbeheerders en landbouwers – hun organische reststromen samenbrengen en composteren, waarbij de compost gebruikt wordt op de akkergronden van betrokken landbouwers (De Boever & Willekens, 2023; Natuurinvest/Inverde, 2024).

FIGUUR 17: TESTCASE BOERDERIJCOMPOSTERING WAARBIJ RILLEN BIOMASSA IN OPENLUCHT GEKEERD WORDEN MET COMPOSTKEERDER. BRON: PPAE HANSBEKE, Z.D.

### Bokashi

Bokashi kan met een mestbreker op akkers uitgereden worden, met als doel een betere bodemstructuur en meer bodemleven te bekomen (Van Schijndel & Struyk, 2021).

De verwerking tot Bokashi is daarbij minder bekend en iets complexer dan composteren. Additieven zoals micro-organismen, kalk en kleimineralen kunnen nodig zijn om het proces te laten doorgaan (Vlaco vzw, 2016). In Vlaanderen experimenteren bepaalde landbouwers op kleine schaal met deze techniek (Persoonlijke communicatie N2, 6 februari 2025).

FIGUUR 18: BOKASHI. BRON: CICLOVIVO, 2021

### Biogas

Biogas wordt gewoonlijk gewonnen uit energiegewassen. Steeds vaker dienen ook **reststromen** als grondstof, zoals overschotten uit de voedingsindustrie of slib uit waterzuiveringsinstallaties (de Gregorio et al., 2024).

Vergisting tot biogas kent **verschillende vormen**. Afhankelijk van het droge stofgehalte van inputstromen spreekt men van droge of natte vergisting (Zwart & de Boer, 2015). Daarnaast onderscheidt men monovergisting, waarbij slechts één type biomassa gebruikt wordt, en co-vergisting, die meerdere biomaterialen combineert (Decorte & Tessens, 2019a). Voor maaisel is droge vergisting technisch veel geschikter, maar in Vlaanderen werken bestaande installaties voornamelijk met natte vergisting (De Meyer et al., 2016; Van Meerbeek et al., 2015).

Verschillende internationale en Vlaamse onderzoeksprojecten testen het gebruik van maaisel voor de productie van biogas (Decorte & Tessens, 2019b; Gruwez et al., 2016). De pistes die daarbij verkend worden zijn onder meer droge monovergisting, co-vergisting op bestaande (natte) GFT-vergisters of pocketvergisters die landbouwers gebruiken voor mestoverschotten (Balis, 2011; & Tessens, 2019b; Velghe et al., 2014).

### Energiebriketten

Binnen het project *LIFE Green Valleys* werkte Natuurpunt samen met natuurbeheerders in Polen om energiebriketten te vervaardigen uit maaisel van veengebieden (Natuurinvest/Inverde, 2024; Stańko & Makowska, 2024). Deze werden onder meer gebruikt om de eigen werkplaats te verwarmen. Soms werden de balen ook geheel verbrand, zonder de omvorming tot pellets. In Vlaanderen zelf zijn geen toepassingen van deze techniek gevonden.

FIGUUR 19: EEN DOORMIDDEN GEBROKEN BRIKET UIT MAAISEL VAN ZEGGENMOERASSEN (OOST-EUROPA, FOTO LUC VAN ASSCHE). OVERGENOMEN UIT NATUURINVEST/INVERDE, 2024, P.7.

## 4.4 Vergelijkende analyse van de specifieke waardeketens

Om na te gaan welke van de besproken waardeketens het meeste perspectief bieden voor Vlaamse natuurbeheerders zoals De Zegge, werd een **vergelijkende analyse** uitgevoerd. Daarvoor worden tien besproken waardeketens getoetst aan 8 criteria[9]: Technology Readiness Level, hoogwaardigheid, lokale verwerking, duurzaamheid, logistieke complexiteit, kwaliteit maaisel, marktperspectief en compatibel met De Zegge.

Bij het criterium TRL wordt de schaal tussen 1 en 9 weergeven. Ieder ander criterium hanteert een kleurencode die de gunstigheid van een criterium aanduiden. Een vraagteken werd geplaatst daar waar gunstigheid onduidelijk blijft, bv. door gebrek aan onderzoek over de duurzaamheid van een verwerking. Tabel 5 geeft de inschattingen per waardeketen weer.

[9] Zie methodologie voor meer informatie over deze criteria en de manier waarop ze werden toegepast in deze masterscriptie, op p.17. Toelichting bij vergelijkende analyse van de specifieke waardeketens

TABEL 5: TABEL MET GUNSTIGHEIDSINSCHATTING VAN 8 CRITERIA VOOR IEDERE SPECIFIEKE WAARDEKETEN.

| Legende | |
|---|---|
| | Zeer gunstig |
| | Gunstig |
| | Matig gunstig |
| | Weinig gunstig |
| | Ongunstig |
| ? | Onduidelijk / gebrek aan onderzoek |

| | Grassap | Isolatiemateriaal | Papier | Veenvrije potgrond | Bioplastics en composietmaterialen | Biochar | Boerderijcompostering | Bokashi | Biogas | Energiebriketten en -pellets |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **TRL** | 3-6 | 8-9 | 6-7 | 8-9 | 4-5 | 1-3 | 6-7 | 4-5 | 6-7 | 4-5 |
| **Hoogwaardigheid** | | | | | | | | | | |
| **Lokale verwerking** | | | | | ? | | | | | |
| **Duurzaamheid** | ? | | | | | | | ? | | |
| **Logistieke complexiteit** | | | | | ? | | | | | |
| **Kwaliteit maaisel** | | | | | ? | ? | | | | |
| **Marktperspectief** | ? | | | | | ? | | ? | ? | |
| **Compatibel met De Zegge** | ? | | | | ? | | | | | |

### 4.4.1 Minst opportune waardeketens

De vergelijkende analyse toont dat bepaalde waardeketens op dit moment weinig perspectief bieden voor natuurbeheerders/ het natuurmaaisel van De Zegge. Zo blijkt de productie van **energiebriketten** in Vlaanderen ongunstig, onder meer door gebrek aan marktperspectief en de lage inschaling op de valorisatieladder. De duurzaamheid van deze toepassing wordt bovendien sterk ondermijnd door de hoge energievraag van de productie en aanzienlijke emissies van fijn stof bij verbranding van de briketten (Natuurinvest/Inverde, 2024). Onderzoek van Natuurinvest/Inverde (2024) concludeert dan ook dat commercieel gebruik in België momenteel niet aan de orde is.

Ook **biochar** op basis van natuurmaaisel blijkt op dit moment weinig gunstig. Hoewel de technologie rond houtige gewassen verder staat, bevindt de productie van biochar op basis van maaisel zich nog in een onderzoeksfase (TRL 1–3) en blijft het voorlopig onvoldoende duidelijk in hoeverre maaisel hiervoor geschikt is. Bovendien blijven er vragen over de precieze duurzaamheid en verwerkingscomplexiteit van deze techniek, alsook over de kwaliteitseisen waaraan het maaisel moet voldoen. In welke mate de technologie klaar is voor commercialisatie, blijft vooralsnog onduidelijk (Ding et al., 2024).

Daarnaast wordt ingeschat dat een commerciële inzet van maaisel voor **bioplastics** of **composietmaterialen** voorlopig niet realistisch is. Hoewel deze sectoren toekomstpotentieel vertonen, zijn ze sterk afhankelijk van verdere technologische ontwikkeling en marktontsluiting. Uitdagingen liggen onder meer in het evenaren van de functionele eigenschappen van conventionele

materialen, en het wegnemen van onduidelijkheden over effectieve duurzaamheidswinsten van deze materialen (OECD, 2013; Thiewes, 2020; Voets et al., 2021). Een commerciële doorbraak zal nog tijd vragen (persoonlijke communicatie P6, 20 mei 2025).

**Grassap** kent een gelijkaardig beeld. De basistechniek voor het bekomen van grassap is relatief eenvoudig (Koopmans, 2020), maar vele toepassingen bevinden zich nog in een experimentele fase. Onderzoeksprojecten focussen zich momenteel op de ontwikkeling van eindproducten en het opbouwen van concrete waardeketens (Ryckebusch, 2025). Een troef daarbij is dat verschillende toepassingen van grassap een hoge positie innemen op de valorisatieladder (Gaffey et al., 2023; Ravi & Fernandes De Souza, 2021). Commerciële samenwerkingen rond grassap zijn voorlopig niet mogelijk, maar deelname aan lopende onderzoeksprojecten, zoals *Rejuice*, kan op korte termijn wel mogelijkheden bieden voor natuurbeheerders.

### 4.4.2 Gematigd opportune waardeketens

Andere waardeketens scoren meer gematigd. **Bokashi** wordt steeds meer genoemd als eenvoudige, lokaal toepasbare oplossing (persoonlijke communicatie N1, 6 februari 2025; N2, 6 februari 2025), maar de potentie ervan blijft omstreden. Een gebrek aan een eenduidige definitie en uiteenlopende opvattingen over de precieze effecten op de bodem leiden tot twijfel bij verschillende actoren (Janmaat, 2017; Van Schijndel & Struyk, 2021). Bovendien is het niet bewezen dat bokashi de kiemkracht van aanwezige zaden voldoende neutraliseert om ongewenste onkruidgroei te vermijden (Vlaco vzw, 2016). Tenslotte belemmert het ontbreken van een wettelijk kader de inzet van bokashi als bodemverbeterend product (Vlaco vzw, 2016).

Ook bij **biogas** doen zich een aantal knelpunten voor. Vooral bij natte vergisting kunnen technische problemen optreden (De Keulenaere et al., 2016; Decorte & Tessens, 2019b). Hoge investerings- en operatiekosten, gecombineerd met afbouwende steunmaatregelen zorgen voor economische uitdagingen (De Keulenaere et al., 2016; Knotter et al., 2022). Hoewel er nog onvoldoende eenduidigheid is over de precieze biogaspotentie van maaisel, ligt deze duidelijk lager dan bij energiegewassen. Ze neemt ook snel af bij decompositie (Decorte & Tessens, 2019b; Gruwez et al., 2016; persoonlijke communicatie P7, 21 mei 2025), waardoor inkuilen of verwerking binnen enkele dagen noodzakelijk wordt. Voor vele natuurbeheerders is dit echter moeilijk haalbaar (Knotter et al., 2022). Verder kan de focus van literatuur op sterker vervuild bermmaaisel zorgen voor een vertekend beeld in de sector over de verwerkingscomplexiteit van natuurmaaisel (Van Meerbeek et al., 2015).

Op langere termijn is er meer perspectief voor de vergisting van natuurmaaisel. De technologische maturiteit ligt hoog, het wettelijk kader laat deze verwerking toe en literatuur onderschrijft de duurzaamheid van deze verwerking (De Keulenaere et al., 2016; Decorte & Tessens, 2019b; Velghe et

al., 2014). De Europese focus op energietransitie en het streven naar minder afhankelijkheid van import, schept het vooruitzicht dat biomassareststromen meer benut zullen worden als koolstofneutrale energiebron (de Gregorio et al., 2024; Lynch et al., 2017).

### 4.4.3 Meest opportune waardeketens

Tegenover deze opties staan vier waardeketens met een duidelijk gunstiger profiel: veenvrije potgrond, boerderijcompostering, isolatiemateriaal en papier. Deze methoden scoren hoog op vlak van technologische maturiteit en duurzaamheid, sluiten goed aan bij de eigenschappen van natuurmaaisel, en tonen potentieel voor een economisch rendabel model. Bovendien tonen de verwerkingen een zekere compatibiliteit met de beheercontext van De Zegge.

**Boerderijcompostering** behaalde één van de hoogste scores in de analyse. Toch vormt het ontbreken van een legaal kader een ernstige drempel voor de toepassing ervan (persoonlijke communicatie N8, 6 juni 2025; P4, 3 april 2025). Wanneer de verwachte regelgeving ingevoerd wordt, kan dit een interessante piste worden voor De Zegge. In afwachting daarvan, werd beslist om deze verwerking buiten de verdere scope van deze scriptie te houden.

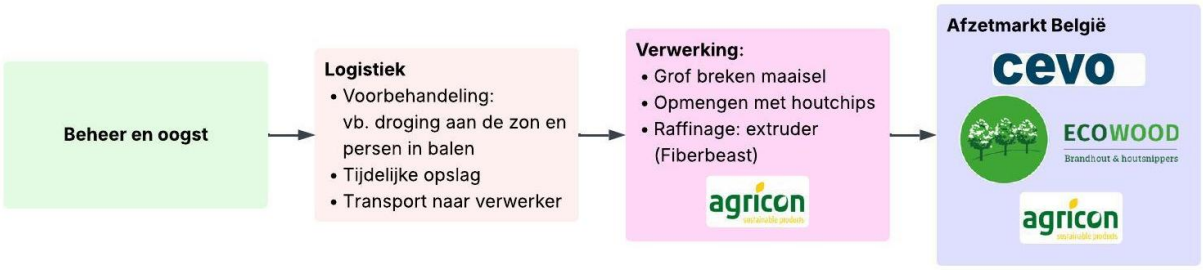
Op basis van deze afwegingen werden drie waardeketens geselecteerd voor verdere uitdieping: **veenvrije potgrond, isolatiemateriaal en papier**. Deze bleken niet alleen technisch haalbaar, maar boden ook overtuigend economisch en ecologisch potentieel. Bovendien zijn de resulterende producten terug te vinden op de Vlaamse markt.

## 4.5 Verdiepende analyse van de drie meest opportune waardeketens

De drie geselecteerde waardeketens werden verder uitgewerkt, gebaseerd op de verwerking van natuurmaaisel door een concreet bedrijf in België of Nederland. Ook informatie over de nodige voorbehandeling en productiestappen werd bekomen, evenals de voorlopige marktontwikkeling en relevantie van deze keten voor De Zegge.

### 4.5.1 Veenvrije potgrond: Agricon

**Agricon** is een Belgische onderneming (opgericht in 1997) met hoofdzetel in Balen (BE), actief in de circulaire productie en distributie van tuin- en bodemproducten. Ze ontwikkelen onder meer turfvrije potgronden, bodembedekkers, houtpellets, dierstrooisel, steen- en zandproducten en organische meststoffen (Agricon NV., z.d.). De producten van Agricon worden verkocht in de Benelux aan zowel professionele als particuliere klanten, onder eigen of private labels (IndustrieVandaag, 2023).

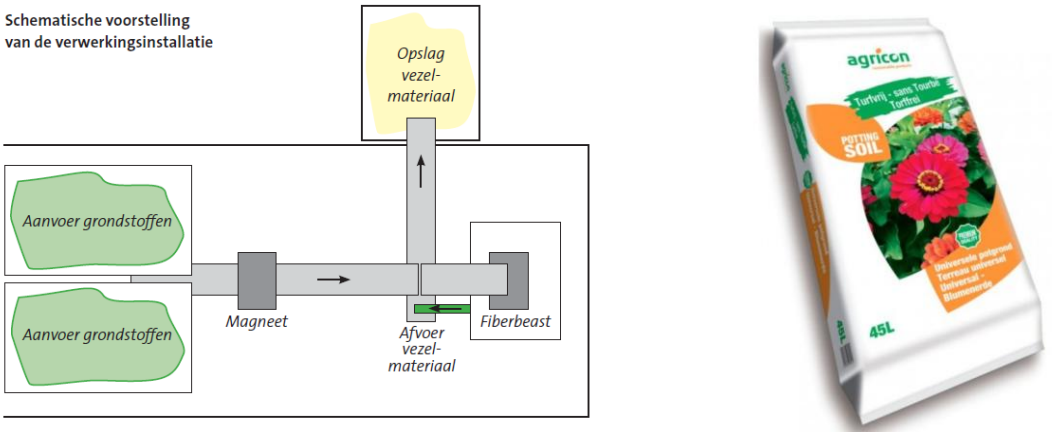



FIGUUR 20: WAARDEKETEN VAN VEENVRIJE POTGROND, GEBASEERD OP DE WERKING VAN AGRICON.

Verschillende reststromen uit landbouw worden verwerkt tot veenvrije potgrond, waaronder miscanthus, maar ook natuurmaaisel. Het gebruikte natuurmaaisel doorloopt hiervoor een aantal stappen (persoonlijke communicatie P. Jansen, 17 juni 2025):

- **Breken van maaisel** tot lengtes van vier à vijf centimeter: Dit kan op verschillende momenten in de keten plaatsvinden. Dit kan door beheerders of aannemers, soms al tijdens het maaien, of na het verzamelen van maaisel op depots. Het breken kan ook op de site van Agricon zelf.
- **Vermenging met populieren houtchips**: Maaisel alleen levert niet alle nodige eigenschappen voor kwaliteitsvolle potgrond.
- **Bioraffinage**: Dit gebeurt met de door Agricon ontwikkelde **Fiberbeast-installatie** (Agricon NV., z.d.). Deze technologie is gebaseerd op extrusie, en werkt met een hamermolen die biomassa uit elkaar trekt tot wollige vezels. Voordien kunnen onzuiverheden zoals afval, zand en steentjes met een magneet of d.m.v. wassen verwijderd worden (Nord Drivesystems, z.d.-a). De Fiberbeast is specifiek aangepast aan het verwerken van een breed scala aan reststromen en is beter bestand tegen kleine vervuilingen die in zulke stromen kunnen voorkomen.

  *"De traditionele machines zijn heel gevoelig. Als er al een klein steentje in zit zijn de platen beschadigd van die refiners en dan kan je direct voor vijf- of tienduizend euro gaan vervangen. Wat wij doen is die alternatieve stromen valoriseren en daar ga je wel eens een steentje hebben. Dus dan opteren wij voor een ander type machine dat minder gevoelig is en veel alternatieve stromen kan gaan aansnijden."* (persoonlijke communicatie P. Jansen, 17 juni 2025)
- **Hygiënisatie**: Bij de bioraffinage komt stoom vrij, bij temperaturen tussen 90 en 100°C. Dat zorgt voor hygiënisatie en het neutraliseren van de kiemkracht van aanwezige zaden.



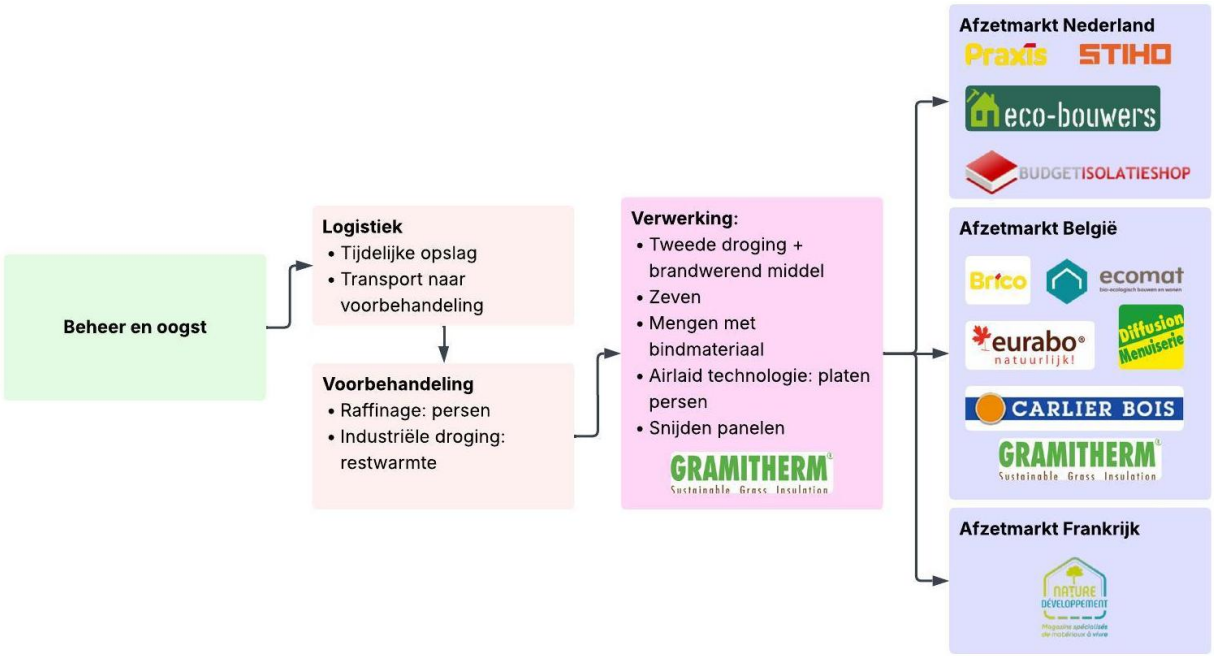

FIGUUR 21: LINKS - SCHEMATISCHE VOORSTELLING VAN DE FIBERBEAST-INSTALLATIE. BRON: NORD DRIVESYSTEMS, Z.D.-B. RECHTS - VERPAKKING VEENVRIJE POTGROND AGRICON. BRON: ECOWOOD, Z.D.

### 4.5.2 Isolatiepanelen: Gramitherm

**Gramitherm Europe SA** is een Belgische onderneming die sinds 2020 isolatiemateriaal uit grasvezels produceert. Binnen een straal van 250 kilometer wordt natuur- en bermmaaisel verzameld en verwerkt tot flexibele isolatiepanelen. Deze zijn beschikbaar in diktes tussen 45–240 mm (Ecomat, 2024), en behalen isolatiewaardes van dezelfde grootteorde als glas- en staalwol (Gramitherm Europe SA., 2020).

Gramitherm© biedt niet alleen thermische, maar ook akoestische isolatie, en beschikt over vocht- en brandregulerende eigenschappen (Duurzaam Gebouwd, 2021). De panelen hebben bovendien een negatieve $CO_2$-voetafdruk. Volgens een uitgevoerde LCA wordt bij de productie van iedere $m^2$ Gramitherm circa 5 kg $CO_2$ opgeslagen in de vorm van biogene koolstof (Gramitherm Europe SA., 2020). Naast isolatiepanelen produceert Gramitherm ook graswol als teeltsubstraat en isolerend materiaal voor koelboxen.

De producten worden gelanceerd via bouwkanalen en ecologische netwerkpartners in België en Noordwest-Europa. Gramitherm werkt vaak samen met grote, overheidsgestuurde klanten (persoonlijke communicatie T. Theunis, 16 juni 2025), maar hun isolatiepanelen zijn ook beschikbaar voor particuliere consumenten via verschillende bouwmarkten, waaronder enkele die zich richten op duurzame bouwmaterialen.




FIGUUR 22: WAARDEKETEN VAN GRASISOLATIE, GEBASEERD OP DE WERKING VAN GRAMITHERM.

De productie gebeurt gedeeltelijk op hun hoofdsite in Auvelais. De **voorbehandeling** – met name vervezeling en droging – dient op een **externe site** te gebeuren die beschikt over restwarmte. Hiervoor ontwikkelt Gramitherm actief samenwerkingen met sites in België en Nederland. Het doel is om hiermee het uitbouwen van biomassahubs te stimuleren, zodat het circulair verwerken van allerlei reststromen haalbaarder kan worden:

> "*Dat is de bedoeling ook he, […] dat dat allemaal kleine biohubs worden, waar eigenlijk de fabriek mee gevoed wordt. De bedoeling is niet om over de baan te rijden met nat gras. Dat is gewoon qua transportkost, qua $CO_2$-uitstoot is dat dramatisch. Wij moeten eerst proberen die fractie te gaan reduceren en dan naar de fabriek te laten komen. Stel dat je recyclageparken uitbreidt met een biohub, [waar] resten van boeren, restromen, … [toekomen]. […] Dat willen wij eigenlijk creëren.* (persoonlijke communicatie T. Theunis, 16 juni 2025)

Het vervaardigen van isolatiepanelen uit maaisel verloopt via volgende **tussenstappen** (persoonlijke communicatie T. Theunis, 16 juni 2025):

- **Voorbehandeling – externe site**
    - **Bioraffinage:** Een persing scheidt maaisel in een natte en vaste fractie. De bedoeling is daarbij niet om de vezels volledig kapot te breken, maar om de eiwitten en pollen uit het gras te halen. Dit voorkomt allergische reacties en optimaliseert het gebruikscomfort (Gramitherm Europe SA., 2020). De vezels worden door Gramitherm

gebruikt, waar het grassap momenteel ter vergisting geleverd wordt aan een biogasinstallatie waarmee Gramitherm samenwerkt voor voorbehandeling.

- **Industriële droging:** Restwarmte van biogasinstallaties reduceert de vochtigheid van de grasvezels tot ongeveer 12%.

- **Verwerking – Gramitherm**
  - **Laatste droging:** Deze gebeurt bij Gramitherm zelf, om de kwaliteit van instromend materiaal zo constant mogelijk te maken. De droging gebeurt met restwarmte, bekomen uit een volgende stap in de behandeling. Tijdens deze droging wordt ook een - zo duurzaam mogelijk - brandwerend middel toegevoegd.
  - **Zeven**: Een trillende band zorgt voor een verdeling van grasvezels in verschillende groottes. Omwille van stofvorming en lagere isolatiewaarde is de kleinste fractie minder interessant voor Gramitherm. Deze gaat naar de Duitse papierindustrie, waar er papierpulp mee vervaardigd wordt.
  - **Vermenging**: De grasvezels worden gemengd met langere vezels - zoals jute, hennep, etc.- en polyester als binder.
  - **Persen in platen**: Via airlaid technologie komen de verschillende fracties in een laag-temperatuuroven in één oriëntatie, en mooi in elkaar te liggen. De restwarmte wordt gecapteerd voor de eerder vermelde droging.
  - Als laatste stap worden de panelen **in de gewenste afmetingen gesneden**.

Een troef in het productieproces van de isolatiepanelen is dat deze **volledig afvalvrij** is (Duurzaam Gebouwd, 2021). Reststromen zoals grassap en de fijnste grasvezels gaan als grondstof verder naar andere bedrijven. Daarnaast voert Gramitherm een actief terugnamebeleid om gebruikte panelen en snijresten te recycleren en opnieuw te verwerken in nieuwe panelen:

> *"Wij gebruiken dat gewoon, en in de volgende batch zit dat terug, dan zit er 5% recycling in uw nieuwe panelen. […] Wij gaan u effectief betalen, want wij willen dat [ongebruikt materiaal] terug. Het is voor ons goedkoper om aan recycling te doen, dan nieuwe grondstoffen te drogen. En dat maakt het pas interessant. Dat moet je uitleggen aan de mensen."* (persoonlijke communicatie T. Theunis, 16 juni 2025)

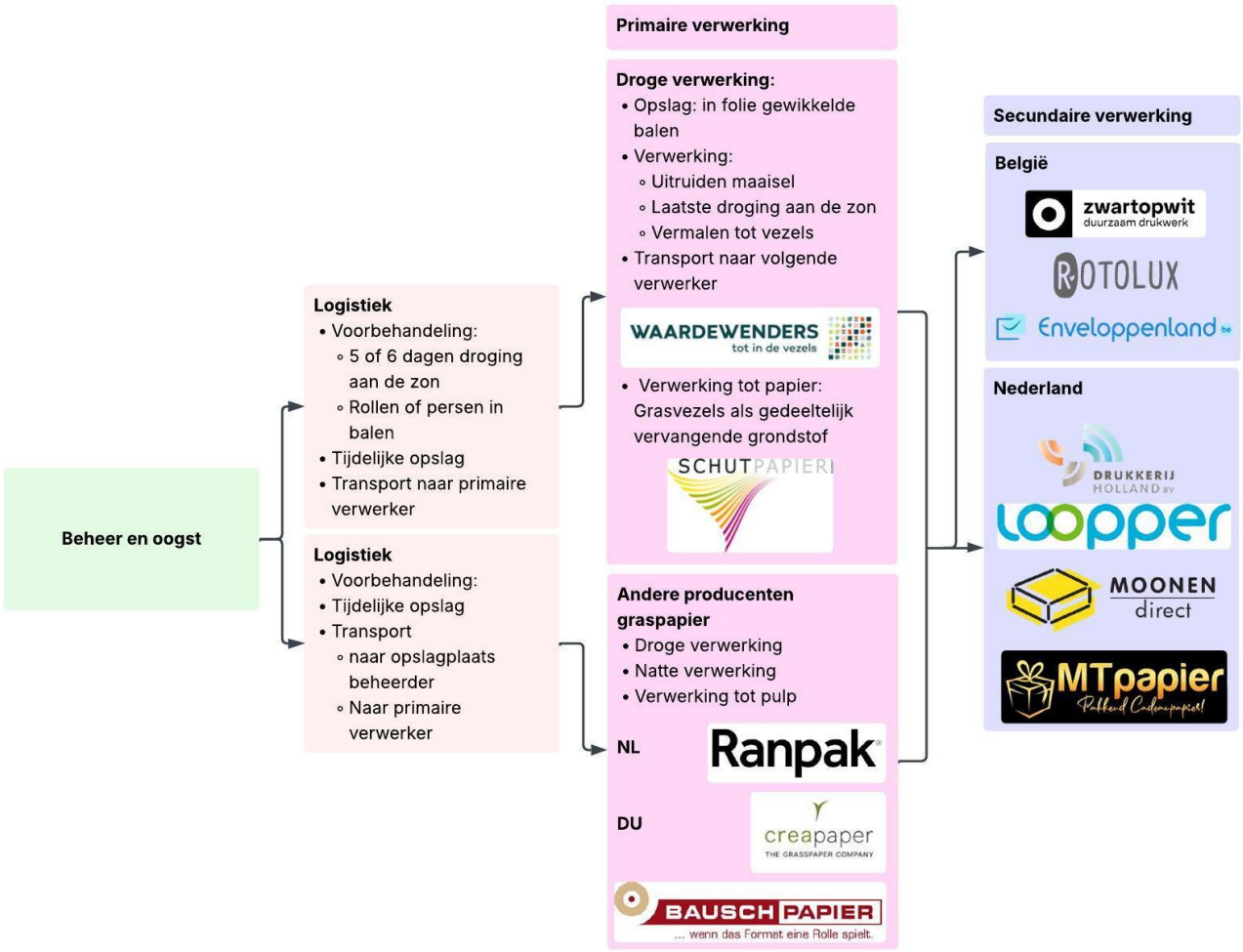
FIGUUR 23: GRAMITHERM ISOLATIEPANELEN, ZOALS WEERGEGEVEN OP DE WEBSITE VAN GRAMITHERM. BRON: (GRAMITHERM EUROPE SA, Z.D.)

### 4.5.3 Graspapier: Waardewenders

Hoewel graspapier op de Belgische markt verkrijgbaar is, was aanvankelijk onduidelijk waar deze productie precies plaatsvond. Een analyse van de waardeketen identificeerde **verschillende producenten in Nederland en Duitsland**, maar niet in België zelf. Daarbij lijkt het er niet op dat momenteel nog Vlaams natuurmaaisel verwerkt wordt tot papier. De gevonden producenten passen drie verschillende verwerkingsmethoden voor maaisel toe: droge of natte verwerking tot grasvezels en het vervaardigen van papierpulp. In dit onderzoek wordt de droge verwerking door Waardewenders nader toegelicht als een voorbeeld van graspapierproductie.

**Waardewenders BV**, gevestigd in Alphen aan den Rijn (Nederland), verwerkt sinds 2021 organische reststromen tot vezels voor diverse toepassingen. Daarbij wordt ook bermmaaisel verwerkt tot grasvezels voor papierproductie. Deze verwerking gebeurt in samenwerking met boerderij De Beukehof, waar werkruimte en specifieke diensten worden ingekocht om het proces mogelijk te maken (Vernieuwersnetwerk, z.d.). De grasvezels dienen als grondstof voor het door Schut Papier geproduceerde **voorBIJ©-papier**. Dit graspapier is verkrijgbaar in grammages van 80 tot 450 g/m², heeft met zijn zichtbare grasvezels een duurzame uitstraling, en wordt gebruikt voor drukwerk zoals visitekaartjes, folders, boeken en verpakkingen (Biobased Inkopen, z.d.; VoorBIJ©-papier, z.d.).

Daarnaast verwerkt Waardewenders op aanvraag ook andere organische reststromen, zoals vlas, cacaodoppen, miscanthus, boomschors. Dit gebeurt vaak in het kader van externe onderzoeksprojecten naar nieuwe toepassingen van vezels, waaronder plaatmateriaal, circulaire kunststoffen en 3D-printing.




FIGUUR 24: WAARDEKETEN VAN GRASPAPIER, GEBASEERD OP DE WERKING VAN WAARDEWENDERS – SCHUTPAPIER.

VoorBIJ©-papier wordt via volgende **tussenstappen** geproduceerd (persoonlijke communicatie H. Veenema, 30 juni 2025):

- **Waardewenders**
  - **Ecologisch beheer**: Waardewenders werkt samen met aannemers, waarbij ecologisch beheer als voorwaarde geldt voor het afnemen van maaisel.
  - **Droging**: Het maaisel wordt door aannemers 5 of 6 dagen gedroogd aan de zon en in balen gerold of geperst.
  - **Opslag**: De balen komen toe op de boerderij, worden in folie gewikkeld en kunnen jaarrond opgeslagen worden.
  - **Laatste droging**: Deze gebeurt vlak voor de verwerking van maaisel, waarbij de balen worden uitgereden op de boerderij om te drogen aan de zon.
  - **Bioraffinage**: Via vermaling van maaisel worden fijne vezels tussen 0,5 en 1mm bekomen.

- **Schut Papier**
    - **Productie papier**: In de papierfabriek worden de grasvezels toegevoegd aan vezels van gerecycleerd papier. Dit mengsel wordt verder verwerkt tot VoorBIJ©-papier.

FIGUUR 25: VOORBIJ©-PAPIER EN DAARUIT VERVAARDIGDE PRODUCTEN. BRON: PRODUCT & PLANT CATALOGUS, Z.D.

### 4.5.4 Afspraken rond afname maaisel

Natuurmaaisel wordt door de drie bedrijven als geschikte grondstof beschouwd en maakt deel uit van het afgenomen maaisel. De **heterogene samenstelling** van natuurmaaisel vormt geen tegenindicatie voor afname. Pieter Jansen, partner bij Agricon, beschrijft hoe het bedrijf het als haar taak ziet om uit de heterogene instroom een homogeen product te vervaardigen (persoonlijke communicatie, 17 juni 2025). Ook Thijs Theunis, Growth Manger bij Gramitherm, vermeldt dat factoren zoals soortenrijkdom, natter, ruwer maaisel of een aandeel riet overkomelijk zijn. Voor hen gaat de voorkeur uit naar celluloserijk maaisel, maar heterogene mengsels vormen geen bezwaar (Duurzaam Gebouwd, 2021).

Ook bij Waardewenders vormt variatie in soorten en structuur geen belemmering. Wel schuiven zij **ecologisch beheer** expliciet naar voren als voorwaarde voor afname. Herrejan Veenema, founder van Waardewenders, licht toe hoe het maaimoment met zorg gekozen wordt, en aannemers gevraagd wordt om hun maaitechnieken waar nodig aan te passen (persoonlijke communicatie, 30 juni 2025). Deze inzet op biodiversiteit wordt zelfs beloond met het NL Greenlabel A-paspoort voor hun papierproducten (Stabilitas BV., 2021; Waardewenders BV, z.d.).

> *"Dat doen we omdat we daarmee ook willen laten zien wat er leeft in de berm. Wij brengen dat ook naar buiten […] in de communicatie. De berm is geen afvalstrook, dat is een leefgebied. Daar leven vlinders, daar leven bijen. Een berm is een voedselgebied voor de bijen en uiteindelijk is een berm ook onderdeel van ons ecosysteem en voedselsysteem."* (persoonlijke communicatie H. Veenema, 30 juni 2025)

**Vervuiling** van maaisel is voor de drie bedrijven een belangrijke factor. Agricon maakt om deze reden geen gebruik van bermmaaisel. Gramitherm doet dit wel, maar stelt strikte voorwaarden aan

vervuiling, vanwege de extra kosten voor het verwijderen van onzuiverheden. Natuurmaaisel is over het algemeen vrij van vervuiling (persoonlijke communicatie P. Jansen, 17 juni 2025).

Verder kiest Waardewenders ervoor om geen gebruik te maken van gras dat nog geschikt is voor de voedselketen:

> *"Waar gras nog geschikt is voor de voedselketen dan gebruiken wij dat niet. […] Er zijn andere fabrieken die dat wel doen. Zij gaan weilanden met gras gebruiken. Dan is het allemaal heel homogeen en dan gaan ze dat in papier verwerken. Dat willen wij niet. Wij kijken naar ecologisch beheer. Dan mag er van alles in die berm staan, gericht op het leven van die bijen en vlinders. En dat is houtig, dat is gras, dat zijn distels, allerlei gewassen. En dat kunnen wij in één keer verwerken tot grondstof."* (persoonlijke communicatie H. Veenema, 30 juni 2025)

De nodige **voorbehandeling** van het maaisel door natuurbeheerders of aannemers is variabel. Agricon prefereert wanneer het maaisel enkele dagen kan drogen op een verzameldepot, om het vervolgens in balen te persen. Dit optimaliseert de houdbaarheid van het maaisel, en zorgt voor een efficiënter transportgewicht en -volume. Soms wordt het maaisel ingekuild, hoewel dit niet noodzakelijk is voor een kwaliteitsvol eindproduct. (persoonlijke communicatie P. Jansen, 17 juni 2025).

Voor Gramitherm is ingekuild gras ongeschikt, aangezien dit de isolatiepanelen een fermentatiegeur bezorgt. Hoewel inkuilen de technische kwaliteit van de panelen niet beïnvloedt, maakt de geur het product minder aantrekkelijk. Geur kan ook een probleem vormen wanneer maaisel enkele weken op het terrein blijft liggen. Daarom is het belangrijk dat het gras zo snel mogelijk na het maaien naar een externe, industriële drogingssite gebracht wordt (persoonlijke communicatie T. Theunis, 16 juni 2025).

Ook voor Waardewenders is het van belang dat het maaisel voldoende droog toekomt. Daarbij vragen ze beheerders om het maaisel een paar dagen te drogen aan de zon. Industriële droging wordt omwille van duurzaamheidsredenen niet toegepast (persoonlijke communicatie H. Veenema, 30 juni 2025).

Zowel Agricon als Gramitherm **streven naar een gratis afzet** van maaisel voor natuurbeheerders en aannemers, inclusief transport.

> *"Waar wij naartoe streven is dat de natuurbeheerders […] hun producten gratis kunnen afleveren, inclusief transportkost. Waar zij ook beter van worden en waarvoor er ook nog eens een nuttige toepassing wordt gecreëerd naar de eindconsument. […] iedereen moet er beter van worden."* (persoonlijke communicatie P. Jansen, 17 juni 2025)

> *"Dus ja, bij ons is het in principe gratis. Wat wij dan geven is added value, als dat bij ons kan geraken is dat in principe een gratis afzet voor uw natuurmaaisel. En dan maken wij daar gewoon echt schone matjes van."* (persoonlijke communicatie T. Theunis, 16 juni 2025)

### 4.5.5 Opzetten van een werkzaam verdienmodel

De drie gecontacteerde bedrijven bevinden zich in de **opschalingsfase**. **Agricon** kon als pionier in veenvrije potgrond voordeel halen uit de toenemende beleidsdruk rond turfgebruik. Waar bij de start van hun productie nauwelijks een markt bestond voor veenvervangers, wordt deze steeds groter. Hoewel veenvrije potgrond vandaag iets duurder is dan conventionele potgrond, zit dit de marktvraag steeds minder in de weg. De ervaring die ze intussen als verwerker opbouwden is een troef. Ook de bereidheid van OVAM om grondstoffenverklaringen toe te kennen voor natuurmaaisel wordt genoemd als cruciale factor (persoonlijke communicatie P. Jansen, 17 juni 2025):

> *"Die hebben we wel achter ons gekregen. Zij zijn ook bereid om grondstoffenverklaringen te geven voor natuurgras, wat vijf jaar geleden ondenkbaar was. Dat is nu echt wel realiseerbaar. Daar we zijn we ook heel dankbaar voor, dat OVAM zo meedenkend is."* (persoonlijke communicatie P. Jansen, 17 juni 2025)

De productie van Gramitherm speelt in op een toenemende vraag naar biogebaseerde bouwmaterialen. Ook plaatsers zijn steeds vaker vragende partij, omwille van de gezondheidsvoordelen voor huid en luchtwegen ten opzichte van conventionele materialen zoals glas- en staalwol (Gramitherm Europe SA., 2020). Toch ondervindt het bedrijf concurrentie van gevestigde materialen:

> *"Nochtans zijn wij niet duur. Wij zijn goedkoper dan steenwol. Maar glaswol is zo goedkoop. In België en Nederland zeker. Wij hebben zandbodems, dus dat is hier zo goedkoop en dat [product] zit zo diep in die markt. Dat is heel lastig om die markt te gaan [infiltreren]. Maar dat gaat wel komen. Wij nemen elk jaar procentjes."* (persoonlijke communicatie T. Theunis, 16 juni 2025)

Het combineren van berm- en natuurmaaisel, samen met de bereidheid om te investeren in samenwerkingsverbanden rond logistiek en opzetten van biomassahubs, garandeert voldoende grote volumes en schaalbaarheid voor Gramitherm.

Waardewenders richt zich verder op graspapier en andere toepassingen met vezels. Het bedrijf koos er bewust voor om zich niet te beperken tot één grondstof, maar breder in te zetten op het vervezelen van verschillende reststromen zoals ook vlas of cacaodoppen. Dit vergroot de bedrijfskansen en stimuleert marktcreatie voor verschillende biomassastromen. Waardewenders benadrukt ook het belang van **betrokkenheid doorheen de volledige waardeketen**, vanaf het beheer van bermgras tot en met de vermarkting van de eindproducten. Door deze betrokkenheid te verankeren in het bedrijfsmodel zet Waardewenders mee in op marktcreatie voor zijn producten en de bredere transitie naar circulaire economie:

> "*Er wordt nu nog steeds best lineair gedacht. We zijn gewend aan een manier van produceren […] met verse grondstoffen, […] en vaak ook niet recyclebaar. In die transitie zitten we. […] Dat is een nieuwe manier van denken die we aan het uitrollen zijn, en dat begint altijd kleinschalig. Het moet nog wat verder kantelen*." (persoonlijke communicatie H. Veenema, 30 juni 2025)

Deze aanpak komt ook tot uiting bij Gramitherm, die waar mogelijk **voorwaarden inzake lokaal gebruik koppelt** aan de verwerking van gras. Zo leverde maaiwerken bij het Maasbekken bijvoorbeeld isolatiemateriaal voor gemeentelijke gebouwen in de regio (persoonlijke communicatie T. Theunis, 16 juni 2025).

Het **versterken van de circulaire economie** blijft een doel voor de drie bedrijven. Dit realiseren ze door middel van intensieve samenwerking met marktpartijen, overheden en verenigingen, om de mogelijkheden van grondstoffen zoals maaisel zichtbaar te maken en zo bij te dragen aan het sluiten van de materialenkringloop.

Toch zijn er ook enkele inherente uitdagingen aan circulaire toepassingen, zoals het afstemmen van de recepturen op de **variabele instroom aan maaisel**. Agricon geeft aan dat het enige toewijding vraagt om telkens de gewenste eindwaardes voor potgrond te bereiken (persoonlijke communicatie P. Jansen, 17 juni 2025). Voor Waardewenders vormt de afstemming van vezeleigenschappen op de specifieke eisen van nieuwe toepassingen een gelijkaardige uitdaging. Elk verwerkingsproces vraagt om het bepalen van onder meer de optimale vezellengte. Waar deze reeds uitvoerig kon gebeuren voor Schut Papier, vraagt dit bij elke nieuwe toepassing telkens inspanningen van alle betrokken partijen (persoonlijke communicatie H. Veenema, 30 juni 2025).

Ondanks benoemde beperkingen illustreren de drie bedrijven dat werkbare verdienmodellen mogelijk zijn. Het creëren van voldoende flexibiliteit, samenwerking en schaalvoordelen binnen de ketens is daarbij cruciaal.

### 4.5.6 Werkbaarheid van deze waardeketens voor De Zegge

De drie bedrijven zijn alvast positief over de samenwerking met natuurbeheerders. Agricon benoemt hoe Natuurpunt bereid is om mee te denken om de logistieke keten te optimaliseren (persoonlijke communicatie P. Jansen, 17 juni 2025). Ook Gramitherm vermeldt dat het overleg over de timing van maaien en transport goed verloopt (persoonlijke communicatie T. Theunis, 16 juni 2025). Bovendien zijn de drie verwerkingen mogelijk voor het type maaisel van De Zegge. Gramitherm wijst daarbij zelfs specifiek op de geschiktheid van natte graslanden, die vaak ideaal materiaal leveren voor hun verwerking (persoonlijke communicatie Thijs Theunis, 16 juni 2025).

Ook is er bewustzijn over het belang van het **respecteren van de natuur** bij het verkrijgen van natuurmaaisel. De noodzaak om ecologisch verantwoord te maaien wordt gezien als een onderdeel

van het verwaarden van deze reststroom (persoonlijke communicatie P. Jansen, 17 juni 2025). De bereidheid om de behoeften van verwerkers en natuur te balanceren is positief voor De Zegge.

De waardeketen van **veenvrije potgrond** laat een relatieve flexibiliteit toe voor tijdelijke opslag en transport. Wel geeft Agricon aan dat het volume van De Zegge klein is. Momenteel is er geen bereidheid om een nieuwe grondstoffenverklaring aan te gaan voor het maaisel van De Zegge. Dat kan pas vanaf volumes van ongeveer 1000 ton maaisel. Er is wel bereidheid om via bestaande samenwerkingen van Agricon met aannemers het maaisel van de Zegge op te halen, zodat het alsnog bij hen terechtkomt (persoonlijke communicatie P. Jansen, 17 juni 2025). In hoeverre dit financieel interessanter is voor De Zegge dan de huidige verwerking is echter nog onduidelijk.

De logistiek van verwerking tot **isolatiepanelen** is iets complexer. Ook voor Gramitherm is het volume maaisel van De Zegge klein. Zij werken regelmatig met volumes van 2000 tot 70 000 ton maaisel. Toch staan zij open voor kleinere volumes, aangezien de nadruk ligt op het opzetten van biomassahubs waarbij maaiselstromen in een bepaald gebied samengebracht worden. Daarnaast wordt een samenwerking met De Zegge gezien als kans om een breed publiek te tonen wat mogelijk is.

> *"Dit is wel echt een case. Het probleem [van maaisel] is veel grootschaliger. Maar als De Zegge een voorbeeldcase kan zijn, … Je moet ergens bewijzen dat die samenwerking werkt."* (persoonlijke communicatie T. Theunis, 16 juni 2025)

De productie van **graspapier** gebeurt op sites in Nederland en Duitsland, die op vlak van transportkosten niet realistisch zijn voor De Zegge. Extra regelgeving voor het vervoeren van afvalstromen over de landgrenzen heen vormt een bijkomend nadeel. Wel is het volume van De Zegge niet klein voor Waardewenders, aangezien vezels ook per batch geproduceerd kunnen worden voor concrete papiertoepassingen. Als dit soort verwerking in de toekomst meer lokaal kan plaatsvinden, wordt afstemming met KMDA interessant over het produceren van graspapier voor intern gebruik. Gebruik voor bijvoorbeeld toegangstickets, plattegronden en promotiemateriaal voor de Zoo van Antwerpen en Planckendael kan een mooi circulair verhaal zijn.

# 5. Discussie

## 5.1 Bespreking resultaten maaiselopbrengst De Zegge

De analyse van de mediaanopbrengsten, spreidingspatronen en uitschieters toont een aantal verschillen tussen de onderzochte habitattypes.

De **variatie in mediaanopbrengst** kan gedeeltelijk verklaard worden door het beheer: heide en rietland worden niet jaarlijks gemaaid, maar enkel wanneer verjonging van deze vegetatie nodig is. In tussentijd kon de vegetatie houterig worden, wat de hoge opbrengst in DS verklaart. Daarentegen is 'vochtig, niet tot weinig bemest grasland' minder productief dan cultuurgrasland, wat de lage mediaanopbrengst verklaart. Aangezien een lage productiviteit kenmerkend is voor 'zuur laagveen' (Vriens L., 2011), is het volgens verwachting dat hier de laagste biomassa werd gemeten.

De **asymmetrie** van 'heide' en 'rietland' toont dat enkele waarden de mediaan naar omhoog (bij heide) of omlaag trekken (bij rietland). De kleine steekproeven van deze habitattypes zijn hier waarschijnlijk verantwoordelijk voor (rietland: 4 stalen; heide: 5 stalen). Kleine steekproeven vergroten de kans op een sterkere invloed van toevallige extremen op de mediaan.

De **symmetrische spreiding** van 'permanent soortenrijk cultuurgrasland' en 'zuur laagveen' wijst op consistente metingen. Voor habitattypes 'zuur laagveen' en 'vochtig, niet tot weinig bemest grasland' werden de meeste samples genomen. Statistisch gezien werd de populatieverdeling hier het sterkst benaderd, wat het meest nauwkeurige beeld van de werkelijke variatie binnen het habitattype geeft.

De **uitschieters** wijzen vermoedelijk op piekproductie op een perceel. Deze kan verklaard worden door vegetatiestructuur (aanwezigheid van houtige soorten) of standplaats (voedselrijke plek met ideale vochtcondities).

De berekening van de **effectieve opbrengst** per habitattype toont de invloed van twee factoren: de grootte van het gemaaid gebied en het gemiddelde droge stofgehalte van habitattypes. Een relatief beperkte oppervlakte van zuur laagveen werd gemaaid, wat samen met de typisch beperkte biomassa per hectare een lage opbrengst genereerde. De habitattypes die het minst gemaaid werden (heide en rietland) leverden de laagste opbrengst op, ondanks hun relatief hoge gehalte droge stof per hectare.

## 5.2 Knelpunten in de waardeketen en kansen voor verdere valorisatie van natuurmaaisel

Opvallend doorheen dit onderzoek is hoe verschillende actoren het stellig met elkaar eens zijn over het volgende gegeven: ondanks het potentieel blijft natuurmaasiel een **onderbenutte biomassa** (Ding

et al., 2024; Knotter et al., 2022; persoonlijk communicatie P3, 6 maart 2025; P6, 20 mei 2025; Van Meerbeek et al., 2015). Stakeholders doorheen de waardeketen blijven voorzichtig optimistisch over de toekomst van maaisel in de opkomende bio-economie (persoonlijke communicatie A3, 30 april 2025; N8, 6 juni 2025; P1, 6 februari 2025; Salvador et al., 2025).

Desondanks blijven valorisatiemethoden vaak hangen op labo- of pilootschaal en blijkt het veroveren van een prominente plaats op de markt een grote uitdaging (Grasgoed, 2019; Mousavi et al., 2023). Doorheen dit onderzoek noemden geïnterviewden en literatuur verschillende knelpunten en kansen voor valorisatie van maaisel, en werden drie waardeketens besproken die doorheen het schijnbare marktplafond wisten te breken. In dit hoofdstuk worden de voornaamste knelpunten samengebracht met kansen om deze te overwinnen. Vervolgens wordt ook in de bredere context van biomassaresten en de circulaire economie gezocht naar kansen om verdere valorisatie van maaisel te faciliteren.

TABEL 6: OVERZICHTSTABEL VAN KANSEN EN KNELPUNTEN VOOR HET VALORISEREN VAN NATUURMAAISEL VERMELD IN DE INTERVIEWS OF GERAADPLEEGDE LITERATUUR.

| Thema | Knelpunten | Kansen |
|---|---|---|
| **Logistiek & schaalgrootte** | - Kleine, verspreide volumes<br>- Hoge transportkosten<br>- Moeilijke bereikbaarheid natuurterreinen<br>- Biologische instabiliteit maaisel<br>- Seizoensgebonden aanvoer<br>- Variabiliteit in opbrengst | - Biomassahubs: centraliseren en voorbehandeling<br>- Ontwikkelen nieuwe machines en maaitechnieken<br>- Bundeling met andere stromen (bv. bermmaaisel) |
| **Economie & markt** | - Hoge verwerkingskosten<br>- Lage economische waarde producten<br>- Afwezigheid van structurele markt<br>- Concurrentie met gevestigde producten<br>- Hoge initiële investeringen<br>- Beperkte private investeringsbereidheid | - Producten met hogere marktwaarde<br>- Unieke eigenschappen producten<br>- Groeiende markt duurzame producten<br>- Overheidssteun (via subsidies, concessiemodellen of als ‘launching customer’)<br>- Betrokkenheid verwerkers in hele keten |
| **Samenwerking & netwerk** | - Polarisatie landbouw en natuur<br>- Natuur en industrie weinig met elkaar vertrouwd<br>- Ecologische doelen primeren op economische valorisatie<br>- Gebrek aan transparantie informatie over maaiselstromen | - Herstel samenwerking tussen landbouw en natuur<br>- Bewustwording bij natuurbeheer en industrie over maaisel als grondstof<br>- Ketenbrede projecten en netwerken<br>- Digitalisering en productstandaarden |
| **Wetgeving** | - Afvalstatus van maaisel<br>- Complexe regelgeving en administratie rond afvalverwerking en grensoverschrijdend transport | - OVAM als meedenkende partner<br>- EU-regelgeving en -fondsen |

### 5.2.1 Centraliseren van het versnipperd aanbod van natuurmaaisel

Natuurgebieden zijn vaak kleinschalig en geografisch versnipperd, waardoor het beschikbare maaisel eveneens gefragmenteerd is (OVAM, 2023; Spijker et al., 2013; Van Meerbeek et al., 2015). Het bundelen van deze stromen tot industriële volumes vereist **aanzienlijke logistieke inspanningen**

(Knotter et al., 2022; P2, 3 maart 2025; P5, 30 april 2025), terwijl transport door het hoge watergehalte van vers maaisel duur blijft (Back, 2017a; Van Gursel et al., 2020).

Daarbij is de **aanvoer onzeker**: opbrengst en kwaliteit variëren sterk per seizoen en weersomstandigheid. Maaisel kent dus geen uniforme en stabiele feedstock zoals gangbare industriële grondstoffen (Gaffey et al., 2023; Gybels et al., 2012; Knotter et al., 2022). Ook de bereikbaarheid van natuurgebieden vormt een uitdaging, zeker bij de verwachte vernatting door klimaatverandering (Compeer & Mattheij, 2017; Kuiper & Caron, 2003). De biologische instabiliteit van maaisel maakt snelle verwerking vaak essentieel om kwaliteitsverlies te vermijden en verwerkingskosten onder controle te houden (Gruwez et al., 2016), zeker voor de meer hoogwaardige toepassingen.

Tegen deze achtergrond wordt ketenoptimalisatie als belangrijke hefboom gezien (De Meyer et al., 2016). Het concept van **biomassahubs** - verzamelpunten waar natuurmaaisel gecentraliseerd, gestabiliseerd en eventueel voorbewerkt wordt - biedt perspectief op schaalvergroting en efficiëntere verwerking (Natuurinvest/Inverde, 2024; Vanermen & Vranken, 2024).

Ook ketens die op andere manieren maaisel van meerdere natuurgebieden weten te **bundelen**, kunnen fluctuaties in aanbod beter opvangen en hun volumes verhogen. Wanneer verwerkingen daarbovenop ook **bermmaaisel** kunnen benutten, zoals bij Gramitherm en Waardewenders, vormt dat een extra voordeel (Ding et al., 2024; OVAM & DLV, 2023).

Voor **beheerders** is het van belang dat afspraken rond de afname van maaisel zo goed mogelijk aansluiten bij hun bestaande maaibeheer. Alle aanpassingen die meer tijd kosten zijn daarbij nadelig (persoonlijke communicatie N2, 6 februari 2025; N7, 6 maart 2025). Eenvoudige logistieke ketens die flexibel zijn inzake de eigenschappen en opslag van het maaisel zijn voordelig voor beheerders, maar ook complexere logistiek is mogelijk mits de verwerker bereid is zich mee te engageren in de organisatie ervan.

### 5.2.2 Economische rendabiliteit

Een **lage marktwaarde** van geproduceerde materialen zorgt dat de opbrengst de operationele keten niet altijd kan dragen (OVAM, 2023). Ook marktontwikkeling verloopt moeizaam (Hamoen & Dortmans, 2020). De stevige **concurrentie** met fossiele en conventionele materialen speelt hier een rol in, die door bestaande infrastructuur en schaalvoordeel vaak goedkoper blijven (Ding et al., 2024; Knotter et al., 2022). Ook de **hoge investeringen** voor nieuwe verwerkingsmethoden vormen een obstakel (Huizing & Hillebrand, 2005; Salvador et al., 2025). Private investeringsbereidheid blijft beperkt, door gebrek aan een stabiele vraag en het ontbreken van voldoende of consistente kwaliteit van bepaalde eindproducten (Orozco & Grundmann, 2022; Vanermen & Vranken, 2024).

Om deze redenen is **kosteloze ophaling** van maaisel bij beheerders niet altijd haalbaar, en blijft het betalen van een fee voor deze grondstof voorlopig uitgesloten. Aangezien het belang van natuurbeheerders voornamelijk ligt in het reduceren of elimineren van kosten voor deze afvalstroom, zet dit de hele keten onder druk. Valorisatie kan ook **nieuwe kosten** voor beheerders met zich meebrengen. Zo zal een aanpassing van de tijdelijke opslag nodig zijn, wat extra organisatie, arbeid en mogelijks financiële investeringen vraagt. Ook investeringen in nieuw werkmateriaal, toegankelijke beheerwegen en opslagplaatsen kunnen nodig zijn (persoonlijke communicatie P1, 6 februari 2025). Al deze factoren beïnvloeden de bereidheid van beheerders om deel te nemen aan valorisatie.

Om deze impasse te overwinnen is het ontwikkelen van producten van hoge en stabiele kwaliteit cruciaal (Orozco & Grundmann, 2022; Thiewes, 2020). Verder benadrukken Agricon, Gramitherm en Waardewenders het blijvend inzetten op marktcreatie als hefboom voor commerciële doorbraak. De **groeiende aandacht voor duurzaamheid** en de bereidheid van bepaalde consumenten tot het betalen van een meerprijs voor ecologische producten zijn gunstige ontwikkelingen (Gaffey et al., 2023; persoonlijke communicatie B2, 30 april 2025). Grasproducten onderscheiden zich bovendien regelmatig met hun unieke visuele en tactiele eigenschappen, en winnen daarmee terrein in de papier- en bouwsector (Hamoen & Dortmans, 2020).

Tot slot is **overheidssteun** door middel van flankerend beleid, subsidies, en early market support essentieel (Decorte & Tessens, 2019b; Huizing & Hillebrand, 2005; OECD, 2013). Ook zijn er kansen voor de overheid als actieve marktaanjager. Zij kunnen optreden als '**launching customer'** door het afnemen van grasgebaseerde producten, zoals grasisolatie voor overheidsgebouwen, grasgebaseerde potgrond voor groendiensten of graspapier voor communicatiedoeleinden (Hamoen & Dortmans, 2020; Knotter et al., 2022).

Het inzetten van een **concessiemodel** is een bijkomend strategisch overheidsinstrument voor marktontwikkeling (Verhaert, 2019). Hierbij wordt de verwerking van maaisel georganiseerd via publiek-private samenwerking waarbij de overheid concessie verleent aan een consortium om het maaisel te verwerken. Het gras wordt daarbij door de overheid beschikbaar gesteld volgens duidelijke voorwaarden, bijvoorbeeld met oplopende prijsstructuur. Door het delen van financiële risico's tussen overheid en marktspelers, ontstaat een comfortabeler speelveld in een prille markt die veelbelovend maar nog onzeker is (Elbersen & Spijker, 2014). GRASSCO, de publiek-private onderneming onder leiding van Natuurinvest, is hier een voorbeeld van en werkt reeds waardeketens uit rond bioraffinage van natuurmaaisel (persoonlijke communicatie P3, 6 maart 2025).

### 5.2.3 Integratie van verschillende sectoren

Een succesvolle valorisatie van natuurmaaisel vraagt sterk georganiseerde samenwerking over sectoren heen (Ding et al., 2024; Verhaert, 2019). In de praktijk verankeren deze **moeizaam**. Terwijl landbouw en natuur reeds lange tijd positieve samenwerkingen kennen, staan ze in het huidige politieke klimaat steeds vaker op gespannen voet met elkaar (persoonlijke communicatie N6, 28 februari 2025). De natuursector en industrie blijven eerder onbekend voor elkaar. Projecten zorgen voor kennismaking, maar samenwerking blijft vaak tijdelijk en kleinschalig (persoonlijke communicatie N1, 6 februari 2025; Van Gursel et al., 2020).

Voor verschillende natuurbeheerders is het herstellen van de relatie tussen **landbouw** en natuur van groot belang (persoonlijke communicatie 7 februari 2025; N6, 28 februari 2025, N7, 6 maart 2025). Boerderijcompostering, hooien en stalstrooisel creëren wederzijds voordeel, dicht bij het maaigebied (Regionaal Landschap Rivierenland, z.d.). Beheerders zien ook kansen in natuurinclusieve landbouw: een meer traditionele vorm van landbouw die dichter bij de natuur staat en waar met natuurbeheerders samengewerkt wordt voor begrazing en het gebruik van natuurmaaisel als compost op akkers (persoonlijke communicatie N3, 7 februari 2025). Daarnaast kan ook covergisting van natuurmaaisel met mestoverschotten bijdragen aan een meer diverse inkomstenstroom voor landbouwers (Gaffey et al., 2023).

Binnen de **industrie** groeit het bewustzijn over natuurmaaisel als grondstof (Fernandes de Souza & Scott, 2020; Kuiper & Caron, 2003). Natuurbeheerders beseffen steeds meer dat zij waardevolle grondstoffen produceren, wat stilaan leidt tot de verkenning van mogelijkheden (Spijker et al., 2013). Veel beheerders en aannemers staan positief tegenover industriële valorisatie, maar beschikken over weinig tijd of middelen om te peilen naar samenwerkingskansen (persoonlijke communicatie A2, 30 april 2025; A3, 30 april 2025). Het realiseren van natuurdoelen blijft de kerntaak van natuurbeheerders, wat de mogelijkheden tot optimalisatie van opbrengst beperkt (Knotter et al., 2022; Van Meerbeek et al., 2016). Toch kunnen aanpassingen in de organisatie of maaitechnieken bijdragen aan capaciteitsopschaling of het afstemmen van het maaisel op verdere verwerking. Voordelige afspraken over de kostenverdeling van de ophaling kunnen de bereidheid vergroten om dergelijke aanpassingen door te voeren.

Projecten zoals *Grasgoed* tonen het belang van ketenbrede samenwerking om businesscases te ontwikkelen (Grasgoed, 2019; Mousavi et al., 2023). Zulke **gezamenlijke leertrajecten** bevorderen wederzijds begrip en vertrouwen, stimuleren marktontwikkeling en daarmee ook investeringsbereidheid. Het organiseren van netwerkdagen, workshops en inspiratiesessies dragen hier verder aan bij (Gybels et al., 2012). Samenwerking met het project *Rejuice werd* dan ook verkend voor De Zegge, waar tot op heden geen sluitend akkoord over kwam.

Tot slot is er nood aan **centrale informatie over het aanbod en de kwaliteit van natuurmaaisel**. Biomassahubs met digitale overzichten van hun stromen zijn daarbij een troef (Vlaamse Overheid, 2021). Ook het ontwikkelen van productklassen, zoals deze reeds bestaan voor reststromen zoals heidechopper, kan standaardisering en voorspelbaarheid van de maaiselstroom verbeteren (Salvador et al., 2025; Verhaert, 2019). Ook het OVAM-symbioseplatform, dat eind 2025 operationeel wordt, kan hierin een centrale rol spelen. Via dit platform kunnen eigenaars (niet-voedselgerelateerde) biomassareststromen zichtbaar maken voor potentiële afnemers. Het platform wil zo de maaiselstroom verder in kaart brengen, wetgeving verduidelijken en inspirerende toepassingen delen (Ding et al., 2024; persoonlijke communicatie P2, 5 maart 2025). Ook voor De Zegge biedt dit platform mogelijkheden om nieuwe verwerkingspartners te vinden.

### 5.2.4 Regelgeving

De strikte regels rond afvalverwerking in Vlaanderen, en complexe administratieve procedures voor het verkrijgen van grondstoffenverklaring worden vaak genoemd als **hinderlijk** voor de valorisatie van maaisel. Toch kan regelgeving ook **als motor voor innovatie** dienen. Op **Europees niveau** stimuleren regelgeving en financieringskanalen de ontwikkeling van duurzame, circulaire ketens in hun lidstaten (Knotter et al., 2022; persoonlijke communicatie T. Theunis, 16 juni 2025).

Op Vlaams niveau wordt OVAM als overheidsinstelling soms als gatekeeper ervaren (persoonlijke communicatie P2, 5 maart 2025), maar in recente trajecten wordt **OVAM** ook als meedenkend gezien (persoonlijke communicatie P7, 21 mei 2025; P. Jansen, 17 juni 2025). OVAM is zich bewust van de complexiteit van wetgeving, en toont bereidheid om te ondersteunen en aan te sturen op aanpassing van regelgeving waar dat kan (persoonlijke communicatie P6, 20 mei 2025). Ondanks het afstemmen van wet- en regelgeving op een veranderende context een langdurig proces is, biedt deze proactieve houding perspectief om veelbelovende toepassingen ingang te laten vinden.

Vanuit terreinbeheerders en natuurorganisaties komt de oproep om maaisel niet langer als afval te beschouwen, maar het - naar analogie met hout - te erkennen als **groene grondstof** of **bijproduct van natuurbeheer** (Grasgoed, 2019; Gybels et al., 2012). Dit zou de logistieke en juridische drempels sterk kunnen verlagen. Toch houdt OVAM vast aan de afvalclassificatie, hoofdzakelijk omdat de wetgeving stelt dat reststromen pas als grondstof erkend kunnen worden als vooraf duidelijk is voor welke concrete toepassing ze zullen dienen (Grasgoed, 2019). Wel liggen kansen in het versoepelen van de regelgeving rond het bewaren en afvoeren van natuurmaaisel. OVAM volgt momenteel de richtlijnen voor tuinafval in recyclageparken, maar werkt aan een standpunt dat meer rekening houdt met het type maaisel, de opslaglocatie, afdekking en andere factoren (persoonlijke communicatie P6, 20 mei 2025).

## 5.3 Kansen binnen een bredere circulaire context

### 5.3.1 Kansen binnen de bredere context van biomassareststromen

Een aantal parallellen kunnen getrokken worden tussen de stromen natuurmaaisel, **bermmaaisel**, **houtresten uit landschapsbeheer** en **voedingsresten**. Voor al deze stromen streeft het beleid naar selectieve inzameling en zo hoogwaardig mogelijke verwerking (Vlaamse Overheid, 2021). Gezamenlijke uitdagingen zijn de **complexe logistiek** van kleine, verspreide hoeveelheden, hoge transportkosten en variabele beschikbaarheid. Aangezien voedingsresten en bermmaaisel vaak een snelle behandeling vereisen, zijn betrokken actoren ook hier vragende partij naar biomassahubs om centralisering en stabilisatie te faciliteren (Ding et al., 2024; Gruwez et al., 2016; Vanermen & Vranken, 2024).

Biomassahubs bieden eveneens opportuniteiten voor houtresten. In Limburg fungeert het Biomassaplein als eerste centrale hub waar houtresten uit landschapsbeheer worden verzameld, ontschorst en voorbewerkt worden tot bruikbare (half)fabricaten (Biomassaplein cvba so, z.d.). Hoewel dergelijke infrastructuur voor grasachtige reststromen nog in kinderschoenen staat, tonen initiatieven in Geraardsbergen en Beringen – waar biomassareststromen gedroogd worden met restwarmte – dat de ontwikkeling van biomassahubs aan momentum wint (Bionerga, z.d.; Borealis, 2020; persoonlijke communicatie P3, 6 maart 2025). Door vanaf het begin in te zetten op het bundelen van een breed spectrum aan biomassaresten, kan de impact van dergelijke hubs gemaximaliseerd worden.

Het **valoriseren** van hout- en voedingsresten is duidelijk **meer uitgebouwd** dan bij berm- en natuurmaaisel. Houtresten worden al langer ingezet voor hoogwaardige toepassingen zoals bouwmateriaal en pellets, terwijl voedingsresten hun weg vinden naar menselijke consumptie, vergisting tot biogas of de extractie van waardevolle bioactieve verbindingen (Vanermen & Vranken, 2024). Toch botst het opschalen van de valorisatie van voedingsresten op gelijkaardige drempels. Financiële haalbaarheid na een gesubsidieerde projectfase, complexe wetgeving en het opbouwen van steun bij alle betrokken spelers in de keten vormen ook hier uitdagingen (OVAM, 2023; Ding et al., 2024)

Kansen liggen in het samenbrengen van actoren uit verschillende sectoren (inclusief consumenten) voor productketenoverleg, het creëren van producten met een hoge afzetwaarde en overheidsactie die een gunstig klimaat creëert via regelgevende, beleidsmatige en financiële steun (OVAM, 2023; Vanermen & Vranken, 2024).

Een veelbelovend productiemodel voor de valorisatie van stromen zoals natuurmaaisel is het **‘multi-in/multi-out’** systeem, waarbij verschillende inputstromen worden gecombineerd voor uiteenlopende

toepassingen (Knotter et al., 2022). Het gebruik van diverse inputstromen zorgt voor schaalvoordelen, en laat toe om flexibeler om te gaan met variërende inkomende volumes die eigen zijn aan reststromen. Deze stabielere feedstock verlaagt het investeringsrisico, wat complexere verwerkingen realistischer maakt (Knotter et al., 2022). Een voorbeeld van dit systeem is hoe Schut Papier naast maaisel ook lokaal gewonnen tomatenplantenvezels tot papier verwerkt (Schut Papier, z.d.). Vanaf de start inzetten op het bundelen van diverse biomassastromen kan een troef zijn die de hele waardeketen rond natuurmaaisel versterkt en investeringen in meer complexe, hoogwaardige verwerkingen toelaat.

Voor De Zegge liggen er in de toekomst mogelijks kansen om dit model te stimuleren. Op termijn kunnen eventueel andere biomassastromen geteeld worden via **paludicultuur** - de duurzame teelt van gewassen op terreinen met een hoog waterpeil, zoals veen- of moerasgebied. De Vlaamse Landmaatschappij (VLM) koopt in de vallei van de Kleine Nete actief landbouwgronden aan om deze om te vormen tot natte natuur (ANB, z.d.-b). De precieze bestemming van deze percelen is nog niet duidelijk, maar paludicultuur voor gewassen zoals miscanthus, riet en dergelijke zijn niet uitgesloten. Het bundelen van deze biomassastromen kan mogelijks tot nieuwe valorisatiekansen leiden.

### 5.3.2 Kansen binnen de bredere context van circulaire economie

De noodzaak van de transitie naar een circulaire economie wordt breed erkend. Toch zorgen bestaande structuren voor een **lock-in binnen bestaande praktijken**, ook waar deze suboptimaal zijn voor klimaat en milieu (Ding et al., 2024; P7, 21 mei 2025).

Volgens de transitietheorie ontstaan nieuwe markten in beschermde niches, via gezamenlijke leerprocessen en gedeelde verwachtingen rond opkomende technologieën (Mousavi et al., 2023; Smith & Raven, 2012) Het vertrouwen van eindgebruikers is daarbij cruciaal, maar helaas blijft **consumentenacceptatie** van bio-based producten ambigu (Lynch et al., 2017; Mumbi et al., 2024). Hoewel sommige consumenten bio-based producten associëren met milieuvriendelijkheid en gezondheid (Lynch et al., 2017), zijn factoren zoals prijs, design en productkwaliteit doorgaans bepalender in aankoopgedrag (Gaffey et al., 2023; Sijtsema et al., 2016). Daarnaast ondermijnt scepsis ten aanzien van greenwashing het vertrouwen in deze producten (Lynch et al., 2017; Sijtsema et al., 2016).

Om het vertrouwen van de consument op te bouwen is het aangewezen hen als stakeholder te betrekken vanaf de beginfase van ketenontwikkeling (Orozco & Grundmann, 2022). Daarnaast zijn initiatieven gericht op consumenten van belang om vertrouwdheid met de producten uit natuurmaaisel te creëren.

## 5.4 Limitaties van dit onderzoek

Door te werken met een Case Study vertrekt dit onderzoek nadrukkelijk uit het perspectief van De Zegge en natuurbeheer. Dit maakte het mogelijk om oplossingen te formuleren die maximaal aansluiten bij haar specifieke context. Een keerzijde hiervan is dat de noden uit andere sectoren, zoals de bedrijfswereld, overheden en consumenten, wellicht onderbelicht bleven.

Daarnaast voerde dit onderzoek slechts een beperkte toepassing van 'value chain analysis' uit. Een diepgaande analyse van waardecreatie, duurzaamheid en sociale aspecten binnen ketens werd buiten beschouwing gelaten.

De interviews met natuurbeheerders zijn voornamelijk gebaseerd op de bestaande contacten van De Zegge zelf, waardoor de geografische reikwijdte beperkt bleef. Voornamelijk natuurbeheerders uit provincie Antwerpen waren vertegenwoordigd, evenals enkelen uit Limburg en Vlaams-Brabant. Dit maakt het onmogelijk om algemene conclusies te trekken over de omgang met natuurmaaisel in Vlaanderen, of om regio-gebonden aspecten van deze problematiek bloot te leggen.

De drie uitgewerkte waardeketens rond natuurmaaisel zijn gebaseerd op de werking van telkens één bedrijf. Voor graspapier bestaan echter meerdere verwerkingsroutes, die deze masterproef slechts aanstipt. Door een focus op de Vlaamse en Nederlandse context blijven ook alternatieve routes uit het buitenland, of zelfs geheel andere grasproducten buiten beschouwing.

Ten slotte vormt dit onderzoek slechts een momentopname in een snel evoluerend veld van valorisatiemogelijkheden. Recent internationale onderzoek inzake het gebruik van maaisel voor de productie van waterstof, of voor de extractie van biochemicals zoals melkzuur, tonen aan dat nieuwe toepassingen nog volop ontwikkeld worden (Antonopoulou, 2020; Arizzi et al., 2021; Ito et al., 2018).

# 6. Conclusie

Dit onderzoek ging de mogelijkheden na voor De Zegge om haar natuurmaaisel circulair in te zetten. De gemiddelde jaarlijkse productie van natuurmaaisel werd geschat op 94,53 ton droge stof. Momenteel wordt het maaisel opgehaald ter verwerking in een officiële composteringsinstallatie. Deze aanpak is ook bij andere natuurbeheerders gangbaar, maar komt met een aanzienlijk prijskaartje.

Om kosten te drukken werken vele natuurbeheerders samen met landbouwers om geschikte percelen te hooien, of maaisel te composteren, ondanks het ontbreken van een wettelijk kader voor boerderijcompostering. Wanneer zulke samenwerking niet mogelijk is en de afvoerkosten te hoog zijn, blijft maaisel liggen, wat ook voor natuurbeheerders ongewenst is. Maaisel vormt zo al lange tijd een knelpunt binnen natuurbeheer.

## 6.1 Aanbevelingen voor De Zegge

Voor natuurbeheerders komen twee strategieën naar voren die bijdragen aan een betaalbaarder en duurzamer beheer:

1. **Kleinschalige, lokale verwerking** met partners in de nabije omgeving, zoals verwerking tot compost in combinatie met hooien voor veevoeder of stalbedding.
2. **Grootschalige industriële verwerking** tot voeder, materialen, meststoffen of energiewinning. Hiervoor is een bundeling van grotere volumes vaak noodzakelijk. Deze kan georganiseerd worden via het opzetten van opslagpunten in directe samenwerking met afnemers of via de vorming van onafhankelijke biomassahubs. Deze hubs kunnen het maaisel voorbewerken (d.m.v. drogen of persen) en combineren met andere reststromen, waardoor hergebruik gestimuleerd wordt volgens het '*multi-in, multi-out'*-model van Knotter et al. (2022).

Uit de resultaten blijkt dat vier waardeketens daarbij het meest kansrijk zijn, die allen compatibel zijn met het type maaisel van De Zegge. **Boerderijcompostering** kan in de nabije toekomst een waardevolle piste worden. Daarbij is het afwachten of de verwachte regelgeving een kader schept dat voldoende werkbaar is voor De Zegge.

De logistiek van **veenvrije potgrond** biedt iets meer flexibiliteit voor De Zegge, maar het kleine volume aan maaisel vormt dan weer een struikelblok voor Agricon. Hoewel de logistiek van **grasisolatie** meer organisatie vereist, staat Gramitherm op dit moment het meest positief tegenover de afname van het maaisel van De Zegge. Ook **graspapier** kan in samenspraak met de KMDA in de toekomst mogelijkheden bieden, indien de verwerking ook in Vlaanderen mogelijk wordt.

Op langere termijn bieden ook de verwerking tot **bioplastics**, **composietmateriaal** of **biogas** perspectief. Lopende projecten zullen ook de kansen van **grassap** en producten hieruit verder verduidelijken.

## 6.2 Beleidsaanbevelingen

Natuurmaaisel vormt **'laaghangend fruit'** voor het verkleinen van de koolstofafdruk van onze economie (Gaffey et al., 2023). Een beleid dat een gunstige marktcontext creëert kan bestaande en toekomstige initiatieven helpen doorgroeien van pilootprojecten naar commerciële toepassingen. Financiële stimulansen, afstemming in wet- en regelgeving en bewustwordingscampagnes zijn noodzakelijk, die bij voorkeur ingrijpen op alle schakels in de waardeketen.

Projectwerking wordt reeds ondersteund via Vlaamse en Europese subsidies. Aanvullende opties zijn investeringssteun voor biomassahubs en bedrijven die biomassaresten verwerken tot (half)fabricaten. Ook het uitbreiden van publiek-private samenwerkingen zoals GRASSCO, of het ontwikkelen van nieuwe concessiemodellen kan bijdragen aan een sterker verdienmodel.

Het **concurrentievermogen** van natuurmaaisel als grondstof **kan vergroot worden** door fossiele alternatieven minder aantrekkelijk te maken, bijvoorbeeld via prijsopdrijving of gerichte targets voor het gebruik van biomassareststromen. Daarnaast draagt het systematisch in kaart brengen van het aanbod van maaisel, evenals het ontwikkelen van productklassen bij aan voorspelbaarheid en bekendheid van deze stroom bij industriële partners.

Financiële compensatie voor bijdragen aan klimaat-, milieu- en biodiversiteitsdoelen kan een steunende pijler vormen voor een gezond verdienmodel. Overheden kunnen hiervoor verder inzetten op de ontwikkeling van instrumenten zoals carbon credits of biodiversity credits via de vrijwillige koolstofmarkt, gericht op productieprocessen die koolstofopslag bevorderen of natuurbehoud stimuleren.

Ook is een rol weggelegd voor **overheden als eindconsument**, die via publieke aanbestedingen en het inzetten van overheidsgebouwen en -terreinen voor grasproducten actieve marktaanjager worden. Bovendien creëert dit goede praktijkvoorbeelden die kunnen dienen voor bewustwordingscampagnes die consumenten meer vertrouwd maken met deze producten.

Verder kunnen overheden natuurbeheerders steunen in het **herkennen** van hun **maaisel als waardevolle grondstof**. De uitrol van het symbioseplatform van OVAM biedt kansen om uit te reiken naar natuurbeheerders met steun bij het identificeren van de kwantiteit en kwaliteit van het maaisel. Praktische en eventueel financiële ondersteuning bij deze inventarisatie kan natuurbeheerders over de drempel tillen om circulaire samenwerkingen te verkennen.

Aangezien natuurmaaisel een **eindige biomassastroom** is met vele mogelijke toepassingen, is het aangewezen alvast een adviserend kader voor te bereiden dat het gebruik voor verschillende toepassingen dirigeert. Richtlijnen over kwaliteitsvereisten voor verwerkingen en toepassingsvoorkeuren specifiek voor natuurmaaisel maken de markt voorspelbaarder voor bedrijven en investeerders, en ondersteunen de ontwikkeling van de meest duurzame en hoogwaardige verwerkingsvormen.

## 6.3 Aanbevelingen voor verder onderzoek

Om het inzicht in de opbrengst van De Zegge verder te verdiepen is het aangewezen om bij de jaarlijkse staalnames ook het versgewicht van de stalen te registreren. Het **jaarlijks herhalen van de berekeningen inzake opbrengst** maakt het mogelijk om te bepalen tussen welke waarden de opbrengst gewoonlijk fluctueert.

Daarnaast verdienen verschillende valorisatiemogelijkheden nader onderzoek. In afwachting van de nieuwe regelgeving rond **boerderijcompostering** kan alvast worden geïnventariseerd welke landbouwbedrijven samenwerkingspartners kunnen zijn. Hierbij kan ook gekeken worden naar opportuniteiten rond hooien voor veevoeder of stalbedding.

Indien KMDA openheid toont voor de afname van **graspapier**, kunnen lokale papierproducenten worden benaderd om te peilen naar hun interesse in het verwerken van maaisel voor dit specifieke project.

De potentie van **biogasproductie** vraagt verdere verduidelijking. Het in kaart brengen van nabijgelegen vergistingsinstallaties - op industriële schaal of bij recyclageparken en landbouwbedrijven - is een eerste stap om potentiële afnemers voor maaisel te identificeren. Daarnaast kan onderzocht worden of omliggende bedrijven interesse hebben om te investeren in biogasproductie voor groene stroom. Hierbij kan aandacht gehouden worden voor bedrijven waar de piek in elektriciteitsgebruik samenvalt met de zomerse piek in grasproductie, zoals Bobbejaanland. Een vervolgonderzoek of nieuwe masterproef rond deze casus ligt voor de hand, en zou ook vragen over technische haalbaarheid bij natte en droge vergisting kunnen verhelderen.

Ongeacht welke piste(s) De Zegge verder verkent voor haar natuurmaaisel, is het aan te raden om de **bevindingen** te **blijven documenteren**. Ook ervaringen met samenwerkingen die niet slagen zijn waardevol voor andere natuurbeheerders en overheden om knelpunten in beeld te krijgen. Het delen van kennis en ervaringen tussen natuurbeheerders vergroot de kans op succesvolle valorisatie van deze onderbenutte biomassareststroom.

## 6.4 Lessen en ervaringen met interdisciplinariteit

Dit onderzoek slaat de brug tussen verschillende disciplines zoals Milieuwetenschappen, Biologie en Economie. De onderzoeksvragen illustreren hoe vraagstukken rond reststromen en circulariteit uitnodigen tot interdisciplinaire samenwerking. Net als vele actuele uitdagingen op het vlak van natuur, milieu en klimaat, kan ook natuurherstel geformuleerd worden als een 'wicked problem' - een complex, gelaagd vraagstuk zonder eenduidige oplossing. Zulke problematieken vragen om samenwerking over disciplinaire grenzen heen.

Om natuurherstel alle kansen te geven, volstaat het niet om uitsluitend te vertrekken vanuit de expertise uit eigen discipline. Door inzichten en methodes uit de biologie en milieueconomie te combineren, wil dit onderzoek praktische knelpunten rond de reststroom aan maaisel aanpakken en integrale, werkzame antwoorden formuleren.

Daarnaast sluit het onderzoek aan bij beleidsmatige en sociaaleconomische dimensies, zoals de verdeling van kosten tussen natuurbeheerder en verwerker, maar ook de mate van technologie-acceptatie bij circulaire toepassingen doorheen de waardeketen rond natuurmaaisel. Acceptatie is essentieel om innovaties te laten doorstromen naar de praktijk, en vereist naast ecologische meerwaarde ook economische haalbaarheid en vertrouwen bij alle schakels in de waardeketen.

Circulaire valorisatie is niet alleen een technische of ecologische uitdaging, maar moet ook gedragen moet worden door de actoren in het veld. Daarmee onderstrepen de resultaten van het onderzoek het belang van een integrale, interdisciplinaire aanpak waarbij technologie, ecologie en economie samenkomen om ketens werkbaar te maken. Door onderzoeksmethoden uit verschillende disciplines te combineren hoopt dit onderzoek tot antwoorden op de onderzoeksvragen te komen die van betekenis zijn voor natuurreservaat De Zegge, natuurbeheerders en andere stakeholders in de waardeketens rond natuurmaaisel.

# 7. Bibliografie


Afteni, C., Păunoiu, V., & Afteni, M. (2022). Study on the Transition from the Linear Economy to the Circular Economy. *Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati, Fascicle V, Technologies in machine building*, *39*(1), 49–55. https://doi.org/10.35219/tmb.2021.1.08

Agentschap voor Natuur en Bos. (z.d.-a). *Biologische waarderingskaart versie 1 & versie 2* . Geraadpleegd op 30 juli 2025, van https://www.geopunt.be

Agentschap voor Natuur en Bos. (z.d.-b). *Hydrologisch herstel van de vallei van de Kleine Nete ter hoogte van De Zegge en het Olens Broek*. Geraadpleegd op 4 augustus 2025, van https://dezegge.dekleinenete.be/

Agricon NV. (z.d.). *Duurzaamheid*. Geraadpleegd op 2 augustus 2025, van https://www.agricon.be/duurzaamheid

Antonopoulou, G. (2020). Designing efficient processes for sustainable bioethanol and bio-hydrogen production from grass lawn waste. *Molecules*, *25*(12). https://doi.org/10.3390/molecules25122889

APRE, & CDTI. (2022). *Guiding notes to use the TRL self-assessment tool*. BRIDGE2HE project. Horizon Europe NCP Portal. https://horizoneuropencpportal.eu/sites/default/files/2022-12/trl-assessment-tool-guide-final.pdf

Arizzi, M., Morra, S., Gilardi, G., Pugliese, M., Gullino, M. L., & Valetti, F. (2021). Improving sustainable hydrogen production from green waste: [FeFe]-hydrogenases quantitative gene expression RT-qPCR analysis in presence of autochthonous consortia. *Biotechnology for Biofuels*, *14*(1). https://doi.org/10.1186/s13068-021-02028-3

Back, E. , Beekhuis. H. , Bergman. B. , Gort. R. , Claassen. L. , Gerner. L. , ten Have. A. , Horsmeijer. P. , Langenberg. J. , Langenhof. J. , de Leeuw. B. , Neimeijer. J. , Schilte. L. , Verweij. G. & Zuijdam. J. (2017a). Bermmaaisel als grondstof voor biocomposiet: [PILOT] Biobased producten. . *Waarde van maaisel: Circulair terreinbeheer in de praktijk*, 38–42. Geraadpleegd op 22 juli 2025, van https://circulairterreinbeheer.nl/Def_MagazineCT_171010_WEB_A3.pdf

Back, E. , Beekhuis. H. , Bergman. B. , Gort. R. , Claassen. L. , Gerner. L. , ten Have. A. , Horsmeijer. P. , Langenberg. J. , Langenhof. J. , de Leeuw. B. , Neijmeijer. J. , Schilte. L. , Verweij. G. & Zuijdam. J. (2017b). Van berm tot bladzijde: [PILOT] biobased producten. *Waarde van maaisel: Circulair terreinbeheer in de praktijk*, 36–37. Geraadpleegd op 22 juli 2025, van https://circulairterreinbeheer.nl/Def_MagazineCT_171010_WEB_A3.pdf

Bair, J. (2005). Global Capitalism and Commodity Chains: Looking Back, Going Forward. *Competition & Change*, *9*(2), 153–180. https://doi.org/10.1179/102452905x45382

Balis, J. P. (2011). *Kyoto in't Pajottenland: Covergisting van bermmaaisel op een bestaande landbouwvergister*. LEADER-project Kyoto in't Pajottenland. https://adoc.pub/2011-kyoto-in-t-pajottenland-covergisting-van-bermmaaisel-op.html

Beims, R. F., Simonato, C. L., & Wiggers, V. R. (2019). Technology readiness level assessment of pyrolysis of trygliceride biomass to fuels and chemicals. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 112,* 521–529. https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.06.017

Biobased Inkopen. (z.d.). *voorBIJ©-papier*. Geraadpleegd op 2 augustus 2025, van https://biobasedinkopen.nl/producten/voorbij-papier/

Biomassaplein cvba so. (z.d.). *Biomassaplein cvba so: Het eerste verzamelplein voor kwaliteitsvolle houtige biomassa uit landschapsbeheer*. Geraadpleegd op 4 augustus 2025, van https://www.biomassaplein.be/

Bionerga. (z.d.). *Biomassaplein*. Geraadpleegd op 4 augustus 2025, van https://bionerga.be/recyclage/biomassaplein-houthalen

Boerennatuur Vlaanderen; Vlaamse Landmaatschappij & Werkers in Aanneming (2024). *Eindrapport: Beheerovereenkomsten maaien met afvoer*. https://www.boerennatuur.be/pdf/rapport%20Boerennatuur%20maaien%20en%20afvoeren_VLM%20stijl.pdf

Bois & Habitat. (z.d.). *Gramitherm Europe S.A*. Geraadpleegd op 4 augustus 2025, van https://www.bois-habitat.be/exhibitor/gramitherm-europe-s-a/

Borealis. (2020, december 15). *Newly commissioned Biostoom waste-to-energy plant delivers steam and electricity to Borealis in Beringen, Belgium*. Geraadpleegd op 4 augustus 2025, van https://www.borealisgroup.com/news/newly-commissioned-biostoom-waste-to-energy-plant-delivers-steam-and-electricity-to-borealis-in-beringen-belgium?utm_source=chatgpt.com

Calantone, R., & Vickery, S. K. (2009). Special Topic Forum on Using Archival and Secondary Data Sources in Supply Chain Management Research. *Journal of Supply Chain Management*, *45*(2), 94–95. https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2009.03165.x

Ciclovivo. (2021, maart 11). *Como fazer Bokashi de Terra*. Geraadpleegd op 3 augustus 2025, van https://ciclovivo.com.br/mao-na-massa/permacultura/como-fazer-bokashi-de-terra/

Compeer, A., & Mattheij, S. (2017). *Inventarisatie biomassastromen Vlaanderen en Noord-Brabant*. Nauurpunt Beheer. https://www.archive.grensregio.eu/assets/files/site/Grasgoed-rapport-inventarisatie.pdf

Cuypens, D., & Belderbos, E. (2022). *MONBIO-eindrapport Final5: Structuuroverzicht Vlaamse bio-economie* (Specifieke opdracht 2022/SCT/R/2684). ILVO. https://ilvo.vlaanderen.be/uploads/documents/PB/2022-SCT-R-2684_MONBIO_eindrapport_final5.pdf

D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., Leskinen, P., Matthies, B. D., & Toppinen, A. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, *168*, 716–734. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053

de Best, J., Thiewes, H. J., & Verbeke, W. (2018). *Verslag Mini-symposium - Is het rendabel om gras uit natuurgebieden te verwerken?* Centre of Expertise Biobased Economy. https://interregvlaned.eu/uploads/downloads/Grasgoed-Verslag_Mini-symposium.pdf

De Boever, M., & Willekens, K. (2023). *Boerderijcompostering* (PowerPointpresentatie). Workshop Hergebruik van Natuurmaaisel. ILVO.

de Gregorio, M., Gírio, F., Lourinho, G., Pérez, P., & Vega, A. (2024). *State of play of biogas & biomethane in Europe: An update on market gaps and policy recommendations* (Beleidsrapport). Horizon Europe. https://hyfuelup.eu/wp-content/uploads/2025/02/State_of_play_of_Biogas_and_Biomethane_in_Europe.pdf

De Keulenaere, B., Laub, K., Michels, E., Van Poucke, R., Boeve, W., Depuydt, T., Trapp, M., Bolzonella, D., Ryckaert, B., Bamelis, L., Hamelin, L., & Meers, E. (2016). *Good practice guide for grass valorisation: Recommendations for biogas plant owners and operators*. GR3. https://doi.org/https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1215.6561

De Meyer, A., Cattrysse, D., & Van Orshoven, J. (2016). Considering biomass growth and regeneration in the optimisation of biomass supply chains. *Renewable Energy*, *87*, 990–1002. https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.07.043

Decorte, M., & Tessens, S. (2019a). *Monovergisting van gemeentelijk bermmaaisel*. Transbio. https://www.biogas-e.be/sites/default/files/uploads/docs/wp3_d3-1-monovergisting-bermmaaisel_0.pdf

Decorte, M., & Tessens, S. (2019b). *Onbenutte biomassa: Gemeentelijk bermmaaisel*. Transbio. https://www.biogas-e.be/sites/default/files/uploads/docs/d2_2-onbenutte-biomassa-gemeentelijk-berm-en-grasmaaisel_0.pdf

Departement Economie, Wetenschap en Innovatie Vlaanderen (Departement EWI). (2019, januari 21). *Vlaamse overheid wil bermgras als grondstof gebruiken voor papier*. Geraadpleegd op 27 juli 2025, van https://www.ewi-vlaanderen.be/nieuws/vlaamse-overheid-wil-bermgras-als-grondstof-gebruiken-voor-papier

Ding, Z., Hamann, K. T., & Grundmann, P. (2024). Enhancing circular bioeconomy in Europe: Sustainable valorization of residual grassland biomass for emerging bio-based value chains. *Sustainable Production and Consumption*, *45*, 265–280. https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.01.008

Donner, M., & de Vries, H. (2021). How to innovate business models for a circular bio-economy? *Business Strategy and the Environment*, *30*(4), 1932–1947. https://doi.org/10.1002/bse.2725

Drescher, M., Sullivan, F. K., & Bennett, F. (2016). *Mapping of EU cloud services, solutions technological readiness* (CloudWATCH2 Deliverable 2.2). CloudWATCH2 Consortium. https://www.cloudwatchhub.eu/sites/default/files/CloudWATCH2_Mapping-of-EU-cloud-services-solutions-and-technological-readiness_vFinal.pdf

Duurzaam Gebouwd. (2021). *Whitepaper grasisolatie: Natuurlijk en circulair*. https://www.duurzaamgebouwd.nl/whitepaper/whitepaper-grasisolatie-natuurlijk-en-circulair

Ecomat. (2024). *Prijslijst ecomat*. Geraadpleegd op 2 augustus 2025, van https://ecomat.be/bestandenbank/EM-PL-GRA-PA24-01.pdf

Ecowood. (z.d.). *Agricon turfvrije moestuin potgrond 60L*. Geraadpleegd 4 augustus 2025, van https://ecosnoei.be/ecowood/index.php?route=product/product&product_id=109

Elbersen, W., & Spijker, J. (2014). *Biomassapotentie Rijkswaterstaat: Analyse van hoeveelheden en huidige toepassing*. Wageningen UR Food & Biobased Research. https://edepot.wur.nl/255767

Ellen MacArthur Foundation, Stiftungsfonds für Umweltökonomie und Nachhaltigkeit (SUN), Deutsche Post Foundation & McKinsey Center for Business and Environment. (2015). *Growth within: A circular economy vision for a competitive Europe*. https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/knowledge/growth-within-circular-economy-vision-competitive-europe

Europese Commissie. (2018). *Bioeconomy: the European way to use our natural resources: Action plan 2018*. https://doi.org/10.2777/57931

Europese Commissie. (2020). *Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe*. https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en

Europese Unie. (2008, 19 november). *Richtlijn 2008/98/EG van het Europees Parlement en de Raad van 19 november 2008 betreffende afvalstoffen en tot intrekking van een aantal richtlijnen* (PbEU L 312 van 22.11.2008, blz. 3–30). Publicatieblad van de Europese Unie.

Fernandes de Souza, M., & Scott, H. (2020). *Grassification: D2.1.1 Assessment report of using the liquid fraction of grass as fertilizer* (Grassification Deliverable D2.1.1). Ghent University & Canterbury Christ Church University. https://www.biorefine.eu/wp-content/uploads/2022/06/D

Frey, M. (2023). Meadow Grass, Biogas and Bioplastics. *Biogas Journal*, *Autumn_2023*, 32–35. Geraadpleegd op 2 augustus 2025, van https://biowert.com/wp-content/uploads/2024/09/Sonnenenergie_Frey.pdf

Gaffey, J., Rajauria, G., McMahon, H., Ravindran, R., Dominguez, C., Ambye-Jensen, M., Souza, M. F., Meers, E., Aragonés, M. M., Skunca, D., & Sanders, J. P. M. (2023). Green Biorefinery systems for the production of climate-smart sustainable products from grasses, legumes and green crop residues. In *Biotechnology Advances*, *66*. https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2023.108168

Goldstein, A., Turner, W. R., Spawn, S. A., Anderson-Teixeira, K. J., Cook-Patton, S., Fargione, J., Gibbs, H. K., Griscom, B., Hewson, J. H., Howard, J. F., Ledezma, J. C., Page, S., Koh, L. P., Rockström, J., Sanderman, J., & Hole, D. G. (2020). Protecting irrecoverable carbon in Earth's ecosystems. *Nature Climate Change*, *10*(4), 287–295. https://doi.org/10.1038/s41558-020-0738-8

Gramitherm Europe SA. (z.d.). *Installation*. Geraadpleegd 4 augustus 2025, van https://gramitherm.eu/installation/?lang=en

Gramitherm Europe SA. (2020). *Insulation boards produced from meadow grass* (Brochure). Gramitherm Europe SA. https://gramitherm.eu/wp-content/uploads/2020/12/Brochure01UKEUROPE-HR2020.pdf

Grasgoed. (2019). *Case Study Rapport Grasgoed*. IDEA Consult. https://www.archive.grensregio.eu/assets/files/site/Case-Study-rapport-GrasGoed.pdf

Grass2Grit. (2019). *Grassap, het groene alternatief voor strooizout*. https://www.grass2grit.nl/wp-content/uploads/2019/10/BROCHURE_GRASS_2_GRIT_2019_DEF-gecomprimeerd.pdf

Gruwez, R., Michels, E., De Keulenaere, B., Van Poucke, R., Boeve, W., Duarte, L., Depuydt, T., Laub, K., Trapp, M., Bolzonella, D., Hamelin, L., Barnelis, L., & Meers, E. (2016). *Good practice guide for grass valorization: Recommendations for terrain managers*. GR3. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1215.6561

Guisson, R. (2022). *Policy landscape analysis for the valorization of roadside grass clippings*. https://www.biorefine.eu/publications/policy-landscape-analysis-for-the-valorization-of-roadside-grass-clippings/

Gybels, R., Meers, E., Devacht, C., Annaert, W., Ryckaert, B., Verbeke, W., Schoutteten, H., Janssens, L., Van Gijzeghem, F., De Vocht, A., Delief, A., Witters, N., Van Dael, M., Wijgaerts, A., Vangronsveld, J., Vandaele, E., & Vandenbroek, K. (2012). *Graskracht: Eindrapport*. Inverde. https://Vlacovzw.be/sites/default/files/generated/files/page/graskracht-eindrapport-lr.pdf

Hamoen, E., & Dortmans, D. (2020). *Whitepaper Isolatiematten: Van natuurgras tot isolatiemat*. Interreg Grasgoed. https://interregvlaned.eu/uploads/downloads/NewFoss_Whitepaper_GrasGoed.pdf

Hjorth, S. S., & Brem, A. M. (2016). How to assess market readiness for an innovative solution: The case of heat recovery technologies for SMEs. *Sustainability (Switzerland)*, *8*(11). https://doi.org/10.3390/su8111152

Huizing, H. J., & Hillebrand, J. H. A. (2005). *Grasol: Een haalbaarheidsstudie* (Rapport nr. 05.2.105). InnovatieNetwerk Groene Ruimte. https://edepot.wur.nl/117413

IndustrieVandaag. (2023, maart 31). *Agricon maakt ecologisch verantwoorde potgrond – met aandrijvingen van NORD*. Geraapleegd op 4 augustus 2025, van https://industrievandaag.nl/agricon-maakt-ecologisch-verantwoorde-potgrond-met-aandrijvingen-van-nord/

Ito, M., Hori, T., Teranishi, S., Nagao, M., & Hibino, T. (2018). Intermediate-temperature electrolysis of energy grass Miscanthus sinensis for sustainable hydrogen production. *Scientific Reports*, *8*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-018-34544-y

Janmaat, L. (2017, juni). Wat is beter - compost of bokashi? *Ekoland*, 30–31. Geraadpleegd op 22 juli 2025, van https://www.louisbolk.nl/sites/default/files/publication/pdf/3269.pdf

Kerone Engineering Solutions Limited. (2023, februari 25). *Biochar Helps Cut Manure Emissions*. Geraadpleegd op 7 augustus 2025, van https://kerone.com/blog/biochar-helps-cut-manure-emissions/

Knotter, S., Devriendt, N., & Carpentier, M. (2022). *Economisch potentieel van biomassaresten uit landschapsbeheer*. Vlaamse Landmaatschappij. https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/49741

Kobos, P. H., Malczynski, L. A., Walker, L. T. N., Borns, D. J., & Klise, G. T. (2018). Timing is everything: A technology transition framework for regulatory and market readiness levels. *Technological Forecasting and Social Change*, *137*, 211–225. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.052

Konan, D., Koffi, E., Ndao, A., Peterson, E. C., Rodrigue, D., & Adjallé, K. (2022). An Overview of Extrusion as a Pretreatment Method of Lignocellulosic Biomass. *Energies*, *15*(9). https://doi.org/10.3390/en15093002

Koninklijke Maatschappij voor Dierkunde van Antwerpen (KMDA. (2020). *Natuurreservaat De Zegge: Jaarverslag 2019*.

Koninklijke Maatschappij voor Dierkunde van Antwerpen (KMDA). (2022). Natuurreservaat De Zegge: Jaarverslag 2021. In *2022*.

Koopmans, B. (2020). *Whitepaper biologisch diervoeder: Geraffineerde ammoniakreductie*. Interreg Grasgoed. https://interregvlaned.eu/uploads/downloads/Grassa_Whitepaper_GrasGoed.pdf

Kuepper, B., & Quiroz, D. (2023). *Begian consumption of sugarcane ethanol from Brazil and Peru: Shared responsibilities of human rights violations*. Oxfam Belgium. https://oxfambelgie.be/publicaties/belgian-consumption-sugarcane-ethanol-brazil-and-peru

Kuiper, L., & Caron, G. (2003). Energetische benutting van biomassa uit natuurterreinen. *Vakblad NATUURBEHEER: Informatie voor beheerders van natuur, bos en landschap*, *1*, 3–5. Geraadpleegd op 22 juli 2025, van https://core.ac.uk/download/pdf/29294706.pdf

Kurka, S., & Menrad, K. (2009, 30 juni – 2 juli). *Biorefineries and biobased products from the consumer's point of view*. Paper gepresenteerd op de 13e International Conference on the Bioeconomy (ICABR), "The Emerging Bio-Economy", Ravello, Italië. https://doi.org/https://doi.org/10.22004/ag.econ.91330

Lüdeke-Freund, F., Gold, S., & Bocken, N. M. P. (2019). A Review and Typology of Circular Economy Business Model Patterns. In *Journal of Industrial Ecology,* 23(1), 36–61. Blackwell Publishing. https://doi.org/10.1111/jiec.12763

Lynch, D. H. J., Klaassen, P., & Broerse, J. E. W. (2017). Unraveling Dutch citizens' perceptions on the bio-based economy: The case of bioplastics, bio-jetfuels and small-scale bio-refineries. *Industrial Crops and Products*, *106*, 130–137. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.10.035

Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit. (2007). *Overheidsvisie op de bio-based economy in de energietransitie: De keten sluiten* (WUR eDepot, Rapport 118512). Wageningen University & Research. https://edepot.wur.nl/118512

Mousavi, S., Hellsmark, H., & Söderholm, P. (2023). How can pilot and demonstration plants drive market formation? Lessons from advanced biofuel development in Europe. *Technological Forecasting and Social Change*, *194*. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122703

Mumbi, A., Pittson, H., Vriesekoop, F., & Kurhan, S. (2024). Consumer acceptance of grass ingredients in human diets. *Human Dynamics, Product Evaluation and Quality*, *131*. https://doi.org/10.54941/ahfe1004870

Natuurinvest/Inverde. (2024). *Biomassa uit natuurbeheer: mogelijkheden en uitdagingen*. LIFE Green Valleys. https://ecopedia.s3.eu-central-1.amazonaws.com/2024-05/beheerproducten_uit_natuurbeheer.pdf

Neves, S. A., & Marques, A. C. (2022). Drivers and barriers in the transition from a linear economy to a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, *341*. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130865

Nord Drivesystems. (z.d.-a). *Agricon maakt ecologisch verantwoorde potgrond - met aandrijvingen van NORD* (Brochure). https://www.nord.com/media/images/img-content/news_1/nord_agricon_konings_fiberbeast_be.pdf

Nord Drivesystems. (z.d.-b). *Agricon maakt ecologisch verantwoorde potgrond - met aandrijvingen van NORD*. Geraadpleegd op 4 augustus 2025, van https://www.nord.com/media/images/img-content/news_1/nord_agricon_konings_fiberbeast_be.pdf

Odegard, I., Croezen, H., & Bergsma, G. (2012). *Cascading of Biomass: 13 Solutions for a Sustainable Bio-based Economy Making Better Choices for Use of Biomass Residues, By-products and Wastes*. CE Delft. https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/04/CE_Delft_2665_Cascading_of_Biomass_def.pdf

Oosterbaan, A., van Blitterswijk, H., Holshof, G., & de Jong, J. J. (2008). *Vraag en aanbod van natuurgras: Verkenning van de huidige en toekomstige vraag en aanbod van natuurgras, met nadruk op toepassing als veevoer* (Alterra-rapport 1804). Wageningen Environmental Research. https://www.researchgate.net/publication/40790808

OECD. (2013). *Policies for Bioplastics in the Context of a Bioeconomy* (OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, Vol. 10). https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/5k3xpf9rrw6d-en

Orozco, R., & Grundmann, P. (2022). Readiness for Innovation of Emerging Grass-Based Businesses. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *8*(4). https://doi.org/10.3390/joitmc8040180

OVAM. (z.d.). *Grondstofverklaringen: wanneer en hoe? De voorwaarden voor samenstelling en kwaliteit van de grondstof.* Geraadpleegd op 12 augustus 2025, van https://ovam.vlaanderen.be/grondstofverklaringen-wanneer-en-hoe

OVAM. (2016). *Uitvoeringsplan huishoudelijk afval en gelijkaardig bedrijfsafval*. https://www.vlaanderen.be/publicaties/uitvoeringsplan-huishoudelijk-afval-en-gelijkaardig-bedrijfsafval

OVAM. (2017). *Aanbod en bestemming biomassa(rest)stromen voor de circulaire economie in Vlaanderen*.

OVAM. (2023). *Marktanalyse biomassareststromen 2022*. https://ovam.vlaanderen.be/c/document_library/get_file?uuid=ca72b295-4870-7577-2847-608e7671dd14&groupId=177281

OVAM & Departement Landbouw en Visserij. (2023). *Actieplan voedselverlies en biomassareststromen 2021-2025: Voortgang en realisaties kringloop voedselverlies 2021-2022*. https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/56707

Polspoel, W. (2019, juli 4). *Gemaaid gras voor het eerst in ons land toegepast als isolatie*. Geraadpleegd op 2 augustus 2025, van https://www.circubuild.be/nl/nieuws/gemaaid-gras-voor-het-eerst-in-ons-land-toegepast-als-isolatie/

PPAE Hansbeke. (z.d.). *Boerderijcompostering*. Geraadpleegd op 2 augustus 2025, van https://www.ppaehansbeke.be/nl/onderzoeksthemas/boerderijcompost-produceren-via-een-nieuw-samenwerkingsconcept

Product & Plant Catalogus. (z.d.). *Voorbij©-papier – Waardewenders*. Geraadpleegd op 4 augustus 2025, van https://producten.nlgreenlabel.nl/producten/voorbij-papier-waardewenders/

Ranjbari, M., Shams Esfandabadi, Z., Quatraro, F., Vatanparast, H., Lam, S. S., Aghbashlo, M., & Tabatabaei, M. (2022). Biomass and organic waste potentials towards implementing circular bioeconomy platforms: A systematic bibliometric analysis. *Fuel*, *318*. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.123585

Ravi, R., & Fernandes De Souza, M. (2021). *Life cycle assessment of roadside grass verges in Flanders Public* (Versie 1.0). Biorefine Cluser Europe. https://www.biorefine.eu/wp-content/uploads/2021/10/life_cycle_assessment_of_roadside_grass_verges_in_flanders.pdf

Regionaal Landschap Rivierenland. (z.d.). *Opstart van een lokaal composteringsnetwerk: Bevindingen en aanbevelingen op basis van een pilootproject te Sint-katelijne-waver*. Geraadpleegd op 9 augustus 2025, van https://www.regionalelandschappen.be/assets/afbeeldingen/rl-rivierenland/publicaties/blauwdruk.pdf

Ros, G. H., Termorshuizen, A. J., & van Dijk, T. A. (2012). *Risico's van diffuse verspreiding biomassareststromen* (Rapport nr. 1474). Nutriënten Management Instituut. https://www.nmi-agro.nl/wp-content/uploads/2020/08/Rapport-1474-def.pdf

Ryckebusch, H. , Verniers. V. , Michels. E. , Meers. E. & De Geyter, N. (2025, juni). Resultaat door doorgedreven co-creatie. *Impact*, *5*, 5–6. Interreg Vlaanderen – Nederland. Geraadpleegd op 4

augustus 2025, van https://interregvlaned.eu/uploads/project-downloads/Impact_Juni2025_LR.pdf

Salvador, R., Eriksen, M. L., Kjaersgaard, N. C., Hedegaard, M., Knudby, T., Lund, V., & Larsen, S. B. (2025). From ocean to meadow: A circular bioeconomy by transforming seaweed, seagrass, grass, and straw waste into high-value products. *Waste Management*, *200*. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2025.114753

Schut Papier. (z.d.). *Valorise by Schut Papier: Recht uit de kassen: Een bijzonder, duurzaam papier gemaakt met tomatenplantvezels*. Geraadpleegd op 4 augustus 2025, van https://schutpapier.nl/nl/papiersoorten/valorise

Sharma, N. K., Govindan, K., Lai, K. K., Chen, W. K., & Kumar, V. (2021). The transition from linear economy to circular economy for sustainability among SMEs: A study on prospects, impediments, and prerequisites. *Business Strategy and the Environment*, *30*(4), 1803–1822. https://doi.org/10.1002/bse.2717

Sijtsema, S. J., Onwezen, M. C., Reinders, M. J., Dagevos, H., Partanen, A., & Meeusen, M. (2016). Consumer perception of bio-based products - An exploratory study in 5 European countries. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, *77*, 61–69. https://doi.org/10.1016/j.njas.2016.03.007

Smith, A., & Raven, R. (2012). What is protective space? Reconsidering niches in transitions to sustainability. *Research Policy*, *41*(6), 1025–1036. https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.12.012

Spijker, J. H., Bakker, R. R. C., Ehlert, P. A. I., Elbersen, H. W., de Jong, J. J., & Zwart, K. (2013). *Toepassingsmogelijkheden voor natuur- en bermmaaisel: Stand van zaken en voorstel voor een onderzoeksagenda* (Alterra-rapport 2418). Alterra Wageningen UR. https://edepot.wur.nl/255767

Stabilitas BV. (2021). *Beoordelingsrapport Waardewenders Circulair Papier*. https://biobasedinkopen.nl/app/uploads/gravity_forms/7-30251b6dc22b02c75edd627c811d67bd/2022/02/DEFINITIEF-Beoordelingsrapport-Waardewenders-Circulair-Papier_9-maart-2021.pdf

Stańko, R., & Makowska, M. (2024, 28 mei). *The use of biomass from protected areas in Poland* (PowerPointpresentatie). Studiedag Biomass Solutions as part of LIFE Green Valleys.

Strengers, B., & Elzenga, H. (2020). *Beschikbaarheid en toepassingsmogelijkheden van duurzame biomassa: Verslag van een zoektocht naar gedeelde feiten en opvattingen.* Planbureau voor de Leefomgeving. https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-beschikbaarheid-en-toepassingsmogelijkheden-van-duurzame-biomassa-verslag-zoektocht-naar-gedeelde-feiten-opvattingen_4188.pdf

Thiewes, H. J. (2020). *Ontwikkeling van bio composiet met natuurvezels voor bouwapplicaties* (Output 3.3). Growing a Green Future. https://www.biobasedgarden.nl/wp-content/uploads/2020/05/Business-case-Def-rapport-bio-composiet-voor-de-bouw.pdf

Timma, L., Dace, E., Kristensen, T., & Knudsen, M. T. (2020). Dynamic sustainability assessment tool: Case study of green biorefineries in Danish agriculture. *Sustainability*, *12*(18). https://doi.org/10.3390/SU12187389

Tsapekos, P., Khoshnevisan, B., Alvarado-Morales, M., Symeonidis, A., Kougias, P. G., & Angelidaki, I. (2019). Environmental impacts of biogas production from grass: Role of co-digestion and

pretreatment at harvesting time. *Applied Energy*, *252*. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113467

Urák, I., Hartel, T., Gallé, R., & Balog, A. (2017). Worldwide peatland degradations and the related carbon dioxide emissions: the importance of policy regulations. *Environmental Science and Policy*, *69*, 57–64. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.12.012

van den Hurk, H. (2020). *Whitepaper Bodemverbeteraar: Bodemverbeterende producten uit natuurgras*. Interreg Grasgoed. https://interregvlaned.eu/uploads/downloads/VGR_Whitepaper_GrasGoed.pdf

Van Gursel, I., van Groenestijn, J., Elbersen, W., Schelhaas, M.-J., Nabuurs, G.-J., Kranendonk, R., de Jong, A., van Leeuwen, M., & Smits, M.-J. (2020). *Local supply of lignocellulosic biomass to paper industry in Gelderland : Development of circular and value-added chains*. Wageningen Food & Biobased Research. https://doi.org/10.18174/522235

Van Kerckhove, Y., & Van Meensel, J. (2025). *Monitor van de Vlaamse bio-economie: update 2020-2021*. ILVO. https://ilvo.vlaanderen.be/uploads/images/MONBIO3.0_FINAL.pdf

Van Meerbeek, K., Ottoy, S., De Meyer, A., Muys, B., & Hermy, M. (2016, maart). Vlaamse natuurgebieden als bron van bio-energie: Een opportuniteit om natuurbehoud te combineren met klimaatmitigatie? *Natuur.focus*, *15*, 11–17. Geraadpleegd op 20 juli 2025, van https://www.researchgate.net/publication/299511789

Van Meerbeek, K., Ottoy, S., De Meyer, A., Van Schaeybroeck, T., Van Orshoven, J., Muys, B., & Hermy, M. (2015). The bioenergy potential of conservation areas and roadsides for biogas in an urbanized region. *Applied Energy*, *154*, 742–751. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.05.007

Van Schijndel, M., & Struyk, P. (2021, juni). Van waterschapsmaaisel tot Bokashi: Bijdrage van maaisel aan waterbeheer en biodiversiteit. *Bodem*, *3*, 20–21. Geraadpleegd op 22 juli 2025, van https://www.louisbolk.nl/publicaties/van-waterschapsmaaisel-tot-bokashi

Van Uytvanck, J., Hermy, M., De Blust, G., & Hoffmann, M. (2022). *Natuurbeheer: Praktijk en wetenschap hand in hand*. Sterck & De Vreese.

Vandecasteele, B., Viaene, J., Castejón-del Pino, R., Lataf, A., Cuypers, A., & Vandamme, D. (2024). S-enhanced microbial activation of biochars and processed grass fibers for circular horticulture. *Science of the Total Environment*, *957*. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.177760

Vanderhoydonks, F. (2024). *Grass as a pioneer in the transition to bio-based materials*. Geraadpleegd op 6 augustus 2025, van https://vito.be/nl/nieuws/gras-optimaal-mobiliseren-naar-onze-circulaire-economie

Vanermen, I., & Vranken, L. (2024). *Verkennende economische haalbaarheidsstudie: Potentieel van een biomassahub voor de valorisatie van groente- en fruitreststromen in Vlaanderen*. ILVO. https://ilvo.vlaanderen.be/uploads/images/rapport_econ_haalbaarheid_hub_vlaanderen_finaal.pdf

Velghe F, Magielse P, Moorkens I, & De Meester S. (2014). *Bermg(r)as: Droge anaerobe vergisting van bermgras, in combinatie met GFT+*. OWS. https://normecows.com/media/2024/05/Bermgras-openbaar-rapport.pdf

Venkatesh, G. (2022). Circular Bio-economy—Paradigm for the Future: Systematic Review of Scientific Journal Publications from 2015 to 2021. In *Circular Economy and Sustainability, 2*(1), 231–279. https://doi.org/10.1007/s43615-021-00084-3

Verbruggen, M. (2018). *De vallei van de Kleine Nete met De Zegge en de tijd van toen*. Marcel Verbruggen.

Verhaert. (2019). *Eindrapport Marktconsultatie Bermstromen: Bevindingen en aanbevelingen op basis van een pilootproject te Sint-Katelijne-Waver.* Programma Innovatieve Overheidsopdrachten (PIO). https://www.vlaio.be/nl/vlaio-netwerk/programma-innovatieve-overheidsopdrachten/bermgras-als-grondstof-voor-de-productie-van-papier/aanbesteding

Vernieuwersnetwerk. (z.d.). *Waardewenders verwerkt bermgras in papier en karton*. Geraadpleegd op 2 augustus 2025, van https://natuurlijkereststromen.nl/waardewenders-gaat-zelf-reststromen-vermalen/

Viaene, J., Van Lancker, J., Vandecasteele, B., Willekens, K., Bijttebier, J., Ruysschaert, G., De Neve, S., & Reubens, B. (2016). Opportunities and barriers to on-farm composting and compost application: A case study from northwestern Europe. *Waste Management*, *48*, 181–192. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.09.021

VILT vzw. (2025, juli 4). *Nog dit jaar duidelijkheid over regels rond boerderijcompostering*. Geraadpleegd op 4 augustus 2025, van https://www.vilt.be/nl/nieuws/dochy-nog-voor-eind-dit-jaar-wettelijk-kader-voor-boerderijcompostering/

Vlaams Agentschap Innoveren & Ondernemen (VLAIO). (2023). *Circulaire ecogrondstoffenhub Schendelbeke*. Geraadpleegd op 7 augustus 2025, van https://www.vlaio.be/nl/vlaio-netwerk/programma-innovatieve-overheidsopdrachten/circulaire-ecogrondstoffenhub-schendelbeke

Vlaamse Overheid. (2013). *Bio-economie in Vlaanderen: Visie en strategie van de Vlaamse overheid voor een duurzame en competitieve bio-economie in 2030*. https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/13585

Vlaamse Overheid. (2021). *Actieplan voedselverlies en biomassa(rest)stromen circulair 2021-2025*. https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/56707

Vlaamse Overheid, & Departement Kanselarij en Bestuur. (2019). *Beleidsvoorstellen op basis van Visie 2050: Bijdrage van de Vlaamse administratie aan het regeerakkoord van de Vlaamse Regering 2019-2024*. https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/43929

Vlaamse Regering. (2016). *Visie 2050: Een langetermijnstrategie voor Vlaanderen*. Departement Kanselarij en Buitenlandse Zaken. https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/19586

Vlaamse Regering. (2023, 1 september). Vlaams reglement betreffende het duurzaam beheer van materiaalkringlopen en afvalstoffen (VLAREMA) (geconsolideerde tekst). EMIS Navigator. https://navigator.emis.vito.be/detail?woId=43991

Vlaanderen Circulair. (z.d.). *RELEAF: van maaisel tot potgrond*. Geraadpleegd op 17 juli 2025, van https://www.vlaanderen-circulair.be/nl/doeners-in-vlaanderen/detail-2/releaf-van-maaisel-tot-potgrond

Vlaco vzw. (2015a). *Eindrapport: Ontwikkeling van duurzame potgrond met groencompost en lokale secundaire grondstoffen*. https://Vlaco.be/sites/default/files/generated/files/page/binder-eindrapport-20150225-versie-publicatie-lowres-2.pdf

Vlaco vzw. (2015b). *Eindrapport: Toepassing van groencompost en andere organische koolstofrijke bodemverbeteraars in de land- en tuinbouw*. https://Vlaco.be/sites/default/files/generated/files/page/eindrapport-binder.pdf

Vlaco vzw. (2016, mei). De zin of onzin van bokashi. *KringloopZINe*, *14*, 4–6. Geraadpleegd op 22 juli 2025, van https://Vlaco.be/sites/default/files/generated/files/news/kringloopzine-14-bokashi.pdf

Voets, F., Böttger, W., & Vansteenkiste, D. (2021). *Use of biocomposites of biopolymers and roadside clippings for prototype products (e.g. landscape infrastructure)* (Deliverable 2.4.3). Grassification. https://www.biorefine.eu/wp-content/uploads/2021/03/d2.4.3._grassification_prototypes.pdf

VoorBIJ©-papier. (z.d.). *Duurzaam*. Geraadpleegd op 2 augustus 2025, van https://www.voorbijpapier.nl/duurzaam/

Vriens, L., Bosch, H., De Knijf, G., De Saeger, S., Guelinckx, R., Oosterlynck, P., Van Hove, M. & Paelinckx, D. (2011). *De Biologische Waarderingskaart: Biotopen en hun verspreiding in Vlaanderen en het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek*. INBO.M.2011.1, Brussel. https://www.ecopedia.be/artikel/de-biologische-waarderingskaart-biotopen-en-hun-verspreiding-vlaanderen-en-het-brussels

Waardewenders BV. (z.d.). *Factsheet voorBIJ©-papier*. Geraadpleegd op 2 augustus 2025, van https://www.waardewenders.nl/assets/files/factsheet-voorbij.pdf

Xiao, Y., & Watson, M. (2019). Guidance on Conducting a Systematic Literature Review. In *Journal of Planning Education and Research, 39*(1), 93–112. https://doi.org/10.1177/0739456X17723971

Zamora, E. A. (2016). Value Chain Analysis: A Brief Review. *Asian Journal of Innovation and Policy*, *5*(2), 116–128. https://doi.org/10.7545/ajip.2016.5.2.116

Zwart, K., & de Boer, D. (2015). *Droge vergisting van berm-en natuurgras* (Alterra-rapport 2661). Alterra Wageningen UR. https://www.researchgate.net/publication/283403753

Zwartopwit. (z.d.). *Grass*. Geraadpleegd op 17 juli 2025, van https://www.zwartopwit.be/grass

# 8. Bijlagen

## Bijlage 1: Leidraad interviews

### Aannemers

| **Datum:** | **Code: A** |
|---|---|
| **Hoe ziet jullie reststroom aan maaisel/ beheerresten eruit?**<br>Type maaisel (grof/fijn; divers/uniform; houtig/niet)<br>Indien mogelijk: inschatting hoeveelheid | |
| **Wat doen jullie momenteel met de reststroom maaisel?**<br>Op welke manier wordt het maaisel verwerkt?<br>Is het eenvoudig om verwerkers te vinden?<br>Neemt de verwerker het maaisel kosteloos op of zijn ze bereid er een fee voor te betalen? | |
| **Wat zijn de voor- en nadelen die jullie ondervinden aan huidige aanpak?**<br>Zijn er aspecten i.v.m. wetgeving die het eenvoudiger of complexer maken? | |
| **Zijn er andere pistes die jullie overwegen voor de reststroom maaisel?**<br>Welke andere pistes verkenden jullie al, maar lieten jullie weer los?<br>Welke andere pistes zouden jullie graag verder verkennen? | |
| **Wat zijn de grootste kansen en uitdagingen voor het circulair verwerken van jullie natuurmaaisel?** | |
| **Welke organisaties of projecten kent u die actief rond deze thema's werken?** | |
| **Andere bemerkingen** | |

### Bedrijfsmedewerkers

| **Datum:** | **Code: B** |
|---|---|
| **Op welke manier is jullie bedrijf gerelateerd aan het valoriseren van natuurmaaisel?** | |
| **Aan welke voorwaarden moeten de resten voldoen om bruikbaar te zijn voor jullie?**<br>Hoeveelheid – versheid – soortenrijkheid – structuur – … | |
| **Wat zijn de nodige tussenstappen in de waardenketen? Welke voorbehandeling is er nodig?** | |
| **Wat zijn de grootste voor- en nadelen van de huidige aanpak?** | |
| **Is het mogelijk voor jullie om een verdienmodel op te bouwen voor deze keten?**<br>Hoe worden de kosten doorgaans verdeeld tussen jullie en de beheerder?<br>Is er bereidheid om een fee te betalen voor de afname van natuurmaaisel? | |
| **Wat zien jullie als de grootste kansen en uitdagingen voor het circulair verwerken van (grof) natuurmaaisel?** | |
| **Hoe kwamen jullie op het idee om natuurmaaisel als grondstof te gebruiken?**<br>Op welke manier ontdekten jullie natuurmaaisel als potentiële grondstof? | |
| **Welke bedrijven zijn momenteel nog actief rond dit thema?** | |
| **Andere bemerkingen** | |

### Natuurbeheerders

| **Datum:** | **Code: N** |
|---|---|
| **Hoe ziet jullie reststroom aan maaisel/ beheerresten eruit?**<br>Type maaisel ((grof/fijn; divers/uniform; houtig/niet)<br>Inschatting hoeveelheid (indien mogelijk) | |
| **Wat doen jullie momenteel met de reststroom maaisel?**<br>Waar wordt het verzameld?<br>Wordt het opgehaald?<br>Op welke manier wordt het maaisel na ophalen verwerkt?<br>Kan u eventueel een inschatting van de jaarlijkse kostprijs voor ophaling/ verwerking geven? | |
| **Wat zijn de voor- en nadelen die jullie ondervinden aan huidige aanpak?** | |

| |
|---|
| **Zijn er andere pistes die jullie overwegen voor de reststroom maaisel?**<br>Welke andere pistes verkenden jullie al, maar lieten jullie weer los?<br>Welke andere pistes zouden jullie graag verder verkennen? |
| **Wat zijn de grootste kansen en uitdagingen voor het circulair verwerken van jullie natuurmaaisel?** |
| **Welke organisaties of projecten kent u die actief rond deze thema's werken?** |
| **Andere bemerkingen** |

## Projectmedewerkers

| | |
|---|---|
| **Datum:** | **Code:** |
| **Op welke manier zet jullie project in op het valoriseren van natuurmaaisel?** | |
| **Wat zijn de meest gangbare methoden om de reststroom van natuurmaaisel te verwerken?**<br>Wat zijn hierbinnen de verschillende stappen in de waardenketen?<br>Welke schakels zitten er nog tussen beheerder, verwerker en eindgebruiker? | |
| **Wat zijn de grootste voor- en nadelen van de huidige aanpak?** | |
| **Welke pistes zijn er voor Vlaamse beheerders om hun (grof) maaisel meer circulair te verwerken?**<br>Wat zijn hierbinnen de verschillende stappen in de waardenketen?<br>Hoe concreet zijn deze pistes al uitgewerkt?<br>Welke opties zijn onderzocht, maar toch weer losgelaten omdat ze niet interessant genoeg bleken? | |
| **Wat zien jullie als de grootste kansen en uitdagingen voor het circulair verwerken van (grof) natuurmaaisel?** | |
| **Welke organisaties of projecten zijn momenteel nog actief rond dit thema?** | |
| **Andere bemerkingen** | |

## Bedrijfsmedewerkers (tweede fase)

| | |
|---|---|
| **Datum:** | **Code:** |
| **Op welke manier verwerkt jullie bedrijf (natuur)maaisel?** | |
| **Wat zijn de nodige tussenstappen in de waardenketen?**<br>Welke voorbehandeling is er nodig? | |
| **Aan welke voorwaarden moeten de resten voldoen om bruikbaar te zijn voor jullie?**<br>Hoeveelheid – versheid – soortenrijkheid – structuur – … | |
| **Wat zijn de vereisten voor transport?**<br>Hoe snel na het maaien moet het maaisel geleverd worden?<br>Op welke manier moet het geleverd worden? (Bulk, ingekuild, …)<br>In een straal van hoeveel kilometer kijken jullie voor inkomend maaisel? | |
| **Wat zijn de grootste voor- en nadelen van de huidige aanpak?**<br>Wetgeving – economische steunmaatregelen – afstemming met natuurbeheerders - … | |
| **Is het mogelijk voor jullie om een verdienmodel op te bouwen voor deze keten?**<br>Hoe worden de kosten doorgaans verdeeld tussen jullie en de beheerder?<br>Is er bereidheid om fee te betalen voor de resten? | |
| **Is de schaal van de Zegge interessant voor jullie? (111 ha, waarvan 16ha gemaaid – 95 ton droge stof)** | |
| **Wat zien jullie als de grootste kansen en uitdagingen voor het circulair verwerken van (grof) natuurmaaisel?** | |
| **Hoe kwamen jullie op het idee om natuurmaaisel als grondstof te gebruiken?**<br>Op welke manier ontdekten jullie natuurmaaisel als potentiële grondstof?<br>Wat bracht jullie ertoe om maaisel te overwegen als alternatief voor meer conventionele grondstoffen? | |
| **Zijn er nog bedrijven die natuurmaaisel op deze manier verwerken?**<br>Zijn er bedrijven die interesse tonen?<br>Zijn er bedrijven in België of het buitenland waarmee jullie samenwerken om experimenten te doen, kennis op te bouwen, ervaring te delen? | |
| **Andere bemerkingen** | |

# Bijlage 2: Blanco informed consent

Universiteit Antwerpen

## Informed consent

**Masterproef Milieuwetenschappen**

**Titel: Circulair gebruik van natuurmaaisel: Een Case Study voor veengebied De Zegge**

Student: Lien Van Breda
Promotor: Willem-Jan Emsens
Co-promotor: Tine Compernolle

**Doelstellingen onderzoek:**

De reststroom aan natuurmaaisel vormt voor vele Vlaamse natuurbeheerders een praktisch en financieel knelpunt. Deze masterproef heeft als doel om de huidige waardeketen rond natuurmaaisel in Vlaanderen in kaart te brengen. Er wordt een inschatting gemaakt van de meest gangbare opties voor het verwerken van maaisel en van praktische mogelijkheden om natuurmaaisel circulair in te zetten. Tot slot wordt een advies geformuleerd voor De Zegge i.v.m. haar reststroom aan natuurmaaisel. Is het interessant voor De Zegge om andere pistes verder te onderzoeken? En zo ja, welke bieden het meeste potentieel?

**Doelen waarvoor de gegevens verwerkt worden:**

Interviews met natuurbeheerders en projecten die actief zijn rond natuurmaaisel helpen de markt / waardeketen van natuurmaaisel in kaart te brengen. Er wordt ook informatie verzameld over uitdagingen en kansen die horen bij de verschillende verwerkingsmogelijkheden.

**Manier waarop (persoons)gegevens verwerkt zullen worden:**

Het interview wordt opgenomen, enkel om een verslag van het gesprek te maken. Nadien wordt de opname gewist. U krijgt het verslag, zodat u kan aangeven of er zaken veranderd of verwijderd moeten worden.
De persoonsgegevens worden volledig anoniem verwerkt. Er wordt enkel een overzicht weergegeven van alle geraadpleegde organisaties. Bij het aanhalen van resultaten uit de interviews zal de naam van personen of organisaties niet gebruikt worden.

Gedurende het onderzoek kan u op ieder moment uw **toestemming terugtrekken.** Dit kan tijdens het interview zelf, of achteraf door een mail te sturen naar lien.vanbreda@student.uantwerpen.be U zal daarbij een bevestiging krijgen dat uw gegevens geschrapt worden uit het onderzoek.

Bij het ondertekenen van deze informed consent geeft u toestemming om de informatie uit de interviews op vermelde manier te gebruiken voor deze masterproef.

Datum:

Organisatie:

Naam:

Handtekening:

# Bijlage 3: Maaiselopbrengst De Zegge: Tabel bij boxplot biomassa per habitattype

TABEL 7: TABEL BIJ BOXPLOT BIOMASSA PER HABITATTYPE (FIGUUR 7)

| Habitattype | Minimale waarde (ton/ha) | Eerste kwartiel (ton/ha) | Mediaan (ton/ha) | Derde kwartiel (ton/ha) | Maximale waarde (ton/ha) | Uitschieters (ton/ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Heide** | 3.40 | 4,86 | 10.17 | 11.54 | 16.61 | |
| **Permanent soortenrijk cultuurgrasland** | 4.21 | 4.83 | 6.52 | 8.08 | 12.96 | 14.68 |
| **Rietland** | 6.24 | 6,90 | 7.66 | 10.30 | 15.42 | 16.60 |
| **Vochtig, niet tot weinig bemest grasland** | 2.05 | 4.72 | 5.49 | 6.66 | 9.57 | 10.02<br>9.70 |
| **Zuur laagveen** | 0.614 | 2.38 | 3.39 | 4.34 | 7.29 | 9.60 |

# Bijlage 4: Infofiches circulaire producten uit natuurmaaisel

## Grassap

**Persen** is een vorm van bioraffinage waarbij natuurmaaisel wordt gescheiden in een natte en droge fractie: respectievelijk **grassap** en een **perskoek**, waarvan de laatste verder verwerkt kan worden tot grasvezels. Beide fracties kunnen dienen als grondstof voor uiteenlopende toepassingen. Grassap is inzetbaar voor onder meer de productie van vee- of insectenvoer, menselijke voedingssupplementen, meststoffen en biomaterialen (de Best et al., 2018; Koopmans, 2020; Natuurinvest/Inverde, 2024; OVAM, 2023). Verschillende bronnen rapporteren dat grassap tot 30 dan wel 60% kan uitmaken van het oorspronkelijk maaiselgewicht (respectievelijk Natuurinvest/Inverde, 2024 en de Best et al., 2018). De valorisatie van deze fractie is dan ook van belang van deze vorm van bioraffinage ene economisch rendabele keten te maken.

In Vlaanderen en Nederland zijn zowel in het verleden als vandaag verschillende **onderzoeks- en pilootprojecten** actief rond het gebruik van grassap. Voorbeelden hiervan zijn Grasgoed, Grassa en Grassification. Het lopende project Rejuice bouwt verder op de resultaten van Grassification, met een sterkere focus op het opzetten van concrete waardenketens (Ryckebusch, 2025).

De technologie rond grassap biedt diverse voordelen, zoals de **hoogwaardigheid** van vele toepassingen. Grassap voor **menselijke consumptie** - zoals in voedingssupplementen of voor de algenteelt als alternatieve bron voor proteïnen - geldt als de meest hoogwaardige toepassing van maaisel binnen de cascade van OVAM (Vlaamse Overheid, 2021). Hoewel verschillende experimenten lopen rond algenteelt en de voordelen ervan voor het milieu duidelijk zijn, moet verder onderzoek nog aantonen in hoeverre (natuur)maaisel hiervoor geschikt is (de Best et al., 2018). Voor

voedingssupplementen concludeerde het project Grassification dan weer dat de Belgische regelgeving inzake novel food te onduidelijk is om dit spoor verder te bewandelen (Guisson, 2022).

Daarnaast is gebruik van grassap als **veevoeder** ook heel hoogwaardig. Aan de hand van verschillende raffinagetechnieken kan zowel voor herkauwende of monogastrische dieren voeder gemaakt worden (Gaffey et al., 2023). De duurzaamheidsvoordelen van deze producten liggen in een gereduceerde nood aan import van soja voor veevoeder (Mumbi et al., 2024; Timma et al., 2020).

De projecten Grasgoed en Grassification zetten grassap als **vloeibare bemester** in de kijker en bewezen alvast het technisch potentieel hiervoor (Fernandes de Souza & Scott, 2020; van den Hurk, 2020). Grassification werkte daarnaast ook een waardenketen uit rond de anaerobe **vergisting** van grassap uit bermmaaisel (Ravi & Fernandes De Souza, 2021).

Naast de hoogwaardigheid van verschillende toepassingen, zijn de maximale benutting van alle fracties en technische eenvoudigheid duidelijke sterktes van bioraffinage. De verwerking gaat immers enkel over fysische scheidingen of bewerkingen (Koopmans, 2020).

Toch zijn er ook beperkingen. Zo is de economische haalbaarheid een uitdaging en is snelle verwerking of inkuiling van vers gras mogelijks vereist om kwaliteitsverlies te voorkomen (Natuurinvest/Inverde, 2024; OVAM, 2023). Daarnaast vormt complexe regelgeving een belemmering, net als de logistieke uitdaging om voldoende volumes natuurmaaisel te centraliseren voor industriële verwerking (Guisson, 2022). Toch tonen de verschillende lopende projecten duidelijk dat er interesse bestaat vanuit de onderzoeks- en bedrijfswereld, wat perspectieven biedt voor verdere ontwikkeling.

| **Sterktes** | **Zwaktes** |
|---|---|
| Verschillende hoogwaardige toepassingen | Nog geen commerciële voorbeelden |
| Technische eenvoud van productie grassap | Economische haalbaarheid |
| Huidige projecten rond ontwikkelen producen en waardeketens | Nood aan snelle verwerking of inkuilen van maaisel |
| **Kansen** | **Knelpunten** |
| Groeiende interesse van bedrijfswereld | Complexe regelgeving, zeker voor toepassingen in menselijke voeding |

### Isolatiemateriaal

Bioraffinage levert, naast grassap, ook **grasvezels** op. Ook voor deze fractie bestaan verschillende toepassingen, waaronder de productie van flexibele isolatiepanelen. Grasvezels bieden een **duurzaam** alternatief voor gangbare isolatiematerialen, waarbij zowel grondstoffen als processen vaak nog sterk fossiel gebaseerd zijn (Duurzaam Gebouwd, 2021; Hamoen & Dortmans, 2020). Natuurmaaisel vormt

een interessante grondstof voor isolatiepanelen, hoewel er discussie bestaat over de geschiktheid van alle kruidige resten uit natuurbeheer (persoonlijke communicatie N8, 6 juni 2025; P5, 30 april 2025).

In België produceert het bedrijf **Gramitherm** sinds 2019 flexibele isolatiepanelen uit grasvezels. Deze activiteiten startten in het kader van het Europese innovatieproject Grasgoed, waarbij het oude boswachtershuis in Oud-Heverlee geïsoleerd werd met grasvezels – het eerste praktische toepassing van grasisolatie in Vlaanderen (Polspoel, 2019).

De **milieu- en klimaatvoordellen** van grasisolatie zijn grondig onderbouwd (Hamoen & Dortmans, 2020). De sterke hoogwaardigheid van deze toepassing, in combinatie met de recycleerbaarheid van het eindproduct, vormt een duidelijke sterkte (Duurzaam Gebouwd, 2021; Hamoen & Dortmans, 2020; Natuurinvest/Inverde, 2024). Gramitherm toont bovendien aan dat productie op grotere schaal economisch haalbaar is (Hamoen & Dortmans, 2020).

Tegelijkertijd zijn er **aandachtspunten**. Zo vereist de verwerking van grasvezels een snelle verwerking na het maaien en is de behandeling van het materiaal relatief complex (persoonlijke communicatie N5, 18 februari 2025). Een belangrijke uitdaging is de nodige industriële droging van de vezels, waarvoor in Vlaanderen niet altijd de nodige infrastructuur voor aanwezig is (persoonlijke communicatie P3, 6 maart 2025).

Toekomstkansen liggen in de ontwikkeling van **biomassahubs**: centrale verzamel- en verwerkingspunten voor biomassa. Daarover loopt steeds meer onderzoek en beleidsvoorbereiding in Vlaanderen (persoonlijke communicatie P3, 6 maart 2025). De groeiende marktvraag naar alternatieven voor fossiele materialen versterkt dit potentieel, aangewakkerd door prijsvolatiliteit, leveringsonzekerheid van bepaalde traditionele materialen en de stijgende aandacht voor milieu-impact van materiaalkeuze (Hamoen & Dortmans, 2020; OVAM, 2023).

Ook de Vlaamse Overheid kan een voortrekkersrol opnemen. Enerzijds als **'launching customer'**, door de inzet van haar patrimonium voor duurzame isolatiematerialen (Knotter et al., 2022; OECD, 2013). Anderzijds door haar isolatiebeleid verder te richten op energie-efficiënte, maar ook de nadruk meer te leggen op het verduurzamen van isolatiematerialen zelf (Hamoen & Dortmans, 2020).

| Sterktes | Zwaktes |
|---|---|
| Commerciële toepassing in België (Gramitherm) | Nood aan snelle verwerking maaisel |
| Hoogwaardigheid | Nood aan externe site voor voorbehandeling |
| Sterk onderbouwde duurzaamheid | Nood aan snelle verwerking of inkuilen van maaisel |
| **Kansen** | **Knelpunten** |
| Ontwikkeling van biomassahubs | Gebrek aan sites voor droging biomassaresten in Vlaanderen |
| Groeiende markt duurzame bouwmaterialen | |
| Prijsvolatiliteit van meer gangbare materialen | |
| Overheid als launching customer | |

### Papier

Natuurmaaisel kan via twee verwerkingsmethoden omgezet worden naar grasvezels die geschikt zijn voor papierproductie: een natte en een droge techniek. Bij **natte verwerking** zorgt bioraffinage voor de scheiding sappen en vezels, waarna met milde extractiemethoden componenten zoals eiwitten, zuren en zouten worden verwijderd. Wat overblijft is het lignocellulose plantskelet (Back, 2017b; Verhaert, 2019). Bij **droge verwerking** wordt maaisel eerste aan de lucht gedroogd en vervolgens vermalen tot vezels van geschikte afmetingen (Verhaert, 2019).

De bekomen grasvezels worden gemengd met andere grondstoffen, zoals gerecycleerd papier of papierpulp. Afhankelijk van de samenstelling – bijvoorbeeld een mengverhouding van 50% grasvezels en 50% gerecycleerde vezels (Natuurinvest/Inverde, 2024) – heeft het vervaardigd papier een ruwer, vezeliger uitzicht.

In Vlaanderen en Nederland zijn al **diverse toepassingen getest**, waaronder nichepapier, eierdoosjes, verpakkingspapier en -karton. Andere mogelijkheden zijn grafisch papier, sanitair papier, behangpapier, … (Compeer & Mattheij, 2017; Van Gursel et al., 2020). Projecten zoals Grasgoed, Grassification en LIFE Green Valleys hebben de technische haalbaarheid van deze toepassingen bevestigd. Ook commercieel zijn er signalen: Natuurpunt biedt alvast in één winkel boekjes van graspapier aan en drukkerij Zwartopwit heeft graspapier standaard in het assortiment (Zwartopwit, z.d.). Daarnaast groeit de Duitse markt in graspulp gestaag (Verhaert, 2019). Momenteel is er in bepaalde shops van Natuurpunt ook papier te vinden dat gemaakt is uit natuurgras, en heeft Drukkerij Zwart-Op-Wit standaard graspapier in zijn collectie

Als **sterktes** van dit product wordt de hoogwaardigheid aangehaald (Grasgoed, 2019; Van Gursel et al., 2020), alsook hoe grasvezels een alternatief kunnen zijn voor primaire grondstoffen (Van Gursel et al., 2020). Bovendien zou het productieproces minder water en chemicaliën vereisen (Verhaert, 2019),

terwijl de mogelijkheid tot recyclage de aanwezige koolstof langer in de keten houdt (Van Gursel et al., 2020). Verhaert (2019) suggereert zelfs dat de productie economisch voordeliger kan zijn voor papierproducenten.

De **hoge kwaliteitseisen** die voor maaisel zouden gelden vormen dan weer een knelpunt (OVAM, 2017). Ook is de verwerking tot papier een technisch meer complexe, en dus ook relatief dure verwerking van deze reststroom (Van Gursel et al., 2020).

De **voornaamste kansen** liggen in de markten voor niche-papier en verpakkingsmateriaal, waar de unieke uitstraling van graspapier als meerwaarde geldt (Van Gursel et al., 2020). Toch slaagt de Duitse markt erin om ook hoogwaardig grafisch papier te produceren uit gras, die een hoogwaardige positie inneemt in de markt (Verhaert, 2019). De stijgende vraag naar papier en karton, als gevolg van de groeiende e-commerce vormt daarnaast een belangrijke marktdrijver (Van Gursel et al., 2020; Verhaert, 2019). In heeft de Vlaamse papierindustrie nood aan alternatieve grondstoffen, aangezien zowel oud papier, als andere grondstoffen schaarser en duurder worden (Departement Economie, 2019; Verhaert, 2019). Een stabiele toevoer van lokale biomassa zou de sector kunnen wapenen tegen fluctuaties in prijs en beschikbaarheid van traditionele grondstoffen (OVAM, 2023).

Tegelijkertijd zijn er ook **uitdagingen**. Een beperkte afzetmarkt – onder meer door de vezelrijke structuur van graspapier en de lage prijs van conventionele grondstoffen – kan remmend werken (Compeer & Mattheij, 2017;persoonlijke communicatie P1, 6 februari 2025). Het project Grasgoed wijst op de moeilijkheid om de afname en de productiecapaciteit simultaan op te bouwen (Grasgoed, 2019). Daarnaast zijn er technische risico's, zoals accumulatie van contaminanten (Van Gursel et al., 2020). De variabele beschikbaarheid van maaisel als grondstof vraagt bovendien een aangepaste logistiek en planning bij de verwerkers, zeker bij de opstart van de verwerking (Persoonlijke communicatie B1, 10 maart 2025).

| **Sterktes** | **Zwaktes** |
|---|---|
| Hoogwaardigheid | Hoge kwaliteitseisen voor maaisel |
| Duurzaam productieproces | Relatief complex en duur verwerkingsproces |
| Commerciële producten te vinden in Vlaanderen en Nederland | Nog geen commerciële voorbeelden |
| | Vezelige structuur |
| **Kansen** | **Knelpunten** |
| Productie van niche-papier en verpakkingsmaterialen | Concurrentie met conventionele grondstoffen |
| | Bereiken voldoende kwaliteit van papier |
| Maaisel als bijdrage aan stabiele toevoer grondstoffen | Fluctuerende beschikbaarheid van maaisel |

### Veenvrije potgrond

Potgrond wordt zowel in de professionele als particuliere sier-, groeten- en fruitteelt gebruikt. Dit mengsel van verschillende soorten organisch materiaal, bestaat tot op heden grotendeels bestaat uit **turf** (Natuurinvest/Inverde, 2024; OVAM, 2023). De ontginning van turf veroorzaakt omvangrijke $CO_2$-emissies, door het vrijstellen van koolstof die eeuwenlang opgeslagen waren in het veen, en leidt tot vernietiging van ecologisch waardevolle natuur (OVAM, 2023; Spijker et al., 2013). Toenemende aandacht voor deze duurzaamheidsproblemen zet druk op het gebruik van turf (Vlaco vzw, 2015a). Bijkomend wordt de zoektocht naar alternatieve grondstoffen gestimuleerd door de incrementele Europese wettelijke beperking van turfgebruik vanaf 2030 en 2050 (Knotter et al., 2022). Natuurmaaisel is geschikt vanwege zijn hoog gehalte organische materie, vezelrijke structuur en mobiliseerbare stikstof (OVAM, 2023). Positieve testresultaten tonen de bruikbaar aan, ook voor vochtiger en grover materiaal uit natuurgebieden.

Vanaf 2021 wordt ook in Vlaanderen een **groeiende interesse** merkbaar voor veenvrije potgrond (OVAM & Departement Landbouw en Visserij, 2023). De Vlaamse retailsector stelt nu al scherpere voorwaarden aan het gebruik van turf in potgrond (persoonlijke communicatie P5, 30 april 2025). Binnen deze context lopen talrijke onderzoeken naar lokale, duurzame alternatieven zoals compost, houtvezel, heidechopper, vlas, snoeihout en schors. Ook natuurmaaisel wordt beschouwd als kansrijk ingrediënt (Knotter et al., 2022; Spijker et al., 2013; Vandecasteele et al., 2024).

In Vlaanderen gingen **verschillende initiatieven** van start. De Gentse startup Releaf werkte samen met Agraris rond de toepassing van maaisel in potgrond (Vlaanderen Circulair, z.d.). Potgrondproducent Agricon in Balen zet samen met natuurbeheerders en aannemers in op de verwerking van maaisel als alternatief voor turf (persoonlijke communicatie N6; 28 februari 2025; N7, 6 maart 2025; A3, 30 april 2025).

Een belangrijke sterkte van het gebruik van maaisel is de extra duurzaamheid die lokale (rest)stromen bieden. Bovendien wordt verwacht dat bepaalde alternatieven voor turf, zoals heidechopper, houtsnippers en schors, onvoldoende beschikbaar zullen zijn om aan de volledige vraag te voldoen (Natuurinvest/Inverde, 2024; persoonlijke communicatie P5, 30 april 2025). Wel vereisen biomassastromen zoals maaisel verdere verwerking, zoals bioraffinage of thermische conversie, omwille van de **biologische instabiliteit** en het te hoge nutriëntengehalte in functie van de vereisten voor potgrond (Spijker et al., 2013). Een bijkomend aandachtspunt is de kiemkracht van zaden in het materiaal, zeker bij aanwezigheid van invasieve soorten. Technieken zoals persen kunnen deze via temperatuurstijging het risico op kieming elimineren (persoonlijke communicatie P5, 30 april 2025).

De **opportuniteit** voor deze valorisatie van maaisel neemt toe door de verwachte prijsstijging van turf (persoonlijke communicatie P5, 30 april 2025). Ook hier ligt voor overheden de kans om als afnemer mee aan marktcreatie te bouwen voor veenvrije potgrond, bekomen uit het gebruik van lokale reststromen (Vlaamse Overheid, 2021).

Toch blijft het een **uitdaging** om de ideale eigenschappen van turf in potgrond te benaderen (persoonlijke communicatie P5, 30 april 2024; Vlaco vzw, 2015). Turf is ongeëvenaard in eigenschappen zoals wateropname, pH-stabiliteit, homogeniteit, poriënstructuur en de afwezigheid van onkruidzaden (OVAM, 2023; Spijker et al., 2013). Hoewel experimenten met maaisel perspectief bieden, zal het steeds gecombineerd moeten worden met andere componenten om aan de kwaliteitseisen voor potgrond te voldoen (Vandecasteele et al., 2024). Verwacht wordt dat het waterbergend vermogen iets lager zal blijven liggen, wat aangepaste irrigatiepraktijken vereist en sensibiliseren doorheen de keten vraagt (Vlaco vzw, 2015;persoonlijke communicatie P5, 30 april 2025).

Daarnaast vergt de nodige verwerking van maaisel **investeringen** in technologie. Ook administratieve drempels, zoals strikte regelgeving rond toegelaten grondstoffen en de vereiste grondstoffenverklaring voor het verwerken van maaisel (Vlaamse Regering, 2021, Bijlage 2.2) kunnen remmend werken. Dit in het bijzonder voor nieuwe speler (persoonlijke communicatie P1, 6 februari 2025; P5, 30 april 2025).

| **Sterktes** | **Zwaktes** |
|---|---|
| Duurzaam alternatief voor turf<br>Verschillende Vlaamse initiatieven rond maaisel, zoals startup Releaf en commerciële productie door Agricon | Biologische instabiliteit maaisel vraagt meer verwerking dan andere turf-alternatieven<br>Nodige investeringen in technologie |
| **Kansen** | **Knelpunten** |
| EU-regelgeving die turfgebruik beperkt vanaf 2030<br>Verwachte prijsstijging voor turf<br>Groeiende interesse Vlaamse markt voor turf-alternatieven | Complexe regelgeving<br>Eigenschappen van turf benaderen |

### Bioplastics en composietmaterialen

Materialen zoals plastics en composieten kunnen vervaardigd worden uit hernieuwbare organische grondstoffen. **Bioplastics** zijn homogene kunststoffen die vaak vervaardigd worden uit maiszetmeel

(Gaffey et al., 2023). Sommige types zijn biologisch afbreekbaar. **Biocomposieten**, ook wel natural fibre composites (NFC's) genoemd, zijn samengestelde materialen. Ze worden vervaardigd uit vezels van organische reststromen, aangevuld door (bio)plastics, additieven en vulstoffen die stevigheid geven aan het eindproduct (Back, 2017a). Deze versterkte materialen worden ontworpen met oog op het bieden van extra sterkte en draagkracht aan eindproducten (Voets et al., 2021).

Verschillende internationale onderzoeken slaagden erin om beide materialengroepen te vervaardigen met behulp van gras. Zo werden biologisch afbreekbare plastics reeds geproduceerd d.m.v. fermentatie van percolaat (het sap) van ingekuild gras. Ook grassap en grasvezels, bekomen door het persen van gras, kunnen dienen als grondstof voor bioplastics (Thiewes, 2020). Een alternatieve productiemethode maakt gebruik van een mengsel van grasvezels, biolijm en biogranulaat dat verkregen wordt uit zetmeelresten (Grass2Grit, 2019).

De resulterende biocomposieten uit grasvezel werden reeds verwerkt tot platen of andere structuren. Binnen Europa lopen diverse onderzoeksprojecten naar de inzet van deze materialen als gedeeltelijk alternatief voor fossiele grondstoffen (Gaffey et al., 2023).

Ook op lokaal niveau tonen verschillende projecten het potentieel van gras voor bio-plastics en -composiet, evenals een **brede range van mogelijke toepassingen**. Projecten zoals *Interreg Grow a Green Future*, *Grassification* en een samenwerking tussen Millvision, Waterschappen en Rijkswaterstaat ontwikkelden verschillend materialen, en experimenteerden met toepassingen op labo-schaal zoals meubelplaten, vangrails, oeverbeschoeiing, picknicktafels, isolatiemateriaal en permeabele tegels (Back, 2017a; Frey, 2023; Thiewes, 2020; Voets et al., 2021). Ook de publiek-private onderneming GRASSCO, waarvan Natuurinvest de voortrekker is, onderzoekt onder leiding van Natuurinvest innovatieve grasgebaseerde materialen, waaronder bioplastics.

Een belangrijke troef is dat uit gras ook polyhydroxyalkanoaten (PHA) vervaardigd kunnen worden. Deze bioplastics hebben een bijzonder brede toepassing in onder meer de voedingsindustrie, luchtvaart, medische wereld, bouwmaterialen en cosmetica (OECD, 2013). Een andere sterkte is dat het gebruik van maaisel als alternatief voor fossiele grondstoffen, kan bijdragen tot het verlagen van de $CO_2$- voetafdruk van de materialensector (Frey, 2023; Strengers & Elzenga, 2020; Thiewes, 2020; Voets et al., 2021). Ook wordt opgemerkt dat de materialen kunnen fungeren als koolstofsink, doordat ze koolstof langdurig opslaan (Voets et al., 2021). Recyclagemogelijkheden verlengen deze opslag verder (Odegard et al., 2012).

Toch zijn er ook **beperkingen**. Niet alle natuurresten zijn geschikt als grondstof, en lang niet alle bioplastics zijn biodegradeerbaar of composteerbaar (OECD, 2023). Bovendien bestaat er onduidelijkheid over de effectieve duurzaamheidswinsten van bioplastics, mede door een gebrek aan

gestandaardiseerde definities en beoordelingsinstrumenten om deze objectief te evalueren. Momenteel is het ook onduidelijk hoe veel bioplastics nog samen met restafval verbrand worden, zelfs wanneer recyclage of compostering technisch mogelijk is (Odegard et al., 2012). De technologie blijft bovendien complex en kapitaalintensief, en zit voor maaisel vooralsnog in de ontwikkelingsfase. Een commerciële doorbraak zal nog tijd vragen (persoonlijke communicatie P6, 20 mei 2025).

Op langere termijn lijkt er wel **potentieel**. De hoge consumptie van traditionele plastics in combinatie met Europees beleid gericht op klimaatneutraliteit creëert een gunstige context voor deze materialen (OECD, 2013). Ook de groeiende interesse in duurzame producten, waarbij grasvezels aanwezig en zichtbaar in het materiaal mogen zijn, stemt optimistisch over de marktvraag die bioplastics en -composiet kunnen hebben (Frey, 2023). ILVO en VITO beschrijven in hun monitor van de Vlaamse bio-economie beide materialenbranches als sectoren met grote toegevoegde waarde, met aanzienlijk groeipotentieel (Cuypens & Belderbos, 2022).

De voornaamste **uitdaging** bestaat uit het evenaren van de functionele eigenschappen van conventionele materialen (Thiewes, 2020; Voets et al., 2021). Daarnaast is er dringend nood aan aangepast beleid dat de ontwikkeling en vermarkting van bioplastics en -composieten actief ondersteunt (OECD, 2013).

| **Sterktes** | **Zwaktes** |
|---|---|
| Verschillende projecten tonen technische haalbaarheid<br>Hoogwaardigheid<br>Brede toepassingsmogelijkheden | Nog geen commerciële toepassingen<br>Duurzaamheidsvoordelen zijn waarschijnlijk, maar zijn onvoldoende gedocumenteerd |
| **Kansen** | **Knelpunten** |
| Hoge consumptie traditionele plastics en composietmateriaal<br>EU-beleid gericht op klimaatneutraliteit | Evenaren functionele eigenschappen van conventionele materialen<br>Nood aan beleid dat een steunende marktcontext creëert |

### Biochar

Biochar is een koolstofrijk materiaal dat geproduceerd wordt via **pyrolyse**, een thermisch proces waarbij organisch materiaal tegen hoge temperatuur verhit wordt in een zuurstofarme of -loze omgeving (Ranjbari et al., 2022; Spijker et al., 2013; Vlaco vzw, 2015a). Dit proces levert drie fracties op: een gasvormige component, een vloeibare component (pyrolyseolie en teer) en een vaste fractie biochar (Beims et al., 2019; Knotter et al., 2022). In vergelijking met het oorspronkelijk materiaal

vertonen deze producten een veel hogere energiedichtheid en **biologische stabiliteit** (Ranjbari et al., 2022). De **toepassingsmogelijkheden** van biochar worden momenteel intensief onderzocht. Ze kan onder meer dienen als alternatief voor steenkool, als actieve kool in lucht- en waterzuivering en als bodemverbeteraar (Ding et al., 2024; Ranjbari et al., 2022).

In Vlaanderen lopen verschillende onderzoeksprojecten of proeffaciliteiten rond de pyrolyse en biochar (Knotter et al., 2022). Een opvallend voorbeeld zijn de plannen van ILVA om een **prototype** te bouwen van een biocharinstallatie ter verwerking van houtachtig groenafval in Schendelbeke, Oost-Vlaanderen (VLAIO, 2023).

Een belangrijke sterkte van biochar ligt in de **klimaatvoordelen**. Door koolstof langdurig vast te leggen in een stabiele vorm – hetzij in de bodem, hetzij in materialen – fungeert biochar als een vorm van carbon removal technology (persoonlijke communicatie B1, 10 maart 2025). Onderzoek suggereert dat deze koolstofopslag honderden jaren kan aanhouden (Ding et al., 2024; Ranjbari et al., 2022; Vlaco vzw, 2015b). Daarnaast bezit biochar een hoog poreus oppervlak, wat bijdraagt aan een verbeterde bodemstructuur, verhoogde waterretentie en verbeterde nutriëntenvastlegging (Knotter et al., 2022).

Ondanks de voordelen zijn er ook **beperkingen** verbonden aan het gebruik van biochar als bodemverbeteraar. Biochar biedt geen directe voedingswaarde aan het bodemleven en de koolstof is biologisch ook nauwelijks beschikbaar, wat de valorisatie binnen de koolstofkringloop beperkt (Ding et al., 2024; Vlaco vzw, 2015b). Ook ontbreekt het aan langetermijnstudies over de ecologische impact, wat aanleiding geeft tot discussie over de werkelijke duurzaamheidswinst en effectiviteit van biochar voor de bodem (Ranjbari et al., 2022).

Een inherente zwakte van pyrolyse is het **hoogtechnologische karakter** van het proces, gecombineerd met een hoge energiebehoefte. Dit maakt pyrolyse een duur proces dat hoge investeringskosten vraagt (Spijker et al., 2013; persoonlijke communicatie B1, 10 maart 2025; P5, 30 april 2025). De verwerking van maaisel tot biochar vraagt daarbij ook extra voorbehandeling, zoals pelletiseren van het materiaal of chemische of biologische activatie, wat de complexiteit en kosten verder verhoogt (persoonlijke communicatie B1, 10 maart 2025).

**Kansen** liggen in de relatief hoge waarde van pyrolyseproducten, alsook de mogelijkheid om het verdienmodel aan te vullen met carbon-credits (persoonlijke communicatie B1, 10 maart 2025). Biochar op basis van hout en plantenresten is reeds uitgebreid getest als vervanger voor veen in potgrond (Vandecasteele et al., 2024), maar geschiktheid van gras als grondstof is minder onderzocht. Sommige studies zien potentieel (Ding et al., 2024), terwijl andere bronnen aangeven dat vooral lignine rijke, houtige plantenresten geschikt zijn (Vandecasteele et al., 2024; persoonlijke communicatie B1, 10 maart 2025; P5, 30 april 2025).

Tot slot blijft pyrolyse een relatief jonge technologie, waardoor eindgebruikers vaak nog onbekend zijn met de toepassing van biochar in landbouw- en bodembeheer (Beims et al., 2019). De vraag in hoeverre de technologie klaar is voor commercialisatie blijft voorlopig dan ook onbeantwoord (Ding et al., 2024).

| **Sterktes** | **Zwaktes** |
|---|---|
| Carbon removal technology | Discussie over het precieze effect op bodem |
| Bijdrage biochar aan gezonde bodem | Hoge investerings- en werkingskosten |
| Hoge waarde pyrolyseproducten | Hoge energievraag productie |
| | Uitgebreide voorbehandeling maaisel nodig |
| **Kansen** | **Knelpunten** |
| Groeiende aandacht in onderzoeks- en bedrijfswereld voor pyrolyse | Geschiktheid van gras is onvoldoende onderbouwd |

### Boerderijcompostering

Boerderijcompostering is een **samenwerkingsmodel** waarbij **landbouwers en natuurbeheerders** hun organische reststromen samen composteren. Typisch worden de reststromen dan in openlucht op rijen gezet, rillen genaamd, die geregelmatig bewerkt worden met een compostkeerder om het materiaal te verkleinen en te beluchten. Hoewel dit concept al langer bestaat, ontbreekt tot op vandaag een sluitend **regelgevend kader**, wat praktische toepassing in de weg staat.

Toch wordt boerderijcompostering door tal van actoren uit de landbouw- en natuursector naar voren geschoven als een **ideaal antwoord op een tweeledige uitdaging:** het koolstoftekort in Vlaamse landbouwbodems en de hoge kosten voor de verwerking van natuurmaaisel voor natuurbeheerders (Knotter et al., 2022). Ook kennisinstellingen zoals ILVO en beleidsorganen als OVAM tonen interesse. Meerdere pilootprojecten liepen de voorbije jaren en werden grondig geëvalueerd (persoonlijke communicatie N6, 28 februari 2025; VILT vzw, 2025). Eind 2025 wordt nieuwe regelgeving verwacht (VILT vzw, 2025), wat door betrokkenen omschreven wordt als “een geweldige opluchting” (persoonlijke communicatie N8, 6 juni 2025).

De nieuwe regelgeving zou het mogelijk maken dat drie partijen – waaronder natuurbeheerders en landbouwers – hun organische reststromen samenbrengen en composteren, waarbij de compost gebruikt wordt op de akkergronden van betrokken landbouwers (Knotter et al., 2022; Natuurinvest/Inverde, 2024).

Duidelijke **sterktes** van boerderijcompostering zijn haar lokale karakter, de relatieve technische eenvoud en een wederzijds voordeel (Natuurinvest/Inverde, 2024; Regionaal Landschap Rivierenland,

z.d.; van den Hurk, 2020). Voor landbouwers betekent het een lagere nood aan externe meststoffen of externe biomassa om de juiste C/N-verhouding te bekomen voor composteren (Viaene et al., 2016), terwijl natuurbeheerders kosten besparen op de verwerking van maaisel. Op deze manier houden beide sectoren meer middelen over voor hun kernactiviteiten (persoonlijke communicatie N6, 28 februari 2025).

Hoewel composteren technisch gezien geen complex proces inhoudt, vereist het wel een **investering** in compostkeerders, geschikt terrein, arbeidsuren en kennisvergaring. In het bijzonder is kennis over de fijnregeling van compostering, onder meer om de kiemkracht van zaden te neutraliseren. Het realiseren van een compostkwaliteit die voldoet aan de eisen van landbouwers kan, zeker bij aanvang, een uitdaging vormen (Viaene et al., 2016; persoonlijke communicatie N7, 3 maart 2025; N8, 6 juni 2025).

Een **kwetsbaar** aspect is de invulling die de regelgeving aan boerderijcompostering zal geven. Betrokken partijen pleiten voor een werkbaar kader dat eenvoudiger is dan de huidige regelgeving voor erkende composteringsinstallaties. Bepaalde milieu-gerelateerde verplichtingen rond composteren vormen drempels voor het toepassen van boerderijcompostering. Zo geldt er een verbod om te composteren op niet-verharde ondergrond, de verplichting om percolaat op te vangen, is erkend afvaltransport vereist voor het transporteren van de reststromen, en zijn er strikte regels rond monitoring en administratie (Regionaal Landschap Rivierenland, z.d.; Viaene et al., 2016; persoonlijke communicatie N8, 6 juni 2025; P4, 3 april 2025). Tegelijkertijd wijzen betrokken actoren op bijkomende belemmeringen vanuit de strikte regelgeving rond bemesting in Vlaanderen, in combinatie met het surplus van mest vanuit de intensieve veeteelt in Vlaanderen, die het gebruik van compost minder aantrekkelijk kunnen maken voor landbouwers (Viaene et al., 2016).

Betrokken sectoren stellen een vereenvoudigde procedure ter kwaliteitscontrole voor, die voldoende flexibiliteit toelaat, terwijl ze tegelijk overheden voldoende garanties biedt over het voldoen van de producten aan geldende normen voor bodemverbeterende stoffen (Regionaal Landschap Rivierenland, z.d.; Viaene et al., 2016).

| Sterktes | Zwaktes |
|---|---|
| Lokale, technische eenvoudige verwerking<br>Voordeel voor landbouw en natuur<br>Compost als gevestigd, gekend en gewaardeerd product | Gebrek aan regelgeving<br>Nodige investeringen in nodige kennis, machines en infrastructuur |
| **Kansen** | **Knelpunten** |
| Groeiende interesse landbouwers in koolstofrijke materialen voor bodem | Regelgeving die haalbare invulling boerderijcompostering voorziet |

### Bokashi

Bokashi is een Japanse techniek waarbij maaisel en plantenresten **gefermenteerd** worden tot een bodemverbeteraar. Het organisch materiaal wordt hierbij onder anaerobe omstandigheden door micro-organismen omgezet tot bodemverbeteraar (Natuurinvest/Inverde, 2024). Bokashi kan als voorverteerd maaisel met een mestbreker op akkers uitgereden worden, met als doel een betere bodemstructuur en meer bodemleven te bekomen (Van Schijndel & Struyk, 2021).

**Sterktes** aan bokashi zijn, net als bij boerderijcompostering, een lokale, technisch eenvoudige verwerking die landbouwers en natuurbeheerders de kans biedt om een constructieve samenwerking aan te gaan. Bokashi is daarbij een iets complexer proces dan composteren, en vraagt soms extra additieven zoals micro-organismen, kalk en kleimineralen om het proces te laten doorgaan. Een **zwakte** van bokashi is de kiemkracht van zaden aanwezig in het organisch materiaal. Het is niet bewezen dat bokashi deze voldoende doorbreekt om ongewenste verspreiding van zaden tegen te gaan (Vlaco vzw, 2016).

De meerwaarde van bokashi voor de **bodem** kan zowel als een sterkte als een zwakte omschreven worden. De beschikbare bronnen zijn het immers niet eens over de precieze bodemeffecten. Het verschil met compostering is dat bij de productie van bokashi geen $CO_2$ vrijkomt aan de atmosfeer. De aanwezige koolstof in het organisch materiaal blijft onaangeroerd, en het bodemleven zorgt na toediening van bokashi voor de verdere afbraak. Bepaalde bronnen beweren dat bokashi hierdoor meer koolstof bindt in de bodem (Janmaat, 2017). Andere bronnen wijzen erop dat de afbraak van eenvoudig afbreekbare organische stof enkel op een ander moment plaatsvindt dan bij compostering, nl. bij het uitrijden van bokashi over akkers en in de bodem zelf. Dit is immers het moment waarop het organisch materiaal blootgesteld wordt aan zuurstof (Vlaco vzw, 2016). Op welke manier bokashi precies bijdraagt aan het organische stofgehalte, de vruchtbaarheid en het aanwezige leven in de bodem blijft voorlopig een punt van discussie (Janmaat, 2017).

**Kansen** voor bokashi liggen er in de groeiende interesse die landbouwers hebben voor koolstofrijke materialen om hun bodems te verrijken (persoonlijke communicatie N1, 6 februari 2025). Een **uitdaging** ligt dan weer in het verder onderzoeken van de precieze effecten van bokashi, en werken aan betere bekendheid van dit product. Waar er sterke eenduidigheid is over de definitie en voorgeschreven gebruik van compost is deze er niet voor bokashi (Van Schijndel & Struyk, 2021). Huidige regelgeving beschouwt bokashi momenteel niet als bodemverbeterend product, maar als afvalstof. Gebruik hiervan op akkers wordt officieel gezien als 'storten' van een afvalstof en is verboden (Vlaco vzw, 2016). Verder onderzoek en pilootprojecten rond bokashi zijn nodig om hier verandering in te brengen.

| **Sterktes** | **Zwaktes** |
|---|---|
| Lokale, technische eenvoudige verwerking | Iets complexer dan composteren |
| Voordeel voor landbouw en natuur | Kiemkracht zaden wordt waarschijnlijk niet geneutraliseerd |
| | Discussie over het precieze effect op bodem |
| **Kansen** | **Knelpunten** |
| Groeiende interesse landbouwers in koolstofrijke materialen voor bodem | Weinig bekendheid van verwerking en product |
| | Gebrek aan regelgeving voor gebruik bokashi |

## Biogas

Biogas is een product verkregen uit **anaerobe vergisting** van **organisch materiaal**, dat in zijn samenstelling op aardgas lijkt (Van Meerbeek et al., 2016). Meestal wordt het gewonnen uit energiegewassen, maar steeds vaker worden ook reststromen gebruikt als grondstof, zoals overschotten uit de voedingsindustrie of slib uit waterzuiveringsinstallaties (de Gregorio et al., 2024). Biogas kan via een **warmtekrachtkoppeling** (WKK) gevaloriseerd worden tot elektriciteit en warmte voor eigen verbruik of verkoop. Ook uit maaisel kan biogas verkregen worden.

Vergisting tot biogas kent **verschillende vormen**. Afhankelijk van het droge stofgehalte van inputstromen spreekt met van droge of natte vergisting. Vergisting kan op verschillende temperaturen plaatsvinden, en men kan één of meerdere types biomassa gebruiken voor het proces. Bij een mengeling van materialen spreekt men van gemengde of co-vergisting, bij het hanteren van één type biomassa over monovergisting. Verschillende internationale en Vlaamse onderzoeksprojecten testten het gebruik van maaisel voor de productie van biogas (De Keulenaere et al., 2016; Decorte & Tessens, 2019b).

Sterktes van deze verwerking zijn de **positieve impact op het milieu en klimaat**. Als hernieuwbare grondstof vormt het vergisten van biomassa een koolstofneutrale energiebron (Van Meerbeek et al., 2016). Opvallend voor deze verwerkingsroute van maaisel is dat verschillende, recente onderzoeken beschikbaar zijn die de uitstoot van broeikasgassen bij vergisting vergelijken met andere gangbare verwerkingen. De resultaten duiden vergisting vaak aan als piste met de minste of één van de minste uitstoot (Gruwez et al., 2016; Velghe F et al., 2014). Een bijkomend voordeel is dat het restproduct van anaerobe vergisting (digestaat) mits verwerkingen zoals compostering gebruikt kan worden als bodemverbeteraar (Van Kerckhove & Van Meensel, 2025). Positief is ook dat biogas een **lucratiever** product is dan compost (Decorte & Tessens, 2019b), terwijl natuurmaaisel relatief goedkoop verkregen kan worden, zelfs met inbegrip van de kosten van voorbehandeling (Kuiper & Caron, 2003).

Zwaktes van deze verwerking zijn dan weer de **hoge investerings- en operatiekost** van biogasinstallaties (De Keulenaere et al., 2016; Decorte & Tessens, 2019a; Knotter et al., 2022) en het risico dat bedrijven nemen door over te schakelen naar vergisten van een grondstof waar minder ervaring mee is dan energiegewassen (Kuiper & Caron, 2003). Ook het ontbreken van een inschatting van beschikbare volumes maaisel en het gebrek aan eenduidige informatie over biogasopbrengst zit deze verwerking in de weg (Van Meerbeek et al., 2016). **Biogasopbrengst** is afhankelijk van factoren zoals type gras, maaifrequentie en maaimoment. Hoewel bepaalde testen een relatief hoog biogaspotentieel voor maaisel tonen (De Keulenaere et al., 2016; Decorte & Tessens, 2019a; Van Meerbeek et al., 2016), zal de opbrengst altijd significant lager zijn dan die van energiegewassen. Ook zou kruidenrijk natuurgras minder energie-efficiënt zijn dan raaigras (Boerennatuur Vlaanderen, 2024). Daarnaast Bovendien hebben deze als voordeel dat de instroom veel homogener en voorspelbaarder is in kwaliteit zijn, waardoor ze toch de voorkeur krijgen (persoonlijke communicatie A5, 11 juni 2025). Mogelijks speelt dit mee in waarom er weinig informatie te vinden is over biogasinstallaties in Vlaanderen die maaisel verwerken. Hoewel er melding is van **proefinstallaties** of volwaardige installaties die maaisel verwerkten, zijn deze activiteiten inmiddels stopgezet (persoonlijke communicatie A5, 11 juni 2025; N5, 18 februari 2025; P7, 21 mei 2025).

Andere zwaktes zijn het snelle **verlies van biogaspotentieel** bij de decompositie van maaisel, waardoor vergisting binnen een aantal dagen moet plaatsvinden, of inkuiling noodzakelijk om het potentieel te bewaren (Decorte & Tessens, 2019a; Gruwez et al., 2016; persoonlijke communicatie P7, 21 mei 2025). Voor vele natuurbeheerders is het niet evident om aan deze voorwaarden te voldoen (Knotter et al., 2022).

Daarnaast zijn er ook enkele **technische knelpunten bij natte vergisting** van maaisel, zoals drijflagen, verstoppingen van leidingen en pompen (De Keulenaere et al., 2016; Decorte & Tessens, 2019b). Hoewel deze veel minder voorkomen bij droge vergisting van maaisel, wordt deze veel minder

toegepast in Vlaanderen (De Meyer et al., 2016; Van Meerbeek et al., 2015; Velghe F et al., 2014). Waar bermmaaisel meer kampt met last van contaminatie met afval of zand, komt dit bij natuurmaaisel veel minder voor. Toch focust het meeste onderzoek op **bermmaaisel**, en is het mogelijk dat dit voor enige vertekening zorgt over de haalbaarheid van vergisten van natuurmaaisel bij de verwerkende partijen (Van Meerbeek et al., 2015).

Kansen liggen in de **groeiende interesse voor vergisting van lokale biomassa**. Deze wordt mee gestuwd door Europese richtlijnen over vergisting, in het kader van klimaat- en hernieuwbare energieambities tegen 2050 (Europese Commissie, 2018; Lynch et al., 2017; Tsapekos et al., 2019). Ook recente geopolitieke spanningen inzake import van fossiele brandstoffen, zijn een drijver voor het versneld uitrollen van lokale, duurzame alternatieven voor energiewinning die Europa meer zelfvoorzienend maken (de Gregorio et al., 2024). Hierbij is ook steeds meer aandacht voor het gebruik van reststromen. Zo verplicht de EU Renewable Directive het zoeken naar alternatieven voor energiegewassen (Decorte & Tessens, 2019b).

In Vlaanderen liggen de **grootste kansen** voor het vergisten van maaisel in het investeren in droge vergisting, aansluiting op bestaande (natte) GFT-vergisting of op monovergisting van mest door landbouwers (Balis, 2011; Gruwez et al., 2016; Velghe F et al., 2014). Verder kan samenwerking met gemeenten en steden ook een optie zijn. De hoge kosten van verwerking van groenafval uit beheer zorgen ervoor dat er steeds meer interesse is om deze zelf te verwerken, bv. door vergisting tot biogas (Gruwez et al., 2016).

Naast technische drempels, vormt ook de **rendabiliteit** van vergisting van maaisel een significant knelpunt (de Gregorio et al., 2024). Steunmaatregelen voor het opwekken van energie en warmte uit biogas nemen af in Vlaanderen (Knotter et al., 2022). Het herbekijken van financiële steun voor het gebruik van reststromen - zoals maaisel - voor vergisting wordt dan ook vaak vermeld als nodige steunpilaar voor het commercieel uitrollen en opschalen van deze verwerking (De Keulenaere et al., 2016; Decorte & Tessens, 2019a). Verder kunnen nieuwe pilootprojecten en verder onderzoek de uitrol van deze technologie steunen, door technische onduidelijkheden op te klaren en te zorgen voor marktformatie (Mousavi et al., 2023).

| **Sterktes** | **Zwaktes** |
|---|---|
| Sterk onderbouwde duurzaamheidsvoordelen<br>Lucratiever product dan compost | Geen volwaardige installaties gevonden in Vlaanderen die gras vergisten<br>Hoge investerings- en operatiekosten<br>Geen eenduidigheid over biomassaopbrengst maaisel |

| | |
|---|---|
| | Nood aan snelle verwerking of inkuilen van maaisel |

| Kansen | Knelpunten |
|---|---|
| EU-richtlijnen energie stimuleren vergisting lokale biomassa<br>Geopolitieke spanningen inzake energie nopen tot meer zelfvoorziening<br>Aansluiten op bestaande GFT-vergisting of pocketvergisters voor mest in landbouw<br>Nieuwe pilootprojecten en verder onderzoek | Concurrentie met energiegewassen<br>Technische knelpunten bij natte vergisting<br>Onderzoek met focus op meer vervuild bermmaaisel kan vertekend beeld geven<br>Afnemende Vlaamse steunmaatregelen voor energie uit biogas |

### Energiebriketten en -pellets

In Polen worden energiebriketten gemaakt uit maaisel dat vrijkomt bij het beheer van veengebieden. Een machine verwerkt geperste balen hooi rechtstreeks tot pellets, die onder meer gebruikt worden om de eigen werkplaats te verwarmen in de winter. Op bepaalde plaatsen worden de balen ook geheel verbrand, zonder de omvorming tot pellets. Deze mogelijkheid werd technisch en praktisch onderzocht binnen het project **LIFE Green Valleys**, waarbij Natuurpunt samenwerkte met Poolse natuurbeheerders (Natuurinvest/Inverde, 2024; Stańko & Makowska, 2024).

**Sterktes** aan deze techniek zijn de lange houdbaarheid van maaisel in de vorm van droge pellets, en de mogelijkheid om natter maaisel te verwerken (Natuurinvest/Inverde, 2024; persoonlijke communicatie P4, 3 april 2025). Verder zijn de pellets redelijk zacht materiaal, waardoor ze ook bruikbaar zijn als strooisel voor kleine huisdieren of kattenbakvulling (Natuurinvest/Inverde, 2024).

Er zijn ook enkele **zwaktes**, zoals de nodige energie die de verwerking vraagt. Het project LIFE Green Valleys concludeert dat de nodige energie niet in balans is met de opbrengst om deze techniek toe te passen in Vlaanderen. Bovendien vormen hoge emissies fijn stof bij verbranding van de briketten - vergelijkbaar met verbranding van takken of fijne boomstronken - een tegenindicatie op vlak van milieueffecten (Natuurinvest/Inverde, 2024).

Indien deze uitdagingen aangepakt kunnen worden, liggen er eventueel kansen in deze technologie als lokaal alternatief voor verbranding van houtpellets (Stańko & Makowska, 2024). Toch concludeert onderzoek van Natuurinvest/Inverde (2024) dat commercieel gebruik in België momenteel niet mogelijk is.

| Sterktes | Zwaktes |
|---|---|
| Lange houdbaarheid van pellets | Hoge energievraag productie |

| | |
|---|---|
| Geschiktheid als strooisel voor huisdieren of kattenbakvulling | Hoge emissies fijn stof bij verbranding |

| Kansen | Knelpunten |
|---|---|
| Eventueel potentieel op lange termijn als alternatief voor houtpellets | Commercieel gebruik in België momenteel niet aan de orde |

# Bijlage 5: Syntheseverslag van communicaties met promotor en co-promotor

TABEL 8: SYNTHESEVERSLAG VAN COMMUNICATIES MET PROMOTOREN

| Promotor | | Co-promotor | |
|---|---|---|---|
| **Datum** | **Inhoud** | **Datum** | **Inhoud** |
| 06/05/24 | Onderwerp | 29/11/24 | Onderzoeksplan |
| 23/10/24 | Onderwerp | 11/12/24 | Methodologie |
| 5/12/24 | Methodologie | 06/05/25 | Voortgang onderzoek |
| 9/12/24 | Onderzoeksplan | 04/06/25 | Prelectuur |
| 07/03/25 | Berekening maaiselopbrengst van De Zegge | 12/08/25 | Prelectuur |
| 14/05/25 | Voorstellen voorlopige resultaten | | |
| 02/07/25 | Prelectuur | | |
| 7/08/25 | Prelectuur | | |

Over het algemeen verliep het overleg met de promotoren zeer constructief. Beiden waren steeds beschikbaar voor feedback en dachten kritisch mee na over hoe dit onderzoek kwaliteitsvol kon worden vormgegeven. Aangezien zij beiden een verschillende disciplinaire achtergrond hebben (Biologie en Engineering Management), vulde hun feedback elkaar goed aan. Het eerste masterproefseminarie bracht extra vertrouwen in het opgestelde onderzoeksplan, terwijl het tweede seminarie vooral waardevol was om een beeld te krijgen van het werk van andere studenten. Ook het doornemen van de masterproef van de Critcial Friend en zijn feedback over mijn werk waren leerzaam. Toch kwam de belangrijkste inhoudelijke sturing in deze masterproef vanuit de promotoren en het team van De Zegge.