

Veenvervangers voor innovatieve teeltsystemen



Bron foto's: Ger Huijben, Van der Avoird Trayplant

Eindrapport

Opdracht SIGN in kader van LNV subsidie Circulaire Tuinbouw

Laila Kestem

Maart 2023

Met dank aan Chris Blok (WUR), Rian Visser (TNO), Bart Vandecasteele (ILVO), Matthijs Dijkshoorn (Dijkshoorn Recycling) en Peter Oei voor het delen van expertise en consultatie op onderdelen.

SIGN S22002 Onderzoek Innovatieve teeltsystemen

Samenvatting

In dit onderzoek is het potentieel van lokale (rest)stromen voor de toepassing in substraat voor potplanten geëvalueerd. Na een inventarisatie van lokale reststromen zijn deze met betrekking tot beschikbaarheid in volumes en kosten, homogeniteit en zuiverheid en aan hand van bekende of gemeten karakteristieken geanalyseerd. Vervolgens werden voor de meest veelbelovende reststromen in combinatie met mogelijke bewerkingsstappen verschillende routes voor de productie van veenvervangers beschreven. De grootste kansen voor het inzet van duurzame veenvervangers zitten in universele potgronden voor de hobbymarkt. Hier zijn de kwaliteitseisen aan potgrond minder streng omdat de economische risico's minder hoog zijn als bijv. plantengroei stagneert, hetgeen bij professionele kwekers tot schadeclaims zou kunnen leiden. Bovendien is de vraag naar veenvrije substraten onder consumenten hoog en is er bereidheid daarvoor te betalen.

Uit de eerste afbakening naar de beschikbaarheid van lokale reststromen blijkt dat vooral laagwaardige reststromen zoals bermgras, dierlijke mest en GFT afval in grote volumes vrijkomen. Als we naar de zuiverheid en homogeniteit van deze reststromen kijken valt op dat reststromen uit de land- en tuinbouw redelijk homogeen zijn; voor zover er vervuiling in zit, is bekend waaruit deze bestaat (zoals plastic uit de glasgroente). Van stromen als champost is verder bekend dat deze al gehygiëniseerd is; bij dierlijke mest is dat een belangrijk aandachtspunt. Verder zijn de inhoudsstoffen van deze reststromen vaak bekend wat in de karakterisering helpt. Reststromen van de Waterschappen, zoals slootmaaisel, waterplanten of bagger, aan de andere kant zijn vaak minder homogeen en de samenstelling verschilt per locatie en is niet verder onderzocht of bekend. Hier zijn andere bewerkingsmethoden vereist dan bij schone en homogene reststromen. De karakteristieken van reststromen spelen een grote rol bij het evalueren van de geschiktheid als veenvervanger, maar kunnen door bewerkingen worden aangepast.

De resulterende voorgestelde routes zijn:

- Ten eerste het vergassen van reststromen, als deze met hout worden opgemengd kan biochar van goede kwaliteit geproduceerd worden die tot 30% als veenvervanger in potgrond kan dienen. Daarnaast kunnen in de tuinbouw eigen reststromen door bewerkingstechnieken als persen een meststof opleveren en vezels met lagere EC waarde, die weer als substraat weer als ingangsstromen in de sector terug gevoerd worden. Dit sluit aan op de SIGN visie van een circulaire tuinbouw. Voor het gebruik van eigen, lokale reststromen als veenvervanger. Daarbij is wel een combinatie met andere organische materialen nodig. Omdat veen nog vrij goedkoop is liggen bij het verwerken van reststromen tot substraat de grootste kansen in de opwekking van energie met substraat ingrediënten als bijproduct.
- De tweede route is het kweken op vaste mest. Champost is een veelbelovend substraat wat homogeen en gehygiëniseerd vrijkomt en de weerbaarheid van een potgrond kan verhogen. De hoge EC vereist het opmengen met andere substraten, maar in een aantal teelten kan champost ook met een hoge EC benut worden.
- Compost is een veelgebruikt substraat onderdeel en kan van verschillende reststromen gemaakt worden. Een biomeiler kan zelfs op kleine schaal direct bij één kweker energie en compost opleveren die direct als ingangsstroom teruggevoerd kunnen worden; de schaal daarvan is echter beperkt.
- De vierde optie is paludicultuur. Niet alleen de afbouw van veen zorgt voor milieuproblemen, ook de huidige landbouwpraktijk van veenweiden voor de veehouderij zorgt voor CO₂ uitstoot en bodemdaling. Paludicultuur, natte grond teelt, kan hier een oplossing voor bieden en grondstoffen zoals veenmos, wilgen of lisdodden voor gebruik als substraat kunnen leveren.

- De vijfde mogelijke route is de productie van bioplastics (schuimmateriaal als groeisubstraat) uit geschikte reststromen uit de aardappelteelt bijvoorbeeld.

Voor alle routes is nog verder onderzoek nodig om ten eerste de geschiktheid als veenvervanger te bewijzen en ten tweede de economische haalbaarheid te verzekeren. SIGN zet in 2023 met twee projecten, namelijk de haalbaarheidsonderzoek voor een vergasser in de tuinbouw en een proof of concept voor het kweken op mest, de eerste stappen hiervoor.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Aanleiding veenvervangers in potgrond	4
Grondstoffen ter vervanging van veen	5
Natuurlijke en synthetische substraat alternatieven op de markt	7
Afbakeningen geschiktheid reststromen	8
1. Beschikbaarheid van lokale (rest)stromen	8
2. Homogeniteit en zuiverheid van reststromen	11
3. Karakteristieken reststromen	12
Opslag en bewerking	13
Stabiel opslaan van reststromen	13
Mogelijke bewerkingsstappen tot substraat en kosten	14
Expert aan het woord	16
Mogelijke routes voor veenvervanging	17
Route 1: Vergasser tuinbouwreststromen en houtvezels	17
Route 2: Kweken op mest	19
Route 3: Composteren in biomeiler	21
Route 4: Paludicultuur en kweken van grondstoffen	23
Route 5: Bioplastics uit reststromen	24
Bijlagen	24
1. Karakterisering substraten overzicht	24
2. SIGN vergasser projectplan 2023	28

Aanleiding veenvervangers in potgrond

Tot nu toe is veen een substantieel onderdeel van potgrond voor zowel kwekers als consumenten. Het afgraven van veen is schadelijk voor natuur en mens door een hoge CO₂ uitstoot en niet toekomstbestendig doordat veen een niet hernieuwbare bron is. Veengebieden herbergen veel biodiversiteit en bedreigde soorten. Afgraven van veen heeft daarom naast een negatieve impact op klimaat ook een negatieve impact op het lokale milieu.

Nederland is een grote producent en exporteur van land- en tuinbouwproducten. Hiervoor worden per jaar 4.7 miljoen kubieke meter veen geïmporteerd¹. Er ontstaat een grote internationale druk en er vragen steeds meer retailers om 'peat-free' potgrond. Veenvervangers zijn een belangrijk onderdeel van de verduurzaming van de sierteelt omdat veen echter een fossiele grondstof is.

Tot nu geteste en gebruikte veenvervangers omvatten biochar, coir (kokosvezel), compost en houtvezels. Geen van de geteste substraten kan veen 1:1 vervangen, ze worden meestal in combinaties (met veen) ingezet. Veen bestaat voornamelijk uit zeer stabiel plantaardig materiaal met unieke fysische, chemische en biologische eigenschappen. Veen is ideaal als teeltsubstraat omdat het de juiste structuur voor vochtopname en luchtuitwisseling biedt, onkruidvrij is en chemisch stabiel, nutriëntenarm en vrij van (chemische/ biologische) contaminanten.

Verder zijn er nieuwe synthetische producten zoals growfoam, een bio-afbreekbare biopolymeerschuim, of bekende veelgebruikte materialen zoals steenwol. Deze passen mogelijk wel in een circulair systeem, maar bij de productie ervan is veel energie nodig.

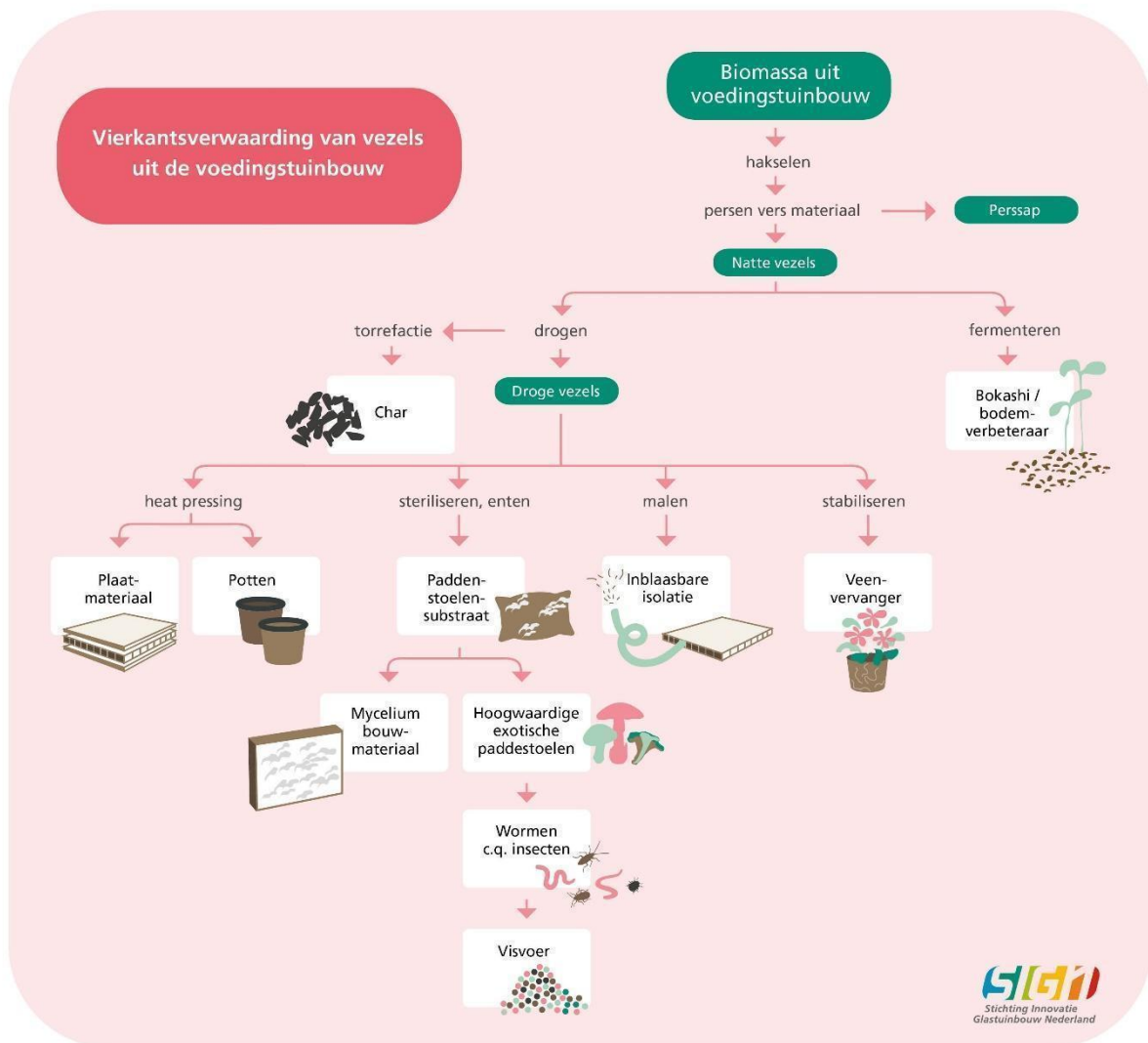
Omdat veen nog relatief goedkoop is en het gebruik niet door de wetgeving beperkt is, moeten substraat-alternatieven prijstechnisch kunnen concurreren met de prijzen van veen. Laagwaardige stromen die zowel voorzien in een energiebehoefte als een stabiel eindproduct opleveren zijn in dat opzicht kansrijk. Daarom werd in dit onderzoek met een focus op potgrond vooral naar de toepassing van laagwaardige reststromen in substraat gekeken. Dit sluit goed aan op het circulaire tuinbouw concept, waarin de reststromen uit de tuinbouw binnen de sector hergebruikt kunnen worden². Aanpassen van die reststromen is echter niet eenvoudig omdat substraten moeten voldoen aan hoge eisen (t.a.v. stabiliteit, EC, vochthoudend vermogen structuur) en de toepassing in substraat relatief laagwaardig is. Voor de sector is het echter essentieel dat er duurzame alternatieven beschikbaar zijn voordat de import van veen beperkt wordt.

In de Nederlandse land- en tuinbouw komt iedere jaar een grote hoeveelheid organische reststromen vrij, bijvoorbeeld paprika- of tomaat stengels, maar ook champost en vaste dierlijke mest. SIGN heeft een model van gecascadeerde vierkantsverwaarding opgesteld (Figuur 1) voor tuinbouwreststromen. Het gaat hierbij niet zozeer om 'hoogwaardig' maar om het vinden van de beste toepassing voor een bepaalde fractie. Daarnaast zijn er een reeks andere bronnen van vezels, zoals bermvegetatie, snoeiafval etc.

Het doel van dit onderzoek is om de lokale reststromen met het grootste potentieel voor de toepassing in substraat voor potplanten te vinden met de bijbehorende proces routes. De bewerkingen bepalen immers de eigenschappen van het materiaal.

¹Convenant milieu-impact potgrond en substraten, 18.11.22, geraadpleegd op 26.02.23, van <https://www.lto.nl/wp-content/uploads/2022/11/convenant-substraten-definitief-18-november-2022.pdf>

²Innovatie programma SIGN in samenwerking met Greenports. 2020. "Programma Circulaire tuinbouw 2020-2025".

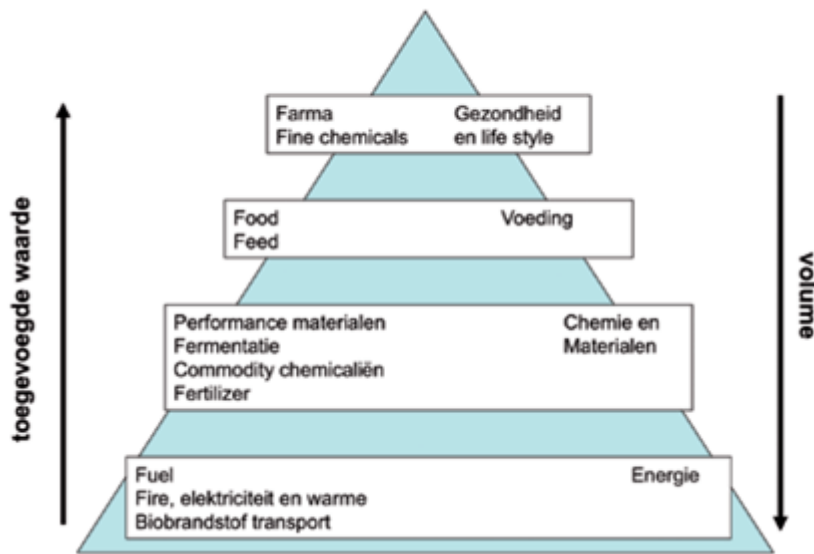


Figuur 1. SIGN visie: gecascadeerde vierkantsverwaarding³.

Grondstoffen ter vervanging van veen

Om de geschiktheid van reststromen c.q. biograndstoffen als veenvervangers in te schatten vergelijken we de vereiste parameters voor potgrond substraat met de eigenschappen van de reststromen. Na bewerking kunnen de eigenschappen behoorlijk veranderen, maar elke bewerking is gelinkt aan kosten en mogelijk CO₂ uitstoot. Tegelijk is het ook mogelijk om met bewerking aanvullende waarde (zoals warmte en CO₂) te realiseren waar de glastuinbouw behoefte aan heeft.

³Stichting Innovatie Glastuinbouw Nederland. 2022. "Vierkantsverwaarding van vezels uit de voedingstuinbouw".



Figuur 2. Waardepiramide waarin de componenten met de hoogste toepassing waarde uit de reststromen gehaald worden en zo cascadering van waarde plaatsvindt.⁴

De waardepiramide (Figuur 2) laat zien hoe reststromen voor verschillende applicaties met verschillende waardes toegepast kunnen worden. Dit volgt het principe van cascadering. Alleen materiaal dat niet hoogwaardiger toegepast kan worden blijft over voor substraat toepassingen, deze vallen binnen het onderste gedeelte van de piramide. Stromen als zeewier en bierborstel bijvoorbeeld hebben een te hoge waarde om als ingangsstroom voor veenvervanging te kunnen dienen.

Het volume van de grondstoffen moet voor bulk veenvervanging voldoende groot zijn. Verder moet de mogelijkheid om eerst producten met een hogere waarde uit de reststromen te halen geëvalueerd worden. Mogelijk is een reststroom nadat er een extractie van bijv. proteïnen of nutriënten heeft plaatsgevonden beter geschikt als substraat. Door meerdere verwaardingen tegelijk toe te passen kan een hogere verwaarding van de reststromen bereikt worden, bijvoorbeeld proteïne extractie uit gras en daarna bewerking van de resterende vezels. Een ander voorbeeld is het persen van biomassa met een hoog vochtgehalte en gebruik van perssap als meststof (met name Kalium) en daarna bewerking van de droge fractie tot veenvervangers of bouw materiaal. Bij biomeilers of vergassers is de toegevoegde waarde in de vorm van energieproductie noodzakelijk voor een rendabele exploitatie. Kwekers en verwerkers zouden biomassa verder door torrefactie bijvoorbeeld in energieleverende pellets om kunnen zetten die makkelijk verkocht kunnen worden. Biomassa speelt een belangrijke rol bij de verduurzaming van de energieproductie, maar de herkomst en consequenties van grootschalige inzet ervan leiden tot veel maatschappelijke discussies.

⁴Bioconomy, Betekenis van cascadering: waardeketens en de waardepiramide, geraadpleegd op 26.02.23, van <https://www.bioconomy.nl/cascadering-de-betekenis-voorbeelden-en-hergebruik-van-biomassa/#1>

Natuurlijke en synthetische substraat alternatieven op de markt

Veenvrije substraten zijn al op de markt verkrijgbaar; helaas zijn ze nog niet even goedkoop, compatibel met de teeltsystemen en efficiënt als substraten waar veen in zit. Ook de duurzaamheid moet kritisch worden onderzocht omdat vaak gebruikte natuurlijke veenvervangers zoals coir bijvoorbeeld vanuit Azië geïmporteerd moeten worden. De productie van steenwol en perliet kost veel energie; met LCA's is het mogelijk een objectieve vergelijking te maken en t.a.v. de milieu impact. Daarom richt deze studie zich uitsluitend op lokaal verkrijgbare grondstofstromen: idealiter regionaal, vervolgens landelijk en daarna op schaal van Noordwest-Europa. Een voorbeeld van een natuurlijke grondstof die als substraat gebruikt kan worden is houtwol als vervanger van steenwol (in ontwikkeling bij Cultilene). Dit wordt momenteel (voorjaar 2023) naast andere innovatieve substraten in een onderzoek van SIGN voor de tomatenteelt getest door Verify.

Naast de natuurlijke alternatieven voor veen werden in de laatste jaren ook synthetische substraat alternatieven speciaal voor de tuinbouw ontwikkeld. Als deze emissieneutraal of -negatief geproduceerd, gebruikt en afgebroken kunnen worden, zijn het waardevolle alternatieven voor het gebruik van veen. Bioplastics kunnen ook van hernieuwbare grondstoffen zoals maïs of zetmeel gemaakt worden. Een voorbeeld hiervan is growfoam, een substraat gemaakt van bio-afbreekbaar biopolymeerschuim⁵. Het produceren van bioplastics is nogal duur, maar de karakteristieken kunnen goed gestuurd worden waardoor het een goede kwaliteit substraat kan zijn. Daarnaast geldt substraten die bioplastics bevatten mogelijk minder makkelijk te recyclen of her te gebruiken.

Afbakeningen geschiktheid reststromen

Het doel van deze studie is aanbevelingen voor de meest geschikte reststromen en respectievelijke bewerkingsroutes voor veenvervangers in potgrond te geven. De eerste afbakening was het kiezen voor lokale reststromen die als substraat voor potgrond geschikt zouden kunnen zijn. Deze zijn in bijlage 1 opgesomd. Om hier de beste kandidaten voor veenvervangers uit te filteren zijn de lokale reststromen nader onderzocht op basis van de volgende drie criteria:

1. lokale beschikbaarheid met focus op droge stof volumes

Omdat in dit onderzoek de focus op het vervangen van veen ligt en niet op bijv. de extractie van proteïnen voor voedsel toepassingen of farma is het eerste criterium voor substraatselectie het beschikbare volume per jaar. Als er maar een klein volume van een materiaal beschikbaar is, zoals bij oesterzwam substraat, dan kan het alsnog een andere waarde hebben als bodemverbeteraar die een positief effect heeft op de bodemweerbaarheid (bijv. verlagen ziektedruk door nematoden). Deze optie is niet in de studie opgenomen omdat we naar bulk vervanging van veen zoeken. Verder zijn de kosten van reststromen en de verwachte beschikbaarheid in te toekomst in criterium opgenomen.

2. homogeniteit en zuiverheid

Het tweede criterium is de homogeniteit en zuiverheid van in grote volumes beschikbare reststromen. Voor de toepassing in potgrond moet het materiaal homogeen zijn m.b.t. de inhoudsstoffen; scheidingsprocessen kunnen voor homogeniteit van een reststroom zorgen.

3. basis karakteristieken

⁵Baltissen, A. H. M. C., Molenveld, K., Bosch, C., Blok, C., van Reuler, H., van der Sluis, B. J., Dijkema, M. H. G. E., & Gude, H. 2013. "Biosubstraat : Duurzaam substraat op basis van BioFoam. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.". <https://edepot.wur.nl/302538>

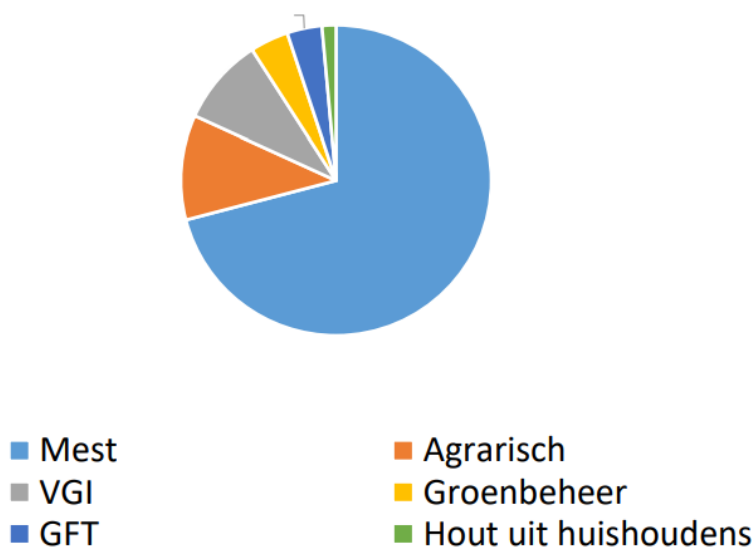
Als derde criterium in deze studie zijn een aantal bekende basis karakteristieken van de reststromen opgenomen. Voor potgrond zijn veel karakteristieken vereist, binnen de scope van dit project wordt op een aantal belangrijke zoals pH, EC, vochtgehalte en C/N ratio gefocused.

Aan hand van deze drie criteria worden in deze studie voor de veelbelovendste substraten in combinatie met bewerkingstechnieken mogelijke routes voor de productie van veenvervangers voorgesteld. In vervolgonderzoeken moeten deze mogelijkheden per case study geëvalueerd worden met het erbij betrekken van alle eisen voor potgrond.

1. Beschikbaarheid van lokale (rest)stromen

Op dit moment worden lokale reststromen veelal nog gecomposteerd zonder dat er warmte terugwinning plaatsvindt of verbrand voor energie opwekking, zonder dat de daarbij vrijkomende CO₂ benut wordt in de tuinbouw. Veel waarde die men uit het materiaal zou kunnen halen gaat hierbij verloren. Door persen, inkuilen, verkleinen en innovaties zoals biomeilers, flocculatie en vergassers kunnen reststromen bewerkt worden Dit biedt kansen voor de extractie van bijvoorbeeld proteïnen of nutriënten en de verwerking van reststromen tot nieuwe ingangstromen voor verschillende sectoren.

Figuur 3 laat de grootste lokale organische reststromen in Zuid Holland zien. Hier is het grootste gedeelte mest, een verzameling van verschillende dierlijke reststromen. Bij dierlijke reststromen moet op hygiënisering gelet worden en zijn de richtlijnen voor hergebruik erg streng om contaminaties en uitbraak van ziektes te voorkomen. Dierlijke mest komt in verschillende vormen voor: van gier met 96% vocht tot droge stalmest met slechts 50% vocht. Nieuwe staltechnieken (voor melkvee) proberen vaste en vloeibare mest fracties van elkaar gescheiden te houden. Over geheel Nederland komt 2.7 miljoen ton vaste mest per jaar vrij. Een mogelijke bewerkingsstap is het verwerken van de vaste fractie in biochar en het combineren daarvan met de natte fractie tot een 'slow release fertilizer'/ bodemverbeteraar. In de toekomst zou het volume mest kunnen dalen, maar zelfs als de veestapel met 30% zou afnemen blijven er nog aanzienlijke volumes over.



Figuur 3. Groene reststromen inventarisatie (hoeveelheid in kton/jaar vers materiaal) in de provincie Zuid Holland⁶.

Een bijzonder grote stroom met 800.000 ton/jaar dierlijke mest is champost: de reststroom die overblijft na het kweken van champignons. Hier is een uitgebreid fermentatie- en pasteurisatieproces aan vooraf gegaan, waardoor het een fyto-sanitair veilig en onkruidvrij materiaal is. Eerder zijn met financiering van het Productschap Tuinbouw verschillende toepassingen voor champost onderzocht waaronder potgrond. Het is geschikt als ingrediënt voor potgrond, maar dan kan er maximaal 15% v/v door de potgrond gemengd worden, anders wordt de EC te hoog.

Agrarische reststromen zoals loof uit groentekassen resulteren in meerdere 100.000 ton verse afvalmateriaal per jaar. Tomaat- en paprika stengels/ bladeren zijn de twee grootste homogene kas reststromen in Nederland, deze stromen zijn vaak vervuild met plastic maar is vrij van zware metalen of medicijnresten.

Ook VGI reststromen uit de food sector (bijv. koffiedik) en organische restromen die niet uit de landbouw komen (bijv. invasieve exoten zoals Waternavel – Waterschappen) komen in aanmerking als uitgangsmaterialen voor substraten. Echter is het volume van koffiedik die bij huishoudens vrijkomt (80.000 ton/ jaar) in vergelijking met het behoefte aan veen heel klein. Koffiedrab heeft zich in eerdere studies al als bodemverbeteraar en (beperkt) in de paddenstoelenteelt bewezen, maar is als veenvervanger een te kleine reststroom.

Over geheel Nederland gezien is bermgras de grootste afvalstroom uit het groenbeheer met meer dan een miljoen ton per jaar met een droge stofgehalte van ca. 50%. Qua volume is dit een bijzonder interessante vezelreststroom maar de kwaliteit is meestal maar matig en instabiel. Deze bermvegetatie is vaak vervuild (met medicijnen en zware metalen), vooral als het om berm- en slootmaaisel gaat. Er is een grote variatie in kwaliteit, beschikbaarheid en vochtgehalte, vaak wordt het materiaal niet onderzocht en gemonitord. Gras van hoge kwaliteit, zoals natuurgras of weidegras is geschikt voor meer hoogwaardige toepassingen (zoals veevoer of eiwitbron) dan substraat. Het bedrijf Grassa ontsluit vers gras door het persen van de vezels. Door dit proces kunnen oplosbare voedingsstoffen zoals proteïnen, suikers en mineralen in het perssap extraheert worden. Het resterende ontsloten gras kan als goed verteerbaar veevoer gebruikt worden. In de bewerking is het belangrijk om rekening te houden met de lange en vochtige vezels die lastig te verkleinen en vergisten zijn.

Uit het groenbeheer en de sierteeltsector komen grote stromen aan snoeiafval, hoveniers afval of bladeren voort. Een specifiek voorbeeld is het rozen afval van bloemenimporteurs bij Royal FloraHolland dat als grondstof voor papier of bouw materiaal kan dienen (de rozenstengels zijn nauwelijks met plastic vervuild). Het waterhoudend vermogen is vrij hoog, wat het een goede kandidaat maakt als veenvervanger.

Naast reststromen zijn lokaal gecultiveerde gewassen zoals miscanthus, hennep of stro in het onderzoek opgenomen. Deze hebben in een korte cyclus CO₂ uit de atmosfeer opgeslagen in hun vezels; het rekenmodel van de Natuurverdubbelers geeft inzicht in de hoeveelheid CO₂ die elk gewas per hectare vastlegt

(https://www.natuurverdubbelers.nl/case_study/biobased-verbouwen-rekenen-en-tekenen/). De stabiliteit hiervan is beperkt doordat de cellulose snel afbreekt en het is relatief kostbaar.

Ook grondstoffen die in Nederland duurzaam gewonnen kunnen worden (zoals klei) kunnen interessant zijn voor substraat mengsels.

Kosten van reststromen en beschikbaarheid in de toekomst

⁶Omgevingsdienst Zuid-Holland Zuid (Henk de Bruin & Roos Marinissen). 2020. "Van organische reststromen naar groene grondstoffen". https://www.coebbe.nl/app/uploads/2019/11/Eindrapport-van-organische-reststromen-naar-groene-grondstoffen_dec2020.pdf

Een grote kostenfactor voor reststromen is het transport. Omdat de reststromen die als groeisubstraten in aanmerking komen vaak laagwaardig en goedkoop of gratis zijn of het accepteren ervan zelfs geld oplevert, kunnen de transportkosten de grootste kostenfactor van deze reststromen zijn. Hoe vochtiger en dus zwaarder per volume, hoe hoger de transportkosten. Persen met een mobiele pers op locatie bespaart op transportkosten, maar vereist afzet van het perssap (bijv. als circulaire meststof).

Een andere manier om grondstoffen goedkoop te kunnen verkrijgen is recycling. Sommige grondstoffen zoals perliet worden al gerecycled (bijv. uit aardbeiensubstraat, dat na de teelt wordt gecomposteerd) en kunnen redelijk schoon weer worden ingezet.

De grootste laagwaardige reststromen in Nederland zijn mest, bermmaaisel, land- en tuinbouwreststromen en champost. Van mest wordt verwacht dat de beschikbare hoeveelheid in de komende jaren af zal nemen, maar nog steeds substantiële volumes zal leveren. Het tegenovergestelde wordt van vlas verwacht. De vraag naar vlas en hennep waarschijnlijk toenemen, waarbij waarschijnlijk eerst hoogwaardigere toepassingen ervan gebruik zullen maken.

Na deze eerste evaluatie stap zijn de reststromen met volumes boven de 200.000 ton/jaar in bijlage 1 groen gemarkeerd. In het vervolg is het drogestofgehalte voor elke reststroom indien bekend aangegeven en de droge massa berekend. Ook hier zijn de volumes boven de 200.000 ton/jaar in groen gemarkeerd, deze reststromen zullen zeker voldoende groot zijn om als veenvervanger in aanmerking te komen. Reststromen met dezelfde eigenschappen kunnen gecombineerd worden om een groter volume te bereiken, indien de logistieke aspecten dat toelaten.

2. Homogeniteit en zuiverheid van reststromen

In de tweede stap van het onderzoek is naar de homogeniteit en zuiverheid van de reststromen gekeken. Hoe minder homogeen en zuiver, hoe meer bewerking is nodig om een reststroom als substraat geschikt te maken. Dit kunnen bijvoorbeeld scheidingstechnieken zijn om vaste van vloeibare fracties te scheiden of extracties of verbranding om gifstoffen te verwijderen.

Bij reststromen uit de tuinbouw is er het risico dat er ziektekiemen in aanwezig zijn. Of dat problematisch is of niet, hangt af van de toepassing ervan. Het hygiëniseren is complex, zeker als het om virussen zoals TOBRV gaat. De risico's van uitgezeefde potgrond zijn lager, maar ook hier hangt het af van de aanwending. Bij voorkeur betreft het een geheel andere teelt. Het materiaal komt nat vrij en is vaak met resten bindtouw, plastic clips en substraat en fruit/groenteresten vervuild. Veel organische reststromen, waaronder die uit de tuinbouw, komen seizoensafhankelijk in grote hoeveelheden vrij, die in korte tijd stabiel opgeslagen en/of verwerkt moeten worden. Reststromen uit biologische teelten vinden hun weg grotendeels al nabij de producerende landbouwer.

Het lastige met vooral grote reststromen zoals bijv. bermvegetatie van de Waterschappen is dat samenstellingen en hoeveelheden maar beperkt bekend zijn, de bodemkwaliteit en mate van vervuiling bijv. zware metalen onbekend zijn en een groot gedeelte van de stromen een hoog vochtpercentage heeft. Ook hoveniersafval en snoeiafval fluctueert erg in de hoeveelheid, locatie en samenstelling; diverse recyclers sorteren het uit naar verschillende fracties. Hier kunnen grotere volumes van homogene reststromen verzameld worden. Gerecyclede potgrond/substraat is ook een interessante reststroom voor gebruik als veenvervanger, maar per teelt, teeltmethode en gebruikt substraat verschillen de karakteristieken te veel om een algemene inschatting van de karakteristieken te geven.

In bijlage 1 zijn eerste kenmerken over de zuiverheid en homogeniteit van een aantal reststromen aangegeven. Dit heeft in het vervolg een groot invloed op de mogelijke of vereiste bewerkingsstappen.

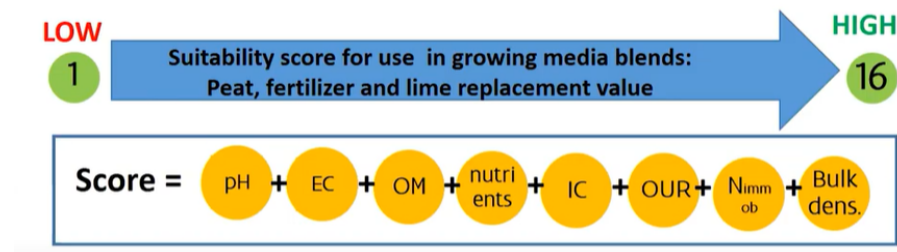
3. Karakteristieken reststromen

Het derde punt: de inerte karakteristieken van de reststromen, die overigens door bewerking kunnen wijzigen. Alle biomassa heeft bepaalde bestanddelen (vezels, eiwitten, koolhydraten, vetten, mineralen/ nutriënten en specifieke moleculen) die tot fysische, chemische en biologische karakteristieken leiden. Deze zijn meetbaar en voor potgrond zijn bepaalde waardes vereist.

De eisen aan het gecreëerde substraat zijn gelinkt aan parameters zoals:

- pH
- EC waarde
- nutriënten (N P K)
- besmetting/ ziektes
- bodemstructuur
- vochthoudend vermogen

Figuur 4 laat het scoringssysteem voor substraat mengsels zien welk van de Belgische vereniging Vlaco gebruikt wordt om de geschiktheid van substraten als groeimedium te bepalen. De score is binnen het project Bi-o-optimal@work (Bio-optimaal siertelen, duurzame en bioactieve veenvervangers en bodemverbeteraars) ontworpen en wordt uit de aangegeven parameters (pH, EC, OM, etc.) berekend⁷. Vlaco leden verwerken groenafval, produceren waardevolle producten voor de tuinbouw en controleren de kwaliteit van deze.



Figuur 4: Scoringssysteem voor gebruik van substraat alternatieven in potgrond⁸.

Binnen deze studie is literatuuronderzoek naar bekende karakteristieken doorgevoerd, ook werden een aantal parameters in praktijkproeven gemeten. Voor de scope van dit onderzoek zijn de karakteristieken tot pH, EC en C/N ratio beperkt (bijlage 1).

Ook als het ruwe materiaal met zijn eigenschappen het grootste effect op de geschiktheid van een substraat in potgrond lijkt te hebben, kunnen bewerkingen de karakteristieken van reststromen substantieel beïnvloeden en veranderen. Bijvoorbeeld het laten rijpen van de vaste fractie van digestaat om het te stabiliseren, of het persen van een vochtige reststroom waardoor het zoutgehalte (en daarmee EC) in de vezels fors vermindert. Verzuring met zwavel kan ook helpen om het materiaal te optimaliseren. Sommige verwerkingstechnieken leveren zelfs energie op en vergoeden dus tijd en energie die erin moest worden gestoken. Als deze met het produceren van potgrond substraten gecombineerd kunnen worden verhoogt dat de financiële haalbaarheid. Er zijn aan de andere kant ook verwerkingstechnieken die juist veel tijd en energie kosten, zoals het stomen van grond om het onkruidvrij te maken en geen energie opleveren. Als het ruwe materiaal al weinig geschikt lijkt als substraat omdat de karakteristieken heel erg van de eisen voor potgrond verschillen, is er een hoge kans dat ook met veel bewerkingsstappen geen substraat van voldoende kwaliteit opgeleverd zal worden. Daarom zijn de reststromen die in hun eigenschappen vergelijkbaar aan veen zijn veelbelovend. De resultaten van recente onderzoek over het gebruik van reststromen als veenvervanger en bodemverbeteraar in de sierteelt uitgevoerd door PCS, KU Leuven en ILVO (België) zijn in een gebruikersgids voor telers samengevat.

<https://pcsierteelt.be/onderzoek-en-publicaties/publicatie/?id=315F30E837A72C08C12588C40031D1AD=3000>

Opslag en bewerking

Veel organische reststromen komen niet jaarrond in vaste hoeveelheden vrij, maar in pieken, zoals paprikastengels bij het ruimen van een kas. Een groot verschil tussen gekweekte biograndstoffen (stro, miscanthus) en reststromen is dat de biograndstoffen veel droger zijn en minder nutriënten

⁷Vandecasteele, B., Pot, S., Maenhout, K., Delcour, I., Vancampenhout, K., & Debode, J. (2021). Acidification of composts versus woody management residues: Optimizing biological and chemical characteristics for a better fit in growing media. *Journal of Environmental Management*, 277, 111444. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111444>

⁸ILVO, Bart Vandecasteele. 2021. vlacovaria jaargang 29, nr. 1. <https://vlaco.be/sites/default/files/generated/files/news/210292vlacovaria-1-2021-lr4.pdf>

bevatten. Om reststromen jaarrond beschikbaar te hebben, is daarom een stabilisatieproces nodig: composteren, droogcomposteren, drogen, bokashi (inkuilen met gesteentemeel) of inkuilen.

Dit is ook erg belangrijk voor het stabiliseren van bewerkingsprocessen omdat een stabiel opgeslagen materiaal continu beschikbaar kan zijn. De term stabiliteit is hier wellicht verwarrend, omdat een anaeroob proces als inkuilen juist tot een instabiel product leidt (als potgrond ingrediënt). Hiervoor zijn mogelijk verdere bewerkingsstappen nodig, zoals rijping of drogen.

Stabiel opslaan van reststromen

Er zijn verschillende manieren van opslag van organisch materiaal, bij sommige wordt het alleen geïnactiveerd, bij andere gedeeltelijk omgezet. Stabiliteit is ook belangrijk voor het transport van materiaal en de navolgende bewerkingsmethoden kunnen een groot invloed op bijv. gewicht en volumes van materiaal hebben.

Drogen

De meest voor de hand liggende maar niet makkelijkste manier van stabiele opslag is het onttrekken van water of drogen van biomassa naar een vochtgehalte onder de 20%. Dit beperkt de biologische en chemische activiteit.

Organische reststromen met vaak hele hoge vochtpercentages kosten uiteraard veel energie om te drogen; in de zomer kan dat (deels) met natuurlijke warmte. Vochtige biomassa begint binnen een dag te broeien en kan zelfs ontbranden.

Inkuilen

Het inkuilen van vers plantaardig materiaal leidt tot het verlies van 15-20% droge stof en verzuring⁹. Tijdens het proces worden zouten losgemaakt en bestaat de mogelijkheid om deze in een vervolgstap makkelijker uit te spoelen.

Torrefactie

Bij de torrefactie, het roosteren van biomassa onder anaerobe condities bij tot maximaal 300°C (meestal lager), wordt de biomassa in biokool omgezet, dat gepelletiseerd kan worden. De pellets bevatten veel energie en kunnen als hoogwaardig energieproduct worden verkocht. Het roosteren zelf kost wel energie en niet elke reststroom is evengoed geschikt voor torrefactie. Het getorreficeerde materiaal, de biokool, voldoet niet aan de eisen voor biochar. De pellets kunnen wel in een vergasser worden verbrand om de energie in gas en biochar om te zetten.

Torwash

Torwash is de combinatie van torrefactie met het wassen en drogen van diverse soorten biomassa om brandbare, vaste pellets te produceren (equivalent aan schone getorreficeerde houtpellets). Deze methodiek is vooral geschikt voor biomassa met een hoge vochtgehalte, zoutgehalte en snelle degradatie bij opslag. Voorbeelden zijn waterplanten, gras, tuinbouw/ agrarische reststromen en diverse soorten slib. Op laboratoriumschaal is deze techniek succesvol op natte afvalstromen (agrarisch en voedingsindustrie), gras, stro, hooi, digestaat en fermentatie residuen toegepast¹⁰.

Fermentatie

⁹Schrik, Y., van den Akker, J., Mulder, M., Lange, K., van Hees, M., Oskam, I., & van Kasteren, H. 2017. "Decentrale organische reststroomverwerking" Hogeschool van Amsterdam, Urban Technology.

¹⁰Pels, J.R., Cieplik, M.K., Laan, R.R., Sumbharaju, R., Bleijendaal, L., & Bosma, M. 2014. "TORWASH experimenten Waterpest en Cabomba".

Fermentatie is afbraak van organische stof door micro organismen. Hierbij ontstaat verzuring en daarmee conservering. Potgrond ingrediënten moeten zowel aeroob als anaeroob stabiel zijn.

Mogelijke bewerkingsstappen tot substraat en kosten

Zoals eerder uitgelegd aan hand van de waardepiramide is het verwerken van organisch materiaal tot substraat onderaan de waardepiramide. Hoogwaardige verwerking van reststromen heeft hier prioriteit over en is bijv. het winnen van proteïnen, het isoleren en gebruiken van vezels in de papier/karton industrie of het inkuilen van reststromen voor gebruik als diervoeder of paddenstoelen substraat. Deze bewerkingstechnieken zijn niet in het rapport opgenomen.

Zoals eerder genoemd liggen de grootste kansen voor substraten die bewerkt moeten worden in een toegevoegde waarde door energieproductie. In het “Rapport laagwaardige biomassa 2022” zijn verschillende manieren van energieopwekking door substraatbewerking onderzocht. In de glastuinbouw kan dit tot een circulair systeem leiden, omdat de sector warmte en CO₂ nodig heeft en vergassing dit met biochar als bijproduct kan leveren. Technologisch is het lastig om uit kwalitatief laagwaardige reststromen iets anders te maken dan energie. Er zijn wel technologieën in ontwikkeling die veel potentie hebben, maar die moeten nog verder worden doorontwikkeld, getest en opgeschaald¹¹. Met name fermentatie met specifieke micro organismen (hetzij aerobe solid state fermentation of anaeroob) zal in de toekomst leiden tot hoogwaardigere producten.

De eigenschappen van tuinbouwreststromen bepalen welke verwerkingsstap het meest logisch is. Glasgroente stromen zoals paprika en tomaat zijn vaak met een kleine percentage plastic vervuild, maar zijn verder homogeen en zuiver (bijv. geen zware metalen). Dit maakt tuinbouwreststromen geschikt voor vergassing omdat zware metalen niet worden vergast, maar plastic wel (Bron: TNO Rian Visser). Het plastic wordt omgezet in syngas (het brandbare) gas, een bijproduct van het charring proces. De benutting van dat gas voor verwarming draagt bij aan een duurzame glastuinbouw. De bewerkingsmethode van substraat kan de eigenschappen dus behoorlijk veranderen en is vaak nodig om een stabiel, constant en veilig substraat te creëren.

Persen en spoelen

Zoals eerder al als scheidingstechniek genoemd is persen een waardevolle bewerkingstechniek voor de scheiding van vaste en vloeibare fracties. Dit kan ook de extractie van oplosbare inhoudsstoffen veroorzaken. Spoelen versterkt dit verder. De EC van bijvoorbeeld paprika of tomatenstengels is vrij hoog, maar kan door persen en spoelen met een factor 4 worden teruggebracht. Dat vereist wel een markt voor het perssap c.q. spoelwater. Door persen kan de EC gehalveerd worden.

Charring

Onder charring verstaat men verschillende manieren van biomassaverbranding onder hoge temperaturen en beperkt zuurstof, waarbij een vaste fractie aan restproduct, namelijk biochar wordt geproduceerd. De karakteristieken van dit restproduct zijn erg afhankelijk van de gebruikte biomassa en verwerking parameters (bijv. temperatuur).

Onder pyrolyse verstaan we het verbranden van biomassa onder anaerobe omstandigheden bij rond 500°C. Het hoofdproduct van deze reactie is bioolie. Hiernaast komt biogas en een biochar met een hoge dichtheid en lage porositeit vrij. Deze karakteristieken maken dit type biochar niet geschikt om als veenvervanger in aanmerking te komen.

Het vergassen van biomassa is het verbranden bij temperaturen boven de 600°C, waarbij biogas, warmte, CO₂ en biochar vrijkomen. Deze biochar heeft over het algemeen een grote oppervlakte en

¹¹VNCI en het platform BCB. 2020. “Routekaart biomassa Cascadering & Maximaal hergebruik van koolstof uit biomassa”.

lage dichtheid door een hoge porositeit. Onderzoek naar de inzet van dit type biochar in potgrond heeft bewezen dat biochar die van hout gemaakt is minstens 20% v/v veen in potgrond kan vervangen zonder de plantengroei te beïnvloeden¹¹. Voor andere, "laagwaardige" biomassa reststromen zoals tuinbouwreststromen geldt dit echter niet, door de hoge EC en pH kunnen slechts beperkte percentages in de feedstock worden opgenomen. Is de biomassa geperst waardoor het zoutgehalte is gehalveerd, dan kan er dubbel zoveel in de mix aan grondstoffen worden opgenomen,. Ook kan biochar achteraf tot een beperkte percentage met zure substraten worden opgemengd om de hoge pH terug te brengen tot het gewenste niveau

Een interessante nieuwe ontwikkeling (vooral geschikt voor vochtige biomassa) is de hydrothermische carbonisatie. Hier wordt nat substraat onder hoge druk en temperaturen tussen 180 en 240 °C verhit. Omdat de droging stap die normaliter voor het maken van biochar nodig is voorkomen wordt, is dit proces bij uitstek geschikt voor natte biomassa. In tegenstelling tot biochar heeft hydrochar een lage pH en een kleiner oppervlakte. Dit zorgt voor minder poriën, een kleiner vochthoudend vermogen en waarschijnlijk een beperkte toepassing in potgrond (<10%).

Verder heeft onderzoek laten zien dat hydrochar ruim van tevoren met ander substraat moet worden opgemengd om plantengroei niet negatief te beïnvloeden, wat op beperkte stabiliteit kan wijzen¹². Hydrochar heeft wel goede werking als adsorbens laten zien en kan mogelijk goed in zuiveringsinstallaties worden toegepast.

Composteren (droog/nat)

Bij het composteren breken micro organismen organisch materiaal onder aerobe omstandigheden af. Dit leidt tot een verlies van koolstof (tot 65%) en een massaverlies tot 50%.

nutriënten. Idealiter is de temperatuur tijdens het proces hoog genoeg (streefwaarde 60°C) om een stabiele en gehygiëniseerde vorm van organisch materiaal voor potgrond te creëren. Compost bevat veel nutriënten (hoge EC) en kan daarom maar tot in beperkte percentages aan substraat toegevoegd worden; maar het is wel een stabiele en een efficiënte bodemverbeteraar. In een gemengde potplanten substraat kan compost goed voor het leveren van nutriënten ingezet worden. Onderzoek toonde aan dat bij het gebruik van compost-biochar mengsels de mix vergelijkbaar is met 'terra preta'¹³. Groencompost op basis van snoeihout ontwikkeld in een DuPoCo onderzoek kan tot 40% v/v in potgrond worden toegepast¹⁴. Dit kan het gebruik van veen significant terugbrengen.

Tijdens het composteren komt warmte en CO₂ vrij, als deze niet terug wordt gewonnen en duurzaam kan worden ingezet is composteren een verspilling van resources. Voor het composteren zou een verkleiningsstap nodig kunnen zijn omdat de composthoop goed doorlucht moet kunnen worden. Het terugwinnen van energie kan bijvoorbeeld met een biomeiler zelfs op kleine schaal direct op locatie (zie Route 3: Biomeiler).

Vergisten

Vergisten is een vorm van anaerobe fermentatie waarbij biogas ontstaat. Er zijn verschillende temperatuurbereiken voor vergisting, voor hoge temperaturen (40-65°C) is het toevoegen van

¹¹VNCI en het platform BCB. 2020. "Routekaart biomassa Cascadering & Maximaal hergebruik van koolstof uit biomassa".

¹²Masoumi, Shima, Venu Babu Borugadda, Sonil Nanda, and Ajay K. Dalai. 2021. "Hydrochar: A Review on Its Production Technologies and Applications" Catalysts 11, no. 8: 939. <https://doi.org/10.3390/catal11080939>

¹³Schulz, H., Dunst, G. & Glaser, B. 2013. "Positive effects of composted biochar on plant growth and soil fertility" Agron. Sustain. Dev. 33, 817–827. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0150-0>

¹⁴Vlaco, MIP. "Eindrapport DuPoCo Onderzoek naar duurzame potgrond". <https://vlaco.be/sites/default/files/generated/files/page/binder-eindrapport-20150225-versie-publicatie-lowres-2.pdf>

warmte nodig, het voordeel is dat het substraat dan gehygiëniseerd is. Digestaat is het overblijfsel van niet vergistbaar, gehygiëniseerd materiaal met een hoge vochtgehalte (boven 85%). Dit wordt vaak als vloeibare meststof ingezet.

Expert aan het woord

Matthijs Dijkshoorn, Groenbewerker Recycling

Mijn persoonlijke idee van de meest kansrijke :

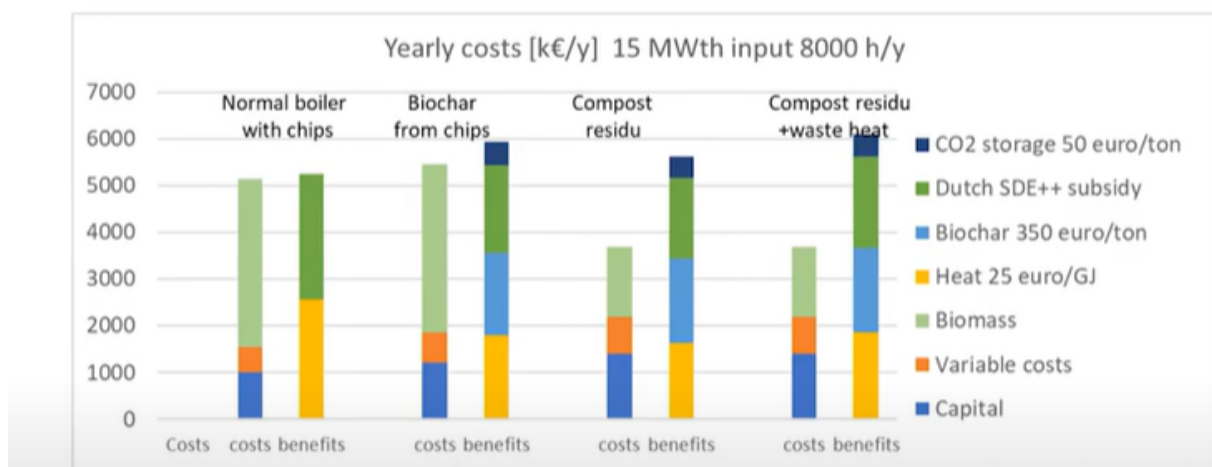
- *Uitgezeefde en gehygiëniseerde potgrond uit de land en tuinbouw.*
- *Miscanthus en hennep (dus echt telen voor veenvervanger)*
- *De dikke fractie uit de mestverwerking*
- *Champost*

“Zelf denk ik dat je een mengsel moet maken van diverse stromen, dat is eigenlijk wat wij al doen voor de productie van onze bemeste zwarte tuinaarde.”

Mogelijke routes voor veenvervanging

Route 1: Vergasser tuinbouwreststromen en houtvezels

Laagwaardige biomassa kan door vergassing energie, CO₂ en biochar opleveren. De combinatie met energielevering kan de productie van biochar economisch haalbaar maken. Figuur 5 laat een mogelijke kostprijsberekening voor een vergasser zien. De input getallen hebben hier een enorm grote invloed op de uitkomst en de figuur geeft maar een mogelijke kostprijsberekening weer. Biochar van goede kwaliteit kan veen tot 25% v/v vervangen zonder dat een aanpassing van teeltmethodes en systemen nodig is¹⁵. Biochar is alkalisch (pH is verder afhankelijk van de ingangsstromen), dit moet met andere substraten in het potgrondmengsel worden gebalanceerd. De economische haalbaarheid van een vergasser is schaalafhankelijk; een mestvergasser van Mavitec heeft bijvoorbeeld elke dag 50 ton d.s. nodig.



Figuur 5. Kostprijs van biochar en economische haalbaarheid voor vergassing¹⁶.

Om het effect van het mengen van verschillende reststromen op de kwaliteit en stabiliteit van biochar te bepalen is nog verder onderzoek nodig. Het zou mogelijk zijn om de eigenschappen van de output stroom door combinaties van ingangsstromen of het mengen van verschillende biochars achteraf te sturen.

De functie en kwaliteit van biochar is afhankelijk van de uitgangsstoffen en de bewerkingsmethode. Voor biochar van goede kwaliteit zijn droge ingangsstromen van een goede kwaliteit nodig. De beste resultaten werden met houtige biomassa gehaald, maar dat is duur en schaars aan het worden. Mogelijke goedkopere alternatieven zijn houtige reststromen (snoeisels, zaagsel of houtvezels uit de bouw). Biogronstoffen zoals miscanthus en stro kosten al snel 120 – 200 Euro/ton d.s., een forse prijs om vergassers rendabel te krijgen.

¹⁵Tijs Kierkels en Wageningen UR. 2016. "Onderzoek biochar als potgrond en drager voor levende biostimulanten" Vakblad Onder Glas. <https://www.ouderglas.nl/onderzoek-biochar-als-potgrond-en-drager-levende-biostimulanten/>

¹⁶Rian Visser, TNO. 2021. "Horti-BlueC Webinar 1: Biochar & Energie co-production by gasification". <https://ilvo.vlaanderen.be/uploads/documents/Horti-BlueC-Webinar-1-TNO-Rian-Visser.pdf>

Tabel 1. Biochar karakteristieken afhankelijk van ingangsstromen en charring temperatuur¹⁷.

		pH-H2O	EC	P	K	Mg	Ca
		-	µS/cm	g/kg DM			
Miscanthus	Feedstock	7.8	110	0.9	3.1	0.8	4.1
Flax		6.5	89	0.5	1.9	0.3	2.1
Miscanthus	400°C	9.5	160	2.2	9.2	2.1	10.7
Flax		8.7	42	1.2	7.3	1.2	6.1
Miscanthus	650°C	9.8	392	3.6	13.8	3.3	17.0
Flax		9.1	191	2.1	7.9	1.2	4.8

Verder heeft gerecycled substraat na charring een vergelijkbare waarde als biochar van houtige ingangsstromen voor de toepassing in groeimedia¹⁸. Een groot voordeel van vergassing is dat pesticiden, virussen en plastic niet in de biochar terug te vinden zijn. Zo kan een afvalstroom met een laag percentage plastic (tot 3%) op hoge temperatuur in biochar worden omgezet. Waarschijnlijk kunnen voorbewerkingen zoals persen en spoelen (verwijderen van vocht en zouten) of droog composteren, waarbij de broei in hopen van organische reststromen benut wordt om zoveel mogelijk vocht te verdampen, ingangsstromen meer geschikt maken voor het produceren van biochar van goede kwaliteit.

De vergassingstemperatuur heeft een groot effect op de karakteristieken van de biochar (Tabel 1). Biochar die op een hoge temperatuur is gemaakt heeft geen voedende waarde voor micro organismen in de bodem (d.w.z. dat deze niet wordt afgebroken in de bodem), maar bindt wel ander organisch materiaal aan de oppervlakte en verbetert de structuur van de bodem. Dit type biochar kan een gedeelte van veen in de potgrond vervangen. Biochar die op lage temperatuur is gemaakt voedt het bodemleven wel en kan als bodemverbeteraar maar is minder geschikt als veenvervanger.

Een positief effect van biochar op teelten zou door de combinatie met compost kunnen optreden, de juiste soort biochar in combinatie met een geschikte compost is vergelijkbaar met 'Terra preta' hebben. Voor de inzet van nieuwe substraten is het belangrijk dat ze goed aansluiten op moderne teeltsystemen.

Natuurlijk kunnen biochars ook door post-process bewerking worden aangepast. In een recent onderzoek werden biochars van verschillende ingangsstromen geanalyseerd en vergeleken¹⁹. Dit levert interessante informatie (o.a. droge stof gehalte, organische stofgehalte, asgehalte en deeltjes oppervlakte) over de geschiktheid van enkele reststromen voor het produceren van biochar als substraat op.

SIGN heeft in 2023 een haalbaarheidsonderzoek voor vergassing in het tuinbouwcluster gepland, zie bijlage 2 SIGN vergasser projectplan 2023.

¹⁷Bart Vandecasteele, ILVO. 2021. "Horti-BlueC Webinar 1: Chemical and physical properties of biochar versus feedstock". <https://ilvo.vlaanderen.be/uploads/documents/Horti-BlueC-Webinar-1-ILVO-Bart-Vandecasteele.pdf>

¹⁸Amery, Fien, Jane Debode, Sarah Ommeslag, Rian Visser, Caroline De Tender, and Bart Vandecasteele. 2021. "Biochar for Circular Horticulture: Feedstock Related Effects in Soilless Cultivation" *Agronomy* 11, no. 4: 629. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040629>

¹⁹Laghari, M., Müller-Stöver, D.S., Puig-Arnavat, M. et al. 2021. "Evaluation of Biochar Post-Process Treatments to Produce Soil Enhancers and Phosphorus Fertilizers at a Single Plant" *Waste Biomass Valor* 12, 5517–5532. <https://doi.org/10.1007/s12649-021-01358-5>

Route 2: Kweken op mest

Dierlijke mest is één van de grootste organische reststromen in Nederland (Bijlage 1). Vaste mest is in voldoende volumes beschikbaar om als veenvervanger in substraat voor potplanten een bijdrage te leveren. Verder wordt verwacht dat het aandeel vaste mest binnen Nederland zal stijgen, een indicatie voor de toekomstige beschikbaarheid van substantiële volumes²⁰.

Omdat de eigenschappen per type vaste mest verschillen is in de tabel (Bijlage 1) een onderverdeling gemaakt in vaste mest (voornamelijk afkomstig van koeien en schapen), kippenmest en champost. Oesterzwammen substraat is geen dierlijke mest en de hoeveelheid oesterzwammensubstraat binnen Nederland is beperkt, daarom komt het zoals eerder genoemd niet in aanmerking als bulk vervanger van veen in potgrond. Oesterzwammen substraat kan wel als bodemverbeteraar in potgrond en agrarische grond gemengd worden. Proeven met vers en gecomposteerd oesterzwammen substraat (met koffiedik als basis) liet bij sla en tomaten een verhoogd bodemleven en betere vroege ontwikkeling van de planten zien, maar er was een verlaagde opbrengst²¹. Om het substraat geschikt toe te kunnen passen is er nog verdere onderzoek nodig.

Om de drie soorten mest te kunnen gebruiken moet voorafgaande de vaste van de vloeibare fractie gescheiden worden. In het geval van champost is het mogelijk om de dekaarde (casing soil) te scheiden en opnieuw te gebruiken: feitelijk is het recycled veen.

Een veelgebruikte methode voor dik en dun scheiding is het persen, bij mest resulteert persen in een vloeibare fractie met veel nutriënten die als meststof gebruikt kan worden en een vaste, nutriënten arme fractie. Om deze in potgrond of als bodemverbeteraar in te kunnen zetten is een hygiëniserings stap vereist. Een gebruikelijke hygiëniserings stap is het composteren van vaste mest; gecomposteerde vaste fracties van koeien en varken kunnen in sla en komkommer teelten een percentage veen vervangen, gecomposteerde kippenmest moet vanwege een hoge pH en EC eerst met ander substraat opgemengd worden²².

²⁰Huijsmans, J.F.M. & Mosquera, J. & Hol, J.M.G.. 2007. "Ammoniakemissie bij het uitrijden van vaste mest".

²¹Manders, E. 2022. "Een Gesloten Cirkel met Gebruikt Koffiedik-Oesterzwamsubstraat". [Eindverslag Minor Fungi Factory - Ellen.docx.pdf \(34.50Mb\)](#)

²²Vukobratović, M., Lončarić, Z., Vukobratović, Ž. et al. Use of Composted Manure as Substrate for Lettuce and Cucumber Seedlings. Waste Biomass Valor 9, 25–31 (2018). <https://doi.org/10.1007/s12649-016-9755-2>

Bij champost aan de andere kant is er al een uitgebreid fermentatie- en pasteurisatieproces aan vooraf gegaan, waardoor het een fytosanitair veilig en onkruidvrij materiaal is. Jaarlijks zijn 800.000 ton champost binnen Nederland beschikbaar, een hoeveelheid van voldoende grootte voor bulk vervanging van veen. Champost heeft een droge stof gehalte van rond 30% en had in 2015 een waarde van ca. 5 euro per ton²³. Champost levert nog champignons op als het niet doodgestoomd is (hetgeen langzamerhand vanwege de hoge energiekosten gebruikelijk geworden is). Door rijping of nacompostering is dit probleem op te lossen. De hoge EC beperkt het inmengen tot ca. op 15% v/v in potgrond.

Het blijkt echter mogelijk de champost niet op te mengen in de potgrond maar er ondanks de hoge EC planten op te laten groeien. In teelt met honingmeloen is substraat met verschillende percentages champost (100%, 80%, 40% en 20%) gemengd met compost uit koeienmest getest en de zaailingen konden op elk substraat groeien, waarbij 40% champost de beste resultaten opleverde²⁴.

De toepassing van champost in groeimedia heeft grootschalig plaatsgevonden in het verleden bij komkommer (20 hectare, bij zeven bedrijven). Het substraat was champost met 40% v/v perliet van Pull Organic, een substraat wat een natuurlijke gewasbescherming liet zien met minder plantenziektes in vergelijking met regulier substraat. Sinds de EHEC crisis in 2011, zijn telers erg voorzichtig met de keuze voor substraten en staan nieuwe substrate kritisch tegenover. SIGN heeft nu (bij Vertify in Naaldwijk) een proef lopen met tomaat met hetzelfde substraat als onderdeel van de proef naar circulaire substraten voor de tomatenteelt.

Een andere mogelijkheid voor de toepassing van vaste mest in teeltsystemen is de innovatie van het teeltsysteem in plaats van het substraat. Als een teeltsysteem aangepast kan worden zodat het mogelijk wordt om pure mest en champost te gebruiken, kan een substantiële hoeveelheid veen in een circulair systeem vervangen worden.

Bijvoorbeeld door vochtige champost of een vaste mestfractie onderin een plantenpot te doen en deze af te dekken met een laagje aarde waarin de plant begint te groeien. Naarmate de plant meer voedingszouten uit de onderliggende mest heeft opgenomen, kunnen de wortels dieper in de pot naar beneden groeien. Met aardbei en bieslook in een dun laagje aarde op 10 cm champost is 'proof of concept' geleverd: planten hadden geen last van te hoge EC, geen geelverkleuring, en als je de ging graven zag je dat de wortels langzaam van boven naar beneden groeiden in de champost.

SIGN gaat dit concept in een onderzoek in samenwerking met Lentiz Bleiswijk testen.

Daarbij komen vier behandelingen aan bod:

- 1 standaard grond voor aardbeienteelt als referentie
- 2 compost
- 3 champost puur
- 4 champost met 40% v/v perliet (om porositeit te garanderen).

De teelt vindt zowel in de kas plaats met potten met druppelirrigatie als buiten in bakken omsloten door betonnen randen (In totaal zijn er dus 8 verschillende behandelingen). Per behandeling gebruikt

²³Wageningen UR. 2015. "KWIN AGV 2015: Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt" Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR.

²⁴Van Tam, Nguyen; Wang, Chong-Ho. 2015. "Use of Spent Mushroom Substrate and Manure Compost for Honeydew Melon Seedlings" Journal of Plant Growth Regulation, 34(2), 417-424. doi:10.1007/s00344-015-9478-9

Lentiz 10 – 12 planten. Per behandeling: visuele observatie en vergelijking, pH, EC, Brix van de aardbeien, oogst per behandelde groep (dus niet per plant, dat is administratief veel werk) dus de oogst wordt per 10-12 planten bijgehouden.

Route 3: Composteren in biomeiler

Met een biomeiler kan de warmte die bij compostering vrijkomt benut worden door het inschakelen van een warmtewisselaar. Naast een kas kan een biomeiler warmte leveren, de warmte kan voor een vergister gebruikt worden of in een andere vorm van energie worden omgezet.

Voor een goede compostering moet de temperatuur tijdens het proces hoog genoeg zijn (streefwaarde 60°C) en genoeg zuurstof aanwezig zijn, hiervoor is belangrijk dat de structuur van het materiaal lucht doorlaat. Dit geeft een stabiele en gehygiëniseerde vorm van organisch materiaal die in potgrond toegepast kan worden. Compost bevat veel nutriënten en kan daarom maar tot beperkte percentages aan substraat toegevoegd worden; het is een efficiënte bodemverbeteraar. In een gemengd potplanten substraat kan compost benodigde nutriënten leveren, maar de teelt is minder goed te sturen in vergelijking met direct opneembare kunstmest. Onderzoek liet kansen in het gebruik van compost-biochar mengsels zien, dit mengsel heeft vergelijkbare eigenschappen met terra preta die al lang bekend staat voor vruchtbare bodems.

Normaliter zijn de EC en pH van compost op basis van organisch restmateriaal te hoog om in potgrond toegepast te kunnen worden. Het screenen van input materialen op vereiste karakteristieken voor potgrond substraten (bijv. pH en EC) helpt om compost die tot een hoge percentage in potgrond toegepast kan worden te produceren. Groencompost op basis van snoeihout in een DuPoCo onderzoek kan tot 40% v/v in potgrond worden toegepast¹⁴. Dit kan het gebruik van veen significant terugbrengen.

Biomeilers bestaan in veel verschillende uitvoeringen en maten van klein naar industrieel. De klassieke biomeiler is op lage investeringskosten ontworpen, maar kost veel arbeid met aanleggen en afbreken²⁵. Hetzelfde principe kan echter ook op kleine schaal in een draaiende trommel of grootschalig in een beluchte tunnel plaatsvinden. Grootschalige moderne biomeilers in tunnels kunnen warmte en CO₂ opwekken en leveren uiteindelijk een compost op, waarvan de pH en EC afhangt van de input en de duur van de compostering. Ook voor compost is de output waarde sterk afhankelijk van de inputstromen en hoger voor hout in vergelijking met groencompost. Een voordeel van biomeilers is dat ze ook op kleine schaal economisch haalbaar zijn en direct op locatie, bijvoorbeeld in een kas kunnen worden gebruikt. Deze kleine maat biomeilers hebben volumes tussen de 500-3000 liter, voor de productie van veenvervangers is dit te klein.

²⁵Zilverberg advies, Irma Corten met bronnen van Stichting Biomeiler. 2021. "Bronnenonderzoek Biomeiler werkdocument". <https://zilverbergadvies.nl/wp-content/uploads/2021/06/20-001-Bronnenonderzoek-Biomeiler-010621-versie14.pdf>.

Route 4: Paludicultuur en kweken van grondstoffen

Natte teelt gaat in de toekomst een groot thema voor Nederland worden. Het droog houden van veenweiden voor de veehouderij wordt steeds moeilijker en valt economisch tegen en de bodem blijft dalen. Het kweken van gewassen op natte grond wordt paludicultuur genoemd en draagt bij aan het behoud en de regeneratie van veengebieden. Hierdoor wordt CO₂ vastgelegd, biodiversiteit bevordert en de bodemdaling tegengewerkt. Daarnaast kunnen de teeltproducten veelzijdig worden ingezet, van dierlijke en humane voeding tot grondstoffen voor de bouw en ingrediënten voor teeltsubstraten²⁶.

Wilgen, lisdodden, riet, azolla en veenmos zijn voorbeelden voor planten die in de paludicultuur geteeld kunnen worden. Als deze potgrond toegepast kunnen worden leidt het tot een lokale, duurzame en rendabele kringloop. Waarschijnlijk zullen deze gewassen een hoogwaardigere aanwending krijgen dan als veenvervanger. Omdat deze duurzame manier van onderhouden van veengebieden ook tot gekweekt veen kan leiden valt paludicultuur wel onder het thema veenvervanging.

Route 5: Bioplastics uit reststromen

Groei substraten kunnen in de vorm van bioplastics met specifieke eigenschappen geproduceerd worden. Bioplastics zijn van organisch materiaal gemaakt en ook hier kunnen reststromen een toepassing in vinden, wel is dit proces energie intensief. Zo kan PHA uit zuiveringsslib²⁷ en GFT worden gewonnen, solanyl uit aardappelschillen en PLA uit maïs, zetmeel of suikerstroop²⁸.

Biofoam op basis van PLA wordt al succesvol als substraat ingezet²⁹. Biofoam wordt tot nu toe vooral voor kleine zaailingen als gevormde schuim gebruikt, maar kan ook in bulk worden benut in de vorm van granulaat³⁰. Het valt tijdens de teelt wel gedeeltelijk uit elkaar. Daarom is recycling waarschijnlijk niet mogelijk en het composteren moet vanwege de bioplastics goed gestuurd worden. Na het composteren zou het weer als substraat gebruikt kunnen worden.

²⁶Duursen, J. van; Nieuwenhuijs, A.; Meijers, G.; Leeuw, K. van der. 2016. "Marktverkenning Paludicultuur : Kansen voor de landbouw in veenweidegebieden met behoud van veen" Lisse [etc.] : Holland Biodiversity B.V. [etc.]. <https://www.veenweiden.nl/wp-content/uploads/2018/09/Marktverkenning-Paludicultuur.pdf>

²⁷Hart, N.R. de; Bluemink, E.D.; Geilvoet, A.J.; Kramer, J.F. 2014. "Bioplastic uit slib. Verkenning naar PHA-productie uit zuiveringsslib (Grondstoffenfabriek)" STOWA. <https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202014/STOWA%202014-10.pdf>

²⁸Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. 2019. "Bioplastics uit GFT". <https://projecten.topsectorenergie.nl/storage/app/uploads/public/5e5/d1e/31d/5e5d1e31d8a4a835241741.pdf>

²⁹Baltissen, A.H.M.C.; Molenveld, K.; Bosch, C.; Blok, C.; Reuler, H. van; Sluis, B.J. van der; Dijkema, M.H.G.E.; Gude, H. 2013. "Biosubstraat : Duurzaam substraat op basis van BioFoam" Lisse : Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. - p. <https://edepot.wur.nl/302538>

³⁰Noordegraaf, J., et al. "Bioplastics Magazine: Bioplastic Substrates in Horticulture and Agriculture." Cellular Polymers, vol. 32, no. 4, July-Aug. 2013, pp. 252+. Gale Academic OneFile, link.gale.com/apps/doc/A341557916/AONE?u=anon~e8039131&sid=googleScholar&xid=90e29b3e. Accessed 26 Feb. 2023.

Bijlagen

1. Karakterisering substraten overzicht

Substraat/ reststroom	Beschikbaar volumen NL/ jr	beschikbaar r volumens d.s. NL/jr	d.s. gehalte [%]	grad van vervuiling	pH waarde	EC waarde [µS/cm]	C/N ratio	prijs
reststromen glastuinbouw	ca. 230.688 ton ^a	46.138 ton	10-20					
Tomaatstengels/ bladeren	92.500 ton ^a	18.500 ton	10-20	plastic, ziekteverwekkers, pesticiden				
Paprikastengels/ bladeren	130.400 ton ^a	26.080 ton	15-20	plastic, ziekteverwekkers, pesticiden				
Komkommerstengels/ bladeren	38.400 ton ^a		10					
sierteelt	ca. 66.000 ton ^a							
<i>bloembollenteelt</i>	ca. 20.150 ton	13.100 ton ^l	30-35					
<i>snijbloemen</i>			5					
<i>strodek bloemen</i>							40:1 - 150:1	
Dierlijke mest							5:1 - 20:1	
<i>Mest (vast)</i>	1.500.000 ton (excl. Kip)	360.000 ton	24 ^m		neutraal		5:1 - 20:1	
<i>kippenmest</i>	1.200.000 ton	768.000 ton	64 ^m		basisch		5:1 - 20:1	
<i>Champost</i>	800.000 ton (500.000 onzuivere compost, 300.000 ton dekaarde)	264.000 ton	33	fyto-sanitair veilig en onkruidvrij	6.6			5 €/ton ^q
<i>Oesterzwammensubstraat</i>	15.750 ton (min 60% export)	4.725 ton (min 60% export)	30	fyto-sanitair veilig en onkruidvrij			hoog	
dekaarde champignonteelt	250.000 m ³ / jaar ^h							
Schapenwol	2.000 ton ^b							

Koffiedik industrie (incl. vlies)	120.000 ton ^c	15.000 ton	12.50				20:1	133 €/ton
Koffiedik	80.000 ton	10.000 ton	12.50				20:1	
Reststromen uit de voedingsmiddelenindustrie	rond 8.000.000 ton ⁱ		laag, niet homogeen					
GFT afval	1,3 mil ton ^e ; 450.000 ton blijft achter op het veld (WUR studie)	624.000 ton	48				30:1 - 40:1	
bietenloof	1.232.000 ton ^d	185.000 ton	15					
kool	117.074 ton ^p							
Exotische waterplanten	20.000-30.000 ton ^d	1.500 ton ^d	ca 5 ^d					
riet	ca 52.000 ton ^o	21.840 ton ^o	42 ^o					
lisdodde	ca 2.000 ton ^o	840 ton ^o	42 ^o					
bermgrass (data Koppejan, 2009 rapport blue terra)	480.000 - 1.600.000 ton	240.000 ton ^f	50				15:1 - 25:1 ^r	
natuurgrass	862.500 ton	345.000 ton ^g	40, vers gras 15				15:1 - 25:1	
Bermmaaisel (data Ecofys (2020)-waterschappen)	250.000 - 500.000 ton ^d	125.000 - 250.000 ton	50				15:1 - 25:1	
Slootmaaisel	1.000.000 ton	500.000 ton	50				15:1 - 25:1	
bagger/ slib	1.000.000 ton	300.000 ton	20-40					
klei	420.000 m ^{3j}							
humus								
zand								
<i>groenafval (Den Ouden Groep)</i>	450.000 ton							
bladafval gemeentes	250.000 ton ⁿ						30:1 - 80:1	
vlanschreven	20.000 - 50.000 ton ^k			ziekteverwekkers, pathogenen				

hennepschreven	20.000 - 50.000 ton ^k			bacteriën, schimmels				
Miscanthus reststroom	50.000 - 100.000 ton ^k		90, seizoensafh.					
resthout landbouw, natuurgebieden	470.000 ton ^d	235.000 ton	50					
stro, tarwe, granen	753.000 ton ^d	640.000 ton	85					
houtige reststromen							100:1 - 500:1	
zaagsel			90				200:1 - 700:1	
bark								
wilgenhout								
mais								
aardappelschillen/ reststromen								
zetmeel								
suikerriet								
lokaal gecultiveerde gewassen								
stro							40:1 - 150:1	
Hout			90		6.8			
veenmos/ sphagnum (paludicultuur)								
Hennep								
bewerkte reststromen								
<i>Digestaat koeienmest</i>								50-55€ per kub
<i>gedroogde paprika stengels/ bladeren</i>			88					
groencompost								5€ per ton
Biochar								

controle substraten								
veen	import EU				3.5-4.5			
potgrond standaard			25-30		5.5-6.2	< 750		

bronnen:

^a<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/81302ned/table?dl=DECC>; <https://edepot.wur.nl/294189>

^b<https://theknitwitstable.nl/nederlandse-wol>

^c<https://projecten.topsectorenergie.nl/projecten/care-coffee-koffiedik-in-de-circulaire-economie-35468>

^d25-50% bermmaaisel wordt afgevoerd (schatting), <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/81302ned/table?dl=DECC>

^e<https://zoek.officielebekendmakingen.nl/blg-496399.pdf>

^fBrinkmann Consultancy, in opdracht van RVO, Biogas uit gras – een onderbenut potentieel, maart 2014

^gEcofys, Binnenlands biomassapotentieel, 2008

^h<https://edepot.wur.nl/326567>

ⁱ<https://www.clo.nl/indicatoren/nl011717-industrieel-afval-per-sector>

^j<https://www.knb-keramiek.nl/media/2668/deltares-onderzoek.pdf>

^khttps://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjGqgTYs4D9AhXfg_OHHTOaDR0QFnoECCUQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.greeni.nl%2Figuana%2FCMS.MetaDataEditDownload.cls%3Ffile%3D2%3A146054%3A1&usq=AOvVaw2CQRITymh7OMXJBTY-S5bQ

^l<https://edepot.wur.nl/294191>

^m<https://edepot.wur.nl/18617>

ⁿ<https://www.tuindingen.nl/blog/diverse-tuinmanieren/houtkachel-laten-branden-op-bladafval>

^o<https://edepot.wur.nl/425160>

^p<https://www.bioboost-platform.com/media/fb2je5f3/publieksverslag-reststromen-agr-sector-final.pdf>

^qKWIN AGV 2015

^r<https://www.hva.nl/binaries/content/assets/speerpunten/urban-technology/re-organise-decentrale-organise-reststroomverwerking.pdf>

2. SIGN vergasser projectplan 2023

Projectbeschrijving

Gebiedsgerichte pilot: met vergassing 4 vliegen, één klap

Door lokaal kringlopen te sluiten, kunnen we een reeks aan doelen realiseren. Bij dit project gaat het om het verkennen van de haalbaarheid van de vergassing van lokaal beschikbare reststromen en deze om te zetten in biochar (als veenvervanger), warmte en CO₂. We lossen verwerkingsproblemen (scheiden van plastic en clips) bij een aantal reststromen op en zetten die om in inputstromen voor de glastuinbouw. Hierbij vergelijken we minimaal twee soorten vergassers, verkennen we ruimtelijke en vergunningsaspecten, inventariseren welke reststromen het meest kansrijk zijn, en selecteren

mogelijke locaties. We maken verder een rekenmodel en verzamelen data aan de hand waarvan de financiële haalbaarheid is vast te stellen.

Doel:

Vorbereiden van een grootschalige pilot voor vergassing van lokale reststromen tot biochar, warmte, biogas en CO2 middels een uitgebreide haalbaarheidsstudie

Acties vooraf (2022):

1. Plan opstellen (budget, cofinanciering, subsidie?)
2. Plan met experts bespreken

Open vragen:

- Is CO2 reiniging nodig, hoe kunnen we dat implementeren en in hoeverre is het afhankelijk van de ingangstromen?
- Hoe krijgen we stikstofuitstoot cijfers?
- Is recente onderzoek over het vergassen van (geperste) paprika stengels beschikbaar? Zien we een verhoogde waarde van het product als we eerst persen door lagere EC?

Taken die uitbesteed kunnen worden (offertes aanvragen)

- A. Omgevingsvergunning en bestemmingsplan gemeente
- B. Technische aspecten en selectie apparatuur

Aanzet werkpakketten 2023

	Inhoud
Algemeen projectmanagement	Organisatie uitbesteding, overzicht project, verzamelen resultaten en organiseren delen van kennis
Omgevingsvergunning technische aspecten	Ruimtelijke en vergunningsaspecten omgevingsvergunning en bestemmingsplan gemeente, technische aspecten vergunning
Ingangstromen analyse	Praktische studie mogelijk bij proefinstallatie? Overzicht van lokale reststromen, beschikbare volumes en basisinformatie is verzameld, verwerkingsstappen kunnen hierin worden opgenomen
Vergelijking/ selectie apparatuur	Vergelijking van minstens twee verschillende soorten vergassers en selectie apparatuur voor het project

Planologische studie voor vier locaties	Lokale benodigdheden voor een vergasser analyse, selectie van geschikte locaties voor een vergasser Voorbeeld: (aansluiten op bestaande netwerken voor warmte en CO2, Bestemmingsplan t.a.v. bewerken grondstof toevoer, beschikbaarheid grondstoffen Mogelijke locaties o.a. Bleiswijk, ECW, Meerlanden)
Financiële studie	Opzetten en invullen van een rekenmodel met data voor de financiële haalbaarheid