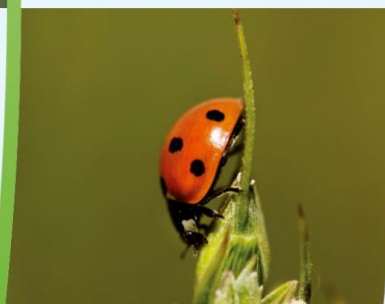


Soil for life

Eindrapport 1704.N.17

Hergebruiksmogelijkheden
houtas als meststof:
toepassingsmogelijkheden



Hergebruiksmogelijkheden houtas als meststof: toepassingsmogelijkheden

**Auteur(s) : L. van Schöll
 R. Postma**

© 2018 September Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit de inhoud mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de directie van Nutriënten Management Instituut NMI.

Rapporten van NMI dienen in eerste instantie ter informatie van de opdrachtgever. Over uitgebrachte rapporten, of delen daarvan, mag door de opdrachtgever slechts met vermelding van de naam van NMI worden gepubliceerd. Ieder ander gebruik (daaronder begrepen reclame-uitingen en integrale publicatie van uitgebrachte rapporten) is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van NMI.

Disclaimer

Nutriënten Management Instituut NMI stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens NMI verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Verspreiding

S. Peeters RVO

digitaal

Inhoud

	pagina
Samenvatting en conclusies	2
1 Inleiding	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Doelstelling van project	7
1.3 Opzet van het onderzoek	7
2 Samenstelling houtassen	9
3 Toepassing houtas als meststof	12
3.1 Landbouwkundige waarde houtassen	12
3.2 Toepassing van houtassen als meststof in landbouwpraktijk	12
3.3 Bewerking assen voor toepassing als meststof in bosbouw	13
4 Wetgevend kader voor toepassing houtas als meststof	14
4.1 Algemeen	14
4.2 EG-verordening 2003/2003 inzake meststoffen	14
4.3 Herziening EG 2003/2003 inzake meststoffen binnen Pakket Circulaire Economie	15
4.4 Opzet herziene EG2003/2003 inzake meststoffen	16
4.5 Strubias voorstel voor opname(hout)assen binnen EG-meststoffenverordening	17
4.6 Voorgestelde criteria aan CMC assen vanuit Strubias	18
4.7 Voorgestelde criteria voor PFC kalkmeststoffen in herziening EG 2003/2003	20
4.8 Toetsing houtassen aan criteria in Strubias voorstel en voorstel herziening EG 2003/2003	20
4.9 Nederlandse wetgeving	21
5 Toepassing houtas als additief bij compost	24
5.1 Verkenning toepassing houtassen in compost	24
5.2 Houtastoevoeging aan compost binnen herziening 2003/2003	25
5.3 Toetsing houtassen aan criteria toevoegmiddel voor compostering EG 2003/2003	27
5.4 Toevoeging aan compost binnen Nederlandse meststoffenwet	28
6 Export van houtassen voor nuttige aanwending als meststof	32
6.1 Exporteren van houtassen voor gebruik als meststof elders	32
6.2 Wetgevend kader in Nederland voor export van houtassen	33
6.3 Overbrengen van afval volgens EVOA	33
7 Lokale aanwending van houtassen binnen kleine kringloop	36
8 Overige toepassing van houtassen	38
9 Synthese	40
9.1 Aanleiding	40
9.2 Landbouwkundige waarde houtassen als meststof	40
9.3 Route 1: Toepassing als meststof	40
9.4 Route 2: Houtassen als toevoeging aan compost	42
9.5 Route 3: Overbrengen naar andere landen voor toepassing als meststof	43
9.6 Route 4: Vrijstelling voor lokale toepassing binnen kleine kringloop	44
9.7 Afsluitende opmerkingen ten aanzien van perspectief houtassen	44
10 Bronnen	46

10.1	Literatuur	46
10.2	Deelnemers stakeholderbijeenkomst	47
10.3	Geïnterviewde personen	47
	Bijlage 1	48

Samenvatting en conclusies

Ondernemingen met biomassaverbrandinginstallaties zijn geïnteresseerd in de mogelijke toepassing van houtassen als (kalk)meststof. Daarbij speelt naast een verbetering van de business case (minder afzetkosten voor de assen) ook de wens tot maatschappelijk verantwoord ondernemen (sluiten van kringlopen) een rol. Naast een directe toepassing als (kalk)meststof wordt het gebruik van houtassen als grondstof voor (kalk)meststoffen en verwerking in compostproducten als potentiële toepassing gezien.

Houtassen mogen enkel toegepast worden als (kalk)meststof indien zij daarvoor zijn toegelaten. Assen zijn niet opgenomen in de lijst van EG-meststoffen in de huidige EG-verordening 2003/2003 inzake meststoffen. Daarmee kunnen zij niet als EG-meststof worden verhandeld of toegepast. Houtassen bevatten te hoge gehalten aan zware metalen om te kunnen voldoen aan de vereisten vanuit de Nederlandse meststoffenwet, en kunnen derhalve ook niet als een nationale meststof in Nederland worden verhandeld.

EG-Verordening 2003/2003 inzake meststoffen wordt momenteel herzien. Daarbij wordt voorzien in de opname van assen als bestanddeel voor EG-meststoffen. Ook binnen de herziening EG-verordening 2003/2003 lijkt er onvoldoende perspectief voor directe toepassing van houtassen als bestanddeel voor EG-meststof. Houtassen voldoen ofwel niet aan de eisen ten aanzien van bemestende of bekalkende waarde (alle bodemassen, 30% van vliegassen), ofwel bevatten te hoge gehalten aan spoorelementen (mangaan en in mindere mate borium) en/of zware metalen (cadmium, en in mindere mate lood, arseen en nikkel).

Een verwerkingsroute die mogelijk wel perspectief biedt is de toepassing van houtassen in compost. Hiermee zijn in Duitsland en Oostenrijk reeds ervaringen opgedaan. Compost wordt in de herziening van EG-Verordening 2003/2003 als bestanddeel voor EG-meststoffen opgenomen. Een toelating van houtassen als toevoegmiddel aan EG-compost lijkt minder waarschijnlijk. Toevoegmiddelen dienen het composteringsproces of de milieuprestaties te verbeteren. Houtastoevoeging versnelt de initiële fasen van het composteringsproces, maar verhoogt tevens de ammoniakemissie tijdens de compostering.

Voor het toevoegen van houtassen aan compost die als nationale meststof wordt vermarkt is een wijziging van de meststoffenwetgeving nodig. De houtassen kunnen de kwaliteit van de compost verbeteren. De marktwaarde van de compost met houtastoevoeging zal nog moeten worden vastgesteld. Daarnaast zullen zorgen over normopvulling van zware metaal gehalten en persistente organische verontreinigingen moeten worden weggenomen. Hiervoor zal aanvullend onderzoek met praktijkgegevens van houtassen uit Nederlandse biomassacentrales en composteringsbedrijven nodig zijn.

Bij een toepassing in compost blijven de in de houtassen aanwezige nutriënten behouden in de biologische kringloop. Dit past in het streven van de Nederlandse overheid naar een circulaire biobased economy en het sluiten van kringlopen. Deze route biedt perspectief voor de houtassen die afkomstig zijn van verbranding van reststromen uit bos en natuur- en landschapsbeheer.

In Scandinavische landen is het wel toegelaten en in praktijk ook gebruikelijk om houtassen als kalkmeststof naar het bos terug te brengen. Niet alle houtassen voldoen aan de vereisten om als meststof toegepast te mogen worden. Overbrengen van houtassen naar deze landen is toegelaten

binnen de afvalstoffenwetgeving. De procedure om de export goedgekeurd en geregeld te krijgen vergt een aanzienlijk administratieve en logistieke inspanning en lijkt daarmee met name een perspectief te bieden voor grotere installatie waarbij de omvang van de houtasstromen een dergelijk inspanning rechtvaardigt en waarvan de assen voldoen aan de vereisten voor toepassing.

Voor de kleinere verbrandingsinstallatie die stoken op lokaal geoogst vers hout zou een toepassing van houtas binnen de kleine kringloop passen in de beleidsdoelstelling om nuttige toepassing van reststromen te stimuleren en kringlopen zoveel mogelijk lokaal te sluiten. Voor de lokale toepassing van houtassen binnen de kleine kringloop is een ontheffing van het stortverbod noodzakelijk. Dit zal per productielocatie aangevraagd en gegeven moeten worden. Aandachtspunten daarbij zijn de gehalten aan zware metalen en persistente organische microverontreinigingen. Gezien het lokale karakter van een kleine kringloopsluiting lijkt een ontheffing uitsluitend een mogelijkheid voor kleinere installaties die draaien op lokaal geoogst hout.

De afzetmogelijkheden van de houtassen worden beperkt door de (te) hoge gehalten aan zware metalen in de houtassen. Een optie zou kunnen zijn om te onderzoeken hoe deze gehalten verlaagd kunnen worden, bijvoorbeeld door hoge-temperatuurscheiding.

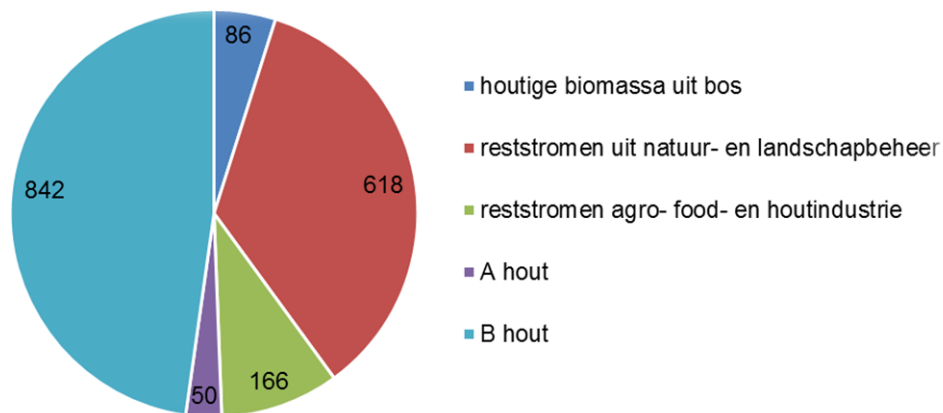
De huidige afzetroutes als grondstof voor asfaltvulstof, in cementgebonden funderingen zouden verder uitgebouwd kunnen worden. Hierbij zijn de gehalten aan zware metalen en mogelijke persistente organische verbindingen minder bezwaarlijk. Door een verwachte toename van het volume houtassen kan de organisatie van de logistieke afzetketen daarbij mogelijk ook effectiever georganiseerd worden.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De Nederlandse overheid heeft ingezet op een volledig circulaire economie in 2050. Hiervoor is in 2016 het Rijksbrede programma “Nederland Circulair in 2050” gepresenteerd. Voor het realiseren van deze ambitie zijn vervolgens vijf transitieagenda’s is uitgewerkt. In het kader van de circulaire economie is het recycleren van nutriënten en andere waardegevende bestanddelen door een nuttige toepassing van reststromen gewenst. Het sluiten van kringlopen op lokale en regionale schaal is een van de strategieën die worden benoemd in de transitieagenda Biomassa en Voedsel.

Het toepassen van assen uit de thermische verwerking van hout in biomassa-energiecentrales als een meststof in de land- en bosbouw past binnen dit streven. De thermische verwerking van biomassa is verreweg de grootste bron van hernieuwbare energie in Nederland. In 2016 bestond 5,9% van het nationale energieverbruik uit bio-energie, en voor het behalen van de doelstelling van 14% in 2020 uit de Europese Richtlijn voor Hernieuwbare Energie zal het gebruik van duurzame biomassa verder moeten toenemen (PBE & RVO 2017). De duurzame biomassa bestaat nagenoeg geheel uit reststromen van hout (Figuur 1-1), en daarmee zal het aanbod van houtassen navenant toenemen. Het aandeel tertiair A (onbehandeld en ongeverfd) en B (gelakt, gelijmd en geverfd) hout in de duurzame biomassa is 50%, reststromen uit natuur- en landschapsbeheer en houtige biomassa uit bos maken samen 40% uit. Het overgrote deel (80%) van de houtige reststromen dat als brandstof wordt gebruikt in houtgestookte centrales is afkomstig uit Nederland zelf (PBE & RVO, 2017).



Figuur 1-1 Aard en hoeveelheid (kton) van de biomassa zoals gestookt in biomassa-energiecentrales in Nederland in 2016 (data PBE & RVO, 2017)

Door houtassen terug te brengen naar de bodem wordt de kringloop binnen Nederland gesloten. Ook kan hiermee (deels) worden voorzien in de nutriëntenbehoefte van bos, land- en akkerbouw. Berekeningen laten zien dat bij de oogst van hout (inclusief reststromen zoals top- en takhout) een nutriëntentekort kan ontstaan op de arme zandgronden waar de meeste bossen in Nederland op staan (de Jong et al., 2017). Door de assen nuttig toe te passen kunnen de kosten voor de afvoer en verwerking van de as worden verlaagd. In Zweden, Finland, Duitsland en Oostenrijk worden houtassen toegepast als meststof in bossen, maar in Nederland gebeurt dit niet. De nationale wet- en regelgeving vormt hiervoor het belangrijkste knelpunt.

Op Europees niveau wordt gewerkt aan een herziening van de EG-verordening 2003/2003 inzake Meststoffen. Het is de verwachting dat assen over enkele jaren de EG-meststofstatus krijgen, en daarmee ook binnen Nederland als meststof mogen worden toegepast. Vooruitlopend daarop is er vanuit versnellingstafel 5 van de NVDE (Nederlandse Vereniging van Duurzame Energie) het verzoek gekomen om na te gaan hoe houtas in dat geval het best toegepast kan worden. Voornaamste drijfveer voor een verkenning van mogelijke aanwending van houtassen in de Nederlandse land- en bosbouw is het verhogen van het *business perspective* van houtgestookte centrales. De afvoer van as –dat binnen de huidige wet- en regelgeving als afval wordt beschouwd- is een kostenpost. Daarnaast speelt in de sector de wens tot maatschappelijk verantwoord ondernemen door het leveren van een bijdrage aan het sluiten van kringlopen.

1.2 Doelstelling van project

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland heeft aan NMI gevraagd een verkenning uit te voeren naar de mogelijke toepassingen van houtas als meststof. Omdat gaandeweg het onderzoek bleek dat de directe toepassing van houtas als EG-meststof ook binnen de herziening van de EG-verordening 2003/2003 inzake meststoffen minder perspectief heeft dan aanvankelijk voorzien is er daarnaast ook een verkenning uitgevoerd naar mogelijke andere toepassingen binnen de bos- en landbouw die passen binnen de circulaire economie. Deze toepassingen zijn het gebruik van houtas als toevoegmiddel aan compost, export voor gebruik als meststof in bosgebieden elders, lokale directe kringloopsluiting door toepassing van houtas op bodem vanwaar het hout is geoogst.

1.3 Opzet van het onderzoek

Voor de verkenning naar de mogelijke toepassingen van houtas als meststof in de land-of bosbouw zijn de volgende zaken onderzocht:

- Actuele samenstelling van houtassen en variaties daarin. Daarbij gaat het om gehalten aan nutriënten, maar ook om zware metalen, etc.;
- Landbouwkundige waarde van houtas als meststof of bodemverbeteraar, op basis van de voorkomende samenstelling en variaties daarin;
- Verwerkings- of opwerkingsmethoden voor veilige toepassing van houtas;
- Stand van zaken van de ontwikkelingen in het kader van de herziening van de Europese Meststoffenverordening, in het bijzonder de aanbevelingen vanuit het 'STRUBIAS' project.
- Houtas als EG-meststof
- Houtas als nationale meststof
- Toevoeging houtas aan compost
- Export houtassen voor gebruik als meststof in bossen Scandinavië
- Lokale aanwending binnen kleine kringloop

Naast een verkenning van de literatuur en van toepassing zijnde wet- en regelgeving is er afstemming geweest met relevante (keten)partijen. Hiervoor is bij aanvang van het project een *stakeholder* bijeenkomst gehouden. Daarnaast zijn er gerichte interviews geweest met een aantal stakeholders uit de waardeketen en beleid om de kansen en perspectieven van de voorgestelde routes te verkennen.

Het rapport geeft een indicatie van perspectiefvolle toepassingen van houtas als (grondstof voor) meststof. Daarbij wordt zowel nagegaan of de directe toepassing als meststof mogelijk is of dat een toepassing als grondstof voor meststoffen (bijvoorbeeld compost) meer perspectief biedt. Daarbij wordt een antwoord gegeven op de vraag naar de mogelijkheden om houtas toe te passen als meststof of grondstof voor meststoffen binnen de wet- en regelgeving, inclusief aangrijpingspunten voor de acties die daarvoor nodig zijn, voor zover mogelijk.

2 Samenstelling houtassen

De toepassingsmogelijkheden van houtas als meststof of bestanddeel van meststoffen of compost worden onder meer sterk bepaald door de samenstelling van de houtassen.

Er is een grote variatie in de samenstelling van houtassen (Pitman 2006, Jong en Oosterbaan 2011, Pels et al. 2011, Postma et al. 2011). De samenstelling is sterk afhankelijk van het type as (vlieg-as of bodemas), het type installatie (wervelbedoven of roosteroven), de procesinstellingen (vooral temperatuur) en daarnaast ook van de ingaande materialen. Bij hout is er een effect van oogstmethoden, seizoen, hoeveelheid grond die meekomt, asgehalte van brandstof, type hout (rondhout, stamhout, snoei- en perkhout) en boomsoort (met name loof- of naaldhout). Bij sommige installaties (vooral in buitenland) worden de vliegassen en bodemassen gemengd. Door Pels (2011) werd daarnaast geconstateerd dat de samenstelling van de assen uit één installatie ook in tijd sterk fluctueert, onder meer door variatie in de ingaande stromen.

Bij een wervelbedoven komen twee soorten as vrij: bed-as (die vooral uit zand bestaat) en vlieg-as, die bestaat uit de asvormende componenten uit de biomassa en wat gebroken zand. De omvang van beide stromen is ongeveer even groot (50%-50%), maar kan per installatie en grondstof verschillen. Bij een roosteroven komen ook twee soorten as vrij: bodemas en vlieg-as. De bodemas is de bulk van de assen (95%), bestaande uit de asvormende componenten en aanhangend zand uit de brandstof. De vlieg-as (5%) bestaat uit vluchtige zouten en een beetje fijn stof.

Het verschil in samenstelling tussen de verschillende assen valt te zien in Tabel 2-1. Hierin wordt de samenstelling gegeven van een aantal verschillende soorten houtassen die in Nederland beschikbaar komen (Postma et al., 2011). Binnen het Strubias project van JRC-EC (Joint research Centre of the European Commission) is ook een groot aantal data verzameld van de samenstelling van houtassen (hier opgenomen in Bijlage 1). Daarbij is geen uitsplitsing gemaakt naar type verbrandingsinstallaties. In Tabel 2-2 zijn van deze data de mediaanwaarden weergegeven. Om de spreiding weer te geven zijn tevens de minimale en maximale gemeten waarden opgenomen.

De vlieg-as van de roosteroven wijkt qua samenstelling af van de andere houtassen, omdat het K- en S-gehalte veel hoger is. In de andere houtassen is het Ca-gehalte het hoogst, en is daarna het K-gehalte steeds behoorlijk hoog. Daarnaast is steeds sprake van redelijke gehalten aan P en Mg en bij de vlieg-as uit het wervelbed is er ook sprake van een vrij hoog S-gehalte.

Meetwaarden voor de bekalkende waarde (of in Nederland meer gebruikelijk: neutraliserende waarde) zijn niet beschikbaar. Een indicatie voor de neutraliserende waarde kan worden berekend vanuit de nutriëntengehalten. Opgemerkt moet worden dat de neutraliserende waarde niet wordt bepaald door de nutriëntengehalten maar door de co-ionen (met name CO_3). Aangezien het voor de houtassen niet bekend is in welke vorm de co-ionen aanwezig zijn, kan de daadwerkelijke neutraliserende waarde ook (veel) lager uitvallen dan de hier berekende indicatie.

De vlieg-as van wervelbedovens en de bodemas van roosterovens hebben mogelijk een neutraliserende waarde ($\text{nw} > 25$), terwijl die bij de andere assen veel lager (< 10) uitvalt.

De grote biomassacentrales die op resthout worden gestookt zijn wervelbedovens (in Nederland:

Twence Hengelo, HVC Alkmaar, ENECO Delfszijl, AVR Rozenburg, BECC Cuijk). De overige verbrandingsinstallaties voor resthout in Nederland zijn nagenoeg allemaal roosterovens (Sarebèr 2018).

Tabel 2-1 Samenstelling van een aantal verschillende soorten houtassen die in Nederland beschikbaar komen (Postma et al, 2011), en de daaruit berekende indicatie van neutraliserende waarde.

	Wervelbed		Roosteroven	
	Bed-mat.	Vliegas	Bodemass	Vliegas
	(~50%)	(~50%)	(~95%)	(~5%)
K ₂ O [wt%]	3,4	8,5	7,1	45,0
P ₂ O ₅ [wt%]	0,5	3,3	3,0	1,4
CaO [wt%]	5,1	22,0	22,5	3,4
MgO [wt%]	0,8	2,9	2,7	0,6
SO ₃ [wt%]	0,1	4,0	0,2	29,1
As [mg/kg]	0,0	61,0	0,3	113,2
Cd [mg/kg]	1,2	22,1	0,1	40,1
Cr [mg/kg]	95,9	207,3	68,1	150,8
Cu [mg/kg]	323,4	191,4	111,5	280,4
Ni [mg/kg]	37,1	78,8	20,0	8,6
Pb [mg/kg]	13,3	468,6	38,6	1276,0
Zn [mg/kg]	36	168	56	10820
Hg (mg/kg)		0,3		
<i>neutraliserende waarde (schatting Sluijsmans^{\$})</i>	8,0	27,0	29,2	10,3

^{\$} formule Sluijsmans: $nw = 1 * CaO + 1.4 * MgO + 0.6 * K_2O + 0.9 Na_2O - 0.4 * P_2O_5 - 0.7 * SO_3 - 0.8 * Cl - n * N$

Tabel 2-2 Samenstelling van een bodemmassen en vliegassen uit thermische conversie van hout uit wervelbedovens en roosterovens (JRC-EC Strubias 2017). Weergegeven zijn mediaanwaarden, minimaal en maximaal gevonden waarden in houtassen.

	Bodem- en bedassen			Vliegassen		
	mediaan	<i>min</i>	<i>max</i>	mediaan	<i>min</i>	<i>max</i>
SiO ₂ [wt%]	66,3	53,5	78,9	30,6	1,9	62,0
CaO [wt%]	8,7	4,2	14,0	25,0	7,1	38,5
K ₂ O [wt%]	5,2	2,8	9,2	5,3	1,3	28,9
P ₂ O ₅ [wt%]	0,7	0,2	0,9	2,4	0,0	4,8
Al ₂ O ₃ [wt%]	7,6	4,0	12,7	6,8	0,6	13,6
MgO [wt%]	1,3	0,8	2,7	3,2	1,2	4,5
Fe ₂ O ₃ [wt%]	1,7	0,7	4,4	2,5	0,3	7,4
SO ₃ [wt%]	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	8,5
Na ₂ O [wt%]	1,8	0,8	3,0	1,6	0,4	2,8
TiO ₂ [wt%]	0,2	0,0	0,5	0,5	0,0	1,7
Cd [mg/kg]	0,7	0,1	15	10	1,6	75
Cr [mg/kg]	50	15	360	95,7	12	464
Hg [mg/kg]	0	0	0,8	0,5	0	2,5
Ni [mg/kg]	19	3	65	50	11	122
Pb [mg/kg]	14	6	116	105	10	709
As [mg/kg]	8	3	72	21	4	215
B [mg/kg]	74	7	330	200	45	800
Ba [mg/kg]	1200	757	1990	1900	109	3970
Be [mg/kg]	0,6	0,5	0,6	1,3	0,9	2,2
Co [mg/kg]	7	2,7	26	13	4	38
Cu [mg/kg]	59	28	530	130	48	894
Mn [mg/kg]	4100	900	13000	9300	2200	29400
Mo [mg/kg]	5,8	4,6	7	7,6	1,1	27
Sb [mg/kg]				2,5	2,5	2,5
Se [mg/kg]				2,1	2,1	2,1
Sn [mg/kg]						
Sr [mg/kg]	229	222	255	598	449	974
V [mg/kg]	19	6,9	74	37	6	90
Zn [mg/kg]	697	106	2900	2700	388	16500

3 Toepassing houtas als meststof

3.1 Landbouwkundige waarde houtassen

Naar de bemestende waarde van houtassen is vrij veel onderzoek gedaan, vooral in Scandinavië, maar ook in de Verenigde Staten. Een overzicht hiervan is gemaakt door Postma et al. (2011), van waaruit de bevindingen voor houtassen hier worden samengevat.

Bij de meeste onderzoeken is enerzijds aandacht besteed aan de gehalten aan nutriënten in de assen en anderzijds aan de beschikbaarheid daarvan. Vrijwel steeds werd in de studies geconcludeerd dat de kalium (K) en natrium (Na) in de assen aanwezig zijn als zouten, die gemakkelijk oplosbaar zijn en dus goed beschikbaar zijn voor gewassen. De beschikbaarheid van calcium (Ca) is relatief slecht door een relatief lage oplosbaarheid in vergelijking met gangbare meststoffen. Ditzelfde geldt o.a. voor magnesium (Mg), fosfor (P), zwavel (S), ijzer (Fe) en voor aluminium (Al).

In praktijkproeven werd meermaals vastgesteld dat houtassen een positief effect hadden op de beschikbaarheid van K, Ca, Mg en P voor gewassen en de gewasopbrengsten verhoogde. Daarbij werden zeer hoge doseringen houtas toegediend, tot 45 ton per hectare.

Daarnaast is veelvuldig vastgesteld dat het oplossen van de as in water leidt tot hoge pH's van ca. 11-13 en dat er sprake is van een bekalkende waarde van de as. De pH-verhoging leidde ook tot een afname van de aluminium- (Al-) en mangaan- (Mn-) toxiciteit op zure gronden. De totale bekalkende ofwel zuur neutraliserende waarde van houtas varieerde tussen 35-50% met een uitschieter tot 116% van die van gangbare kalkmeststoffen.

Naast de neutraliserende waarde is ook de fijnheid van het materiaal van belang. De fijnheid draagt bij aan de reactiviteit van de kalkmeststof. Houtas uit goed gecontroleerde verbrandingssystemen heeft een grote fijnheid, waardoor deze in de grond zeer reactief is en goede bekalkende eigenschappen bezit.

Concluderend:

- De landbouwkundige waarde van houtas wordt vooral bepaald door de bekalkende waarde en de in de houtas aanwezige K.
- De bekalkende waarde zal naar verwachting ongeveer 35-50% van die van gangbare kalkmeststoffen bedragen en de in de as aanwezige K is goed beschikbaar voor gewassen. Andere nutriënten in de as zijn in het algemeen minder goed beschikbaar in vergelijking met gangbare meststoffen.

3.2 Toepassing van houtassen als meststof in landbouwpraktijk

In de Nederlandse landbouw wordt het grootste deel van de bemesting uitgevoerd met dierlijke mest. Dierlijke mest levert naast nutriënten ook organische stof en levert zo een bijdrage aan het instandhouden van de bodemvruchtbaarheid. Door het mestoverschot heeft dierlijke mest een negatieve marktprijs. De hoeveelheid N en P die er mag worden toegediend wordt beperkt door de zogenaamde gebruiksruijmt. Binnen die gebruiksruijmt wordt er meestal gekozen voor een basisbemesting met dierlijke mest, waarbij weinig ruijmt overblijft voor andere meststoffen die P bevatten.

Vanuit de Nederlandse landbouw is er dan ook nauwelijks vraag naar kalkmeststoffen die tevens P bevatten, omdat dit ten koste gaat van de ruimte om P in de vorm van dierlijke mest als basisbemesting toe te passen. Houtassen bevatten P en zullen tevens moeten concurreren met gangbare kalkmeststoffen met een hogere zuur neutraliserende waarde en lagere gehalten aan fosfaat en zware metalen.

Vanuit het bosbeheer in Nederland wordt terughoudend aangekeken tegen het gebruik van houtassen als meststof (Al, 2018). Enerzijds vanwege de mogelijke aanwezigheid van verontreinigingen, waarbij vooral de persistente organische verbindingen zoals PAK's (Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen) en dioxinen een punt van zorg zijn. Anderzijds ook vanwege de versturende werking van het opbrengen van (kalk)meststoffen op het bosecosysteem. Uit onderzoek (Pitman, 2006; Karlton et al. 2008) blijkt dat dit een versnelde afbraak van de organische stof veroorzaakt, een verhoogde beschikbaarheid van nutriënten en daarmee gepaard gaande ook een uitspoeling en verlies uit het systeem van kalium, calcium en magnesium en spoorelementen. Ook zijn er effecten waargenomen op het bodemleven en bovengrondse fauna. Er wordt daarom de voorkeur gegeven aan meststoffen waaruit fosfaat, kalium, calcium, magnesium en spoorelementen zoals mangaan zeer geleidelijk beschikbaar komen (De Jong et al. 2015, 2017). Dit ook omdat de bemesting niet jaarlijks wordt herhaald maar eens in de 10-60 jaar plaatsvindt.

3.3 *Bewerking assen voor toepassing als meststof in bosbouw*

Vers houtas bevat een hoog aandeel fijne fractie met een hoge reactiviteit. Voor een toepassing als meststof in bossen is het gewenst om de reactiviteit en oplosbaarheid omlaag te brengen (Emilsson, 2006; Pitman 2006). Stabiliseren van houtassen kan door chemische (uitharden) en fysische (compacteren en agglomereren) processen.

In Scandinavië zijn drie methoden ontwikkeld om houtassen te granuleren (Emilsson, 2006):

- 1) Natuurlijke uitharding en verbrokkelen. Hierbij wordt water toegevoegd aan de assen, waarna deze worden uitgespreid. Tijdens het drogen aan de lucht worden de assen verdicht door er met tractoren overheen te rijden. Als de assen uitgedroogd zijn worden ze verbrokkeld door er met een zwaar voertuig overheen te rijden. Deze methode wordt veel toegepast in Zweden. Het is eenvoudig, goedkoop en vraagt weinig investeringen. De zo ontstane askorrels zijn gevoelig voor zwellen en breken, en kunnen bij transport en verdere toepassing verstuiven.
- 2) Pelleteren: Hierbij wordt de as bevochtigd en in een speciale installatie tot compacte pellets geperst, waarbij er eventueel ook bindmiddelen (cement) worden toegevoegd. Dit levert volledig uitgeharde gecompecteerde pellets met een lage reactiviteit.
- 3) Korrelen: Hierbij wordt de as op een draaiende plaat met geforceerde droging tot korrels gedraaid, eventueel onder toevoeging van bindmiddelen. Na het korrelen kan er een coating worden aangebracht. Dit geeft harde stabiele korrels met lage reactiviteit. Deze methode is gebruikelijk in Finland.

Granuleren van de fijne en sterk basische houtassen is ook gewenst vanuit het oogpunt van veiligheid en arbeidsomstandigheden bij verdere toepassing. Directe blootstelling via inademen of huidcontact moet worden vermeden. Om verstuiven en kans op inademing te voorkomen is granuleren de meest voor de hand liggende optie, zeker bij toepassing als meststof (Sarebèr, 2018).

4 Wetgevend kader voor toepassing houtas als meststof

4.1 Algemeen

Om houtassen als meststof te kunnen verhandelen en toepassen moeten deze daarvoor zijn toegelaten.

Het verhandelen van meststoffen wordt zowel op Europees (EG-meststoffen) als nationaal niveau (Nationale meststoffen) gereguleerd.

EG-meststoffen moeten voldoen aan EG-Verordening nr. 2003/2003 van het Europees Parlement en de Raad 13 oktober 2003 inzake meststoffen. Het betreft uitsluitend minerale meststoffen met een relatief hoog gehalte aan waardegevende bestanddelen. EG-meststoffen mogen vrij worden verhandeld in de gehele Europese Unie. In Nederland zijn EG-meststoffen als zodanig direct opgenomen in de Meststoffenwet. Er worden in Nederland geen aanvullende voorwaarden aan de verhandeling van EG-meststoffen gesteld. De EG-verordening wordt momenteel herzien.

Meststoffen die niet onder de EG-verordening vallen kunnen als nationale meststof worden verhandeld. De systematiek van wetgeving rond nationale meststoffen en de vereisten en criteria die gesteld worden verschillen per land. In Nederland moeten producten voldoen aan de eisen van de Meststoffenwet en aanpalende Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet en Uitvoeringsregeling Meststoffenwet. Het betreft organische meststoffen, bodemverbeteraars en minerale meststoffen die niet als EG-meststof kwalificeren. In Nederland kunnen de nationale meststoffen lagere gehalten aan waardegevende bestanddelen bevatten dan EG-meststoffen. Daarentegen zijn er strenge criteria voor de gehalten aan verontreinigingen (zware metalen, arseen en organische microverontreinigingen) die in EG-meststoffen nauwelijks worden gereguleerd.

4.2 EG-verordening 2003/2003 inzake meststoffen

In de EG-Verordening nr. 2003/2003 van het Europees Parlement en de Raad 13 oktober 2003 inzake meststoffen, staat beschreven welke meststoffen zijn toegelaten als EG-meststof. Daarbij gaat het uitsluitend om anorganische (=minerale) meststoffen.

De definitie van anorganische meststoffen wordt gegeven in Artikel 2 (EG 2003/2003):

- a) „meststof”: een materiaal met als belangrijkste functie de levering van nutriënten aan planten;
- b) „primaire nutriënten”: uitsluitend de elementen stikstof, fosfor en kalium;
- c) „secundaire nutriënten”: de elementen calcium, magnesium, natrium en zwavel;
- e) „anorganische meststof”: een meststof waarin de aangegeven nutriënten voorkomen in de vorm van mineralen die door winning of door fysische en/of chemische industriële processen zijn verkregen. ...;

Verbranden van hout is een thermische omzetting dat als chemisch proces kan worden gezien. Indien uitgevoerd op industriële schaal zou houtas daarmee binnen de definitie van een EG-meststof kunnen vallen.

In artikel 3 (EG 2003/2003) wordt vervolgens vastgelegd welke stoffen als EG-meststof worden beschouwd:

EG-meststof: Een meststof die tot een in bijlage I vermeld type meststoffen behoort en aan de in deze verordening vastgestelde voorwaarden voldoet, mag als „EG-meststof” worden aangeduid.

De aanduiding „EG-meststof” wordt niet gebruikt voor een meststof die niet aan deze verordening voldoet.

De Bijlage I van EG-verordening 2003/2003 fungeert als een zogenaamde 'positieve lijst'. Voor elk EG-meststofftype is de herkomst omschreven en worden minimale gehalten aan nutriënten voorgeschreven. Voor kalkmeststoffen ('stoffen die het zuur in de bodem neutraliseren') is een aparte categorie EG-meststofftypen toegevoegd.

Om als EG-meststof verhandeld te kunnen worden moet houtas derhalve voldoen aan de algemene definitie en aan de omschrijving en criteria van een EG-meststofftype, zoals opgenomen in bijlage I van de verordening.

Assen staan niet genoemd op de lijst van EG-meststof-typen, noch bij de meststoffen bedoeld voor het leveren van primaire of secundaire nutriënten (meststofftypen A,B en D) noch bij de kalkmeststoffen (meststofftypen G).

Concluderend:

- Houtassen kunnen onder de huidige EG-verordening 2003/2003 inzake meststoffen niet worden verhandeld als EG-meststof omdat zij niet voldoen aan de algemene definitie en aan de omschrijving en criteria van een EG-meststofftype, zoals opgenomen in bijlage I van de verordening.

4.3 Herziening EG 2003/2003 inzake meststoffen binnen Pakket Circulaire Economie

EG-Verordening 2003/2003 inzake meststoffen wordt momenteel herzien. De herziening is onderdeel van het EU-actieplan voor de circulaire economie van de Europese commissie. De voornaamste beleidsdoelstelling is om een stimulans te geven voor grootschalige meststoffenproductie op basis van organische of secundaire grondstoffen afkomstig uit de Unie, waarbij afval- en reststoffen overeenkomstig het model van de circulaire economie worden omgezet in nutriënten voor gewassen. Het gebruik van houtassen als meststof sluit goed aan bij deze beleidsdoelstelling.

In het voorstel tot herziening¹ dat de Europese commissie in maart 2016 heeft voorgelegd (EC, Brussel, 17.3.2016 COM(2016) 157 final) zijn naast anorganische ook organische meststoffen en bodemverbeteraars opgenomen als EG-meststof. Ook wordt de structuur voor de controle, omschrijving en toelating van EG-meststoffen anders van opzet.

De bestaande meststoffenverordening is afgestemd op goed gekarakteriseerde anorganische meststoffen vervaardigd uit primaire grondstoffen. In de positieve lijst van bijlage I wordt per EG-meststofftype de herkomst en/of het productieproces nauw omschreven en worden minimale nutriëntengehalten gedefinieerd, maar worden nauwelijks voorwaarden gesteld wat betreft het voorkomen van verontreinigingen.

¹ Voorstel voor een verordening van het Europees Parlement en de Raad tot vaststelling van voorschriften inzake het op de markt aanbieden van bemestingsproducten met CE-markering en tot wijziging van de Verordeningen (EG) nr. 1069/2009 en (EG) nr. 1107/2009 (EC, Brussel, 17.3.2016 COM(2016) 157 final.

Producten die uit organische of secundaire grondstoffen zijn vervaardigd hebben vaak relatief veranderlijke samenstelling en eigenschappen, waardoor de gehalten maar ook het risico op het voorkomen van verontreinigen en pathogenen kunnen variëren. Dit vereist meer robuuste controlemechanismen en beveiligingen om de kwaliteit en veiligheid te borgen. De positieve lijst van EG-meststoffen wordt daarom vervangen door een systematiek waarbij er eisen worden gesteld aan zowel landbouwkundige waarde als milieu-hygiënische waarden.

Ook na de herziening van de EG-verordening 2003/2003 inzake meststoffen zullen er naast EG-meststoffen ook nationale meststoffen op de markt gebracht mogen worden.

4.4 Opzet herziene EG2003/2003 inzake meststoffen

In het voorstel tot herziening van de EG-verordening 2003/2003 inzake meststoffen (EC, Brussel, 17.3.2016 COM(2016) 157 final) komt de 'positieve' lijst met nauw omschreven EG-meststoffen-types in Bijlage I te vervallen. In plaats daarvan wordt uitgegaan van een systematiek waarbij er zowel voorschriften zijn voor de producten die als EG-bemestingsproduct mogen worden verhandeld als voor de stoffen die als bestanddeel mogen worden gebruikt bij de productie van EG-meststoffen.

- De voorschriften voor de verschillende EG-meststofftypen en EG-bodemverbeteraars zijn beschreven in een lijst met productfunctie categorieën, de **Product Function Categories (PFC)**. Per PFC zijn definitie en vereisten aangegeven. Daarbij worden naast de waardegevende bestanddelen ook criteria opgesteld voor de maximaal toelaatbare gehalten aan zware metalen en verontreinigingen. Voorbeelden van enkele PFC zijn PFC1 "meststof" uitgesplitst naar "1A-organische meststof", "1B-organisch-minerale meststof" en "1C-minerale meststof", PFC2 "kalkmeststof" en PFC3 "bodemverbeteraar".
- De toegelaten bestanddelen voor de productie van meststoffen en bodemverbeteraars zijn omschreven in de bestanddelencategorieën, de **Component Material Categories (CMC)**. Per CMC wordt een afbakening gemaakt naar aard en herkomst en van de materialen. Daarbij kunnen ook eisen worden gesteld aan herkomst, voorbehandelingen, verontreinigingen en overige kwaliteitseisen. Voorbeelden van CMC zijn CMC1 "stoffen en mengsels als primair materiaal", CMC2 "compost" en CMC3 "digestaat van energiegewassen".

Om als meststof te mogen worden verhandeld zullen de (producten uit) houtassen moeten voldoen aan de criteria die er gelden voor de specifieke EG-meststoffen binnen een Product Function Category. Daarnaast zullen de houtassen binnen een Component Material Category moeten vallen om gebruikt te mogen worden als bestanddeel voor de productie van EG-meststoffen.

In het voorstel van de Europese Commissie zijn de toegelaten anorganische bestanddelen vooralsnog afgebakend tot één CMC: "bestanddelencategorie 1: stoffen en mengsels als primair materiaal" (*virgin materials*). Bij-producten en producten afkomstig van afval- of reststoffen vallen hier per definitie buiten².

De as uit de verbranding van hout is geen primair materiaal en valt hier dus per definitie buiten.

² Op moment van schrijven (maart 2018) is hier nog veel discussie over. Met deze afbakening worden namelijk veel producten uitgesloten. Gevolg is dat niet alleen secundaire grondstoffen worden uitgesloten, maar ook veel bij-producten die nu nog als EG-meststof verhandeld mogen worden.

Echter, de mogelijkheid om minerale secundaire grondstoffen (waaronder bio-assen) als bestanddeel op te nemen als een aparte CMC wordt in opdracht van de Europese Commissie verkend door de JRC-EC (Joint Research Centre of the European Commission) in het Strubias (STRUvite, Blochar & AShes) project.

4.5 *Strubias voorstel voor opname(hout)assen binnen EG-meststoffenverordening*

Het JRC-EC heeft in mei 2017 een interim rapport voorgelegd aan de STRUBIAS expert werkgroep (*DRAFT STRUBIAS Technical Proposals DRAFT nutrient recovery rules for recovered phosphate salts, ash-based materials and pyrolysis materials in view of their possible inclusion as Component Material Categories in the Revised Fertiliser Regulation*). Het rapport bevat een verkenning naar de samenstelling en werking van de secundaire materialen en een technisch voorstel voor een omschrijving en criteria binnen een CMC voor secundair materiaal, waaronder (hout)assen.

Op basis van een uitgebreide literatuurverkenning wordt geconcludeerd dat de chemische samenstelling en de gehalten aan nutriënten en verontreinigingen in assen bepaald worden door de eigenschappen van de ingaande biomassa, maar dat ook de pre- en post-behandelingen en de condities tijdens thermische verwerking (type verbrandingsoven, temperatuur en verblijftijd) van invloed zijn.

Er worden geen criteria opgesteld voor type installatie (stand alone, integrated, energieopwekking of afvalverbranding, mono- en co-verbranding). Evenmin worden er voor- of nabehandelingen voorgeschreven. Wel wordt voorgesteld om eisen te stellen aan de temperatuur en verblijftijd. Daarbij wordt onderscheid gemaakt naar de ingaande biomassa. Voor niet-verontreinigde biomassa zoals onder meer hout (met uitzondering van hout verontreinigd met halogenerende organische stoffen, metalen of metalloïden door de behandeling met conserveringsmiddelen of coating) zouden de criteria dan als volgt luiden:

- een minimum temperatuur van de gasvormige fase >500°C gedurende >2 seconden
- maximale organisch C gehalte <3% op droge stof basis in de assen

Tijdens de thermische verwerking van biomassa kunnen reacties plaatsvinden die tot operationele problemen kunnen leiden (onder andere vorming van as-agglomeraten of neerslagen die het proces verstoren). Om dit te voorkomen worden tijdens de thermische verwerking vaak additieven toegevoegd. Om uit te sluiten dat er onnodig veel additieven worden toegevoegd met als doel de nutriëntenwaarde van de assen te verhogen wordt voorgesteld het aandeel additieven te beperken tot maximaal 25%.

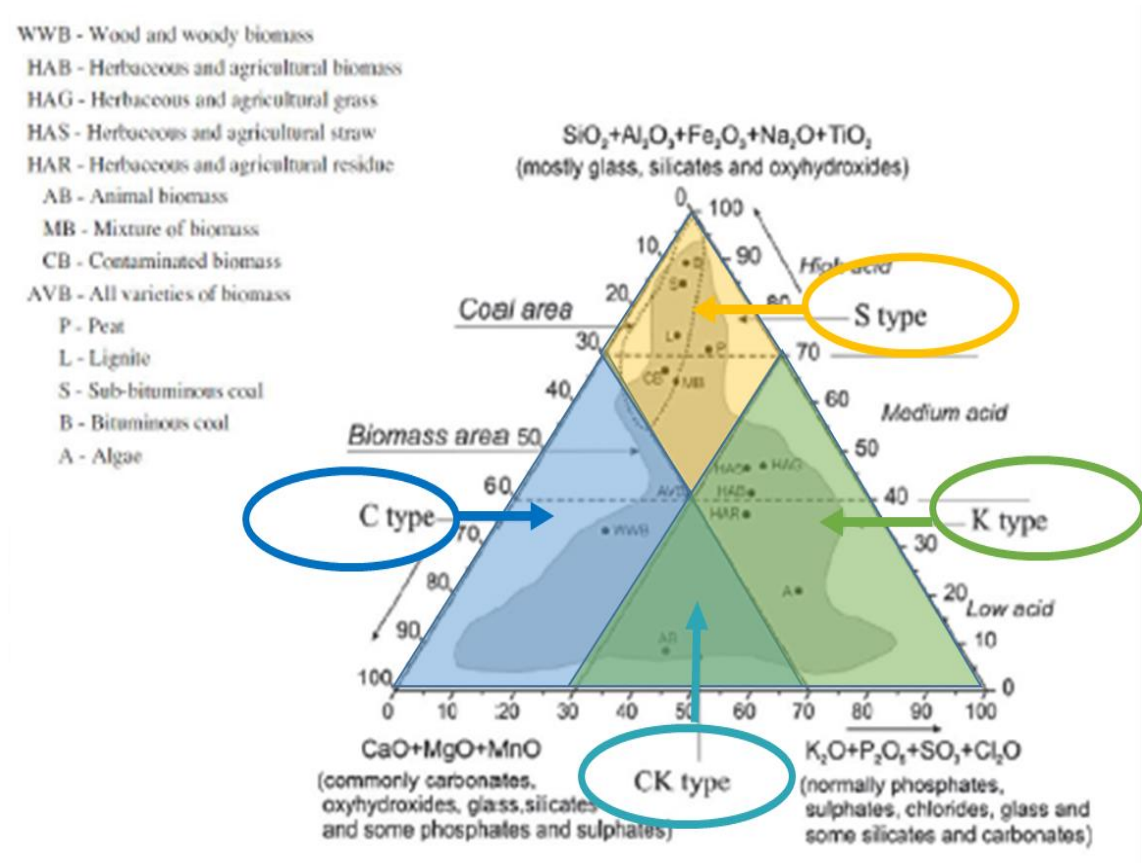
Voor het karakteriseren van de landbouwkundige waarde van assen wordt voorgesteld een indeling te maken op basis van samenstelling. Daarbij worden vier typen assen onderscheiden:

- C-type assen: functioneren als kalkmeststof, toegediend om de pH van de bodem te verhogen, bevatten relatief veel Ca en weinig Si
- K-type assen: functioneren als meststof; worden toegediend voor levering van de macronutriënten K₂O, P₂O₅, SO₃, bevatten relatief veel K, P en of S en weinig Si
- CK-type assen: functioneren als zowel kalk- als K-meststof; bevatten relatief veel Ca en K en weinig Si

- S-type assen: geen meststof; assen die veel zand en glas bevatten; bevatten relatief te weinig Ca of K en te veel Si om voldoende bekalkende of bemestende waarde te hebben

Deze aanduiding is overgenomen van Vassilev et al. (2013) die uitgebreid onderzoek naar de landbouwkundige waarde van biomassa-assen hebben gedaan.

Voorgesteld wordt alleen de C-type assen, K-type assen en CK-type assen als bestanddeel voor EG-meststoffen op te nemen.



Figuur 4-1 Het classificeringssysteem voor assen uit fossiele brandstoffen en biomassa gebaseerd op het aandeel van de voorkomende elementen (JRC-EC, 2017, adopted from Vassilev et al., 2013b)

4.6 Voorgestelde criteria aan CMC assen vanuit Strubias

Assen komen alleen in aanmerking als bestanddeel voor de productie van EG-bemestingsproducten als zij worden geclassificeerd als een K-, C- of CK-type as. Daarbij wordt uitgegaan van de volgende formules (op basis van Vassilev et al., 2013) :

K-type assen meststoffen:

$$\frac{(\text{K}_2\text{O} + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{SO}_3)}{(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{TiO}_2 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{MnO} + \text{K}_2\text{O} + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{SO}_3 + \text{Cl}_2\text{O})} > 0.3 \left(\frac{w}{w} \right)$$

C-type assen kalkmeststoffen:

$$\frac{(CaO + MgO + MnO)}{(SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 + Na_2O + TiO_2 + CaO + MgO + MnO + K_2O + P_2O_5 + SO_3 + Cl_2O)} > 0.3 \left(\frac{w}{w}\right)$$

CK-type assen voldoen aan beide formules.

Daarnaast is van een groot aantal andere elementen die in assen voor zouden kunnen komen verkend wat de effecten op gewasgroei kunnen zijn. Voor een aantal elementen zijn er maximale gehalten voorgesteld waarboven een eco-toxisch effect verwacht wordt (mg kg⁻¹):

- B <500
- Ba <4400
- Co <55
- Mn <3500, anders een bio-assay (earthworm avoidance test (ISO 17512)
- Mo <20
- Sb <6
- V <165

Bij het element mangaan (Mn) wordt voorgesteld om bij een overschrijding van het gehalte een bio-assay test uit te voeren om toelaatbaarheid als bestanddeel van EG-meststofproducten vast te stellen.

De eco-toxiciteit van mangaan is namelijk sterk afhankelijk van de speciatie en de wateroplosbaarheid, en wordt in de bodem sterk bepaald door het vochtgehalte en de pH. Een bio-assay zal de eco-toxiciteit van de mangaan beter weergeven dan een enkel analyseresultaat.

Assen kunnen persistente organische verontreinigingen bevatten door een onvolledige verbranding. De voorgestelde normering van deze verontreinigingen is afgeleid van de strengste normen die nu gelden in de afzonderlijke lidstaten voor gebruik assen als meststof (mg kg⁻¹):

- PAK <6
- PCB <0.8
- PCDD/F (WHO toxicity eq.kg⁻¹ dry matter) <20

Daarnaast dient de pH van de assen te liggen tussen waardes 4 en 13.

Bekend is dat assen hoge gehalten aan zware metalen kunnen bevatten. Deze kunnen zowel afkomstig zijn van de ingaande biomassa als uit de verbrandingsinstallatie (Pels, 2011). Bij de thermische conversie van hout blijft een asrest over van ±1-2 % van de ingaande biomassa (versgewicht). Aangezien de metalen nauwelijks vervluchtigen worden deze sterk geconcentreerd in de assen.

Zware metalen worden in de herziene EG-verordening 2003/2003 inzake meststoffen niet gereguleerd in de bestandsdelencategorieën (CMC) maar in de productfunctiecategorieën (PFC) waar de EG-bemestingsproducten onder vallen. In analogie daaraan worden voor de CMC voor assen ook geen gehalten voorgesteld in het Strubias voorstel. De houtassen zullen dan wel moeten voldoen aan de criteria voor zware metalen die er bij de betreffende productfunctiecategorie PFC worden gesteld.

4.7 Voorgestelde criteria voor PFC kalkmeststoffen in herziening EG 2003/2003

Houtassen hebben vooral een bekalkende waarde en zullen naar verwachting dan ook vooral gebruikt worden voor productie van EG-kalkmeststoffen. In Product Functie Categorie PFC2 zijn voor kalkmeststoffen een omschrijving en vereisten (waaronder criteria voor zware metalen) gegeven.

PRODUCTFUNCTIECATEGORIE 2: KALKMESTSTOF

1. Een kalkmeststof is een bemestingsproduct met CE-markering dat is bedoeld om de zuurtegraad van de bodem te corrigeren en oxiden, hydroxiden, carbonaten of silicaten van de nutriënten calcium (Ca) of magnesium (Mg) bevat.
2. In het bemestingsproduct met CE-markering mogen geen contaminanten voorkomen in grotere dan de volgende hoeveelheden:
 - cadmium (Cd): 3 mg/kg vaste stof,
 - zeswaardig chroom (Cr(VI)): 2 mg/kg vaste stof,
 - kwik (Hg): 2 mg/kg vaste stof,
 - nikkel (Ni): 90 mg/kg vaste stof,
 - lood (Pb): 200 mg/kg vaste stof, en
 - arseen (As): 120 mg/kg vaste stof.
3. Er moet worden voldaan aan de volgende parameters, zoals vastgesteld voor de droge stof:
 - minimale neutraliserende waarde: 15 (equivalent CaO) of 9 (equivalent HO-), en
 - minimale reactiviteit: 10 % of 50 % na 6 maanden (incubatietest).

4.8 Toetsing houtassen aan criteria in Strubias voorstel en voorstel herziening EG 2003/2003

Houtassen zullen moeten voldoen aan de criteria voor de bestandsdelencategorie CMC voor assen en voor de productfunctiecategorie PFC voor kalkmeststoffen.

Voor de toetsing van de samenstelling van assen van thermische conversie van hout, is hier voor een aantal bodemassen en vliegassen uit de thermische omzetting van hout berekend of deze voldoen aan de criteria voor C-type of K-type assen. Hiervoor is gebruik gemaakt van de uitgebreide dataset van JRC-EC Strubias project, hier opgenomen in bijlage 1, Tabel 0-1 en Tabel 0-2. De uitkomsten van de berekeningen staan opgenomen in de twee linker kolommen.

De uitkomsten geven het volgende beeld:

- Ongeveer de helft van de onderzochte houtassen heeft een onvoldoende bekalkende (aandeel CaO + MgO + MnO < 0,3) of bemestende (aandeel K₂O + P₂O₅ + SO₃ < 0,3) waarde om als EC-(kalk)meststof te kwalificeren. Dit komt vooral door het hoge gehalte zand (SiO₂) dat in de bodemassen aanwezig is. Bij een SiO₂ waarde hoger dan 38% is de ratio tussen bekalkende of bemestende elementen en de overige elementen altijd onvoldoende (< 0,3).
- Met name de bodemassen bevatten onvoldoende CaO en/of K₂O om voldoende bekalkende of bemestende waarde te hebben; deze worden geclassificeerd als S-assen en voldoen hier in geen enkel geval als bestanddeel voor productie van EG-meststoffen
- Van de vliegassen kan het merendeel (70%) worden geclassificeerd als C-assen. Een minderheid van de vliegassen heeft tevens een hoog gehalte K₂O, waardoor zij als CK-type gekwalificeerd kunnen worden. De overige vliegassen worden geclassificeerd als S-assen.

Hierbij moet wel worden opgemerkt dat er geen meetwaarden zijn van onder meer de Cl-gehalten, waardoor bij een aantal vliegassen de som van de gehalten overige elementen veel lager is dan 100% van gewicht. Hierdoor wordt het aantal vliegassen dat classificeert als C-assen mogelijk overschat.

Voor de overige elementen wordt het mangaangehalte bij alle vliegassen en het merendeel van de bodemassen overschreden (bijlage 1 Tabel 0-3). Hier zou een bio-assay uitgevoerd moeten worden om de eco-toxiciteit vast te stellen.

De gehalten aan persistente organische verbindingen in houtassen kunnen hoog zijn bij onvolledige verbranding. Er waren geen data om de daadwerkelijke gehalten te kunnen toetsen aan criteria. In het JRC-EC Strubias voorstel (2017) wordt vermeld dat de PAK-gehalten in assen in het algemeen onder het criterium van 6 mg PAK kg⁻¹ droge stof blijven (gebaseerd op vertrouwelijk gerapporteerde informatie, dus zonder bronvermelding). Verwacht wordt dat de gehalten aan persistente organische verbindingen in houtassen onder de voorgestelde limieten zullen blijven.

Bij de bodemassen voldoet het merendeel van de assen aan de normen voor zware metalen (bijlage 1 Tabel 0-3). Alleen voor Cd is er een overschrijding van de norm bij ongeveer 15% van de bodemassen.

Bij de vliegassen voldoet het merendeel van de assen niet aan de norm voor Cd en Pb: nagenoeg alle assen overschrijden de norm voor Cd, ongeveer 30% overschrijdt de norm voor Pb. De normen voor Hg en As worden in minder dan 10% van de vliegassen overschreden.

Conclusie toepassing houtassen als EG-meststof

- Ook binnen de herziening EG-verordening 2003/2003 lijkt er onvoldoende perspectief voor directe toepassing van houtassen als bestanddeel voor meststof.
- Houtassen voldoen ofwel niet aan de eisen ten aanzien van bemestende of bekalkende waarde (alle bodemassen, 30% van vliegassen), ofwel bevatten te hoge gehalten aan spoorelementen (mangaan en in mindere mate borium) en of zware metalen (cadmium, en in mindere mate lood, arseen en nikkel) (vliegassen).

4.9 Nederlandse wetgeving

Producten die niet als EG-meststof worden aangemerkt kunnen mogelijk wel als nationale meststof worden verhandeld. Om het houtas als een nationale meststof te mogen verhandelen moet het voldoen aan de Meststoffenwet en de daarbij behorende besluiten en regelingen.

Wanneer houtige biomassa wordt verbrand is het restproduct, de verbrandingsas, een afvalstof. Afval- en reststoffen mogen niet worden gebruikt voor de productie van meststoffen, tenzij daartoe worden aangewezen (Artikel 5 Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet). Deze aanwijzing kan plaatsvinden via een ministeriële regeling; in dat geval wordt het product geplaatst op Bijlage Aa van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet. Hiervoor dient de rest- of afvalstof te voldoen aan de algemene, de landbouwkundige en de milieukundige eisen die aan een meststof worden gesteld.

Door Postma et al. (2011) is getoetst (op basis van gehalten in Tabel 2-1) of houtassen voldoen aan de landbouwkundige eisen voor de categorie "overige anorganische meststoffen". Daarvoor moeten

de houtassen als leverancier van primaire nutriënten minimaal 5% N, P_2O_5 of 5% K_2O bevatten (Artikel 9 Uitvoeringsbesluit) en als leverancier van secundaire nutriënten minimaal 15% MgO , 25% CaO , 25% SO_3 of 50% Na_2O (Artikel 7 Uitvoeringsregeling Meststoffenwet).

Vliegassen van wervelbedovens of roosterovens bevatten voldoende K_2O (respectievelijk 8,5% en 45%) om te voldoen aan het criterium voor leverantie van het primaire nutriënt K_2O , waarbij de vliegassen van roosterovens tevens voldoende SO_3 (29%) bevatten om aan het criterium voor leverantie van secundaire nutriënten te voldoen. De bodemassen van roosterovens bevatten eveneens voldoende K_2O (7%). De bedassen van wervelbedovens hebben te lage gehalten om als meststof voor de leverantie van nutriënten beschouwd te kunnen worden.

Kalkmeststoffen moeten een neutraliserende waarde van minimaal 25% hebben (Artikel 10 Uitvoeringsbesluit). De berekende potentieel neutraliserende waarde (Tabel 2-1) van de vliegassen van de wervelbedovens (27% nw) en de bodemassen van de roosterovens (29% nw) zijn hoog genoeg om als kalkmeststof beschouwd te worden. Opgemerkt moet worden dat de daadwerkelijke neutraliserende waarde in de houtassen (veel) lager kan zijn dan de berekende waarde.

Wanneer wordt getoetst op de gehalten aan zware metalen en arseen geven alle assen een overschrijding van de normen (Bijlage II van het Uitvoeringsbesluit en Bijlage Ab van de Uitvoeringsregeling). Deze gehalten zijn gerelateerd aan het waardegevend bestanddelen dat de referentiegift bepaalt. Voor vliegass van de wervelbedoven en bodemas van de roosteroven is dit K_2O , voor vliegass van de roosteroven is dit SO_3 . Voor kalkmeststoffen is dat de neutraliserende waarde.

De normen voor gehalten aan zware metalen zijn gegeven in Tabel 4.1 (anorganische meststoffen) en Tabel 4-2 (kalkmeststoffen). Daarnaast zijn de gehalten aan zware metalen in de verschillende assen (Tabel 2-1) omgerekend naar kg van het waardegevend bestanddeel dat bepalend is voor de maximale gift. In de tabel staan de gehalten die hoger zijn dan de maximaal toegestane waarden vet weergegeven.

Te zien valt dat in alle assen die (mogelijk) voldoen aan de landbouwkundige criteria voor anorganische meststoffen of kalkmeststoffen de maximaal toegelaten waarden voor zware metalen worden overschreden.

Tabel 4-1 Maximaal toegestane gehalten aan zware metalen en arseen in overige anorganische meststoffen en de gehalten die in de verschillende houtassen uit Tabel 2-1 aanwezig zijn. **Vetgedrukte** cijfers zijn overschrijdingen van de maximaal toegestane gehalten.

Metaal	Maximaal toelaatbaar gehalte meststoffenwet		Gehalte in houtassen (omgerekend)		
	mg kg ⁻¹ K ₂ O	mg kg ⁻¹ SO ₃	mg kg ⁻¹ K ₂ O	mg kg ⁻¹ K ₂ O	mg kg ⁻¹ SO ₃
			Vliegass wervelbed	Bodemass rooster	Vliegass rooster
As	200	400	716	4	389
Cd	17	33	259	1	138
Cr	1000	2000	2433	954	518
Cu	1000	2000	2247	1562	964
Hg	10	20	4	Nb	Nb
Ni	400	800	925	280	30
Pb	333	2667	5500	541	4385
Zn	4000	8000	1972	784	37182

Tabel 4-2 Maximaal toegestane gehalten aan zware metalen en arseen in kalkmeststoffen en de gehalten die in de verschillende assen uit Tabel 2-1 aanwezig zijn. **Vetgedrukte** cijfers zijn overschrijdingen van de maximaal toegestane gehalten.

Metaal	Maximaal toelaatbaar gehalte meststoffenwet			
	mg kg ⁻¹ nw		mg kg ⁻¹ nw	mg kg ⁻¹ nw
			Vliegass wervelbed	Bodemass rooster
As	75		225	1
Cd	6,3		81	0
Cr	375		764	232
Cu	375		705	380
Hg	3,8		1,1	nb
Ni	150		290	68
Pb	500		1727	132
Zn	1500		619	191

Voor producten uit afval- of reststromen die organische verbindingen kunnen bevatten worden daarnaast de gehalten aan organische microverontreinigingen beoordeeld. Omdat de gehalten aan organische microverontreinigingen in de assen niet bekend zijn kan hier niet aan worden getoetst.

Conclusie toepassing houtassen als nationale meststof

- Houtassen kunnen niet als nationale meststof in Nederland worden verhandeld.
- Afvalstoffen mogen alleen als meststof worden verhandeld als zij daarvoor zijn toegelaten middels vermelding op Bijlage Aa.
- Houtassen bevatten onvoldoende waardegevend bestanddelen (bedassen wervelbedoven) of te hoge gehalten aan zware metalen (vliegassen wervelbed ovens en roosterovens, bodemassen roosterovens) om te voldoen aan de criteria van de Meststoffenwet.

5 Toepassing houtas als additief bij compost

5.1 Verkenning toepassing houtassen in compost

Een verwerkingsroute die een mogelijk perspectief kan bieden is de toevoeging van houtassen aan compost. Houtassen kunnen de kwaliteit van de compost verbeteren door verhoging van de pH en het nutriëntengehalte. Hiermee blijven de nutriënten in de houtassen in de biologische kringloop behouden. In Oostenrijk en Duitsland is dit toegelaten en wordt dit ook in praktijk toegepast.

Compostproducenten kunnen een logistiek belang halen uit de toepassing van houtassen in compost. Veel compostproducenten zijn tevens leverancier van houtige biomassa aan verbrandingsinstallaties. Veelal worden daarbij de verbrandingsassen weer afgenomen. Indien de assen als component van compost ingebracht kunnen worden ontstaat er een logistiek voordeel: de houtassen hoeven dan niet elders afgezet te worden.

Door de branchevereniging organische reststromen BVOR is een verkenning gedaan naar de wenselijkheid en haalbaarheid van het gebruik van houtassen in compost (BVOR, 2016). Daarbij is een vergelijking gemaakt met de situatie in Duitsland en Oostenrijk waar het is toegestaan om houtassen onder bepaalde voorwaarden in te brengen in compost (ofwel als grondstof voor compostering of door menging achteraf).

- Een verbeterde bekalkende waarde van compost ziet men in Duitsland en Oostenrijk als het belangrijkste voordeel van het toevoegen van houtas aan een composteerproces. Hierdoor is tevens sprake van een hogere pH. De mate waarin dit gebeurt hangt af van het kalkgehalte in de houtas en de compost, en de dosering.
- Daarnaast kan toevoegen van houtas aan compost resulteren in hogere gehalten van K_2O , CaO , P_2O_5 en MgO in het compostproduct. Uitgaande van de gemiddelde samenstelling van groencompost zou de toevoeging van 5% houtassen (bodmassen, range aan samenstellingen) kunnen resulteren (berekeningen BVOR, 2016) in een toename van:
 - CaO : -5% tot 50%
 - K_2O : 27%-388%
 - P_2O_5 : 1% tot 50%
 - MgO : 19%-85%
- Gehalten aan zware metalen bij toevoeging van 5% houtassen aan groencompost zullen lager (-9% Hg) ongeveer gelijk (-1% As, 2% Pb, 4% Zn) dan wel hoger (24% Cd, 28% Ni, 45% Cr, 119% Cu) zijn in vergelijking met groencompost zonder houtas (berekeningen BVOR, 2016). De gehalten zijn allemaal lager dan de maximaal toelaatbare gehalten voor compost.

Toevoegen van houtassen aan compost kan tevens de pH beïnvloeden. Een toevoeging van 8% en 16% assen bij aanvang van het composteringsproces gaf een verhoging van de pH van het compost (Kuba et al. 2007) en van de pH van de grond waaraan de compostproducten worden toegevoegd (Bougnom et al. 2009).

Het is nog onbekend hoe de verhoogde landbouwkundige waarde van de compost in de praktijk ook de gebruikswaarde verhoogt. Compost wordt in de Nederlandse akkerbouw voornamelijk toegepast om

het gehalte aan organische stof in de bodem in stand te houden of te verhogen. De nutriëntenlevering is daarbij van ondergeschikt belang. Een verhoogd gehalte aan P in compost is in de praktijk veelal ongewenst, omdat dit ten koste gaat van de gebruiksruimte om P in de vorm van dierlijke mest als basisbemesting of in de vorm van gerichte P-bemesting toe te passen.

Op dit moment is het in Nederland niet toegelaten om compost op de markt te brengen waarin houtassen zijn verwerkt. Compost is in Nederland toegelaten als nationale meststof via de meststoffenwet. Toevoeging van houtas aan compost zal dus een aanpassing van wetgeving vereisen. Daarnaast zal compost binnen de herziening van EG-verordening 2003/2003 worden opgenomen als bestandsdeelt categorie (CMC) voor EG-bemestingsproducten. In dat geval zal er naast de Nederlandse compost (met strenge normen op gebied van zware metalen) ook EG-compost op de markt komen.

5.2 Houtastoevoeging aan compost binnen herziening 2003/2003

Binnen het voorstel tot herziening van EG-verordening 2003/2003 in zake meststoffen is compost één van bestanddelen waaruit de EG-bemestingsproducten uitsluitend mogen bestaan. In bestandsdeelt categorie CMC 3 Compost worden de omschrijving van compost en de toegelaten uitgangsmaterialen gegeven, alsook de procesvereisten en andere criteria.

Compost mag, in het voorstel tot herziening EG 2003/2003, naast een aantal omschreven organische reststromen, tevens toevoegmiddelen bevatten die het composteringsproces verbeteren. Alleen toevoegmiddelen die voldoen aan REACH (Verordening (EG) nr. 1907/2006 inzake registratie, registratie, evaluatie en toelating van chemische stoffen) mogen worden toegepast:

BESTANDELENCATEGORIE 3: COMPOST

1. Een bemestingsproduct met CE-markering mag compost bevatten die is verkregen uit aerobe compostering van uitsluitend een of meer van de volgende uitgangsmaterialen:

“ ... “

(d) toevoegingsmiddelen voor de compostering die nodig zijn ter verbetering van de prestaties van het composteringsproces met betrekking tot het proces zelf of het milieu, mits

- het toevoegingsmiddel overeenkomstig Verordening (EG) nr. 1907/2006 is geregistreerd, waarbij het registratiedossier het volgende moet bevatten:
 - de in de bijlagen VI, VII en VIII bij Verordening (EG) nr. 1907/2006 bedoelde informatie, alsmede
 - een chemische veiligheidsrapport overeenkomstig artikel 14 van Verordening (EG) nr. 1907/2006 dat betrekking heeft op het gebruik als bemestingsproduct, tenzij de stof expliciet onder een van de vrijstellingen van de registratieplicht valt waarin is voorzien in bijlage IV bij die verordening of in de punten 6, 7, 8 of 9 van bijlage V bij die verordening.

Daarbij is gedefinieerd dat het totale gehalte aan alle toevoegingsmiddelen niet meer mag bedragen dan 5% van het totale gewicht van alle uitgangsmaterialen.

De omschrijving van toevoegmiddelen en het toegelaten aandeel van 5% is overgenomen uit een eerder technisch voorstel van de JRC-EC (2014) voor einde-afval criteria voor compost (“*End-of-Waste criteria for biodegradable waste subjected to biological treatment (compost & digestate)*”). Het voorstel voor Europese End-of-waste criteria voor compost is destijds niet geïmplementeerd, waardoor de

toelating van compost als meststof op nationale niveau gereguleerd bleef. Ten aanzien van toevoegmiddelen werd nadrukkelijk vermeld dat deze uitsluitend te verbetering van het composteringsproces toegevoegd zouden moeten worden, en dat toevoegmiddelen die worden toegevoegd voor een verhoging van de gebruikswaarde of de economische waarde van de compost (nutriënten) aan het eindproduct (dus na verkrijgen status end-of-waste compost) dienen te worden toegevoegd. Aangenomen kan worden dat dit onderscheid in toevoegmiddelen naar werking ook binnen de herziene EG-verordening 2003/2003 aangehouden wordt.

Binnen de omschrijving van bestandsdelen CMC3 voor compost zijn er eisen geformuleerd ten aanzien van het voorkomen van verontreinigingen:

4. De compost bevat

(a) ten hoogste 6 mg/kg droge stof PAK₁₆³, en

(b) ten hoogste 5 g/kg droge stof macroscopische onzuiverheden in de vorm van glas, metaal en kunststof groter dan 2 mm.

De bestandsdelencategorie CMC3 voor compost bevat geen criteria voor andere verontreinigingen zoals zware metalen en pathogenen. De compost zal echter ook moeten voldoen aan de vereisten voor een EG-bemestingsproduct zoals gedefinieerd in de productfunctiecategorieën PFC's. Voor compost is aannemelijk dat deze binnen één van de productfunctiecategorieën 1 A): organische meststof, 1B) organisch-minerale meststof of 3 A): organische bodemverbeteraar zal vallen

In een EG-bemestingsproduct binnen de PFC's 1 en 3 mogen geen contaminanten voorkomen in grotere dan de volgende hoeveelheden (in mg / kg vaste stof):

	PFC3	PFC1A	PFC1B
• zeswaardig chroom (Cr(VI))	2	2	2
• kwik (Hg)	1	1	1
• nikkel (Ni)	50	50	50
• lood (Pb)	120	120	120
• cadmium (Cd)	3	1.5	3 indien P ₂ O ₅ < 5% massa, of 60-20* mg Cd/kg P ₂ O ₅ indien P ₂ O ₅ > 5%

Het toegelaten gehalte Cd is afhankelijk van het gehalte P₂O₅ en wordt in de loop der jaren afgebouwd van 60 naar 20 mg Cd per kg P₂O₅. Dit gehalte is overigens nog onderwerp van veel discussie.

Voor het voorkomen van pathogenen gelden bij alle drie de PFC's de volgende eisen:

- *Salmonella spp* niet aanwezig in 25 g bemestingsproduct
- *Escherichia coli* of <1.000 kve/g verse massa
- *Enterococcaceae*. <1.000 kve/g verse massa

³ De som van naftaleen, acenaftyleen, acenaften, fluoreen, fenantreen, antraceen, fluorantheen, pyreen, benzo[a]antraceen, chryseen, benzo[b]fluorantheen, benzo[k]fluorantheen, benzo[a]pyreen, indeno[1,2,3-cd]pyreen, dibenzo[a,h]antraceen en benzo[ghi]peryleen.

5.3 Toetsing houtassen aan criteria toevoegmiddel voor compostering EG 2003/2003

Houtassen kunnen binnen het voorstel tot herziening EG 2003/2003 inzake meststoffen enkel als toevoegmiddel worden gebruikt als zij het composteerproces verbeteren en/of de milieudruk verlagen. Een dergelijke verbetering van het proces of de milieueffecten zal moeten worden onderbouwd en aangetoond.

Onderzoek toont aan dat het toevoegen van houtassen (tot 15%) aan het composteringsproces leidt tot een versnelde temperatuurstijging en daarmee gepaard gaande versnelling van het composteringsproces (Kurola et al. 2011, Fernández-Delgado 2015). Ook is gevonden dat houtastoevoeging een effect heeft op de microbiële activiteit tijdens composteren (Fernandez-Delgado et al. 2015) en in het eindproduct (Bougnom and Insam 2009). Kuba et al. (2008) vonden daarbij dat een toevoeging van 16% assen het stikstofgehalte in het composteindproduct verlaagde in vergelijking met compost met geen of 8% astoevoeging. Het toevoegen van kalkmeststoffen versneld het composteringsproces in de aanvangsfase door een pH verhoging en een versnelde temperatuurstijging (Sundberg, 2005). Dit gaat gepaard gaan met een verhoogde ammoniakvervluchtiging en een verlaagd stikstofgehalte in het eindproduct, waarmee de milieudruk toeneemt. Het toevoegen van houtassen lijkt zowel positieve als negatieve effecten te kunnen bewerkstelligen, en is mogelijk ook afhankelijk van procesinstellingen en uitgangsmateriaal.

Indien de houtassen niet het composteerproces zelf verbeteren maar wel de landbouwkundige waarde van het compostproduct zullen zij niet als toevoegmiddel voor het composteerproces worden beschouwd. In dat geval zullen de houtassen aan de compost moeten worden toegevoegd ná de compostering. Dan is er sprake van mengen en zal de houtas als bestanddeel volgens één van de andere bestandsdelen categorieën (CMC's) toegelaten moeten zijn. Dit is geen perspectiefvolle route aangezien de meeste houtassen niet lijken te voldoen aan de voorgestelde criteria voor de CMC voor secundaire minerale bestandsdelen.

Toevoegmiddelen moeten in REACH zijn geregistreerd of van registratie vrijgesteld. In REACH zijn biomassa-assen geregistreerd, met daarbij als gebruiksdoeleinde: het gebruik in meststoffen. De assen zijn geregistreerd als: EC number: 297-049-5 | CAS number: 93333-79-0; *The residuum from the burning of a combination of plants*, met als *trade names* onder andere: *Ashes (residues) plant; Biomass Ash*. De registratie is door een aantal partijen gedaan, waaronder een aantal partijen uit het Verenigd Koninkrijk en Polen.

In de compost mag maximaal 6 g PAK per kg compost op droge stof basis voorkomen. In assen kunnen ten gevolge van onvolledige verbranding PAK's en andere persistente organische verontreinigingen voorkomen. Als assen bij het composteerproces worden toegevoegd met een gewichtsaandeel van 5% in het totale verse gewicht van uitgangsmateriaal geeft dat -uitgaande van een reductie van de verse stof met 50% tijdens het composteren en een droge stof gehalte van 50% - een gewichtsaandeel van de assen in de uiteindelijke compost op droge stof basis van 20%. Uitgaande van afwezigheid van PAK₁₆ in de overige uitgangsmaterialen zou dat betekenen dat de assen ten hoogste 30 mg PAK per kg droge stof zouden kunnen bevatten. In het voorstel van JRC-EC Strubias voor een CMC voor assen wordt vermeld dat het gehalte PAK in assen in het algemeen onder de 6 mg PAK kg⁻¹ droge stof blijven (gebaseerd op vertrouwelijk gerapporteerde informatie, dus zonder bronvermelding). Indien dit ook opgaat voor houtassen hoeft het voorkomen van PAK's in houtassen geen bezwaar op te leveren voor toevoeging aan compost.

Niet alleen de houtassen maar ook de andere uitgangsmaterialen voor de productie van compost kunnen zware metalen bevatten. Dit zal bij een gebruik als toevoegmiddel van houtassen vooral een aandachtspunt zijn bij vliegassen, die hoge gehalten zware metalen bevatten, met name cadmium en daarnaast in mindere mate ook lood en arseen. Voor chroom(IV) is daar geen uitspraak over te doen op basis van beschikbare data die metingen van chroom-totaal geven.

De aanwezigheid van pathogenen in assen kan gezien de verbrandingstemperaturen worden uitgesloten. Naar verwachting zal er in houtas evenmin glas, metaal of kunststof voorkomen.

Concluderend:

- Compost wordt binnen de herziening van EG-verordening 2003/2003 inzake meststoffen een toegelaten bestanddeelcategorie CMC voor de productie van EG-meststoffen.
- Toevoeging van maximaal 5% houtas als toevoegmiddel zal alleen zijn toegelaten indien houtassen het composteerproces verbeteren of de milieudruk verlagen.
- Een toelating van houtas als toevoegmiddel voor productie van EG-compost is niet direct aannemelijk. Houtas functioneert als kalkmeststof, waarbij er zowel positieve als negatieve effecten op het composteringsproces en milieudruk kunnen optreden.

5.4 Toevoeging aan compost binnen Nederlandse meststoffenwet

Op dit moment is het in Nederland binnen de meststoffenwetgeving niet toegestaan om houtassen als grondstof voor compostering in te brengen of houtas met compost te mengen.

De definitie van compost luidt:

Uitvoeringsbesluit meststoffenwet 1.f. compost: product dat bestaat uit één of meer organische afvalstoffen die al dan niet met bodembestanddelen zijn gemengd en die met behulp van micro-organismen zijn afgebroken en omgezet tot een homogeen en zodanig stabiel eindproduct dat daarin alleen nog een langzame afbraak van humeuze verbindingen plaatsvindt en dat niet mede bestaat uit dierlijke meststoffen;

Houtassen zijn geen organische afvalstoffen maar anorganische reststoffen van de thermische conversie van hout. Daarmee vallen houtassen buiten de definitie van uitgangsmateriaal voor de productie van compost.

Voor de samenstelling van compost gelden de volgende vereisten:

Uitvoeringsbesluit meststoffenwet Artikel 17

1. *Compost bevat geen biologisch afbreekbare delen met een diameter groter dan 50 millimeter en niet meer dan 0,5 gewichtsprocent aan bodemvreemde niet-biologisch afbreekbare delen.*
2. *Compost bevat ten minste tien gewichtsprocenten organische stof van de droge stof.*
- ...
4. *Compost overschrijdt niet de in bijlage II, onder tabel 3, bij dit besluit opgenomen maximale waarden voor zware metalen, uitgedrukt in milligrammen per kilogram droge stof.*

Houtassen zouden als een bodemvreemd niet-biologisch materiaal gezien kunnen worden. In compost mag dit materiaal aanwezig zijn tot een gewichtsaandeel van 0,5%.

In het Uitvoeringsbesluit is een mengverbod opgenomen van meststoffen (waaronder compost) met afval- of reststoffen (Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet 5.c.). Enkel afval- of reststoffen die daarvoor

aangewezen zijn middels een vermelding op bijlage Aa van het Uitvoeringsbesluit meststoffenwet mogen met meststoffen gemengd worden. Houtassen zijn niet vermeld op bijlage Aa en voldoen door de te hoge gehalten aan zware metalen ook niet aan de voorwaarden voor een vermelding als meststof op bijlage Aa.

Een toelating van houtassen als toevoegmiddel aan compost is dan ook alleen mogelijk indien daarvoor de meststoffenwetgeving specifiek wordt aangepast.

De Nederlandse overheid neemt ten aanzien van het gebruik van reststoffen als meststof een neutrale positie in: voorstander van gebruik van reststromen voor productie meststof mits deze een landbouwkundige waarde hebben en geen risico voor milieu of de gezondheid van mens, dier of plant met zich meebrengen. De toepassing van reststromen moet een meerwaarde geven door het verhogen van nutriëntenaanbod, het instandhouden of verhogen van het organische stof gehalte of de pH van de bodem of het verbeteren van de bodemstructuur. De circulaire economie mag geen aanleiding geven tot *Green washing* van afval- en reststromen. Producenten zijn gehouden aan de zorgplicht. Bij elke route dient er een serieuze toepassing te zijn waar een vraag van afnemer aan ten grondslag ligt. Indien de vraag of meerwaarde ontbreekt is er toch sprake van ontdoen.

Voor een mogelijke toepassing van assen in compost dient de meerwaarde van het toevoegen van assen aan het composteringsproces en/of het compostproduct duidelijk aangetoond te worden. Daarbij moet worden aangetoond dat er bij een redelijke mengverhouding inderdaad sprake is van een verhoging van de nutriënteninhoud, de zuurgraad of neutraliserende waarde ten opzichte van compost zonder as-toevoeging, en dat daarmee wordt tegemoet gekomen aan een behoefte in de praktijk.

Daarnaast mag een toevoeging niet leiden tot een verhoging van de milieudruk: gehalten aan zware metalen en arseen in het compostproduct moeten voldoen aan de vereisten voor compost. Daarbij wordt aangegeven dat een normopvulling onwenselijk is, ook als dat niet leidt tot overschrijding van de norm.

Aandachtspunten zijn daarnaast het mogelijk voorkomen van organische micro-verontreinigen. Voor organische verbindingen -die normaliter niet voorkomen in compost- zoals PAK's, PCB's en dioxinen zijn er geen normen gesteld aan compostproducten. Deze stoffen kunnen in houtassen wel voorkomen. Normering van deze stoffen is wenselijk.

Belangrijk is dat er een controle en handhaving mogelijk is bij de verwerking van reststromen tot product. Hiervoor zou er binnen de *business case* randvoorwaarden gecreëerd moeten worden. Ook dient er een duidelijke behoefte in de markt voor het product te zijn.

Daarnaast speelt nog dat verbranden van houtige biomassa voor energieopwekking niet altijd gezien wordt als een hoogwaardige toepassing. Binnen een circulaire economie is verbranden een laagwaardige benutting op de ladder van Lansink en daarmee uiteindelijk niet de meest wenselijke benutting. Benutten is altijd hoogwaardiger dan storten. Hier treedt een spanning op, als een laagwaardige toepassing wordt gefaciliteerd of gestimuleerd, waardoor de noodzaak tot het ontwikkelen van hoogwaardige verwerkingsroutes wegvalt en de prikkel voor innovaties ontbreekt. Dit wordt gezien als een dilemma omdat er op dit moment geen goede praktijkrijpe alternatieven zijn die een hoogwaardigere benutting mogelijk maken.

Een ander dilemma is dat er in de huidige praktijk nutriënten verloren gaan uit de kringloop. Assen worden nu toegepast als grondstof voor asfaltvulstof en in cementgebonden funderingen. Daarmee worden de in de houtassen aanwezige nutriënten geïmmobiliseerd. Bij een toepassing van houtassen in compost blijven de nutriënten in de biologische kringloop behouden.

De branchevereniging organische reststoffen BVOR is voorstander van gecontroleerde toepassing van houtassen van vers schoon hout in compostproducten. Daarbij wordt verwezen naar de positieve ervaringen die in Duitsland en Oostenrijk zijn opgedaan (onder meer BIOS (2010) en verwijzingen daarin). Daarbij wordt gewezen op verbeterde kwaliteit van de compost door verhoogde bekalkende waarde, hogere pH en nutriënten gehalten (zie §5.1) Nutriënten blijven in de biologische kringloop behouden en vinden een gecontroleerde en gedoseerde toepassing. Doordat hiermee de logistieke kringloop wordt gesloten ontstaat er een voordeel voor de compostproducten, waarbij er voor de biomassaverbranders tevens een eenvoudige en gecontroleerd afzetroute voor de houtassen wordt geboden. Voorgesteld wordt om voor de handhaving en controle op kwaliteit en afzet te werken met een kwaliteitsborgingssysteem, vergelijkbaar met een systeem zoals dat in Duitsland wordt gehanteerd.

Uit de eerder genoemde verkenning (BVOR 2016) zijn de volgende aanbeveling voortgekomen:

- Uitsluitend gebruik van houtas afkomstig van vers schoon hout dat niet is veranderd ten opzichte van hout dat in bos groeit. Dit betreft niet-gebruikt hout, dat niet is vermengd, verontreinigd of vervuild met productvreemde stoffen (hout dat valt onder NTA⁴ 8003 categorie 110, 120, 130). Gebruikt hout (A en B hout) kan verontreinigingen (lijmresten) bevatten en komt daarmee niet in aanmerking.
- Uitsluitend gebruik van bodemas, slakken en ketelstof. De concentraties verontreinigingen in vliegash fluctueren in de praktijk aanzienlijk, en maken om die reden hergebruik in compostproducten onwenselijk.
- De herkomst en de kwaliteit van de houtas dient bekend te zijn bij de compostproducent. De herkomst dient via transportdocumenten herleidbaar te zijn. De kwaliteit moet aan de hand van een partijkeuring worden vastgesteld (details over omvang partij/frequentie en analyseparameters nog vast te stellen).
- In het composteerproces mag maximaal 5% (gewicht) houtas worden toegevoegd, ten opzichte van de hoeveelheid organische reststromen in het composteerproces. Dit is in lijn met goede operationele praktijk uit andere landen. Monitoring vindt plaats aan de hand van weegbruggegevens.
- Voor een goede verwerking van houtas als toeslagstof moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan:
 - a. Houtas moet worden meeverwerkt in het composteerproces. Daartoe dient het gelijkmatig te worden toegevoegd aan de te composteren organische afvalstoffen. Toevoeging van houtas aan het gereede compostproduct is niet toegestaan;
 - b. Voorafgaand aan het toevoegen van de houtas dient het materiaal te zijn afgekoeld, en dienen grove delen te zijn verwijderd/verkleind;

Voor een goede controle en handhaving wordt tevens aanbevolen om het gebruik van houtas als toevoegmateriaal voor compostering uitsluitend toe te staan op composteerinrichtingen die werken met

⁴ NEN (2016) NTA 8003 'Classificatie van biomassa voor energietoepassing'.

schema's voor kwaliteitsborging van processen en producten (bijvoorbeeld ISO 9002 of Keurcompost). Ook in Duitsland wordt me een inpassing in bestaande certificeringssystemen (RAL) gewerkt.

Conclusie houtas als toevoeging aan compost

- Houtastoevoeging kan de landbouwkundige waarde van de compost verhogen door een verbeterde pH en verhoging van bekalkende waarde en nutriëntengehalten.
- Verkend zal moeten worden hoe de compost met houtastoevoeging in de markt gewaardeerd gaat worden. Compost wordt in de Nederlandse akkerbouwpraktijk vooral ingezet voor het verhogen of instandhouden van het organische stof gehalte. Daarbij zal de verhoogde kwaliteit voor de Nederlandse situatie goed onderbouwd en aangetoond moeten worden.
- Voor toelating van compostproducten met houtastoevoeging zal de Nederlandse meststoffenwetgeving moeten worden aangepast.
- Mogelijke verontreinigingen met persistente organische verbindingen en zware metalen zijn een aandachtspunt dat weggenomen zal moeten worden voor een toelating van houtas als toevoegmiddel aan de compostering. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van de ervaringen in Duitsland en Oostenrijk.
- Voor de controle en handhaving van de toevoeging van schone houtas aan (groen)compostering is een gedegen monitoring- en kwaliteitssysteem nodig. Het Duitse certificeringssysteem RAL biedt hiervoor goede aanknooppunten.
- Door het gecontroleerd toevoegen van assen -afkomstig van verbranding van schoon hout- aan compost blijven de daarin aanwezige nutriënten behouden in de kringloop. Dit past in de steven van de Nederlandse overheid naar een circulaire biobased economy, het sluiten van kringlopen en behoud van nutriënten in de biologische kringloop.

6 Export van houtassen voor nuttige aanwending als meststof

6.1 Exporteren van houtassen voor gebruik als meststof elders

Een mogelijke route waarbij de nutriënten in houtas in een bredere kringloop buiten Nederland behouden blijven is de overbrenging voor gebruik als kalkmeststof in bossen in Scandinavië. De houtassen zullen dan moeten voldoen aan de vereisten die er gelden in het land van bestemming.

In Denemarken, Finland en Zweden is het toegelaten om houtassen als meststof toe te passen in bossen. Daarbij worden eisen gesteld aan de minimale gehalten aan nutriënten en maximaal toelaatbare gehalten aan metalen (Tabel 6-1).

Tabel 6-1 Minimale gehalten aan nutriënten en maximaal toelaatbare gehalten aan metalen in houtassen voor toepassing als meststof op bosbodems.

	Denemarken	Finland	Zweden
nutriënten (g kg ds)			
Ca		60	125
K		K+P 10	30
Mg			15
P		K+P 10	7
metalen (mg kg)			
As		30	30
B			800
Cd	15	17,5	30
Cr	100	300	100
Cu		700	400
Hg	0,8	1	3
Ni	30	150	70
Pb	120	150	300
V			70
Zn		4500	7000

Een vergelijking van de gehalten aan nutriënten en metalen in de bodem- en vliegassen van de thermische verwerking van hout (bijlage 1, Tabel 0-1, Tabel 0-3 en Tabel 0-3) aan deze criteria geeft het volgende beeld:

- Voor zowel de bodemassen als de vliegassen voldoet het merendeel van de assen aan de minimale gehalten voor K.
- Bij de bodemassen voldoet het Ca gehalte wel aan de minimale gehalten gesteld in Finland maar niet aan die in Zweden. Bij de vliegassen voldoet het merendeel van de assen aan de minimale gehalten.
- Voor de gehalten aan Mg en P voldoet het merendeel van de vliegassen wel en het merendeel van de bodemassen niet aan de minimale gehalten.
- Voor zowel de bodemassen als de vliegassen worden de gehalten aan As en Pb in veel assen overschreden. Voor Cd, Cr, As en V is dit verschillend voor het type as en is het

afhankelijk van het land van bestemming.

Voor het overbrengen van houtassen zal dus onderzocht moeten worden of de betreffende partij aan de vereiste samenstelling van het land van bestemming voldoet.

Naast vereisten aan de gehalten in de houtassen zijn er ook voorschriften voor de hoogte van de gift.

- In Denemarken word een maximale gift van 7.5 ton per hectare per 100 jaar aangehouden. Daarbij mag niet meer dan 30 Kg P ha⁻¹ en 1 g Cd ha⁻¹ worden toegediend. Daarnaast is er een beperking op basis van de reactiviteit van de houtassen.
- In Finland wordt de gift bepaald door het aandeel Cd in de assen. De totale dosis Cd mag niet meer zijn dan 60 gram ha met een interval van 40 jaar, met een gemiddelde van 1,5 g Cd per jaar.
- In Zweden wordt uitgegaan van een gift van 2-3 ton per hectare met een gebruikelijke rotatieperiode van 70 jaar. De toelaatbare gift is wordt daarnaast bepaald door de reactiviteit van de assen. Bij een pH hoger dan 13 worden assen als ongeschikt beoordeeld. Voor de toepassing moeten de assen worden gestabiliseerd.

6.2 *Wetgevend kader in Nederland voor export van houtassen*

In Nederland worden de houtassen beschouwd als afvalstoffen. Het verwerken van afval wordt gereguleerd vanuit de Europese kaderrichtlijn afvalstoffen (Richtlijn 2006/12/EG van het Europees Parlement en de Raad van 5 april 2006 betreffende afvalstoffen). Deze is in Nederland geïmplementeerd in de Wet milieubeheer. De wijze van verwerken van afval is per sector uitgewerkt in een Landelijk Afvalbeheerplan (LAP). De verbrandingsassen van biomassa vallen onder sectorplan 24: Reststoffen van energiewinning uit biomassa.

In de sectorplannen worden de minimum standaarden van verwerking gegeven. Hierbij wordt uitgegaan van een afvalhiërarchie. In de afvalhiërarchie wordt aangegeven welke vormen van afvalverwerking de voorkeur hebben boven andere vormen van verwerking.

Afvalhiërarchie, met een voorkeur van boven naar beneden aflopend:

- a. preventie;
- b. hergebruik;
- c. recycling;
- d. andere nuttige toepassing, waaronder energierecuperatie;
- e. verbranden als vorm van verwijdering; storten of lozen.

De minimum standaard van verwerken van assen in Nederland is storten. Echter, wanneer recycling als meststof mogelijk is volgens het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet of wanneer (eerst) het fosfaat kan worden teruggewonnen, dan hebben dergelijke verwerkingsvormen de voorkeur.

Het overbrengen van assen voor een toepassing als meststof lijkt daarmee te passen in de gewenste wijze van verwerking van het sectorplan voor de reststoffen van energiewinning uit biomassa.

6.3 *Overbrengen van afval volgens EVOA*

Het overbrengen van afvalstoffen naar andere landen (exporteren) wordt gereguleerd met de Europese

Verordening EG1013/2006 Overbrenging Afvalstoffen (EVOA). Overbrengen van afval naar andere landen voor recycling of nuttige toepassing is toegestaan. De invulling van het begrip nuttige toepassing is gegeven in de EG Kaderrichtlijn Afvalstoffen, Bijlage II Richtlijn 2006/12/EG. Voor het gebruik van houtassen als (kalk)meststof is de definitie van handeling van nuttige toepassing R10 van toepassing:

R10 Uitrijden voor landbouwkundige of ecologische verbetering

Voor de overbrenging van houtassen moet een procedure van 'voorafgaande schriftelijke kennisgeving en toestemming' worden gevolgd. Voor de procedure van 'voorafgaande schriftelijke kennisgeving en toestemming' moet aan een aantal vereisten worden voldaan:

- Er moet voorafgaand aan transport een kennisgevingsdocument en vervoersbewijs worden ingediend. Aan de hand van dit document wordt door de autoriteiten in het land van verzending, doorvoer en ontvangst een beoordeling gemaakt.
- De landen van verzending, doorvoer en ontvangst moeten toestemming geven voor de overbrenging.
- De verzender moet een financiële borgstelling aangaan om de mogelijke kosten te dragen van terugname, opslag in het geval de lading afval niet aangenomen of correct verwerkt kan worden.
- Voordat de overbrenging plaatsvindt moet een juridisch bindend contract gesloten zijn tussen de opdrachtgever van de overbrenging enerzijds en de ontvanger voor de nuttige toepassing van de afvalstoffen waarin de verwerking van het afval wordt vastgelegd, alsook een regeling voor terugname en opslag ingeval de overbrenging en verwerking niet plaatsvindt
- Het transport van afval moet door erkende bedrijven op veilige en milieuverantwoorde manier plaatsvinden
- Afval mag niet worden gemengd en moet voorzien zijn van juiste afvalcodes
- De ontvanger dient een verklaring van verwijdering of toepassing te geven na ontvangst.
- De opdrachtgever dient er tevens voor garant te staan dat de afvalstoffen worden teruggenomen, tussentijds opgeslagen of op een andere wijze nuttig worden toegepast indien de ontvanger de nuttige toepassing niet op de geplande wijze kan voltooien. Hiervoor is een financiële borgstelling vereist.
- Alle partijen in de keten van vervoer en opslag van het afval moeten erkend en geregistreerd zijn.

De overbrenging van houtassen naar een ander land binnen de Europese unie voor gebruik als meststof is wettelijk mogelijk maar geeft een aanzienlijke administratief en logistiek rompslomp. Het opzetten van een logistieke keten voor de afzet van houtassen is bovendien –in vergelijking met de keten voor afzet uit koolgestookte centrales- lastig door de variatie in mineralogische samenstelling en de relatief kleine volumes (Sarebèr 2018).

Daarmee lijkt deze route vooral van toepassing voor de grotere verbrandingsinstallaties met een volume houtassen dat deze administratieve en logistieke inspanning rechtvaardigt. Ook wordt verwacht dat de grotere verbrandingsinstallaties de samenstelling en kwaliteit van de houtassen beter kunnen monitoren en handhaven.

Bij een vaste stroom afvalstoffen met een vaste afzetketen kan mogelijk ook een traject ingezet worden voor het verkrijgen van de einde-afval-status. In dat geval worden de houtassen niet meer als

afval maar als product beschouwd. De vereisten vanuit de EVOA zijn dan niet op van toepassing op de export. Gezien de variabiliteit van de samenstelling van de houtassen valt niet te verwachten dat er een nationaal einde-afval-status voor houtassen komt. Dat betekent dat de einde-afval status per producent en per afzetketen aangevraagd en verkregen zal moeten worden.

Conclusie export houtassen voor toepassing als meststof in bossen

- In Scandinavische landen is de toepassing van houtassen als (kalk)meststof in bossen toegestaan en in praktijk toegepast.
- Naar verwachting zullen niet alle houtassen voldoen aan de vereisten om als meststof toegepast te mogen worden.
- Overbrengen van houtassen naar deze landen is toegelaten. De procedure om de export goedgekeurd en geregeld te krijgen vergt een aanzienlijk administratieve en logistieke inspanning en lijkt daarmee minder geschikt voor kleinere installaties.
- Het verkrijgen van een einde-afval status voor houtassen die elders toepassing vinden als meststof is een proces dat per productielocatie en afzetketen moet worden aangevraagd.

7 Lokale aanwending van houtassen binnen kleine kringloop

Voor de kleinere verbrandingsinstallatie die stoken op lokaal geoogst vers resthout zou een toepassing van het houtas binnen de kleine kringloop passen in de beleidsdoelstelling om nuttige toepassing van reststromen te stimuleren en kringlopen zoveel mogelijk lokaal te sluiten. Het terugbrengen van houtas naar de gebieden waar het hout geoogst wordt zorgt ervoor dat de nutriënten in de houtassen behouden blijven en uitputting van de bodem door onttrekking met de houtoogst deels wordt gecompenseerd.

Voor vers plantenmateriaal (bermmaaisel, oogstrestanten en heide plagsel) is de Vrijstellingsregeling Plantenresten en tarra van toepassing. Deze regeling maakt het mogelijk dat de plantenresten (mits schoon en onverdacht) in de directe nabijheid van waar ze zijn ontstaan op of in de bodem kunnen worden gebracht.

Plantenresten worden uitsluitend op of in de bodem gebracht indien:

a. dit geschiedt:

- 1°. op de plaats of het perceel waar dit is vrijgekomen,*
- 2°. op het aangrenzende perceel, of*
- 3°. in gevallen waarin het aangrenzende perceel niet geschikt is: op een ander perceel van het bedrijf waartoe het aangrenzend perceel behoort, en dat ligt binnen een afstand van maximaal één kilometer van de plaats waar het plantenmateriaal is vrijgekomen,*

b. sprake is van schoon en onverdacht plantenmateriaal,

c. de hoeveelheid die op of in de bodem wordt gebracht, uit oogpunt van goede landbouwpraktijk, in evenwichtige verhouding staat tot het oppervlak van het ontvangende perceel, en

d. het plantenmateriaal gelijkmatig wordt verspreid over het ontvangende perceel en dit niet significant bijdraagt aan de verspreiding van nutriënten en zware metalen.

Door de Vrijstellingsregeling worden deze stromen vrijgesteld van het zogenaamde stortverbod buiten inrichtingen voor afval (Wet Milieubeheer artikel 10.2.1). Binnenkort wordt ook niet-gevaarlijk natuurlijk materiaal uit bosbouw en landbouw in deze regeling ondergebracht. Houtassen zijn geen plantenresten of natuurlijk materiaal uit bosbouw of landbouw en vallen derhalve niet onder de vrijstellingsregeling. Door de thermische verwerking zijn de samenstelling en de eigenschappen veranderd ten opzichte van die van de houtreststromen.

Artikel 10.2

1 Het is verboden zich van afvalstoffen te ontdoen door deze - al dan niet in verpakking - buiten een inrichting te storten, anderszins op of in de bodem te brengen of te verbranden.

2 Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur kan, indien het belang van de bescherming van het milieu zich daartegen niet verzet, voor daarbij aangegeven categorieën van gevallen vrijstelling worden verleend van het verbod, bedoeld in het eerste lid.

3 Indien toepassing is gegeven aan het tweede lid, kunnen bij of krachtens algemene maatregel van bestuur in het belang van de bescherming van het milieu regels worden gesteld met betrekking tot het zich ontdoen van afvalstoffen als bedoeld in het eerste lid.

Een vrijstelling van het stortverbod zou op lokaal niveau ook gegeven kunnen worden aan de toepassing op de bodem van houtassen die afkomstig zijn uit lokaal gewonnen houtige reststromen (Wet Milieubeheer artikel 10.2.2-3). Op lokaal niveau valt een dergelijke ontheffing onder de

bevoegdheid van B&W (Wet Milieubeheer artikel 10.63). Daarbij mogen er geen schadelijke effecten op het milieu ontstaan. Als een toetsingskader hiervoor kunnen de toegelaten gehalten aan zware metalen en organische micro-verontreinigingen (met name PAK's, PCB's en dioxines) in de meststoffenwet worden gebruikt.

Voor een aantal zware metalen worden de toegelaten gehalten voor anorganische meststoffen in de houtassen overschreden. Daarbij zou overwogen kunnen worden dat de meststoffenwet uitgaat van een jaarlijkse toediening en accumulatie. In bosbouwpercelen wordt met een veel langere rotatieperiode bemest (10-100 jaar) waardoor de totale gift over meerdere jaren gemiddeld zou moeten worden. De totale hoogte van de gift (uitgedrukt in zware metalen) over meerdere jaren kan als voorwaarde aan de ontheffing worden gesteld.

Het voorkomen van persistente organische microverontreinigingen wordt bepaald door de ingaande stromen en door het type verbrandingsoven en de procesinstellingen. Hierop zal lokaal toegezien moeten worden.

Conclusies lokale toepassing houtassen

- Voor de lokale toepassing van houtassen binnen de kleine kringloop is een ontheffing van het stortverbod noodzakelijk. Dit is vergelijkbaar met de vrijstellingsregeling voor plantenresten, maar zal per productielocatie aangevraagd en gegeven moeten worden.
- Gezien het lokale karakter van een kleine kringloopsluiting is een ontheffing vooral een mogelijkheid voor (kleinere) installaties die draaien op lokaal geoogst hout.
- Een knelpunt bij een aanvraag tot ontheffing van het stortverbod kan worden gevormd door de gehalten aan zware metalen in de houtassen en mogelijk ook door eventuele aanwezigheid van persistente organische verbindingen.

Bij het toepassen van de assen van de verbranding van lokaal gewonnen hout op de bodem van herkomst wordt de kringloop op de korts mogelijke manier gesloten en blijven de daarin aanwezige nutriënten in de biologische kringloop behouden. Dit past in de steven van de Nederlandse overheid naar een circulaire biobased economy, het sluiten van kringlopen en behoud van nutriënten in de biologische kringloop.

8 Overige toepassing van houtassen

Indien de houtassen niet afgezet kunnen worden als meststof binnen of buiten Nederland en de toepassing in compost ook niet mogelijk blijkt zal er een afzetroute buiten de land- en bosbouw gezocht moeten worden. Huidige toepassingen van houtassen zijn bijvoorbeeld het gebruik als grondstof voor asfaltvulstof en in cementgebonden funderingen (onder vloeren van magazijnen en onder verhardingslagen van wegconstructies).

In Nederland verzorgt de Vliegassunie de afzet van vliegassen van verbrandingsinstallaties. Momenteel komen naast de vliegassen van koolgestookte installaties ook de vliegassen van de verbranding van biomassa (met name hout) steeds meer in de belangstelling. In het verleden is er ook al wel gekeken naar toepassing van biomassa assen (Pels et al. 2004; Pels et al. 2011, Van Eijk et al. 2012,). In 2012 is er een overzicht gepresenteerd (zie tabel) met de potentiële toepassingen van houtassen (Sarabèr en Haasnoot, 2012). Op dit moment wordt er een verkenning uitgevoerd om de lijst te actualiseren.

No	Application	Function	Sector
1	Binders alternative for standard cement	Component	Building industry and civil engineering
2	Clinker production (cement)	Raw material	
3	C-fix	Filler	
6	Concrete (products) low quality	(Reactive) filler	
7	Road Construction material	Binder/Raw material	
8	Sand-lime bricks	Filler/lime	
9	Infrastructural works (embankments, fillings)	Filling material	
10	Soil stabilization	Binder/lime	
11	Synthetic aggregates ¹	Raw material	
12	Fuel	Combustion	Energy production ²
13	Back-filling	Filler	Mining
14	Polymers	Filler	Industry
15	Metals	Filler	
16	Phosphor production	Raw material	
17	Zeolites	Raw material	
18	Metals recovery	Raw material	
19	Mineral fibers	Raw material	
20	Soil improvement and fertilizer	Product/Raw material	Agriculture and forestry
21	Neutralization of waste acids	Product	Environmental technology
22	Adsorption material	Raw material	
23	Mineral barrier disposal sites	Raw material	

Figuur 8-1 Overzicht van (mogelijke) toepassingen voor biomassa-assen (vliegassen en bodemassen). (Sarabèr & Haasnoot, 2012)

Vliegassen van poederkoolgestookte centrales worden toegepast in beton, waar de reactieve bestanddelen van de assen bijdragen aan de productkwaliteit. De toepassing van vliegassen uit houtverbranding in beton is recent uitvoerig onderzocht (Sarabèr 2017). Daaruit komt naar voren dat de assen van verbranding van 100% hout ongunstige eigenschappen bezitten en niet bruikbaar zijn voor productie van beton (of cement). Vliegassen van houtassen bevatten in veel mindere mate dan andere vliegassen reactieve bestanddelen. Daarnaast bevatten houtassen stoffen, met name

nutriënten, die ongewenst zijn in het beton, zoals kalium, sulfaten, magnesium- en calciumoxiden..

Bij de afzet van houtassen zijn er nog wel een aantal logistieke en technische knelpunten. De verschillen in mineralogische samenstelling maken dat het lastiger is om de houtassen af te zetten dan assen uit poederkoolgestookte centrales. Ook de kleinere volumes van de houtassen maken het opzetten van een logistieke keten moeilijker. Dit zal deels ondervangen worden door een verwachte groei van het aandeel duurzame biomassa-centrales (met name houtresten) in de duurzame energiewinning en daarmee een toename van het volume houtassen.

9 Synthese

9.1 Aanleiding

Ondernemingen met biomassaverbrandingsinstallaties zijn geïnteresseerd in de mogelijke toepassing van houtassen als (kalk)meststof. Daarbij speelt naast een verbetering van de business case (minder afzetkosten voor de assen) ook de wens tot maatschappelijk verantwoord ondernemen (sluiten van kringlopen) een rol. Naast een directe toepassing als (kalk)meststof wordt het gebruik van houtassen als grondstof voor (kalk)meststoffen en verwerking in compostproducten als potentiële toepassing gezien.

9.2 Landbouwkundige waarde houtassen als meststof

Uit eerdere literatuurverkenningen blijkt dat houtassen vooral een bekalkende werking hebben, daarnaast kunnen houtassen ook waarde hebben als K-meststof. De samenstelling van houtassen is onder meer afhankelijk van het type as, waarbij met name verschillen tussen bodemassen en vliegassen groot zijn.

Vanuit de Nederlandse landbouw is er geen vraag naar kalkmeststoffen die tevens P bevatten, omdat dit ten koste gaat van de gebruiksruimte om P in de vorm van dierlijke mest als basisbemesting of gerichte P-bemesting toe te passen. Daarbij hebben houtassen een lage bekalkende waarde en hoge gehalten zware metalen ten opzichte van gangbare meststoffen.

In Nederland wordt in de bosbouwsector terughoudend aangekeken tegen het gebruik van houtassen als meststof. Hierbij worden vooral de reactiviteit en oplosbaarheid als problematisch ervaren. Gevreesd wordt voor een negatief effect op vegetatie en bodemleven. Ook worden een versnelde afbraak van organische stof en verhoogde uitspoeling van nutriënten voorzien. Daarnaast is men bevreesd voor mogelijk hoge gehalten aan persistente organische verontreinigingen die kunnen ontstaan bij onvolledige verbranding.

Houtassen worden onder meer in Scandinavië toegepast voor de bemesting van bossen. Daarbij wordt een nutriëntengift aangehouden die overeenkomt met de afvoer van nutriënten bij de oogst van het hout. Bemesting van bossen wordt toegepast in rotaties van 10-100 jaar. Voor deze toepassing wordt dan ook gestreefd naar meststoffen waaruit de nutriënten langzaam vrijkomen.

Vers houtas bevat een hoog aandeel fijne fractie met een hoge reactiviteit en -voor toepassing in bosbouw- te hoge oplosbaarheid. Het is daarom gewenst de houtas te stabiliseren. Dit kan door een 1) natuurlijke uitharding na toevoegen van water en verbrekken, 2) tot compacte korrels persen onder toevoegen van bindmiddelen, of 3) tot korrels draaien met geforceerde droging, waarbij bindmiddelen en eventueel een coating toegevoegd worden. Met alle drie de processen zijn in Scandinavië ervaringen opgedaan, waarbij de kosten en de stabiliteit van eindproduct gelijk oplopen.

9.3 Route 1: Toepassing als meststof

Houtassen mogen alleen toegepast worden als (kalk)meststof indien zij daarvoor zijn toegelaten. Daarvoor dienen zij te voldoen aan de EG-verordening 2003/2003 meststoffen, of -indien EG 2003/2003 niet van toepassing is- aan de Nederlandse meststoffenwet en aanpalende regelgeving.

Assen zijn niet opgenomen in de lijst van EG-meststoffen in de huidige EG-verordening 2003/2003 inzake meststoffen. Daarmee kunnen zij niet als EG-meststof worden verhandeld of toegepast. Houtassen bevatten te hoge gehalten aan zware metalen om te kunnen voldoen aan de vereisten vanuit de Nederlandse meststoffenwet, en kunnen derhalve ook niet als een nationale meststof in Nederland worden verhandeld.

EG-Verordening 2003/2003 inzake meststoffen wordt momenteel herzien. Daarbij is een voorstel (STRUBIAS) uitgewerkt met de voorwaarden voor de opname van assen als bestandsdeel van EG-meststoffen. De landbouwkundige waarde van assen wordt daarbij gekarakteriseerd op basis van de samenstelling:

K-type assen: plantenvoedende meststoffen:

$$\frac{(K_2O + P_2O_5 + SO_3)}{(SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 + Na_2O + TiO_2 + CaO + MgO + MnO + K_2O + P_2O_5 + SO_3 + Cl_2O)} > 0.3 \left(\frac{w}{w}\right)$$

C-type assen: kalkmeststoffen:

$$\frac{(CaO + MgO + MnO)}{(SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 + Na_2O + TiO_2 + CaO + MgO + MnO + K_2O + P_2O_5 + SO_3 + Cl_2O)} > 0.3 \left(\frac{w}{w}\right)$$

S-type assen: geen meststof, onvoldoende bemestende of bekalkende waarde.

Uit een vergelijking van de samenstelling van bodemassen en vliegassen uit thermische verwerking van hout met de voorgestelde criteria blijkt:

- bodemassen worden geclassificeerd als S-assen. Bodemassen bevatten onvoldoende CaO en K₂O om voldoende bekalkende of bemestende waarde te hebben;
- vliegassen kunnen voor ongeveer 70% worden geclassificeerd als C-assen, waarvan enkele als CK assen. Ongeveer 30% van de vliegassen wordt geclassificeerd als S-assen.

Daarnaast zijn criteria voorgesteld voor maximale gehalten aan een aantal spoorelementen en organische micro-verontreinigingen in assen als bestanddeel voor productie van EG-meststoffen. Spoorelementen zijn in lage hoeveelheden nodig maar kunnen bij overdosering toxisch zijn.

- In >90% van de vliegassen van houtas is het gehalte aan mangaan te hoog. Een bioassay zal moeten uitwijzen of dit toelaatbaar is.
- Bij de bodemassen is bij meer dan 50% van de assen het mangaangehalte te hoog.

De verwachting is dat de gehalten aan persistente organische verbindingen onder de voorgestelde limieten zullen blijven, maar er zijn onvoldoende meetdata beschikbaar om dit te kunnen toetsen aan criteria.

Om daadwerkelijk als EG- kalkmeststof aangemerkt te kunnen worden, wordt ook een maximum gesteld aan verontreiniging met zware metalen.

- Bij de bodemassen voldoet het merendeel van de assen aan de normen voor zware metalen. Alleen voor Cd is er een overschrijding van de norm bij ongeveer 15% van de bodemassen.
- Bij de vliegassen voldoet het merendeel van de assen niet aan de norm voor Cd en Pb: ruim 90% van de assen overschrijdt de Cd norm, 30% overschrijdt de Pb norm. De normen voor Hg en As worden door minder dan 10% van de assen overschreden.

Conclusie toepassing houtassen als EG-meststof

Ook binnen de herziening EG-verordening 2003/2003 lijkt er onvoldoende perspectief voor directe toepassing van houtassen als bestanddeel voor EG-meststof. Houtassen voldoen ofwel niet aan de eisen ten aanzien van bemestende of bekalkende waarde (alle bodemassen, 30% van vliegassen), ofwel bevatten te hoge gehalten aan spoorelementen (mangaan en in mindere mate borium) en of zware metalen (cadmium, en in mindere mate lood, arseen en nikkel).

9.4 Route 2: Houtassen als toevoeging aan compost

Een verwerkingsroute die mogelijk perspectief biedt is de toepassing van houtassen in compost. Dit wordt binnen Europa toegepast in Duitsland en Oostenrijk. Indien de assen van houtresten uit bosbeheer en natuur- en landschapsbeheer als component van compost ingebracht kunnen worden blijven de nutriënten in de biologische kringloop behouden. Tevens ontstaat er een logistiek voordeel voor groencomposteerders die de houtige reststromen leveren aan biomassa-centrales en de houtassen innemen: de teruggenomen houtassen hoeven dan niet elders afgezet te worden.

Toevoeging van houtassen aan EG-compost

Binnen de herziening van EG-verordening meststoffen wordt een bestanddelencategorie CMC voor compost opgenomen. Aan EG-compost mag maximaal 5% toevoegmiddelen worden toegevoegd. Toevoegmiddelen moeten het proces van composteren verbeteren of de milieudruk verminderen. Toevoeging van houtassen aan het composteringsproces als kalkmeststof kan de compostering versnellen maar geeft tevens een verhoogde ammoniakemissie en daarmee een verhoogde milieudruk. Een toelating van houtassen als toevoegmiddel aan EG-compost lijkt daarmee niet aannemelijk.

Toevoeging van houtassen aan compost in Nederland

In Nederland is compost als meststof opgenomen in de meststoffenwet. Toevoegen van houtas aan de compost tijdens of na het composteren is niet toegelaten.

Bij de toepassing van houtassen in compost blijven de daarin aanwezige nutriënten in de biologische kringloop behouden. Dit past in het streven van de Nederlandse overheid naar een circulaire biobased economy en het sluiten van kringlopen.

Toelating van houtassen als toevoegmiddel aan compost vergt een aanpassing van de Nederlandse meststoffenwetgeving. Belangrijke voorwaarde vanuit de overheid daarbij is dat de toevoeging van houtassen een aantoonbare meerwaarde geeft. Een andere voorwaarde is dat houtastoevoeging aan compost niet mag leiden tot een verhoogde milieudruk of gezondheidsrisico's.

Toevoeging van houtassen aan compost geeft een verhoging van de pH en de bekalkende werking van het compostproduct, en verhoogde gehalten aan nutriënten in het compostproduct. Een verdere verkenning zou moeten uitwijzen hoe dit de praktijkwaarde van het compost verhoogd. Compost wordt in de Nederlandse landbouw primair toegepast voor het in stand houden of verhogen van het organisch stof gehalte.

Berekeningen laten zien dat de gehalten aan zware metalen bij een toevoeging van 5% houtassen aan groencompost kunnen resulteren in een lichte verlaging tot een verhoging van de gehalten in het eindproduct. De maximaal toelaatbare gehalten voor compost zullen daarbij naar verwachting niet

worden overschreden. Daarnaast dienen zorgen over het mogelijk voorkomen van persistente organische verbindingen in houtassen te worden weggenomen. Hiervoor zal aanvullend onderzoek met praktijkgegevens van houtassen uit Nederlandse biomassacentrales en composteringsbedrijven nodig zijn.

De branche vereniging organische reststoffen BVOR is voorstander van gecontroleerde toepassing van houtassen van vers hout afkomstig uit bos en natuur- en landschapsbeheer aan het composteringsproces. Daarbij baseert zij zich op de opgedane ervaringen in Duitsland en Oostenrijk. Gepleit wordt om voor de handhaving en controle op kwaliteit en afzet te werken met een borgingssysteem binnen certificering, vergelijkbaar een systeem zoals dat in Duitsland wordt gehanteerd.

Conclusie houtas als toevoeging aan compost

Een toelating van houtassen als toevoegmiddel aan de toekomstige EG-compost lijkt niet aannemelijk. Houtassen hebben zowel een positief (versnelde compostering) als negatief effect (verhoogde ammoniakvervluchtiging) op het composteerproces en de milieudruk.

Voor de houtassen van reststromen uit bos en natuur- en landschapsbeheer is er mogelijk wel een perspectief bij de productie van (groen)compost als nationale meststof. Het behoud van de in de houtassen aanwezige nutriënten in de biologische kringloop past binnen het streven van de overheid naar een circulaire biobased economie en het sluiten van kringlopen. Voor het toevoegen van houtassen aan compost die als nationale meststof wordt vermarkt is een wijziging van de Nederlandse meststoffenwetgeving nodig. De houtassen kunnen de kwaliteit van de compost verbeteren. De marktwaarde van de compost met houtastoevoeging zal nog moeten worden vastgesteld. . Daarbij zullen zorgen over normopvulling van zware metaal gehalten en persistente organische verontreinigingen moeten worden weggenomen. Aanbevolen wordt om te werken met een kwaliteitsborgingssysteem zoals dat in Duitsland wordt gebruikt.

9.5 Route 3: Overbrengen naar andere landen voor toepassing als meststof

In Nederland is toepassing als meststof of als toevoegmiddel aan compost vooralsnog niet toegestaan. In Scandinavië is het wel toegelaten en in praktijk ook gebruikelijk om houtassen als kalkmeststof naar het bos terug te brengen. Houtassen worden toegepast om de pH en de zuurbufferende werking te verbeteren en de nutriëntenafvoer door de oogst van hout te compenseren.

Ook in de Scandinavische landen worden er eisen gesteld aan de nutriëntengehalten en de maximale waarden voor zware metalen en persistente organische verbindingen. Niet alle houtassen voldoen hieraan. Bij de bodemassen zijn vooral te lage gehalten aan CaO en te hoge gehalten aan As, Cr beperkend. Bij de vliegassen zal het merendeel van de assen wel voldoen aan de minimale nutriëntengehalten maar zijn de gehalten aan zware metalen vaker beperkend, met name bij As, Cr, Cu, Ni en Pb.

Houtas moet volgens de regels van de Europese verordening overbrengen afval (EVOA) volgens de uitgebreide procedure van voorafgaande kennisgeving en toestemming worden geëxporteerd. Deze procedure vergt een aanzienlijke administratieve en logistieke inspanning. Naar verwachting zal deze route dan ook vooral interessant zijn voor de grotere verbrandingsinstallaties die meer controle kunnen uitoefenen op het verbrandingsproces en de kwaliteit van het eindproduct en die ook grotere volumes

houtas af te zetten hebben. In praktijk zijn dat installaties met een wervelbedverbrandingsoven.

Conclusie export houtassen voor toepassing als meststof in bossen

In Scandinavische landen wordt de toepassing van houtassen als (kalk)meststof in bossen toegestaan en in praktijk toegepast. Niet alle houtassen voldoen aan de vereisten om als meststof toegepast te mogen worden. Overbrengen van houtassen naar deze landen is toegelaten binnen de afvalstoffenwetgeving. De procedure om de export goedgekeurd en geregeld te krijgen vergt een aanzienlijk administratieve en logistieke inspanning en lijkt daarmee met name een perspectief te bieden voor grote installaties.

9.6 Route 4: Vrijstelling voor lokale toepassing binnen kleine kringloop

Voor de kleinere verbrandingsinstallatie die stoken op lokaal geoogst vers hout zou een toepassing van houtas binnen de kleine kringloop passen in de beleidsdoelstelling om nuttige toepassing van reststromen te stimuleren en kringlopen zoveel mogelijk lokaal te sluiten. Het terugbrengen van houtas naar de gebieden waar het hout wordt geoogst, zorgt ervoor dat de nutriënten in de houtassen behouden blijven voor het bodem-plant systeem, en uitputting van de bodem door onttrekking met de houtoogst wordt tegengegaan (m.u.v. stikstof).

Op lokaal niveau valt een dergelijke ontheffing onder de bevoegdheid van B&W. Daarbij mogen er geen schadelijke effecten op het milieu ontstaan. Een toetsingskader dat hiervoor wordt gebruikt kan worden zijn de toegelaten gehalten verontreinigingen zoals vastgelegd in de meststoffenwet. Deze worden in de houtassen overschreden. Waar de meststoffenwet uitgaat van een jaarlijkse toediening wordt er in bosbouwpercelen met een veel langere rotatieperiode bemest (10-100 jaar). De totale hoogte van de gift (uitgedrukt in zware metalen) over meerdere jaren kan als voorwaarde aan de ontheffing worden gesteld.

Conclusies lokale toepassing houtassen

Voor de lokale toepassing van houtassen binnen de kleine kringloop is een ontheffing van het stortverbod noodzakelijk. Dit zal per productielocatie aangevraagd en gegeven moeten worden. Gezien het lokale karakter van een kleine kringloopsluiting lijkt een ontheffing uitsluitend een mogelijkheid voor kleinere installaties die draaien op lokaal geoogst hout.

9.7 Afsluitende opmerkingen ten aanzien van perspectief houtassen

Voor de eventuele toepassing van houtassen aan de bodem, direct als meststof of als toevoegmiddel in compost zijn de mogelijkheden verkend. Daarbij lijken de verschillende afzet- en verwerkingsroutes te zijn beperkt tot specifieke deelstromen.

Voor de houtassen van de grotere biomassacentralen die onder meer stoken op A en B hout zou overbrengen naar landen waar een directe toepassing als meststof in bosbouw toegelaten is een route kunnen zijn. Dit vergt een aanzienlijke administratieve en logistieke inspanning.

Voor houtassen van biomassacentralen die stoken op vers hout uit bossen en natuur- en landschapsbeheer lijkt de toepassing in (groen)compostering een perspectiefvolle route. Hiervoor is een aanpassing van de meststoffenwet noodzakelijk. Deze route wordt door de ketenpartij BVOR voorgestaan vanwege de mogelijkheid nutriënten in de biologische kringloop te behouden en de

logistieke voordelen voor de groencomposteerders en biomassaverbrandingsinstallaties. .

Voor de biomassacentrales die stoken op lokaal gewonnen hout is een directe kringloopsluiting door een toepassing van de houtassen op terreinen van herkomst een mogelijke route. Dit vereist een ontheffing van het stortverbod en moet op lokaal niveau geregeld worden met de bevoegde autoriteiten.

De medewerking en toestemming van de bevoegde autoriteiten is bij alle routes een voorwaarde. Een obstakel hierbij zijn de lage gehalten aan waardegevende bestanddelen en de (te) hoge gehalten aan zware metalen. Een aantal metalen zou uit de assen verwijderd kunnen worden door een hoge-temperatuurscheiding. Tot nu toe is hier voor houtassen geen gericht onderzoek naar gedaan, zoals dat wel is gedaan voor rioolslib-assen. Bij verbranding van schoon hout resteert relatief weinig as, tussen de 1-2%. Dat is veel minder dan bij de verbranding van andere ingangsmaterialen, zoals poederkool of rioolslib (tot 25% asgehalte). Daarmee zijn de kosten van de afzet van houtassen ook relatief laag in de totale keten.

De huidige afzetroutes als grondstof voor asfaltvulstof, in cementgebonden funderingen zouden verder uitgebouwd kunnen worden. Hierbij zijn de gehalten aan zware metalen en mogelijke persistente organische verbindingen minder bezwaarlijk. Door een verwachte toename van het volume houtassen kan de organisatie van de logistieke afzetketen daarbij mogelijk ook effectiever georganiseerd worden.

10 Bronnen

10.1 Literatuur

- BIOS Bioenergiesysteme GmbH (2010). Einsatz von Holzasche als Zuschlagstoff in der Kompostierung. Empfehlungen für verfahrenstechnisch und ökologisch sinnvolle Zuschlagsmengen für Holzaschen in der Kompostierung. Graz (Oostenrijk), november 2010.
- Bougnom BP, Insam, H., 2009. Ash additives to compost affect soil microbial communities and apple seedling growth. *Die Bodenkultur* 60, 5–15.
- B.P. Bougnom BP, Mair J, Etoa FX, Insam H 2009 Composts with wood ash addition: A risk or a chance for ameliorating acid tropical soils? *Geoderma* 153, 402–407. BVOR 2016 Hergebruik van houtas in compostproducten – wenselijk en haalbaar?
- Europese Commissie 2016 Voorstel voor een verordening van het Europees Parlement en de Raad tot vaststelling van voorschriften inzake het op de markt aanbieden van bemestingsproducten met CE-markering en tot wijziging van de Verordeningen (EG) nr. 1069/2009 en (EG) nr. 1107/2009 (EC, Brussel, 17.3.2016 COM(2016) 157 final.
- Emilsson S. 2006 International Handbook: From Extraction of Forest Fuels to Ash Recycling. Swedish Forest Agency ISBN 91-975555-1-7.
- Fernández-Delgado Juárez M, Gómez-Brandón m, Insam H 2015 Merging two waste streams, wood ash and biowaste, results in improved composting process and end products. *Science of the Total Environment* 511, pp. 91 - 100. Haglund N. & Expert group 2008 Guideline for classification of ash from solid biofuels and peat utilized for recycling and fertilizing in forestry and agriculture. (Biostandards project) NT TECHN REPORT 613. Nordic Innovation Centre, Norway.
- Jong, J.J. de, J. Bloem, S.P.J. v. Delft, P.W.F.M. Hommel, A. Oosterbaan en R.W. de Waal, 2015. *Ecologie van bosbodems; Een verkennende studie naar ecologisch functioneren van bosbodems op zandgronden*. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport
- Jong de J., Kros H., Spijker J., & de Vries W. 2017 Houtoogst in relatie tot nutriëntenvoorraden in bossen op droge zandgronden. Brochure VNBE.
- Jong, J.J. de, A. Oosterbaan 2011 Houtas terug naar bos? Literatuurstudie. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research Centre), Alterra-rapport.
- JRC-EC 2017 STRUBIAS Technical Proposals DRAFT nutrient recovery rules for recovered phosphate salts, ash-based materials and pyrolysis materials in view of their possible inclusion as Component Material Categories in the Revised Fertiliser Regulation.
- Karlton E., Saarsalmi A., Ingerslev M., Mandre M., Andersson S., Gaitnieks T., Ozolinčius R., Varnagiryte-Kabasinskiene I. 2008. Wood Ash Recycling – Possibilities And Risks. Sustainable Use of Forest Biomass for Energy. In: Sustainable Use of Forest Biomass for Energy: A Synthesis with Focus on the Baltic and Nordic Region. Eds. Röser D., et al. pp. 79-108. Springer, Dordrecht.
- Kuba T, Tschöll A, Partl C, Meyer K, Insam H. 2008 Wood ash admixture to organic wastes improves compost and its Performance. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 127 43–49
- Kurola JM, Arnold M, Kontro MH, Talves M, Romantschuk M. 2011 Wood ash for application in municipal biowaste composting. *Bioresource technology*, 102(8), 5214-5220.
- Pels J.R., D.S. de Nie, J.H.A. Kiel en W.J.J. Huigen 2004. Askwaliteit en toepassingsmogelijkheden bij verbranding van schone biomassa. (BIOAS). Report ECN-C-04-091. ECN, Petten.
- Pels J.R 2011 Hergebruik van assen uit biomassaverbranding Hoeveelheden en samenstelling van de assen en opties voor materiaalhergebruik. Rapport ECN-E--11-034. ECN, Petten,
- Pitman R.M. 2006. Wood ash use in forestry-a review of the environmental impacts. *Forestry* 79, 5,

563-588

- Postma R., T.A. van Dijk & L. van Schöll 2011, Mogelijkheden van fosfaathergebruik door de inzet van biomassa-assen als meststof. NMI rapport 1370;
- Platform Bio-Energie (PBE) & Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) 2017 Vrijwillige rapportage over houtige biomassa voor energieopwekking 2016. Rapportage IV – 2016.
- Sarebèr A.J. & Haasnoot, K., 2012. Recycling of biomass ashes in the Netherlands. Presented at ASH 2012, Stockholm, 25–27 January 2012.
- Sundberg C. 2005 Improving Compost Process Efficiency by Controlling Aeration, Temperature and pH. Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Van Eijk R.J., Obernberger I. & Supancic K. 2012 Options for increased utilization of ash from biomass combustion and co-firing. KEMA Arnhem.

10.2 Deelnemers stakeholderbijeenkomst

Fokke Goudswaard, PBE, platform bioenergie
 Sander Peeters, RVO, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
 Cees Langevelt, ICL fertilisers
 Arjan Brinkmann, BVOR branche organisatie organische reststromen
 Erwin Al, SBB Staatsbosbeheer
 Luk Hagting, Agrifirm
 Jan Pels, ECN
 Romke Postma, NMI nutriënten management instituut.
 Laura van Schöll, NMI nutriënten management instituut.

10.3 Geïnterviewde personen

Arjan Brinkmann, BVOR branche organisatie organische reststromen
 Erwin Al, SBB Staatsbosbeheer
 Angelo Sarebèr, Vliegassunie
 Herman Walthaus, Ministerie van I&W
 Harm Smit, Ministerie van LNV

Bijlage 1

Tabel 0-1 Gehalten aan nutriënten en zand (silicium) in bodemassen vliegassen (JRC-EC Strubias 2017). Linker kolommen geven berekende index voor classificatie als C-type of K-type assen.

SiO2	CaO	K2O	P2O5	Al2O3	MgO	Fe2O3	SO3	Na2O	TiO2	C-type	K-type
53,5	14,0	4,2	0,9	8,5	2,4	2,4	0,0	1,8	0,3	0,19	0,06
55,6	10,1	6,9	0,7	11,0	1,5	2,4	0,0	2,3	0,2	0,13	0,08
57,8	9,4	3,9	0,7	4,2	2,2	2,1	0,0	1,6	0,2	0,14	0,06
57,8	10,6	7,2	0,7	11,3	1,7	3,7	0,0	2,2	0,3	0,13	0,08
59,9	11,9	9,2	0,9	8,1	1,7	2,0	0,0	2,0	0,2	0,14	0,11
62,0	9,9	8,1	0,9	9,1	1,5	2,3	0,0	2,0	0,2	0,12	0,09
64,2	4,6	4,0	0,2	12,7	2,5	4,4	0,0	3,0	0,5	0,07	0,04
64,2	9,7	8,7	0,7	8,3	1,3	1,7	0,0	1,9	0,2	0,11	0,10
64,2	10,4	8,8	0,7	8,7	1,9	2,0	0,0	1,9	0,2	0,12	0,10
64,4	6,4	5,9	0,2	12,5	1,2	3,7	0,0	2,8	0,2	0,08	0,06
66,3	9,0	3,9	0,9	6,6	2,4	2,1	0,0	1,5	0,2	0,12	0,05
66,3	8,7	5,9	0,7	8,7	1,3	1,7	0,0	2,3	0,2	0,10	0,07
66,3	10,4	6,9	0,9	7,0	2,7	2,0	0,0	1,5	0,2	0,13	0,08
66,3	8,8	7,6	0,9	7,6	1,3	1,7	0,0	1,9	0,2	0,11	0,09
68,4	7,7	6,3	0,9	7,4	1,3	1,7	0,0	1,6	0,2	0,09	0,08
72,7	4,9	5,2	0,5	8,5	0,8	1,6	0,0	2,2	0,2	0,06	0,06
76,1	5,0	3,4	0,7	5,3	0,8	1,0	0,0	1,3	0,2	0,06	0,04
77,2	4,6	2,9	0,7	4,3	0,8	0,7	0,0	0,9	0,2	0,06	0,04
77,2	4,8	3,0	0,7	4,2	0,8	0,7	0,0	0,9	0,0	0,06	0,04
77,6	5,0	3,6	0,7	5,3	0,8	0,9	0,0	1,2	0,2	0,06	0,05
78,1	4,2	3,0	0,5	4,9	0,8	0,9	0,0	1,2	0,2	0,05	0,04
78,5	4,8	2,8	0,7	4,0	0,8	0,7	0,0	0,8	0,2	0,06	0,04
78,9	4,6	3,1	0,7	4,9	0,8	0,9	0,0	1,2	0,2	0,06	0,04

Tabel 0-2 Gehalten aan nutriënten en zand (silicium) in vliegassen (JRC-EC Strubias 2017). Linker kolommen geven berekende index voor classificatie als C-type of K-type assen.

SiO2	CaO	K2O	P2O5	Al2O3	MgO	Fe2O3	SO3	Na2O	TiO2	C-type	K-type
1,9	35,4	9,2	3,2	2,3	3,7	0,7	0,0	1,8	0,0	0,67	0,21
1,9	21,0	28,9	2,1	0,6	3,7	1,1	0,0	1,6	0,0	0,41	0,51
2,1	21,0	28,9	2,1	0,6	3,5	0,7	0,0	1,8	0,0	0,40	0,51
2,8	29,0	10,1	2,7	2,5	3,2	0,6	0,0	2,2	0,0	0,61	0,24
8,1	38,5	6,0	3,0	1,7	3,2	0,9	3,5	0,5	0,0	0,64	0,19
14,3	36,9	9,4	4,4	2,6	4,0	1,1	5,5	0,7	0,2	0,52	0,24
18,8	19,6	7,6	3,7	2,6	2,9	0,9	8,5	0,8	0,0	0,34	0,30
19,3	33,6	12,1	3,2	4,3	4,4	2,6	0,0	0,8	0,2	0,47	0,19
19,5	28,0	5,1	2,7	6,0	3,5	5,6	0,0	1,2	0,3	0,44	0,11
20,1	30,8	7,4	4,1	1,1	1,5	2,3	0,0	0,5	0,0	0,48	0,17
23,5	37,8	7,0	2,3	4,3	3,4	2,0	0,0	0,7	0,2	0,51	0,11
24,6	28,4	9,4	4,8	3,4	4,4	1,3	6,7	1,5	0,2	0,39	0,25
25,0	22,2	1,3	0,0	13,6	2,2	0,3	6,0	0,4	0,0	0,34	0,10
25,7	29,4	6,7	2,5	1,7	4,0	2,3	0,0	0,8	0,2	0,46	0,13
27,0	28,3	4,6	2,3	7,9	3,2	5,1	6,5	1,6	1,0	0,36	0,15
27,8	28,0	4,9	2,5	7,6	3,0	7,4	0,0	1,6	0,3	0,37	0,09
27,8	26,4	8,0	3,7	4,9	3,9	2,1	6,0	1,6	0,8	0,36	0,21
27,8	27,8	8,0	4,4	4,0	4,2	1,6	6,0	1,5	0,5	0,37	0,21
28,7	23,9	8,2	3,2	5,5	3,9	2,3	5,5	2,0	1,7	0,33	0,20
29,9	21,0	6,0	2,7	2,8	2,2	0,7	4,7	0,8	0,2	0,33	0,19
29,9	30,8	6,5	3,4	1,3	2,9	0,7	6,7	0,8	0,0	0,40	0,20
30,2	25,3	7,1	2,5	3,8	4,5	2,4	0,0	0,8	0,2	0,39	0,13
30,4	26,7	4,3	2,5	8,5	2,7	7,0	4,7	1,8	0,3	0,33	0,13
30,8	25,2	6,9	3,0	5,7	3,5	2,6	4,5	1,8	1,0	0,34	0,17
30,8	24,9	7,2	3,2	5,7	3,7	2,4	5,2	1,9	0,8	0,33	0,18
32,1	22,9	7,8	3,2	5,9	3,5	2,1	5,2	1,9	1,3	0,31	0,19
33,6	24,1	3,6	2,1	8,7	2,4	5,9	4,7	1,3	0,5	0,30	0,12
35,3	26,4	4,6	2,5	8,1	3,7	5,1	3,7	1,6	0,8	0,33	0,12
35,3	25,0	4,7	2,3	8,1	3,5	5,3	3,7	1,6	1,3	0,31	0,12
36,6	26,2	4,2	2,3	8,7	3,4	4,9	5,5	1,5	0,7	0,31	0,13

36,6	27,1	4,2	2,1	8,5	3,2	4,9	5,0	1,3	0,7	0,32	0,12
36,6	25,7	4,5	2,5	8,3	3,5	4,9	3,2	1,6	0,8	0,32	0,11
38,3	23,6	3,5	1,4	8,9	2,7	4,9	5,0	1,6	0,7	0,29	0,11
38,3	20,4	4,6	1,8	11,5	3,4	6,6	0,0	1,9	0,5	0,27	0,07
41,1	23,4	4,6	2,1	8,5	3,2	4,7	3,0	1,8	1,0	0,28	0,10
42,4	20,8	5,4	2,1	9,4	2,5	4,1	2,7	2,0	0,7	0,25	0,11
42,6	22,1	4,8	2,3	8,7	3,2	4,7	2,5	1,8	0,7	0,27	0,10
42,8	11,9	4,9	0,9	12,5	2,0	5,9	0,0	1,9	0,5	0,17	0,07
43,4	20,8	5,1	2,3	9,3	3,2	4,9	3,7	1,8	0,7	0,25	0,12
44,1	18,5	4,1	1,4	10,0	2,7	6,0	3,2	1,6	1,0	0,23	0,09
45,6	17,9	4,5	1,4	9,8	2,5	5,4	2,7	1,6	0,8	0,22	0,09
46,2	19,4	5,2	1,8	9,3	3,0	4,4	2,5	1,8	0,7	0,24	0,10
46,4	17,3	4,9	1,8	4,0	2,0	0,9	4,0	0,9	0,2	0,23	0,13
50,1	17,2	4,6	1,8	8,7	2,5	5,4	2,0	1,5	0,8	0,21	0,09
55,6	10,1	3,6	0,9	8,3	1,7	2,3	0,0	2,0	0,7	0,14	0,05
62,0	7,1	8,6	0,7	11,5	1,2	2,0	0,0	2,8	0,3	0,09	0,10

Tabel 0-3 Gehalten aan sporelementen en zware metalen in vliegassen (JRC-EC Strubias 2017). Vetgedrukte waarden geven een overschrijding aan van de voorgestelde normen voor CMC assen of PDF kalkmeststoffen.

	norm	Bodemassen					Vliegassen				
		medium	min	0,1	0,9	max	medium	min	0,1	0,9	max
Cd	3	0,7	0,1	0,1	5,1	15	10	1,6	4,9	27,2	75
Cr (total)	*	50	15	30	105	360	95,7	12	28,4	231,3	464
Hg	2	0	0	0	0,7	0,8	0,5	0	0,2	1	2,5
Ni	90	19	3	5	46	65	50	11	23	75	122
Pb	200	14	6	8	58	116	105	10	38	454	709
As	120	8	3	3	26	72	21	4	5	125	215
B	500	74	7	29	179	330	200	45	111	442	800
Ba	4400	1200	757	817	1621	1990	1900	109	1472	3145	3970
Co	55	7	2,7	4	13	26	13	4	6	21	38
Mn	3500	4100	900	2800	7200	13000	9300	2200	5020	23800	29400
Mo	20	5,8	4,6	4,8	6,8	7	7,6	1,1	4,5	13,1	27
Sb	6						2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
V	165	19	6,9	9,7	33,4	74	37	6	13	74	90

- Criterium voor chroom is <2 Cr(VI)



www.nmi-agro.nl

nutriënten management
instituut nmi bv
nieuwe kanaal 7c
6709 pa wageningen
nmi@nmi-agro.nl