



Biomassa in de uiterwaarden van de IJssel en langs de Twentekanalen

Onderzoek naar hoeveelheden, opslag en conditionering van vrijkomende biomassa bij het beheer van IJsseluiterwaarden en Twentekanalen

Edward Hutten

Rick Staudt

Datum: 5 juni 2014



Biomassa in de uiterwaarden van de IJssel en langs de Twentekanalen

Onderzoek naar hoeveelheden, opslag en conditionering van vrijkomende biomassa bij het beheer van IJsseluiterwaarden en Twentekanalen

Trefwoorden: *SSRS, opslag, transport, duurzaam, efficiëntie, samenwerking, biomassa alliantie*

Datum:

5 juni 2014

Opdrachtgever:

Rijkswaterstaat Oost- Nederland

Yuri Wolf

yuri.wolf@rws.nl

Hogeschool Van Hall Larenstein

info@hogeschoolvhl.nl

Opdrachtnemers:

Edward Hutten

edward.hutten@wur.nl

Rick Staudt

rick.staudt@wur.nl

Begeleidend docent Larenstein:

Jos Wintermans

jos.wintermans@wur.nl



Rijkswaterstaat
Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Samenvatting

In het kader van het vraagstuk over kostencompensatie en terugverdienen door efficiënte benutting van biomassa, is binnen het beheertraject van Rijkswaterstaat – Oost een onderzoek uitgevoerd in de uiterwaarden van de IJssel en de Twentekanalen. Centrale vraag vanuit de opdrachtgever is welke locaties binnen dit beheer traject geschikt zijn voor de opslag van biomassa. Om deze vraag te kunnen beantwoorden zijn tijdens dit onderzoek een aantal deelvragen beantwoord.

Geoogste hoeveelheden, locatie van herkomst en typen biomassa zijn uiteindelijk bepalend voor de mogelijkheden in de markt en de keuze voor het realiseren van opslaglocaties. In de verkenningsfase van het onderzoek is daarom onderzocht wat het aanbod van biomassa binnen het studiegebied inhoudt, en wat de randvoorwaarden zijn voor opslag, transport en oogst. Daarnaast zijn specifieke eisen, behorend bij de bewerking tot product en opslag, belicht zodat inzichtelijk wordt wat de mogelijkheden zijn binnen het gevoerde beheer van Rijkswaterstaat. Met behulp van literatuurstudie, gesprekken met deskundigen en mensen uit het werkveld is waardevolle informatie verzameld en in dit rapport uiteengezet. Naast verzamelde informatie is meerdere keren veldonderzoek uitgevoerd om mogelijkheden voor opslag te beoordelen.

Uit het onderzoek komt als belangrijkste conclusie naar voren dat opslag van biomassa gewenst is op langere termijn, wanneer verwerkende bedrijven de biomassa op een hoogwaardiger manier verwerken, bijvoorbeeld vergisten. Op diverse plaatsen wordt dit mogelijk door introductie van bijvoorbeeld vergistingsinstallaties voor verwerking van gras. Echter door hoge investeringskosten verlopen deze ontwikkelingen langzaam.

Doordat zowel producent, als verwerker gebaat zijn bij een efficiënte, kostenbesparende verwerking is onderlinge communicatie een essentieel onderdeel binnen de biomassaketen. Een andere belangrijke conclusie is dat bij de keuze van opschaling, de eisen ook gesteld zijn. Dit betekent bijvoorbeeld dat aanpassingen in het beheer wenselijk zijn om de kwaliteit van biomassa te optimaliseren. Naast een juiste manier van opslaan vormt verontreiniging van de biomassa met zand en zwerfvuil een belangrijke uitdaging bij bewaking van de kwaliteit.

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	3
Figuren.....	5
1. Inleiding.....	9
2. Probleemstelling en doel van het onderzoek.....	10
3. Werkwijze en methode	11
4. Karakteristiek en begrenzing van het studiegebied	13
5. Biomassa.....	15
5.1 Biomassa binnen het studiegebied	15
5.2 Jaarlijkse opbrengst.....	17
5.3 Kwaliteit van biomassa in de uiterwaarden	19
6. De biomassaketten	20
6.1 Biomassa.....	21
6.2 Logistiek.....	21
6.3 Conversie	23
6.4 Producten	28
6.5 Opslag, conditionering en randvoorwaarden	29
6.1.1 Algemene randvoorwaarden voor opslagplaatsen	29
6.6 Huidige opslagsituatie Rijkswaterstaat en alliantiepartners.....	31
7. De biomassastromen.....	32
7.1 grasachtige stromen	33
7.1.1 Vers gras	33
Figuur 15 Vers gras; Compostering zonder opslag.....	34
7.1.2 Droog gras	34
7.2 Houtige stromen.....	36
7.2.1 Vers hout	36
7.2.2 Droog hout	37

7.3 Snoeihout/groenafval	38
8. Veldonderzoek en GIS- analyse	40
8.1 Opslag locaties.....	40
8.2 Verwerkende bedrijven	41
8.3 Veldonderzoek mogelijke opslaglocaties	42
8.3.1 Veldonderzoek sluis- en stuwcomplexen	42
8.2.2 Veldonderzoek eigendommen DLG.....	42
8.2.3 Leegstaande bedrijven	43
9. Conclusies en aanbevelingen	45
9.1 Biomassa in de uiterwaarden	45
9.2 Conclusies t.a.v. de biomassa- keten.....	46
9.3 Conclusies t.a.v. biomassastromen	49
9.4 Conclusies t.a.v. GIS- analyse en veldonderzoek.....	50
Bronvermelding.....	53
Bijlage 1 Tabellen verwerking stortbonnen	56
Bijlage 2 Kaarten mogelijke opslaglocaties	59
Bijlage 3 Tabel verwerkende bedrijven	62
Bijlage 4 Kaart verwerkende bedrijven	63

Figuren

Figuur 1 Schematische weergave van de werkwijze met trefwoorden	11
Figuur 2 Studiegebied IJssel en Twentekanalen.....	14
Figuur 3 Gemiddelde hoeveelheden afkomstig uit het studiegebied over de jaren '11, '12, en '13. ...	17
Figuur 4 Biomassa afkomstig van de Twentekanalen en de IJssel	18
Figuur 5 Schematische weergave biomassaketen <i>(naar Annevelink, 2009)</i>	20
Figuur 7 Gemiddelde voorbewerkingskosten <i>(naar Annevelink, 2009)</i>	22
Figuur 6 Voorbeeld procentuele verdeling van het totale areaal	22

Figuur 8 SWOT analyse composteren	24
Figuur 10 SWOT analyse vergisting	26
Figuur 9 keten composteren en vergisten (<i>brinkman, 2014</i>).....	26
Figuur 11 SWOT analyse verbranding	27
Figuur 12 Biomassastromen binnen het studiegebied.....	32
Figuur 13 Vers gras; vergisting en compostering zonder opslag.....	33
Figuur 15 Vers gras; Compostering zonder opslag.....	34
Figuur 14 Vers gras; inkuilen als buffer	34
Figuur 16 Droog gras; hooien voor veevoer.....	36
Figuur 17 Droog gras; hooien voor droog vergisten	36
Figuur 18 Vers hout; verbranden zonder opslag.....	37
Figuur 19 Vers hout; verbranden met voorbewerking.....	37
Figuur 20 Droog hout; drogen op depot	38
Figuur 21 Snoeihout/groenafval; compostering zonder opslag.....	38
Figuur 22 Snoeihout/groenafval; compostering met opslag.....	38
Figuur 23 Proefopstelling vergisten (foto; Rick Staudt)	41
Figuur 24 Sluiscomplex Delden (foto; Edward Hutten).....	42
Figuur 25 Mogelijke opslaglocatie bij leegstaand bedrijf (foto: Rick Staudt).....	43

Voorwoord

Naast beschikbare informatie in de vorm van beschikbare literatuur, hebben wij veel waardevolle input voor het onderzoek verkregen door gesprekken te voeren met deskundigen, betrokkenen en mensen uit de praktijk.

Een aantal van deze mensen willen wij langs deze weg in het bijzonder danken voor hun tijd en bijdrage aan dit onderzoek:

ir. J Spijker, (Alterra), dr. ir. B Annevelink, (Wageningen Universiteit), dhr. I de Vries, (uitvoerder de Jong en Zn), mevr. J Harbrecht, (GIS expert RWS- Oost), dhr. G Spit, (bedrijfsleider bioconversie Twence) mevr. G Bulten, (projectleider DLG).

Verder gaat onze dank uit naar de begeleiders voorafgaand en tijdens de uitvoering van het onderzoek:

dhr. Yuri Wolf, (contractmanager RWS- Oost), dhr. J Wintermans, (docent hogeschool van Hall Larenstein).



A. Inleiding



1. Inleiding

Rijkswaterstaat vraagt welke locaties binnen het zoekgebied van de IJsseldelta en Twentekanalen geschikt zijn om biomassa op te slaan en te conditioneren.

Tijdens het formuleren van deze vraagstelling blijkt dat er zes samenhangende elementen bestaan die betrekking hebben op het onderwerp en de casus. Opeenvolgend bestaan de elementen uit: biomassa, oogst, opslag, transport, markt en samenwerking. Laatstgenoemde dient waar mogelijk geïntegreerd en toegepast te worden. De basis van het vraagstuk ligt bij de biomassa, waarbij oogsten een logische vervolgstap is om producten te verkrijgen. Er zijn vervolgens verschillende redenen te benoemen om deze oogst op te slaan alvorens deze getransporteerd wordt of de markt op gaat. Om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden dienen drie basiselementen **biomassa, opslag, en logistiek** nader te worden bestudeerd. De andere elementen worden wel behandeld maar zijn vanwege de tijdsduur van het onderzoek niet nader bestudeerd.

Na een inleidende beschrijving van de gevolgde werkwijze wordt ingegaan op de samenstelling van de biomassa binnen het studiegebied. Daarbij worden enkele specifieke soorten benoemd die kenmerkend zijn voor het studiegebied, en/of basis- ingrediënt vormen voor de geoogste biomassa. In hetzelfde hoofdstuk wordt de jaarlijks geoogste hoeveelheid biomassa, en de kwaliteit daarvan besproken.

Om de complexiteit van het onderwerp ‘biomassa’ te verduidelijken wordt de biomassaketen van begin tot eind nader besproken in hoofdstuk 6. Hierbij komen algemene randvoorwaarden aan bod die betrekking hebben op de inrichting, transport of de opslag van biomassa. In hoofdstuk 7 wordt aansluitend daarop aandacht geschonken aan de verschillende biomassastromen (gras, en houtachtige) die in het gebied van toepassing zijn. De mogelijkheden van deze primaire reststromen worden afzonderlijk uitvoerig besproken waarbij per biomassatype voor- en nadelen tegen het licht worden gehouden. Tevens worden specifieke randvoorwaarden beschreven die betrekking hebben op voorbereiding, of inrichting van opslagplaatsen. Na het uiteenzetten van deze thema’s kunnen vervolgens uitspraken worden gedaan in de vorm van conclusies ten aanzien van de inrichting van depots, locatiekeuze, productiemogelijkheden, afzet naar de markt, verwerking etc.

Bij iedere set conclusies worden waar nodig en mogelijk aanbevelingen gedaan. Deze zullen gericht zijn op het treffen van maatregelen of vervolgonderzoek naar specifieke vraagstukken.

2. Probleemstelling en doel van het onderzoek

Rijkswaterstaat Oost- Nederland is als terreinbeheerder de laatste twee jaren actief met het onderzoeken van mogelijkheden voor het genereren van opbrengsten om de onderhoudskosten binnen de uiterwaarden van de IJssel en langs de Twente- kanalen (deels) te compenseren. Dit als reactie op de bezuinigingen van het Rijk. Om het riviersysteem duurzaam en beter betaalbaar te laten functioneren is het programma SSRS (Self Supporting Rivier Systeem) in het leven geroepen. Dit gedachtegoed bevat ideeën voor nieuwe manier van ruimtelijke en economische invulling van de rivierdelta, om de waarden die het gebied heeft optimaal te kunnen benutten. Het doel achter SSRS is het reduceren van kosten met 40% in het jaar 2021 en daarmee een duurzaam en zelfvoorzienend riviersysteem (*Roadmap SSRS, 2011*). Om beheerskosten te reduceren c.q. compenseren worden meerdere mogelijkheden aangedragen. Onder andere recreatie, watergebonden landbouw en biomassa behoren tot de mogelijkheden. Laatstgenoemde is het genereren van opbrengsten uit eigen biomassa waarbij kostenvermindering het uitgangspunt is. Jarenlang zijn grote hoeveelheden biomassa als afval gemaaid, afgevoerd en verwerkt. Door werkzaamheden die contractueel zijn vastgelegd, en doordat afvoergegevens verzameld en geregistreerd worden is inzicht verkregen in de kosten van het beheer. Wat niet bekend is, zijn de potentiële opbrengsten en totale hoeveelheid biomassa als waardevolle grondstof. Tevens is niet duidelijk waar, en op welke manier het materiaal dusdanig opgeslagen en verwerkt kan worden dat de kwaliteit en continuïteit van levering gegarandeerd kan worden.

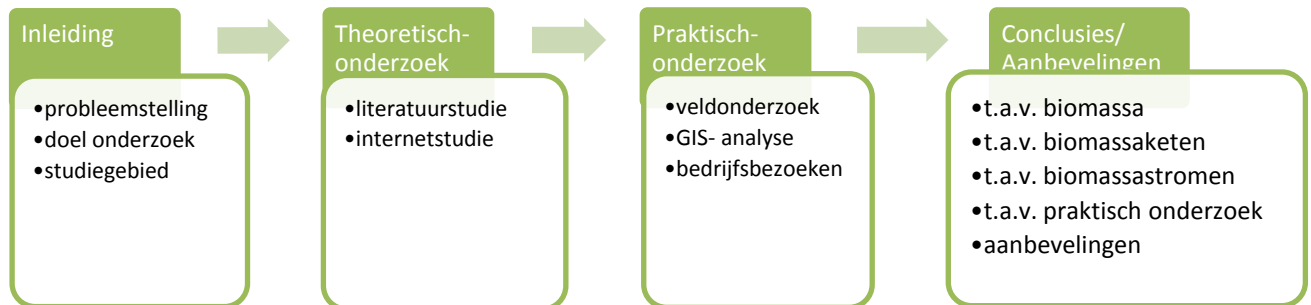
Waar voorheen maaisel en snoeihout/blad gezien werd als afval, is in het huidige en vooral toekomstige tijdperk ruimte voor een andere benadering. Nederland staat aan de vooravond van een transitie in de verwerking van biomassa en afval. Biomassa krijgt als primaire grondstof meer waarde door technologische ontwikkelingen en de stijgende vraag naar groene energie en verantwoorde, duurzame producten. Omdat ook veel andere terreinbeherende instanties baat hebben bij zelfvoorzienende beheersvormen is een 'Letter of intent' ondertekend door verschillende terreinbeherende organisaties, waaronder Rijkswaterstaat als regionale partner. Deze intentieverklaring heeft als doel de levering van biomassa te vergroten, continueren en samenwerking te bevorderen om logistieke kosten voor opslag, aan- en afvoer te beperken.

Samenvattend biedt het onderwerp biomassa en de gehele logistieke keten kansen in de zin van effectief en verantwoord werken, samenwerken en financiële voordelen. Daarnaast bevat het onderwerp biomassa onderdelen en elementen welke nader onderzocht dienen te worden om inzicht te krijgen in de haalbaarheid voor de praktijk.

Doel van dit onderzoek is het vinden van geschikte locaties voor tijdelijke opslag van biomassa binnen het studiegebied, zodat levering aan verwerkende bedrijven gecontinueerd kan worden. Om deze opslaglocaties te kunnen bepalen dienen randvoorwaarden te worden opgesteld. Hierbij wordt rekening gehouden met verschillende aspecten zoals transport, inrichting, wetgeving en producteisen. Afhankelijk van het verwerkingsniveau zijn eisen verbonden aan inrichting, opslagmethoden en eventuele voorbewerking. Tevens is het wenselijk te weten welke hoeveelheden biomassa afgevoerd worden, zodat een inschatting gemaakt kan worden van opslagcapaciteit, marktwaarde, etc. Bij de transitie van afval c.q. kosten, naar oogst en overslag van waardevolle grondstoffen vormen eisen en gemaakte afspraken de kaders en leidraad voor succesvolle ontwikkeling van een duurzaam systeem.

3. Werkwijze en methode

Het onderzoek, bestaande uit verschillende onderdelen wordt in figuur 1 weergegeven. Er zijn een aantal onderdelen welke onderzocht zijn om hoofd- en deelvragen te kunnen beantwoorden. Naast informatie die verzameld wordt uit onderzoeksrapporten en internetbronnen, zijn gesprekken en veldonderzoeken van belang om goede en waardevolle uitspraken te kunnen doen met betrekking tot de verschillende mogelijkheden voor opslag, (rand)voorwaarden, situatie ter plekke etc.



Figuur 1 Schematische weergave van de werkwijze met trefwoorden

Inleiding

In de verkenningsfase is tijdens gesprekken met de opdrachtgever een onderzoeksvraag geformuleerd welke de leidraad vormt voor het uit te voeren onderzoek. Naast de onderzoeksvraag worden probleemstelling en doel van het onderzoek toegelicht, waarna een weergave van het studiegebied, begeleidt door een beschrijving de visuele begrenzing van het onderzoek weergeeft.

Theoretisch onderzoek

Met behulp van literatuur en gesprekvoering met deskundigen uit het werkveld wordt onderzocht welke vormen van biomassa leverbaar zijn uit het studiegebied. Gegevens van de afvoer van biomassa worden verzameld om informatie te verkrijgen over de hoeveelheid biomassa die jaarlijks geoogst wordt.

Op het gebied van logistiek worden verschillende biomassaketens onderzocht en behandelt. Het maken van een juiste logistieke keuze heeft gevolgen voor verdere verwerking en afname van biomassa. Aan de keuze van geschikte opslaglocaties zijn voorwaarden verbonden. Deze voorwaarden komen voort uit eisen die gesteld worden door de opdrachtgever en wetgever. Verder spelen eisen die gesteld worden aan opslag en conditionering door verwerkende bedrijven, en samenwerking in het kader van de biomassa- alliantie een rol bij het formuleren van voorwaarden.

Praktisch onderzoek

In dit onderdeel worden aan de hand van gegevens die verkregen zijn tijdens het onderzoek GIS-analyses uitgevoerd om te onderzoeken waar zich binnen het zoekgebied kansrijke locaties voor opslag bevinden. Daarnaast worden diverse veldbezoeken gebracht in en rondom het studiegebied om de mogelijke locaties in de praktijk te beoordelen.

Conclusies en aanbevelingen

Aan de hand van uitgevoerde literatuurstudies, gevoerde gesprekken en veldonderzoek volgen aan de hand van de resultaten uitspraken en aanbevelingen welke handvaten kunnen bieden bij verdere ontwikkelingen in de komende jaren.



A. Theoretisch onderzoek



4. Karakteristiek en begrenzing van het studiegebied

De rivier Gelderse IJssel is een aftakking van de Neder- Rijn en transporteert ongeveer 1/3 deel van het water dat deze rivier aanvoert vanaf het Pannerdens- kanaal. Vanaf Westervoort (Arnhem) stroomt de rivier in Noordelijke richting naar het Ketelmeer bij Kampen, het Zwarte meer en de randmeren, waarbij de steden Zutphen en Deventer worden gepasseerd. Vanaf het Ketelmeer mondt de IJssel uiteindelijk in het IJsselmeer. Het totale stroomgebied van de rivier is ongeveer 125 kilometer lang (*rws.nl*, 2014). De IJssel vormt voor de landbouw een belangrijke levensader. Ook heeft de rivier een belangrijke functie voor de scheepvaart en watervoorziening in het (Noord)-Westen van Nederland. Het uiterwaardengebied is zeer uitgestrekt en wordt door veel verschillende eigenaren en gebruikers beheerd. Het onderzoek naar de biomassa beperkt zich daarom tot het eigendomsareaal van Rijkswaterstaat waarbij alle, al dan niet uitbesteed beheerde gronden mee worden gerekend.

Naast het stroomgebied van de IJssel, zijn ook de Twentekanalen in het onderzoek betrokken. Het lange kanalen traject dat zich uitstrekt van Enschede tot Eefde, met een zijtak van Almelo naar Delden meet een afstand van 47 en respectievelijk 16 kilometer lang. De hoofdtak van het Twentekanaal vindt bij Eefde aansluiting op de IJssel.

Tijdens het onderzoek naar de locaties voor opslag van biomassa zijn behalve het eigen areaal ook aangrenzende beheersgebieden bestudeerd. Figuur 2 op de volgende pagina geeft het studiegebied weer waarbinnen het onderzoek is uitgevoerd.



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

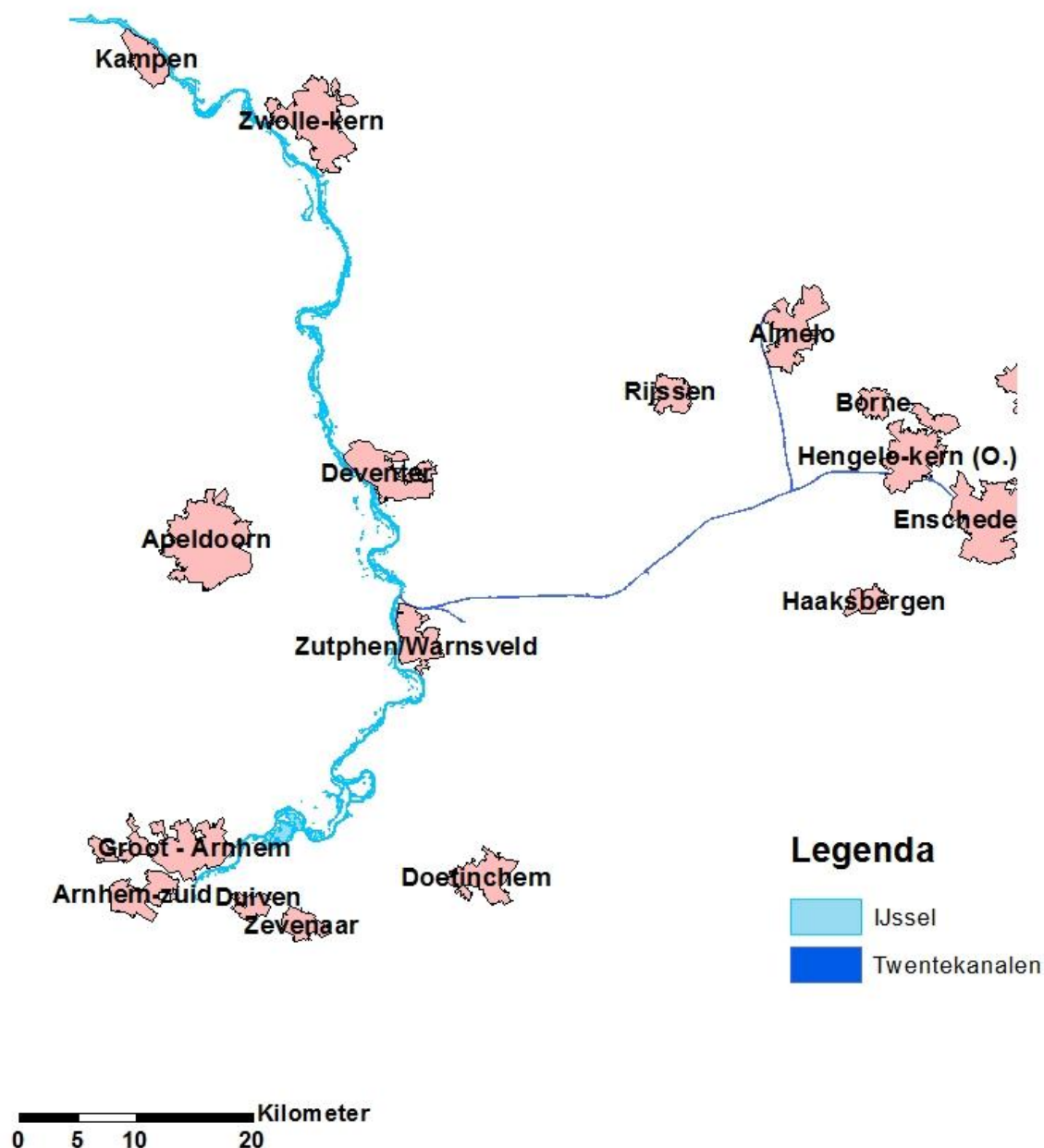


Hogeschool

**VAN HALL
LARENSTEIN**

ONDERDEEL VAN WAGENINGEN UR

Studiegebied IJssel en Twentekanalen



Figuur 2 Studiegebied IJssel en Twentekanalen

5. Biomassa

De uiterwaarden van de Nederlandse rivieren staan bekend om de grote verscheidenheid aan planten- en boomsoorten. Dit heeft enerzijds te maken met verschillen in hoogte, waterstanden, en bodemmateriaal. Anderzijds ligt de oorzaak bij het constant veranderen van deze omstandigheden, de dynamiek. De IJssel behoort tot de minder dynamische van de Rijntakken. Dit heeft vooral te maken met de fixatie van de oevers met behulp van breuksteen (*Kurstjens et al, 2012*). Binnen het beheersgebied worden in het kader van dit onderzoek drie basistypen biomassa onderscheiden: schoon takhout, (berm) maaisel, en blad/ snoeiafval, een type waarin verschillend materiaal aanwezig is. De typering is gebaseerd op afvoergegevens van uitvoerder de Jong en zn., te Beest. Verwerkingsmogelijkheden van deze drie primaire reststoffen vormen de leidraad in de volgende hoofdstukken, waarbij in dit hoofdstuk in wordt gegaan op de aanwezige biomassa in het studiegebied. Tijdens het onderzoek is vanwege de beschikbaarheid van gegevens uitgegaan van de situatie in de periode 2011-2013.

5.1 Biomassa binnen het studiegebied

De biomassatypen die in het onderzoek worden behandeld zijn beschreven en behandeld als een groep van soorten planten. Specifieke soorten waar de biomassa uit bestaat worden hierbij niet behandeld. Omdat het studiegebied relatief soortenrijk is, is het goed om te weten uit welke samenstelling de biomassatypen zijn opgebouwd. Ter informatie volgt daarom in de volgende alinea's een omschrijving van de vegetatiestructuren en individuele soorten bomen en planten welke beheerd worden ter verbetering of behoudt van doorstroming, zicht, algehele veiligheid en hoogwaterveiligheid. Deze soorten vormen de biomassastroom die vrijkomt bij beheer van het gebied.

Houtige biomassa (schoon takhout)

Binnen het studiegebied komen verschillende houtige vegetatiestructuren voor. Het beheer in de IJsseldelta is vooral gericht op doorstroming van rivierwater en het behoudt van zicht voor de scheepvaart. Dit betekent dat het beheer zich over het algemeen beperkt tot de kribvakken, kruisingen met wegen, stranden in de kribvakken, en andere relatief moeilijk bruikbare delen in directe omgeving van de rivier. De uiterwaarden zelf worden in de regel beheerd door andere terreinbeheerders zoals Staatsbosbeheer, Dienst Landelijk Gebied, en agrariërs (*I. de Vries, mondelinge mededeling*). Rijkswaterstaat stelt in verband met de veiligheid binnen het winterbed wel eisen aan het uit te voeren beheer. Hier dienen andere beheerders zich aan te houden.

In de directe omgeving van de rivier groeien op stranden, kribvakken en smalle bermen voornamelijk gras- en stroomdalplanten. Door het maaibeheer wordt de successie jaarlijks teruggezet waardoor bosvorming geen kans krijgt. Toch krijgen jonge bomen en struiken in enkele gevallen de mogelijkheid om verder op te groeien waardoor deze uiteindelijk toch gerooid en gekapt worden. In delen waar de ruimte dit toelaat wordt bosvorming op beperkte schaal toegestaan, mits de veiligheid en zichtbelijning niet in het geding komen. Voorkomend zijn zachthoutsoorten als Katjeswilg (*Salix viminalis*), Kraakwilg (*Salix fragilis*), Schietwilg (*Salix alba*) en Zwarte populier (*Populus nigra*). Laatst

genoemde soort komt behalve in oobossen voor als opslag bij stranden en kribvakken (*natuurkennis.nl*, 2014).

De brede bermen en oevers van de Twentekanalen zijn vooral begroeid met grasachtige en rietvegetaties. Binnen de drie- jarige beheerscyclus worden overgroeïende bomen en uitbreidende houtsingels gerooid, of opgesnoeid waarbij takhout vrijkomt. Tevens is er een hakhoutcultuur in beheer langs de kanalen en het Zwarte water. De oppervlakte daarvan bedraagt ca. 8,5 hectare. De houtige vegetatie langs de kanalen bestaat uit soorten als Zwarte Els (*Alnus glutinosa*), Zomereik (*Quercus robur*), Hazelaar (*Corylus avellana*), Esdoorn (*Acer spec.*), Lijsterbes (*sorbes aucuparia*) en Beuk (*Fagus sylvatica*). De soortsamstelling kan per deelgebied verschillen doordat de kanalen gegraven zijn op verschillende bodemtypen.

Grasachtige biomassa (maaisel)

Door een constant maaibeheer waarbij een frequentie wordt gehanteerd van 1 tot 2 keer per jaar, wordt vrijwel geen kans gegeven aan enige vorm van successie. De grasachtige vegetatie in de uiterwaarden varieert sterk in samenstelling. Dit heeft te maken met het materiaal dat de rivier vervoerd en afzet langs de oevers van de IJssel. In de directe omgeving van de rivier komen grassen en kruiden voor die bestand zijn tegen de kracht van het water en de wind. Door het voedselarmere karakter op de strandjes en kribben hebben de meeste soorten een pionier karakter. Dichter naar de winterdijken gelegen is over het algemeen meer klei afgezet en bevat de bodem meer nutriënten waardoor de soortsamstelling meer grassen bevat en minder kruiden. Omdat het beheer zich in de uiterwaarden beperkt tot grofweg de kribvakken, kruisingen en incidenteel oeverwallen wordt ervan uitgegaan dat de samenstelling van het maaisel dat hieruit afkomstig is veel kruiden bevat. Voor verwerking tot energie of compost levert dit geen problemen op. Als veevoer (hooi) is deze kwaliteit minder geschikt. Redenen hiervoor zijn een lage voedingswaarde, en kans op aanwezigheid van Jacobskruiskruid (*Jacobea vulgaris*). Dit kruid, dat in regelmaat langs de Rijntakken voorkomt veroorzaakt ernstige verstoringen in het spijsverteringsstelsel van grazers (*hartog- lucerne.nl*, 2014). Alvorens te kiezen voor verwerking tot veevoer is het daarom raadzaam de vegetatie uitvoerig te onderzoeken. Doordat ook langs de Twentekanalen dezelfde oppervlakte en maaifrequentie jaarlijks wordt gehanteerd, is de kwaliteit en samenstelling van vrijkomende biomassa uit dit deel van het beheersgebied vrijwel altijd gelijk. Opgemerkt dient te worden, dat onder een beheer van maaien en afvoeren de kans bestaat dat de vegetatie langzaam verschraalt en meer kruiden zal gaan bevatten. Hierdoor neemt het droge- stof gehalte af wat gevolgen kan hebben voor de droge- stofopbrengst. De samenstelling van de vegetatie langs de Twentekanalen bevat over het algemeen meer grassen. Grasachtige biomassa die vrijkomt langs de Twentekanalen kan een belangrijke bijdrage leveren aan de continuering van levering aan biomassa- verwerkende bedrijven doordat de bereikbaarheid goed is, en de jaarlijkse aanwas goed te monitoren is.

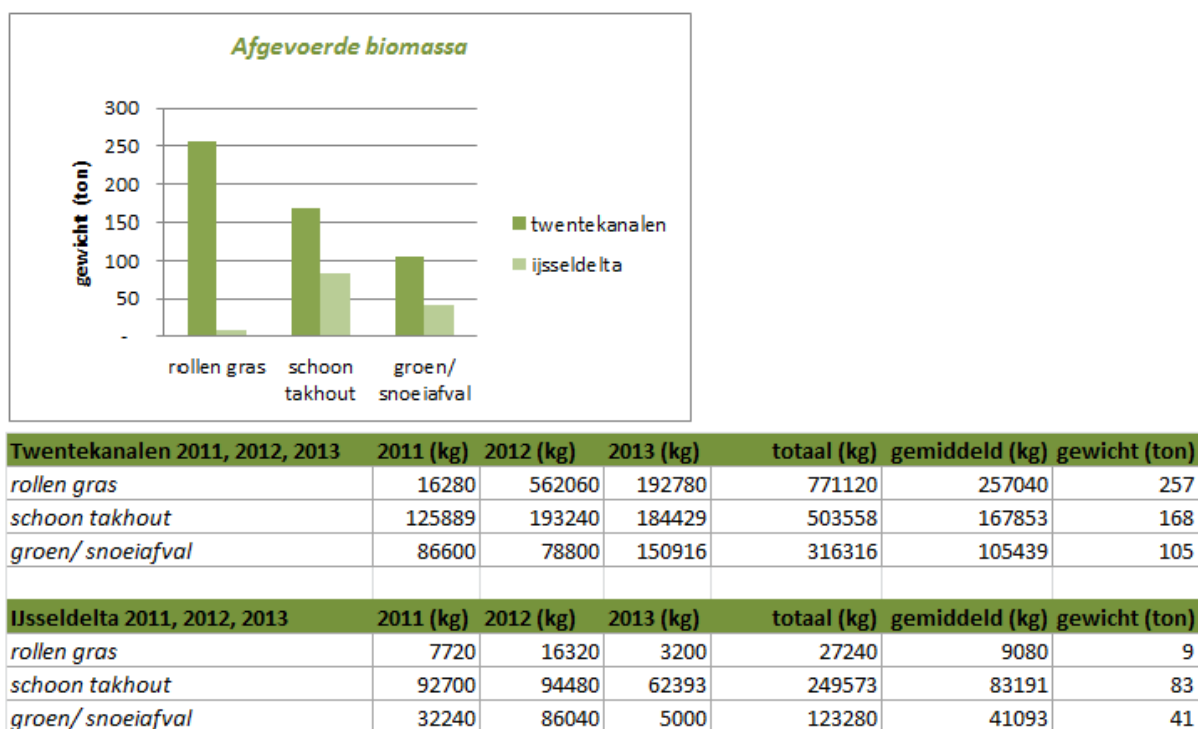
Blad/ snoeihout

Blad en snoeihout, een mengeling van de twee eerder behandelde biomassastromen, wordt in de huidige situatie behandeld als groenafval. Dit komt doordat de samenstelling niet goed gedefinieerd kan worden als houtig of grasachtig doordat er zowel snippers, als blad, als gras aanwezig kan zijn. Er zou gezegd kunnen worden dat wanneer een lading biomassa niet uit één soort biomassa bestaat, deze automatisch binnen de productgroep blad/snoeihout valt. In dit geval wordt de lading gecomposteerd bij het verwerkend bedrijf, en levert het voor zowel de biomassaleverancier, als de

verwerker weinig op. Zoals te zien in figuur 3 in de volgende paragraaf is het aandeel vrijgekomen blad/ snoeihout, ruim 145 ton, aanzienlijk. Met name langs de Twentekanalén wordt veel van deze biomassavorm verzameld. In veel gevallen zal het om dun takhout gaan waarin relatief veel blad aanwezig is. De kans op broei in de lading wordt daardoor vergroot. De verwerker keurt de lading dan af als schoon takhout omdat deze ‘verontreinigd’ is met ander materiaal.

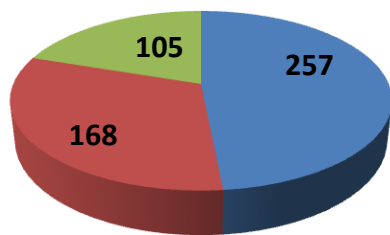
5.2 Jaarlijkse opbrengst

Om een beeld te krijgen van de hoeveelheid biomassa die jaarlijks geoogst wordt, zijn de geleverde stortbonnen van de jaren 2011, 2012 en 2013 doorgenomen. De hoeveelheden zijn per biomassatype gecategoriseerd en opgeteld. De opgetelde hoeveelheden betreffen biomassa afkomstig van beheer in de IJssel- uiterwaarden en de Twente- kanalen, waarbij exacte herkomstlocaties niet zijn vastgesteld doordat deze in trajecten worden weergegeven. Tevens dient vermeld te worden dat een deel van deze stortbonnen ten tijde van het onderzoek niet aanwezig waren waardoor de gegevens niet geheel compleet zijn. In bijlage 1 is de uitwerking van deze stortbonnen weergegeven. Het grootste aandeel biomassa dat vrijkomt bij beheer is afkomstig van de Twentekanalén. Grasachtige biomassa is daarbij de meest vrijkomende vorm. De verschillende categorieën, bestaande uit snoei- en groenafval, gras(rollen), en schoon takhout zijn ingedeeld op basis van omschrijvingen op de stortbonnen. Door verwerkende bedrijven (in de meeste gevallen Bruins & Kwast) is de biomassa ter plaatse geclassificeerd en voorzien van een verwerkingscode, waarbij de classificatie zich beperkt tot compostering en/of vergisting t.b.v. biobrandstof. In het staafdiagram met begeleidende tabel (figuur 3) worden de hoeveelheden per categorie weergegeven.

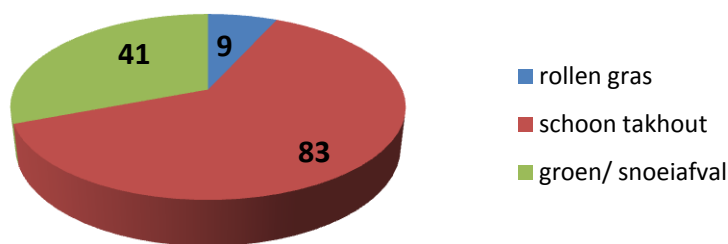


Figuur 3 Gemiddelde hoeveelheden biomassa afkomstig uit het studiegebied over de jaren '11, '12, en '13.

hoeveelheid biomassa Twentekanalen (ton)



hoeveelheid biomassa IJsseldelta (ton)



Figuur 4 Biomassa afkomstig van de Twentekanalen en de IJssel

Twentekanalen

Langs de brede bermen en houtsingels van de Twentekanalen wordt, zoals figuur 3 duidelijk maakt, de meeste biomassa geoogst. Dit geldt voor alle biomassavormen die geoogst worden. In bovenstaande cirkeldiagrammen wordt de gemiddelde hoeveelheid van drie jaren afkomstig van uitsluitend de Twentekanalen nogmaals weergegeven.

Gras vormt de meest constante factor binnen het beheer, omdat de oppervlakte en de maaifrequentie jaarlijks constant is. Hakhout en snoei-beheer worden door de regel eens per drie jaar uitgevoerd (*I. de Vries, mondelinge mededeling*)

IJssel

Zoals reeds vermeld in hoofdstuk 4 is het beheertraject langs de IJssel weliswaar langer (*RWS.nl, 2014*), maar de hoeveelheid biomassa die jaarlijks vrijkomt, is aanzienlijk kleiner. Het cirkeldiagram in figuur 4 laat zien dat het aandeel schoon takhout relatief hoog is ten opzichte van het aandeel bij de Twentekanalen. Om goede uitspraken te kunnen doen over de daadwerkelijke hoeveelheid die jaarlijks vrij komt is een reeks van meerdere jaren nodig. Het is niet duidelijk of het bij vrijkomen van materiaal om een beheersmaatregel, of achterstallig onderhoud (inhaalslag) gaat. Omdat het bestand met stortbonnen ten tijde van het onderzoek niet compleet was, kunnen uitsluitend op basis van de aanwezige bonnen uitspraken worden gedaan. Voor een compleet overzicht zal dit onderwerp nader bestudeerd moeten worden. Figuur 4 geeft de hoeveelheid biomassa, afkomstig van de IJssel weer.

5.3 Kwaliteit van biomassa in de uiterwaarden

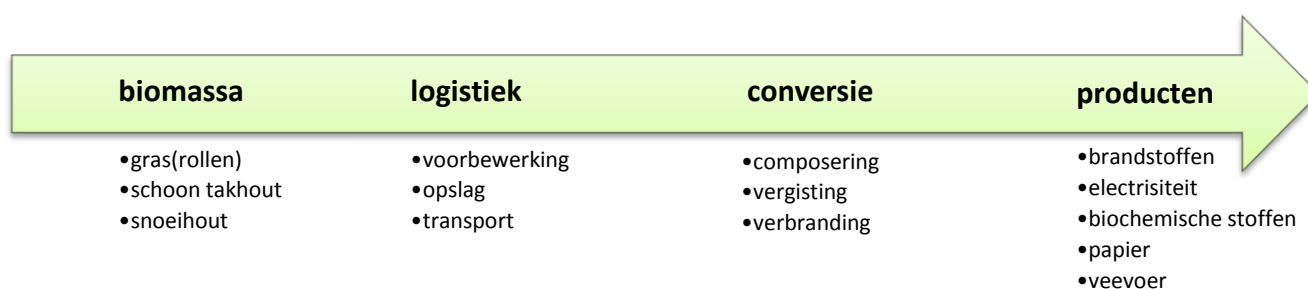
Tijdens het beheer komen er verschillende soorten biomassa vrij. De biomassa in de uiterwaarden en langs de kanalen bestaat voornamelijk uit groen/snoeiafval met blad, takhout en gras-achtige vegetatie. Elke soort biomassa vraagt zijn eigen manier van opslag en verwerking om tot een bepaalde kwaliteit te komen. Het is voor terreineigenaren belangrijk dat zij zich bewust worden van de voordelen van het investeren in de kwaliteit van biomassa, zodat zij een hoogwaardiger product produceren dat tegen een hogere prijs kan worden afgezet (*Boosten et- al 2009*). Daarnaast wordt biomassa nog vaak gezien als een nevenproduct (afvalproduct) en niet als een product waarin men moet investeren om aan de juiste kwaliteitseisen te voldoen. De in Nederland geproduceerde biomassa voldoet als gevolg hiervan lang niet altijd aan de kwaliteitseisen die biomassacentrales stellen, en kan vervolgens niet op een hoogwaardiger niveau verwerkt worden waardoor de prijs laag blijft (*rvo.nl, 2014*).

Het optimaliseren van de kwaliteit van vrijkomende biomassa begint bij het beheer. Om dit te bereiken zijn verschillende aanvullende maatregelen mogelijk die tijdens het beheer kunnen worden toegepast. Het gewenste verwerkingsniveau bepaald uiteindelijk de eisen en de aanvullende maatregelen die nodig zijn. Enkele voorbeelden van aanvullende maatregelen zijn; gepaste maaitechnieken, schoonhouden van het terrein, flora- inventarisatie en het voorkomen van zandverontreiniging doormiddel van weideslepen.

Door meer bewerkingen uit te voeren zijn de productiekosten hoger. Het is daarom van belang om de kosten en baten zorgvuldig af te wegen zodat duidelijk wordt of opschaling naar een hoger verwerkingsniveau rendabel is en past binnen het beheer van Rijkswaterstaat.

6. De biomassaketen

Biomassa kent vele vormen en toepassingen. Het areaal van Rijkswaterstaat biedt verschillende vormen van biomassa. De mogelijkheden voor verwerking van deze primaire reststromen is afhankelijk van de vraag van de afnemer, maar ook van de aanbieder. Wanneer er voor gekozen wordt om biomassa als hoogwaardige grondstof aan te bieden, gelden doorgaans strengere kwaliteitseisen. Dit betekent onder andere dat maatregelen getroffen dienen te worden met betrekking tot inrichting van opslagplaatsen en transportmethoden van biomassa. Verder dient naarmate het niveau van het gevraagde eindproduct hoger is, in hogere mate rekening te worden gehouden met de inrichting en beheer van het terrein. Hierbij wordt gedacht aan bewerking van de groeiende biomassa als weideslepen of bijmesten, en aanleg van extra verharde delen om de oogst efficiënter te laten verlopen. Om aan de eisen te kunnen voldoen die gesteld worden aan de opslag en conditionering van biomassa alvorens deze getransporteerd wordt, dient een keuze te worden gemaakt door zowel producent als verwerker. Wanneer gekozen wordt om op lager niveau te verwerken, dan zijn de opslag en conditioneringseisen ook relatief laag. In het onderzoek is uitgegaan van verwerking op relatief laag niveau, met uitzondering van de productie van veevoer welke een hoogwaardiger product is. Het verwerkingsniveau voor vrijkomende biomassa uit het studiegebied beperkt zich tot veevoeder, vergisting, verbranding en compostering. Conversietechnieken worden in paragraaf 6.3 behandeld. De keuze voor het verwerkingsniveau komt tot stand door rekening te houden met de uitvoering van het werk in de praktijk, wat is haalbaar? Verder speelt de verwerkingscapaciteit van een grondstofhandelaar of eindverwerker een bepalende rol bij het maken van deze keuze (Annevelink & Spijker, 2014). Bijkomend voordeel van een relatief eenvoudig opgezette keten, is dat de toegankelijkheid voor deelname door andere partijen verhoogt wordt, en eventuele investeringen tot een minimum beperkt worden. In onderstaande figuur wordt de biomassaketen als basismodel vereenvoudigd weergegeven:



Figuur 5 Schematische weergave biomassaketen (naar Annevelink, 2009)

6.1 Biomassa

Biomassa wordt door de producent in verschillende typen aangeboden. In de basis bestaan er twee verschillende biomassastromen binnen de keten van Rijkswaterstaat: Grasachtige en Houtige biomassa. Verder is er nog een tussenvorm (groen/snoeiafval) waarvan de samenstelling zowel uit houtige, als grasachtige biomassa kan bestaan. Voor een uitvoerige beschrijving van de biomassastromen en bijbehorende eisen, welke specifiek zijn bestudeerd voor het studiegebied IJssel en Twentekanalen wordt verwezen naar hoofdstuk 7 in dit rapport.

De biomassa wordt in een groot gebied langs de IJssel en Twentekanalen in verschillende, vaak kleine hoeveelheden geoogst. Om efficiënt en kostenbesparend te werken verdient het daarom voorkeur om de biomassa te verzamelen en op te slaan in centrale opslagplaatsen. Naast een functie als verzamelplaats kan biomassa bij opslag worden voorbereid of gedroogd, alvorens het wordt afgevoerd. Door voorbereiding toe te passen kan biomassa gereed gemaakt worden voor langere opslag, verhoging van kwaliteit of als tussenproduct. Daarnaast worden transportkosten bespaard door het materiaal te verkleinen of te drogen waarbij volume en/of gewicht afnemen. Tenslotte kan een opslagplaats dienen als buffer tussen vraag en aanbod in de markt (*Annevelink, 2009*).

Nadat de biomassa van de opslagplaats getransporteerd is naar de verwerker kan het materiaal verder worden bewerkt tot tussen- of eindproduct middels een conversieproces. Conversie (omzetting) kan zowel op een natuurlijke, chemische, als thermische manier plaatsvinden. Een natuurlijke vorm van conversie vindt vaak al plaats tijdens de opslag van biomassa op het terrein van herkomst. Hierbij kan gedacht worden aan de natuurlijke droging van gras en hout aan de wind, maar ook aan een bio- chemische proces als compostering.

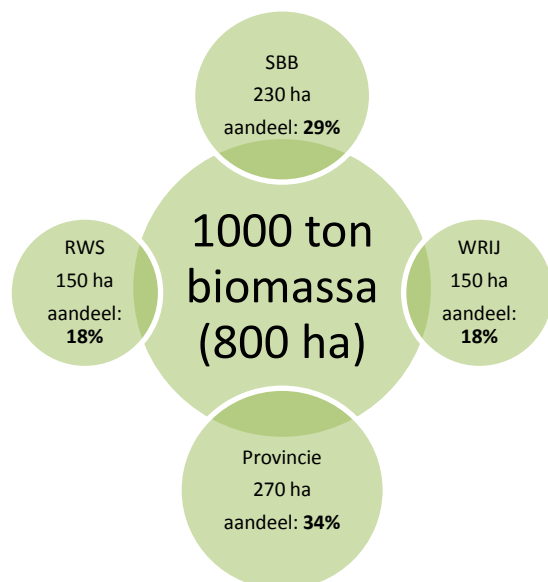
6.2 Logistiek

Zoals de voorwaarden in paragraaf 6.5 en hoofdstuk 7 beschrijven, dienen opslagplaatsen aan bepaalde eisen te voldoen. De bereikbaarheid voor transporteurs is bijvoorbeeld belangrijk, een opslagplaats dient ook goed bereikbaar te zijn voor andere partijen die biomassa willen opslaan.

Afhankelijk van de wens van afnemer en beheerder kan een opslagplaats een eenvoudige inrichting zijn zoals een open veld, waarbij gekozen wordt voor een onverharde of verharde ondergrond. Het kan echter ook een overdekte ruimte zijn waarin biomassa gedroogd kan worden of versnipperd en geperst. Behalve wensen van beide partijen is de keuze van de opslagvorm en daarmee de inrichting van de opslagplaats afhankelijk van de extra kosten die gemaakt worden bij opschaling naar een hoger verwerkingsniveau. Alvorens de opslagmethode gekozen wordt dienen de kosten en baten zorgvuldig te worden afgewogen (*Annevelink, 2009*).

Omdat het de bedoeling is dat meerdere terrein- beherende organisaties gebruik maken van deze opslagplaatsen is een centrale, strategische ligging belangrijk. Collectief opslaan levert als voordeel dat de continuïteit van levering verbeterd wordt bij afname/vraag van grote hoeveelheden. Wanneer gekozen wordt voor een collectieve opslagmethode waarbij een voorbereiding uitgevoerd moet

worden, is het van belang dat de opslagplaats dusdanig wordt ingericht dat de verschillende biomassatypen duidelijk gescheiden worden opgeslagen om kwaliteitsverlies te voorkomen. Wanneer meerdere partijen gebruik maken van de opslagplaats dient rekening te worden gehouden met de complexiteit die deze met zich mee brengt. Het is bijvoorbeeld van belang om te weten wie wat levert, en hoeveel. Een weegbrug bij ieder depot is daarbij een optie maar erg kostbaar



Figuur 6 Voorbeeld procentuele verdeling van het totale areaal

waardoor dit niet haalbaar lijkt. Een andere optie is, om de areaaloppervlakte van elke partij in percentages uit te drukken. De totale hoeveelheid geoogste biomassa van alle partijen wordt voor iedere partij uitgedrukt in een procentueel aandeel. Iedere partij draagt bij in de kosten en profiteert van de opbrengsten al naar gelang het aandeel dat deze in het totaal heeft. In figuur 6 wordt deze optie toegelicht.

Collectiviteit wordt verder bereikt worden door te werken met een goed logistiek plan waarbij gescheiden opslag in combinatie met gezamenlijk transport en kwaliteitsafspraken met betrekking tot de biomassa, daarvoor de leidraad vormt. Op deze manier blijft iedereen eigenaar van, en verantwoordelijk voor biomassa uit eigen terrein (Annevelink & Spijker, mondelinge mededeling, 2014).

Voordeel is dat het transport collectief kan worden ingekocht. Daarnaast wordt de continuïteit van levering verbeterd en behouden alle partijen beter zicht op de opbrengsten en uitgaven. Het logistieke vraagstuk kan door haar omvang en mogelijkheden op zowel eenvoudige, als uitvoerige manier worden uitgewerkt. Om vragen te beantwoorden over samenwerking, kostendeling en planning dient dit onderwerp nader onderzocht te worden.

Vorbewerking

Aan iedere vorm van bewerking, voor of tijdens de oogst en opslag zijn kosten verbonden. Deze kosten dienen evenals de inrichtingskosten van het depot te worden gespiegeld met de baten namelijk verbetering van de kwaliteiten en specificatie van de grondstof die de bewerking oplevert. In onderstaande tabel zijn de gemiddelde kosten van verschillende vormen van vorbewerking weergegeven.

Bewerkingsvorm	Omschrijving	Kosten/ton €
Verkleinen	chippen, malen, versnipperen	€ 15,00
Inkuilen	luchtdicht opslaan	€ 7,50
Drogen	Natuurlijk	€ 7,50
	Geforceerd	€ 45,00
Verdichten	balen, briquetten, pallets	€ 35,00

Figuur 7 Gemiddelde vorbewerkingskosten (naar Annevelink, 2009)

Transport

Transport van biomassa wordt over het algemeen met vrachtwagens via de weg uitgevoerd. Omdat het onderhoud van Rijkswaterstaat voornamelijk wordt uitgevoerd in de directe omgeving van watergangen ligt het voor de hand om naast transport over wegen ook gebruik te maken van binnenvaart. In de huidige situatie wordt bij het onderhoud langs de IJssel door de aannemer gebruik gemaakt van een transportschip waar takhout in geladen wordt. Dit takhout wordt in het ruim gepakt en afgevoerd naar een andere locatie om vervolgens over de weg verder getransporteerd te worden. Een nadeel van het laden in het ruim van het schip, is dat de verwerking naderhand moeizamer verloopt doordat het takhout als een grote geperste massa bij de verwerker aankomt. Volgens de aannemer is het transporteren van takhout de meest voordelige qua tijd en onkosten. Versnipperen is vooral door vaak slechte bereikbaarheid kostbaar, en het laden van snippers kost meer tijd dan het laden van takhout (*I. de Vries, mondelinge mededeling*).

Aan de hand van literatuurstudie komt uit verschillende rapporten naar voren dat de maximale transportafstand voor onbewerkte biomassa van depot naar verwerkend bedrijf als vuistregel <40km bedraagt. Boven deze afstand worden de kosten hoger dan de baten. Wanneer een voorbewerking is uitgevoerd kan de afstand tot de verwerker vergroot worden omdat de houdbaarheid en de opbrengsten verhoogd worden. Regionale verwerking verdient om deze reden te allen tijde de voorkeur (*Boosten et- al, 2009/ ecp-biomass.eu, 2014*).

6.3 Conversie

Om biomassa om te zetten in energie en andere producten worden verschillende methoden toegepast. Methoden en verwerkers stellen eigen specifieke eisen aan de biomassa. Het is daarom van belang dat vooraf duidelijk is naar welke verwerker de biomassa gaat, waarbij van te voren bekend is welk eindproduct vervaardigd wordt. Op deze manier kunnen maatregelen worden getroffen bij de uitvoering van het beheer en de opslag van het materiaal.

In de volgende alinea's wordt kort in gegaan op de meest gebruikte methoden, met daarbij de eisen die aan biomassa gesteld worden zodat deze geschikt zijn voor de betreffende verwerkingsmethode. Daarnaast is er voor elke methode een SWOT-analyse gedaan.

Compostering:

Door een biologisch proces wordt organische stof omgezet in humusachtig materiaal. Doordat het water verdampt en de organische stof afbreekt neemt het droge stofgehalte toe, en neemt het volume af. Dit proces wordt ook wel bio- thermische droging genoemd (*twence.nl, 2014*).

Er worden een groot aantal typen compost aangeboden die grofweg gescheiden kunnen worden in compost uit inzameling van GFT en groen compost (afkomstig van groenafval*). Veel biomassastromen worden uiteindelijk ter compostering aangeboden omdat de kwaliteit niet voldoende is voor een hoogwaardiger verwerking. Dit geldt vooral voor gemengd snoeiafval, maar ook voor gras dat met zand of grond vervuild is. Hierdoor is compostering tot nog toe de meest toegepaste verwerkingsmethode van biomassa. De vergistingsmethode (hoger verwerkingsniveau) wordt wel steeds meer toegepast, en de technieken voor vergisten zijn volop in ontwikkeling.

Compost is in potentie een hoogwaardige meststof. De bindende eigenschappen van deze organische stof verbeteren de vochtregulatie van de bodem en de afgifte van nutriënten aan gewassen. Een nadeel binnen de Nederlandse wetgeving is, dat compost voor de wet nog steeds gezien wordt als meststof. Binnen de mestwetgeving wordt compost vernoemd in het besluit overige organische meststoffen (BOOM). Voor het gebruik van compost als meststof is binnen de wetgeving reeds een uitzondering gemaakt om het gebruik te versoepelen (*mijn.rvo.nl*, 2014).

* Onder groenafval wordt verstaan: Plantaardig materiaal dat vrijkomt bij aanleg en onderhoud van openbaar groen, bos en natuurterreinen, en al het afval dat hiermee te vergelijken is, zoals grof tuinafval, berm- en slootmaaisel, afval van hoveniersbedrijven en agrarisch afval. Wanneer in de zomer bermen worden gemaaid zal de samenstelling van compost rijker zijn aan mineralen dan compost die in de winter wordt gemaakt van hoofdzakelijk snoeihout (*WUR*, 2011).

Eisen:

Geen verontreiniging met: verbrand materiaal; c-hout (geïmpregneerd/verduurzaamd); b-hout (verlijmd/geverfd) en olie/vetten; gevaarlijke chemicaliën; asbest (*Van Ierssel*, 2012).

Sterktes	Zwaktes
- Lagere eisen aan de kwaliteit van de grondstof - Bekende technologie - Grondstof ruimschoots aanwezig	- Hoge verwerkingskosten die zich uiteten in een hoge gate-fee - Uitstoot CO₂ - Risico op geurhinder bij aanlevering van niet vers materiaal
Kansen	Bedreigingen
- Afgekeurd materiaal dat niet geschikt is voor verbranding of vergisting kan alsnog gecomposteerd worden - Er is vraag naar agrarische meststoffen waar compost aan kan voldoen - Er is een toenemende vraag naar veenvervangers, compost kan hier mogelijk aan voldoen	- Er lijkt een verzadiging in de markt te komen - Compost valt onder de mestwet, waardoor het voor agrariërs niet altijd even aantrekkelijk is om dit als meststof te gebruiken

Figuur 8 SWOT analyse composteren

Vergisting:

Vergisting wordt aan de hand van twee methoden toegepast; nat en droog. Bij natte vergisting wordt de biomassa opgeslagen in afgesloten tanks. Op deze manier komt er geen zuurstof bij, waardoor er een hogere omzet is van biomassa naar biogas. Ook zorgt dit voor een temperatuur waar de bacteriën optimaal in werken. De biomassa wordt regelmatig omgeroerd om te voorkomen dat de biomassa uit elkaar valt in verschillende lagen. Dit kan het vergistingsproces vertragen. Het eindproduct is biogas en het restproduct is digestaat, welke als meststof gebruikt wordt in de landbouw (*biobasedeconomy.nl*, 2014.) Natte vergisting is vaak co-vergisting, waarbij 51% mest en maximaal 49% overige biomassa wordt toegevoegd. Natte vergisting kan ook worden toegepast als voorbewerking bij compostering (*J. Spijker*, 2014). Vergisting van gras is voor de opdrachtgever de beste oplossing om gras op een goedkope manier te verwerken. Op dit moment zijn Nederlandse

vergistingsinstallaties echter nog niet in staat om puur gras te vergisten. Dit heeft te maken met de fractiegrootte, verontreiniging, en stugge structuur van het materiaal. Droge vergisting vindt in Nederland nauwelijks plaats. Dit gebeurt eigenlijk alleen bij droge biomassa die anders gecomposteerd zou worden. De biomassa wordt in batches (product met identieke eigenschappen qua grondstof) in afgesloten tanks gestopt en vermengd met de biomassa uit een oude batch. Na vermenging wordt de zuurstof uit de tank gehaald en vervangen door CO₂. Ondanks dat het droge vergisting heet, wordt er toch water toegevoegd, omdat de (gist)bacteriën anders niet kunnen groeien. Als de biomassa vergist is, wordt het grootste deel hiervan verwijderd. Een klein deel blijft achter als basis voor een nieuwe batch (*biobasedeconomy.nl*, 2014).

Een aantal algemene principes over de kwaliteit van maaisel voor vergisting zijn (LNV, 2009):

Vegetatietype: De bacteriën in de vergistingstank kunnen geen houtige biomassa of sterk vezelig materiaal verwerken. Een vergister heeft dan ook geen belang bij biomassa afkomstig van drogere schrale graslanden met houtige vegetaties.

Tijdstip van maaien: Maaiwerk wordt door Rijkswaterstaat vooral ter behoudt van veiligheid en doorstroming uitgevoerd, niet ten behoeve van verwerking van biomassa. Het is echter wel belangrijk om te weten dat het gras de meeste voedingswaarde bevat in het vroege voorjaar. Dit is een belangrijk gegeven voor het gaspotentieel, en daarmee de verwerker. Uitdaging is om de maaibeurten zo uit te voeren dat beide doelstellingen, veiligheid en productie geoptimaliseerd worden.

Maaimethode: Hoe minder zand er in het maaisel zit, hoe beter. Een cirkelmaaier is daarom beter dan een klepelmaaier. De lengte van de grasdeeltjes is een cruciaal aandachtspunt: hoe kleiner de deeltjes, hoe groter het contactoppervlak en hoe makkelijker de bacteriën in de vergister de biomassa kunnen omzetten tot biogas. Het inzetten van een maaier met hakselunit is daarom de beste oplossing tot een grootte van maximaal 4 a 5 cm te komen (*klein Teeselink, z.j.*).

Afvoersnelheid: Door het te laten liggen (en broeien) van maaisel gaat veel waardevolle energie verloren. Jong gras, dus zonder bloeistengels, kan eventueel wel nog 1 à 2 dagen uitgespreid blijven liggen om zodoende het gewenste droge stofgehalte te verkrijgen. Zodra het gras in bloei staat, moet het na het maaien onmiddellijk afgevoerd worden. Indien het langer blijft liggen wordt het droge-stofgehalte vaak te hoog, waardoor het minder geschikt wordt voor vergisting.

Droge stof gehalte: Het drogestofgehalte moet lager dan 15 % zijn. (*projectburodelaat.nl*, 2014)

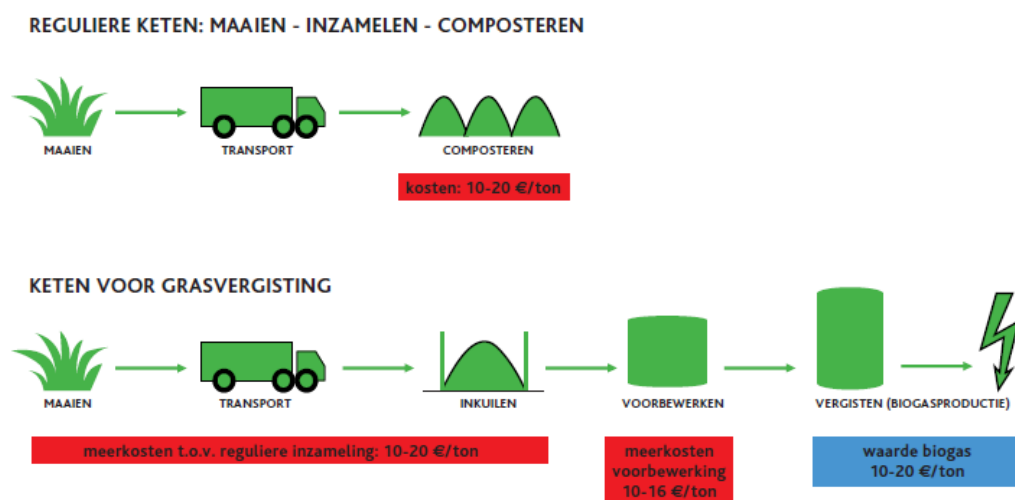
Vervuiling: De vervuiling bedraagt voor organisch materiaal en aarde minder dan 2%. (*Den Ouden, 2012*)

Duurzaamheid : Vergisten is duurzamer dan composteren aangezien vergisten energie (methaangas) oplevert en compost niet. Daarnaast verdwijnt er bij composteren stikstof en bij vergisten niet of nauwelijks, waardoor de voedingswaarde van het digestaat waarschijnlijk hoger is (*Philip Ehlert, 2010*).

De eisen voor vergisting zijn dus aanzienlijk hoger als voor compostering wat dus meer oogstkosten met zich mee kan brengen. Uit onderzoek van Brinkman, (2014) blijkt echter dat vergisten wel financieel aantrekkelijker kan zijn als compostering. Hierbij gelden dan wel de volgende randvoorwaarden:

- Geen vervuiling, zodat er geen extra bewerkingskosten bijkomen.
- Het gras moet van gewenste kwaliteit zijn, dit betreft gras wat bij vergisting tenminste 75-100 Nm³ biogas per ton oplevert. Het betreffen vegetaties van het nutriëntrijke type (veel gras, weinig kruiden).
- De extra oogstkosten die gemaakt worden t.a.v. compostering (aangepast maaien, inkuilen e.d.) worden gecompenseerd door lagere storkkosten. Dit betekent dat de referentie verwerkingsprijs minimaal €10-20 per ton moet zijn. Als de huidige afvoer van gras relatief weinig kost is vergisting (financieel gezien) minder aantrekkelijk.

In figuur 9 worden de verschillende ketens met daarbij horende kosten weergegeven. Hierbij moet worden opgemerkt dat er ook nog een dusdanig verschil kan zitten tussen transportkosten wat de keuze voor de methode kan beïnvloeden.



Figuur 9 keten composteren en vergisten (brinkman, 2014)

Sterktes	Zwaktes
- Duurzamer dan compostering - Oogsthoeveelheden jaarlijks redelijk stabiel	- Hogere eisen aan maaisel - komt in pieken vrij, dus opslag noodzakelijk voor jaarrond productie - Veel digestaat wat alsnog gecomposteerd moet worden, waardoor kosten oplopen
Kansen	Bedreigingen
- Veel grondstof potentieel voorl vergisting - Door verbetering maaibeheer, mogelijk betere kwaliteit grondstoffen verwacht	- Kans op tegenstand (ecologie) wanneer gestreefd wordt naar verbetering maaibeheer - Huidige vergistingssystemen in Nederland renderen (nog) niet zonder subsidie

Figuur 10 SWOT analyse vergisting

Verbranding:

Door verhitting en een overdaad aan zuurstof wordt de organische stof omgezet in voornamelijk CO₂, H₂O, warmte en ontbrandbare delen. De vrijkomende energie wordt aangewend voor de productie van stoom, welke via een stoom- en gasturbine (STEG) warmte en elektriciteit opwekt. (projectburodelaat.nl, 2014)

Afhankelijk van de verwerkingsmethode en het type oven waarin het materiaal uiteindelijk verbrand of vergist wordt gelden verschillende eisen met betrekking tot fractiegrootte van de deeltjes, vochtgehalte, as- gehalte en de dichtheid (Kienhuis, 2013). Het is daarom van belang om te weten naar welke afnemer de biomassa gaat en welke eisen deze stelt. Met name het vochtgehalte kan bepalend zijn voor de inrichting van opslag plaatsen

Algemene Eisen:

- Afhankelijk van het systeem ligt het optimum vochtgehalte tussen de 10 en 50%. (Spijker, 2103)
- Voor Houtboilers en houtsnipperketels, houtchips met een vochtpercentage < 35 %, maximaal 5 gewichtprocent blad en maximaal 5 % gewichtprocent verontreiniging zoals zand en restafval, vanwege de emissie-eisen en de slijtage aan de installatie. (projectburodelaat.nl, 2014)

Sterktes	Zwaktes
- Minder gevoelig m.b.t. zwerfvuil - Bij goede kwaliteit mogelijk opbrengsten uit oogst	- Komt in pieken vrij, opslag noodzakelijk voor jaarrond levering - Materiaal moet gedroogd worden
Kansen	Bedreigingen
- Toepassing in kleinschalige verwarming van gebouwen - Innovatie biedt goede perspectieven in de toekomst voor vermindering van stortkosten - Technologie komt op om grassen te verbranden	- Het versnipperen van hout kan door publiek als verspilling van grondstoffen gezien worden en dus als minder duurzaam

Figuur 11 SWOT analyse verbranding

6.4 Producten

Als laatste in de biomassaketen worden de producten beschreven die na conversie kunnen ontstaan. Het betreft een globale beschrijving waarbij voor nadere bestudering verwezen wordt naar voor dit onderzoek gebruikte literatuur.

Compostering

De compost die bij compostering vrij wordt onderscheiden in gft- compost en groencompost, waarbij groencompost afkomstig is van groenafval. De composteerder kan een keurmerk aanvragen waarmee de kwaliteit gegarandeerd wordt. Voor het in aanmerking komen van dit keurmerk dienen er aan specifieke eisen m.b.t. vervuiling voldaan te worden.

Gebruik van compost valt sinds 2008 onder het Besluit Gebruik Meststoffen, waarbij het maximum bepaald wordt door gebruiksnormen van stikstof en fosfaat (WUR, 2011).

Gerben Spit (Twence):

“Ik vind het bijzonder dat compost als meststof is opgenomen in de mestwetgeving. De mestwetgeving is bedoeld om het risico op uitspoeling en overmatig gebruik van mest te reguleren. Compost heeft juist de eigenschap om nutriënten en vocht vast te houden en is dus een heel andere grondstof. Het zou een stuk gemakkelijker zijn om compost niet als mest te zien!”

Vergisting

Bij vergisting komt biogas (energie) vrij dat hoofdzakelijk bestaat uit methaan (CH₄) en koolstofdioxide (CO₂). Het water en de onverteerbare delen die overblijven is het digestaat. Enkele toepassingen van biogas zijn (*biobasedeconomy.nl, 2014*):

- productie van warmte in aangepaste branders
- productie van elektriciteit en warmte in gasmotoren.
- productie van elektriciteit en warmte in gasturbines
- productie van groen gas door opwerking
- productie van grondstoffen in de chemie

Het digestaat dat overblijft is een reststroom. Wanneer het aan de meststoffenwet voldoet kan het als meststof worden gebruikt in de landbouw, of verhandeld worden. De bemestende waarde van digestaat is hoger dan gewone meststoffen doordat tijdens het vergistingsproces organisch gebonden nutriënten als stikstof en fosfor vrijkomen (*agentschap NL, z.j.*).

Verbranding

De warmte die vrijkomt bij verbranding van biomassa wordt gebruikt om een stoomturbine aan te drijven. De elektriciteit die de turbine opwekt kan voor eigen gebruik dienen, of als groene stroom worden verkocht. Daarnaast vindt er verbranding op kleinere schaal plaats voor verwarming van woonwijken en gebouwen.

6.5 Opslag, conditionering en randvoorwaarden

Door biomassa op de juiste manier op te slaan kunnen verschillende verwerkingsniveaus worden onderscheiden en kan er mogelijk een hoogwaardiger product worden geleverd waarbij meer inkomsten worden gegenereerd. Aan iedere verwerkingsmethode van biomassa zijn specifieke eisen verbonden. Het is dus belangrijk vooraf te weten naar welke verwerker de biomassa gaat, om zodoende rekening te kunnen houden met deze eisen. Vooral nog is de verwerking veelal in handen van de grotere verwerkingsbedrijven. In de meeste gevallen gaat het overigens niet om eindverwerkers maar om tussenhandelaren. Alvorens de specifieke eisen worden beschreven van de conversietechnieken gelden er een aantal algemene randvoorwaarden waar de opslagplaatsen minimaal aan moeten voldoen. Deze worden in de volgende paragraaf behandeld.

6.1.1 Algemene randvoorwaarden voor opslagplaatsen

Aan het bepalen van de locaties voor depots om biomassa op te slaan zijn een aantal randvoorwaarden verbonden. Deze randvoorwaarden zijn mede opgesteld door de opdrachtgever, maar komen ook voort vanuit wetgeving, medegebruik van depots (*Biomassa alliantie, 2013*), veiligheid en ethische aspecten als natuur en beleving. Allereerst worden de randvoorwaarden per thema opeenvolgend benoemd. In de daaropvolgende alinea's wordt per thema omschreven waar rekening mee dient te worden gehouden. Aan de hand van de gestelde randvoorwaarden kunnen vervolgens met behulp van literatuurstudies en GIS- software kaarten worden gemaakt waarin de locatiebepaling wordt gevisualiseerd.

Randvoorwaarden t.a.v. Natuur en milieu/wetgeving

Oogst levert geen of minimale schade op aan de natuur binnen het beheerd terrein

Tijdens de oogst van biomassa dient rekening te worden gehouden met de aanwezige flora en fauna in het beheerde terrein. De Flora- en fauna wet schrijft voor dat verstoring tot een minimum beperkt moet worden. Om het onderhoud toch uit te kunnen voeren kan gebruik worden gemaakt van de gedragscode voor bestendig gebruik en beheer. Deze gedragscode mag door de uitvoerder/ eigenaar worden opgesteld. Hierin staat onder andere omschreven op welke manier gewerkt wordt en welke maatregelen worden getroffen om schade en verstoring tot een minimum te beperken (*antwoordvoorbedrijven.nl, 2014*). Rijkswaterstaat hanteert eigen gedragscodes welke te vinden zijn in 'Gedragscode Flora- en faunawet Bestemd voor bestendig beheer en onderhoud en kleinschalige ruimtelijke inrichting of ontwikkeling' (*Rijkswaterstaat.nl, 2014*). De gedragscode van Rijkswaterstaat beschrijft een ecologisch verantwoorde manier van beheer. Verstoring en vernieling worden beperkt tot een minimum.

Oogst blijft beperkt tot bestendig beheer en cyclisch beheer, met uitzondering van graslanden

Tijdens de uitvoering van de huidige beheersmaatregelen komt biomassa vrij. In dit onderzoek wordt er van uit gegaan dat het beheer in principe niet veranderd. Bij eventuele toekomstige waardestijging van biomassa kan het wenselijk zijn om het beheer te gaan intensiveren om meer inkomsten te genereren. Er zijn op dit moment echter verschillende aspecten die intensivering van het beheer te ontmoedigen. Zo zijn de beheertypen erg gevoelig voor verstoring in de maai- of kapcyclus. Hierdoor kunnen waardevolle soorten verdwijnen. Tevens is nog onvoldoende onderzoek verricht naar de toegevoegde financiële waarde van intensivering in het beheer (*de Jong et- al, 2012*)

Er bestaat een minimale afstand tot bebouwing i.v.m. stankoverlast

Gezien wetgeving is het noodzakelijk dat het depot i.v.m. stankoverlast minimaal 100 meter van bebouwing staat binnen de bebouwde kom, en minimaal 50 meter buiten de bebouwde kom. (*wetten.overheid.nl*, 2014). Hierbij dient te worden opgemerkt dat dit per gemeente kan verschillen.

Vergunningsplicht?

Wanneer er binnen een bedrijf tijdelijk groenafval/biomassa wordt opgeslagen dat ook daadwerkelijk binnen hetzelfde bedrijf is vrij gekomen en wordt opgeslagen, geldt geen vergunningsplicht. (*infomil.nl*, 2014).

Randvoorwaarden t.a.v. transport en logistiek

De maximale onderlinge afstand tussen depots bedraagt 30 kilometer

Uit een rapport van Probos (*Boosten et- al 2009*) wordt duidelijk dat de inzet van een tractor met container-carrier kostentechnisch interessant is tot een werkschaal van maximaal 15 km. De belangrijkste reden is de geringe laadcapaciteit van landbouwwagens en de lage transportsnelheid. Het beheer in de uiterwaarden wordt voornamelijk uitgevoerd met tractoren en andere landbouwvoertuigen. Op basis daarvan is de voorwaarde vastgesteld voor een maximale afstand van 30 km tussen de depots zodat nooit meer dan 15 kilometer gereden hoeft te worden vanaf de oogstplaats.

Maximale afstand tot verwerkende bedrijven bedraagt 40 kilometer

Gezien de grote hoeveelheden biomassa is het belangrijk om het transport zoveel mogelijk te beperken. Boven een transportafstand van 40 km stijgen de kosten ruim boven de inkomsten. Tijdens de analyses wordt daarom rekening gehouden met een maximale afstand van 40 kilometer tot verwerkende bedrijven (*vd Brugge et- al, 2013*).

Depots zijn bereikbaar via een (deels)verharde weg

Transport van biomassa wordt over het algemeen met een vrachtwagencombinatie uitgevoerd. Door het zware gewicht en laadvermogen is het daarom van belang dat de weg (deels) verhard is. Daarnaast dient de weg minimaal 3 meter breed te zijn, gezien de afmeting van een vrachtwagen doorgaans 2,55 meter is (*evo.nl*, 2014).

Depot dient 365 dagen per jaar toegankelijk te zijn, ook tijdens hoogwater

Aan de hand van gegevens uit het hoogwaterbestand wordt bepaald welke locaties 365 dagen per jaar vrij toegankelijk zijn.

Randvoorwaarden t.a.v. medegebruik

Werkzaamheden worden gezamenlijk gepland en afgestemd op de vraag van de afnemer/ verwerker (oogstplan, transportschema's)

Door samenwerking met andere TBO's kan kwaliteit en levering gecontinueerd worden. Bovendien kan door samenwerking kostenbesparend getransporteerd worden. Ten aanzien van de LOI wordt verlangd dat men zich inspant voor gezamenlijke oogst en transport (*letter of intent*, 2013).

Medegebruikers hebben toegang tot elkaars depot

Om tot een economisch slimme logistiek te komen kan het wenselijk zijn om elkaars depot te gebruiken. Hiervoor kunnen partners onderling nadere afspraken vastleggen (*letter of intent*, 2013). Gezamenlijk gebruik van opslag depots heeft zowel voor- als nadelen. Een goed plan waarin afspraken als samenwerking en kostendeling worden vastgelegd is hierbij noodzakelijk.

Bij bepaling van depotlocaties wordt rekening gehouden met aangrenzende TBO's

De locatie zo gelegen dat meerdere TBO's gebruik kunnen maken van het depot. Op deze manier kan er in een depot meer worden opgeslagen, waardoor verwerking- en transportkosten lager kunnen uitvallen. Ook hiervoor geldt dat er ten aanzien van de LOI wordt verlangd dat men zich inspant voor gezamenlijke oogst en logistiek (*letter of intent*, 2013)

6.6 Huidige opslagsituatie Rijkswaterstaat en alliantiepartners

Bij bevraging van de aannemer is aangegeven dat Rijkswaterstaat in de huidige beheersituatie geen gebruik maakt van opslagplaatsen. Gras wordt gemaaid en op rol geperst, of los afgevoerd. Deze grasrollen blijven in de meeste gevallen 2 tot 3 dagen op de productieplaats liggen, waarna deze rechtstreeks worden opgeladen en afgevoerd naar de verwerkende bedrijven. Voor snoeiafval en schoon takhout geldt dat deze binnen 14 dagen na oogst geladen worden vanaf de productieplaats. Zowel gras, snoeiafval, als schoon takhout wordt gescheiden afgevoerd en aangeboden bij de verwerker (in de meeste gevallen Bruins en Kwast, te Goor).

Binnen de biomassa- alliantie zijn beheerders die in aangrenzend gebied reeds beschikken over opslagplaatsen. Waterschap Rijn en IJssel bijvoorbeeld, beschikt over een aantal opslagplaatsen waarvan een vijf- tal gelegen zijn in de directe omgeving van de Twentekanal en de IJssel. In bijlage 2 worden de opslagplaatsen van het waterschap weergegeven. Binnen het studiegebied is ook het Waterschap Vechtstromen actief. Verspreidt over het studiegebied heeft ook deze partij locaties in de vorm van zuiveringsinstallaties die mogelijk ruimte bieden voor opslag van biomassa. Mogelijkheden voor opslag bij deze partijen dienen nader te worden onderzocht.

Wanneer tussen partners onderling wordt afgesproken om gezamenlijk gebruik te maken van de opslagplaatsen dienen deze bij alle partners aan dezelfde inrichtingsvoorwaarden te voldoen voor opslag (Specifieke inrichtingsvoorwaarden, hoofdstuk 7). Op deze manier is de kwaliteit op alle locaties van het zelfde niveau. Gelijke kwaliteit bij alle opslagplaatsen kan tevens een bijdrage leveren aan de continuïteit van levering.

Er is contact gezocht met dhr. Willink, Adviseur reststoffenverwerking bij het waterschap Rijn en IJssel. Er is gevraagd naar de voorwaarden die het waterschap stelt aan opslag van biomassa.

WRIJ stelt voor opslag van biomassa de volgende eisen (*Willink*, 2014):

- Het materiaal wordt maximaal 6 tot 10 weken opgeslagen i.v.m. geurhinder
- De opslagplaats is geen composteerinrichting, het materiaal dient daarom tijdig te worden verwijderd.

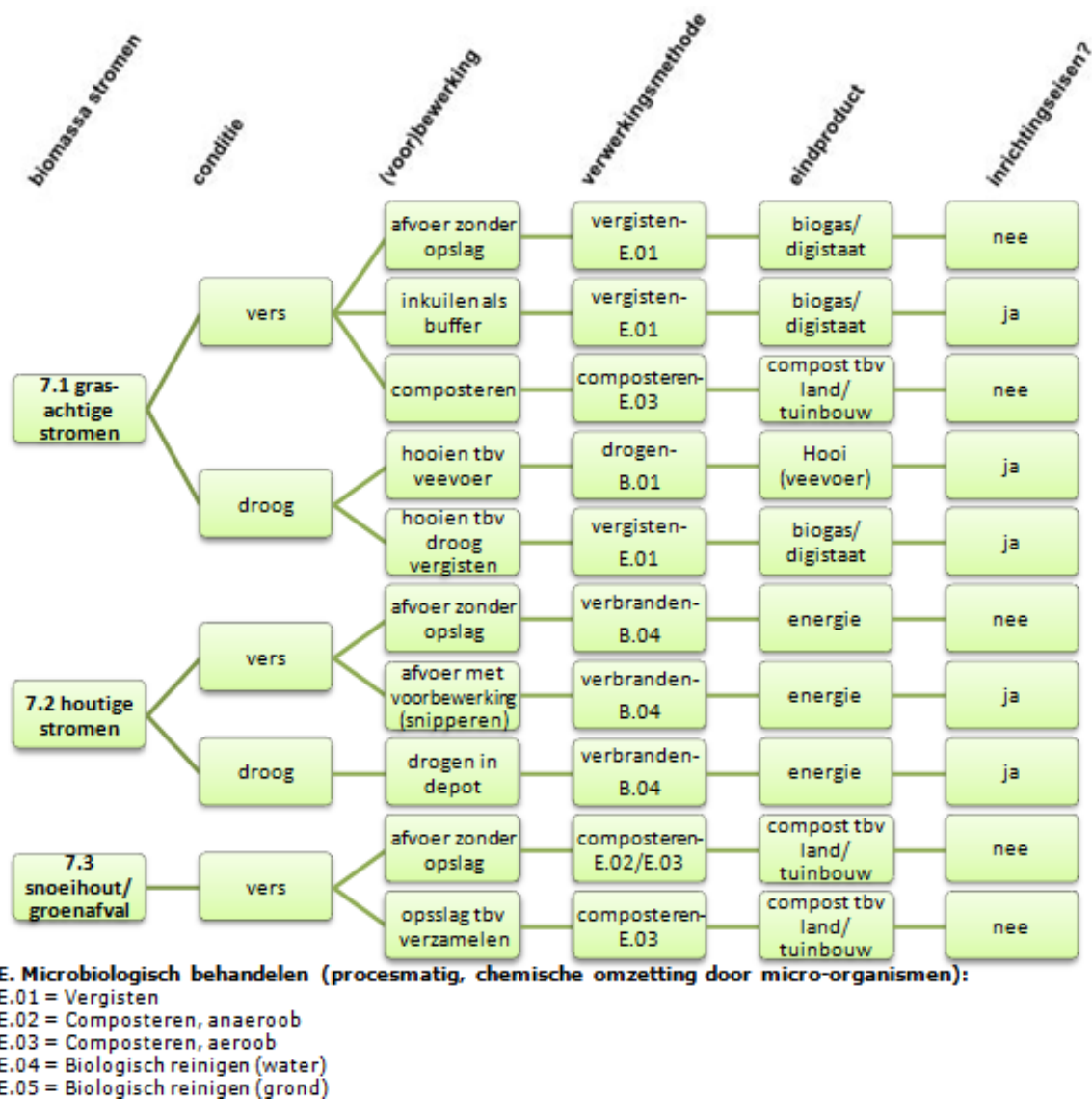
Deze basiseisen sluiten goed aan bij de verwerking van het materiaal dat vrijkomt tijdens het beheer in het studiegebied. In vrijwel alle gevallen van verwerking is het zaak om het materiaal zo snel

mogelijk op te slaan of te verwerken. Het verwerkingsniveau is naast wetgeving en hinder over het algemeen bepalend voor de inrichting en duur van opslag.

7. De biomassastromen

Om biomassa om te zetten in bruikbare producten worden verschillende verwerkingsmethoden toegepast welke reeds zijn toegelicht in paragraaf 6.3. Verwerkers stellen eigen eisen aan de aan te leveren biomassa waardoor het van belang is dat vooraf duidelijk is naar welke verwerker de biomassa gaat en welke verwerking deze ondergaat. Hierdoor kan er rekening worden gehouden met beheer en opslagvoorzieningen.

In onderstaande figuur worden de verschillende biomassastromen zoals deze voor het areaal van Rijkswaterstaat van toepassing zijn weergegeven. Hierbij wordt per verwerkingsmethode en productkeuze aangegeven of er eisen zijn verbonden aan de inrichting van opslagplaatsen. In de paragrafen 7.1-7.3 worden de 3 biomassastromen en eventueel bijbehorende eisen behandeld.



Figuur 12 Biomassastromen binnen het studiegebied

7.1 grasachtige stromen

Tijdens het beheer komt veel grasachtige biomassa vrij (hoofdstuk 5) welke op verschillende manieren opgeslagen of rechtstreeks verwerkt kan worden. Deze vorm van biomassa wordt onderverdeeld in vers gras, en droog gras:

7.1.1 Vers gras

Rechtstreeks zonder opslag

De meest efficiënte manier is om het vrijkomende maaisel meteen af te voeren naar het verwerkende bedrijf voor vergisting of compostering. Op die manier is het niet nodig om maatregelen te treffen voor het opslaan. Helaas is dit maar voor een klein gedeelte mogelijk aangezien het gras in pieken vrij komt, en de verwerker deze hoeveelheden niet aan kan. Het is daarom belangrijk vooraf goed te inventariseren hoeveel en wanneer de verwerker de biomassa kan gebruiken.

Methode	Eisen	Inrichtingseisen depot
Vergisten	- Drogestofgehalte < 15% - Geen vervuiling - Geen houtige gewassen - Gras moet verkleind zijn, tot max 4 a 5 cm	- Geen
Compostering	- Geen verontreiniging met verbrandmateriaal, c-hout; b-hout, olie/vet, gevaarlijke chemicaliën, asbest	- Geen

Figuur 13 Vers gras; vergisting en compostering zonder opslag

Inkuilen als buffer

Het verse gras kan op een depot ingekuild worden om als buffer te dienen voor vergisting. Wanneer de buffer groot genoeg is, zou het mogelijk moeten zijn om de verwerker het hele jaar door te kunnen voorzien van gras wat aan de eisen voor vergisting voldoet. Dit is zonder opslag onmogelijk gezien de flora- en faunawet, en vanwege groeistop in de winter.

Het is van belang om het gras luchtdicht op te slaan, om broei en kwaliteitsverlies tegen te gaan. Dit kan gelijk tijdens het oogsten gedaan worden door gras in balen te persen en te wikkelen.

Een andere, goedkopere methode is inkuilen. Door het gras op een verharde plaat luchtdicht op te slaan, worden biochemische processen vertraagd. Er bieden zich ook andere innovatieve methoden aan, waarbij het gras op een flexibele manier wordt opgeslagen. Zo biedt het bedrijf 'Machine green' een flexibel systeem aan waarbij gras in folieslurven geperst wordt die rondom dicht zijn. Op deze manier is er geen last van geuremissie en weglekken van sappen, zelfs op een niet verharde locatie (*machines4green.nl*, 2014).

Methode	Eisen	Inrichtingseisen depot
Vergisten	- Drogestofgehalte < 15% - Geen vervuiling - Geen houtige gewassen - Gras moet verkleind zijn, tot max 4 a 5 cm	- In principe geen voor gewikkelde balen of folieslurf. Indien het volgens de 'agrarische methode' ingekuild wordt, heeft een verharding de voorkeur.

Figuur 14 Vers gras; inkuilen als buffer

Composteren

Wanneer het gras niet geschikt is voor vergisting door vervuiling met bijvoorbeeld zand, of omdat er teveel houtig materiaal in zit, wordt het aangeboden voor compostering. Bij het composteren van bermmaaisel wordt indien nodig het materiaal verkleind in een hakselaar of breker en hierdoor wordt het meteen gemengd. Het verkleinen is noodzakelijk wanneer gemaaid is met een cirkelmaaier, of wanneer het erg structuurrijk is. Na het verkleinen en mengen wordt dit op hopen of rillen gelegd, en worden deze regelmatig omgekeerd. Hierdoor komt er meer zuurstof bij, wordt het luchtiger, en mengt het materiaal zich.

Hoewel voor composteren de eisen niet hoog zijn, kan de kwaliteit van maaisel het proces wel beïnvloeden. Composteerinstallaties krijgen het liefst vers maaisel aangeleverd. Hoe verser het is, hoe makkelijker het gecomposteerd kan worden. Wanneer het materiaal ouder is dan 1 week zal het composteren aanzienlijk moeilijker gaan, en kunnen zich brokken niet gecomposteerd materiaal gaan vormen. Dit brengt geurhinder met zich mee van gedeeltelijk rottend maaisel.

Doordat bermmaaisel een beperkte structuur heeft, kan er bij compostering van uitsluitend bermmaaisel mogelijk onvoldoende toevoer van zuurstof plaatsvinden. Hierdoor kan het van een aerob composteerproces overgaan in een ongecontroleerde anaerobe vergisting. Hierdoor leent bermmaaisel met een meer houtige vegetatie zich beter voor compostering (Gobel, 2009).

Methode	Eisen	Inrichtingseisen depot
Compostering	- Geen verontreiniging met verbrandmateriaal, c-hout; b-hout, olie/vet, gevaarlijke chemicaliën; asbest.	- Geen

Figuur 15 Vers gras; Compostering zonder opslag

7.1.2 Droog gras

Hooien veevoer

De bermen van het Twentekanaal bestaan hoofdzakelijk uit kruidige plantensoorten met relatief veel grassen waardoor het als veevoer bruikbaar kan zijn. Bermmaaisel kan ingekuild worden, waardoor het voor langere tijd bruikbaar is. In vergelijking met productie van ander ruwvoer, zijn de kosten relatief laag.

In theorie zou bermmaaisel dus interessant kunnen zijn voor verwerking als veevoer. Uit onderzoek van De Wilde & Hermy (2000), blijkt dat de voedingswaarde van bermgras dicht in de buurt kan

zitten van productiegras. De enorme spreiding in kwaliteit van bermgras is wel opvallend, waardoor de waarde niet te garanderen en moeilijk te voorspellen is. Ook is de voedingswaarde van de eerste snede aanzienlijk hoger dan de tweede. Daarnaast is zoals in paragraaf 5.1 benoemd de kans groot dat door het verschralingbeleid de voedingswaarde terug zal lopen. Naast de voedingswaarde in de vorm van vezels en ruwe eiwitten, is het van belang te weten welke diersoorten gevoerd gaan worden met het bermgras. Wanneer de voedingswaarde en het droge stofgehalte teruglopen als gevolg van verschralingbeheer is het een goede optie om een hooi type speciaal voor paarden te gaan produceren. Paarden hebben minder behoefte aan de opname van eiwitten en hebben een gevoelig spijsverteringssysteem doordat het geen herkauwers zijn. Zij hebben daardoor behoefte aan een soortenrijk hooi type met een laag fructaan- gehalte*. Wanneer gekozen wordt om het gras twee keer per jaar te maaien, kan de eerste snede vanwege de relatief hoge voedingswaarde dan dienen als voer voor bijvoorbeeld rundvee of vergisten. De tweede snede, die in het najaar wordt geproduceerd bevat aanzienlijk minder eiwitten en fructanen, en is daardoor meer geschikt voor paarden.

Het maaitijdstip is voor het produceren van goed paardenvoer ook belangrijk. Fructaan wordt aangemaakt onder invloed van zonlicht. Bij warm weer groeit het gras en wordt het fructaan omgezet in biomassa. In koude perioden met veel zonlicht wordt veel fructaan aangemaakt maar weinig omgezet in biomassa vanwege de kou. Het fructaan wordt dan opgeslagen in de plant zodat deze beschermd is tegen vorst. Aangeraden wordt daarom, om te maaien in de zomer of najaar wanneer het fructaan- gehalte laag is (*hoefnatuurlijk.nl*, 2014).

* Fructaan is een koolhydraat en dient als energieopslag bij de groei van gras. Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat hoge gehalten fructanen hoefbevangenheid (aandoening) kan veroorzaken bij paarden (*paardnatuurlijk.nl*, 2014).

Naast samenstelling, maaitijdstip en voedingswaarde dient het terrein vrij te zijn van verontreiniging.

Met name metalen kroonkurken, draad en blikjes kunnen fataal zijn voor herkauwers (*Gobel*, 2003). De aanwezigheid van Jakobskruid (*Senecio vulgaris*) dient tevens uitgesloten te worden. Dit in opmars zijnde kruid uit de composietenfamilie vormt een bedreiging voor het spijsverteringssysteem van graasdieren. Het is daarom van belang om het terrein te controleren alvorens gestart wordt met maaien.

Als laatste kan het drogen van gras een praktisch probleem zijn. Normaal gesproken wordt dit natuurlijk gedroogd door schudden tot ongeveer een vochtgehalte van 25%. In smalle bermen langs wegen, en op de taluds van de kanalen kan dit beperkingen opleveren in verband met de verkeersveiligheid of de bewerking.

Methode	Eisen	Inrichtingseisen depot
Veevoer	- Geen zwerfvuil - Geen Jakobskruid (Senecio vulgaris) - Geen zand (maaier met cirkelmaaier) - Droge stof gehalte >75 - Letten op fructaan- gehalte	- Verharding voor inkuilen

Figuur 16 Droog gras; hooien voor veevoer

Hooien voor droog vergisting

Zoals in paragraaf 6.3 besproken wordt droog vergisten in Nederland weinig toegepast. Niet te min is dit een alternatief potentieel voor vergisting. Substraten die geschikt zijn voor droog vergisting dienen een hoog droge stof percentage te hebben van 15-35% of zelfs meer. Momenteel loopt er een project in Wageningen waarbij onderzocht wordt of droge vergisting van berm- en natuurgras een aantrekkelijk alternatief is voor compostering, zowel uit het oogpunt van energieproductie als van een verantwoorde toepassing van het digestaat (*wageningenur.nl*, 2014). Om continuering te kunnen waarborgen is het noodzakelijk om het gras in te kuilen. Hiervoor dient de kuilplaats verhard te zijn.

Methode	Eisen	Inrichtingseisen depot
Droog vergisten	- Droge stof gehalte 15-35 % - Minimale vervuiling met zand en blad	- Verharding voor inkuilen

Figuur 17 Droog gras; hooien voor droog vergisten

7.2 Houtige stromen

De houtige biomassa die vrijkomt (hoofdstuk 5) kan op diverse manieren verwerkt worden. Deze vorm van biomassa kan worden aangeboden in verse en droge conditie. In de volgende sub-paragrafen worden beide typen behandeld.

7.2.1 Vers hout

Rechtstreeks transport

Voor het (tak) hout dat vrijkomt, kan gekozen worden om dit zonder voorbewerking rechtstreeks naar de verwerker te transporteren. Deze methode wordt door de huidige aannemer toegepast is (*l. de Vries, mondelinge mededeling*). Hierbij is het van belang dat het materiaal naar een regionale verwerker gaat, aangezien er veel lucht vervoerd wordt, waardoor de transportkosten anders te hoog worden. Een voordeel van het rechtstreeks transporteren is dat de verwerkende partij zelf kan bepalen op welke manier dit hout verkleind wordt, aangezien elke verbrandingsinstallatie specifieke eisen stelt aan het materiaal. Een ander voordeel is dat onbewerkt takhout eenvoudig opgeslagen en gedroogd kan worden, zonder kwaliteitsverlies. De verwerker heeft echter wel meer ruimte nodig om het takhout op te slaan.

Methode	Eisen	Inrichtingseisen depot
Verbranden	- Minimale vervuiling zand, en blad	- Geen

Figuur 18 Vers hout; verbranden zonder opslag

Vorbewerking

Er kan ook gekozen worden om het takhout voor transport te versnipperen/chippen. Dit kan vooral rendabel zijn bij transport over langere afstand, aangezien er minder lucht vervoerd wordt. Hiervoor dienen de takken wel verzameld te worden op een tijdelijke opslag waar ze versnipperd worden. Aangezien de vervuiling met zand zo min mogelijk moet zijn, heeft het de voorkeur om dit op een verharde plaats te doen.

Door het versnipperen ontstaan snippers die gebruikt worden voor energieomzetting door verbranding in biomassacentrales. Het rendement van de centrales wordt grotendeels bepaald door de kwaliteit van de chips. Hierbij spelen fractiegrootte, vochtgehalte en asgehalte een belangrijke rol (*Boosten et- al 2009*). Aangezien er veel verschillende installaties zijn, en er (nog) geen uniforme kwaliteitseisen zijn voor houtchips is het van belang om vooraf te inventariseren naar welke verwerker de chips gaan en welke eisen er gesteld worden.

Methode	Eisen	Inrichtingseisen depot
Verbranden	- Minimale vervuiling met zand en blad	- Verharding

Figuur 19 Vers hout; verbranden met verbewerking

7.2.2 Droog hout

Drogen op depot

Naast verbewerking kan er voor gekozen worden om het takhout op te slaan om zo tot het gewenste vochtgehalte van < 35 % te komen (*projectburodelaat.nl, 2014*). Naast het voordeel van minder vocht, waardoor de houdbaarheid wordt verlengd, worden ook de transportkosten aanzienlijk lager doordat het nettogewicht is afgenomen. Er kan daarom meer droge stof worden geladen per transport. Wanneer er geoogst is in de periode dat er blad aan de bomen zit kan deze opslag ook dienen om zo tot de gewenste waarde van minimale vervuiling met blad te komen.

Een andere optie kan zijn om de takken te chippen en die vervolgens op te slaan. Een nadeel hiervan is dat de chips lastig ongecontroleerd op te slaan zijn, voor een langere tijd i.v.m. groei.

Een bijkomend voordeel van opslag is dat er op afroep geleverd kan worden aan de verwerkende bedrijven en er op die manier continuering bereikt kan worden. Wanneer het kleine hoeveelheden betreft heeft het opslaan van takhout in plaats van chips hierbij de voorkeur. Wanneer grote hoeveelheden verzameld zijn, of wanneer meerdere partijen veel hout hebben liggen kan het interessant zijn om op de opslaglocaties het hout te laten chippen. Verder onderzoek naar de kosten en baten van verbewerking wordt hierbij geadviseerd.

Methode	Eisen	Inrichtingseisen depot
Verbranden	- Minimale vervuiling met zand en blad	- Verharding

Figuur 20 Droog hout; drogen op depot

7.3 Snoeihout/groenafval

Het snoeihout / groenafval is een verzameling van de hierboven genoemde soorten, dat ter compostering wordt aangeboden (hoofdstuk 5). Het vrijgekomen materiaal kan op onderstaande manieren aangeboden worden

Afvoer zonder opslag

Wanneer grote hoeveelheden vrij komen wordt geadviseerd om rechtstreeks aan te bieden bij het verwerkende bedrijf zodat er geen extra handelingen verricht hoeven te worden. Iedere extra handeling kost geld en levert niets op doordat compost (nog) geen energie terug levert bij verwerking.

Methode	Eisen	Inrichtingseisen depot
Compostering	- Geen verontreiniging met verbrandmateriaal, c-hout; b-hout, olie/vet, gevaarlijke chemicaliën; asbest.	- Geen

Figuur 21 Snoeihout/groenafval; compostering zonder opslag

Opslag t.b.v. verzamelen

Indien er kleinere hoeveelheden vrij komen kan ervoor gekozen worden om dit tijdens het beheer op een centrale plaats op te slaan en te transporteren wanneer er voldoende beschikbaar is. Aangezien de eisen voor compost niet hoog zijn, zijn er geen specifieke eisen voor de opslaglocatie nodig.

Methode	Eisen	Inrichtingseisen depot
Compostering	- Geen verontreiniging met verbrandmateriaal, c-hout; b-hout, olie/vet, gevaarlijke chemicaliën; asbest.	- Geen

Figuur 22 Snoeihout/groenafval; compostering met opslag



B. Theoretisch onderzoek



8. Veldonderzoek en GIS- analyse

Aan de hand van de randvoorwaarden is met behulp van ArcGis, versie 10.1 een analyse gedaan naar de mogelijkheden voor opslag van biomassa en verwerkende bedrijven. Hierbij is rekening gehouden met randvoorwaarden in relatie tot transportafstanden, welke in paragraaf 6.5 reeds besproken zijn.

Volgens de randvoorwaarden dient een mogelijke opslaglocatie maximaal 15 kilometer van de IJssel of Twentekanalen te liggen, en een verwerkend bedrijf maximaal 40 kilometer. Aangezien Arcgis met hemelsbreedte werkt, is voor de bepaling van opslaglocaties een buffer van 10 kilometer gehanteerd. Dit komt in de praktijk neer op maximaal 15 kilometers. Voor de verwerkende bedrijven is wel een buffer gehanteerd van 40 kilometer, aangezien dit vanaf het desbetreffende depot is en de buffer berekend wordt vanaf de waterwegen. Uiteraard verdient het de voorkeur om aan het dichtstbijzijnde bedrijf te leveren. Aan de kaarten is een databestand gekoppeld dat voor Rijkswaterstaat beschikbaar is. Met deze data kan inzichtelijk gemaakt worden waar en wat de precieze locatie is.

Door de spreiding van het onderzoeksgebied is het niet mogelijk gebleken één duidelijke kaart te maken van de IJssel en Twentekanalen. Er is daarom gekozen om het gebied in drie delen te splitsen namelijk; Noord, Zuid en de Twentekanalen.

8.1 Opslag locaties

Op volgorde en vraag van alliantiepartners en opdrachtgever zijn in eerste instantie opslaglocaties van het Waterschap Rijn en IJssel en sluizen van de Twentekanalen in kaart gebracht waarbij randvoorwaarden als criteria leidend zijn. Een dekkend netwerk van opslaglocaties is zoals in de randvoorwaarden beschreven wordt gewenst om logistieke kosten en tijd te besparen. Omdat genoemde objecten geen dekkend netwerk opleveren is gekeken naar andere mogelijkheden. Hiervoor zijn opstallen van DLG geanalyseerd. Verkregen data van DLG bestaat uit opstallen die variëren van toiletgebouw tot sleufsilo. Om hieruit een selectie te maken is met behulp van GIS gekeken naar mogelijk interessante locaties in de vorm van trefwoorden zoals; boerderij met opstallen, sleufsilo's, mestplaten, landbouwschuren etc. Dit heeft geresulteerd in een lijst met 34 mogelijke locaties.

Bij het samenstellen van de kaarten blijkt dat met name langs de Twentekanalen niet voldoende mogelijkheden zijn om tot een dekkend netwerk te komen, aangezien nauwelijks eigendommen van DLG of Waterschap Rijn en IJssel gelegen zijn en sluizen te ver uit elkaar liggen. Als alternatief is met behulp van Googlemaps gekeken naar boerderijen die gelegen zijn in directe omgeving van de Twentekanalen, en daardoor als mogelijke opslaglocatie in aanmerking komen. Enkele van deze objecten zijn als optie in kaart gebracht, en liggen conform randvoorwaarden maximaal 30 kilometer uit elkaar. Ook zijn er enkele andere locaties als een waterzuivering van waterschap Vechtstromen, een zandopslag van de opdrachtgever, en de vuilstort Lochem in kaart gebracht. De daadwerkelijke waarde van deze objecten als opslaglocatie dient nader onderzocht te worden, evenals eventueel andere eigendommen van Rijkswaterstaat, waterschappen en andere terreinbeheerders. In bijlage 2

worden achtereenvolgens mogelijke locaties voor het Noordelijk areaal, Zuidelijk areaal en Twentekanalen weergegeven.

Naast opslaglocaties bij boerderijen, bedrijfsterreinen en zuiveringsinstallaties kan bij de opslag van gras gekozen worden voor gebruik van slurfsilo's (paragraaf 7.1.1). Het voordeel van deze opslagmethode is dat vrijwel iedere locatie geschikt is. Er behoeven, mits goed bereikbaar geen maatregelen te worden genomen voor de inrichting* (*machines4green.nl*, 2014). Voor het droog en schoon opslaan van Hout(snipper) is een schone verharde ondergrond wel noodzakelijk.

* Voor tijdelijke opslag van biomassa, afkomstig van eigen grond geldt géén vergunningsplicht voor opslag. Wel dient de biomassa dan op eigen grond opgeslagen te worden (*infomil.nl*, 2014).

8.2 Verwerkende bedrijven

Om de mogelijkheden voor (regionale) verwerking in kaart te brengen zijn deze in eerste instantie gelokaliseerd door gebruik te maken van internetsites. Hierbij is rekening gehouden met de randvoorwaarde dat het verwerkend bedrijf zich binnen een straal van 40 kilometer moet bevinden ten opzichte van het beheerde terrein.

Aan de hand van de website www.biomassawerven.nl en www.avih.nl zijn alle bedrijven die actief zijn in de verwerking of handel met biomassa onderzocht. Indien nodig is contact gezocht met deze bedrijven om de mogelijkheden voor afname en verwerking te bespreken. Bedrijven die als geschikte partner in aanmerking komen zijn met contactgegevens vermeld in bijlage 2. In deze bijlage wordt gewerkt met codes om weer te geven welke verwerkingsmethoden het betreffende bedrijf kan aanbieden.

Om meer inzicht te krijgen in de verwerkingsmethodes is er een bedrijfsbezoek verricht bij afvalverwerker Twence in Hengelo. Twence is bezig met het opstarten van een proefopstelling (figuur 23) om puur gras in de vorm van bermgras te gaan vergisten. Bij geslaagde ontwikkeling van dit project zal de jaarlijkse verwerkingscapaciteit 2000ton bedragen en kunnen ze in de toekomst mogelijk een interessante partner worden voor Rijkswaterstaat. Gerben Spit, werkzaam bij Twence, verwacht dat het leveren van grasachtig materiaal voor vergisten geen opbrengsten zal generen, maar dat het mogelijk in de toekomst wel kosteloos gestort kan worden.



Figuur 23 Proefopstelling vergisten (foto; Rick Staudt)

8.3 Veldonderzoek mogelijke opslaglocaties

Om wat te kunnen zeggen of de mogelijke opslaglocaties daadwerkelijk geschikt zijn voor opslag heeft er een veldonderzoek plaatsgevonden waarin een aantal mogelijke opslaglocaties zijn bezocht. In de volgende subparagrafen worden deze behandeld.

8.3.1 Veldonderzoek sluis- en stuwcomplexen

Tijdens veldinventarisatie zijn een aantal sluis en stuwcomplexen bezocht om te onderzoeken of deze daadwerkelijk geschikt zijn – of geschikt gemaakt kunnen worden- voor opslag van biomassa. De sluis van Delden/ Wiene (figuur 24) is een ruimegelegen locatie. Aan het eind van het schouwpad zoals te zien in figuur 6 zou biomassa in de vorm van een slurfsilo of kuil kunnen worden opgeslagen. Het eindpunt van het schouwpad ligt op een afstand van ruim 200meter van de openbare weg waardoor geurhinder wordt geminimaliseerd. De ligging is verder gunstig doordat de eventuele opslag niet in het directe zicht ligt. Biomassa kan op deze locatie per boot of vrachtwagen worden aangevoerd. Omdat deze locatie gelegen is aan de berm van het kanaal is deze bovendien eenvoudig te bereiken door tractoren met opraapwagens. Tijdens het veldbezoek viel het op dat de sluis een drukbezocht object is. Om tegenstand te voorkomen is het van belang om eventuele hinder tot een minimum te beperken.



Figuur 24 Sluiscomplex Delden (foto; Edward Hutten)

In bijlage 2 is een kaart weergegeven met potentiële locaties zoals het voorbeeld van het sluiscomplex te Delden, welke geschikt kunnen zijn voor opslag van biomassa. Belangrijk hierbij is, dat voldaan wordt aan de randvoorwaarden, waarna specifieke voorwaarden die besproken worden in hoofdstuk 7 de inrichting van de opslagplaats bepalen.

8.2.2 Veldonderzoek eigendommen DLG

Na het vervaardigen van de kaarten zijn een aantal boerderijen bezocht waarbij is gekeken naar de staat van de opstallen, eventuele bewoning, en bereikbaarheid vanaf de (rijks)weg. Tijdens bezoek aan deze boerderijen bleken deze allen bewoond en voor zover mogelijk, in gebruik te zijn. Één van de bezochte bedrijven (Almen) wordt tijdelijk bewoond. Bedrijfsgebouwen die van belang zouden zijn voor de opdrachtgever zijn vorig jaar gesloopt.

De bereikbaarheid is goed maar over het algemeen gelegen aan kleinere wegen. In sommige gevallen grenst de grond van een desbetreffend bedrijf wel aan een rijksweg. Met een kleine

aanpassing zou er een inrit gemaakt kunnen worden om het transport te vereenvoudigen. Ervan uitgaande dat een groot deel van deze boerderijen in gebruik zijn en bewoond, is het raadzaam om de mogelijkheden voor opslag nader te onderzoeken waarbij gesprekken met eigenaren/ pachters duidelijkheid kunnen verschaffen omtrent de mogelijkheden en eventuele kosten. Omdat vanwege de omvang van het onderzoek slechts een 4- tal boerderijen bezocht zijn, kunnen geen uitspraken worden gedaan over de staat van de overige boerderijen, gebruik, of bereikbaarheid.

8.2.3 Leegstaande bedrijven

Tijdens het veldonderzoek is een leegstaand bedrijf aangetroffen dat mogelijk interessant kan zijn als opslaglocatie. Het betreft een oude betonfabriek met goede mogelijkheden voor verharde opslag en zelf overdekte opslag. Het terrein, gelegen aan de rand van Lochem, grenst aan het Twentekanaal. Voor de opslag van grote hoeveelheden (bijvoorbeeld wanneer gekozen wordt om met alliantiepartners gezamenlijk biomassa op te slaan) zouden deze objecten zeer geschikt kunnen zijn voor tijdelijke opslag. Wel bestaat het risico dat een dergelijk object wordt verkocht. Er zal dan weer gezocht moeten worden naar een nieuwe locatie.

Ook bij de beschrijving van opslaglocaties in bestekken en kaarten zijn locaties met een permanent karakter te verkiezen boven tijdelijke.



Figuur 25 Mogelijke opslaglocatie bij leegstaand bedrijf (foto: Rick Staudt)



D. Conclusies en aanbevelingen



9. Conclusies en aanbevelingen

Tijdens de uitvoering van het onderzoek zijn aan de hand van geraadpleegde deskundigen, literatuur en veldonderzoek vragen behandeld die deels voorafgaand, deels ten tijde van het onderzoek gesteld zijn. In dit afsluitende hoofdstuk worden conclusies getrokken uit de deelonderwerpen van het onderzoek. Tevens worden op basis van de verkregen informatie, en aan de hand van de conclusies aanbevelingen gedaan om de opdrachtgever handvaten te bieden bij het transitieproces van afval naar grondstof in de komende jaren. In de volgende sub- paragrafen worden uitspraken gedaan ten aanzien van het deelonderwerp, waarna een reeks aanbevelingen volgen.

9.1 Biomassa in de uiterwaarden

In het onderzoek zijn aan de hand van beschikbare gegevens en literatuur de verschillende biomassatypen (zie paragraaf 5.1), hoeveelheden en de kwaliteit daarvan onderzocht en besproken. Hierbij zijn verschillende bezoeken gebracht aan het studiegebied en zijn afvoergegevens bestudeerd op het hoofdkantoor van Rijkswaterstaat- Oost.

Aan de hand van onderzoek naar de biomassatypen en hoeveelheden binnen het studiegebied kunnen de volgende uitspraken worden gedaan:

- Er zijn verschillende biomassatypen in het gebied aanwezig waarbij naast houtige, vooral de grasachtige biomassa potentie biedt voor productie voor verwerkende bedrijven ten behoeve van vergisting of veevoer.
- De Twentekanalen produceren aanzienlijk meer biomassa dan de IJssel. Gras levert het grootste aandeel biomassa in beide gebieden.
- De opbrengst van biomassa verschilt bij bestudering van de gegevens van jaar tot jaar, en betreft een schatting op basis van beschikbare informatie.
- Het bestand stortbonnen is niet altijd compleet. Dit zorgt voor incomplete afvoergegevens.
- Door berekenen van gemiddelden kan een redelijke schatting gemaakt worden over een periode van drie jaar.
- Er wordt gewerkt aan een inhaalslag. Veel biomassa is daardoor in één keer afgevoerd. Een berekening over een langere periode zou meer duidelijkheid kunnen geven over daadwerkelijke hoeveelheden.
- Het weer kan van invloed zijn op het gewicht van de biomassa. hier dient te allen tijde rekening mee te worden gehouden.
- De kwaliteit van de biomassa is in potentie goed maar bevat volgens afvoergegevens vaak verontreiniging. Dit is op stortbonnen bijvoorbeeld te zien aan het afwaarderen van schoon takhout naar snoeiafval t.b.v. compostering.
- Er wordt op dit moment in principe zaken gedaan met slechts één verwerkende partij. Deze kan hout snipperen en composteren. Vergisten behoort voor dit bedrijf (nog) niet tot de verwerkingsmogelijkheden.

Aanbevelingen

Om goede uitspraken te kunnen doen t.a.v. hoeveelheden dienen stortbonnen zorgvuldig verzameld en opgeslagen te worden. Aanbevolen wordt om afvoergegevens waar mogelijk te digitaliseren zodat op eenvoudige manier inzicht wordt verkregen in afgevoerde hoeveelheden.

Om biomassa te verwerken op een hoger niveau wordt aanbevolen om te kijken wat andere verwerkende bedrijven in de regio aanbieden. Wanneer zaken wordt gedaan met slechts één partij, is deze ook bepalend voor het verwerkingsniveau en daarmee gemoeide kosten. Een andere optie kan zijn om samen met de verwerkende partij te kijken naar de mogelijkheden voor opschaling van het verwerkingsniveau. Hierbij kan worden gedacht aan gezamenlijke investering, of samenwerking met andere verwerkers. Nader onderzoek is hierbij gewenst.

9.2 Conclusies t.a.v. de biomassa- keten

Algemeen

Er zijn verschillende verwerkingsmogelijkheden voor vrijkomende biomassa in het studiegebied. Het verwerkingsniveau tot tussen- of eindproduct wordt bepaald door de haalbaarheid van beheer in de praktijk. Doordat het areaal niet wordt bemest heeft de vrijkomende biomassa bijvoorbeeld een lagere voedingswaarde waardoor het gaspotentieel lager is dan gras afkomstig van agrarisch land. Verder is de kans op verontreiniging met zwerfvuil en zand groter door ligging en extensief beheer. Ten aanzien van de haalbaarheid van het verwerkingsniveau en de kwaliteit van de biomassa kunnen de volgende uitspraken worden gedaan:

- Het eindproduct bepaald het verwerkingsniveau, voorbewerking en de opslagmethode. Het is daarom belangrijk om wensen en afspraken goed te communiceren met de afnemer
- De kwaliteit van de biomassatypen is goed, maar de manier van oogsten binnen een extensieve beheervorm veroorzaakt verontreiniging met zand. Daarnaast vormt zwerfvuil een bron van verontreiniging.
- Een opslagplaats dient naast verzamelplaats als buffer tussen vraag en aanbod, en is daardoor van belang voor zowel producent als afnemer.
- Aan iedere vorm van voorbewerking zijn kosten verbonden. Kosten en baten dienen zorgvuldig te worden afgewogen.
- De transportafstand van depot tot eindverwerker mag niet meer zijn dan 40 kilometer. Bij langere afstanden worden transportkosten hoger dan de uiteindelijke opbrengst.
- Voor veel conversiemethoden is verontreiniging een probleem bij de verwerking tot product, waardoor meestal alsnog overgegaan wordt op compostering (hoofdstuk 7).

Aanbevelingen

Hanteer tijdens de opstartfase van het transitieproces een laag instapniveau voor de verwerking en opslag van biomassa. Wanneer het systeem van opslag, transport en continuïteit naar wens verloopt, kan worden overwogen om de biomassa op hoger niveau te laten verwerken. Als voordeel levert dit een hogere reductie in de kosten op. Het nadeel is dat door het hogere verwerkingsniveau de gestelde eisen ook hoger zijn. Daarbij wordt de vraag gesteld of de opdrachtgever kan voldoen aan deze hoger gestelde eisen, gezien het toegepaste extensieve beheer en de openbare ligging van het beheerde terrein. Nader onderzoek wordt aanbevolen om uitsluitsel te geven omtrent dit onderwerp.

Onderzoek mogelijkheden voor aanpassing van (maai)beheer. Hierbij kan gedacht worden aan bijvoorbeeld verhoging van de maaihoogte om verontreiniging te minimaliseren. Tevens is de manier van opslaan en de inrichting van opslaglocaties belangrijk (zie aanbevelingen t.a.v. randvoorwaarden). Het is bijvoorbeeld raadzaam om hout waar blad aanzit eerst te laten drogen zodat het blad er af valt. Hierdoor kan een dergelijke vracht verwerkt worden als schoon takhout in plaats van groenafval.

Conversiemethoden

Voor de verwerking van biomassa voor ieder afzonderlijk type verschillende conversiemethoden beschikbaar om een tussen of eindproduct te vervaardigen. Voor de opdrachtgever zijn deze doormiddel van een SWOT- analyse weergegeven in paragraaf 6.3 uit dit onderzoek kunnen de volgende uitspraken worden gedaan:

- Er zijn veel verschillende methoden en mogelijkheden voor verwerking van biomassa.
- Op dit moment zijn de ontwikkelingen in de verwerkende industrie in volle gang. Helaas kan nu allen op beperkte schaal biomassa worden verwerkt op een hoger niveau in de vorm van gesubsidieerde projecten en proefopstellingen.
- Tot nog toe is grasachtige biomassa altijd verwerkt als compost. Wanneer een potentiële afnemer als Twence van start gaat met vergisting van gras kunnen de onkosten van verwerking sterk worden gereduceerd.

Samenwerking partners biomassa alliantie

De opslag van biomassa is voor iedere terrein behorende organisatie een opgave waarbij samenwerking gewenst is in de vorm van collectief inkopen, investeren of gezamenlijk gebruik van materieel en/of voorzieningen. Tijdens het onderzoek is bekeken op welke vlakken samenwerking mogelijk is (hoofdstuk 6), nu en in de toekomst. Op basis van gesprekken met betrokkenen, deskundigen en veldonderzoek kunnen de volgende uitspraken worden gedaan:

- Wanneer gekozen wordt voor samenwerking met andere partijen, is het van belang om te weten wat ieders aandeel in de opgeslagen biomassa is, dit kan door te investeren in grote centrale opslag depots met weegbrug inrichting zodat nauwkeurig genoteerd kan worden hoeveel biomassa de partijen afzonderlijk van elkaar aanvoeren.
- Een tweede, goedkopere en waarschijnlijk betere optie is, om te berekenen hoe groot het aandeel biomassa is, voor de betrokken partijen. Voorwaarde hierbij is dat van ieder areaal afzonderlijk een kapitaalscan wordt uitgevoerd om dit aandeel te bepalen.
- Het aangaan van een samenwerkingsvorm zoals besproken is een tweede stap in het proces. Het lokaliseren van opslagplaatsen is hiervoor een vereiste.

Aanbevelingen

Het lokaliseren van opslag depots en de eventuele inrichting daarvan is belangrijk om het functioneren volgens de biomassaketten te kunnen realiseren. Aanbevolen wordt daarom, de samenwerking in de zin van opslag en medegebruik als tweede fase van het transitieproces te beschouwen. Wel wordt aanbevolen om gezamenlijk afspraken te maken over biomassatypering, kwaliteit, opslagmethoden en het uitwisselen van kennis en ervaring zodat de andere samenwerkingsvormen uiteindelijk op een efficiënte manier kunnen worden ingezet.

In de aanloop naar deze tweede fase van het transitieproces is in het kader van samenwerking het noodzakelijk dat iedere partij afzonderlijk een areaalscan laat uitvoeren waarbij wordt berekend hoeveel biomassa aanwezig en vrijkomt bij het beheer. Op deze manier kan per partij het aandeel worden berekend zodat deze betalen en krijgen waar zij recht op hebben.

Maak afspraken omtrent transport en opslag. Hierdoor kunnen kosten worden bespaard. Het verdient aanbeveling om het samenwerkingsproces nader te laten onderzoeken.

Randvoorwaarden

- Aan de inrichting, het gebruik, en locatie zijn zowel randvoorwaarden verbonden, als specifieke voorwaarden, gelieerd aan het biomassatype. De randvoorwaarden zijn leidend voor het gebruik van opslagplaatsen en het werken volgens de biomassaketten.
- Met name de voorwaarden die betrekking hebben op het transport zijn bepalend voor de locaties van opslagplaatsen.
- De gedragscode van Rijkswaterstaat beschrijft een ecologisch verantwoorde manier van beheer. Opschalen naar een hoger verwerkingsniveau kan inhouden dat er meer bewerkingen uitgevoerd dienen te worden. Het beheer wordt hierdoor intensiever en de kans op verstoring en vernieling neemt toe.

Aanbevelingen

Aanbevolen wordt om iedere locatie die gekozen wordt voor opslag van houtige biomassa op zijn minst te voorzien van een verharde ondergrond, zodat verontreiniging met zand tot een minimum beperkt wordt. Wanneer gekozen wordt om gras in te kuilen wordt aanbevolen om gebruik te maken van slurfsilo's. Hierdoor blijven investeringskosten beperkt en geldt geen vergunningsplicht bij opslag op eigen terrein. Bovendien gelden geen inrichtingseisen voor deze vorm van opslag. Een eenvoudige markering van de opslagplaats is hierbij voldoende.

De keuze van het te maken eindproduct bepaald voor een groot deel de manier van opslag en transport. Tevens kunnen voorwaarden die samengaan met het eindproduct van invloed zijn op het beheer. Bespreek daarom met de (eind)verwerker de eisen zodat rekening gehouden kan worden tijdens het beheer, de opslag en het transport om op het hoogst haalbaar niveau biomassa af te zetten.

Maak een afweging tussen productie (intensieve beheersvorm) en de visie in de gedragscode van Rijkswaterstaat ten aanzien van ecologisch verantwoord beheer van het areaal (extensieve beheersvorm).

9.3 Conclusies t.a.v. biomassastromen

In hoofdstuk 7 zijn de verschillende biomassastromen binnen het studiegebied onderzocht en besproken. Er zijn veel verschillende manieren om biomassa te verwerken, zoals te zien is in het schema in figuur 12.

Biomassastromen, eisen en producten

Aan de hand van het onderzoek naar de verschillende verwerkingsmethoden, producten en specifieke eisen kunnen de volgende uitspraken worden gedaan:

- Er zijn in potentie veel mogelijkheden met de verschillende biomassastromen in het studiegebied.
- Bij veel stromen worden eisen gesteld met betrekking tot voorbereiding en inrichtingseisen voor opslag van biomassa.
- Aan veel gestelde eisen zijn investeringskosten of extra werkzaamheden verbonden.
- Naast verwerking door conversie of afname door een verwerkend bedrijf, is het ook mogelijk om grasachtige biomassa te vermarkten als veevoer. Hierbij dient aan de voorwaarden te worden voldaan zoals behandeld in paragraaf 7.1.2
- De bacteriën in de vergistingstank kunnen geen houtige biomassa of sterk vezelig materiaal verwerken. Een vergister heeft geen belang bij biomassa afkomstig van drogere schrale graslanden met houtige vegetaties. Deze graslanden kan men beter gebruiken voor hooiproductie of compostering.

Aanbevelingen

Het verdient aanbeveling om kosten en baten zorgvuldig tegen elkaar af te wegen bij het maken van de keuze van een gewenste conversiemethode/ eindproduct. In sommige gevallen zijn de kosten dermate hoog dat het niet interessant is om voor een hoger verwerkingsniveau te kiezen.

Wanneer gekozen wordt voor de productie van veevoer is het noodzakelijk dat het beheerde terrein alvorens werkzaamheden uit te voeren, geïnspecteerd wordt op onkruiden en vervuiling.

Laat waar mogelijk bermen langs bijvoorbeeld de kanalen beheren door boeren voor eigen gebruik. Door afspraken te maken met grotere agrarische bedrijven is het mogelijk om (delen van) het maaibeheer kosteloos uit te besteden. Aanbevolen wordt om dit nader te onderzoeken.

Laat verschillende oogstmethoden nader onderzoeken om beheer verder te optimaliseren en biomassa van gewenste kwaliteit te verkrijgen.

9.4 Conclusies t.a.v. GIS- analyse en veldonderzoek

Verwerkende bedrijven

Tijdens het onderzoek zijn mogelijkheden onderzocht van verwerkende bedrijven die reeds biomassa van de opdrachtgever verwerken. Daarnaast is contact gezocht met een groot aantal andere bedrijven om uit te zoeken welke conversietechnieken gebruikt worden en op welke manier de biomassa daar eventueel verwerkt kan worden. De resultaten van dit onderzoek worden beschreven in paragraaf 8.2 en worden in de vorm van een kaart met bijbehorende tabel weergegeven in bijlage 3 en 4. De volgende uitspraken kunnen op basis van dit onderzoek worden gedaan:

- Uit onderzoek naar de afvoer van biomassa blijkt dat in sommige gevallen de biomassa over lange afstanden wordt getransporteerd terwijl dit niet nodig is
- Er zijn veel verwerkende bedrijven actief binnen een straal van 40 kilometer rondom het beheerde gebied. De verwerkingsmethoden variëren van alleen composteren, tot vergisting en verbranding.
- Reststoffenverwerker Twence in Hengelo (OV) is met een proefopstelling begonnen om bermgras te vergisten. In de toekomst kan Twence een interessante partner zijn voor Rijkswaterstaat.
- Het genereren van opbrengsten door vergisting zal voorlopig beperkt worden tot kosteloos verwerken van het materiaal. Dit komt door de hoge verwerkingskosten en het restproduct (digistaat).

Aanbevelingen

Zoek naar verwerkers in de regio om de transportafstand te beperken. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van de kaart met bijbehorende gegevens in de bijlagen van dit rapport.

Twence, een grote reststroomverwerker en binnen het studiegebied gelegen, lijkt een geschikte partner voor de opdrachtgever, met name op de langere termijn. Aanbevolen wordt daarom samen met deze partij te kijken wat de mogelijkheden zijn met betrekking tot afname van gras, eisen en eventuele opbrengsten/kosten.

Opslaglocaties

Tijdens veldbezoeken zijn verschillende potentiële opslaglocaties bekeken. Zowel vanuit de opdrachtgever, als op eigen initiatief is gekeken naar verschillende objecten. De objecten in de vorm van sluizen, boerderijen en bestaande opslaglocaties zijn zowel visueel, als theoretisch beoordeeld op geschiktheid. Er zijn ruim 40 locaties beschikbaar die eigendom zijn van Rijkswaterstaat, Waterschap Rijn en IJssel of Dienst Landelijk Gebied. Aan de hand van afwegingen op basis van studie en veldonderzoek kunnen de volgende uitspraken worden gedaan:

- In delen van het studiegebied liggen objecten en eigendommen te ver uit elkaar (d.w.z. verder dan 30 km). Wanneer gebruik wordt gemaakt van deze objecten, is voor de overige ruimte een alternatief nodig
- Als alternatief voor de ruimte waar zich geen van de genoemde objecten bevinden, zijn 7 boerderijen en 3 andere mogelijke opslaglocaties gemarkeerd (bijlage2).
- Agrarische bedrijven zijn reeds voorzien van de nodige vergunningen. Tevens is bij de agrariërs kennis aanwezig met betrekking tot opslag en inkuilen.
- Wanneer opslag bij optionele bedrijven en objecten niet mogelijk blijkt, vormt het gebruik van slurfsilo's voor de opslag van gras een goed alternatief.

- Bij de opslag van grasachtige biomassa worden doorgaans geen problemen verwacht wanneer gebruik wordt gemaakt van slurfsilo's.

Aanbevelingen

Zorg voor kwaliteitsbewaking tijdens het opslaan. Het is van groot belang om de biomassa op een juiste manier op te slaan. Wanneer dit niet op de juiste manier gedaan wordt kan een opgeslagen partij worden afgekeurd waardoor de verwerkingskosten stijgen.

Veldonderzoek sluis- en stuwcomplexen

Tijdens veldonderzoek aan de sluis- en stuwcomplexen langs het kanalentraject, is gekeken naar beschikbare ruimte, bereikbaarheid, en ligging. Hierbij kan kunnen de volgende uitspraken worden gedaan:

- De sluizen zijn ruim gelegen met brede bermen en tussenbermen, maar de terreinen zelf zijn slecht bereikbaar door rasters en/ of smalle toegangswegen
- De verharding rondom de sluizen en in de toegangswegen bestaat veelal uit gebakken materiaal in de vorm van dikformaten of waaltjes. Deze wegen zijn niet bestand tegen zware belasting met landbouwvoertuigen en/of vrachtwagens. Met name de in- en uitritten zijn gevoelig voor verzakking of verdraaien van het straatwerk
- Door de activiteiten die plaatsvinden op de sluizen, worden veel fietsers en wandelaars aangetrokken. Met name in het voorjaar en de zomer is het dagelijks druk rondom de sluizen. Omdat in deze tijd ook veel biomassa in de vorm van gras geoogst en getransporteerd wordt, lenen sluiscomplexen zich in deze tijd van het jaar niet goed voor de opslag van biomassa in verband met geurhinder en verkeersveiligheid.

Als conclusie kan gesteld worden dat de sluiscomplexen langs de Twentekanalen géén geschikte locatie zijn voor de opslag van biomassa.

Aanbevelingen

Zoek locaties langs brede bermen van de kanalen en IJssel voor opslag. Houdt hierbij rekening met wetgeving ten aanzien van opslag. Onderzoek de mogelijkheden van opslag in deze brede bermen met behulp van een slurfsilo.

Veldonderzoek eigendommen DLG

Dienst landelijk gebied heeft ten behoeve van dit onderzoek informatie verstrekt in de vorm van GIS-data. Met behulp van een zelf vervaardigde kaart is in het veld onderzocht of zich binnen het studiegebied eigendommen (boerderijen) bevinden die potentieel geschikt zijn voor opslag van biomassa. Naar aanleiding van dit onderzoek kunnen de volgende uitspraken worden gedaan:

- Er bevinden zich zowel langs de IJssel, als langs de Twentekanalen boerderijen die gelegen zijn in directe omgeving van deze watergangen
- De bezochte boerderijen zijn allen bewoond en in gebruik. Één van de bezochte agrarische bedrijven (Almen) wordt tijdelijk bewoond. De bijbehorende bedrijfsgebouwen die van belang zouden zijn voor de opdrachtgever zijn vorig jaar gesloopt

- De bezochte agrarische bedrijven zijn niet direct aangesloten op rijkswegen maar liggen over het algemeen wel in de directe omgeving daarvan
- Het is niet bekend of alle eigendommen van DLG binnen het studiegebied wel of niet bewoond zijn.

Er zijn boerderijen met potentie voor opslag. Bij eigen bezoek aan deze locaties is gebleken dat het niet om leegstaande boerderijen gaat. Hierdoor is het minder eenvoudig en kostbaarder om biomassa op te slaan.

Aanbevelingen

Aanbevolen wordt om de mogelijkheden voor opslag van biomassa bij agrarische bedrijven nader te onderzoeken. Als leidraad voor dergelijk onderzoek kunnen GIS- datasets gebruikt worden die tijdens dit onderzoek vervaardigd zijn. Daarnaast wordt aanbevolen om meerdere bedrijven binnen het studiegebied te lokaliseren en te bezoeken. Hierbij dienen verkennende gesprekken te worden gevoerd met desbetreffende agrariërs over kosten en mogelijkheden.

Leegstaande bedrijven

Tijdens het veldonderzoek is een leegstaand bedrijf aangetroffen dat mogelijk interessant kan zijn als opslaglocatie (zie paragraaf 8.2.3). De kans bestaat dat er meerdere van deze objecten aanwezig zijn binnen het studiegebied. Vanwege de tijd die beschikbaar is voor het onderzoek is het niet mogelijk gebleken om deze objecten te lokaliseren. Wel worden enkele uitspraken gedaan ten aanzien van deze leegstaande objecten:

- Leegstaande bedrijventerreinen kunnen potentie bieden als opslaglocatie
- In veel gevallen staan bedrijven en bijbehorende terreinen/opstallen tijdelijk leeg. Dit betekent dat het opslaan van biomassa in veel gevallen tijdelijk van aard zal zijn. Voorkeur wordt gegeven aan opslagplaatsen met een permanent karakter. Hierdoor behoeven locaties slechts eenmalig te worden weergegeven in bestekken of kaarten.

Aanbevelingen

Onderzoek de mogelijkheden van leegstaande bedrijven als tijdelijke opslaglocatie. Houdt hierbij rekening met het tijdelijke karakter van de beschikbaarheid van dergelijke terreinen door een alternatieve locatie achter de hand te houden.

Bronvermelding

Literatuur:

Annevelink, E. (2009). *Conceptuele beschrijving biomassawerf*. Wageningen: Agrotechnology and Food Sciences Group.

Beekhuis, H., Hedel. van, F., Zuijdam, J., Bolck, M., Bulten, G., Smits, T., Brugge. van der, R., Spijker, J., Ruesen, L., Harberink, A., Annevelink, B. & Hamilton, M. (2013). *Letter of Intent; Samen succes oogsten, biomassa als motor voor beheer*. De Biomassa Alliantie.

Boosten, M., Oldenburger, J., Oorschot, J., Boertjes, M. & Briel. van den, J. (2009). *De logistieke keten van houtige biomassa uit bos, natuur en landschap in Nederland: Stand van zaken, knelpunten en kansen*. Wageningen: Probos.

Brinkman, A. (2014). *Biogas uit gras, een onderbenut potentieel, een studie naar kansen voor grasvergisting*. Utrecht: RVO.

Brugge. van der, R., Verbeek, W. & Annevelink, B. (2013). *Biomassa in de IJsseldelta*. Delft: Deltaris.

Den ouden. (2012,) *Classificatie groenstromen Den Ouden*

Ehlert, P., Zwart, K. & Spijker, J. (2010). *Biogas uit bermmaaisel, duurzaam en haalbaar?* Wageningen: Alterra.

Gobel, H. (2009). *Geïntegreerde verwerkingsmogelijkheden (inclusief energetische valorisatie) van bermmaaisel*. Mechelen: OVAM.

Hamilton- Huisman, M., Zuijdam, J., Erbeveld, M., Brugge. van der, R., Roosjen. R. & Vroege, G.J. (2011). *Roadmap Self Supporting Rivier Systeem 2021*. Arnhem: Rijkswaterstaat Oost- Nederland.

Hogeweg, R. (2010). *Een goed rapport; Aanwijzingen voor de verzorging van rapporten, scripties en verslagen*. Baarn: Thieme Meulenhoff.

Jong. de, J.J., Bijlsma, R.J. & Spijker, J.H. (2012). *Randvoorwaarden biodiversiteit bij oogst van biomassa*. Wageningen: Alterra.

Kienhuis, A. (2013). *Eigen chips niet eerst*. Velp: Hoogeschool van Hall Larenstein.

Klein Teeselink, H. (z.j.). Presentatie 'Ervaringen met Natuur en bermgras vergisten'. Host bio-energy installations.

Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (2009). *Doelgericht natuurbeheer: bevordering natuurkwaliteit door kennisuitwisseling; biomassa als brandstof*.

NVRD. (2009). *Spoorboekje biomassa; voor realisatie van biomassaprojecten door gemeenten en publieke afvalbedrijven*. Koninklijke vereniging voor afval- en reinigingsmanagement.

Spijker, J.H., Bakker, R.R.C., Ehlert, P.A.I., Elbersen, H.W., Jong, de, J.J. & Zwart, K. (2014). *Toepassingsmogelijkheden voor natuur- en bermmaaisel, Stand van zaken en voorstel voor een onderzoeksagenda*. Wageningen: Alterra.

Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek. (2011). *Kwaliteitscriteria compost voor toepassing in de volle grond*. Wageningen: Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek.

Van Ierssel. (2012). *Classificatie groenstromen van Iersel*

Wilde, de, M. & Hermy, M. (2000). *Natuurtechnische verwerking van bermmaaisel*. Leuven: Katholieke Universiteit.

Websites:

- http://rws.nl/water/feiten_en_cijfers/vaarwegenoverzicht/ijssel/index.aspx (19-02-2014)
- <http://www.antwoordvoorbedrijven.nl/regel/gedragscode-flora-faunawet> (26-02-2014)
- <https://beeldbank.rws.nl> (07-03-2014)
- <http://biomassa-alliantie.nl> (07-03-2014)
- <http://www.biomassawerven.nl> (17-03-2014)
- <http://www.avih.nl/biomassakaart> (18-03-2014)
- <http://devobo.nl/biomassa> (18-03-2014)
- <http://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/Bio-energie%20-%20Input%20-%20Houtige%20biomassa.pdf> (18-03-2014)
- <http://www.biogascentrumgroningen.nl/nl/over-vergisting> (07-04-2014)
- <http://www.projectburodelaat.nl/biomassa.html> (07-04-2014)
- <http://www.twence.nl/actueel/dossiers/Bio-energie/Dossier%20biomassa> (07-04-2014)
- <http://www.biobasedeconomy.nl/wat-is-biobased-economy/themas/technologie/vergisting/#sthash.nWeOl3yi.dpuf> (09-04-2014)
- <http://www.machines4green.nl/grasopslag.html> (16-04-2014)
- <http://www.hartog-lucerne.nl/kennisbank/118-0kruiskruid/jacobskruiskruid> (27-04-2014)
- <http://www.paardnatuurlijk.nl/onderzoek/index.htm> (27-04-2014)
- http://www.rws.nl/water/feiten_en_cijfers/vaarwegenoverzicht/twentekanalen/index.aspx (30-04-2014)
- <http://www.biobasedeconomy.nl/wat-is-biobased-economy/themas/biogas> (05-05-2014)
- http://www.wageningenur.nl/nl/project/Onderzoeksparements-m.b.t.-droogvergisting-in-BorgerOdoorn.htm?wmstepid=mail_de_auteur (05-05-2014)
- <https://maps.google.nl> (15-05-2014)
- www.rijkswaterstaat.nl/.../Gedragscode (22-05-2014)
- <http://www.infomil.nl/onderwerpen/integrale/activiteitenbesluit/menu/vragen-antwoorden/inhoudelijke-thema/afval/@107715/wanneer-opslag> (22-05-2014)
- <https://mijn.rvo.nl/mest-uitrijden?inheritRedirect=true> (05-06-2014)

Overige bronnen:

- B. Annevelink & J. Spijker, onderzoekers Alterra- Wageningen: mondelinge mededelingen (11-04-2014)
- I. de Vries, uitvoerder de Jong en Zn. Beest: mondelinge mededelingen (25-04-2014)
- Gerben Spit, medewerker Twence, Hengelo: mondelinge mededelingen (02-05-2014)

Bijlage 1 Tabellen verwerking stortbonnen

TOTAAL 2011						
Datum	Materiaal	Verwerking	Verwerker	Twentekanalen (kg)	IJssel (kg)	Herkomst
14-1-2011	rollen gras	E03	B &K Goor	16280		diverse locatie
14-6-2011	rollen gras	E03	gebr. Veluwenkamp bv		7720	IJsseldijk Olst
24-5-2011	schoon takken	biobrandstof	B &K Goor	*	3860	Welsum
2-5-2011	schoon takken	biobrandstof	gebr. Veluwenkamp bv		35620	Zwolle
6-5-2011	schoon takken	biobrandstof	gebr. Veluwenkamp bv		20380	Frankhuis
16-5-2011	schoon takken	biobrandstof	gebr. Veluwenkamp bv		17940	de Zande
14-6-2011	schoon takken	biobrandstof	gebr. Veluwenkamp bv		14900	IJsseldijk Olst
21-1-2011	snoeihout groenafval	E03	B &K Goor	1620		
24-1-2011	snoeihout groenafval	E03	B &K Goor	5960		
11-3-2011	snoeihout groenafval	E03	B &K Goor	33980		
15-3-2011	snoeihout groenafval	E03	B &K Goor	4860		Lochem
24-5-2011	snoeihout groenafval	E03	Gelderse reststoffen		9640	
14-6-2011	snoeihout groenafval	E03	den ouden recycling Haps		22600	IJsseldijk Olst
7-12-2011	snoeihout groenafval	E03	B &K Goor	40180		
			Totaal 2011	102880	132660	totaal kg = 235540

* Geen stortbonnen aanwezig van takhout. Volgens aannemer wel takhout vrijgekomen dat jaar.

TOTAAL 2012

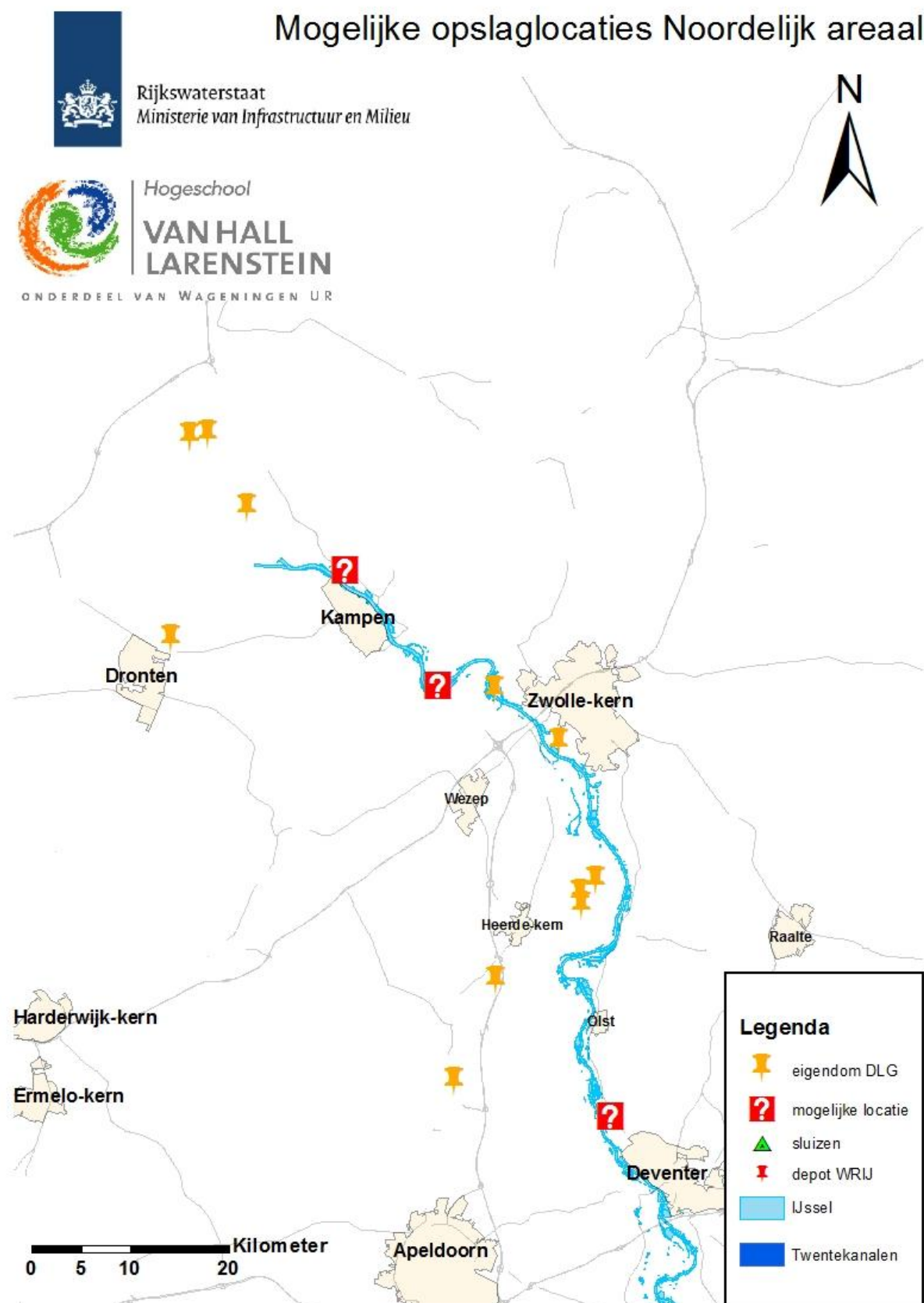
Datum	Materiaal	Verwerking	Verwerker	Twentekanalen (kg)	IJssel (kg)	Herkomst
8-2-2012	Riet	snoeihout groenafval	Gelderse reststoffen	13540		Sluis Eefde
3-10-2012	rollen gras	E03	B & K Goor		8380	Brummen
3-10-2012	rollen gras	E03	B & K Goor	287940		Twentekanaal
16-10-2012	rollen gras	E03	B & K Goor	212560		Twentekanaal
22-10-2012	rollen gras	E03	Gelderse reststoffen		7940	Doesburg
31-8-2012	rollen gras	E03	B & K Goor	22720		A35
26-11-2012	rollen gras	E03	B & K Goor	16860		Twentekanaal
3-12-2012	rollen gras	E03	B & K Goor	21980		Twentekanaal
31-1-2012	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	3900		Twentekanaal
20-2-2012	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	4880		Twentekanaal
7-3-2012	schoon takken	biobrandstof	Gelderse reststoffen		16200	Doesburg
8-3-2012	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	24680		Twentekanaal
14-3-2012	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	19120		Sluis Hengelo
15-3-2012	schoon takken	biobrandstof	Gelderse reststoffen		23780	Doesburg
13-8-2012	schoon takken	biobrandstof	Gelderse reststoffen		38200	Doesburg
4-9-2012	schoon takken	biobrandstof	Gelderse reststoffen		16300	Wilp, Doesburg
26-11-2012	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	34040		Twentekanaal
3-12-2012	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	49880		Twentekanaal
18-12-2012	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	56740		Twentekanaal
8-2-2012	snoeihout groenafval	E03	Gelderse reststoffen		7060	Westervoort
16-6-2012	snoeihout groenafval	E03	B & K Goor	3020		Twentekanaal
6-8-2012	snoeihout groenafval	E03	Gelderse reststoffen		34400	Doesburg
20-8-2012	snoeihout groenafval	E03	B & K Goor		10740	Twello
20-8-2012	snoeihout groenafval	E03	B & K Goor		15860	Wilp
21-8-2012	snoeihout groenafval	E03	B & K Goor		4120	Doesburg
21-8-2012	snoeihout groenafval	E03	B & K Goor	2560		Sluis Eefde
4-9-2012	snoeihout groenafval	E03	B & K Goor		13860	Wilp
18-12-2012	snoeihout groenafval	E03	B & K Goor	18980		Twentekanaal
3-12-1012	snoeihout groenafval	E03	B & K Goor	54240		Twentekanaal
			Totaal kg	847640	196840	Totaal 1044480 kg

TOTAAL 2013

Datum	Materiaal	Verwerking	Verwerker	Twentekanalen (kg)	IJssel (kg)	Herkomst
29-3-2013	rollen gras	biobrandstof	Gelderse reststoffen	*	3200	Westervoort
12-3-2013	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	3520		Sluis Eefde
13-3-2013	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	3160		Sluis Eefde
12-3-2013	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	3660		Twentekanaal
12-3-2013	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	3400		Sluis Eefde
29-3-2013	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	3500		Sluis Eefde
29-3-2013	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	3480		Sluis Eefde
23-4-2013	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	3500		Twentekanaal
23-4-2013	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	3540		Twentekanaal
23-4-2013	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	3940		Twentekanaal
31-1-2013	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	2800		Sluis Hengelo
2-5-2013	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	26940		twentekanaal Goor
13-2-2013	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	43180		Twentekanaal
20-2-2013	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	32489		Twentekanaal
14-1-2013	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	23800		Twentekanaal
22-1-2013	schoon takken	biobrandstof	B & K Goor	23520		Twentekanaal Almen
12-3-2013	snoeihout groenafval	E03	B & K Goor	3860		Hengelo
27-3-2013	snoeihout groenafval	E03	B & K Goor	1740		Sluis Eefde
27-3-2013	snoeihout groenafval	E03	B & K Goor	5800		Sluis Eefde
31-1-2013	snoeihout groenafval	E03	B & K Goor	5020		Sluis Hengelo
31-3-2013	snoeihout groenafval	E03	B & K Goor	7096		Sluis Hengelo
22-1-2013	snoeihout groenafval	E03	B & K Goor	109180		Twentekanaal
30-5-2013	snoeihout groenafval	E03	Gelderse reststoffen		5000	Doesburg
16-9-2013	snoeihout groenafval	E03	Groenrecycling Wolfshegen Hasselt	4620		Twentekanaal
22-11-2013	snoeihout groenafval	E03	B & K Goor	13600		twentekanaal
1-11-2013	takken	E03	Veluwenkap compost bv		30620	jachthaven Gelderse dijk Hattem
			Totaal	335345	38820	Totaal kg = 374165

* Geen stortbonnen aanwezig. Volgens aanemer wel gras vrijgekomen dat jaar.

Bijlage 2 Kaarten mogelijke opslaglocaties



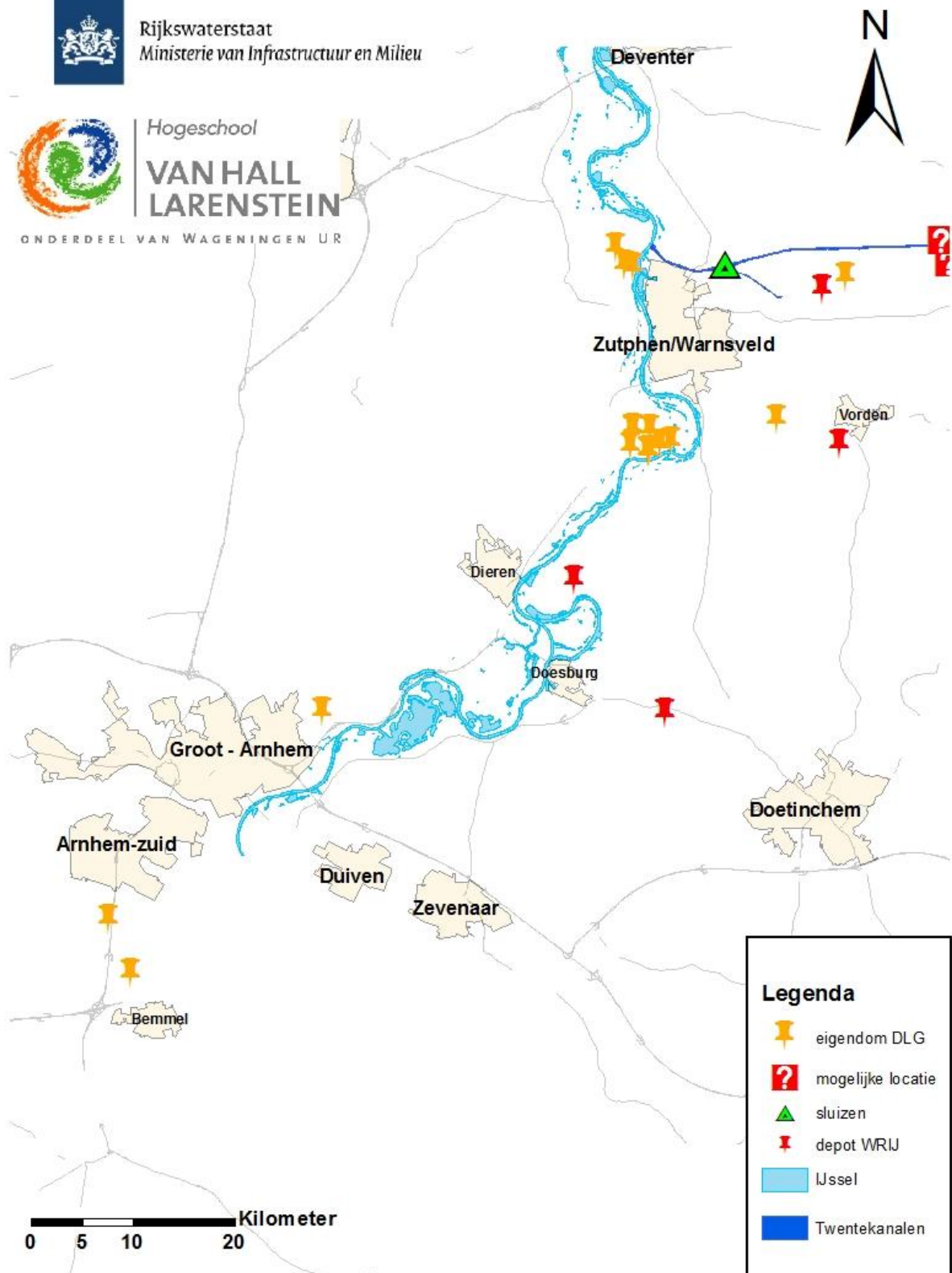


Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



Hogeschool
**VAN HALL
LARENSTEIN**
ONDERDEEL VAN WAGENINGEN UR

Mogelijke opslaglocaties Zuidelijk areaal





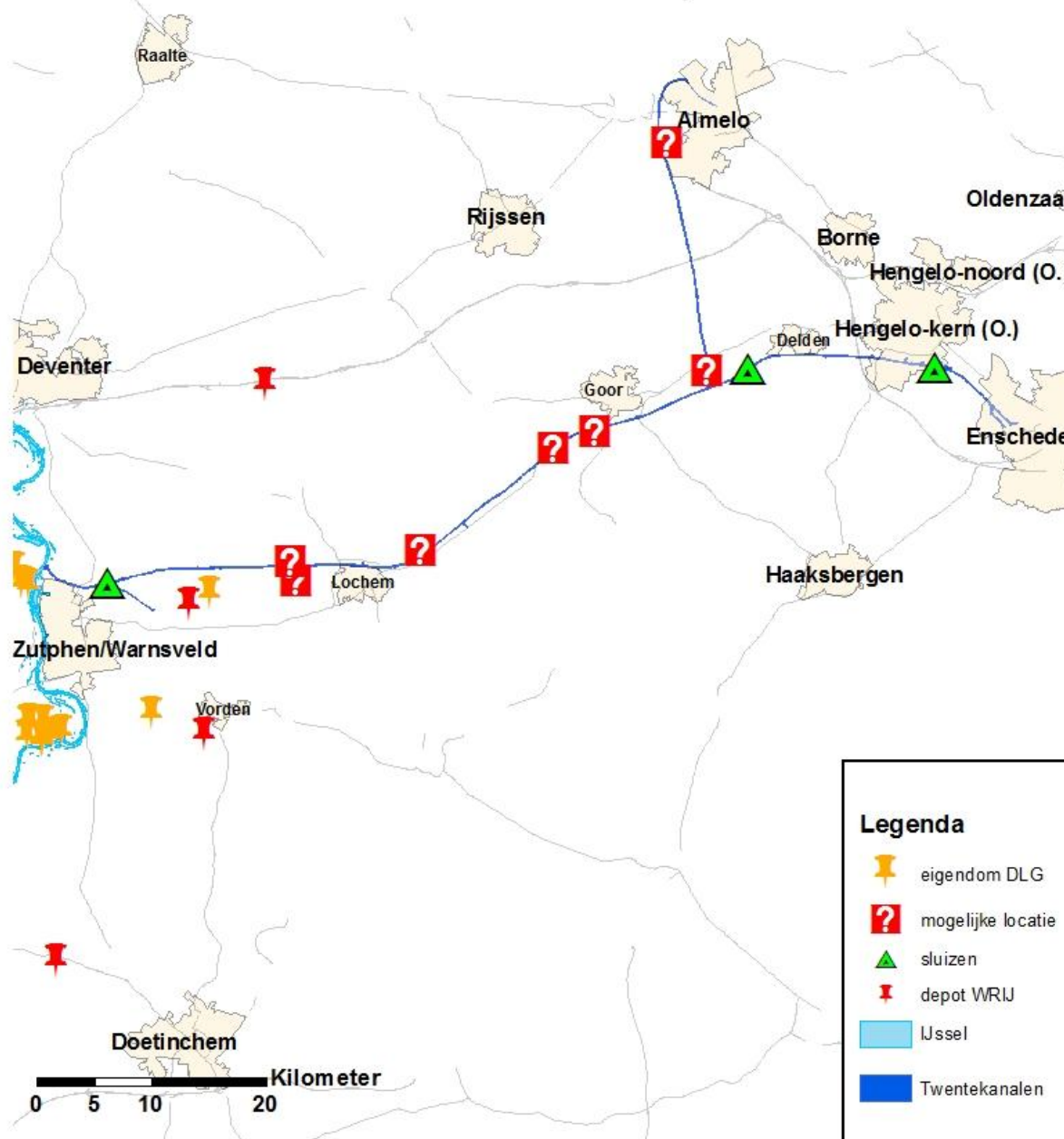
Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



Hogeschool
**VAN HALL
LARENSTEIN**

ONDERDEEL VAN WAGENINGEN UR

Mogelijke opslaglocaties Twentekanalen



Bijlage 3 Tabel verwerkende bedrijven

Voorbewerkers						
Naam	Adres	Plaats	Werkaamheden	Emailadres	Telefoonnummer	
Devobo forest service	Lichtenbergerlaan 1	Diepenveen	A	info@devobo.nl	0570 – 591109	
Firma a. Beefink & zn	Joostinkweg 12	Vorden	A	www.beefinkvorden.nl	0575 551 249	
Gebr. Hooijer	Lindenlaan 64	Vroomshoop	B	www.gebr-hooijer.nl	030 293 1886	
Mensink bosbouw	Van bevervoordestraat 18	Gelselaar	B	www.mensinkbosbouw.nl	0545 48 16 36	
Parento hout b.v.	Cardanuslaan 27	Doorwerth	A	henk.bloemert@parentohout.com	088 366 0000	
R.vossebeld handelsonderneming	Werler	Beemte broekland	B	www.vossebeldbosbouw.nl	06 12 914 579	
Seco boomverzorging	Kaagstraat 6	Raalte	A	www.sekoboomverzorging.nl	0572 360 557	
Zweverink bosbouw b.v.	Hoog soeren 118/2	Hoog soeren	A	info@zweverinkbv.nl	055 519 1286	
Verwerkers						
Naam:	Adres	Plaats	Categorie	Emailadres	Telefoonnummer	
Arn b.v.	Nieuwe pieckelaan 1	Weurt	A	info@arnbv.nl	024-3731188	
Biomassa van werven b.v.	Biddingringweg 23	Biddinghuizen	B	energie@vanwerken.nl	0321-330061	
Bruins en kwast	Roelofschoeweg 31	Duiven	B	info@bruinsenkvast.nl	0547 - 286600	
Bruins en kwast	Mossendamsdwarweg 1a	Goor	B	info@bruinsenkvast.nl	0547 - 286600	
Groenrecycling wolfschagen b.v.	Wolfschagenweg 2a	Hasselt	A	wolfschagen@versatel.nl	038-4775698	
Orgaworld Ielystad	Karperweg 20	Ielystad	C	info@orgaworld.nl	0320 24 50 94	
Recom ede b.v.	Neonstraat 20	Ede	B	info@recomede.nl	0318-696666	
Recycling van werven b.v.	Middelrijk 16	Hattermerbroek	B	recyclinghattermerbroek@vanwerken.nl	038-3761449	
Twence	Boeldershoekweg 51	Hengelo (ov)	C	g.spit@Twence.nl	074 240 4444	
Van Iersel ravenstein b.v.	Bulk 33	Ravenstein	B	info@van-iersel.eu	0411-648100	
Van Ienthe b.v.	Koelmansstraat 73	Hoonhorst	B	groenrecycling@van-ienthe.nl	0529-401215	
Var	Sluinerweg 12	Wilp (gld)	B	info@var.nl	055-3018300	
Veluwenkamp b.v.	Hilisdijk 108	Hatterm	A	info@veluwenkamp.nl	038 444 24 62	
Categorie A: Composteren		Werkaamheden B: versnipperen op locatie				
Categorie B: Composteren, Snipperen/verbranden		Werkaamheden B: versnipperen op locatie				
Categorie C: Composteren, snipperen/verbranden, vergisten						

Bijlage 4 Kaart verwerkende bedrijven

