

Verkenning van biomassamarkten en hernieuwbare-energiebeleid

S.M. Lensink
M. Mozaffarian
L.W.M. Beurskens
C.M. Kraan
J.A. Slobbe

Juni 2014
ECN-E--14-019



Verantwoording

Dit rapport is geschreven door ECN in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken. Het onderzoek staat geregistreerd onder projectnummer 5.2733. Contactpersoon voor het project is Sander Lensink (lensink@ecn.nl).

Aan het onderzoek is tevens meegewerkt door Michiel Hekkenberg, Marc Londo en Jaap Jansen (ECN), CBS en LEI. De auteurs danken hen voor hun inbreng.

Abstract

As the production of renewable energy from biomass increases in the Netherlands, so does the interaction between renewable energy policy and biomass markets. The national Energy Agreement will lead to an increase in demand for domestic biomass. Some sectors, notably the ones that use domestic wood and digestible residues from agriculture and the food and beverages industry, witness or will witness a significant shift in biomass commitment towards energy purposes. The renewable energy policy will not directly hamper the development of a biobased economy, but a lock-in towards high-temperature conversion technologies may develop. If so, the renewable energy policy can direct the biobased economy towards a specific technological direction, with fewer opportunities for innovation using low temperature conversion technologies.

Hoewel de informatie in dit rapport afkomstig is van betrouwbare bronnen en de nodige zorgvuldigheid is betracht bij de totstandkoming daarvan kan ECN geen aansprakelijkheid aanvaarden jegens de gebruiker voor fouten, onnauwkeurigheden en/of omissies, ongeacht de oorzaak daarvan, en voor schade als gevolg daarvan. Gebruik van de informatie in het rapport en beslissingen van de gebruiker gebaseerd daarop zijn voor rekening en risico van de gebruiker. In geen enkel geval zijn ECN, zijn bestuurders, directeuren en/of medewerkers aansprakelijk ten aanzien van indirecte, immateriële of gevolgschade met inbegrip van gederfde winst of inkomsten en verlies van contracten of orders.

Inhoudsopgave

Samenvatting voor beleidsmakers	5
1 Inleiding	7
1.1 Doel van de verkenning	7
1.2 Biomassa als bron van energie	8
1.3 Leeswijzer	9
2 Gebruik van biomassa voor elektriciteit, warmte en gas	10
2.1 Inleiding	10
2.2 Methodologie	10
2.3 Huidige productie	12
2.4 Projectie 2020	18
2.5 Conclusie	22
3 Gebruik van biomassa voor biobrandstoffen	24
3.1 Inleiding	24
3.2 Beleid	24
3.3 Internationale markt	25
3.4 Huidig Nederlands gebruik	26
3.5 Projectie 2020	27
3.6 Toelichting grondstofstromen	28
3.7 Conclusie	30
4 Inzet van biomassa voor hoogwaardige toepassingen	31
4.1 Inleiding	31
4.2 Bioraffinage concepten	32
4.3 Biobased technologieën en processen	35
4.4 Conclusie	38
5 Biomassa in kostprijs eindproducten	39
5.1 Inleiding	39
5.2 Methodologie	39
5.3 Resultaten	41
5.4 Conclusie	42

6	Inleiding	44
6.1	Methodologie	45
6.2	Resultaten	47
7	Conclusie	49
	Lijst met afkortingen	51
	Bronnenlijst	52



Samenvatting voor beleidsmakers

Biomassa wordt sinds mensenheugenis gebruikt voor diverse toepassingen, zowel voedsel als non-food toepassingen. Het kabinet heeft de wens om de beschikbare biomassa zo hoogwaardig mogelijk in te zetten. Daarnaast streeft de Nederlandse overheid doelen na voor hernieuwbare energie, die naar verwachting leiden tot een sterk groeiende vraag naar biomassa. Door deze stijgende vraag naar biomassa voor energietoepassingen is het denkbaar dat er minder biomassa beschikbaar komt voor de hoogwaardige toepassingen. In dit rapport is verkend of het hernieuwbare-energiebeleid kan leiden tot belemmeringen voor de ontwikkeling van hoogwaardige innovaties voor een *biobased economy*, en of het beleid verstorende invloed kan gaan hebben op bestaande niet-energetische toepassingen van biomassa.

Ondanks dat er weinig cijfermatige informatie beschikbaar is om te kunnen onderbouwen of het bio-energiebeleid wel of niet leidt tot problemen voor een *biobased economy* was het wel mogelijk om een aantal voorzichtige conclusies te trekken. Waar mogelijk is gebruik gemaakt van de inzichten in potentiële en projecties van toekomstige productie van hernieuwbare energie, die consistent zijn met de initiële doorrekening van het Energieakkoord uit 2013. Het vergaren van voldoende informatie om met meer zekerheid te kunnen stellen of het hernieuwbare-energiebeleid zal leiden tot belemmeringen voor de ontwikkeling van een *biobased economy*, en of het een verstorende invloed zal hebben op bestaande niet-energetische toepassingen, vraagt een grotere onderzoeksinspanning. Aandacht voor de belemmeringen aan de hand van case-studies kan een kosteneffectievere wijze van onderzoek zijn.

Door de stijgende vraag naar biomassa voor energietoepassingen zullen verschillende soorten binnenlandse biomassa rond of na 2020 zeer schaars worden. Dit geldt in sterke mate voor grijs afval, GFT-restromen, binnenlands hout en enkele specifieke VGI-stromen. Zodra de exploitatiesubsidies voor hernieuwbare energie-installaties waarin deze stromen gebruikt worden aflopen, komen deze stromen weer beschikbaar voor niet-energetische toepassingen. Mest, grassen en gewassen zullen daarentegen nog een ruim onbenut potentieel kennen rond 2020.

Biobrandstoffen worden steeds meer gebruikt, mede vanwege Europese doelstellingen. Binnen dit onderzoek hebben we ons beperkt tot grondstofstromen die niet concurreren met de voedselproductie. Dit zijn: gebruikt frituurvet, dierlijke vetten en glycerine. Hoewel er voor deze grondstofstromen ook andere toepassingen zijn, zijn er voor deze grondstofstromen geen producten ontdekt die onder druk komen te staan door de stimulering van biobrandstoffen.

Ten gevolge van de krapte op de biomassamarkt is een prijsstijging tegen 2020 aannemelijk voor de meeste soorten biomassa. Een stijging van de biomassaprijs zal in de meeste gevallen niet leiden tot een toename van het aanbod; de prijselasticiteit van het aanbod van de meeste biomassastromen is gering, met dunningshout als typische uitzondering. Doordat er bij stijgende prijzen geen toename in het aanbod van biomassa optreed zullen de prijzen bij toenemende vraag alleen maar hoger worden. De huidige ervaren krapte treed nu vooral op bij sectoren met een relatief geringe kwetsbaarheid voor een prijsstijging van biomassa. Toekomstige krapte kan grotere gevolgen hebben doordat deze ook optreed bij sectoren die gevoeliger zijn voor prijsstijgingen.

Het hernieuwbare-energiebeleid leidt niet tot eenduidige effecten op het opzetten van innovatieve biobased ketens. Voor conversietechnieken die op relatief lage temperatuur werken, zijn belemmeringen door krapte aan de aanbodkant wel aannemelijk. Maar hoge-temperatuurtechnieken, zoals pyrolyse of syngasproductie, kunnen mogelijk gesteund worden doordat het hernieuwbare-energiebeleid een *early market* creëert voor afzet.

1

Inleiding

1.1 Doel van de verkenning

Het Ministerie van Economische Zaken (EZ) heeft ECN gevraagd onderzoek te doen naar de invloed van bestaand beleid en bestaande beleidsvoornemens op het gebruik van biomassa voor bestaande en innovatieve toepassingen. In de brief aan de Tweede Kamer van 18 april 2013 schrijft de Minister van Economische Zaken dat ondernemers een aantal belemmeringen benoemen op het gebied van het *level playing field*. Een van de belemmeringen die door de ondernemers expliciet wordt benoemd is dat de wet- en regelgeving die gericht is op het stimuleren van het gebruik van biograndstoffen in de energiesector verder ontwikkeld is dan voor het gebruik hoger in de cascade. Dit vormt mogelijk een drempel voor het innovatief gebruik van biomassa voor andere toepassingen dan energieopwekking.

Het Nederlandse hernieuwbare energiebeleid heeft als doelstelling dat in 2020 14% van het totale Nederlandse energieverbruik hernieuwbaar moet zijn opgewekt. In 2023 moet dit 16% zijn. Daarnaast moet op basis van Europees beleid in 2020 10% van het energiegebruik voor de sector verkeer en vervoer uit hernieuwbare bronnen komen en zal de broeikasgasintensiteit van de geleverde brandstoffen in het wegverkeer in 2020 met 6% moeten zijn afgenomen ten opzichte van 2010.

Een onderdeel van het Nederlandse hernieuwbare energiebeleid is het bioenergiebeleid. Het bioenergiebeleid leidt tot een vraag naar biomassa voor energie, dit is zowel biomassa voor elektriciteitsopwekking en warmte als biomassa voor biobrandstoffen. Dit rapport werkt op verkennende wijze toe naar een lijst van biomassacategorieën waarbij per categorie wordt aangegeven in welke mate de vraag naar biomassa voor energietoepassingen via prijsvorming leidt tot een drempel of barrière voor alternatief gebruik van die biomassa. Daarbij ligt de focus op de periode tot en met 2020.

In de verkenning wordt gekeken in hoeverre het Nederlands beleid via de regelingen MEP, SDE en SDE+ alsmede via de bijmengverplichting voor biobrandstoffen, leidt tot

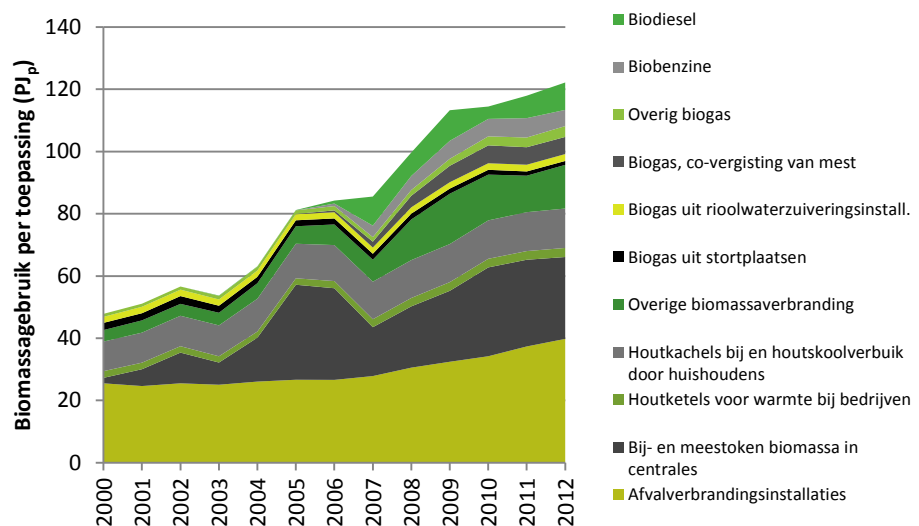
hogere biomassaprijzen of geringere biomassabeschikbaarheid voor niet-energietoepassingen. Gegeven de verkennende aard van dit rapport wordt voor projecties van biomassagebruik in 2020 en 2023 alleen de ECN-doorrekening van het Energieakkoord (Hekkenberg et al. 2013) gebruikt. De eind 2014 te publiceren Nationale Energieverkenning alsmede toekomstprojecties van derden waaronder modeluitkomsten uit Europese studies, kunnen informatie bieden voor een nadere detailleringsslag.

De centrale vraag die dit in dit rapport wordt opgepakt is in welke biomassamarkten die nu of op termijn relevant zijn voor meer hoogwaardige biomassatoepassingen, er aanwijzingen zijn dat het hernieuwbare-energiebeleid nu en richting 2020/23 kan leiden tot significante effecten op biomassabeschikbaarheid die nadelig zijn voor andere sectoren die ook gebruik maken van deze biomassa.

1.2 Biomassa als bron van energie

De hoeveelheid biomassa die gebruikt wordt is sterk gestegen in de afgelopen 10 jaar, van 54 PJ_{primair} (de energie-inhoud van de brandstof) in 2003 tot 122 PJ_{primair} in 2012, zie **Figuur 1**. De hoeveelheid gebruikte bio-energie (bruto eindverbruik) is in de vorm van elektriciteit 26 PJ en in de vorm van warmte 32 PJ (CBS, 2013a). Groen gas is naar rato van gesubsidieerd aardgasinzet vertaald naar elektriciteit ofwel warmte.

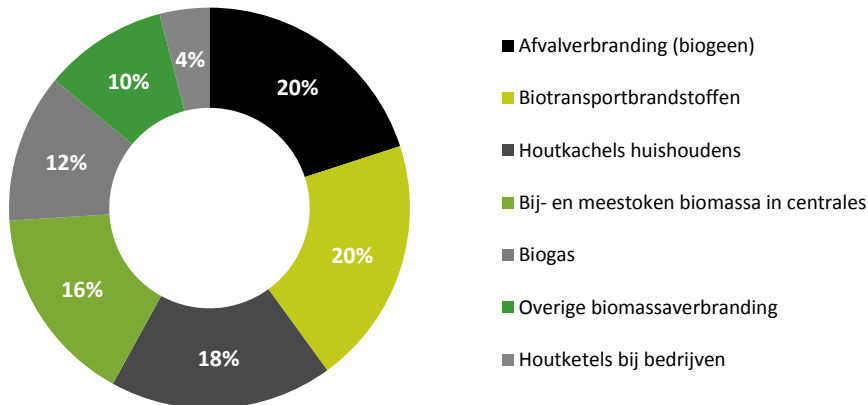
Figuur 1: Ontwikkeling van het biomassagebruik van 2000 tot 2012. Bron: CBS.



Biomassa wordt voor diverse toepassingen benut. Het statusdocument bio-energie van Agentschap NL (nu RVO) levert periodiek een overzicht van het gebruik van biomassa voor energietoepassingen. De categorisering is ook hier niet naar biomassastroom, maar naar toepassing, **Figuur 2**.

Op hoofdlijnen bestaat er een verband tussen biomassatype en toepassingstype. Dit rapport zal op basis van deze verbanden het biomassagebruik destilleren uit de gebruikscijfers en -prognoses per toepassingstype. Er wordt in dit rapport een verschil gemaakt tussen biomassa ten behoeve van elektriciteit, warmte en gas, en de biomassavraag voor productie van transportbrandstoffen.

Figuur 2: Verdeling gebruikte bio-energie (finaal) naar toepassing (Bron: Agentschap NL, 2013).



1.3 Leeswijzer

In dit rapport wordt eerst in beeld gebracht hoeveel biomassa ingezet wordt voor de productie van hernieuwbare elektriciteit, warmte en groen gas (hoofdstuk 2) en voor biobrandstoffen in de transportsector (hoofdstuk 3). Vervolgens worden in hoofdstuk 4 de verschillende relevante hoogwaardige *biobased*-technieken in kaart gebracht. Van bestaande niet-energetische toepassingen wordt vervolgens beschreven hoe gevoelig deze zijn voor een stijging in de biomassaprijs (hoofdstuk 5). De prijselasticiteit van het aanbod van biomassa wordt beschreven in hoofdstuk 6. Hoofdstuk 7 levert vervolgens de synthese van de hoofdstukken en de voorzichtige conclusies.

2

Gebruik van biomassa voor elektriciteit, warmte en gas

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zal worden ingegaan op de vraag naar en de beschikbaarheid van biomassa voor de energiecategorieën elektriciteit, warmte en gas nu en in de toekomst. Binnen deze drie energiecategorieën zal een onderverdeling worden gemaakt naar toepassingsrichting. De zes toepassingsrichtingen die in dit rapport worden gebruikt zijn:

1. afvalverbrandingsinstallaties (AVI's),
2. bij- en meestook van biomassa in (kolen)centrales,
3. houtkachels en -ketels,
4. verbranding van overige biomassa,
5. biogas door mest(co)vergisting,
6. en biogas uit overige bronnen.

Als eerste zal in sectie 2.1 een uitleg gegeven worden over de bron van de cijfers. De huidige situatie, gebaseerd op cijfers uit 2012, zal worden besproken in sectie 2.2. In het daaropvolgende deel, sectie 2.3, zal de vraag naar bio-energie en de beschikbaarheid van verschillende biomassastromen in 2020 worden vergeleken. Uit deze sectie zal blijken dat voor veel biomassastromen er een krapte op de markt zal ontstaan ten gevolge van de toenemende vraag naar de biomassa als brandstof voor de energiesector. Hier wordt verder op ingegaan in de afsluitende sectie 2.4.

2.2 Methodologie

De gebruikte bronnen met statistieken voor het jaar 2012 (CBS, 2013a) en (AgentschapNL, 2013) maken ook gebruik van een dergelijke onderverdeling naar

toepassing binnen de energiebron biomassa en daarom is ervoor gekozen om binnen deze studie ook gebruik te maken van een dergelijke classificering. Zoals vermeld heeft dit geleid tot zes voor deze studie betekenisvolle toepassingsstromen: AVI's, bij- en meestook, houtkachels en -ketels, overige verbranding, mest(co)vergisting, en overige vergisting. Dit zijn minder toepassingsrichtingen dan in de gebruikte bronnen vermeld staan. Soms zijn de verschillende toepassingsrichtingen zoals vermeld in de bronnen bij elkaar gevoegd om tot de cijfers in dit rapport te komen; de hoeveelheid geproduceerde energie in de toepassingsrichting houtkachels en -ketels komt bijvoorbeeld overeen met de data voor de door het CBS gebruikte categorieën houtketels voor warmte bij bedrijven, houtkachels bij huishoudens en houtskool¹ (CBS, 2013b).

De hoeveelheden die voor deze toepassingsrichtingen beschikbaar zijn in Nederland zijn afkomstig uit het werk van (Koppejan *et al.*, 2009). In dat onderzoek wordt echter niet uitgegaan van biomassatoepassingen, maar verschillende biomassastromen. Op basis van (Agentschap NL, 2013), (Koppejan *et al.*, 2009) en ECN-modelanalyses worden deze biomassastromen onderverdeeld naar de zesvoudige indeling naar toepassingsrichting. Hiervan werd uitgegaan van de toepassingsrichting en daar werden de meest aannemelijke biomassastromen bij gezocht, met name uitgaande van deze stromen die door (Koppejan *et al.*, 2009) zijn onderzocht. In sommige gevallen is hiervan afgeweken, indien dit het geval is, zal hier specifiek uitleg over gegeven worden.

In de paragrafen hieronder worden voor de zes verschillende toepassingsgebieden de biomassastromen weergegeven die zijn gebruikt voor de opwekking van energie binnen de betreffende toepassing. De totale opwekking binnen elke toepassingscategorie (totaal uit Nederland + import) is gelijk aan de cijfers van het CBS (2013b); het aandeel import is afkomstig uit (Agentschap NL, 2013). Voor de productie in 2020 is gebruik gemaakt van ECN-modelanalyses gebaseerd op de volledige uitvoering van het SER-akkoord. De beschikbaarheid van de biomassa-bronnen in 2020 komt uit (Koppejan *et al.*, 2009). Een enkele keer is hier van afgeweken; waar dit het geval is zal dit vermeld worden.

Er zijn geen statistieken beschikbaar over het gebruik van de verschillende binnenlandse biomassastromen in 2012. Ook zijn er geen projecties beschikbaar die het gebruik van verschillende biomassastromen in 2020 voorspellen. In plaats daarvan zijn de energetische hoeveelheden² van de biomassastromen verkennend gededuceerd door de verschillende literatuurbronnen aan elkaar te koppelen en waar mogelijk te verbinden met ECN-modelanalyses. Om een indicatie te kunnen geven van het gebruik van de verschillende biomassastromen binnen één toepassingsrichting, is gebruik gemaakt van de verhouding van de totale hoeveelheid beschikbare energie tussen de biomassastromen zoals in (Koppejan *et al.*, 2009). Voor de verhouding tussen de verschillende biomassastromen in 2012 is gebruik gemaakt van dezelfde verhouding als tussen de beschikbaarheid voor energietoepassingen van de betreffende stromen in

¹ Ondanks dat het uitgangspunt in dit hoofdstuk de SDE+-subsidie is, die niet voor huishoudens beschikbaar is, wordt dit gebruik van biomassa wel meegenomen in de analyse omdat de markten die beide toepassingen dienen niet onafhankelijk zijn.

² Het is belangrijk om te benoemen dat binnen dit rapport gebruik wordt gemaakt van de eenheid PJ_{final} (de nuttige energie die uit de omzetting komt), wat ongebruikelijk is binnen discussies over biomassa. Om tot deze getallen te komen is er gebruik gemaakt van aannames wat betreft de efficiëntie. Een expansie in de vraag naar bio-energie kan worden opgevangen door een toename van de gebruikte biomassa, maar ook door een verhoging in de efficiëntie. Met de mogelijkheid tot dit laatste is in deze verkenning geen rekening gehouden.

2009. Er is dus aangenomen dat de mix van biomassaströmen binnen een toepassingsstroom niet is veranderd tussen 2009 en 2012. Voor de verhoudingen tussen de biomassaströmen in 2020 is gebruik gemaakt van de verhoudingen tussen de totale beschikbaarheden van de betreffende biomassaströmen in 2020 als in (Koppejan *et al.*, 2009).

2.3 Huidige productie

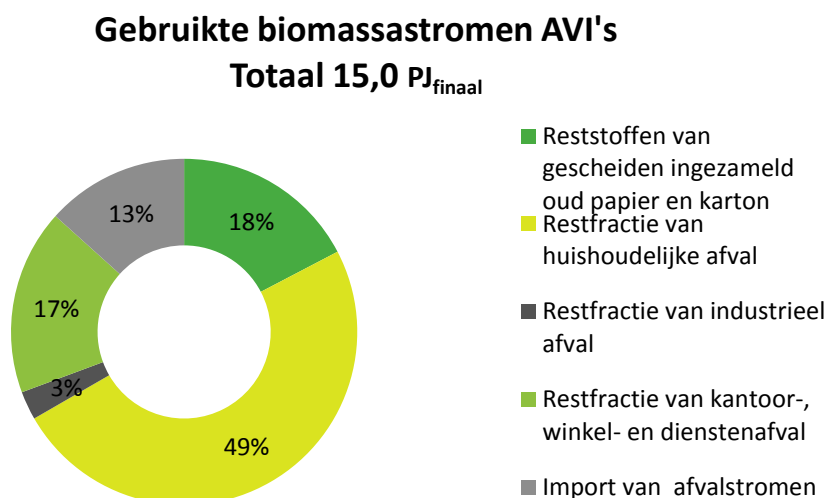
Afvalverbrandingsinstallaties (biogene fractie)

De totale hoeveelheid verbrand afval is de afgelopen jaren gestegen van 5,5 miljoen ton in 2006 tot 7,2 miljoen ton in 2011 (Agentschap NL, 2013) en 7,5 miljoen ton in 2012 (Rijkswaterstaat, 2013). Dit is de totale hoeveelheid afval die is verbrand; het aandeel hiervan dat biogeen is, ligt rond de 53% voor 2012 (Agentschap NL, 2013), waardoor iets meer dan de helft van de energie opgewekt in AVI's als hernieuwbaar wordt aangemerkt. Er zijn op dit moment meer AVI's dan dat er van brandstof kunnen worden voorzien door het nationale afvalaanbod. Deze overcapaciteit wordt deels opgevuld door het importeren van (voornamelijk huishoudelijk) afval uit landen als Duitsland, het VK, Italië en Ierland.

De groei tussen 2006 en 2011 is dan ook voor een significant deel veroorzaakt door een toename van geïmporteerd afval. Waar in 2011 0,6 miljoen ton afkomstig was uit het buitenland en uit de afgraving van oude stortplaatsen (Agentschap NL, 2013), was de hoeveelheid van alleen geïmporteerd afval in 2012 al 1 miljoen ton (Rijkswaterstaat, 2013), een importpercentage van 13%. Er is aangenomen dat het uit het buitenland afkomstige afval eenzelfde energetische inhoud en biogeen aandeel heeft als het nationale afvalaanbod.

De totale hoeveelheid opgewekte energie in AVI's ligt rond de 15 PJ_{final} (CBS, 2013). Indien alleen binnenlandse biomassaströmen zouden worden meegeteld, dan zou dit 13 PJ_{final} zijn. Zoals in 2.1 sectie beschreven, is om tot de productie van energie per biomassaström te komen, dezelfde verhouding aangenomen tussen de verschillende biomassaströmen als gebruikt in (Koppejan *et al.*, 2009), zie **Figuur 3**

Figuur 3: Biomassagebruik bij de categorie afvalverbrandingsinstallaties, bij benadering

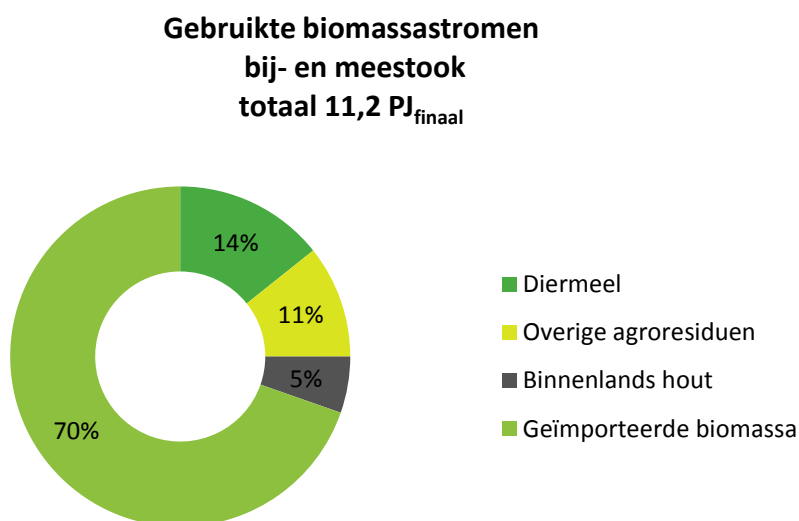


Bij- en meestoken biomassa in centrales

Van de 26 PJ_{primair} die aan biomassa werd meegestookt in 2011, kwam ca. 20 PJ_{primair} van houtachtige biomassa (Agentschap NL, 2013). Hiervan werd 94% geïmporteerd, terwijl 6% (ca. 0,6 miljoen ton) binnenlands hout³ was (Goh & Junginger, 2013). De meerderheid van de import van pellets is afkomstig uit Canada en de Verenigde Staten (Agentschap NL, 2013). Daarnaast werden dierlijke en plantaardige resten voor ca. 7 PJ_p in kolencentrales ingezet. Aangezien er voor diermeel (poedervormige reststromen uit de vleesverwerkende industrie) weinig andere toepassingen zijn dan verbranding, wordt aangenomen dat alle beschikbare diermeel uit (Koppejan *et al.*, 2009) gebruikt wordt voor bij- en meestook in centrales. Wat rest aan plantaardige resten wordt hier agrosiduen genoemd. De totale hoeveelheid opgewekte energie door biomassa bij en mee te stoken in (kolen)centrales is gelijk aan 11,2 PJ_{final} (CBS, 2013b), zie **Figuur 4**.

³ Binnen de categorie bij- en meestook zijn zowel binnenlands hout als overige agrosiduen binnenlandse biomassaströmen die niet komen uit (Koppejan *et al.*, 2009).

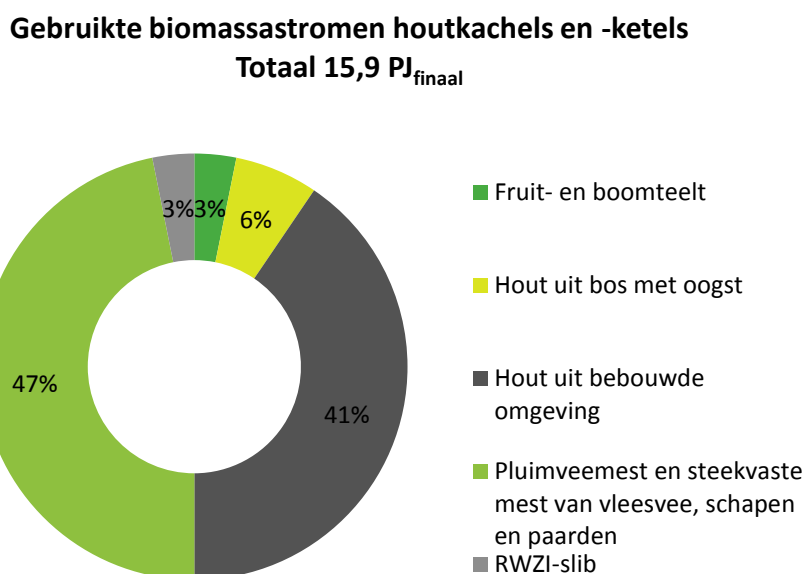
Figuur 4: Biomassagebruik bij de categorie bij- en meestook biomassa in centrales, bij benadering



Houtkachels en -ketels

Voor de toepassingsrichting houtkachels en -ketels wordt hoofdzakelijk vaste biomassa ingezet in bio-energiecentrales: installaties die zowel elektriciteit als warmte (kunnen) leveren. Naast houtsnippers, snoei-, dunnings- en afvalhout worden ook kippenmest en RWZI-slib (het overgebleven slib na vergisting in rioolwaterzuiveringsinstallaties) verbrand. Het onderscheid tussen houtkachels en -ketels enerzijds en overige biomassaverbranding anderzijds is niet eenduidig te maken. Er wordt aangenomen dat alle biomassa die binnen dit toepassingstype valt uit Nederland afkomstig is. De totale hoeveelheid opgewekte energie binnen deze toepassingsrichting is 15,9 PJ_{final} (CBS, 2013b), zie **Figuur 5** voor de verhouding van biomassastromen binnen deze toepassingsrichting.

Figuur 5: Biomassagebruik bij de categorie houtkachels en ketels, bij benadering

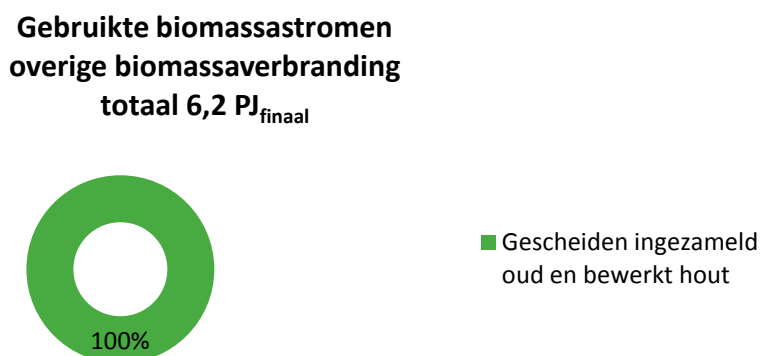


Overige biomassaverbranding

Deze categorie staat generiek voor productie van hernieuwbare elektriciteit en warmte met behulp van een WKK-installatie op basis van resthout. De categorie overige biomassaverbranding bestaat nu voor 80% uit inzet bij bedrijven in de hout- en meubelindustrie en landbouw; bedrijven die zelf afvalhout voorhanden hebben en deze verbranden. Een klein deel gebruikt houtpellets (Agentschap NL, 2013).

Het onderscheid tussen houtkachels en -ketels enerzijds en overige biomassaverbranding anderzijds is niet eenduidig te maken. Ook voor deze categorie wordt aangenomen dat alle biomassa uit Nederland komt (Agentschap NL, 2013). Een verdere aanname is dat alle overige biomassaverbranding bestaat uit de door (Koppejan *et al.*, 2009) beschreven biomassa-stroom gescheiden ingezameld oud en bewerkt hout. De totale hoeveelheid opgewekte energie binnen deze categorie is 6,2 PJ_{final} (CBS, 2013b), zie **Figuur 6**

Figuur 6: Biomassagebruik bij de categorie overige biomassaverbranding, bij benadering

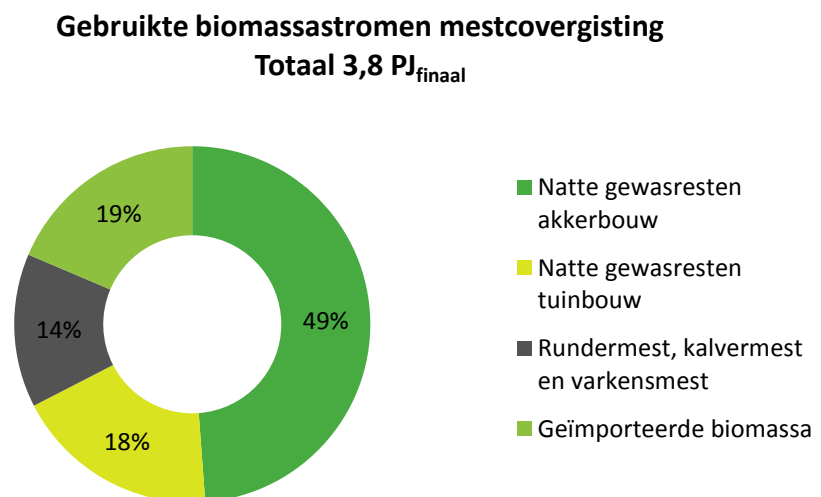


Mest(co)vergisting

Momenteel wordt met name varkensmest gebruikt bij de productie van biogas uit mestvergisting (Koppejan *et al.*, 2009). Voor deze techniek is niet alleen de herkomst van mest onderscheidend, maar ook het cosubstraat. Het merendeel van de energie, ca. 80-90%, is afkomstig uit het cosubstraat, wat herleid is uit (Lensink *et al.*, 2013). Het cosubstraat heeft een tijd- en locatie-afhankelijke samenstelling, maar bestaat grotendeels uit mais, resten uit de voedings- en genotmiddelenindustrie (VGI), de diervoederindustrie en uit primaire landbouwresten. In (Agentschap NL, 2013) is aangenomen dat 85% van de energie die wordt opgewekt binnen deze toepassingsrichting komt uit bronnen afkomstig uit Nederland; dit is in dit rapport overgenomen.

De opbouw van het mest-cosubstraatmengsel is voor deze berekening gelijk aan de verhouding van biomassabronnen die gebruikt wordt in (Lensink *et al.*, 2013). Hierbij is aangenomen dat alleen cosubstraat wordt geïmporteerd (dus geen mest) en dat naast het geïmporteerde deel het cosubstraat bestaat uit binnenlandse natte gewasresten uit akker- en tuinbouw. De onderlinge verhouding tussen deze twee is ook hier weer gebaseerd op (Koppejan *et al.*, 2009), zie **Figuur 7**.

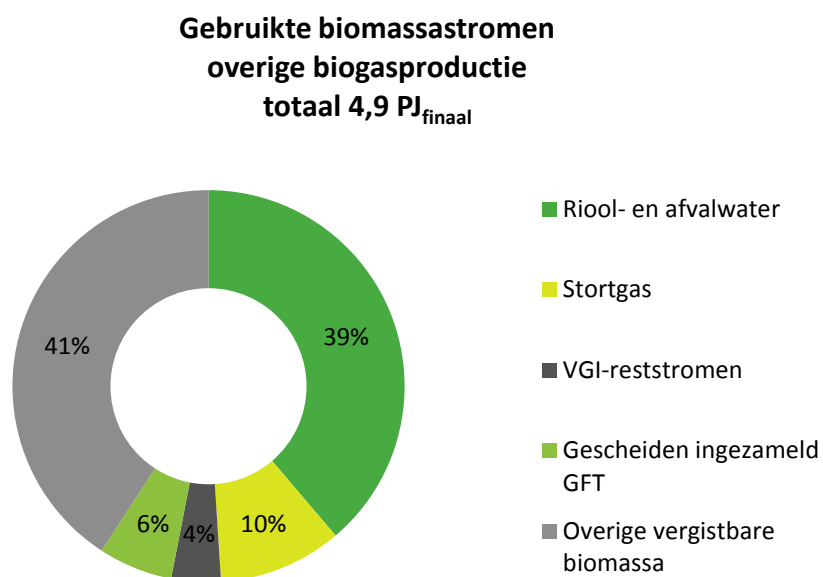
Figuur 7: Biomassagebruik bij de categorie mestcovergisting, bij benadering



Overig biogas

Onder overig biogas worden die installaties verstaan die biogas produceren met grondstoffen zoals rioolslib, afval in vuilstortplaatsen en reststromen van natte biomassa. Typische grondstoffen in de laatste categorie zijn GFT-afval en reststromen uit de VGI-sector. De cijfers voor energieproductie uit riool- en afvalwater en stortgas komen direct uit (CBS, 2013b) en geven een totale productie van 4,9 PJ_{final}, met een onderverdeling naar biogas uit waterzuiveringsinstallaties (1,9 PJ_{final}), stortgas (0,5 PJ_{final}) en overig biogas (2,5 PJ_{final}). Voor de verhoudingen tussen de verschillende biomassastromen, zie **Figuur 8**.

Figuur 8: Biomassagebruik bij de categorie overig biogas, bij benadering



Overige biomassaströmen

In het rapport over de beschikbaarheid van Nederlandse biomassa (Koppejan *et al.*, 2009) worden meer biomassaströmen behandeld dan voor de bovenstaande zes toepassingscategorieën worden gebruikt. Deze restcategorie bestaat uit biomassaströmen die op dit moment vrijwel niet gebruikt worden voor de opwekking van hernieuwbare energie en hoogstwaarschijnlijk ook niet of nauwelijks gebruikt zullen worden voor energietoepassingen in 2020, en blijven om die reden verder buiten beschouwing zie **Tabel 1**. De cijfers voor de productie van energie gebruikmakend van deze bronnen zijn gebaseerd op productiecijfers van 2009 volgens (Koppejan *et al.*, 2009).

Tabel 1: Overig biomassagebruik, bij benadering

Biomassacategorie	Productie hernieuwbare energie 2012 (PJ _{final})
Stro, grasstro, groenbemester, heide	0
Energieteelt	0
Gras voor bioraffinage	0
Aquatische biomassa	0
Swill	<0,1
Papierslib	0
Natuurgras	0
Bermgras en gras van waterwegen	<0,1
Riet	<0,1
Composteeroverloop	0,2
Totaal beperkt gebruikte strömen	0,2

2.4 Projectie 2020

Voor de beoordeling van de ontwikkeling van de toekomstige vraag naar biomassa, is uitgegaan van volledige uitvoering van het SER-energieakkoord. Daaruit valt een vraag naar biomassa te destilleren voor het jaar 2020, zie **Tabel 2**. De gegevens in de tabel zijn gebaseerd op de achterliggende beoordeling van het SER-akkoord (Londo *et al.*, 2013). De spreiding in de biomassabeschikbaarheid in 2020 is een reflectie van de verschillende scenario's die in (Koppejan *et al.*, 2009) doorgerekend zijn.

Tabel 2: Projectie van gebruik van biomassa voor energietoepassingen op basis van het SER-energieakkoord.

	Productie 2013 (CBS) PJ _{final}	Productie 2020 (ECN) PJ _{final}
AVI, biogeen afval	15	12
Meestoken biomassa in centrales	11	25
Houtkachels- en ketels	16	32
Overige biomassaverbranding	6	19
Biogasproductie uit mest	4	11
Overige biogasproductie (stortgas/AWZI/RWZI)	2	1
Overige biogasproductie (GFT en VGI)	3	7

Ten opzichte van 2013 is er een (sterke) stijging geprojecteerd voor 2020 in de hoeveelheid opgewekte bio-energie door middel van bij- en meestook (van 11 naar 25 PJ_{final}), biogasproductie uit mest (van 4 naar 11 PJ_{final}), biogasproductie uit GFT en VGI (van 3 naar 7 PJ_{final}), groen gas uit vergassing van vaste biomassa, overige verbranding (van 6 naar 19 PJ_{final}) en kachels en ketels op biomassa (van 16 naar 32 PJ_{final}). Afvalstromen die nu reeds goed benut worden, zoals bij AVI's, zullen gelijk blijven of licht dalen (van 15 naar 12 PJ_{final}).

Afvalverbrandingsinstallaties

Bij afvalverbranding is sprake van overcapaciteit bij de verbrandingsinstallaties. Deze situatie zal eerder verslechteren dan verbeteren doordat enerzijds de Nederlandse overheid een toenemende ambitie heeft om meer materiaal te recyclen en anderzijds de verwerkingscapaciteit toeneemt in landen waaruit Nederland in recente jaren afval importeerde, wat zou kunnen leiden tot een afname aan import van afval. De productie van hernieuwbare energie van 12 PJ_{final} in 2020 lijkt niet te verwezenlijken bij huidige conversierendementen zonder import, zie **Tabel 3**. De beschikbare hoeveelheid afval die geïmporteerd zou kunnen worden in 2020 is niet geanalyseerd, maar indien het niet langer mogelijk is om afval te importeren uit omliggende landen zal een verhoging van het rendement, bijvoorbeeld door extra warmte-uitkoppeling, op grond van de projecties noodzakelijk zijn om de bijdrage aan hernieuwbare-energieproductie uit afval te realiseren.

Tabel 3: Vraag aanbodverhouding bij de categorie afvalverbrandingsinstallaties

Biomassacategorie	Productie hernieuwbare energie 2012 (PJ _{final})	Productie hernieuwbare energie 2020 (PJ _{final})	Beschikbaarheid van binnenlandse biomassa in 2020 (PJ _{final})
Reststoffen van gescheiden ingezameld oud papier en karton	2,6	2,4	1,8-2,0
Gescheiden ingezamelde textiel	0	0,2	ca. 0,2
Restfractie van huishoudelijke afval	7,3	7,0	5,1-6,0
Restfractie van industrieel afval	0,4	0,4	ca. 0,3
Restfractie van kantoor-, winkel- en dienstenafval	2,7	2,0	1,7-1,8
Totaal (excl. import)	13	12	9,1-10,1
Import van afvalstromen	2,0	0	niet geanalyseerd

Bij- en meestoken biomassa in centrales

Voor bij- en meestook van biomassa is de projectie gelijk aan de afspraak uit het energieakkoord van 25 PJ_{final} aan biomassa-inzet in kolencentrales. Op basis van gesprekken met marktpartijen wordt vooralsnog uitgegaan van hoofdzakelijk inzet van geïmporteerde houtpellets. Op beperkte schaal verwacht ECN blijvende inzet van lokaal beschikbare agroresiduen en diermeel; er is aangenomen dat de inzet van deze bronnen hetzelfde zal zijn als in 2012, terwijl binnenlands hout niet langer gebruikt zal worden voor bij- en meestook. De hoeveelheid beschikbare biomassa (voornamelijk houtpellets) die beschikbaar is voor import is niet geanalyseerd, maar wordt verwacht voldoende te zullen zijn. Voor een overzicht zie **Tabel 4**

Tabel 4: Vraag aanbodverhouding bij de categorie bij- en meestook biomassa in centrales

Biomassacategorie	Productie hernieuwbare energie 2012 (PJ _{final})	Productie hernieuwbare energie 2020 (PJ _{final})	Beschikbaarheid van binnenlandse biomassa in 2020 (PJ _{final})
Diermeel	1,6	1,6	ca. 1,6
Overige agroresiduen	1,2	1,2	ca. 3,9
Binnenlands hout	0,6	0	n.v.t.
Totaal agroresiduen en binnenlandse biomassa	3,4	2,6	ca. 5,5
Geïmporteerde biomassa	7,8	22,4	niet geanalyseerd

Houtkachels en -ketels

In de categorie die staat voor productie van hernieuwbare warmte uit biomassa, wordt een grote groei geprojecteerd van 16 naar 32 PJ_{final}. Dit potentieel is niet onder alle omstandigheden te realiseren met binnenlandse biomassa, zie **Tabel 5**. Er zal een breed beroep gedaan moeten worden op de beschikbare biomassa die kan dienen als brandstof binnen deze toepassingscategorie.

Tabel 5: Vraag aanbodverhouding bij de categorie houtkachels en ketels

Biomassacategorie	Productie hernieuwbare energie 2012 (PJ _{final})	Productie hernieuwbare energie 2020 (PJ _{final})	Beschikbaarheid van binnenlandse biomassa in 2020 (PJ _{final})
Fruit- en boomteelt	0,5	1	0,6-0,9
Hout uit bos zonder oogst	0	3	1,8-4,4
Hout uit bos met oogst	1,0	9	6,0-14,5
Hout uit landschap	0	3	2,3-5,6
Hout uit bebouwde omgeving	6,4	5	ca. 4,7
Pluimveemest en steekvaste mest van vleesvee, schapen en paarden	7,5	10	9,2-10,6
RWZI-slib	0,5	1	0,4-2,4
Totaal	15,9	32	25-43

Overige biomassaverbranding

Een stijging van de productie van 6 naar 19 PJ_{final} is voorzien, zie **Tabel 6**. Dit kan op diverse wijzen worden ingevuld, via meer import van resthout uit het buitenland, door het benutten van (het duurdere) A-hout of door via prijsverhogingen B-hout uit de verwerkende industrie weg te trekken. In alle gevallen mag een prijsstijging van houtreststromen verwacht worden ten gevolge van toenemende krapte op de markt. Overigens dient opgemerkt te worden dat de huidige SDE-regeling beperkingen kent met betrekking tot het gebruik van resthout. Indien de SDE-regeling in zijn huidige beperkingen ongewijzigd blijft, zal groei van de productie in deze toepassingscategorie alleen mogelijk zijn door extra import van resthout. Dit zal dan slechts beperkte impact hebben op alternatieve sectoren die deze biomassa benutten.

Tabel 6: Vraag aanbodverhouding bij de categorie overige biomassaverbranding

Biomassacategorie	Productie hernieuwbare energie 2012 (PJ _{final})	Productie hernieuwbare energie 2020 (PJ _{final})	Beschikbaarheid van binnenlandse biomassa in 2020 (PJ _{final})
Gescheiden ingezameld oud en bewerkt hout	6,2	10	9,1-10,7
Resthout uit houtverwerkende industrie	0	6	ca. 7,2
Hout uit bebouwde omgeving	0	3	ca. 4,7
Totaal	6,2	19	21-22,6

Mest(co)vergisting

Het potentieel van mest is ruim, waardoor het niet aannemelijk is dat het bio-energiebeleid leidt tot prijsveranderingen in de mestmarkt ten gevolge van aantrekkende vraag. Wel kan de interactie tussen het bio-energiebeleid en de mestverwerking leiden tot wijziging in de mestmarkt. Hierbij valt vooral te denken aan het indikken van digestaat met hernieuwbare warmte, waarna het ingedikte digestaat geëxporteerd kan worden. De productie van hernieuwbare energie in 2020 van ca. 11 PJ_{final} kan leiden tot grotere vraag naar natte gewasresten uit de land- en tuinbouw. Het is echter even goed denkbaar, dat door monovergisting van mest – dus zonder toevoeging van cosubstraat – de projectie voor hernieuwbare energie ook gehaald worden. Er zijn op hoofdlijnen twee sporen denkbaar: toenemende covergisting van mest, met bijna volledige benutting van gewasresten uit de land- en tuinbouw, of grootschalige overstap naar mestmonovergisting, waarbij ook kalver- en rundmest vergist zal moeten gaan worden. In de minimale variant van binnenlandse beschikbaarheid, zal enkel varkensmest benut kunnen worden. In de onderstaande

tabel, zie **Tabel 7**, is aangenomen dat ook in 2020 het merendeel van de hernieuwbare energie die uit deze toepassingscategorie komt uit mestcovergisting zal zijn opgewekt.

Tabel 7: Vraag aanbodverhouding bij de categorie mestcovergisting

Biomassacategorie	Productie hernieuwbare energie 2012 (PJ _{final})	Productie hernieuwbare energie 2020 (PJ _{final})	Beschikbaarheid van binnenlandse biomassa in 2020 (PJ _{final})
Natte gewasresten akkerbouw	2,1	6	3,2-6,8
Natte gewasresten tuinbouw	0,8	3	1,2-2,6
Rundermest, kalvermest en varkensmest	0,6	2	27,2-38,5
Totaal	3,0	11	5-48
Geïmporteerde biomassa	0,8	0	niet geanalyseerd

Overig biogas

De projectie voor overig biogas met 7 PJ_{final} lijkt beperkt in vergelijking met de andere categorieën. Toch kan de toenemende vraag naar bio-energie uit biogas leiden tot verschuiving van biomassastromen. Veel van de VGI-reststromen wordt momenteel als veevoeder ingezet. Inzet van deze stromen voor bio-energie leidt dan direct tot minder beschikbaarheid voor veevoeder, waarbij het veevoeder op een andere wijze geproduceerd of ingekocht moet worden. Ook bestaat het potentieel voor het grootste gedeelte (13-29 PJ) uit oliezadenschroot. Het is goed denkbaar dat deze stroom in zijn geheel niet ingezet wordt voor biogasproductie, maar dat andere VGI-stromen juist voor een relatief groot deel aangewend worden voor biogasproductie. In dit rapport is onvoldoende basis gevonden om gerichte uitspraken te doen over specifieke VGI-stromen.

De cijfers voor de beschikbaarheid van biogasproductie uit riool- en afvalwater komen uit gesprekken met de waterzuiveringssector. De productie van stortgas wordt verwacht te reduceren tot nihil, naar er geen afval meer gestort wordt in Nederland en de productie uit huidige stortplaatsen af zal nemen.

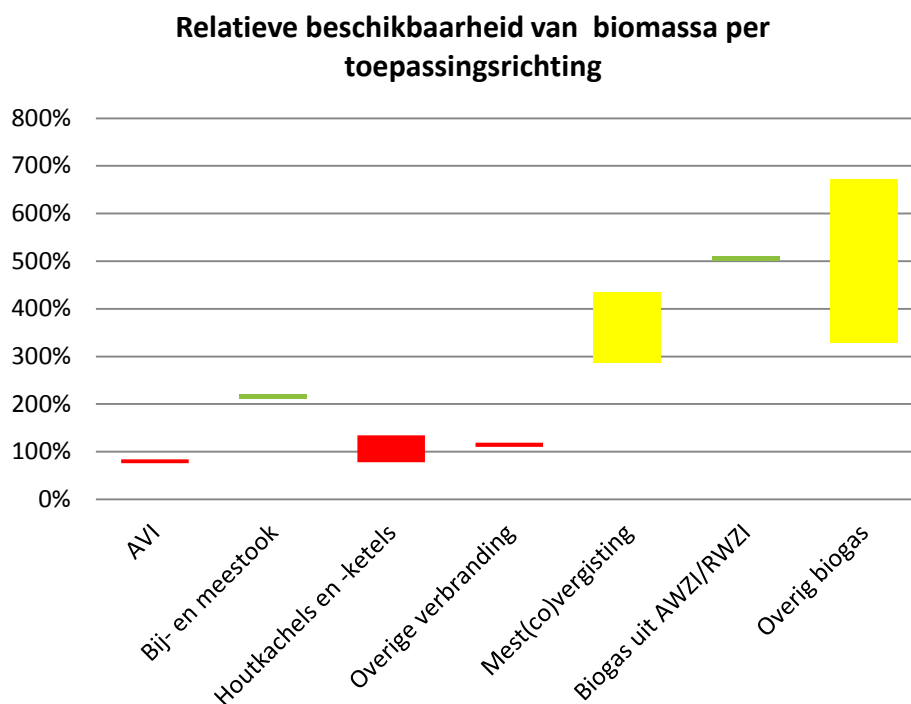
Tabel 8: Biomassagebruik bij de categorie overig biogas, bij benadering

Biomassacategorie	Productie hernieuwbare energie 2012 (PJ _{final})	Productie hernieuwbare energie 2020 (PJ _{final})	Beschikbaarheid van binnenlandse biomassa in 2020 (PJ _{final})
Riool- en afvalwater	1,9	1	5
Stortgas	0,5	0	0
Totaal AWZI, RWZI en stortgas	2,4	1	5
VGI-reststromen	0,2	3	17-36
Gescheiden ingezameld GFT	0,3	2	6
Overige vergistbare biomassa	2,0	2	0-5
Totaal VGI- en GFT-vergisting	2,5	7	23-47

2.5 Conclusie

Gebaseerd op de tabellen in sectie 2.3 is er een totaaloverzicht weergegeven in **Figuur 9**. In deze grafiek is de relatieve beschikbaarheid van de biomassa per toepassingsrichting weergegeven. In andere woorden, welk percentage van de vraag gedekt zou kunnen worden door de beschikbare biomassa. Dit wordt berekend door de beschikbare hoeveelheid in 2020 (laatste kolom van de tabellen) te delen door de benodigde hoeveelheid biomassa in 2020 (een-na-laatste kolom van de tabellen in sectie 2.3). Doordat de beschikbare hoeveelheden in 2020 worden gepresenteerd in een range – afhankelijk van de scenario's van (Koppejan *et al.*, 2009) – zal er ook voor deze relatieve beschikbaarheid een range worden gepresenteerd. Deze relatieve beschikbaarheid zou op minstens 100% moeten liggen om aan de gehele vraag zoals deze is geschat binnen het SER-energieakkoord te voldoen. Met kleuren is aangegeven of de situatie rond de beschikbaarheid van (de juiste) biomassastromen zorgelijk is of niet.

Figuur 9: De relatieve beschikbaarheid van biomassa per toepassingsrichting. De kleuren geven een inschatting voor welke toepassingsrichtingen de situatie zorgelijk zal zijn, waarbij groen het minst en rood het meest zorgelijk is. De grafiek toont tevens de onzekerheid in relatieve beschikbaarheid (bijv. grote onzekerheid bij "overig biogas" en kleine onzekerheid bij "AVI").



In het kort, per toepassingscategorie:

- **AVI:** de beschikbare hoeveelheid binnenlands afval zal niet voldoende zijn. Er moeten hoogstwaarschijnlijk efficiëntieverbeteringen worden toegepast om de voorspelde energieopwekking te halen, daar er een mogelijkheid is dat het in 2020 niet langer mogelijk is om aan de overige vraag te voldoen door middel van import.
- **Bij- en meestook:** het deel binnenlandse biomassa dat voor deze toepassingscategorie zal worden gebruikt in 2020 is aangenomen hetzelfde te zijn als in 2012. Het merendeel van de biomassa in deze toepassingscategorie zal

waarschijnlijk worden geïmporteerd in de vorm van houtpellets uit Canada en de Verenigde Staten.

- **Houtkachels en –ketels:** afhankelijk van de omstandigheden zullen de beschikbare biomassabronnen wel of niet voldoende zijn om aan de vraag te voldoen. Er ontstaat ernstige krapte in de biomassamarkt voor deze toepassingscategorie.
- **Overige verbranding:** ook op deze markt zal ernstige krapte ontstaan, wat zal zorgen voor prijsstijgingen in de houtreststromenmarkten. De SDE+-regeling kent echter beperkingen voor het gebruik van resthout, indien dit ongewijzigd blijft zal het aannemelijk zijn dat er een importstroom van resthout nodig zal zijn om aan de vraag te voldoen; wat het prijseffect zou kunnen verminderen.
- **Mest(co)vergisting:** er is een grote hoeveelheid mest beschikbaar. Indien mestcovergisting de meest voorkomende technologie zal blijven om dit om te zetten in biogas, zal er een grotere vraag komen naar het cosubstraat (vooral natte gewasresten). Het is ook mogelijk om mest zonder cosubstraat te vergisten (mestmonovergisting), wat de druk op de natte gewasreststromen zal verlichten.
- **Biogas uit AWZI/RWZI/stortgas:** de productie van stortgas zal de komende jaren verder afnemen en in 2020 vrijwel nihil zijn. Er is een grotere potentie voor energie uit riool- en afvalwater dan op dit moment gebruik van gemaakt wordt. Hier worden geen problemen voorzien.
- **Overig biogas:** hoewel er een groot potentieel is aan VGI reststromen die gebruikt zouden kunnen voor de productie van biogas, is dit potentieel erg afhankelijk van het gebruik van oliezadenschroot, wat momenteel vooral wordt gebruikt als veevoeder. Er zal binnen deze categorie vooral een verschuiving tussen de verschillende VGI reststromen plaatsvinden, maar het is niet bekend wat de effecten op de substromen zullen zijn.

3

Gebruik van biomassa voor biobrandstoffen

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft aan hoe de vraag naar biomassa voor biobrandstoffen eruit ziet. Als eerste zal in sectie 3.2 ingegaan worden op het Nederlandse en Europese beleid. Vervolgens zal in sectie 3.3 aandacht besteed worden aan de internationale markt voor biobrandstoffen en hun grondstofstromen. In het daaropvolgende deel, sectie 3.4, is het Nederlandse verbruik van biobrandstoffen weergegeven. In sectie 3.5 is voor 2020 geprojecteerd hoeveel biomassa er nodig is voor de Nederlandse consumptie van biobrandstoffen. In sectie 3.6 worden de verschillende grondstofstromen voor biobrandstoffen beschreven.

3.2 Beleid

Er zijn twee Europese richtlijnen met betrekking tot biomassa voor biobrandstoffen waar ook Nederland aan moet voldoen: De Europese brandstofkwaliteitsrichtlijn en de Europese richtlijn hernieuwbare energie.

De Europese brandstofkwaliteitsrichtlijn (Fuel Quality Directive, 2009/30/EC) schrijft onder meer voor dat de broeikasgasintensiteit van de geleverde brandstoffen in het wegverkeer in 2020 met 6% moet zijn afgenomen ten opzichte van 2010, met tussendoelen van 2% in 2014 en 4% in 2017.

De Europese richtlijn hernieuwbare energie (Renewable Energy Directive, 2009/28/EG) schrijft voor de sector verkeer en vervoer voor dat in 2020 ten minste 10% van het energiegebruik uit hernieuwbare bronnen moet komen. De hernieuwbare doelstelling in transport kan worden gehaald door (vloeibare en gasvormige) biobrandstoffen en door elektriciteit en waterstof uit hernieuwbare bronnen. Hierbij tellen hernieuwbare transportbrandstoffen uit afval, reststromen, non-food cellulose materiaal en lignocellulose, de *geavanceerde biobrandstoffen*, dubbel mee voor de doelstelling. Energie voor elektrische voertuigen telt 2,5 keer mee. De enkelvoudig tellende biobrandstoffen worden de *conventionele biobrandstoffen* genoemd.

Beide Europese richtlijnen zijn in Nederland vertaald in het Besluit hernieuwbare energie vervoer uit 2011 die brandstofdistributeurs verplicht hernieuwbare energie op de markt te brengen. Dit gaat via een oplopend percentage bij te mengen brandstof. In 2012 is dat 4,5 procent. De rekenmethode van deze regeling wijkt enigzins af van de Europese richtlijnen (CBS 2012).⁴ De regels voor dubbeltelling uit de Europese richtlijnen zijn in dit Besluit wel overgenomen.

Conventionele biobrandstoffen concurreren sterker met voedselproductie, de geavanceerde biobrandstoffen niet. De meeste nieuwe Nederlandse initiatieven voor biobrandstoffen proberen in te zetten op de geavanceerde biobrandstoffen. Er is reeds industrie op de conventionele biobrandstoffen aanwezig. De bedrijven met de geavanceerde biobrandstoffen zijn op zoek naar nieuwe grondstofstromen, om grotere volumes biobrandstof te kunnen creëren.

Het SER-energieakkoord spreekt over de ontwikkeling van een duurzame brandstoffenmix. De visie hierop moet ontwikkeld zijn in het voorjaar van 2014.

3.3 Internationale markt

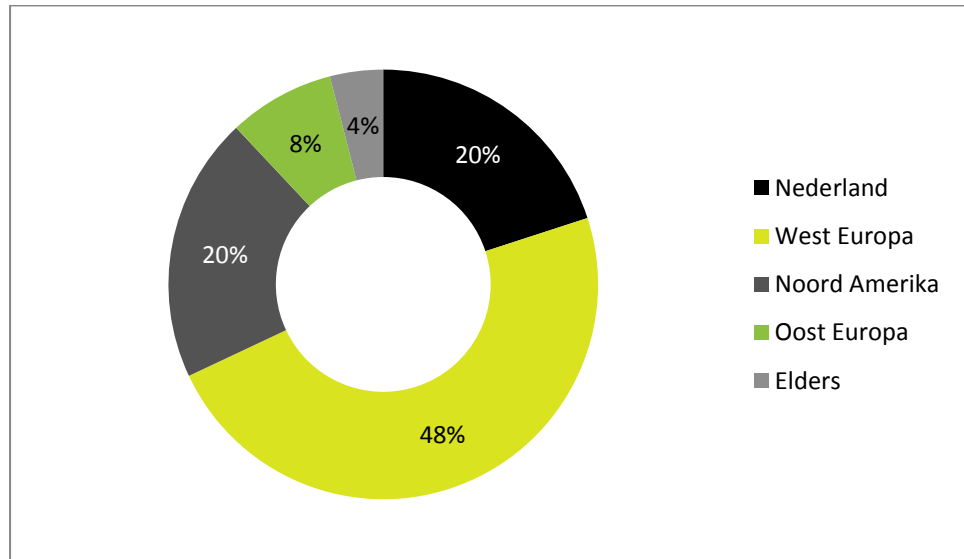
De biobrandstoffenproductie is sterk internationaal georiënteerd. De herkomst van de grondstofstroom, de productie van de biobrandstof en de consumptie ervan vindt doorgaans plaats in verschillende landen. Deze context is relevant om te onderzoeken of de grondstofstromen in een biobased economy in Nederland onder druk kunnen komen te staan door stimulering vanuit Europese richtlijnen.

Nederland is netto-exporteur van biobrandstoffen en heeft de capaciteit geïnstalleerd om een nog hogere productie te bewerkstelligen als de markt daar vraag naar heeft (CBS, 2013c). De grondstofstroom die Nederland gebruikt voor de productie van biobrandstoffen bestaat voor een deel uit gebruikt frituurvet en dierlijke afvalvetten. De biobrandstof die op basis hiervan wordt geproduceerd valt onder de geavanceerde biobrandstoffen. Het gebruikt frituurvet/dierlijk vet dat wordt toegepast als grondstof voor de productie van biobrandstoffen voor de export wordt voor een groot deel geïmporteerd. Zo ook de grondstofstromen die worden gebruikt voor de biobrandstoffen die in Nederland worden geconsumeerd. Hiervan komt 20% uit Nederland, 48% uit West-Europa, 20% uit Noord-Amerika, 8% uit Oost-Europa en de rest komt elders vandaan (De Nederlandse Emissieautoriteit, 2013)⁵ (**Figuur 10**).

⁴ <http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/7E4AB783-ABB3-4747-88BA-AF3E66A7ACF1/0/2013c89pub.pdf>

⁵ NEA, Naleving jaarverplichting 2012 hernieuwbare energie vervoer en verplichting brandstoffen luchtverontreiniging (2013)
<https://www.emissieautoriteit.nl/mediatheek/biobrandstoffen/publicaties/20130807%20Biobrandstoffen%20verplichtingen%202012.pdf>

Figuur 10: Herkomst grondstofstromen voor de in Nederland geconsumeerde biobrandstoffen



3.4 Huidig Nederlands gebruik

Biobrandstof heeft theoretisch de potentie om gebruikt te worden in wegverkeer, luchtvaart en scheepvaart. In dit onderzoek is voornamelijk gekeken naar wegverkeer omdat dat de enige sector is waar significante biobrandstofstromen worden voorzien in het komende decennium.

In het wegverkeer werd in 2012 180 PJ benzine en 337 PJ diesel verbruikt. 3% daarvan was biobrandstof (Bron: CBS, 2013c) (**Tabel 9**).

Er is een ontwikkeling dat biogas getankt kan worden. Voor de Nederlandse wet Hernieuwbare Energie Vervoer kan biogas meetellen voor de verplichting als er aardgas getankt wordt, in ruil voor toevoeging van groen gas in het aardgasnet. Voor de EU richtlijn Hernieuwbare Energie telt biogas enkel mee als het direct getankt wordt. Volgens het CBS is dit laatste momenteel nog een marginale gebeurtenis⁶. Het gebruik van gas (LPG) in 2012 is 12PJ.

Tabel 9: Consumptie van biobrandstoffen in het wegverkeer in 2012

Biobrandstoffen voor wegverkeer	Energie (PJ) biobrandstof bijgemengd	Energie (PJ) wegbrandstof totaal	Aandeel biobrandstof bijgemengd	Aandeel biobrandstof met dubbel telling meegeteld
Biobenzine	5,2	180,8	2,9%	4,0%
Biodiesel	8,8	268,7	3,3%	4,9%
Totaal	14,0	463,2	3,0%	4,4%

⁶ <http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/7E4AB783-ABB3-4747-88BA-AF3E66A7ACF1/0/2013c89pub.pdf>

In het vliegverkeer is in 2012 144 PJ kerosine verbruikt (CBS). Er zijn initiatieven om biobrandstoffen toe te voegen aan de kerosinemix. Er is slechts een grondstofstroom die momenteel wordt gebruikt en dat is frituurvet. Er zijn verschillende andere grondstofstromen die worden onderzocht, maar dat onderzoek bevindt zich nog in een te vroege fase om uitspraken te doen over de haalbaarheid van deze stromen. Frituurvet zelf biedt niet genoeg basis voor een biobased luchtvaart. Er is onvoldoende frituurvet beschikbaar om voor een serieus marktaandeel te zorgen.

In de scheepvaart is in 2012 582 PJ brandstof verbruikt, verdeeld over gasolie en lichte stookolie (1,7 miljoen ton), laagzwavelige stookolie (2,2 miljoen ton) en hoogzwavelige stookolie (10,1 miljoen ton) (CBS).

3.5 Projectie 2020

Om een kwantitatief beeld te krijgen van de biobrandstofstromen is een eenvoudige, pragmatische projectie gemaakt voor 2020. Deze projectie heeft enkel als doel om een beeld te krijgen bij de ordegrootte van de grondstofstromen om daarmee te kunnen analyseren wat voor belemmeringen er kunnen ontstaan voor een biobased economy.

De biobrandstofstromen die in het huidige gebruik in de biobrandstofmix zitten, zijn ongeveer in dezelfde verhouding doorgetrokken naar 2020 zodat deze voldoen aan de hernieuwbare energiedoelstellingen voor vervoer. Er is aangenomen dat in 2020 de doelstelling van 10% hernieuwbare energie in het vervoer wordt gehaald, met meervoudige telling meegerekend en puur met biobrandstoffen. Er is rekening gehouden met de beschikbaarheid van grondstoffen. Er is geen economische analyse gemaakt over het gebruik van de grondstoffen. Er zijn geen grondstoffen aan de mix toegevoegd die er nu niet inzitten. Deze zijn wel onderzocht, maar dit leverde geen noemenswaardige resultaten op. De beschikbaarheid van de grondstoffen zijn afgeleid uit een Europese studie van H elaine (2013).

In **Tabel 10** staat een overzicht van karakteristieken van de belangrijkste grondstofstromen die voor de binnenlandse consumptie van biobrandstoffen wordt ingezet.

Tabel 10: Analyse van biomassa voor binnenlandse biobrandstofconsumptie in 2020⁷

Biomassastroom 2020	Vraag naar energie (PJ _{finaal})	Hoogwaardige toepassing in ontwikkeling (zie hoofdstuk 4)	Concurrerende vraag
Koolzaad	10	Ja	Voedsel
Mais	7	Ja	Voedsel
Glycerine	6	Beperkt	Chemische industrie
Talg	5	Beperkt	Bio-energie, chemische industrie
Frituurvet	3	Beperkt	Bio-energie, chemische industrie
Tarwe	2	Ja	Voedsel
Cassave	1	Ja	Voedsel
Suikerbiet	1	Ja	Voedsel
Dierlijk vet	1	Beperkt	Bio-energie, chemische industrie
Suikerriet	1	Ja	Voedsel
Oliepalm	>1	Ja	Voedsel, oerwoud

3.6 Toelichting grondstofstromen

Gebruikt frituurvet

Gebruikt frituurvet is een veelgenoemde afvalstroom voor dubbeltellende biobrandstoffen. Gebuikt frituurvet kan gebruikt worden voor energiedoelinden (bijv. biodiesel), in de oleochemie (bijv. zeep, vetzuren, glycerines, esters en dimeren) en als diervoeding.

Het gebruik voor diervoeding is voor het grootste deel verboden in de EU vanwege de verordening (EG) nr. 1774/2002. Slechts enkele stromen komen hier voor in aanmerking (Toop *et al.*, 2013). Onderzoek door Ecofys in het Verenigd Koninkrijk laat zien dat in het Verenigd Koninkrijk in 2008 er circa 18% van het hergebruikte gebruikt frituurvet naar diervoeding gaat en Ecofys schat in dat dat in 2013 is gemarginaliseerd.

In datzelfde onderzoek van Ecofys staat dat in 2013 circa 10% van het hergebruikte gebruikt frituurvet in Europa naar de oleochemie gaat en de andere 90% naar biodiesel. Het lastige van de frituurvetstromen voor de oleochemie is de wisselende samenstelling van de koolstofketens en daarmee de wisselende kwaliteit.

Doordat gebruikt frituurvet steeds meer voor biobrandstoffen gebruikt wordt, is de waarde ervan omhoog gegaan. Daardoor wordt gebruikt frituurvet minder interessant voor diervoeding en voor oleochemische producten. Het is echter, een grondstofstroom die goed vervangbaar is door alternatieven. We hebben geen bronnen gevonden waarin over problemen van verdringing wordt gesproken door stimulering van de biobrandstoffen.

Het gebruik van gebruikt frituurvet heeft als groot bijkomend voordeel dat het minder gedumpt zal worden. Zowel binnen als buiten de EU zijn er verschillende problematische situaties in de afvalverwerking van gebruikt frituurvet aldus Ecofys in een onderzoek in opdracht voor de Europese Commissie (Spöttle *et al.*, 2013).

⁷ Bronnen: Hélaine, S. (2013) en eigen calculaties.

Glycerine / Glycerol

Glycerine is een stof die onder andere wordt gebruikt in voedselindustrie, medische preparaten, persoonlijke verzorgingsproducten en in verschillende toepassingen in de industrie. Glycerine ontstaat onder meer bij de productie van biodiesel. Doordat er steeds meer biodiesel wordt geproduceerd komen er grotere stromen glycerine beschikbaar; daarom wordt er gezocht naar meer toepassingsmogelijkheden van glycerine. Een van die toepassingen is dus opvallend genoeg biobrandstof, omdat glycerine omgezet kan worden in methanol. Het feit dat er wordt gezocht hoe de geproduceerde glycerine waardevol gebruikt kan worden, laat zien dat de glycerinemarkt juist groter wordt door de groeiende biobrandstofmarkt.

Dierlijke vetten / Talg

Dierlijke vetten, waaronder talg zijn een bijproduct bij de vleesindustrie. In sommige indelingen worden talg en dierlijke vetten gescheiden en soms bij elkaar gevoegd. Er is differentiatie in de grondstofstromen van dierlijke vetten in conventioneel en geavanceerd. Dierlijke vetten worden gebruikt voor de oleochemische industrie, zoals ook beschreven staat bij gebruikt frituurvet. Ook zoals bij gebruikt frituurvet zijn er alternatieve grondstofstromen beschikbaar als dierlijke vetten minder beschikbaar worden.

Talg wordt ook gebruikt als brandstof voor stoom en elektriciteitsproductie. Deze initiatieven kunnen worden ondersteund door de SDE.

Voedingsgewassen

Biobrandstoffen op basis van gewassen die groeien op landbouwareaal kunnen direct en indirect invloed hebben op de voedselmarkt. De directe variant is dat voor consumptie geschikte gewassen gebruikt worden als grondstof voor biobrandstoffen, de indirecte variant is dat landbouwareaal dat voor voedingsgewassen gebruikt kan worden, wordt gebruikt voor biobrandstofgewassen. Er is internationaal veel discussie over de invloed van het maken van biobrandstoffen van landbouwgewassen op de voedselmarkt. Volgens sommige onderzoeken is de voedselprijs van deze gewassen nu al hoger dan het zou zijn zonder biobrandstof. Aan de andere kant wordt dat betwist met bijvoorbeeld het argument dat vooral het deel van de voedingsgewas oogst met een onvoldoende kwaliteit voor consumptie als grondstof voor biobrandstof wordt gebruikt. En dat met name de slechte landbouwgrond voor de productie van biobrandstofgewassen wordt gebruikt. In Europa wordt gediscussieerd over een maximale hoeveelheid conventionele brandstof die in de brandstofmix mag zitten.

Plantaardige oliën

De drie meest gebruikte plantaardige oliën in de wereld zijn palmolie, sojaolie en koolzaadolie. Deze zijn alle drie geschikt voor biodieselproductie, maar hebben ook vele andere toepassingen. Palmolie en sojaolie worden in de Nederlandse biobrandstofmix niet of nauwelijks gebruikt, dit in tegenstelling tot koolzaadolie. Volgens Europees modelonderzoek (Hélaine, 2013) zal in een scenario zonder rem op conventionele biobrandstoffen de helft van alle plantaardige oliën in 2020 worden gebruikt voor biodiesel.

Koolzaad wordt gebruikt voor productie van conventionele biobrandstoffen. In 2013 in Nederland werd het op ca. 3500 hectare geteeld (CBS). Internationaal zijn de grootste

producenten India met 7 miljoen hectare, China met eveneens 7 miljoen hectare en Canada met 6 miljoen hectare. Naast inzet voor biobrandstoffen kan koolzaad kan worden gebruikt voor voedselproductie en diervoeding. De koolzaadproductie neemt al decennia toe omdat er steeds vaker geschikte toepassingen worden ontwikkeld. Biodiesel is in het laatste decennium een belangrijke driver geworden van de groei.

3.7 Conclusie

Biobrandstoffen worden steeds meer gebruikt, mede vanwege Europese doelstellingen. De biobrandstofmix bestaat voor een groot deel uit grondstofstromen die direct of indirect concurreren met de voedselproductie. Deze stromen vallen buiten het bereik van dit onderzoek. De overige grondstofstromen, die niet concurreren met de voedselproductie, zijn gebruikt frituurvet, dierlijke vetten en glycerine. Hoewel er voor deze grondstofstromen ook andere toepassingen zijn, zijn er voor deze grondstofstromen geen producten ontdekt die onder druk komen te staan door de stimulering van biobrandstoffen.

4

Inzet van biomassa voor hoogwaardige toepassingen

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt op basis van een korte literatuurscan voor de biomassastromen die naar voren zijn gekomen in de eerdere hoofdstukken gekeken naar mogelijke nieuwe biobased opties die gebruik maken van deze grondstoffen. Er wordt ook gekeken in hoeverre er nieuwe technologieën in ontwikkeling zijn die op basis van deze biomassastromen meer hoogwaardige producten kunnen leveren.

Biobased processen zijn te verdelen in thermochemische en biochemische processen. Thermochemische processen, zoals pyrolyse of vergassing, vinden bij hogere temperaturen (> 400°C) en in veel gevallen ook bij hogere drukken plaats. Als gevolg hiervan zouden veel waardevolle functionele groepen, aanwezig in biomassastromen, verloren gaan door o.a. blootstelling aan hoge temperaturen en/of drukken. Biochemische processen vinden echter in de regel plaats bij veel lagere temperaturen en atmosferische druk, door toepassing van o.a. enzymen en micro-organismen.

Veel biomassastromen worden nu ingezet voor de productie van bio-energie en het behalen van duurzame energie doelstellingen. Hier speelt dus het Nederlandse energiebeleid een sturende rol in. Zo is bijvoorbeeld pyrolyse-olie o.a. dankzij de SDE-subsidie en steun vanuit Topsector Energie van de grond gekomen. Terwijl de eerste toepassing daarvan is voorzien in de opwekking van elektriciteit en warmte, kan pyrolyse-olie in een later stadium mogelijk worden gebruikt voor de productie van transportbrandstoffen en chemicaliën.

Op korte termijn zouden biobased processen dan kunnen voortkomen uit de integratie van bioraffinageconcepten in de bestaande bio-energie productie-installaties (Bioref-Integ, 2010). Het inzetten van rest- en/of bijproducten van bio-energie-gerelateerde processen voor hoogwaardige toepassingen zou tot een verbetering van concurrentiepositie van het hoofdproduct, i.e. bio-energie, kunnen leiden. Op deze

wijze kunnen biobased processen een positieve bijdrage leveren aan de realisatie van bio-energie projecten.

Voor een efficiëntere inzet van duurzame biomassa is omzetting via cascadering wenselijk. Dit betekent dat de meeste toegevoegde waarde gecreëerd worden in het begin van de bioketen (door de chemie, farmacie etc.), terwijl de laagste toegevoegde waarde gerealiseerd zal worden in de energiesector, door het omzetten van laagwaardige en goedkope reststromen in energie. Dit is van groot belang voor de totstandkoming van een biobased economy voor bio-energie. Gezien de ontwikkelingsstatus van diverse cascaderingsroutes, wordt er verwacht dat deze routes pas op langere termijn (na 2020) in toenemende mate worden toegepast.

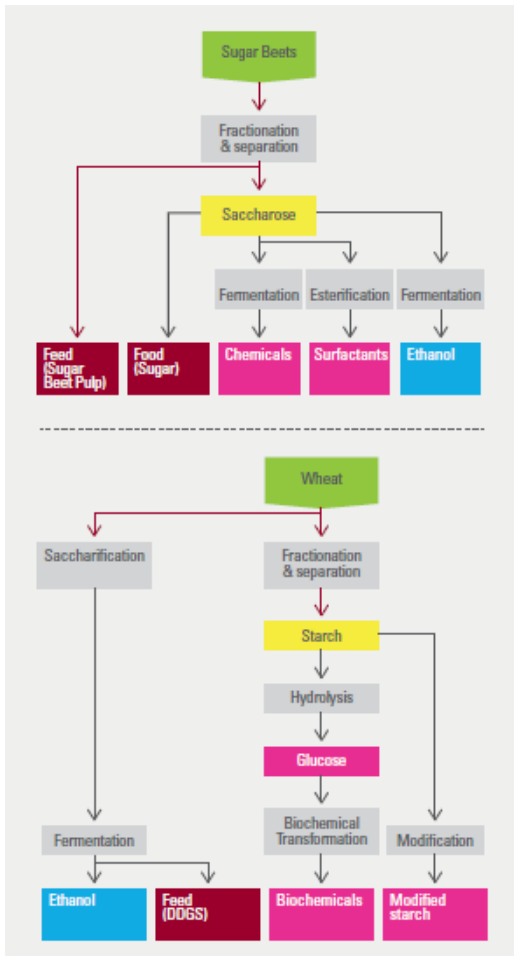
4.2 Bioraffinage concepten

Bioraffinage concepten op basis van cascadering zijn, afhankelijk van de grondstofstromen, te verdelen in de volgende types (Star-Colibri, 2011):

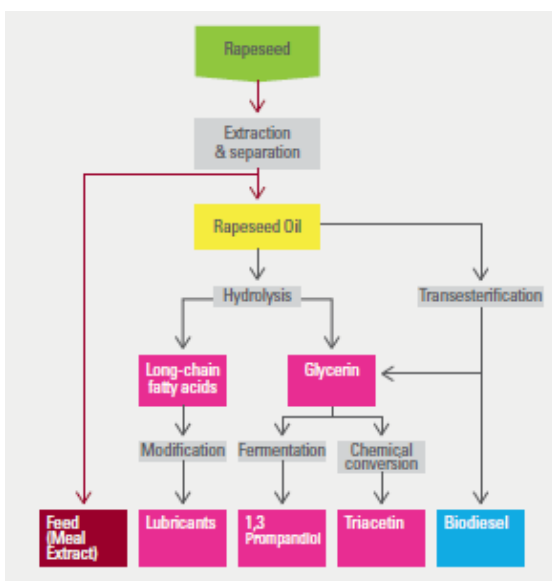
- Zetmeel en suikerbieten bioraffinage (**Figuur 11**)
- Bioraffinage van oliehoudende zaden (**Figuur 12**)
- Gras bioraffinage (**Figuur 13**)
- Lignocellulose bioraffinage (**Figuur 14**)
- Aquatisch bioraffinage (**Figuur 15**).

Zoals uit de figuren blijkt, zijn bioraffinage concepten grotendeels gebaseerd op biochemische procesessen. Deze routes hebben tot 2020, gezien hun ontwikkelingsfase (R&D), behoefte aan een actief innovatiebeleid, zodat daarna substantieel kunnen bijdragen aan de totstandkoming van een biobased economy.

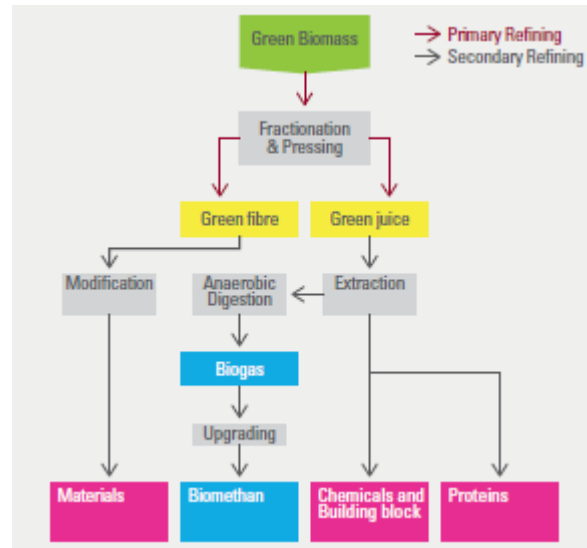
Figuur 11: Schema's van suikerbieten bioraffinage (boven) en een voorbeeld van een zetmeel bioraffinage (onder)



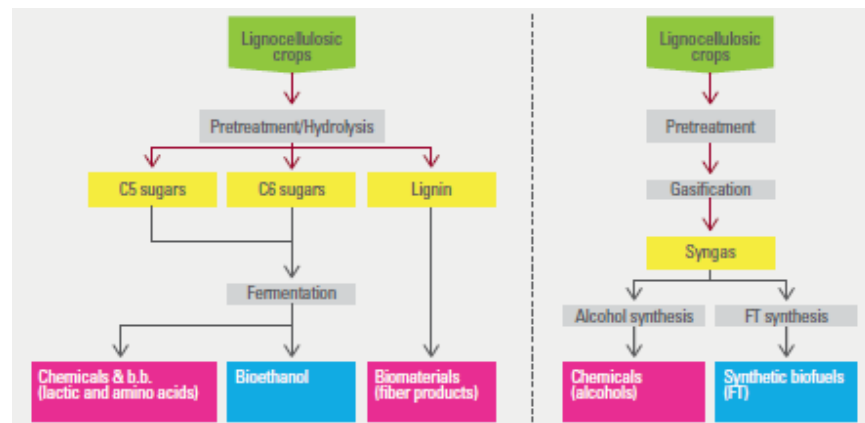
Figuur 12: Schematische weergave van een voorbeeld van bioraffinage van oliehoudende zaden



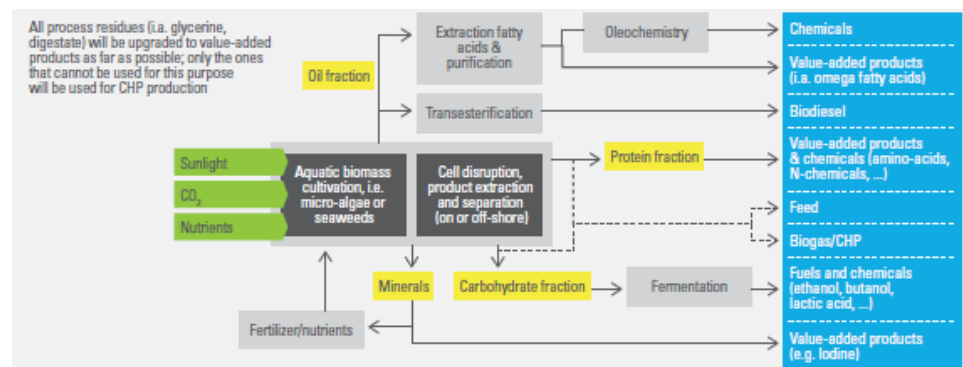
Figuur 13: Schematische weergave van een gras bioraffinage



Figuur 14: Schematische weergave van lignocellulose bioraffinage: de biochemische benadering (linkerzijde) en de thermochemische aanpak (rechterzijde)



Figuur 15: Schematische weergave van een aquatisch bioraffinage



4.3 Biobased technologieën en processen

Vergassingstechnologieën

Voor vergassingstechnologieën kan een indeling gehanteerd worden tussen technieken die op een hoge temperatuur syngas produceren, zoals entrained flow, en lage-temperatuurprocessen die een productgas leveren dat uit een mengsel van methaan, hogere koolwaterstoffen, CO, H₂, CO₂ en water bestaat. Hoge-temperatuurvergassing, zoals entrained-flow technologie, is economisch alleen haalbaar bij een grote schaal (van ca. 1 GW per installatie). Dit beperkt in grote mate de toepassing tot grootschalige elektriciteitsproductie of productie van biobrandstoffen (bijv. via de productie van FT-diesel). Daarnaast kan syngas ingezet worden in the (petro)chemische industrie voor de productie van diverse chemicaliën. Processen voor vergassen op lage temperatuur kennen de, althans theoretische, mogelijkheid om coproducten te maken (zoals BTX⁸ en ethyleen), naast de methaanproductie. Uiteraard wordt een deel van het biomassamateriaal dan niet langer benut voor methaanproductie, maar de coproducten zullen toegevoegde waarde kunnen leveren aan de installatie. Dit versterkt de business case van de vergasser en het langetermijnperspectief van vergassing van biomassa. Gezien de schaal van vergassingstechnologieën, is vergassing al gauw afhankelijk van geïmporteerde biomassa.

Fractionering van lignocellulose

Houtachtige stromen (hout uit landschap, riet, energieteelt binnen en buiten landbouw, hout uit bebouwde omgeving, resthout uit houtverwerkende industrie), gewasresten en andere vezelachtige producten zoals gras (gras voor bioraffinage en natuurgras) en stro kunnen worden gescheiden in hun fracties- cellulose, hemicellulose en lignine. Hierdoor kan de toegevoegde waarde van dergelijke biomassa aanzienlijk worden verhoogd. De cellulose en hemicellulose kunnen bijvoorbeeld worden gebruikt als grondstof voor brandstoffen en PET-ervangers⁹ op basis van furanen. Lignine is een reststroom die op langere termijn vooral aantrekkelijk lijkt voor de productie van chemicaliën. Op korte termijn kan het lignine worden ingezet voor de productie van energie door het te verbranden. Inzet van lignine voor hoogwaardiger gebruik bevindt zich nog in een pril stadium. Onderzoek wordt in Nederland met name verricht door de WUR en TNO.

Grasraffinage

Geteelde grassen en natuurgras kunnen via grasraffinage worden gescheiden in een eiwitrijk deel, vezels en reststromen. De input dient vers te zijn, vooral omdat de eigenschappen en componenten na verloop van tijd degraderen. Dit betekent dat de biomassa snel na de oogst gebruikt moet worden, of goed geconserveerd moet worden (bv. via inkuilen). De eiwitfractie is interessant als grondstof voor veevoeders; de vezelfractie is interessant voor onder andere de papier- en kartonproductie en de restfractie kan worden vergist en worden omgezet in biogas of gebruikt voor bijvoorbeeld de productie van ethanol.

⁸ Benzeen, toluen en xyleen.

⁹ Coca cola wil een groot deel van haar flessen produceren op basis van biogeen pet.

Een belangrijke belemmering is dat het proces alleen economisch rendabel is als voor alle producten een goede markt gevonden kan worden. Aangezien grasraffinage nog niet commercieel wordt toegepast lijkt dit niet eenvoudig (Reumerman, 2012).

Aquatische biomassa - Zoutwaterlandbouw

Teelt op gemengd-zilte bedrijven op kustlocaties op basis van grassen en andere gewassen met gebleken zouttolerantie. Geschikt voor productie van elektriciteit, warmte en groen gas via biogasproductie, fermentatie/ethanol en eiwitten voor chemie (bron: Platform Groene Grondstoffen, 2006).

Aquatische biomassa - Zeewieren Noordzee

Combinatie met offshore windparken op Noordzee. Zeewieren hebben een hoge productiviteit en daardoor ook een groot potentieel op lange termijn in combinatie met voorverwerking op zee. Geschikt als grondstof voor chemie, bio-olie, fermentatie/ethanol, productie van elektriciteit, warmte en groen gas via biogasproductie.

Aquatische biomassa, met name uit zeewier, zou na 2020 een opmars kunnen maken in de Nederlandse energievoorziening. Om het potentieel van aquatische biomassa te ontsluiten zijn extra innovatie-inspanningen nodig. Tot 2020 kan met behulp van innovatiesteun de benodigde ontwikkeling van conversietechnologieën gestimuleerd worden. Exploitatiesteun zal, afhankelijk van de snelheid waarmee deze technologie zich ontwikkelt, naar verwachting pas na 2020 nodig zijn (Lensink, 2013).

Mestbioraffinage

Mest wordt op korte termijn ingezet voor co-vergisting. Op lange termijn voor mestraffinage met hoogwaardige verwerking waarmee eiwitten voor chemie, ureum voor meststof en lignocellulose voor fermentatie en productie van elektriciteit, warmte en groen gas via biogasproductie vrijkomen (Platform Groene Grondstoffen, 2006).

VGI-reststromen

Buiten beschouwing blijven reststromen die in veevoerindustrie worden afgezet. Reststromen uit meelindustrie, MVO en suikerindustrie (persschroten) worden na bioraffinage grondstof voor veevoer, fermentatieprocessen en productie van elektriciteit, warmte en groen gas via biogasproductie (Platform Groene Grondstoffen, 2006).

(N-/O-)chemicaliën uit Nederlandse aardappel en biet

Teelt van aardappel en biet voor bio-energie is economisch rendabel op termijn, mits er sprake is van coproductie van fermentatiegrondstoffen en hoogwaardige N- en O-chemicaliën en het vermarkten van gewasresten (Platform Groene Grondstoffen, 2006). Bioraffinage van bietenpulp kan leiden tot productie van diervoeding, cosmetica en vezels, terwijl uit bioraffinage van aardappel-persvezels kunnen zetmeel, pectine en vezels geproduceerd worden (Bastein et al., 2013).

Import tarwe/raap

Om in de behoefte aan transportbrandstoffen te voorzien, worden raapzaad en tarwe geïmporteerd in de grote havens en omgezet in biodiesel en bio-ethanol. Reststromen kunnen op termijn ook worden geraffineerd en hoogwaardig worden verwerkt (Platform Groene Grondstoffen, 2006).

Glycerine

Bij de productie van biodiesel wordt grote hoeveelheden glycerine als reststroom geproduceerd. Er zijn meerdere mogelijkheden om uit glycerine hoogwaardige producten te maken. Zo kan uit glycerine methanol geproduceerd worden¹⁰, dat als motorbrandstof kan dienen maar ook als grondstof voor de chemische industrie.

Glycerine kan via een fermentatie proces omgezet worden naar 1,3-propaandiol (PDO), een hoogwaardig chemisch product. PDO heeft verschillende toepassingen voornamelijk in polyester, maar ook in cosmetica, levensmiddelen, smeermiddelen, en medicijnen. PDO wordt beschouwd als een belangrijke monomeer voor de synthese van een nieuw type polyester, polytrimethyleentereftalaat (Bioref-Integ, 2010).

Glycerine kan daarnaast ook dienen als grondstof voor de productie van epichloorhydrine. Epichloorhydrine wordt o.a. in grote hoeveelheden gebruikt in epoxyharsen. Zowel Dow Chemical als Solvay hebben processen ontwikkeld voor de productie van epichloorhydrine uit glycerine, namelijk glycerol-to-epichloorhydrine (GTE), resp. EPICEROL[®] proces (Bioref-Integ, 2010).

¹⁰ Door aanpassingen in de aardgassteamreformingeenheid bij BioMCN, kon glycerine worden geconverteerd naar syngas, waarna synthese tot methanol plaats kon vinden.

4.4 Conclusie

In **Tabel 11** zijn de verschillende biomassacategorieën met de mogelijke biobased-gerelateerde toepassingen/processen samengevat. Uit het overzicht volgt dat er geen substantiële biomassastromen zijn waar geen hoogwaardige toepassingen voor ontwikkeld kunnen worden. De technologische ontwikkelingen lijken voor nagenoeg alle biomassastromen kansen te bieden om hoogwaardige producten te maken. Wanneer in meer detail naar de innovaties binnen de biobased economy gekeken wordt, is het aannemelijk dat het bio-energiebeleid eerder stimulerend dan belemmerend zal zijn voor de biobased economy. Voor conversietechnieken die op relatief lage temperatuur werken, zijn belemmeringen door krapte aan de aanbodkant aannemelijk. Maar hoge-temperatuurtechnieken, zoals pyrolyse of syngasproductie, kunnen mogelijk gesteund worden doordat het hernieuwbare-energiebeleid een early market creëert voor afzet

Tabel 11: Biomassacategorieën en gerelateerde biobased toepassingen en processen

Biomassacategorie	Biobased toepassing / proces
Houtige biomassa/reststromen	Productie van diverse chemicaliën (waaronder: BTX en ethyleen) via hoge- of lagetemperatuurvergassing
	Productie van kunststof/ chemicaliën via fractionering tot cellulose, hemicellulose en lignine
Grassoorten	Productie van kunststof/ chemicaliën via fractionering tot cellulose, hemicellulose en lignine
	Productie van eiwit en vezel via grasraffinage
Aquatische biomassa	Productie van chemicaliën
Mest	Productie van eiwitten voor chemie en ureum voor meststof via mestraffinage
VGI-stromen	Na bioraffinage grondstof voor veevoer, fermentatieprocessen en productie van elektriciteit, warmte en groen gas
Nederlandse aardappel en biet	Productie van hoogwaardige N- en O- chemicaliën
Import tarwe/raap	Raffinage van reststromen tot hoogwaardige producten
Glycerine	Productie van diverse chemicaliën (waaronder: methanol, 1,3-propaandiol en epichloorhydrine)

5

Biomassa in kostprijs eindproducten

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt voor de in hoofdstuk 3 en 4 geïntroduceerde biomassastromen beschreven in welke eindproducten deze kunnen worden omgezet en wat het aandeel is van de grondstofgerelateerde kosten in de prijs van het eindproduct. Het aandeel van de kosten van de grondstof in de kostprijs van de eindproducten geeft aan hoe gevoelig deze de prijs van deze producten is voor prijsstijgingen in de grondstofprijzen door concurrerend gebruik voor ondermeer bio-energie.

5.2 Methodologie

De kernvragen die beantwoord moeten worden om meer inzicht te krijgen of het bio-energiebeleid leidt tot grote complicaties bij de huidige niet-energetische toepassingen zijn:

1. Wat zijn de belangrijkste concurrerende sectoren/producten?
2. Hoe groot is het aandeel van de kosten voor de biomassagrondstof in de totale kostprijs van de concurrerende producten?

Een paar opmerkingen hierbij:

- Het gaat hier om het aandeel biomassakosten in de kostprijs van een *eindproduct*. Wanneer de biomassa eerst voor een halffabricaat wordt gebruikt kijken we dus niet alleen naar het halffabricaat maar ook naar de volgende schakel (het eindproduct).
- Het feit dat voor veel biomassastromen de *absolute* bijdrage in de kostprijs van eindproducten laag is hoeft overigens niet te betekenen dat ook het *relatieve* aandeel in de kosten laag is. Omdat ook de kostprijs van de eindproducten laag kan zijn blijft het mogelijk dat het aandeel in relatieve termen substantieel is.

- Een complicatie is dat de prijsstelling van sommige geïdentificeerde biomassastromen, met name wanneer het reststromen betreft, zeer gevoelig is voor korte-termijn prijschommelingen door de dynamiek in vraag en aanbod. Wanneer het aanbod groter is dan de vraag dan kan de werkelijk betaalde prijs lager zijn dan op basis van de kwaliteit van de reststroom verwacht zou worden. Dit bemoeilijkt de beoogde evaluatie in dit hoofdstuk.

Voor het verzamelen van achtergrondgegevens is gebruik gemaakt, via literatuurstudie, online databases¹¹ en interviews, van de kennis bij een select aantal toonaangevende instanties: het Centraal Bureau voor de Statistiek, het voormalige productschap Akkerbouw en het Landbouw Economisch Instituut (LEI, WUR). De geraadpleegde bronnen voor het in kaart brengen van de concurrerende producten zijn (Koppejan (2009); Steen (2010)). Het is gebleken dat het CBS en het productschap voor een aantal van haar indicatoren gegevens gebruiken uit de monitoringsactiviteiten door LEI. Daarmee kan het LEI binnen de context van dit onderzoek aangemerkt worden als primaire bron¹².

Op basis van de beschikbare informatie was het niet mogelijk om voor een reeks van producten het aandeel van de kosten van de biomassagrondstof in de kostprijs van het product exact te berekenen. Dit rapport beperkt zich daarom tot een (beargumenteerde) semikwantitatieve indicatie: of het aandeel biomassakosten ‘gering’ (in deze analyse minder dan ongeveer 20%) is of ‘substantieel’ (hier meer dan ongeveer 20%). Wanneer het aandeel erg af lijkt te hangen van de omstandigheden dan is de kwalificatie in dit hoofdstuk ‘onzeker’.

Systeemgrenzen

Productprijzen kunnen sterk afhankelijk zijn van het type markt, met name of het een groothandelsmarkt betreft (waar relatief grote partijen tegen relatief lage prijzen verhandeld worden) of een markt voor eindverbruikers (met kleinere hoeveelheden tegen hogere prijzen). Voor de onderstaande beschouwing en de indicatieve inschatting in **Tabel 12** wordt uitgegaan van groothandelsprijzen. Voor sommige alternatieve toepassingen zijn transportkosten en arbeidskosten nodig. Voor de beoordeling hier worden deze kosten, evenals eventuele kosten voor het oogsten danwel verzamelen niet meegenomen in de analyse: er wordt primair gekeken naar de materiaalkosten bij de eerstvolgende schakel in de productiekolom (voor sommige stromen is dat tevens het eind van de keten).

¹¹ Zie de bronnenlijst achterin dit rapport.

¹² De rapporten die door het LEI aangeraden werden bevatten weliswaar relevante informatie over prijzen en elasticiteiten, maar waren niet voldoende kwantitatief om exacte berekening op te baseren. Deze rapporten zijn wel gebruikt om het expert oordeel van de auteurs op te baseren

5.3 Resultaten

Voor **geïmporteerde houtpellets** (veelal gebruikt voor het meestoken in kolencentrales) bestaan geen alternatieve niet-energetische toepassingen die leiden tot een significante vraag naar de biomassa, vandaar dat deze grondstof niet beoordeeld is¹³.

Voor **hout uit landschap** is de toepassing ‘strooisel’ vooral een manier om snoeihout hanteerbaar te maken: als er al sprake is van een ‘markt’ dan is de marktwaarde in ieder geval laag. Toepassing van hout uit landschap in vlechtwerk is een voorbeeld van een toepassing in een eindproduct met een relatief hoge toegevoegde waarde. In beide gevallen is er, de benodigde arbeid en transportkosten daargelaten (zie kader ‘systeemgrenzen’), enkel sprake van ‘grondstofkosten’, die derhalve een substantieel deel van de kostprijs van het alternatieve product bepalen.

Evenals bij hout uit landschap is **riet** (uit de categorie overig biomassagebruik, zie **Tabel 12**) voor veel toepassingen direct toepasbaar (merk daarbij op dat lang niet al het Nederlandse riet geschikt is voor de rietdekker, en dat de toepassing van riet in de spaanplaatindustrie nog enkele uitdagingen kent). Afgezien van kosten voor oogst, transport en verwerking zijn er voor de alternatieve toepassing dus nauwelijks extra kosten te maken, vandaar dat het deel van de kostprijs van het alternatieve product als substantieel ingeschat is.

Voor de alternatieve toepassingen voor **energieteelt binnen en buiten de landbouw** (voedsel en veevoer) is het aannemelijk dat de kosten van de biomassastroom niet substantieel zijn. In het bijzonder bij voedsel zullen de kosten van transport, verwerking en distributie veel groter zijn dan die van de gebruikte grondstof (denk aan het aandeel graankosten in de prijs van brood). De aanname is dat het voor het maken van veevoer alleen interessant is om deze stromen te benutten wanneer de kosten laag zijn in verhouding tot andere grondstoffen. Wanneer het materiaal echter direct (zonder verdere bewerkingsstappen) ingezet kan worden dan is het aandeel automatisch substantieel.

Hout uit bebouwde omgeving: Bij export¹⁴ wordt naar verwachting de prijs aan de poort van de koper in het buitenland voornamelijk bepaald door de transportkosten (voor export wel meegenomen wordt in de kosten) en is het biomassa-aandeel daarin klein. Ook bij hergebruik van materiaal zijn de kosten van de biomassa slechts klein in vergelijking tot de prijs van het eindproduct, naar verwachting ook op het niveau van groothandelsprijzen.

Resthout uit houtverwerkende industrie: Wanneer spaanplaat gemaakt wordt uit de biomassa-grondstoffen dan zijn de kosten van het gebruikte hout zeker gering ten opzichte van de verkoopprijs. Voor lokaal gebruik en strooisel hangt het aandeel af van de uiteindelijke prijs ervan.

¹³: De grondstoffen voor houtpellets, bijvoorbeeld houtstof in de houtverwerking, kan wel een andere toepassing hebben. Omdat de keuze tussen deze toepassingen echter in het buitenland worden gemaakt valt dit buiten de context van deze studie.

¹⁴ Er vindt export plaats van houtstromen uit Nederland. Zie o.a. Cogen Europe rapport (Jong et al, 2010).

Gewasresten, natuurgras, geteelde grassen en gras voor bioraffinage kunnen alternatieve toepassingen vinden als veevoer of als grondstof voor compostering. Wanneer het direct als veevoer ingezet wordt dan is het aandeel van de kosten in de prijs ervan substantieel. In vergelijking met de prijs voor compost zou het aandeel gering kunnen zijn. Beide inschattingen gelden voor de eerstvolgende stap in de productieketen, dus niet bijvoorbeeld voor het kostenaandeel in de geproduceerde melk.

Omdat aan **stro** geen verdere bewerking hoeft plaats te vinden voor toepassing als ruwvoer of beddingmateriaal is het aandeel van de kosten in de prijs van het uiteindelijke product substantieel.

Grassen en andere gewassen met gebleken zouttolerantie: Wanneer ze gebruikt worden als voedsel, met name in de vorm van streekproducten (naar verwachting zelfs op 'groothandelniveau', dan is de kostprijs van de biomassa in het uiteindelijke product gering.

Mest: Bij directe toepassing als meststof is het aandeel van de kosten in de uiteindelijke prijs substantieel. Bij toepassing van **geteelde aardappel en biet en geïmporteerde raapzaad en tarwe** als veevoeder is de kostprijs van de biomassa in het uiteindelijke product (i.e. de eerstvolgende stap in het productieproces) substantieel.

Glycerine heeft, met name gezien de hoogwaardige eigenschappen van de beoogde producten, bij toepassing in bijvoorbeeld de chemische of farmaceutische industrie of de levensmiddelenindustrie een gering aandeel in de prijs van het concurrerende product.

VGI-reststromen die als veevoeder gebruikt worden in mengvoeder zullen gemengd worden met andere stromen en naar verwachting nog verder behandeld worden, waardoor het aandeel in de kosten laag is.

5.4 Conclusie

In **Tabel 12** is in aangegeven wat het aandeel is van de grondstofgerelateerde kosten in de prijs van de verschillende eindproducten. Het aandeel van de biomassakosten in de uiteindelijke prijs kon niet exact worden berekend. Er is voor gekozen om het expert oordeel van de auteurs te gebruiken als basis voor de indeling in Gering, Substantieel en Onzeker.

Voor een aantal stromen zijn deze kosten ingeschat als 'gering' (hout uit bebouwde omgeving, grassen en andere gewassen met gebleken zouttolerantie, glycerine en VGI-reststromen), voor een aantal als 'substantieel' (hout uit landschap, riet, stro, teelt aardappel en biet en import van raapzaad en tarwe). Voor een aantal stromen lijkt het aandeel af te hangen van de omstandigheden (energieteelt binnen en buiten landbouw, resthout uit houtverwerkende industrie, gewasresten, natuurgras, geteelde grassen en gras voor bioraffinage). Overkoepelend kunnen we stellen dat de kostprijs van

eindproducten die veel arbeid en transport vragen of waar nog veel andere grondstoffen in verwerkt worden minder bepaald worden door de biomassakosten dan eindproducten waarin de biomassa meer direct wordt toegepast.

Tabel 12: aandeel van de biomassakosten op de totale kostprijs van de concurrerende producten.

	Concurrerende producten	Aandeel biomassa in kostprijs		
		Gering	Substantieel	Onzeker
Geïmporteerde biomassa	n.v.t.			
Hout uit landschap	Strooisel, vlechtwerk		X	
Riet	Rieten daken, isolatiemateriaal, spaanplaat ¹⁵		X	
Energieteelt binnen en buiten landbouw	Voedsel, veevoer			X
Hout uit bebouwde omgeving	Export, hergebruik	X		
Resthout uit houtverwerkende industrie	Lokaal gebruik, spaanplaat, strooisel			X
Gewasresten	Veevoer, compostering			X
Natuurgras	Veevoer, compostering			X
Geteelde grassen	Veevoer, compostering			X
Gras voor bioraffinage	Veevoer, compostering			X
Stro	Ruwvoer, bedding akkerland		X	
Grassen en andere gewassen met gebleken zouttolerantie	Voedsel (streekproducten)	X		
Mest	Meststof		X	
Teelt aardappel en biet	Veevoeder		X	
Raapzaad en tarwe (import)	Veevoeder		X	
Glycerine	Chemische en farmaceutische industrie, voeding	X		
VGI-reststromen	Veevoeder	X		

¹⁵ Korte termijn (nu al toepasbaar): rieten daken en bijmengen/pelletiseren als kleinschalige brandstoftoepassing. Op de middellange termijn (R&D/pilotfase) komt de productie van spaanplaat in beeld, evenals isolatie in leembouw, riet als verpakkingsmateriaal, substraat voor kassen en oeververdediging. Op de lange termijn is innovatie en opschaling productie nodig voor toepassingen in de papiersector, energiesector en in de chemie. Bron: J.L.H. van Steen (2010)

6

Prijselasticiteit

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is de vraag verkend in hoeverre het aanbod van biomassa prijselastisch is. Met andere woorden, kan een stijging van de biomassaprijs leiden tot een toename van het aanbod of is het aanbod inherent beperkt?

Definitie van prijselasticiteit van het aanbod

De prijselasticiteit van het aanbod is gedefinieerd als de procentuele verandering van de aangeboden hoeveelheid ten gevolge van een verandering van de prijs. De prijselasticiteit van het aanbod voor een bepaald product kan inelastisch zijn (bij een bepaalde prijswijziging zal de hoeveelheid van het aangeboden goed minder sterk dalen of stijgen dan de verandering in de prijs; 10% prijsstijging leidt tot minder dan 10% stijging van het aanbod). Bij een elastische vraag is precies het omgekeerde het geval: bij een bepaalde prijswijziging zal de hoeveelheid van het aangeboden goed sterker dalen of stijgen dan de verandering in de prijs (10% prijsstijging leidt tot een stijging van het aanbod van meer dan 10%). Het aanbod is volledig prijsinelastisch (de waarde van de elasticiteit is 0) wanneer het aanbod niet toeneemt bij een stijgende prijs (S van Berkum, 2003). Deze beschrijving betreft de relatieve elasticiteit, ofwel de procentuele verandering binnen absoluuttekens waardoor een eventueel minteken verval.

Een stijgende vraag naar een bepaald soort biomassa hoeft nog geen knelpunten in de markt op te leveren wanneer een stijgende prijs leidt tot een toename van het aanbod van biomassa. Diverse biomassastromen komen echter vrij als bijproduct of reststroom, en dan leidt een stijgende prijs niet automatisch tot een groter aanbod. Uitgangspunt voor de analyse in dit hoofdstuk zijn de biomassastromen die gedefinieerd en besproken zijn in de eerdere hoofdstukken.

Tabel 13: Categorisering van biomassastromen

Concurrerende producten	Biomassastromen uit hoofdstuk 4
Houtstromen	Hout uit landschap
	Hout uit bebouwde omgeving
	Resthout uit houtverwerkende industrie
Grassen	Gras voor bioraffinage
	Natuurgras
	Geteelde grassen
	Riet
	Grassen en andere gewassen met gebleken zouttolerantie
Teelt Biomassa	Energieteelt binnen en buiten landbouw
	Teelt aardappel en biet
Reststromen	Gewasresten
	Stro
	Mest
	VGI-reststromen
	Glycerine

6.2 Methodologie

De twee kernvragen die in dit hoofdstuk beantwoordt dienen te worden zijn:

1. Zal de in Nederland beschikbare biomassa van de betreffende soort zich makkelijk dan wel moeilijk aanpassen bij stijgende vraag uit de energiesector ten gevolge van stimulering? Dit zal 'moeilijk' zijn als het een bij- of restproduct betreft.
2. Een ruimere vraag is: past de in Nederland beschikbare biomassa van de betreffende soort zich makkelijk dan wel moeilijk aan bij prijsstijgingen; m.a.w. is deze soort prijselastisch?

Voor het beantwoorden van deze vragen is het nuttig om een beeld te hebben van de prijzen van de betreffende biomassastromen.

De in hoofdstuk 5 besproken moeilijkheden voor het verkrijgen van kwantitatieve economische data gelden ook hier. De in hoofdstuk 5 gebruikte bronnen zijn ook gebruikt voor dit hoofdstuk, maar ook hier leverde dit geen harde getallen op. Zo bleek het binnen dit onderzoek niet mogelijk om prijsreeksen van de meeste biomassastromen te genereren van over een aantal jaren. Daarom is ook voor dit hoofdstuk gekozen om de bevindingen een indicatief karakter te geven, door het aantal verschillende biomassastromen te reduceren door vergelijkbare producten samen te brengen in een enkele categorie. Waar beschikbaar zullen wel cijfers worden weergegeven. Geïmporteerde biomassa zal in dit hoofdstuk niet nader geanalyseerd

worden omdat de analyse zich vooral richt op biomassastromen die in het binnenland beschikbaar komen. De prijsontwikkeling van Europese pellets staan vanwege de internationale markt bloot aan vele krachten die verder geen link hebben met de binnenlandse omstandigheden.

Tabel 14: Biomassaprijzen zoals gebruikt bij subsidie voor hernieuwbare energie. N.v.t. impliceert dat de biomassaprijs niet is gebruikt voor de berekening van de subsidie voor duurzame energie.

Productcategorieën	Biomassastromen uit hoofdstuk 4	Prijs(range) in euro/GJ
Houtstromen	Hout uit landschap	5,3
	Hout uit bebouwde omgeving	n.v.t.
	Resthout uit houtverwerkende industrie	n.v.t.
Grassen	Gras voor bioraffinage	n.v.t.
	Natuurgras	n.v.t.
	Geteelde grassen	n.v.t.
	Riet	n.v.t.
	Grassen en andere gewassen met gebleken zouttolerantie	n.v.t.
	Teelt Biomassa	Energieteelt binnen en buiten landbouw
Reststromen	Teelt aardappel en biet	n.v.t.
	Gewasresten	n.v.t.
	Stro	n.v.t.
	Mest	-30 tot -5
	VGI-reststromen	7,4 tot 7,65**
	Glycerine	n.v.t.

* Aangenomen is hier de prijs van mais zoals gedocumenteerd in Lensink *et al* (2013).

** Aangenomen zijn hier de prijzen van allesvergistingsinput en 'overig cosubstraat' zoals gedocumenteerd in Lensink *et al.*(2013).

Om een inschatting van de prijselasticiteit te maken is het, gezien het ontbreken van gegevens, nodig om een alternatieve aanpak te gebruiken. De aanpak die hier geïntroduceerd wordt, staat toegelicht in onderstaand tekstkader.

Methode om de prijselasticiteit van het aanbod te karakteriseren zonder harde gegevens

Zoals reeds beschreven is het niet mogelijk om op basis van de beperkte marktgegevens een prijselasticiteit van het aanbod te bepalen. Om toch een indicatie te kunnen geven worden vier onderliggende factoren bepaald, die allemaal in mindere of meerdere mate de waarde van de prijselasticiteit beïnvloeden. Op basis van deze onderverdeling en de veronderstelde kenmerken per biomassastroom wordt tenslotte geprobeerd om tot een uitspraak te komen voor de overall-waarde van de prijselasticiteit van het aanbod. Omdat de aanpak weinig nauwkeurig is wordt de analyse uitgevoerd op het niveau van de vier geaggregeerde productcategorieën.

De vier deelcriteria die voor de vier productcategorieën beoordeeld dienen te worden zijn:

1. *Zijn er niet al te dure substituten? Indien ja, dan neiging naar hoge elasticiteit: bij prijsstijging zullen deze substituten ook gemobiliseerd worden en tot extra aanbod leiden.*
2. *Is er import mogelijk? Indien ja, dan neiging naar hoge elasticiteit: als bij prijsstijging er flink meer geïmporteerd wordt dan is het aanbod op de binnenlandse markt prijselastisch.*
3. *Is het percentage voor energiedoelen in het huidige totale binnenlandse aanbod hoog? Indien ja, dan neiging naar elasticiteit: als de markt groot genoeg is dan is het bij stijgende prijzen door schaalvoordelen rendabeler om meer biomassa te winnen en aan de Nederlandse afnemers te leveren dan wanneer het slechts een kleine markt betreft.*
4. *Wordt het aanbod minder bij droogte? Indien nee, dan lichte neiging naar elasticiteit: in*

droge periodes zal het aanbod van binnenlandse oorsprong weinig kunnen toenemen bij een procent prijsstijging. Als er geen droogtegevoeligheid is van het aanbod dan is een factor die een geringe prijselasticiteit kan verklaren weggenomen

Het laatstgenoemde criterium lijkt weliswaar eerder een externe factor die de prijsvolatiliteit kan verhogen, maar die niet zondermeer een relatie heeft tot de gevoeligheid van het totale aanbod voor prijsveranderingen. Wel is het zo dat in droge periodes die gevoeligheid bij deze biomassastromen groter is dan in natte periodes. Minder droogtegevoelige stromen zouden onder alle klimatologische omstandigheden makkelijker gestimuleerd kunnen worden. De neiging naar elasticiteit wordt voor dit criterium dan ook wat lager beoordeeld.

Een vijfde criterium zou ook nog relevant zijn, maar is wegens informatietekort niet te beoordelen: *'Is de helling van de aanbodcurve steil? Indien ja, dan neiging naar elasticiteit'*.

De hier gepresenteerde aanpak is vooral bedoeld om de discussie over het onderwerp te faciliteren; de uitkomsten van de analyse zijn indicatief.

6.3 Conclusie

De resultaten van de indicatieve beoordeling van de prijselasticiteiten staan in **Tabel 15** en **Tabel 16**. Over het algemeen lijken biomassastromen niet erg gevoelig te zijn voor veranderingen in de prijs en de meeste stromen kunnen dan ook als weinig prijselastisch gekenmerkt worden, hoewel dat voor enkele stromen bij uitzondering wel kan gelden (dunningshout bijvoorbeeld). Een voorzichtige samenvatting zou kunnen zijn dat houtstromen de meeste kenmerken hebben voor prijselasticiteit, terwijl het aanbod van grassen, teelt en reststromen juist weinig prijselastisch is. Voor de toepassingen in de energiemarkt is deze lage prijselasticiteit een teken dat de alternatieve toepassingen onderhevig zouden kunnen zijn aan versturende effecten.

Tabel 15: Een overzicht van de toegekende scores op de genoemde criteria met indicatieve waarden variërend van '-' (niet prijselastisch) tot '+' (redelijk prijselastisch).

	Zijn er niet al te dure substituten? Indien ja, dan neiging naar elasticiteit 'ja' = +, 'nee' = -	Is er import mogelijk? Indien nee, dan neiging naar elasticiteit 'ja' = ---+, 'nee' = -	Is het percentage voor energiedoelen hoog? Indien ja, dan neiging naar elasticiteit 'ja' = +, 'nee' = -	Wordt het aanbod minder bij droogte? Indien ja, dan neiging naar elasticiteit 'nee' = -+, 'ja' = -	Totaalbeeld
Houtstromen [*]	+	+	+/-	+	+
Grassen	+/-	-	-	-	-
Teelt Biomassa	+/-	-	-	-	-
Reststromen	-	-	-	+	+/-

- * De houtstromen bevatten verschillende soorten biomassa. Voor 'hout uit landschap' is bijvoorbeeld door belanghebbenden aangegeven dat er meer hout uit bos gewonnen kan worden als de prijs ervan hoger is.

Tabel 16: Bovenstaande vertalend naar een meer concreet beeld voor de elasticiteit levert onderstaande tabel.

	Aanbod neemt nauwelijks toe bij stijgende prijs	Aanbod neemt behoorlijk toe bij stijgende prijs
	Weinig prijselastisch	(Redelijk) prijselastisch
Houtstromen		x
Grassen	X	
Teelt Biomassa	X	
Reststromen	X	

7

Conclusie

Biomassa wordt sinds mensenheugenis gebruikt voor diverse toepassingen, zowel voedsel als non-food toepassingen. Het kabinet heeft de wens om de beschikbare biomassa zo hoogwaardig mogelijk in te zetten. Daarnaast treft de Nederlandse overheid doelen na voor hernieuwbare energie, die naar verwachting leiden tot een sterk groeiende vraag naar biomassa. Door deze stijgende vraag naar biomassa voor energietoepassingen is het denkbaar dat er minder biomassa beschikbaar komt voor de hoogwaardige toepassingen.

De doelstellingen van de Nederlandse overheid voor het gebruik van hernieuwbare energie zijn dat 14% van het finale energieverbruik in 2020 uit hernieuwbare bronnen afkomstig dient te zijn. Van het energieverbruik in transport dient in 2020 een administratieve 10% uit hernieuwbare bronnen te komen. Deze doelen leiden naar verwachting tot een sterk groeiende vraag naar biomassa.

Het alternatieve gebruik van biomassa – alternatief vanuit het perspectief van energiegebruik – kan door de stijgende vraag naar biomassa voor energie geconfronteerd worden met prijsstijgingen van zijn grondstoffen. Naarmate de biomassakosten een groter deel uitmaken van de totale kostprijs van een product, zal de producent van dergelijke alternatieve producten meer hinder ondervinden van het bio-energiebeleid. Daarom is in dit rapport een verkenning gedaan naar de mogelijke effecten op grondstofprijzen van de extra vraag naar biomassa voor energie. Bij de conclusies die in dit hoofdstuk gepresenteerd worden gaan we eerst in op de biomassa die ingezet wordt voor de productie van hernieuwbare elektriciteit, warmte en gas. Verderop in de conclusies zal apart worden ingegaan op de inzet van biomassa als grondstof voor biobrandstof.

Voor de biomassastromen die momenteel veel ingezet worden voor productie van hernieuwbare energie, zoals glycerine, resthout en VGI-reststromen, is het effect van een stijgende kostprijs nog relatief gering.

De groeiende vraag naar biomassa zal bij verscheidende biomassastromen leiden tot toenemende schaarste. Het aanbod van veel biomassastromen is weinig prijselastisch, met uitzondering wellicht van houtstromen. Door de extra vraag naar biomassa vanuit

het hernieuwbare-energiebeleid, zullen delen van biomassastromen verlegd gaan worden van alternatief gebruik naar gebruik voor energietoepassingen, hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan de grondstoffen voor veevoeder die hierdoor naar energietoepassingen gaan.

De technologische ontwikkelingen lijken voor nagenoeg alle biomassastromen kansen te bieden om hoogwaardige producten te maken. Een stijgende prijs van biomassa, of een mindere beschikbaarheid van biomassa, kan in beginsel complicaties opleveren voor het opzetten van een biobased economy. Wanneer in meer detail naar de innovaties binnen de biobased economy gekeken wordt, ligt het meer in rede om te veronderstellen dat het bio-energiebeleid *stimulerend* zal zijn voor de biobased economy dan dat het *belemmerend* zal zijn voor de biobased economy. Met name de hoge-temperatuurconversies van biomassa kunnen mogelijk gebaat zijn bij het bio-energiebeleid dat een early market kan creëren voor hoogwaardige biomassaconversies.

Er zijn ook in de ontwikkelende markt van biobrandstoffen geen veranderingen gevonden voor een biobased economy. De bijmengverplichting veroorzaakt niet dat hoogwaardige toepassingen van biomassastromen worden verdrongen. De uitdaging van de biobrandstoffenmarkt zit in het ontwikkelen van nieuwe biobrandstofstromen, die niet met voedsel concurreren en die aan de grote vraag kunnen voldoen. De meervoudig tellende brandstoffen zijn laagwaardige grondstofstromen die andere gebruiksmogelijkheden niet verdringen.



Lijst met afkortingen

AVI	Afvalverbrandingsinstallatie
AWZI	Afvalwaterzuiveringsinstallatie
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
GFT	Groente-, fruit- en tuinafval
PJ	Petajoule (10^{15} joule)
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (voorheen Agentschap NL)
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
VGI	Voedings- en genotmiddelenindustrie

Bronnenlijst

Agentschap NL (2013): *Statusdocument bio-energie*. Agentschap NL, Utrecht/Sittard, 2013.

Bastein, T.; E. Roelofs; E. Rietveld; A. Hoogendoorn (2013): *Kansen voor de circulaire economie in Nederland*. TNO-rapport: TNO 2013 R10864, 2013.

Berkum, S. van, et al. (2013): *Welvaartseffecten van droogteschade in de landbouw, Onderzoek naar prijsontwikkelingen en prijselasticiteiten van landbouwgewassen ten behoeve van het Agricom model*, Wageningen UR, LEI, november 2003.

Bioref-Integ (2010): *Development of advanced biorefinery schemes to be integrated into existing industrial fuel producing complexes*. Final Report. FP7- project no.: 212831, mei 2010.

Breugel, K. van (2014): *Glycerol omgekat*. Online artikel: <http://www.c2w.nl/glycerol-omgekat.361684.lynkx>, C2W, 17 februari 2014.

CBS (2013a): StatLine: *Hernieuwbare energie: eindverbruik en vermeden verbruik fossiele energie*. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen, 2013.

CBS (2013b): *Hernieuwbare energie in Nederland 2012*. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen, 2013.

CBS (2013c): Statline: *Biobrandstoffen voor het wegverkeer; aanbod, verbruik en bijmenging*, Den Haag/Heerlen, december 2013.

Goh, C. S.; H.M. Junginger (2013). *Sustainable biomass and bioenergy in the Netherlands: Report 2013*. Copernicus institute/NL Agency, Utrecht.

Hekkenberg, M., H.M. Londo en S.M. Lensink (2013): *Toelichting inschatting kortetermijneffecten Energieakkoord op hernieuwbare energie*. ECN-rapportnummer ECN-E-13-044, september 2013, Amsterdam.

Hélaine, S.; R. M'barek, et al. (2013): *Impacts of the EU biofuel policy on agricultural markets and land use*, 2013.

Jong, A. de; J. Keijmel; P. Goudswaard (Cogen Projects) en J Mourits (LNV), (2010): *Export houtige biomassa uit Nederland, Onderzoek naar huidige situatie en achtergrond*. Cogen Projects, april 2010.

Koppejan, J., W. Elbersen, M. Meeusen, P. Bindraban (2009): *Beschikbaarheid van Nederlandse biomassa voor elektriciteit en warmte in 2020*. Procede Biomass, rapportage in opdracht van SenterNovem.

Lensink, S.M. (2013): *Een langetermijn perspectief voor groen gas. Policy brief*. ECN-O-13-039, ECN, Petten, november 2013.

Lensink, S.M. et al (2013). *Eindadvies basisbedragen SDE+ 2014*. ECN-E--13-050. Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten, december 2013.

Londo, H.M., Boot, P.A. (2013). *Het Energieakkoord: wat gaat het betekenen? Inschatting van de gemaakte afspraken* ECN-E--13-047 Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten, september 2013.

Platform Groene Grondstoffen (2006): *Duurzame productie en ontwikkeling van biomassa, zowel in Nederland als in het buitenland. Uitwerking van transitiepad 1: Duurzame Productie en Ontwikkeling van Biomassa*. Augustus 2006.

Reumerman, P. (2012): *ECP technologie beschrijving: Grasraffinage*. ECP, 14 december 2012.

Rijkswaterstaat (2013). *Afvalverwerking in Nederland, gegevens 2012*. Werkgroep Afvalregistratie/Rijkswaterstaat, Utrecht, oktober 2013.

Velden, N. van der; P. Smit (2012): *Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2012*, LEI-rapport 2013-061, LEI Wageningen UR, Den Haag, december 2013.

Spöttle, M.; Alberici, S.; Toop, G.; Peters, D.; Gamba, L.; Ping, S. (2013): *Low ILUC potential of wastes and residues for biofuels. Straw, forestry residues, UCO, corn cobs*. Ecofys, Utrecht, september 2013.

Star-Colibri (2011): *Joint European biorefinery vision for 2030, strategic targets for 2020 – collaboration initiative on biorefineries*. Oktober 2011.

Steen, J.L.H. van et al. (2010): *Potentiële hoogwaardige toepassingen van riet, Een marktverkenning*, DHV, Innovatienetwerk, Rapportnr. 10.2.245, Utrecht, oktober 2010.

Toop, G.; Alberici, S.; Spoettle, M.; Steen, H. van (2013): *Trends in the UCO market*, Ecofys, Utrecht, 2013.

Websites en databanken:

<http://www.agrimatie.nl>: Informatie over de agrosector.

<http://statline.cbs.nl>: Elektronische databank van het Centraal Bureau voor de Statistiek.

<http://www3.lei.wur.nl/bininternet.asp>: Bedrijven-Informatienet van het Landbouw Economisch Instituut.

<http://www.duurzamezuivelketen.nl>: Initiatief van De Nederlandse Zuivel Organisatie (NZO) en LTO Nederland.

ECN

Westerduinweg 3
1755 LE Petten

Postbus 1
1755 LG Petten

T 088 515 4949
F 088 515 8338
info@ecn.nl
www.ecn.nl