



WITBOEK BIOMASSA 2018

STAND VAN ZAKEN,
PRIORITEITEN VOOR DE
TOEKOMST EN EEN BEELD
VOOR EEN BIOBASED
GRONINGEN

COLOFON

Titel rapport	Witboek biomassa
Versienummer	1.0
Datum uitgifte	December 2018
Opdrachtgever	RWE Generation NL B.V.
Opdrachtnemer/Uitgever	Royal HaskoningDHV
Eerste Auteur	Klaas Koop
Medeauteurs	Erik Huber, Marc Jager en Annemarie Rook
Vormgevers	StudentenAtelier
Contactpersoon	Klaas Koop
Contactgegevens	klaas.koop@rhdhv.com

Royal HaskoningDHV is een onafhankelijk internationaal ingenieursbureau dat adviesdiensten levert voor de totale leefomgeving. Hierbij is duurzame ontwikkeling een van de belangrijkste drijfveren. Onze overtuiging is dat echte oplossingen alleen ontstaan door samenwerking met partners, klanten en andere belanghebbenden.



SAMENVATTING

Om de effecten van klimaatverandering tegen te gaan, verduurzamen we onze economie. Met name door het vervangen van fossiele brand- en grondstoffen door hernieuwbare alternatieven. Net zoals zon en wind, speelt biomassa hierin een rol. Dit Witboek 2018 beschrijft wat we weten over biomassa: de feiten, de stand van het debat en de kansen die een biobased economy biedt. Het witboek is bedoeld om de dialoog over biomassa in het publieke en politieke domein te voeden.

Het overzicht in Hoofdstuk 1 van de inzet van biomassa en het maatschappelijk debat, laat zien dat CO₂ reductie, duurzaamheid en beschikbaarheid belangrijke randvoorwaarden aan biomassa stellen. Maar ook dat binnen deze kaders ruimte zit om de inzet van biomassa te laten groeien in de strijd tegen klimaatverandering.

Hoofdstuk 2 laat zien wat de huidige ambities in Nederland zijn voor biomassa in de energietransitie. Voor de realisatie van deze ambitieuze plannen zijn drie prioriteiten uitgediept. Dat betreft het opschalen van duurzame toeleveringsketens, het aanjagen van bioraffinage en het inzetten op maximale emissiereductie.

Hoofdstuk 3 schetst een beeld voor een 'biobased Groningen'. Het laat zien hoe er wordt gewerkt aan een groene toekomst met volop kansen om voorop te lopen in de ontwikkeling van deze nieuwe motor van de Nederlandse economie. De basis is sterk met havens, chemie, energie en landbouw. Dat biedt mogelijkheden om ketens te integreren. Met het verder uitbouwen van een biobased Groningen kan op grote schaal CO₂ uitstoot worden gereduceerd en ontstaat tegelijkertijd nieuwe werkgelegenheid en meer hoogwaardige groene industrie.



4

1: Biomassa: de stand van zaken

Waar komt het vandaan en waarvoor wordt het gebruikt?
/ Zorgt biomassa inzet voor CO₂ reductie? / Hoe wordt
duurzaamheid geborgd? / Is er genoeg beschikbaar?

2: Biomassa in transitie: een ontwerpvraag

Opschalen van duurzame toeleveringsketens / Aanjagen
van bioraffinage / Inzetten op maximale emissiereductie

16



27

3: Biobased Groningen

Unieke kansen voor een biobased economie / Groningen:
De ideale basis van voor een biobased economie /
Biobased Groningen: Met innovaties en ketenintegratie
naar de nieuwe economie van de 21^{ste} eeuw



1: BIOMASSA: DE STAND VAN ZAKEN

WAAR KOMT HET VANDAAN EN WAARVOOR WORDT HET GEBRUIKT? / ZORGT BIOMASSA INZET VOOR CO₂ REDUCTIE? / HOE WORDT DUURZAAMHEID GEBORGD? / IS ER GENOEG BESCHIKBAAR?

1.1 DEFINITIE & HUIDIGE ROL BIOMASSA

BIOMASSA: EEN HERNIEUWBAAR ALTERNATIEF VOOR FOSSIEL

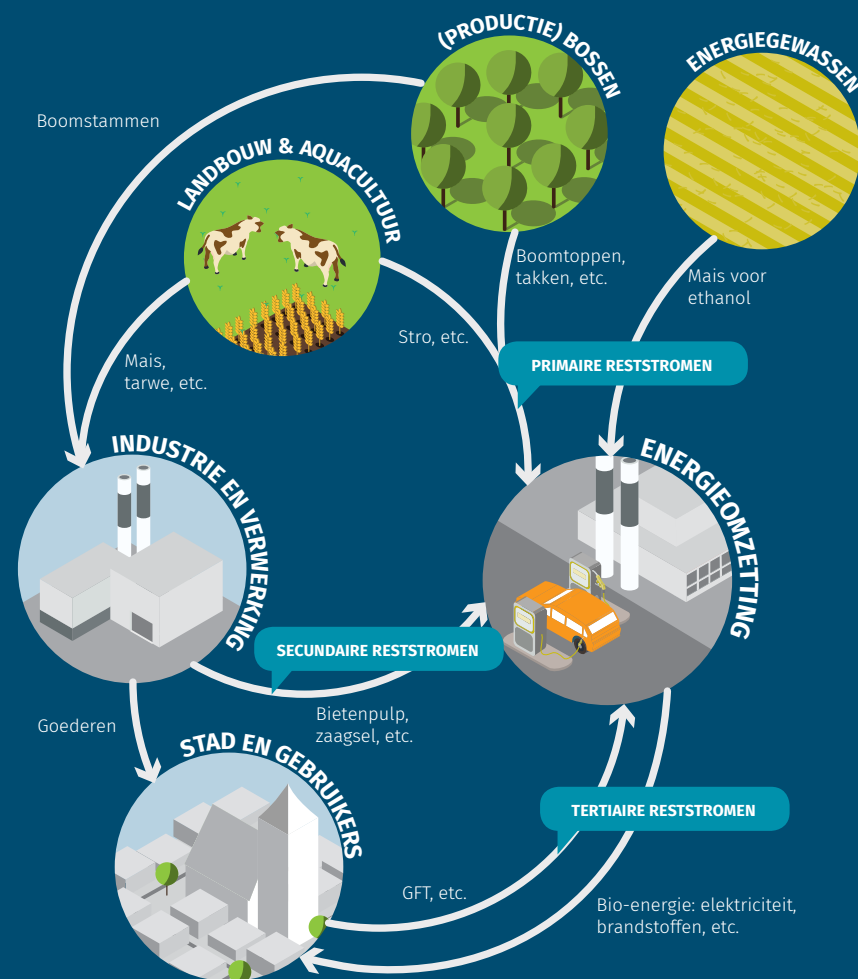
De wereldeconomie is nog in hoge mate afhankelijk van fossiele grondstoffen, zoals olie, kolen en gas. Vanwege klimaatverandering moet dit veranderen. Er zijn diverse alternatieve duurzame energiebronnen, elk met specifieke voor- en nadelen. Energie uit wind en zon wordt steeds goedkoper, maar de opwekking ervan is afhankelijk van het weer. Waterkracht en geothermie zijn goede opties, maar slechts op bepaalde locaties beschikbaar.

Ook biomassa als hernieuwbare energiebron ('bio-energie') heeft zijn eigen voor- en nadelen, iets waar dit stuk verder op in gaat. Daarnaast heeft biomassa een unieke eigenschap: het is voor de productie van duurzame materialen en chemicaliën het enige realistische alternatief voor fossiele grondstoffen.

AANBOD VAN BIOMASSA: EEN DIVERSITEIT AAN BRONNEN

Biomassa is het biologisch afbreekbare deel van producten, afvalstoffen en residuen van biologische oorsprong. Afkomstig uit de landbouw (plantaardige en dierlijke stoffen), bosbouw (en aanverwante bedrijfstakken), visserij en aquacultuur alsmede het biologisch afbreekbare deel van industrieel en huishoudelijk afval [1]. Het aanbod van biomassa voor bio-energie is onder te verdelen in vier groepen:

1. 'energiegewassen': bijvoorbeeld het verbouwen van maïs voor de productie van ethanol om te mengen met benzine.
2. 'primaire reststromen' die op het land vrijkomen bij oogst: bijvoorbeeld stro dat wordt ingezet in warmtecentrales.



Het aanbod en de inzet van biomassa vormt een complex systeem

3. 'secundaire reststromen' uit de verwerking van primaire producten: bijvoorbeeld zaagsel dat overblijft bij de verwerking van hout tot meubels en waarvan elektriciteit wordt geproduceerd.
4. 'tertiaire reststromen' die na het eindgebruik van een product vrijkomen: bijvoorbeeld groente-, fruit- en tuinafval dat gebruikt wordt voor de productie van groen gas.

BREED SPECTRUM AAN BIO-ENERGIE TOEPASSINGEN IN NEDERLAND

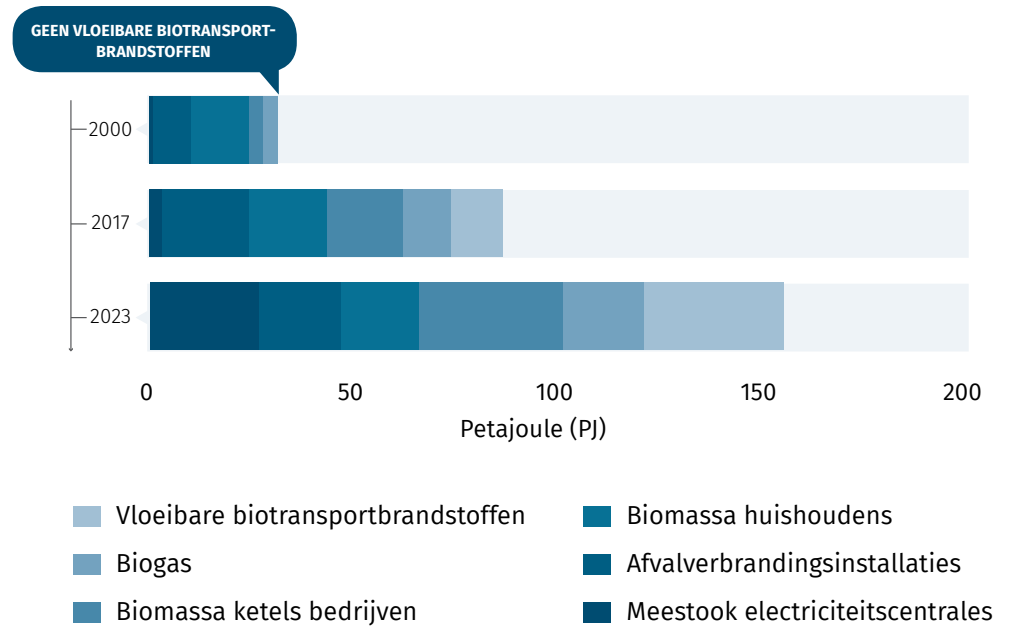
In 2017 werd ongeveer 7% van het Nederlandse energieverbruik duurzaam opgewekt. Ruim 60% hiervan werd opgewekt uit biomassa [2]. De verscheidenheid aan biomassa-bronnen leidt tot een breed spectrum aan toepassingen. Elektriciteit uit afvalverbrandingsinstallaties (o.b.v. tertiaire residuen) heeft op dit moment het grootste aandeel. Verder nemen biomassaketels bij bedrijven, gebruik in huishoudens (met name houtkachels) en de bijmenging van vloeibare biobrandstoffen het grootste gedeelte voor hun rekening.

INZET VAN BIOMASSA IN NEDERLAND GROEIT, MAAR IS RELATIEF GEZIEN NOG STEEDS BEPERKT

Op basis van vastgesteld en voorgenomen overheidsbeleid is de verwachting dat de inzet van biomassa de komende jaren verder zal toenemen in Nederland, in lijn met de historische trend. Dit geldt voor alle grootschalige bestaande toepassingen, met uitzondering van de inzet in afvalverbrandingsinstallaties. Op basis van bestaande subsidiebeschikkingen zal daarnaast de bij- en meestook in elektriciteitscentrales de komende jaren een grotere bijdrage gaan leveren aan de energievoorziening.

Bruto eindverbruik biomassa in Nederland

Op basis van de Nationale Energieverkenning 2017 [4]



Om een beeld te krijgen:
1 Petajoule staat ongeveer gelijk aan de jaarlijkse energieproductie van 30 tot 40 windturbines [46]

1PJ ≈ 30 tot 40 X

Bio-energie heeft wereldwijd een aandeel van ongeveer 9% (50 Exajoule - EJ) in de totale energievoorziening [3]. In Nederland is dit aandeel lager: er werd in 2017 circa 90 PJ aan bio-energie verbruikt [4], een aandeel van 4% in de totale Nederlandse energieconsumptie. Hiermee heeft Nederland een aandeel van ongeveer 0,2% in het wereldwijde gebruik van bio-energie.

MAATSCHAPPELIJK DEBAT OVER DE GROEI VAN BIO-ENERGIE

De groeiende vraag naar en inzet van biomassa voor de productie van energie vormen al jaren aanleiding voor een hevig maatschappelijk debat. De inzichten van partijen verschillen met name fundamenteel over:

- » **Reductie emissie broeikasgassen**
Hoeveel broeikasgasemissie wordt er daadwerkelijk gereduceerd bij de inzet van biomassa ter vervanging van fossiele brandstoffen?
- » **Duurzaamheid**
Aan welke duurzaamheidscriteria – waarbij wordt gekeken naar het evenwicht tussen ecologische, economische en sociale belangen – moet biomassa voldoen?
- » **Beschikbaarheid**
Is er voldoende duurzame biomassa beschikbaar voor de ambities van Nederland of moeten er prioriteiten worden gesteld ten faveure van bepaalde toepassingen?

Deze thema's worden in de volgende secties uitgewerkt.

**“EEN VAN DE GROOTSTE ONZEKERHEDEN
IN DE TRANSITIE IS DE ROL VAN BIOMASSA,
OMDAT HET TOEKOMSTIGE AANBOD
ERVAN BIJ HET IN ACHT NEMEN VAN
DUURZAAMHEIDSCRITERIA ZEER ONZEKER
IS. TOCH KAN DIE ROL CRUCIAAL ZIJN,
WANT IN EEN FOSSIELVRIJE TOEKOMST IS
BIOMASSA DE BELANGRIJKSTE ZO NIET
ENIGE BRON VAN KOOLSTOF.”**

PBL, Analyse van het voorstel voor
hoofdpijnen van het klimaatakkoord,
28 september 2018 [27]

1.2 REDUCTIE EMISSIE BROEIKASGASSEN

DE THEORIE: KORTE KOOLSTOFKRINGLOOP ZONDER BROEIKASEFFECT

Van de verschillende broeikasgassen is CO₂ de belangrijkste. CO₂ komt ook vrij bij de verbranding van biomassa voor energie, maar wordt weer opgenomen door nieuwe en groeiende gewassen. Deze relatief korte koolstofcyclus van biomassa zorgt ervoor dat de CO₂-concentratie in de atmosfeer over die periode niet zou moeten toenemen.

HET PROBLEEM: DE KOOLSTOFSCHULD

Een belangrijk twistpunt hierin is de koolstofschuld, de tijdsvertraging tussen:

- » Het in één keer vrijkomen van CO₂ bij de inzet van biomassa voor energie (bijvoorbeeld bij verbranding in een ketel).
- » De geleidelijke opname van CO₂ uit de atmosfeer door nieuw aangeplante gewassen (bv. de groei van bomen over een groot aantal jaren).

Deze tijdsvertraging leidt tot een tijdelijke toename van CO₂ in de atmosfeer tot het moment dat de CO₂ weer is opgenomen.

Een studie van het Joint Research Centre van de Europese Commissie [5] laat bijvoorbeeld zien dat als bomen geplant worden en later alleen gebruikt worden ten behoeve van bio-energie, de relatieve koolstofschuld

(de 'terugverdientijd') enkele decennia of meer dan een eeuw bedraagt. Alleen bij een nieuw productiebos op 'marginale gronden' (gronden die verder praktisch niet bruikbaar zijn) is de relatieve koolstofschuld slechts enkele jaren.

Als we klimaatverandering willen terugdringen, is het van belang de emissies van broeikasgassen op de korte termijn (decennia) terug te dringen. De toepassing van biomassa met een lange koolstofschuld draagt daar niet aan bij.

Naast het benutten van marginale gronden zijn er twee oplossingsrichtingen voor dit probleem: gebruikmaken van reststromen in plaats van 'primaire producten' en, met name op de lange termijn, het afvangen en opslaan of gebruikmaken van CO₂ die vrijkomt bij de inzet van biomassa voor energie.

GEEN KOOLSTOFSCHULD BIJ GEBRUIK VAN RESTSTROMEN

Zoals te zien is in sectie 1.1 komen biomassa-reststromen vrij bij onder andere de landbouw, bosbouw en de verwerkingsindustrie. Bij de verbranding of vergisting van deze residuen voor energie komt ook CO₂ vrij. Bij een gebrek aan andere doeleinden zou dit echter ook het geval zijn indien de reststromen niet voor bio-energie worden ingezet.

Een studie over het gebruik van biomassa uit Canadese productiebossen voor elektriciteitsproductie in Europa laat bijvoorbeeld zien dat de 'terugverdientijd' van primaire reststromen nul tot enkele jaren is [6]. De terugverdientijd is een paar jaar als de reststromen – de delen van de boom die niet gebruikt worden voor het maken van bijvoorbeeld planken en meubels – anders blijven liggen en wegrotten. De terugverdientijd is nul als deze reststromen anders ter plekke verbrand worden, hetgeen nog steeds de praktijk is in delen van Canada.

Bij de inzet van reststromen voor energie wordt herhaaldelijk gewezen op verdringingseffecten, zoals bij houtverwerkende industriesectoren die dezelfde grondstoffen inzetten. Een voorbeeld is zaagsel dat kan worden verwerkt tot houtpellets ten behoeve van de opwekking van energie, maar ook tot spaanplaat [7]. Onderzoeken tonen aan dat verdringingseffecten in de praktijk meevallen: enerzijds omdat er voldoende, onbenutte reststromen beschikbaar zijn en anderzijds omdat de energiesector op prijs doorgaans niet kan concurreren met andere toepassingen, waar een hogere prijs betaald wordt voor grondstoffen [8,9].

NEGATIEVE BROEIKASGASEMISSIES DOOR HET OPSLAAN VAN CO₂ UIT BIOMASSA

CO₂-emissies uit de verbranding voor energieopwekking kunnen worden afgevangen en opgeslagen (carbon capture and storage; CCS). Indien hierbij biomassa wordt ingezet, noemen we dit bio-energie CCS, ofwel BECCS. De inzet hiervan resulteert in 'negatieve' CO₂-emissies: geen CO₂ die vrijkomt bij de inzet van biomassa voor energie, wel de opname van CO₂ uit de atmosfeer door nieuw aangeplante gewassen.

In doorrekeningen van het PBL en IPCC [10] wordt BECCS als noodzakelijk gezien om de doelstellingen van het Parijs Akkoord uit 2015 te halen. Dit komt voornamelijk omdat alternatieven voor CO₂-reductie waarschijnlijk niet snel genoeg worden ontwikkeld en opgeschaald voor een CO₂-neutrale energiesector. Dan is het zaak om later negatieve emissies te realiseren ter compensatie van een overschot aan CO₂-emissie in eerdere jaren.

Veel partijen die verwachten dat alternatieven wel snel worden ontwikkeld, vinden het verder ontwikkelen van CCS ook van belang [11]. Echter zijn er ook partijen die vinden dat het afvangen en opslaan van CO₂ de ontwikkeling van alternatieven remt en hierdoor op de lange termijn geen oplossing is om emissies te reduceren (o.a. Greenpeace [12], Milieufederatie



Reststromen komen onder andere vrij bij het maken van producten

en Natuur & Milieu). Deze partijen gaan alleen onder strikte voorwaarden akkoord met een beperkte rol voor CCS [13].

Tot slot staat 'de Nederlander' tot nu toe vrij afkerend tegenover de afvang en ondergrondse opslag van CO₂, met name als deze opslag op het land plaats zou vinden [14]. Mede vanwege dit gebrek aan draagvlak zijn er in Nederland nog geen projecten met CO₂ opslag op land goedgekeurd, ondanks verschillende plannen hiervoor.

KETENEMISSIES BIJ INTERNATIONALE HANDEL IN BIOMASSA: SIGNIFICANT, MAAR RELATIEF KLEINE IMPACT OP HET TOTAAL

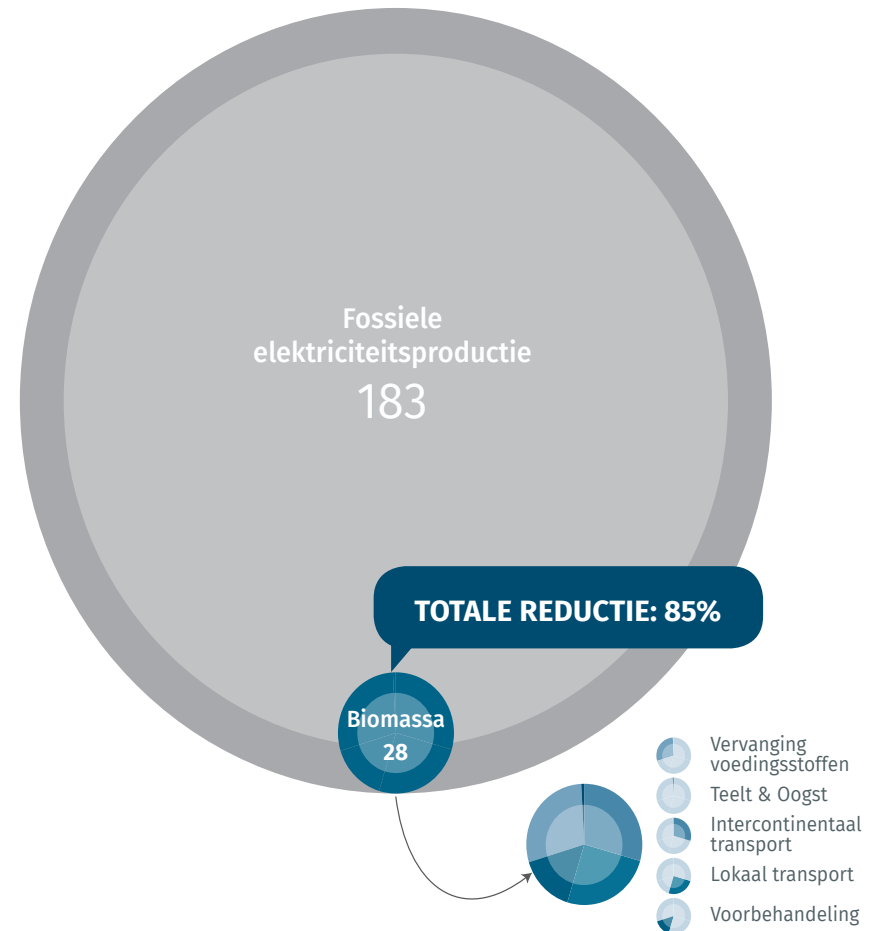
De reductie in broeikasgasemissies van biomassa ten opzichte van fossiele bronnen wordt berekend over de hele toeleveringsketen. De toeleveringsketen bestaat onder andere uit de oogst, voorbehandeling, conversie en het transport van biomassa. De emissie die bij deze stappen vrijkomt, wordt bij elkaar 'ketenemissie' genoemd. De ketenemissie wordt vaak aangehaald om prioriteit te geven aan het gebruik van lokale biomassa in plaats van aan biomassa die geïmporteerd wordt.

De figuur rechts is gebaseerd op een recente studie [15] en geeft de emissiereductie weer van de inzet van biomassa (op basis van reststromen) in plaats van kolen voor elektriciteitsproductie in de EU. Hierbij is verondersteld dat de biomassa wordt geïmporteerd in de vorm van 'pellets' (fijn geperste deeltjes) uit verschillende landbouw- en bosbouw- intensieve landen zoals de Verenigde Staten en Brazilië.

Het wordt hierbij duidelijk dat ketenemissies significant zijn, maar tevens minimaal ten opzichte van de totale CO₂-reductie die bereikt wordt door de inzet van bio-energie. Bij biobrandstoffen, die ook vaak internationaal verhandeld worden, zal de impact mogelijk nog lager zijn vanwege de hoge energiedichtheid van vloeibare biomassa.

Broeikasgasemissie bij de productie van elektriciteit op basis van fossiele bronnen en biomassa

kg CO₂ / GJ – reststromen uit bos en landbouw als referentie voor biomassa [15], RED II als referentie voor fossiel [17]



De fossiele referentie voor elektriciteitsproductie is 183 kg CO₂/GJ finale energie. De biomassa ketenemissie is gemiddeld 12,3 kg CO₂/GJ primaire energie. Dit is 28 kg CO₂/GJ finale energie bij een opwekkingsrendement van elektriciteit van 44%

1.3 DUURZAAMHEID

DUURZAAMHEID IS EEN BREED BEGRIIP

Net zoals bij verscheidene andere producten (bijvoorbeeld koffie, hout, kleding), is er bij biomassa discussie over of het duurzaam verkregen is. Duurzaamheid gaat niet alleen over de schaarste van grondstoffen, maar ook om het evenwicht tussen ecologische, economische en sociale belangen. Voor biomassa wordt er daarbij ook gekeken naar CO₂-reductie, aangezien dat de voornaamste reden is om bio-energie te ondersteunen.

Voor het borgen van duurzaamheid zijn richtlijnen opgesteld op Europees niveau. In Nederland zijn nog verscheidene aanvullende eisen, die veelal in wet- en regelgeving vastliggen.

DUURZAAMHEID BIOMASSA: EUROPESE RICHTLIJNEN ALS BASIS

In Europees verband zijn er afspraken gemaakt en uitgewerkt in de Europese Richtlijn Duurzame Energie [16]. De opvolger hiervan, de Richtlijn Duurzame Energie II (RED II) [17], is in concept gereed en bevat bredere en strengere duurzaamheidseisen. Voorbeelden zijn minimale (in)directe verschuivingen in het gebruik van landbouwgrond ('indirect land use change', of ILUC), geen verlies van biodiversiteit en een specifieke eis aan de minimale reductie in broeikasgasemissies.

AANVULLENDE CRITERIA IN NEDERLAND

Op nationaal niveau hebben landen tot nu toe veel vrijheid gehad in hoe om te gaan met Europese richtlijnen. Ook met de nieuwe RED II kunnen landen nog besluiten om aanvullende eisen te stellen, iets wat Nederland bijvoorbeeld in 2013 al heeft gedaan met het Energieakkoord. Als onderdeel van dit akkoord hebben energiebedrijven, milieuorganisaties en de rijksoverheid afgesproken specifieke duurzaamheidseisen te formuleren voor het bijstoken van biomassa voor elektriciteitsproductie.

In het 'Verificatieprotocol duurzaamheid vaste biomassa voor energietoepassingen' [18] staat, dat, om gebruik te maken van de subsidieregeling Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE+), moet worden voldaan aan een uitgebreid pakket aan duurzaamheidseisen, inclusief:

1. Eisen voor de reductie en berekening van de broeikasgasemissie.
2. Eisen voor bodembeheer bij reststromen uit natuur- en landschapsbeheer en agrarische reststromen.
3. Eisen voor koolstof en verandering in landgebruik.
4. Eisen aan duurzaam bosbeheer.
5. Eisen voor het handelssysteem (Chain of custody).

Voor secundaire reststromen gelden daarbij alleen eisen voor de reductie van broeikasgassen (1) en het handelsketensysteem (5), aangezien de andere aspecten niet van toepassing zijn.

DE EISEN GROEIEN, MAAR DE DISCUSSIE BLIJFT

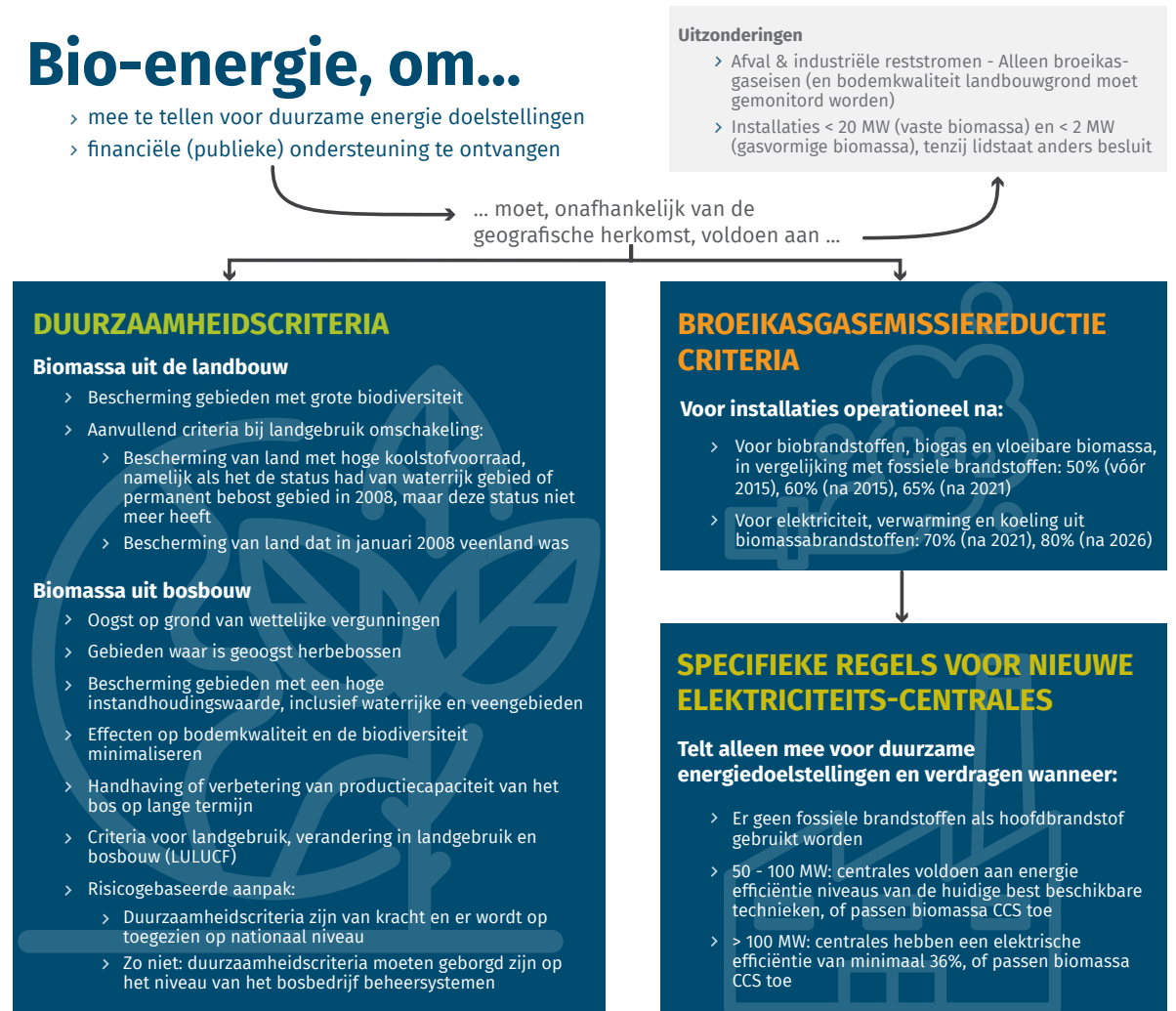
Ondanks de vooruitgang in het borgen van de duurzaamheid van biomassa blijft er discussie. De duurzaamheidseisen zijn complex, hetgeen discussies over dit onderwerp in een bredere context vaak moeilijk maakt. De figuur hiernaast laat bijvoorbeeld zien wat er op het gebied van elektriciteit en warmte op basis van biomassa geborgd is in de RED II, die vanaf 2020/2021 van kracht zou moeten zijn.

Daarnaast zijn er veel verschillen in de duurzaamheidscriteria voor biomassa tussen de diverse toepassingen. De eisen waaraan bijvoorbeeld biobrandstoffen moeten voldoen, zijn geregeld in andere nationale wetgeving dan waar biomassa voor elektriciteitsproductie aan moet voldoen. Voor kleinschalige inzet van biomassa, bijvoorbeeld decentrale biomassacentrales die warmte leveren aan een lokaal netwerk, gelden andere (minder strenge) eisen dan voor grootschalige inzet. Ook tussen landen zijn er nog grote verschillen, die ook met de RED II niet compleet zullen verdwijnen.

Het gebrek aan uniformiteit en de complexiteit van wat er al ligt, zijn belangrijke redenen voor het voortduren van de duurzaamheidsdiscussie.

Overzicht van het nieuwe Europese duurzaamheidskader voor biomassa

Op basis van de interpretatie van de European Biomass Association (AEBIOM) [45] van de voorgestelde Richtlijn hernieuwbare energie II [17]



1.4 BESCHIKBAARHEID

BEPERKTE BESCHIKBAARHEID VAN BIOMASSA IN NEDERLAND


In Nederland is biomassa in beperkte hoeveelheden beschikbaar ten opzichte van de (verwachte) vraag. Een studie uit 2017 van DNV-GL [19] liet zien dat van de huidige Nederlandse biomassa-potentie 70% al benut wordt. Dezelfde studie laat zien dat richting 2035 het totale biomassa-aanbod in Nederland zou kunnen stijgen met 20%. Het gedeelte dat nog ongebruikt is, bestaat voornamelijk uit afvalhout, agrarische reststromen


(met name mest) en aquatische biomassa (met name zeewieren en micro-algen).

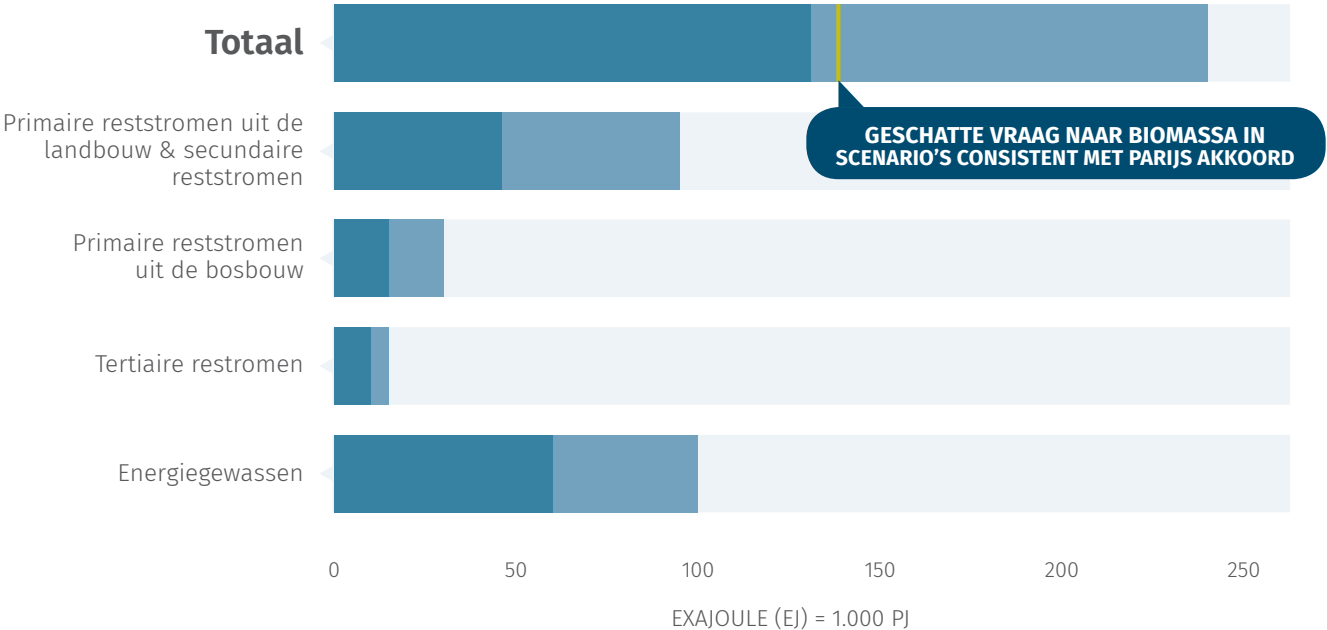
MONDIALE BESCHIKBAARHEID VAN DUURZAME BIOMASSA: VOLDOENDE VOOR 2°C-SCENARIO

Biomassabronnen zijn wereldwijd verspreid te vinden in geopolitiek gevarieerde landen. Dit heeft een positief effect op de stabiliteit van de

Potentie voor mondiale beschikbaarheid biomassa [3]

Minimum range 

Maximum range 



biomassamarkt en de lange-termijn- prijsvorming van biomassa. De prijs van houtpellets bijvoorbeeld fluctueert aanzienlijk, maar is niet structureel veranderd ten opzichte van de prijs tien jaar geleden [20].

Studies naar het wereldwijde duurzame biomassapotentieel laten een grote spreiding zien. Deze verschillen komen voort uit verschillen in aannames over mondiale ontwikkelingen, typen stromen biomassa en de definitie van 'potentieel'. In 2017 heeft het Internationale Energie Agentschap (IEA) gerapporteerd over de beschikbare duurzame biomassa in 2060, op basis van een groot aantal onderliggende studies [21].

Zoals te zien in de figuur, is de conclusie dat de totale biomassavraag in scenario's in lijn met het Parijs-akkoord (met een wereldwijde temperatuurstijging van minder dan 2°C) ingevuld zou moeten kunnen worden door het wereldwijde potentiële aanbod. Wel moet nog het nodige gebeuren om te zorgen dat deze biomassa ook daadwerkelijk ingezet wordt.

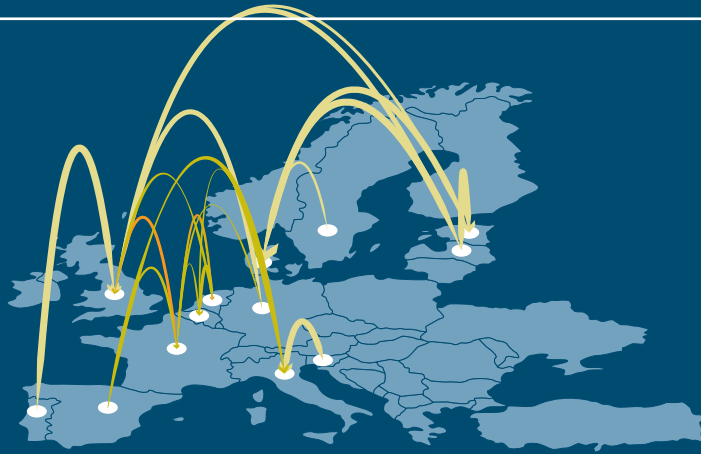
IMPORT NOODZAKELIJK OM VERWACHTE VRAAG IN TE VULLEN

Al in 2015 is echter geconstateerd door de overheid [22] dat om aan de verwachte Nederlandse vraag in 2030 te voldoen, er een sterke stijging nodig is in het aanbod van biomassa. Met de inschatting van destijds naar de toekomstige vraag en de recente studie van DNV-GL [19] naar de potentie van meer aanbod uit Nederland, is het duidelijk dat import van biomassa noodzakelijk is.

Vaak wordt de vraag gesteld: Op welk deel van het wereldwijde potentieel kan Nederland aanspraak maken ('fair share')? PBL [23] bijvoorbeeld berekende dat op basis van het aandeel van de wereldbevolking (0,2-0,5%) er voor Nederland een potentieel biomassa-aanbod van 100-760 PJ zou zijn in 2050. Op basis van inkomen zou dit 300-2.400 PJ zijn.

De vraag hierbij is of dit soort verdeelsleutels een goede manier is om te borgen dat Nederland niet overmatig inzet op biomassa. Net als bij andere grondstoffen is biomassa niet gelijk verdeeld over de wereld, waarbij vraag en aanbod via marktwerking internationaal worden bepaald. De huidige internationale handel in biomassa is dan ook al aanzienlijk. In 2015 werden bijvoorbeeld al circa 15 miljoen ton houtpellets en 13 miljoen ton aan biobrandstoffen verhandeld [24].

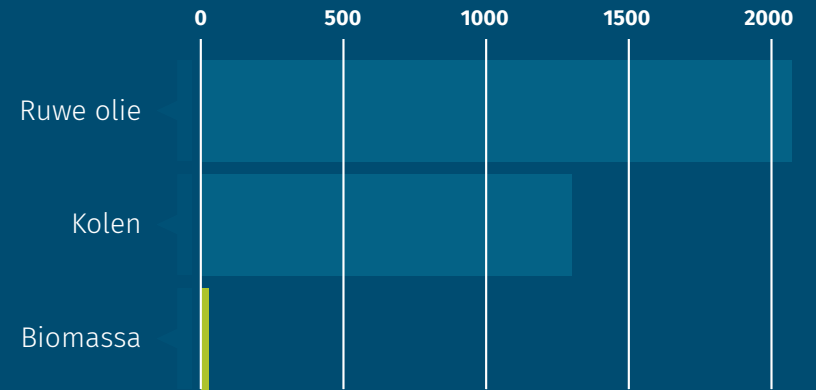
Overzicht van export van enkele internationale biomassastromen (2015) [24]



- EXPORT HOUTPELLETS
- EXPORT ETHANOL
- EXPORT BIODIESEL



Totale export in 2015 (mton/jaar) [47,48]





2: BIOMASSA IN TRANSITIE: EEN ONTWERPVRAAG

OPSCALEN VAN DUURZAME TOELEVERINGSKETENS / AANJAGEN VAN BIORAFFINAGE / INZETTEN OP MAXIMALE EMISSIEREDUCTIE

2.1 BIOMASSA IN TRANSITIE: EEN ONTWERPVRAAG

DE AANLEIDING

In 2016 ondertekende Nederland het 'Akkoord van Parijs' en stemde hiermee in met de doelstelling om de opwarming van de aarde te beperken tot ruim onder 2°C. Alle 197 landen die het akkoord ondertekend hebben, nemen maatregelen om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen teneinde de opwarming van de aarde te beperken [25].

In Nederland is begin 2018 de Klimaatwet gepresenteerd door de regering. Hierin is onder andere opgenomen dat elektriciteitsproductie in 2050 CO₂-neutraal moet zijn [26]. Daarnaast hebben overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke partijen de krachten gebundeld en besloten een Klimaatakkoord te sluiten om 49% CO₂-reductie in 2030 te realiseren.

Deze akkoorden en plannen resulteren in ingrijpende veranderingen in onze energievoorziening. De vraag hoe deze energietransitie vorm te geven, ligt nog op tafel.

BIOMASSA RICHTING 2030: VERDERE GROEI, VOORNAMELIJK IN BESTAANDE TOEPASSINGEN

Binnen het Klimaatakkoord is vanuit de verschillende sectoren (of 'tafels') een (mogelijke) vraag naar biomassa geformuleerd, voor diverse doeleinden. Volgens berekeningen van het PBL moeten we volgens de hoofdlijnen van het Klimaatakkoord rekenen op 340 tot 570 PJ aan biomassa-inzet in 2030 [27]. Dit zou betekenen dat tussen 2023 en 2030 de inzet van biomassa in Nederland met zo'n 1,5 tot 3 keer zou moeten toenemen.

2030: NEDERLAND DANKZIJ INZET OP INNOVATIES EEN BIOMASSA HOTSPOT

In de 'Strategische visie voor de inzet van biomassa op weg naar 2030' [22] uit 2015 is opgenomen dat Nederland in 2030 goed op weg is naar een broeikasgasneutrale, biobased en circulaire economie. Naast CO₂-reductie leveren biomassa en de inzet op innovaties Nederland economische kansen.

Om naast CO₂-reductie de economische kansen te pakken, moet Nederland volgens de visie de komende jaren inzetten op het vergroten van het aanbod aan en de vraag naar duurzame biomassa, inzetten op duurzaamheid van productie en gebruik van biomassa, inzetten op cascadering met een zo hoog mogelijk rendement en inzetten op innovatie en verdien capaciteit in Nederland. Nederland zal in 2030:

- een belangrijke rol in Europa en de rest van de wereld vervullen als biobased en circulaire (chemie) hotspot;
- effectief gebruikmaken van reststromen;
- een sterkere groei realiseren van cascadering: de inzet van biomassa voor chemicaliën en materialen; wat overblijft, wordt ingezet voor energie en brandstoffen;
- zich steeds meer ontwikkeld hebben als productieland van geavanceerde groene eindproducten;
- koploper zijn in duurzaam geproduceerde biomassa.

De voorziene groei richting 2030 zit voornamelijk in ambities voor biobrandstoffen voor transport, groen gas voor de gebouwde omgeving en regelbaar vermogen in de elektriciteitsproductie. De ambities van de industrie richting 2030 lijken hierbij nog beperkt. Echter zou dit ook een gevolg kunnen zijn van het gebrek aan concrete doelstellingen; de inzet van biomassa in industriële boilers (wat ook nu al gebeurt), ontbreekt bijvoorbeeld nog in de tabel. Het zou dus goed kunnen dat de industriële vraag – en daarmee de totale vraag – nog wat hoger zou kunnen uitvallen.

DOORKIJK NAAR 2050: MEER EN BREDERE INZET, NIEUWE TOEPASSINGSGEBIEDEN

Voor de lange termijn is de verwachting dat de biomassa-inzet voor energietoepassingen verder zal (moeten) toenemen om CO₂-reductieambities te halen. Hierbij zal de (relatieve) vraag tussen sectoren mogelijk verschuiven, met bijvoorbeeld meer inzet van duurzame geavanceerde biobrandstoffen voor transportmodaliteiten waarvoor nauwelijks CO₂-arme alternatieven beschikbaar zijn.

Daarnaast is de verwachting dat in de toekomst een steeds groter deel van biomassa wordt ingezet als grondstof. De sterk groeiende biobased economie past bij de transitie naar een circulaire economie, waarbij wordt ingezet op het maximaliseren van het hergebruiken van producten en grondstoffen. Oftewel de overgang van de lineaire economie met een eindige grondstoffencyclus naar een economie waarin grondstoffen en producten in een gesloten kringloop blijven en afval niet bestaat.

HET ONTWERPVRAAGSTUK OVER DE INZET VAN BIOMASSA IN DE ENERGIETRANSITIE

De ontwerp vraag die beantwoord zou moeten worden, is de volgende: gegeven de stijgende vraag naar biomassa voor zowel energie als

Inschatting van PBL voor biomassa vraag in 2030

Op basis van het voorstel voor hoofdlijnen van het klimaatakkoord [27]

Sector	Rol	Vraag in 2030
Industrie	Grondstof ter vervanging van olie voor kunststoffen	10-20 PJ
Gebouwde omgeving	Groen gas voor ruimteverwarming	100 PJ
Elektriciteitssector	CO ₂ -vrij regelbaar vermogen voor flexibele inzet naast zon & wind	30-250 PJ
Mobiliteit	Biobrandstof ter bijmenging met benzine/diesel.	200 PJ
Totaal		340-570 PJ

producten en het feit dat biomassa een schaars goed is, hoe te zorgen dat er blijvend voldoende duurzame biomassa beschikbaar is en hoe te borgen dat deze biomassa optimaal benut wordt? Deze vraag is makkelijk gesteld, maar in de beantwoording liggen verschillende complexe vraagstukken. Wat is op de lange termijn de optimale balans tussen biomassa-inzet voor energie en materialen, ook gezien de ontwikkelingen op het gebied van de circulaire economie? Welke energietoepassingen zijn prioritair: focus op toepassingen waar weinig alternatieven voor zijn of op toepassingen waar de CO₂ makkelijk kan worden afgevangen? En, zelfs als we de antwoorden op dit soort vragen zouden weten, wanneer verwachten we het optimum te bereiken en wat te doen in de tussentijd?

Het gevaar dat op de loer ligt bij dit soort zeer complexe vraagstukken, met een lage kans op consensus in de beantwoording, is dat er ondertussen weinig voortgang geboekt wordt: ‘paralysis by analysis’. De literatuur laat echter wel zien dat er op korte termijn drie duidelijke prioriteiten zijn: de ‘no regret’-acties die – ongeacht de uiteindelijke vormgeving van de transitie en het energiesysteem van de toekomst – nodig zijn en op korte termijn zouden moeten worden gestimuleerd.

PRIORITEITEN: ANTICIPEREN OP DE BEPERKTE BESCHIKBAARHEID VAN DUURZAME BIOMASSA

Uit nationale (PBL, hoofdlijnen klimaatakkoord, strategische visie 2030 voor Nederland) en internationale literatuur (IPCC, IEA, IRENA) volgen drie actierichtingen voor biomassa richting 2030:

- ⊞ Het aanbod van duurzame biomassa vergroten.
- ✕ Het vergroten van biomassa-inzet voor materialen.
- ∞₂ Inzetten op maximale CO₂-reductie.

Onderstaande prioriteiten die verder worden toegelicht in sectie 2.2 geven hiervoor praktische handreikingen:

- ⊞ Opschalen van duurzame toeleveringsketens.
- ✕ Aanjagen van bioraffinage.
- ∞₂ Inzetten op maximale emissiereductie.



**Verbranding van stro op het land:
verloren als nuttige brandstof én bron van
luchtvervuiling**

2.2 VAN AMBITIE NAAR STRATEGIE: DRIE PRIORITEITEN

PRIORITEIT 1: OPSCHALEN VAN DUURZAME TOELEVERINGSKETENS

Om op de langere termijn te kunnen voldoen aan de vraag naar biomassa voor de biobased economie, moeten bestaande nationale en internationale toeleveringsketens van biomassa worden geborgd en nieuwe worden ontwikkeld.

Met het volwassen worden van de biobased economie zullen ook nieuwe vormen van biomassa worden verhandeld, bijvoorbeeld getorreficeerde biomassa [24]. Stromen zullen gestandaardiseerd worden om beter verhandelbaar en transporteerbaar te zijn. Hierdoor ontstaan er biobased commodity's [28].

Om het aanbod van duurzame biomassa te vergroten, moeten onbenutte reststromen beschikbaar gemaakt worden en de teelt van biomassa verder ontwikkeld worden.

ONBENUTTE RESTSTROMEN BESCHIKBAAR MAKEN

Er is nog geen consensus over de koolstofschuld en het borgen van duurzaamheidseisen in de keten. Daarom is voorlopig het gebruik van biomassa-reststromen een veilige keuze. Het is daarom van belang zo

CHAIN OF CUSTODY

Met de Chain of Custody (CoC) worden de duurzaamheidseisen aan het beheer en traceerbaarheid van biomassa in de handelsketen bedoeld. Deze duurzaamheidsinformatie moet worden doorgegeven in de keten, zodat de eindgebruiker alle informatie uit de keten heeft [30].

veel mogelijk reststromen beschikbaar te maken. Om deze beschikbaar te maken voor de biobased economie moet de inzameling van reststromen door samenwerking worden verbeterd; nationaal én internationaal [27].

Van de 131-240 EJ mondiaal beschikbare duurzame biomassa in 2060 [21] bestaat 54% uit reststromen. Het internationaal agentschap voor hernieuwbare energie (IRENA) berekent dat in 2030 circa 40% van de totale beschikbare duurzame biomassa bestaat uit gewasresten van de landbouw (primaire reststromen zoals stro en loof) die nu nog nauwelijks gebruikt worden [29].

Om gewasresten beschikbaar te maken, worden nieuwe logistieke ketens ontwikkeld, rekening houdend met agronomie (behoud nutriënten), logistiek (aansluiten bij logistiek primair product) en landbouwmechanisatie (oogsten primair product én residu).

Nederland jaagt deze internationale ontwikkelingen aan, onder andere door bedrijven, financiële instellingen en projecten in ontwikkelings- en opkomende landen te ondersteunen met kennis, krediet, participaties en garanties van ontwikkelingsbanken zoals FMO, EBRD en de Wereldbank. Daarnaast draagt Nederland bij simpelweg door een vraag te creëren voor (internationale) biomassastromen – zoals houtpellets of ethanol – die investeringen mogelijk maken in het mobiliseren van nu nog onbenutte reststromen. Het is belangrijk dat deze activiteiten worden voortgezet.

Ten opzichte van veel andere landen worden in Nederland al veel reststromen benut. Voorbeelden zijn stro, gft en de productie van compost. Toch zijn er in Nederland ook nog onbenutte reststromen uit de bos- en landbouw en natuurbeheer [8, 19]. Er zijn verschillende initiatieven om deze stromen te benutten. Een voorbeeld is 'van Berm tot Bladzijde' van Rijkswaterstaat, een initiatief dat beoogt ingekuild bermmaaisel te leveren aan papierfabrieken die de vezels extraheren en bijmengen in het productieproces voor karton.

Bij het benutten van primaire reststromen moet wel nadrukkelijk rekening worden gehouden met het op peil houden van de nutriëntenbalans. Niet alle stro na oogst zou bijvoorbeeld van het land moeten worden gehaald, aangezien het ook een belangrijke bijdrage levert aan de vruchtbaarheid van het land. Echter is het zeker niet optimaal om alles te laten liggen, aangezien een grote hoeveelheid stro op het land een negatief effect heeft op de opbrengst. Het optimum ligt dan ook ergens in het midden en er is in de meeste gevallen significant potentieel voor een hogere benutting van de primaire reststromen voor biomassa.

BIOMASSATEELT OP ONBENUTTE GRONDEN ONTSLUITEN

Het PBL noemt het van belang dat naast de inzet op reststromen ook wordt ingezet op biomassaproductie op arme gronden [27], bestaande uit:

1. Ondersteuning van internationale projecten voor biomassateelt op marginale gronden.

Vruchtbare landbouwgrond wordt gebruikt voor voedselgewassen. Andere (landbouw)gronden zijn niet rendabel voor voedselgewassen, bijvoorbeeld door een tekort aan nutriënten of water, omdat het op een helling ligt of vervuild is. Een deel van deze zogenaamde 'marginale gronden' is wel geschikt voor de productie van (meerjarige) biomassagewassen, zoals olifantsgras en korte omloop-bosbouw. Door de ontwikkeling



**Onbenutte gronden kunnen worden gebruikt
voor de productie van biomassa**

van nieuwe gewassen worden de opbrengsten op deze gronden verder verhoogd. Omdat deze marginale gronden vooral in het buitenland liggen, ondersteunt Nederland deze ontwikkeling met kennis en door deelname in internationale samenwerkingsverbanden.

2. Ontwikkeling van nieuwe biomassateelt.

Aquatische biomassa staat in de belangstelling omdat er geen landbouwgrond voor nodig is. In Nederland ontwikkelt Wageningen University & Research (WUR) 'het groene goud' door de teelt van algen en wieren en de raffinage hiervan tot grondstoffen voor chemicaliën, materialen en energie. Het recent afgeronde project SPLASH, waarin WUR samenwerkt met onder andere het Nederlandse Avantium, laat een snelle ontwikkeling zien. De technieken om bioplastics uit algen te winnen, is van 'technology readiness level' 2-3 (definitie concept – proof of concept) naar 4-5 (validatie in laboratorium – validatie op grote schaal) gebracht.

3. Vrijspelen van meer land door vermindering van teelt voor veevoer.

Een groot deel van de beschikbare landbouwgrond wordt gebruikt voor de teelt van veevoer. Een verschuiving van de consumptie van dierlijke naar plantaardige producten, waar Nederland op inzet, maakt landbouwgrond vrij voor energiegewassen. Deze maatschappelijke ombuiging gaat samen met de ontwikkeling van duurzame eiwitproductie uit gewasresten of nieuwe bronnen zoals algen.

DE TRACEERBAARHEID VAN BIOMASSA VERGROTEN

De toeleveringsketens van biobased commodity's moeten traceerbaar zijn om zodoende de herkomst, duurzaamheid en CO₂-reductie te kunnen blijven aantonen. De criteria uit de RED II en het Verificatieprotocol Duurzame Biomassa zetten een grote stap in het vertrouwen dat dit op een correcte wijze gebeurt. Dit vertrouwen kan verder versterkt worden door verdergaande 'chain of custody'-certificering en innovaties.

Een recente innovatie is de toepassing van blockchain in de toeleveringsketens. In 2018 presenteerde de Roundtable on Sustainable Biomaterials ideeën om blockchaintechnologie toe te passen bij 'chain of custody'-certificering en concludeerde dat het kansen biedt voor rapportages en betere audits [31].

PRIORITEIT 2: AANJAGEN VAN BIORAFFINAGE

De componenten van duurzame biomassa moeten zo optimaal en hoogwaardig mogelijk worden toegepast. Eerst worden componenten voor chemie en materialen gewonnen, waarna overblijvende componenten voor energie kunnen worden ingezet. Voor de chemie en industrie is immers geen duurzaam alternatief.

BIORAFFINAGE ALS SLEUTEL TOT CASCADERING 'IN FUNCTIE'

Er zijn verschillende types cascadering. Cascadering 'in tijd' heeft betrekking op het meerdere malen gebruiken van biomassa, zoals het recyclen van papier. Cascadering 'in waarde' gaat over het prioriteren van hoogwaardige toepassingen, zoals het benutten van biomassa voor chemicaliën in plaats van voor brandstoffen.

Bij cascaderen 'in functie' wordt biomassa door middel van bioraffinage verwerkt tot verschillende fracties. Vervolgens worden uit iedere fractie producten met maximale toegevoegde waarde gemaakt. Eventuele residuen worden ingezet als brandstof, waar in de toekomst ook nog CO₂ bij kan worden afgevangen ('BECCS') of nuttig worden gebruikt ('BECCU'). Dit wordt door diverse partijen als optimalisatie van de benutting van biomassa genoemd [27]. Een bijkomend effect is dat door cascadering meer economische waarde wordt gecreëerd uit dezelfde biomassa. Dit heeft een positief effect op de businesscase van de biobased keten als geheel.



**Met bioraffinage kan biomassa optimaal
benut worden**

Het doel van bioraffinage is gelijk aan het doel van de raffinage van aardolie: het uiteen te rafelen, zodat de verschillende fracties verder verwerkt kunnen worden. Met aardolieraffinage is echter tientallen jaren ervaring opgebouwd waardoor de technieken, de toeleveringsketens en productketens geoptimaliseerd zijn. Bij bioraffinage mist deze ervaring en moeten de technologie en de ketens nog verder ontwikkeld worden. De raffinagetechnieken voor olie zijn ook niet bruikbaar voor biomassa, waardoor nieuwe technologie ontwikkeld moet worden. Vandaar dat het actief ondersteunen van bioraffinage-projecten in Nederland de komende jaren belangrijk zal zijn om het toekomstig potentieel te benutten.

VOORTDUREND INNOVATIE STIMULEREN IN ALLE SCHAKELS VAN DE KETEN: CHEMIE, LOGISTIEK, ENERGIE, CONSUMENT

De biochemische (zoals fermentatie en vergisting) en thermochemische (zoals vergassing en pyrolyse) technieken van bioraffinage zijn volop in ontwikkeling en worden nog weinig op commerciële schaal toegepast. Deze technieken zijn nodig voor een volledige valorisatie van biomassa. De Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI) presenteerde in 2018 een routekaart voor de Nederlandse chemie tot 2050. Zij stelt dat een reductie van de CO₂-emissie van de Nederlandse chemie van 80-95% mogelijk is, maar benadrukt dat innovaties vroeg in de omschakeling naar groene grondstoffen noodzakelijk zijn [32].

In Nederland stimuleert de overheid deze ontwikkeling bij bedrijven met onder andere de Milieu-investeringsaftrek (MIA) en Vamil. Daarnaast verzorgt de overheid voorlichting over de biobased economie aan consumenten en koopt zo veel mogelijk biobased in. Een paar voorbeelden van biobased inkopen van de overheid zijn de ANWB-fietspaddenstoelen (wegwijzers) van biobased kunststof, de ontwikkeling van biobased vangrails en een waterschap dat walbeschoeiing (planken, palen) maakt van eigen maaisel [33].

BEVORDER DE TRANSITIE VAN ENERGIE NAAR CHEMIE

Om de ontwikkeling van grootschalige biomassavalorisatie te stimuleren, is naast innovatie ook opschaling nodig, waarvoor voldoende aanbod van biomassa een vereiste is. De verwaarding van restproducten en het doorbreken en marktrijp worden van de benodigde technieken zijn van belang in het sluitend maken van businesscases.

De rol van bio-energie in de ontwikkeling van de biobased economie is te vergelijken met de ontwikkeling van de aardolie- en aardgaseconomie: de winning, logistiek, verwerking en opschaling werden gedreven door de volumes voor energie. Op dit ontwikkelde platform werden door de chemie producten ontwikkeld, zoals oplosmiddelen en grondstoffen voor de kunststofindustrie. Ook in de biobased economie zorgt bio-energie voor een marktvaag, logistiek, duurzaamheidscriteria en volumevergroting, waardoor een succesvolle businesscase van toepassingen voor chemie en materialen dichterbij komt.

In de transitie naar een volledige biobased economie moet we daarom:

- » de aanvoer van duurzame biomassa standaardiseren, opschalen en professionaliseren vanuit de energietoepassing – zie ook prioriteit 1;
- » de ontwikkeling van bioraffinage door de ‘valley of death’ heen helpen;
- » de consument rijp maken voor gebruik van biobased producten;
- » nog niet hoogwaardiger toe te passen fracties van biomassa voorlopig inzetten voor laagwaardige(r) toepassing, zoals energie om transitietechnieken mogelijk te maken.

BIORAFFINAGE IN DE PRAKTIJK

Biomassa bestaat uit cellulose, hemicellulose en lignine. Hemi(cellulose) vormt al decennia een bron voor de (biochemische) productie van vezels en suikers. Recenter wordt (hemi)cellulose met tweedegeneratie technologie omgezet in chemicaliën en brandstoffen. Lignine is moeilijk biochemisch te verwerken en wordt meestal enkel als brandstof gezien. Er is een aantal bedrijven dat vooroploopt in het ontwikkelen van nieuwe bioraffinagetechnologie. Deze koplopers laten zien dat er nog veel ontwikkelpotentieel is voor het uiteenrafelen van biomassa in specifieke (tussen)producten.

BORREGAARD

Het Noorse bedrijf Borregaard richt zich op de verwaarding van lignine uit hout. Met geavanceerde biotechnologie worden er verschillende additieven van gemaakt die toegepast worden in onder meer bouwmaterialen, textielverven en keramische producten. Borregaard streeft zo naar het volledig omzetten van biomassa in waardevolle producten [34].

SWEETWOODS

Negen Europese bedrijven hebben zich verenigd in Sweetwoods. Sweetwoods ontving recentelijk ruim 20 miljoen Euro subsidie voor verdere ontwikkeling. Binnen dit project wordt een demonstratiefabriek in Letland ontwikkeld waarmee uit resthout meer dan 90% van de suikers wordt gewonnen en een zuivere vorm van lignine verkregen wordt. Deze bioraffinage levert nieuwe biobased commodity's, waardoor een groter deel van biomassa omgezet kan worden in hoogwaardige componenten [35].

PRIORITEIT 3: INZETTEN OP MAXIMALE EMISSIEREDUCTIE

Ondanks dat de inzet van biomassa nu al op grote schaal het gebruik van fossiele brandstoffen vermindert, zijn er mogelijkheden om nog meer CO₂ emissie te vermijden. De voornaamste opties hiervoor zijn het verder beperken van ketenemissies en het toepassen van CO₂ afvang en opslag.

FOSSIELE KETENEMISSIES VERDER BEPERKEN

De ketenemissies van biomassa zijn relatief gering. Een minimum emissiereductie wordt tegenwoordig ook al geborgd door duurzaamheidscriteria. Niettemin zijn er kansen om deze ketenemissies verder te beperken en zo de totale emissiereductie nóg verder te vergroten. Die liggen in de verschillende schakels van de productieketen:

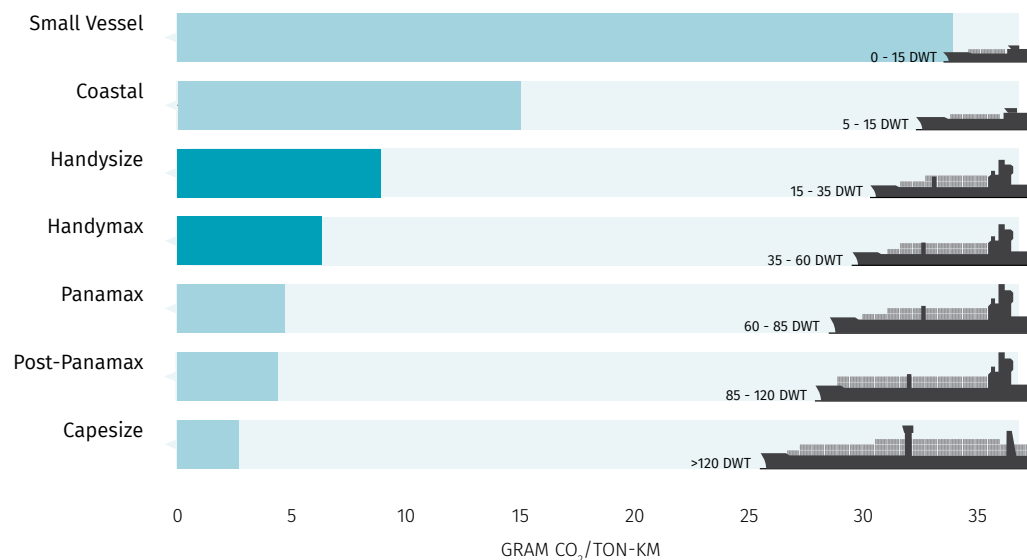
1. Intercontinentaal transport

De scheepvaart is verantwoordelijk voor circa 2,5% van de wereldwijde broeikasgasemissies [36]. De technische mogelijkheden om deze emissies sterk te reduceren, zijn voorhanden.

Importeurs van biomassa hebben geen directe invloed op de vergroening van de scheepvaart. Wanneer de vergroening verder doorzet en reders zich gaan profileren als 'groen', kunnen importeurs wel indirect zorgen voor een marktvraag naar groen transport.

Tot slot heeft het transportvolume nog invloed op de CO₂-emissies. Biomassa wordt intercontinentaal voornamelijk getransporteerd met Handy size- en Handy max-zeeschepen, terwijl kolen vooral

TYPE SCHEPEN & CAPACITEIT (X 1.000) VOOR INTERNATIONAAL TRANSPORT [38]



EMISSIES INTERNATIONALE SCHEEPVAART

In april 2018 heeft de International Maritime Organization (IMO) een strategie gepresenteerd om de broeikasgasemissies van internationaal scheepvaartverkeer in 2050 met ten minste 50% te reduceren ten opzichte van 2008. Dit wordt gerealiseerd door betere

capaciteitsbenutting, hogere energie-efficiëntie en een transitie naar brandstoffen met een lage broeikasgasemissie [37]. Daarnaast is schaalgrootte in het internationale bulktransport (van biomassa) van invloed op de emissies per tonkilometer: de emissies van grote schepen is veel lager dan van kleine schepen [38].

met Panamax-zeeschepen naar Europa vervoerd worden. Wanneer de biomassastromen toenemen, kunnen grotere zeeschepen gebruikt worden waardoor de emissie per ton biomassa sterk afneemt, omdat grotere schepen zuiniger zijn.

2. Lokaal transport

Aan het begin en aan het einde van de biomassa- transportketen is vaak lokaal transport nodig. Dit is meestal wegtransport met door diesel aangedreven vrachtwagens. De vergroening van deze transportmiddelen, onder meer door gebruik van alternatieve brandstoffen, gaat naar verwachting sneller dan het zeetransport, mede omdat de levensduur korter is.

3. Biomassavoorbehandeling

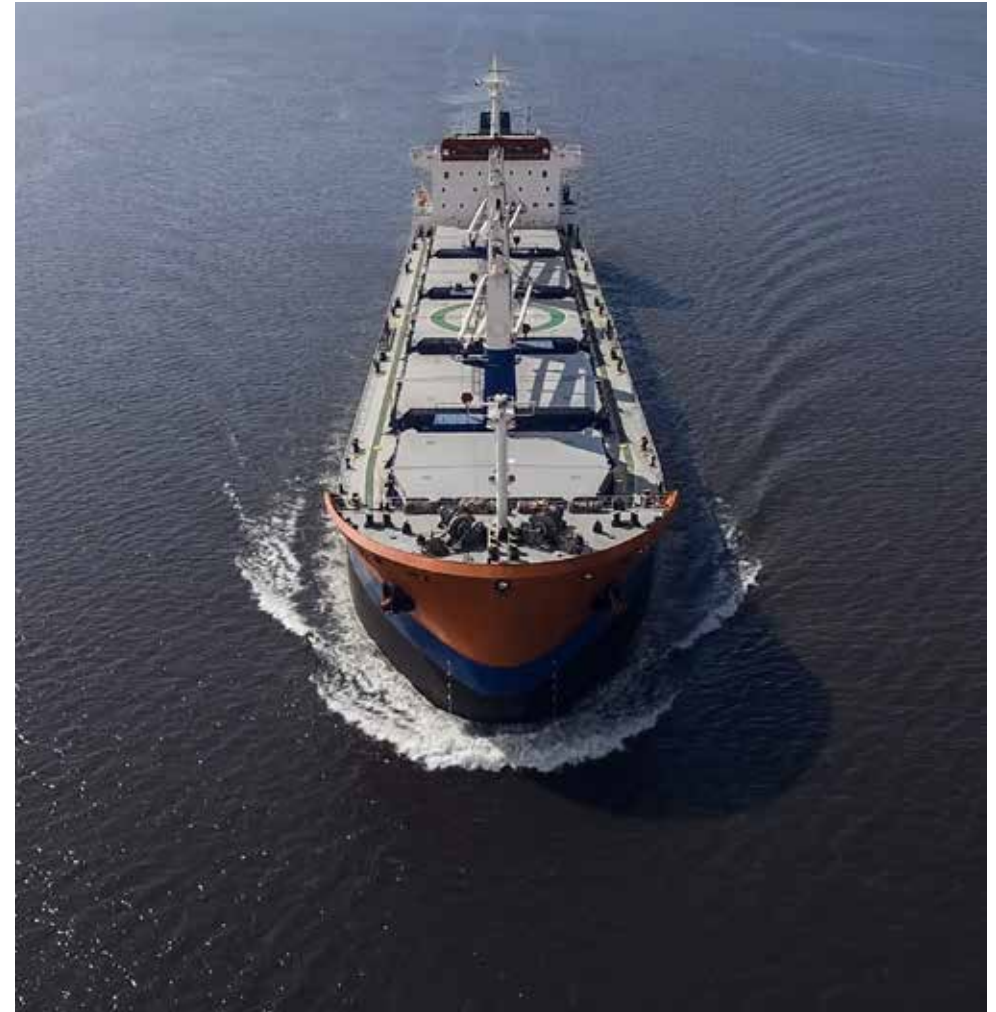
De meeste vormen van biomassa vereisen een voorbehandeling voordat deze getransporteerd en ingezet kunnen worden. Voorbeelden zijn het chippen van vers hout, het pelletiseren van zaagsel en het drogen van gewasresten zoals stro. Hiervoor wordt elektriciteit (chipper, pelleteermachine) en fossiele brandstoffen (balenpers stro) gebruikt.

4. Vervanging van nutriënten

Bij de teelt van biomassa wordt soms kunstmest toegepast. De productie van kunstmest is energie-intensief en de toepassing ervan resulteert in fossiele CO₂-emissies. Dit kan worden teruggedrongen door natuurlijke mest toe te passen en de ontwikkeling van nieuwe gewassen die minder nutriënten aan de grond onttrekken.

5. Biomassateelt

Bij de oogst van biomassa worden (landbouw)machines gebruikt die meestal diesel als brandstof gebruiken. Net als bij lokaal transport en biomassavoorbehandeling hangt de vergroening van deze machines af van de lokale omstandigheden.



Grotere zeeschepen zorgen voor efficiënter transport van biomassa

INZETTEN OP EXTRA REDUCTIE DOOR MIDDEL VAN AFWANGEN EN OPSLAAN VAN CO₂

Zoals gesteld in hoofdstuk 1 spelen negatieve CO₂-emissies in veel klimaatscenario's een belangrijke rol [27, 39]. Hiervoor is een aantal mogelijkheden, waaronder de afvang en opslag (BECCS), het verspreiden van 'biochar' (soort houtskool) als bodemverbeteraar en het vastleggen van CO₂ in silicaten zoals olivijn. Hiervan heeft BECCS voor Nederland met afstand het grootste potentieel [40].

In Nederland wordt al een aantal CO₂-afvanginstallaties gerealiseerd bij verbrandingsinstallaties van huishoudelijk afval. Omdat een gedeelte van dit afval biogeen is, kunnen deze projecten worden gezien als de eerste stappen richting het realiseren van 'negatieve emissies'. Echter wordt deze CO₂ benut ter vervanging van fossiele CO₂ ('BECCU') en dus kan technisch gezien nog niet worden gesproken over negatieve emissies (dan moet de CO₂ worden opgeslagen).

Twence in Hengelo vangt sinds 2014 jaarlijks meer dan 2.000 ton CO₂ af en zet dit om in natriumbicarbonaat, dat gebruikt wordt voor het schoonmaken van de rookgassen van de afvalverbranding. Richting 2020 wil Twence grootschaliger CO₂ gaan afvangen (tot 100.000 ton)) en deze na afvang vloeibaar maken en toepassen als 'meststof' in de glastuinbouw of als hulpstof bij de productie van bouwstoffen. Ook de afvalenergiecentrale AVR in Duiven wil circa 60.000 ton CO₂ gaan afvangen en leveren aan tuinders in de omgeving.

De ervaringen met het toepassen en opschalen van CO₂-afvang zal de komende jaren gebruikt worden om nieuwe afvangprojecten te realiseren. Ook het opslaan van CO₂ is een belangrijk onderdeel van het Klimaatakkoord, met name voor de industrie. Hierbij zal uiteindelijk ingezet

moeten worden op installaties waar het PBL het meeste potentieel ziet: afvang van CO₂ bij grootschalige biomassa centrales [40].

De eerste stappen richting deze toekomst bestaan met name uit het ondersteunen van innovatieprojecten en het in kaart brengen van de centrales die op lange termijn deze rol zouden kunnen vervullen.

3: BIOBASED GRONINGEN

UNIEKE KANSEN VOOR EEN BIOBASED ECONOMIE / GRONINGEN: DE IDEALE BASIS VOOR EEN BIOBASED ECONOMIE / BIOBASED GRONINGEN: MET INNOVATIES EN KETENINTEGRATIE NAAR DE NIEUWE ECONOMIE VAN DE 21^{STE} EEUW



3.1 GRONINGEN: UNIEKE KANSEN VOOR EEN BIOBASED ECONOMY

De wereld draait nu nog grotendeels op fossiele grondstoffen en brandstoffen, zoals aardolie, aardgas en steenkool. Dat is het resultaat van decennia aan technologische en economische ontwikkeling en optimalisatie, die in grote delen van de wereld voorspoed en welvaart hebben gebracht. Maar die ons nu ook voor fikse uitdagingen plaatsen, omdat de schadelijke effecten op het milieu en klimaat onaanvaardbare vormen aannemen. Dus is het zaak om alternatieven te vinden, zowel voor de energievoorziening als de (chemische) industrie. Het kansrijkste duurzame alternatief is de omschakeling naar een 'biobased economy', die met optimaal hergebruik en een minimum aan afval ook nog eens de opmaat vormt naar een circulaire economie.

BIORAFFINAGE IS DE SLEUTEL

Voor het succes van de biobased economie is het van belang om biomassa te verwerken tot bouwstenen voor de chemische en materialenindustrie, zoals suikers, eiwitten en bijvoorbeeld bio-methanol en bio-ethanol. Dat gebeurt via bioraffinage. Met deze bouwstenen kan de maakindustrie talloze alledaagse (en wie weet straks ook heel nieuwe) producten maken. Dat maakt de weg vrij naar een vergaande verduurzaming van de industrie. Met grote kansen voor regio's die het voortouw durven nemen. Zeker wanneer de restproducten van biobased maakketens worden gebruikt voor het opwekken van energie. Dat geeft niet alleen waarde aan

HENRY FORD ALS VOORLOPER VAN DE BIO-ECONOMY

In de jaren veertig van de vorige eeuw gaf Henry Ford opdracht om een 'biobased' auto avant la lettre te maken. Deze auto, met een carrosserie van kunststof gemaakt uit soja, tarwe en mais, wordt de 'soybean car' genoemd. Naast de materialen was ook de brandstof uit biomassa gemaakt: uit hennep. Henry Ford wilde industrie en landbouw met elkaar verbinden, een stevigere auto maken en een oplossing bieden voor het tekort aan metaal in die tijd. Het uitbreken van de Tweede Wereldoorlog zorgde ervoor dat het concept destijds niet verder werd ontwikkeld [41].

afvalstromen, maar helpt ook om de businesscase van de ketens als zodanig positief te maken. Zo krijgen bio-energiecentrales een dubbele toegevoegde waarde: ze maken enerzijds het duurzame energielandschap compleet met regelbare electriciteitsproductie naast zon en wind en anderzijds vormen ze een cruciale schakel in biobased productieketens.

De ontwikkeling van de traditionele 'fossil-based economy' heeft de mensheid meer dan 100 jaar gekost. De transitie naar een biobased economie zal in enkele decennia moeten plaatsvinden, willen we de effecten van klimaatverandering kunnen beperken. Dit vraagt om een snelle en omvangrijke omslag in het denken over grondstoffen en de levenscyclus van producten, maar levert ook nieuwe kansen voor innovatie, ondernemers en bedrijven. Dit geldt zeker voor Nederland, met een sterke positie in landbouw, chemie, energie en logistiek in combinatie met hoogwaardige technologische kennis.

NEDERLAND BEWEEGT VAN BIOBASED DENKEN NAAR BIOBASED DOEN

Het aantal bedrijven en instellingen dat in de biobased economie actief is, groeit gestaag. De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) telde in 2017 bijna dertienhonderd organisaties die actief zijn in de biobased economie, waarvan 80% midden- en kleinbedrijf. Zo'n driehonderd bedrijven houden zich specifiek bezig met biobased materialen en chemicaliën, waarvan de helft in de chemische sector [42]. Nederland beweegt van biobased denken naar biobased doen.

Tegelijkertijd: de biobased economie in Nederland bevindt zich nog maar in een beginfase. Met de bio-energiesector als de schakel die het verst ontwikkeld is, omdat ons land al relatief vroeg is begonnen met de inzet van biomassa in combinatie met traditionele grondstoffen. Dat geeft ons een kennisvoorsprong. Nieuwe bio-energie-initiatieven betreffen daarom vaak al concrete implementatieprojecten. Bij biobased materialen

en chemicaliën gaat het nog vooral om initiatieven in het stadium van innovatie of ontwikkeling. De eerste relatief kleine batches bio-plastics en bio-producten worden inmiddels geleverd. Het begin is er.

De ontwikkelingen in Nederland concentreren zich in een aantal regionale bio-clusters. Voorbeelden zijn de Biobased Delta in Zuidwest-Nederland (met o.a. suikerverwaarden, bio-aromaten en valorisatie in het mkb), West-Brabant rondom de Amer Bio Warmte Kracht Centrale (elektriciteit en warmte uit biomassa), het Bio-economy Innovation Cluster Oost-Nederland (o.a. bio-energie, natuurvezels, mestverwaarden) en Biobased Groningen (verwaarden organische reststromen, eiwitten en koolhydraten, bouwstenen voor de chemie en energie). Deze regio's vormen de voorhoede van de ontwikkeling van biobased in brede zin en lijken dus ook als eerste te gaan profiteren van de ontwikkeling van deze nieuwe motor onder de Nederlandse economie.

Groningen: nu

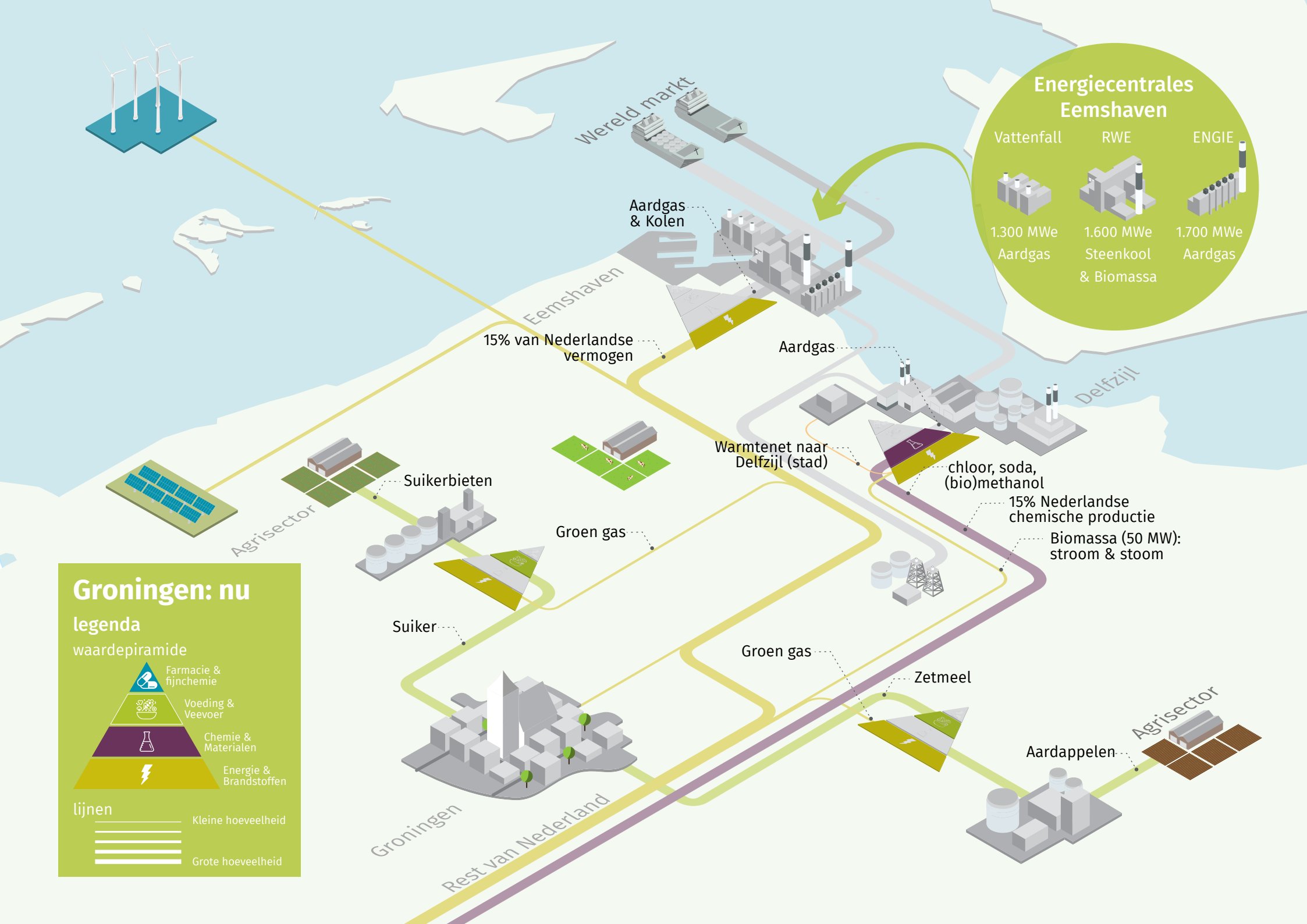
legenda
waardepiramide

lijnen

- Kleine hoeveelheid
-
- Grote hoeveelheid

Energiecentrales Eemshaven

Vattenfall	RWE	ENGIE
1.300 MWe Aardgas	1.600 MWe Steenkool & Biomassa	1.700 MWe Aardgas



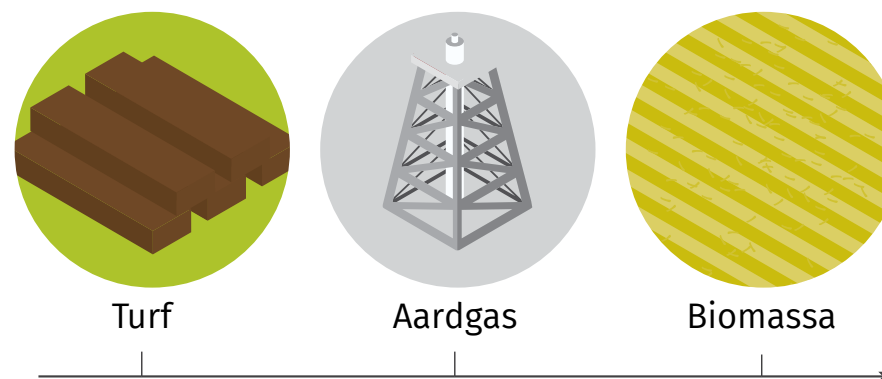
3.2 GRONINGEN ALS IDEALE BASIS VOOR EEN BIOBASED ECONOMIE

Twee zeehavens, energiecentrales, een goed ontwikkelde landbouw, een grootschalige agro-food industrie én een bestaand chemiecluster met sterke vergroeningsambities: Groningen heeft al veel bouwstenen voor een succesvol bio-cluster binnen zijn grenzen. De kunst is om ze nog beter met elkaar in verbinding te brengen. Zo krijgt Biobased Groningen daadwerkelijk gestalte, voortbouwend op de investeringen die regionale bedrijven nu al volop doen.

EEN BIOBASED ECONOMIE IN OPBOUW

De (chemische) industrieclusters in de Eemshaven, Delfzijl en Emmen ontwikkelen zich in een publiek-privaat samenwerkingsverband 'Chemport Europe' tot koploper in de toekomstige biobased economie. Naast de industrie zijn ook kennisinstellingen, zoals de Rijksuniversiteit Groningen en de noordelijke hogescholen betrokken, in samenwerking met de regionale provinciebesturen van Groningen en Drenthe [43]. Chemport Europe wordt dus gedragen door een stevig fundament.

Aan de industrietafel Noord-Nederland, onderdeel van de gesprekken over het Klimaatakkoord, werken 31 bedrijven en organisaties samen, afkomstig uit de chemie (Akzo Nobel, PPG), energie (o.a. RWE, Eneco), agro-food (o.a. Suikerunie, Avebe, Friesland Campina), 'biobased' bedrijven (o.a. Avantium, BioMCN), NAM, Gasunie, Natuur en Milieufederatie Groningen, het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en de Provincies Groningen



3 fasen van energiewinning in Groningen

en Drenthe. In augustus 2018 rapporteerden zij over de plannen om de CO₂-emissie van de industrie sterk te verminderen [44].

In de vier bouwstenen die de Industrietafel Noord-Nederland in 2018 heeft gedefinieerd voor een groene economie speelt biomassa een belangrijke rol. De bouwstenen sluiten ook aan op de adviezen van de Commissie Willems, die in 2013 werd ingesteld om de industrie en de werkgelegenheid in de Eemdelta te versterken. Zo kan waterstof (bouwsteen 1) gemaakt worden uit tijdelijke overschotten aan duurzame elektriciteit, maar kan het worden aangevuld door de vergassing van biomassa. Groen gas kan ingezet worden bij toepassingen waar elektrificatie (bouwsteen 2) niet mogelijk is, bijvoorbeeld bij processen die hoge temperaturen vergen. Groene grondstoffen voor de chemie (bouwsteen 3) kunnen zelfs alléén uit biomassa gehaald worden. Tot slot is voor dit alles bouwsteen 4 nodig:

de best mogelijke logistiek en infrastructuur, ook voor de aanvoer van biomassa.

BIOBASED GRONINGEN ONTWIKKELT VANUIT BESTAANDE SECTOREN

Groningen geeft de biobased economie vanuit eigen kracht gestalte door beschikbare kennis en middelen slim met elkaar te verbinden. De industrietafel Noord-Nederland, Chemport Europe en investerende bedrijven geven Biobased Groningen de wind in de rug. Met de landbouw en agro-food, de havens, de energiesector, de chemie én regionale en nationale overheden als drijvende krachten achter de technologische en economische ontwikkeling.

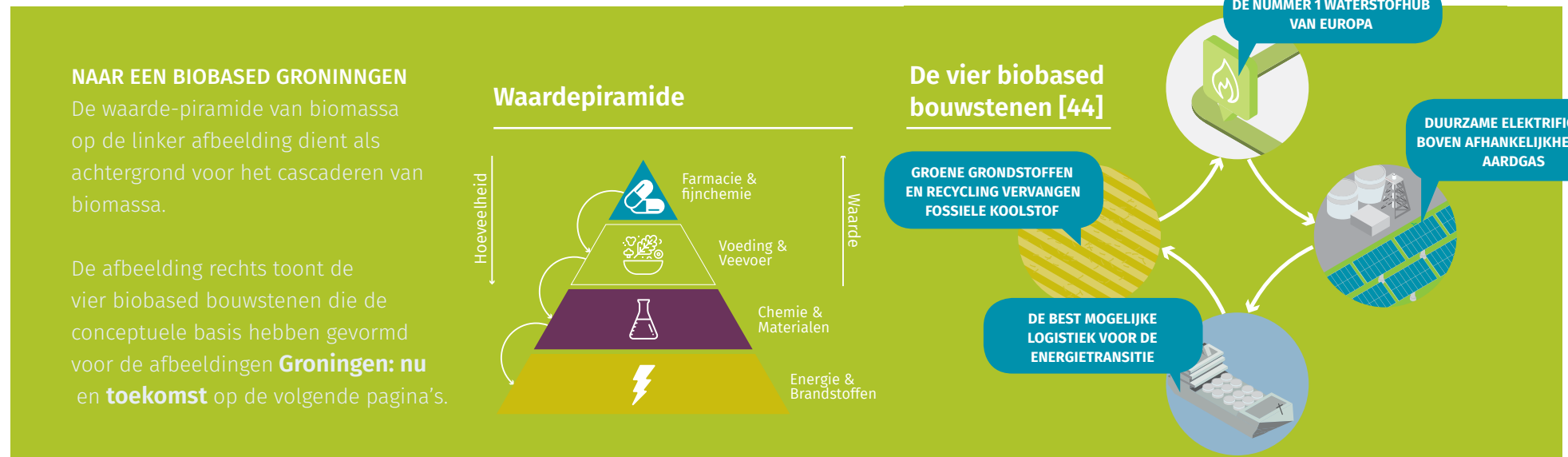
Landbouw en agro-food

Zo'n 80% van de provincie Groningen bestaat uit landbouwgrond. Ongeveer de helft hiervan wordt ingevuld met akkerbouw, vooral granen,

aardappelen en suikerbieten [2]. Omdat de laatste twee gewassen ook grotendeels in de provincie verwerkt worden, zijn zowel primaire gewasresten als secundaire reststromen uit de verwerking in de provincie beschikbaar. Dat biedt kansen voor verdere verwerking in lokale biobased-ketens. De technologie die nodig is om deze reststromen te verwerken, wordt ontwikkeld door de bedrijven die ook de primaire producten verwerken (zoals Suiker Unie en Avebe). Zij werken aan mogelijkheden om bioplastics te maken uit diksap van suikerbieten, eiwitten te halen uit aardappelvruchtwater en peptiden uit aardappelen. Door de concentratie van zowel de kennis als de reststromen komen nieuwe geïntegreerde ketens binnen handbereik.

Havens

Wanneer de biobased economie zich verder ontwikkelt, zijn straks grotere hoeveelheden biomassa nodig. Voor zover dat niet duurzaam in de eigen regio kan worden gevonden, is de toevoer ervan afhankelijk van import.



Het transport gebeurt via steeds grotere en efficiëntere schepen, waarvoor de Eemshaven bij uitstek een geschikte plek is om aan land te komen. Deze diepzeehaven kan schepen verwerken met een diepgang van maximaal 14 meter en biedt vier havenbekkens met in totaal 5 kilometer kade. Prima faciliteiten dus om grote hoeveelheden biomassa te verwerken. Ook al omdat in de Eemshaven, in combinatie met de haven van Delfzijl, meer dan zevenhonderd hectare grond beschikbaar is voor de ontwikkeling van nieuwe industrie. Dat is belangrijk, omdat biomassa en bio-raffinage meer ruimte vergen dan fossiele grondstoffen en chemie. De lagere dichtheid van biomassa maakt dat er meer ruimte nodig is voor opslag en daarnaast verlopen biochemische processen langzamer dan traditionele chemische processen. Dus is voldoende beschikbare ruimte belangrijk. Dat biedt tegelijkertijd de kans om op één terrein zowel grote volumes biomassa op te slaan als de verwerking ervan naar groene grondstoffen te realiseren.

Energie

De wereld staat voor een ware energietransitie. Ook ons land is op weg naar een energiesysteem gebaseerd op duurzame bronnen, zoals wind en zon. Met biomassa dat het energielandschap compleet maakt, omdat hiermee CO₂-vrije elektriciteit kan worden opgewekt op momenten dat zon en wind het langere tijd laten afweten. Regelbaar tot exact de juiste hoeveelheid op het juiste moment. In combinatie met het afvangen van CO₂ en de inzet van bijvoorbeeld waterstof om overschotten aan hernieuwbare energie tijdelijk op te slaan, heeft Nederland daarmee een haalbaar en duurzaam toekomstbeeld binnen handbereik.

De energiesector is enige tijd geleden begonnen met het verwerken van biomassa in bestaande centrales die daartoe technisch geschikt kunnen worden gemaakt. De overheid helpt bij die transitie door via SDE+-subsidie de nu nog onrendabele top mede te financieren. Dankzij deze beweging is de energiesector dan ook de initiërende kracht achter het verwerven én verwerken van grote hoeveelheden duurzame biomassa. De Eemshaven



Met biomassa kan CO₂-vrije elektriciteit worden opgewekt op momenten dat zon en wind het langere tijd laten afweten

Centrale van RWE verwerkt vanaf de eerste helft van 2019 jaarlijks al circa 800.000 ton duurzame biomassa. De bijbehorende toeleveringsketen biedt een cruciale opstap voor het opschalen van andere biobased initiatieven in Groningen.

Chemie

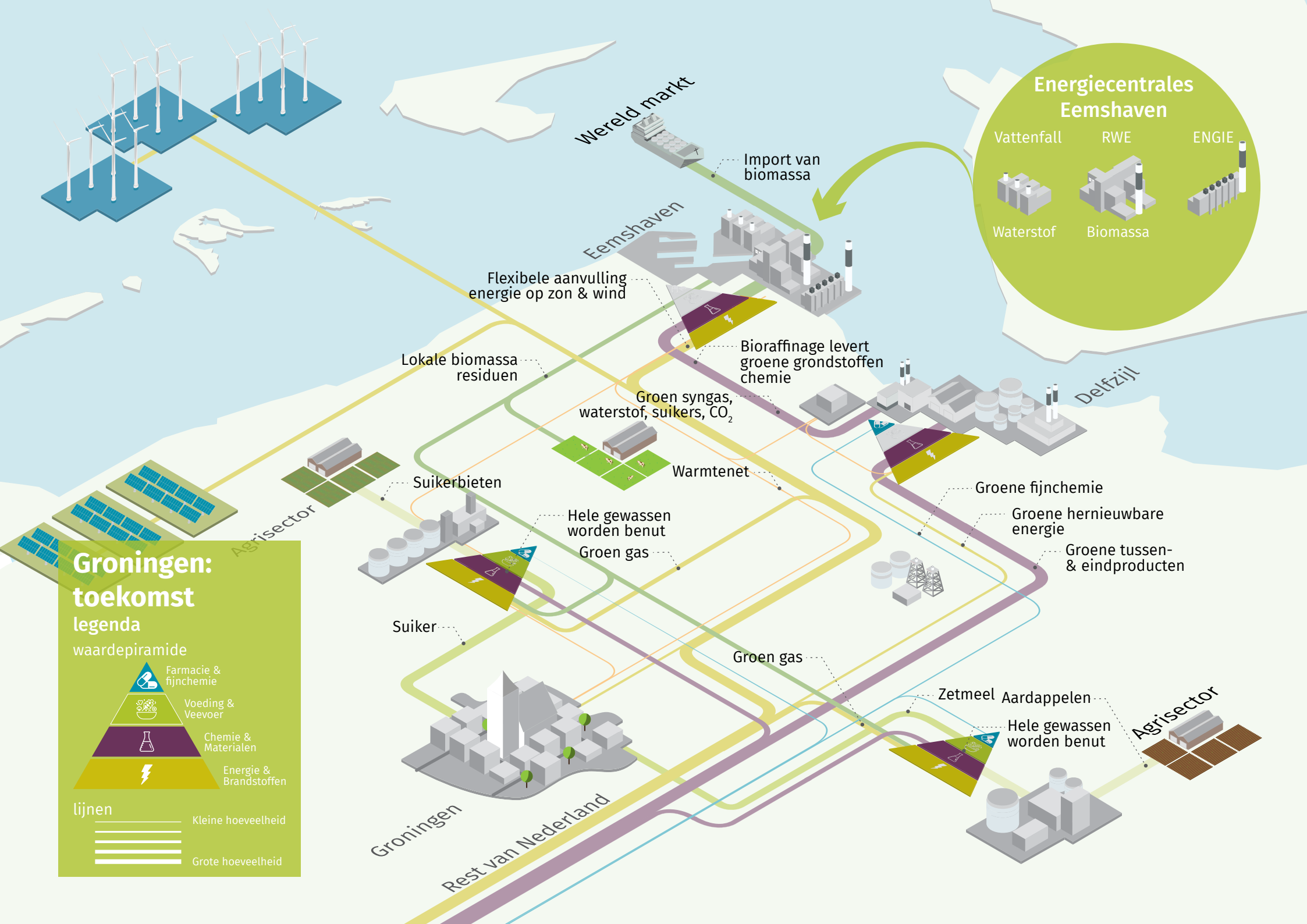
Een transitie vanuit de bestaande chemie in Groningen naar biobased zal sneller en efficiënter zijn dan het opbouwen 'vanuit het niets'. Het huidige chemiecluster bij Delfzijl biedt mogelijkheden voor deze stapsgewijze transitie van fossil-based naar biobased. BioMCN, producent van bio-methanol in Delfzijl, investeert al jaren in groene chemie. Recentelijk investeerde Moederbedrijf OCI nog eens 100 miljoen Euro in het opstarten van een tweede productielijn. Avantium, een beursgenoteerd bedrijf dat zich richt op groene chemie, opende in de zomer van 2018 een proeffabriek van 10 miljoen Euro voor bioraffinage in Delfzijl. - In het Chemiecluster in Delfzijl wordt middels pyrolyse een bio olie geproduceerd die als grond- of brandstof kan worden ingezet. Tot slot worden door biochemische voorbewerking, bijvoorbeeld van agrarische gewasresten uit de provincie, eiwitten, vezels en suikers geraffineerd die gebruikt kunnen worden in de chemie en maakindustrie.

Er wordt dus volop geïnvesteerd en gerealiseerd.

RUIMSCHOOTS INTEGRATIEKANSEN DOOR CASCADERING

Biobased wint aan kracht als verwerkingsketens kunnen worden geïntegreerd. Zo ontstaat het principe van cascadering. De productie van voedingsmiddelen, (chemische) producten en energie raakt hiermee onderling verweven, doordat iedere industrie z'n eigen specifieke bestanddelen uit eenzelfde stroom biomassa haalt. In Groningen zijn deze industrieën allemaal aanwezig. Hierdoor zijn transportafstanden klein, is samenwerking gemakkelijker en de gewenste ketenintegratie haalbaar.

Zo wil RWE de verwerking van biomassa vanaf volgend jaar verder uitbouwen tot sprake is van een volledig CO₂-neutrale centrale. Deze ontwikkeling kan hand in hand gaan met de plannen van bijvoorbeeld Avantium om na de huidige proeffabriek van 20 ton per jaar een Flagship bioraffinaderij te ontwikkelen die in 2020-2022 circa 150.000 ton droge biomassa raffineert en verder opgeschaald kan worden tot een commerciële fabriek van 350.000 droge biomassa vóór 2030. Door lokale bioraffinages te ondersteunen met het leveren van duurzame feedstock, en door reststromen van dezelfde bioraffinages nieuwe waarde te geven (als brandstof voor de energiecentrale), ontstaat de gewenste ketenintegratie en krijgt deze bovendien in rap tempo schaalgrootte.



Energiecentrales Eemshaven

- Vattenfall
- RWE
- ENGIE
- Waterstof
- Biomassa

Wereld markt

Import van biomassa

Eemshaven

Flexibele aanvulling energie op zon & wind

Bioraffinage levert groene grondstoffen chemie

Groen syngas, waterstof, suikers, CO₂

Delfzijl

Lokale biomassa residuen

Warmtenet

Groene fijnchemie

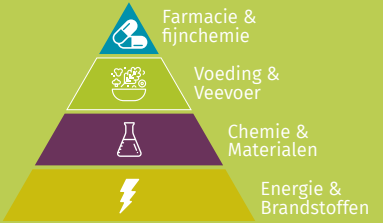
Groene hernieuwbare energie

Groene tussen- & eindproducten

Groningen: toekomst

legenda

waardepiramide



lijnen

- Kleine hoeveelheid
-
- Grote hoeveelheid

Agrisector

Suikerbieten

Hele gewassen worden benut

Groen gas

Suiker

Groen gas

Zetmeel Aardappelen

Hele gewassen worden benut

Agrisector

Groningen

Rest van Nederland

3.3 BIOBASED GRONINGEN: MET INNOVATIES EN KETENINTEGRATIE NAAR DE NIEUWE ECONOMIE VAN DE 21^{STE} EEUW

Als we de huidige innovaties vanuit de bestaande economische activiteiten naar de toekomst doortrekken, zien wij het volgende beeld van de biobased economie in Groningen. De daadwerkelijke realisatie van dit beeld hangt uiteraard af van maatschappelijke en politieke (financiële) keuzes die regionaal en landelijk worden gemaakt.

Landbouw en agro-food

In Biobased Groningen worden straks alle gewasresten van de landbouw nuttig gebruikt. Een deel van het stro van granen wordt nog steeds (eerst) gebruikt in stallen, maar wordt ook toegepast als grondstof in de biochemie of als brandstof voor bio-energie. Uit het blad van suikerbieten worden vezels en eiwitten gewonnen voor de groene chemie. Zetmeel uit aardappelen vindt niet alleen z'n weg naar de voedingsmiddelenindustrie, maar ook als grondstof voor bioplastics. De reststromen die vrijkomen bij deze biochemische processen worden omgezet in groen gas voor energie.

Havens

De Eemshaven is een ware bio-port geworden. Biomassa uit de regio wordt aangevuld met import met grote, efficiënte schepen. In het achterliggende haven-industrieel complex wordt deze biomassa geraffineerd tot gestandaardiseerde groene grondstoffen voor de groene chemie en maakindustrie. Zo worden droge soorten biomassa verwerkt

tot bijvoorbeeld bio-syngas, groene waterstof en pyrolyseolie. Dit wordt getransporteerd naar groene chemiebedrijven in Delfzijl of elders, waar het verwerkt wordt tot groene chemicaliën, materialen en producten.

Energie

De Groningse energiecentrales zijn volledig overgeschakeld op duurzame brandstoffen en leveren elektriciteit op momenten dat zonne- en windenergie onvoldoende beschikbaar is. De Magnumcentrale van Vattenfall gebruikt waterstof als brandstof dat wordt geproduceerd uit 'overschotten' elektriciteit uit productiepieken van zonne- en windenergie. RWE's Eemshavencentrale benut de laagwaardige reststromen die onder andere bij de bioraffinage overblijven. De CO₂ die daarbij vrijkomt, wordt afgevangen, zodat negatieve emissies ontstaan die helpen om CO₂-uitstoot van de laatste restjes fossiele grond- en brandstoffen te compenseren. Een deel van het afgevangen CO₂ wordt bovendien gebruikt als grondstof voor de productie van groene methanol door BioMCN in Delfzijl. Eventuele overschotten worden onder de zeebodem in lege aardgasvelden opgeslagen. Dat loont, omdat CO₂ niet langer alleen een probleem vormt, maar als schaarsere grondstof aan waarde wint. Restwarmte uit de opwekking van energie wordt gebruikt voor gebouwverwarming.

Chemie

De suikers, eiwitten, vezels, bio-syngas, pyrolyse-olie, CO₂ en groene waterstof hebben aardgas en olie in de chemie vervangen. De groene grondstoffen worden omgezet in groene varianten van chemicaliën die we al kennen én in nieuwe chemicaliën die bestaande vervangen. Een voorbeeld is methanol, een van de meest gebruikte grondstoffen in de chemie. Dit werd gemaakt uit aardgas, maar nu in biobased Groningen uit bio-syngas én uit afgevangen CO₂ met groene waterstof. De supersterke Twaronvezel wordt in biobased Groningen gemaakt uit 'BioBTX'. Dit zijn aromatische grondstoffen (Benzeen, Tolueen, Xyleen) die gemaakt worden uit biomassa, waar het eerder uit aardolie gewonnen werd.

De groene producten en halffabricaten worden voor verdere verwerking getransporteerd naar diverse afnemers die actief zijn in de farmacie, voeding, brandstoffen, cosmetica, kunststoffen, papier, auto's, luchtvaart, drink- en zwemwater, coatings, motorolie, (mijn)bouw en kleefstoffen. Dat levert nieuwe producten op die niet alleen duurzame varianten zijn van eerdere producten, maar ook betere eigenschappen hebben, sterker zijn, langer houdbaar. Zo krijgen ze in meerdere opzichten waarde.

NÚ DOORPAKKEN OM DE KANSSEN VAN EEN BIOBASED ECONOMIE TE VERZILVEREN VOOR GRONINGEN, VOOR NEDERLAND ÉN VOOR HET KLIMAAT.

Groningen werkt aan een groene, biobased toekomst. Met volop kansen om voorop te lopen in de ontwikkeling van deze nieuwe motor onder de Nederlandse economie. De basis is immers sterk: veel van de benodigde bouwstenen zijn er al of worden momenteel ontwikkeld. Denk aan de proeffabriek voor bioraffinage, de aanwezigheid van een biochemisch cluster, de haven en het agro-industrieel complex. Er is flink wat biomassa lokaal beschikbaar, met nog ruimte voor meer. En dankzij de biomassa die nu al wordt verwerkt tot CO₂-vrije regelbare stroom is ook een groot deel van de benodigde infrastructuur al voorhanden. Dat biedt mogelijkheden om cascadering van biomassa op te schalen en ketens te integreren, zodat de positie van Groningen als biobased regio verder kan worden versterkt. Met alle aanzuigende

werking van dien: op innovatieve bedrijven, kennisinstellingen en mensen die zich in de regio willen vestigen om nieuwe arbeidsplaatsen in te vullen.

Met het verder uitbouwen van een biobased Groningen ontstaat nieuwe werkgelegenheid, meer hoogwaardige groene industrie met tegelijkertijd een grote reductie van de CO₂-uitstoot. Passend bij de ambities uit het Klimaatakkoord. Dat biedt kansen voor de regio om, ook nadat het gas als brandstof wordt afgebouwd toch de rol van energieleverancier van Nederland te blijven vervullen. Sterker nog: deze rol uit te breiden naar een belangrijke functie in de levering van groene grondstoffen en halffabricaten. Voor Nederland en de rest van de wereld.

Royal HaskoningDHV ondersteunt de ontwikkeling van dit biobased Groningen dan ook van harte.

BRONNEN

1. Richtlijn 2009/28/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 april 2009 ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen
2. Centraal Bureau voor de statistiek (CBS), Statline, <http://statline.cbs.nl/Statweb/>
3. International Energy Agency (IEA), *Technology roadmap – Delivering sustainable bioenergy*, 2017
4. ECN, *Nationale Energieverkenning 2017*, Amsterdam / Petten, 2017
5. European Commission, Joint Research Centre (JRC), Institute for Energy and Transport, *Carbon accounting of forestry bioenergy – Conclusions and recommendation from a critical literature review*, 2014
6. Laganière et al., *Range and uncertainties in estimating delays in greenhouse gas mitigation potential of forest bioenergy sourced from Canadian forests*, GCB Bioenergy, 2017
7. Brinkmann Consultancy, *Biomassa als grondstof of als brandstof - praktijkvoorbeelden van ongewenste concurrentie om Nederlandse biomassa*stromen, in opdracht van Greenpeace Nederland, Stichting Natuur & Milieu en IUCN – National Committee of the Netherlands Wereld Natuur Fonds, Mei 2014
8. Ecofys, *Beschikbaarheid houtige biomassa voor energie in Nederland*, in opdracht van RVO, 13 maart 2017
9. Pöyry, *The risk of indirect wood use change*, juli 2014
10. PBL Planbureau voor de Leefomgeving, *Verkenning van klimaatdoelen: van lange termijn beelden naar korte termijn acties*, Den Haag, 2017
11. De Gemeyn, *Routekaart CCS – CO₂-afvang en -opslag, een ongemakkelijk maar onmisbaar onderdeel van de energietransitie*, maart 2018
12. Stichting Greenpeace Nederland, *CO₂ dumpen: daarom niet!*, juli 2010
13. Website Milieufederatie Zuid-Holland, <https://milieufederatie.nl/nieuws/natuur-en-milieuorganisaties-kritisch-over-co2-opslag-ccs/>
14. Motivaction, *Monitor Energie 1-meting – Kennis, houding en gedrag van het Nederlands publiek met betrekking tot de energietransitie*, in opdracht van Ministerie van Economische Zaken, 4 december 2017
15. Thuy Mai-Moulin et al., *Sourcing overseas biomass for EU ambitions: assessing net sustainable export potential from various sourcing countries*, Biofuels Bioproducts and Biorefining, maart 2018
16. Richtlijn 2009/28/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 april 2009 ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen
17. European Parliament legislative resolution of 13 November 2018 on the proposal for a directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast) (COM(2016)0767 – C8-0500/2016 – 2016/0382(COD))
18. RVO, *Verificatieprotocol duurzaamheid vaste biomassa voor energietoepassingen*,

- december 2017
19. DNV-GL, *Biomassapotentieel in Nederland*, in opdracht van Gasunie, april 2017
 20. Website Pellet.org, <https://www.pellet.org/wpac-news/global-pellet-market-outlook-in-2017>
 21. International Energy Agency (IEA), *Technology roadmap – Delivering sustainable bioenergy*, 2017
 22. Ministerie van Economische Zaken, *Biomassa 2030 – Een strategische visie voor de inzet van biomassa op weg naar 2030*, december 2015
 23. Website PBL Planbureau voor de Leefomgeving, *Biomassa – Grenzen en wensen*, <http://themasites.pbl.nl/biomassa/>, 2013
 24. Proskurina et al., *Global biomass trade for energy – Part 2: Production and trade streams of wood pellets, liquid biofuels, charcoal, industrial roundwood and emerging energy biomass*, BioFPR, 10.1002/bbb.1858; *Biofuels*, Bioprod. Bioref., 2018
 25. COP21, *Akkoord van Parijs*, december 2015
 26. VVD, CDA, D66, ChristenUnie, Groenlinks, PvdA, SP, *Klimaatwet*, 2017
 27. PBL Planbureau voor de Leefomgeving, *Analyse van het voorstel voor hoofdlijnen van het klimaatakkoord*, Den Haag, 28 september 2018
 28. RVO, *Setting up international biobased commodity trade chains*, mei 2014
 29. IRENA, *Global biomass supply and demand projections - A working paper for REmap 2030*, september 2014
 30. RVO, *Leidraad Chain of Custody – duurzaamheidseisen vaste biomassa voor energietoepassingen*, december 2017
 31. Roundtable on Sustainable Biomaterials (RSB) & Provenance, *Sustainability Standards and Blockchains - Results of a pilot conducted as part of the project “The Blockchain Revolution: Application to Sustainably Certified Supply Chains”*, maart 2018
 32. Ecofys / Berenschot, *Chemistry for Climate - Acting on the need for speed - Roadmap for the Dutch Chemical Industry towards 2050*, in opdracht van de VNCI, februari 2018
 33. Royal HaskoningDHV, *Praktijkvoorbeelden Biobased Inkopen*, in opdracht van RVO, juli 2018
 34. Website Borregaard, www.borregaard.com
 35. Website Sweetwoods, <https://sweetwoods.eu/>
 36. Website Europese Commissie, https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/shipping_en
 37. Website International Energy Agency (IEA), <https://www.iea.org/newsroom/news/2018/april/commentary-imo-agrees-to-first-long-term-plan-to-curb-shipping-emissions.html>
 38. Psaraftis and Kontovas, *CO₂ Emission Statistics for the World Commercial Fleet*, WMU Journal of Maritime Affairs, ISSN: 1651-436X print/1654-1642 online, 2009
 39. IEA & IRENA / OECD, *Perspectives for the energy transition – investment needs for a low-carbon energy system*, 2017
 40. PBL, *Negatieve emissies - Technisch potentieel, realistisch potentieel en kosten voor Nederland*, 7 februari 2018
 41. Website The Henry Ford, <https://www.thehenryford.org/collections-and-research/digital-resources/popular-topics/soy-bean-car/>
 42. RVO, *Monitoring bio based Economy 2017*, 22 februari 2018
 43. Website Chemport Europe, www.chemport.eu
 44. Industrietafel Noord-Nederland, *Noord-Nederland geeft gas op CO₂-reductie*, augustus 2018
 45. Website Bioenergy Europe (voorheen AEBIOM), <https://bioenergyeurope.org/>
 46. Posad Spatial Strategies, *Ruimtelijke verkenning Energie en Klimaat*, in opdracht van de ministeries van IenM, BZ en BZK, 21 februari 2018
 47. Website OPEC, <https://asb.opec.org/index.php/data-download>
 48. Website International Energy Agency (IEA), <https://webstore.iea.org/coal-information-2018-overview>

BRONNEN AFBEELDINGEN

pagina 1: stock.adobe.com

pagina 4: mn.wikipedia.org

pagina 9: stock.adobe.com,

pagina 16: pexels.com

pagina 19: sl.m.wikipedia.org

pagina 21: pexels.com

pagina 23: stock.adobe.com

pagina 26: stock.adobe.com

pagina 28: pexels.com

pagina 34: nl.wikipedia.org

WITBOEK BIOMASSA 2018

STAND VAN ZAKEN, PRIORITEITEN VOOR
DE TOEKOMST EN EEN BEELD VOOR
EEN BIOBASED GRONINGEN

