

Een CO₂-neutraal energiesysteem met en zonder biomassa



In opdracht van Urgenda

4 juni 2020

Dr. Ir. John Kerkhoven en Rob Terwel, MSc.

Inhoudsopgave

1. Management samenvatting	3
2. Voorwoord	4
3. Inleiding	5
4. Biomassa.....	7
4.1 Definitie biomassa	7
4.2. Doel van teelten van biomassa	7
4.3. Beperkingen aan de teelt van biomassa.....	8
4.4. Biomassa generaties	9
5. Het energiesysteem	11
5.1. Inleiding.....	11
5.2. Een CO ₂ -neutraal, betrouwbaar en betaalbaar energie-scenario in Nederland in 2050 zonder biomassa	13
5.3. Biomassa en het Klimaatakkoord voor 2030.....	19
6. Toetsing implicaties met meest recente biomassa rapporten in Nederland.....	23
7. Conclusies.....	25

1. Management samenvatting

De vraag of biomassa noodzakelijk is voor een klimaatneutraal energiesysteem wordt eigenlijk nooit gesteld in rapporten waarin het toekomstige energiesysteem voor Nederland wordt beschreven.

Daarentegen wordt wel vaak in deze rapporten beweerd dat biomassa een noodzaak is. Het meest recente rapport van PBL over biomassa¹ is daarvan een voorbeeld.

Indien we echter in klimaatneutrale energiescenario's voor 2050 met biomassa² alle biomassa vervangen door klimaatneutrale alternatieven, dan blijft het energiesysteem klimaatneutraal, betaalbaar en betrouwbaar.

Zelfs bij analyse van het klimaatakkoord 2030³ is het mogelijk om een 2030 energiesysteem klimaatneutraal, betaalbaar en betrouwbaar te maken zonder biomassa.

De conclusie is dat duurzame biomassa niet noodzakelijk is in een toekomstig klimaatneutraal, betaalbaar en betrouwbaar energiesysteem.

De conclusie betekent niet dat daarmee biomassa inzet ten behoeve van energie niet zou mogen, enkel dat het niet noodzakelijk is.

Deze conclusie geeft veel vrijheid voor de ontwikkeling van een duurzaamheidskader voor biomassa, omdat zelfs bij een zeer strenge definitie van duurzaamheid voor biomassa dit, zoals in dit rapport is berekend, geen zwaarwegende belemmeringen oplevert voor het behalen van de doelen van het Parijsakkoord en die van het klimaatakkoord⁴.

Bij zorgen over hoger landgebruik, lagere biodiversiteit, substantiële ketenemissies, hogere maatschappelijke kosten etc. en verdere gepercipieerde dilemma's rond het gebruik van biomassa kan de veilige route zijn om een energiesysteem te ontwikkelen met alleen duurzame biomassa ten behoeve van energie, waarvan zeker is dat deze aan de strengste duurzaamheidseisen voldoet.

¹ Beschikbaarheid en toepassingsmogelijkheden van duurzame biomassa, Verslag van een zoektocht naar gedeelde feiten en opvattingen, Bart Strengers en Hans Elzenga, PBL, 8 mei 2020

² Klimaatneutrale Energiescenario's 2050, Berenschot en Kalavasta, april 2020

³ Klimaatakkoord, Den Haag 28 juni 2019

⁴ Uiteraard moeten er dan wel een aantal afspraken in het klimaatakkoord worden aangepast. Resultaat van dit proces is dan een andere verhouding tussen de inzet van biomassa voor energie en de andere emissieloze energieopties.

2. Voorwoord

In praktisch alle rapporten over de energietransitie en de energiemix van Nederland in de periode 2020-2050 komt biomassa voor. In al die rapporten wordt de vraag waarom biomassa onderdeel is van de energiemix niet gesteld. Vaak wordt gesuggereerd dat een klimaatneutrale energiemix zonder biomassa niet mogelijk is, maar bewijs daarvoor wordt nooit geleverd.

In dit rapport stellen we niet de vraag of biomassa noodzakelijk is, maar draaien we het om en stellen de vraag of een energiesysteem in Nederland ook zonder biomassa betaalbaar, betrouwbaar en CO₂-neutraal kan zijn.

Dat we die vraag stellen, betekent niet dat biomassa als energiebron per definitie ongewenst is in een CO₂-neutraal energiesysteem. Er zijn vormen van biomassa, die zullen passen binnen het duurzaamheidskader dat de SER momenteel aan het ontwikkelen is. Tussen de eerder genoemde rapporten over de energietransitie voor Nederland is er namelijk wel consensus dat biomassa ingezet voor energietoepassingen duurzaam moet zijn.

Maar als je zou weten dat de noodzaak om biomassa in te zetten als energiebron er niet is, dan ontstaat er ook de mogelijkheid om dat duurzaamheidskader te ontwikkelen zonder de druk dat er voldoende soorten biomassa binnen dat kader moet passen om de Parijs 2050 doelen te halen. Want je hoeft dan niet te kiezen hoeveel klimaatneutraliteit of leveringszekerheid of biodiversiteit of betaalbaarheid of energieonafhankelijkheid je kunt bereiken door de inzet van biomassa. In dit rapport laten we zien dat CO₂ neutraliteit zowel met als zonder duurzame biomassa kunnen realiseren. Duurzame biomassa kan onderdeel zijn van de energiemix, maar het hoeft niet.

In dit rapport beredeneren en berekenen we dat zonder biomassa er in Nederland in 2050 een CO₂-neutraal, betrouwbaar en betaalbaar energiesysteem kan zijn, zonder dat dit scenario significante nadelen heeft t.o.v. een CO₂-neutraal energiesysteem met biomassa.

Die berekeningen maken we aan de hand van scenario's voor 2030 en 2050, die gemaakt zijn met het Energietransitiemodel. Het gaat hier om het Klimaatakkoord scenario voor 2030 en de Klimaatneutrale Energiescenario's voor 2050⁵.

Dit rapport gaat alleen over biomassa en het energiesysteem. Later dit jaar mikken we op een versie twee van dit rapport, waarin ook vragen over biomassa en het grondstoffsysteem en biomassa en het voedsel- en veevoedersysteem worden beantwoord.

⁵ Klimaatneutrale Energiescenario's 2050, Berenschot en Kalavasta, april 2020

3. Inleiding

In dit rapport zullen we biomassa definiëren als de opbrengst van alle teelten en de natuur ten behoeve van de mens. We maken daarbij onderscheid naar een viertal soorten opbrengst van die teelten en de natuur; primaire opbrengsten en primaire, secundaire & tertiaire reststromen. Ook maken we een onderscheid naar een viertal toepassingen voor de biomassa-opbrengsten; voedsel voor de mens, voedsel voor dieren, grondstoffen en energie. In het volgende hoofdstuk gaan we dieper in op deze definitie.

Deze brede definitie dwingt ons om de vragen, die we willen beantwoorden, in dit rapport integraal te benaderen en rekening te houden met de beperkingen die er zijn bij de teelt en beschikbaarheid van biomassa.

Vanuit deze integrale benadering stellen we een aantal vragen die momenteel spelen bij de discussie rond de inzet van biomassa en trachten in dit rapport deze vragen eenduidig te beantwoorden. We zullen daarbij waar mogelijk gebruik maken van de inzichten uit het recente PBL rapport 'Beschikbaarheid en toepassingsmogelijkheden van duurzame biomassa'⁶ en de bijbehorende achtergrond rapporten 'Biomassa in Perspectief'⁷ en 'Bio-Scope'⁸.

De verkennende vragen die we willen beantwoorden zijn:

1. **Is er een CO₂-neutraal, betrouwbaar en betaalbaar energiesysteem mogelijk in Nederland zonder biomassa?**
2. Is een klimaatneutrale, betrouwbare en betaalbare grondstoffenvoorziening, zonder biomassa mogelijk in Nederland voor de niet-voedsel gerelateerde sectoren zoals chemie en bouw?
3. Is een efficiëntere en duurzamere inzet van de Nederlandse gronden mogelijk ten behoeve van de voedselvoorziening van de mens?

De normatieve vragen die we in dit rapport willen beantwoorden zijn:

4. Afhankelijk van het antwoord op vraag 1, 2 en 3 in welke verhouding zouden we de inzet van gronden/water ten behoeve van de teelt van biomassa als voedsel voor mens en dier, grondstof en energie moeten gaan alloceren, rekening houdend met im- en export mogelijkheden?
5. Als we deze gewenste verdeling van Nederlandse teelten zouden kennen, welke voorwaarden moeten er dan zijn vanuit de kwaliteit van de grond (o.a.

⁶ Beschikbaarheid en toepassingsmogelijkheden van duurzame biomassa, Verslag van een zoektocht naar gedeelde feiten en opvattingen, Bart Strengers en Hans Elzenga, PBL, 8 mei 2020

⁷ Biomassa in Perspectief, Joint fact-finding biomassa –een zoektocht naar feiten in een verhitte discussie, De Gemeeynt en MSG Sustainable Strategies, 3 april 2020

⁸ Bio-Scope, Toepassingen en beschikbaarheid van duurzame biomassa, CE Delft en Royal HaskoningDHV, februari 2020

mineralenbalans, verontreinigingen) en het klimaat (inclusief de aanstaande veranderingen)?

6. Hoe moeten import/export verhoudingen, leveringsketens en consumptiepatronen veranderen om in tijden van crisis robuust de leveringszekerheid in stand te kunnen houden?

Daar waar vraag 1, 2 en 3 onafhankelijk van elkaar kunnen worden beantwoord, is de beantwoording van 4,5 en 6 slechts in onderlinge afhankelijkheid te bepalen. Beperkingen die als antwoord voortkomen uit vraag 5 kunnen een noodzaak geven tot aanpassingen in het antwoord op vraag 4 en 6 en vice versa.

In dit rapport zullen we alleen de eerste vraag beantwoorden, maar later in 2020 beginnen we ook aan het beantwoorden van de andere vragen. Het onderzoek daarvoor loopt maar is nog niet afgerond op het moment van publicatie van het antwoord op de eerste vraag.

Maar voor we op de rekensommen en redeneringen ingaan, gaan we dieper in op de vraag 'wat is biomassa?'.

4. Biomassa

4.1 Definitie biomassa

Biomassa is een begrip dat door mensen verschillend wordt geïnterpreteerd. Wij gebruiken hier als basis de definitie die wordt gegeven in het rapport Biomassa in Perspectief⁹, maar vervangen daarin de woorden “primaire stromen” door “zowel... opbrengsten uit teelten als natuur”:

‘Biomassa’ is een breed begrip, dat zowel opbrengen uit teelten als natuur omvat, gewonnen voor een bepaald doel zoals landbouwgewassen of materialen, als reststromen die bij de verwerking vrijkomen, alsook opbrengsten, die na een of meer malen gebruik geen economische waarde meer hebben.

Met deze definitie wordt dus alles wat direct (planten/schimmels) of indirect (dieren die planten eten of andere dieren) kan groeien op basis van datgene wat de grond, het water, de lucht en de zon leveren meegenomen. Het gaat dus over “de teeltopbrengsten” van *akkerbouw, tuinbouw, veeteelt, bosbouw, visserij en aquatische teelten*. Daarnaast lijkt het ons nuttig om ook de “oogsten/jacht opbrengsten” die we uit de natuur halen hierbij te betrekken.

Om het verschil te maken tussen dat waar de teelt in eerste instantie voor is bedoeld en de reststromen hanteren we de definitie die gegeven wordt in het rapport Bio-Scope¹⁰ met daarbij de uitbreiding dat we ook de reststromen van dierlijke teelten en aquatische teelten meenemen. Er kan dan een onderscheid worden gemaakt tussen productiestromen van het beoogd product van de teelt en de reststromen. Hierbij is een primaire reststroom datgene dat vrijkomt *op het land, in de kas, het bos, de stal of het water* bij de oogst van het beoogd product. Secundaire reststromen komen vrij bij de verwerking van het beoogd product en tertiaire reststromen komen beschikbaar aan het eind van de levensduur van een product.

Een voorbeeld: het gaat dus om bijvoorbeeld hout bij bosbouw (primaire product), eventuele “afvalresten” zoals takken die achterblijven bij het rooien van een boom (primaire reststromen), zaagsel dat vrijkomt bij de verwerking van een boom tot plank (secundaire reststromen) en uiteindelijk een deels verrotte houten plank uit een gesloopt huis die naar het afval gaat (tertiaire reststromen).

4.2. Doel van teelten van biomassa

Het belangrijkste doel van de productie van biomassa is om een schaars en dus economisch waardevol product te krijgen dat ingezet kan worden in onze maatschappij. Daarbij hanteren we vier toepassingsgebieden:

⁹ Biomassa in Perspectief, Joint fact-finding biomassa –een zoektocht naar feiten in een verhitte discussie, De Gemeynst en MSG Sustainable Strategies, 3 april 2020

¹⁰ Bio-Scope, Toepassingen en beschikbaarheid van duurzame biomassa, CE Delft en Royal HaskoningDHV, februari 2020

- Teelten/natuuroogsten en jacht voor menselijke consumptie, dit kunnen zowel gewassen zijn als dieren
- Teelten/natuuroogsten en jacht voor dierlijke consumptie, ook dit kunnen zowel planten als andere dieren zijn
- Teelten voor grondstoffen voor niet-voedsel gerelateerde sectoren, zoals bijvoorbeeld de chemie of de bouw
- Teelten voor energie

De opbrengsten van de primaire teelten worden gecomplementeerd met de opbrengsten van de reststromen. Bij schaarste zouden teelten van voedsel voor menselijke consumptie een hogere prijs moeten opleveren. Maar in Nederland is momenteel geen schaarste aan voedsel voor de mens en derhalve kunnen (soms gestuurd door subsidies en belastingen) ook teelten voor grondstoffen en energie hogere opbrengsten hebben. Of is het soms nog voordeliger om geen teelt te hebben maar de akkers aan te wenden voor andere toepassingen, bijvoorbeeld voor de installatie van zonnepanelen op land.

4.3. Beperkingen aan de teelt van biomassa

Er zijn een drietal categorieën fysieke beperkingen aan de teelt van biomassa:

1. Het beschikbare landbouw areaal en water areaal

Nederland gebruikt voor de teelt voor Nederlandse voedselconsumptie en voor de teelt van planten en dieren momenteel een landbouwareaal dat 1,5 respectievelijk 2,5 maal het in Nederland beschikbare landbouwareaal is¹¹. M.a.w. we zijn als land voor een groot deel afhankelijk van de beschikbaarheid van landbouwgronden buiten Nederland bij de huidige voedsel en veevoeder consumptie en bij de huidige plant en dier productie. Onverlet of we een grote exporteur van landbouwproducten zijn, onze bevolking heeft momenteel 1,5 maal de eigen landbouwgronden nodig om in zijn voedsel te voorzien!

2. De kwaliteit van de grond (fysisch, chemisch en biologisch, zowel voedingsstoffen nodig voor de teelt (mineralenbalans) als biodiversiteit als verontreinigingen (e.g. residu van gewasbeschermingsmiddelen))

De mineralenbalans van de Nederlandse gronden is verstoord (denk o.a. aan de stikstof discussie en de mestproblematiek) en boeren geven hun gronden vaak slechter door aan hun kinderen dan dat zij de gronden hebben geërfd van hun ouders¹². De biodiversiteit is minder dan 20% van wat hij rond 1850 was (Mean Species Abundance of MSA methode¹³). De kwaliteit van de grond, de bijbehorende biodiversiteit en hoe deze zich ontwikkelen zijn van invloed op de teeltopbrengsten.

¹¹ Kalavasta analyse op basis van Landbouw, Voedsel en Natuur Transitie Model fase 1 ontwikkeld voor een consortium van industrie, landbouw, NGO en wetenschappelijke partijen, januari 2020

¹² Opmerking die Hans Huijbers, voormalig voorzitter ZLTO, in 2019 regelmatig plaatste als hij het had over noodzaak voor een duurzame landbouw

¹³ Rob Alkemade, Mark van Oorschot, Lera Miles, Christian Nellesmann, Michel Bakkenes & Ben ten Brink (2009): GLOBIO3: A Framework to Investigate Options for Reducing Global Terrestrial Biodiversity Loss; toegepast in eerder genoemd Landbouw, Voedsel en Natuur Transitie Model V1.0

3. Het klimaat en de daarin aanstaande veranderingen, zoals temperatuur, neerslag, zon en wind

Het is duidelijk dat het Nederlandse weer verandert. Te droog en te nat in combinatie met te warm is de laatste jaren eerder normaal dan een uitzondering geworden. Het KNMI verwacht dat sommige van deze veranderingen structureel zullen zijn en verder zullen toenemen¹⁴. Dit bepaalt enerzijds welke gewassen er in Nederland geteeld kunnen worden en anderzijds de behoeften van de gewassen die in Nederland geteeld worden (e.g. hogere waterbehoefte door hogere gewasverdamping bij hogere temperaturen en beperkingen in de opbrengst bij lange periodes met droogte en schade bij extreme neerslag).

4.4. Biomassa generaties

In de pers en de literatuur over biomassa komt regelmatig de term 1e, 2e, 3e of 4e generatie biomassa voor, vaak gerelateerd aan de productie van biobrandstoffen¹⁵.

Eerste generatie

Het produceren van biobrandstoffen door gebruik van teelten die ook bruikbaar zijn als voedsel of veevoer op gronden waar ook ander voedsel/veevoer verbouwt kan worden noemen we eerste generatie biomassa. Bij deze teelten worden bijvoorbeeld granen of mais gebruikt om bio-ethanol te maken of koolzaad om bio-diesel te maken.

Tweede generatie

Biobrandstoffen die gebruik maken van niet-voedsel teelten noemen we tweede generatie biomassa. Het gaat dan o.a. om hout, organisch afval, gewasresten of specifieke tussenteelten.

Derde generatie

Bij derde generatie biomassa worden teelten gebruikt die niet meer gebruik maken van gronden waarop ook voedsel, veevoer of hout kunnen groeien. Het gaat dan vaak over de teelt van algen of wieren. Deze teelten leggen geen beslag meer de landbouwgronden en het daar aanwezige zoete water.

Vierde generatie

Bij de vierde generatie biomassa wordt de CO₂ die vrijkomt tijdens alle stappen van het productieproces in energiedragers zoals bio-brandstoffen afgevangen en opgeslagen. De vierde generatie is dus eigenlijk een combinatie van 2e en 3e generatie bio-brandstoffen in combinatie met CCS.

Deze indeling op zich is niet voldoende om als duurzaamheidskader te functioneren. Probleem daarbij is dat 1e en 2e generatie biomassa nu niet meer

¹⁴ <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/vaker-droogte-in-het-binnenland> onderzoek van KNMI en Universiteit van Utrecht, Mei 2020

¹⁵ Generations of biofuels, <http://energyfromwasteandwood.weebly.com/generations-of-biofuels.html>

breed gezien worden als duurzaam. En 3e en 4e generatie oplossingen nog niet massaal kunnen worden uitgerold vanwege kosten of innovaties die nog nodig zijn of door afwezigheid van infrastructuur (CCS).

De relatie tussen de generaties biomassa en de eerder gegeven classificatie in primair product en primaire, secundaire en tertiaire reststromen geven we weer in tabel 1. Een vinkje geeft hierbij aan dat een bepaalde categorie biomassa onderdeel is/kan zijn van een bepaalde generatie biomassa. Een kruisje geeft aan dat een bepaalde categorie biomassa geen onderdeel is van een bepaalde generatie biomassa.

<i>Generatie/categorie</i>	<i>Primair product</i>	<i>Primaire reststroom</i>	<i>Secundaire reststroom</i>	<i>Tertiaire reststroom</i>
<i>Eerste</i>	✓ (land)	X	X	X
<i>Tweede</i>	✓	✓	✓	✓
<i>Derde</i>	✓ (water)	X	X	X
<i>Vierde</i>	✓	✓	✓	✓

Tabel 1: Relatie tussen generaties en categorieën biomassa

Biomassa zoals gedefinieerd in dit hoofdstuk speelt een rol in een aantal systemen, die we gewend zijn om onafhankelijk van elkaar te beschouwen. Het gaat dan om het voedselsysteem voor de mens, het diervoedersysteem, het grondstoffsysteem en het energiesysteem. In de praktijk zijn die systemen natuurlijk met elkaar verbonden. In dit rapport beschouwen we alleen biomassa in relatie tot het energiesysteem. Later dit jaar zullen we ook ingaan op de relatie tussen biomassa en de andere systemen.

5. Het energiesysteem

5.1. Inleiding

Het energiesysteem is relatief eenvoudig te begrijpen t.o.v. het voedselproductiesysteem en het grondstoffensysteem. De laatste twee systemen zijn beiden aanzienlijk complexer zijn door het veelvoud aan mogelijkheden t.o.v. het energiesysteem en de complexere circulaire interacties. Het energiesysteem daarentegen is een relatief lineair systeem en derhalve gemakkelijker te begrijpen.

Eerst enige basisbegrippen. Je gebruikt een energiebron om een energiedrager te creëren. Bijvoorbeeld aardolie, een energiebron, kun je omzetten in benzine, een energiedrager. Of elektriciteit uit off-shore wind (energiebron) kun je omzetten in waterstof of zonder omzetting direct gebruiken als elektriciteit. Zowel waterstof als elektriciteit zijn dan energiedragers. Door de energiedrager vervolgens te gebruiken, bijvoorbeeld de benzine te verbranden in een auto, die rijdt of een lamp aan te schakelen, die elektriciteit verbruikt, raak je de energie 'kwijt' aan de omgeving.

In het energiesysteem gebruiken we converters (bijvoorbeeld een raffinaderij voor benzine of een elektrolyser voor waterstof) om een energiebron om te zetten in een energiedrager. Soms is de energiebron tevens de energiedrager, zoals in het voorbeeld van elektriciteit uit off-shore wind.

Bij iedere conversie stap verlies je energie aan de omgeving. Dus als je elektriciteit als elektriciteit kunt gebruiken dan heb je minder verliezen, dan als je aardgas verbrandt in een gascentrale om elektriciteit te maken. Bij de omzetting van gas naar stoom naar elektriciteit kun je ongeveer 50% van die energie omzetten in elektriciteit. Hetzelfde geldt voor elektriciteit die je omzet in een elektrolyser in waterstof. Dan is de energie in de waterstof maar ongeveer 70% van de energie die in de elektriciteit aanwezig was. De rest in beide voorbeelden is energie in de vorm van warmte die je soms wel maar soms ook niet kunt benutten.

Aan de ene kant van het energiesysteem heb je dus de energiebronnen. We noemen dit de primaire energie. Daarna krijg je een aantal converters, die met energieverlies aan de omgeving, de energiebron omzetten in een energiedrager. Die energiedrager wordt vervolgens verbruikt in een apparaat zodat wij als mens die energie nuttig kunnen gebruiken. We noemen dat laatste de finale energie. Dit onderscheid tussen primair en finaal is belangrijk. Primair is de "ruwe en onbewerkte" energiebron zonder verliezen in de converters. Finaal is de "bewerkte" energiebron minus alle verliezen in de converters.

Het energiesysteem is praktisch geheel een lineair systeem met relatief weinig circulariteit en daardoor goed te modelleren in de vorm van een netwerk of graaf. Het Energietransitiemodel, waar we verder in dit rapport gebruik van zullen maken om te onderzoeken of energiesystemen zonder biomassa CO₂-neutraal, betaalbaar en betrouwbaar zijn, heeft een dergelijke structuur.

Energie komt in onze maatschappij voor meer dan 99% uit een beperkt aantal bronnen:

- Bronnen die lang geleden zijn geproduceerd door planten (ofwel fossiele brandstoffen, zoals aardolie, aardgas en steenkool)
- Bronnen die geproduceerd worden uit planten die recent zijn geoogst (biomassa)
- Bronnen die weersafhankelijk zijn zoals zon- en wind
- Bronnen die gebaseerd zijn op kernreacties
- Bronnen die gebaseerd zijn op omgevingswarmte zoals geothermie en de warmte in de lucht of de grond

Het aantal opties is dus redelijk goed te overzien.

De fossiele en biomassa bronnen worden uiteindelijk meestal verbrand en leveren naast energie in de vorm van warmte (en indirect elektriciteit) ook CO₂ emissies. De weersafhankelijke bronnen en bronnen die omgevingswarmte gebruiken leveren ook warmte en/of elektriciteit. Maar er vinden geen directe emissies plaats bij de productie van elektriciteit en het gebruik van de elektriciteit.

Het bijzondere aan het energiesysteem is dat energiebronnen veelal uitwisselbaar zijn, maar ook allemaal hun eigen voor- en nadelen hebben.

Er is momenteel nog geen ideaal energiesysteem waarbij een energiebron alleen maar voordelen heeft. Je kunt bijvoorbeeld een auto laten rijden op benzine of diesel, maar het kan ook met elektriciteit. Indien die elektriciteit gemaakt wordt met zonnepanelen dat zijn er geen emissies, maar de zonnepanelen nemen wel ruimte in en zijn vaak zichtbaar op daken of in het landschap. Benzine is daarentegen veel minder zichtbaar in het landschap maar veroorzaakt wel emissies. Wat betreft de kosten van het finaal energiegebruik is het iets ingewikkelder. Benzine is weliswaar relatief goedkoop momenteel, maar doordat de meeste energie verloren gaat in een auto met verbrandingsmotor en versnellingsbak is uiteindelijk de relatief dure zonnestroom in combinatie met een elektrische motor in het finaal gebruik efficiënter en goedkoper. Maar er zijn ook voorbeelden te bedenken waar fossiele brandstoffen vooralsnog goedkoper zijn dan brandstoffen gemaakt met hernieuwbare elektriciteit. Blauwe waterstof uit aardgas met afgevangen CO₂ is nog goedkoper dan elektriciteit uit off-shore wind die via een elektrolyser wordt omgezet in groene waterstof. Maar over tijd is de verwachting dat groene waterstof goedkoper zal worden dan blauwe waterstof.

Kortom energiebronnen met alleen maar voordelen zijn er niet en dat wat nu het meest gunstig lijkt hoeft dat niet meer te zijn over een aantal jaren. En dus zijn er van alle vormen van energie zowel (felle) voorstanders als tegenstanders. De grote instituten, die de mens heeft gecreëerd, zoals overheden, zijn het er wel steeds meer over eens dat broeikasgasemissies ongewenst zijn en dat energiebronnen, die emissie veroorzaken moeten worden uitgefaseerd. Maar omdat we tegelijkertijd ook moeite hebben om de nadelen van de nieuwe energiebronnen te accepteren is de energietransitie een geleidelijk proces.

Dus als je energiebronnen kunt uitwisselen dan lijkt het logisch om verbranding van bronnen die CO₂ uitstoten te vermijden en bronnen die geen CO₂ uitstoten als alternatief te kiezen.

Daarbij lijkt het ook logisch om de bronnen te kiezen die in het energiesysteem van de toekomst de laagste kosten hebben. In het rapport 'Systeemeffecten van nucleaire centrales in klimaatneutrale energiescenario's 2050'¹⁶ hebben we laten zien dat in de meeste situaties zon- en wind inclusief backup centrales en waterstof of groen gas opslag goedkoper zijn dan nucleaire centrales van de derde generatie. Dit zijn de grote nieuwe kerncentrales die momenteel in aanbouw zijn Frankrijk, Engeland en Finland. Vandaar dat we nucleaire energie niet verder zullen meenemen in de uitwerking van de scenario's zonder biomassa.

De backup centrales, voor momenten als zon- en wind niet beschikbaar zijn kunnen in een klimaatneutraal scenario zowel gestookt worden met biomassa (groen gas, hout etc.) als waterstof. De waterstof gestookte centrales moeten gevoed worden met waterstof die is gemaakt uit water en elektriciteit zonder dat er bij de productie van die elektriciteit emissies vrijkomen of fossiele bronnen waarbij de vrijkomende CO₂ wordt afgevangen en opgeslagen of hergebruikt.

Nu we de basisbegrippen hebben beschreven komen we bij de vraag *"Is een CO₂-neutraal, betrouwbaar en betaalbaar energiesysteem mogelijk in Nederland?"*.

5.2. Een CO₂-neutraal, betrouwbaar en betaalbaar energie-scenario in Nederland in 2050 zonder biomassa

In april 2020 stuurde Minister Wiebes een rapport getiteld Klimaatneutrale Energiescenario's 2050¹⁷ naar de Tweede Kamer. In dat rapport worden vier scenario's uitgewerkt voor een CO₂-neutraal energiesysteem in 2050. Ieder scenario gaat uit van een verschillende inzet van biomassa. In het vervolg van dit hoofdstuk zullen we eerst kort de scenario's op hoofdlijnen duiden, dan de inzet van biomassa bekijken en vervolgens voor zowel het scenario met de minste als meeste inzet van biomassa laten zien hoe die biomassa vervangen kan worden door alternatieve duurzame energiebronnen en hoe dit o.a. de nationale jaarlijkse kosten, de betrouwbaarheid en importafhankelijkheid beïnvloedt.

Er is in deze scenario studie, die werd uitgevoerd in opdracht van de Netbeheerders, gekozen voor een indeling waar de primaire sturing van de energietransitie mede-bepalend is voor de uitkomst van de scenario's in 2050. De scenario's moeten worden gezien als hoekpunten van een speelveld (zie figuur 1). De te ontwikkelen energie infrastructuur voor elektriciteit, waterstof, aardgas, groen gas, warmte en CO₂ kunnen worden onderzocht vanuit deze hoekpunten.

¹⁶ Systeemeffecten van nucleaire centrales in klimaatneutrale energiescenario's 2050, Berenschot en Kalavasta, april 2020

¹⁷ Klimaatneutrale Energiescenario's 2050, Berenschot en Kalavasta, april 2020

De daadwerkelijke investeringen zullen waarschijnlijk combinaties van elementen uit de verschillende hoekpunten worden.

Algemene uitgangspunten per scenario

Regionale sturing - Nederland haalt CO2-doelen door regionale ontwikkeling 100% CO2-reductie - Zelfvoorzienend en circulair - Geen importen - Krimp van energie-intensieve industrie - Regionale projecten - Burgers zeer gedreven - Circulariteit speerpunt voor goederen en voedselproductie 	Europese CO2-sturing - Europa haalt CO2-doelen en is daarin koploper in de wereld 100% CO2-reductie - Algemene CO2-heffing, importheffingen & compensatie aan de grenzen van Europa - Energie-intensieve industrie groeit - Wereldwijde waterstof- en biomassamarkt - CCS krijgt veel ruimte 
Nationale sturing - Nederland haalt CO2-doelen nationaal als koploper in Europa 100% CO2-reductie - Zeer hoge mate zelfvoorziening - Minimale importen - Energie-intensieve industrie blijft gelijk aan de huidige omvang - Grote nationale projecten - Circulariteit belangrijk voor goederen en voedselproductie 	Internationale sturing - Gehele wereld streeft naar CO2-doelen, fossiel wordt sterk beperkt 100% CO2-reductie - Vrije handel wordt gestimuleerd - Handelinfrastructuren worden bevorderd - Energie-intensieve industrie groeit - Wereldwijde waterstof- en biomassamarkt - CCS krijgt ruimte 

Figuur 1: Uitgangspunten per scenario op hoofdlijnen

Met betrekking tot biomassa zegt deze scenario studie dat twee scenario's (Regionaal en Nationaal) uitgaan van een beschikbaar potentieel aan biomassa van ongeveer 250 PJ (zie tabel 2). Deze biomassa is dan allemaal betrokken uit Nederland. De andere twee scenario's (Europees en Internationaal) gaan uit van een biomassa potentieel van ongeveer 600 PJ. Hierbij wordt ook een aanzienlijk deel van de biomassa geïmporteerd vanuit het buitenland. Deze waarden zijn gebaseerd op verschillende studies (zie tabel 3).

	Huidig verbruik per jaar (PJ)	Potentieel beschikbaar 2050 (PJ)
Biomassa binnenland	121	230
Zeewier (Noordzee)	0	18
Totaal	121	248

Tabel 2: Biomassa potentie van Nederlandse bodem

Studie	Jaar	Mondiale beschikbaarheid (EJ)	Deel NL o.b.v. inwoners (PJ)	Deel NL o.b.v. BNP (PJ)
EEA, 2006	2030	12 (Europa)	283	555
Koppejan, et al., 2009	2020	NL productie: 0,091	91	91
Domburg, et al., 2008	2050	100-150	230-345	1130-1694
IPCC, 2011	2050	100	230	1130
IRENA, 2014	2030	37-66	85-152	418-746
Biomass Futures, 2012	2030	9,3 (Europa)	219	430

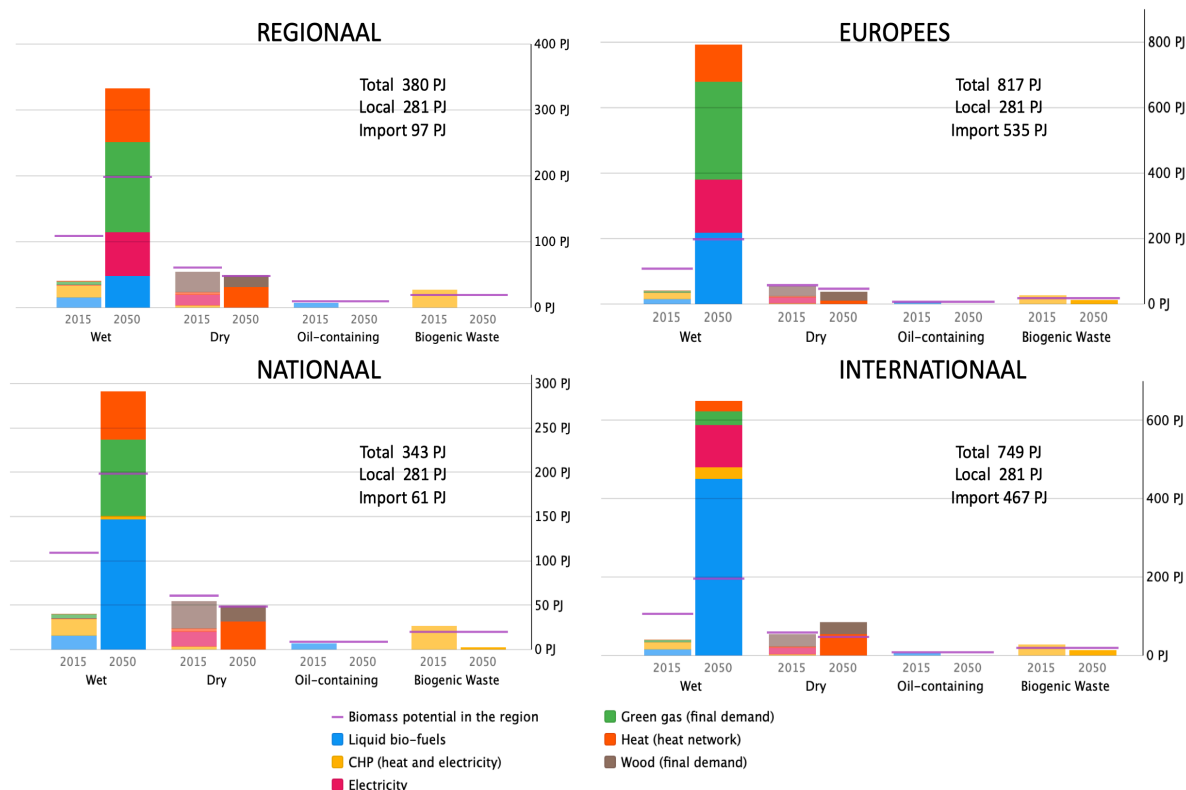
Tabel 3: Biomassa potentie op basis van fair share principe¹

Er dient hier te worden opgemerkt dat de efficiency waarmee gerekend is in het rapport Klimaatneutrale Energiescenario's 2050 voor de omzetting van primaire biomassa naar bijvoorbeeld bio-fuels of groen gas aanzienlijk hoger ligt dan de efficiëntie die gebruikt wordt in de huidige versie van het Energietransitiemodel (ETM). Vandaar dat de totale primaire energie hieronder zoals berekend in het ETM hoger uitkomen dan de 212-585 PJ uit het rapport (zie figuur 2). Je hebt namelijk meer primaire biomassa energie nodig om dezelfde hoeveelheid finale energie te kunnen produceren of anders gezegd de finale vraag te kunnen invullen in het ETM. Wij houden hier voor consistentie redenen met de rest van de berekeningen de hogere ETM getallen aan.

Ook dient te worden opgemerkt dat in de scenario's we conform internationale afspraken biomassa meenemen als CO₂ neutraal. Indien we bijvoorbeeld aannemen dat hout toch een percentage emissies veroorzaakt doordat bossen niet onmiddellijk weer de CO₂ kunnen opnemen die als koolstof in het (verbrande) hout aanwezig was of dat bij de bewerking en het vervoer van hout emissies ontstaan, zijn er dus in de periode tot 2050 extra emissies. Dan veranderen dus ook de uitkomsten voor de scenario's met biomassa inzet. Indien we op basis van de koolstofinhoud van houtige biomassa emissies rekenen, nemen de emissies in de scenario's toe met ongeveer 5 Mton CO₂. Voor vloeibare en gasvormige biomassa nemen we aan dat dit geproduceerd is middels seizoensteelten, waardoor de cyclus van opname en uitstoot van CO₂ typisch 1 jaar is en dit effect niet mee zal spelen.

Wat onmiddellijk opvalt in de scenario's is dat de hoeveelheid biomassa die in Nederland wordt geteeld c.q. vrijkomt als reststroom overal 281 PJ is. En dat verder het regionale en nationale scenario een bescheiden import van biomassa kennen en het Europees en internationale scenario een grotere biomassa import. Ook valt op dat het merendeel van de biomassa moet gaan komen van teelten van natte biomassa zoals mest of teelten van algen, planten of zeewier in water, die voor een belangrijk deel met superkritische watervergassing¹⁸ wordt omgezet naar groen gas.

¹⁸ Superkritische watervergassing is een technologie, die in ontwikkeling is, maar nog niet is bewezen op schaal.



Figuur 2: Primaire biomassa-bronnen inzet per scenario in 2015 en 2050 in het ETM. De paarse streepjes geven het geschatte potentieel aan NL biomassa, indien een staaf boven dit streepje uitkomt is er sprake van biomassa import in het scenario.

Qua toepassing van die groene energie zien we in de scenario's het volgende beeld (zie tabel 4).

Sector	Regionaal	Nationaal	Europees	Internationaal
Gebouwen	44	45	99	0
Transport	21	58	142	174
Industrie	17	7	37	37
Landbouw	36	15	10	10
Elektriciteit	19	2	63	45
Warmtenetten	75	61	51	72
Export	0	1	1	1
Verliezen	167	156	415	411
Totaal	379	344	817	750

Tabel 4: Finale vraag naar biomassa in de vier scenario's per sector voor 2050, waarbij de omzetting van biomassa naar biobrandstoffen een efficiency van 40% heeft en de omzetting van biomassa naar groen gas een efficiency van 60% (scenario rapport gaat uit van een hogere efficiency van 77.5% mijn omzetting naar groen gas).

Als we kijken per sector welke finale vraag of toepassing er is voor de biomassa dan ontstaat het volgende beeld (zie tabel 5).

Sector	Toepassing per sector	biomassa	Soort biomassa
Gebouwen	Ruimteverwarming warm water	en	Netwerk groen gas
Transport	Auto's en vrachtwagens		Bio brandstoffen en groene LNG
Industrie	Energie t.b.v. verwarming		Netwerk groen gas
Landbouw	Energie t.b.v. verwarming		Netwerk groen gas
Elektriciteit	Regelbare elektriciteitscentrales		Vaste biomassa of netwerk groen gas
Warmtenetten	Verwarmingsketels		Vaste biomassa of netwerk groen gas

Tabel 5: Toepassing en soort biomassa per sector

Er is theoretisch geen reden waarom het verbranden van biomassa (vast of gasvorming) ten behoeve van de creatie van warmte (hoge of lage temperatuur) en verwarming van water tot stoom om vervolgens elektriciteit te kunnen produceren, niet zouden kunnen worden vervangen door andere energiedragers zoals hernieuwbare elektriciteit en waterstof.

Waterstof gestookte ketels kunnen in gebouwen, industrie, landbouw en elektriciteitscentrales worden ingezet. Waterstof kan ook goed worden opgeslagen in o.a. zoutcavernes. Maar ook kan in gebouwen, landbouw en industrie er gekozen worden voor verwarming met omgevingswarmte in combinatie met elektriciteit bijvoorbeeld via warmtepompen en geothermie. En auto's en vrachtwagens kunnen in de toekomst op elektriciteit rijden uit batterijen of op elektriciteit die gemaakt wordt in een brandstofcel met waterstof.

Kortom het is relatief eenvoudig om de scenario's, die gemaakt zijn volledig biomassa vrij te maken. Biomassa of groen gasgestookte ketels worden volledig vervangen door waterstof gestookte ketels of elektriciteit in combinatie met omgevingswarmte en in het transport worden meer elektrische voertuigen ingezet.

Hieronder zien we het dashboard in het Energietransitiemodel voor het Europese scenario **met biomassa** zoals gerapporteerd in de studie voor de Netbeheerders "Klimaatneutrale Energiescenario's 2050" en daaronder het dashboard voor een variant van dat Europese scenario **zonder biomassa**, waarin de biomassa is vervangen door waterstof voor verwarming of elektriciteitscentrales en elektriciteit voor vervoer. Het Europese scenario heeft de meeste biomassa inzet van alle scenario's (840 PJ) en kent ook de hoogste import van biomassa (70,4%).

Originele Europese scenario met biomassa (figuur 3):

CO ₂ relative to 1990 -96.0%	Energy use -0.3%	Costs (bln/yr) €55.6	Renewables 68.0%	Energy imports 67.4%	Blackouts 0 h/yr	Biomass import 70.4%
--	---------------------	-------------------------	---------------------	-------------------------	---------------------	-------------------------

Figuur 3: Dashboard Energietransitiemodel voor Europese scenario met biomassa. Zie <https://pro.energytransitionmodel.com/scenarios/606418> voor details

Variant Europees scenario zonder biomassa maar extra waterstof en elektriciteit, rest van het scenario is gelijk (figuur 4):

CO ₂ relative to 1990 -96.5%	Energy use -14.9%	Costs (bln/yr) €55.6	Renewables 48.1%	Energy imports 71.5%	Blackouts 0 h/yr	Biomass import 0.0%
--	----------------------	-------------------------	---------------------	-------------------------	---------------------	------------------------

Figuur 4: Dashboard Energietransitiemodel voor regionale scenario zonder biomassa. Zie https://pro.energytransitionmodel.com/saved_scenarios/9285 voor details

Wat deze vergelijking laat zien is dat er minder emissies zijn (0.5%), dat het primair energiegebruik 14.6% lager is, dat de nationale jaarlijkse kosten gelijk zijn, dat de energie import met 4.1% is gestegen en tegelijk de biomassa import is gedaald van 70.4% naar 0%.

Er zijn dus enkele veranderingen in de uitkomsten, maar op hoofdlijnen is zeker te stellen dat dit systeem ook duurzaam (in termen van emissiereductie), betaalbaar (even duur) en betrouwbaar (geen blackout uren) is.

We zullen deze exercitie niet voor alle scenario's uitvoeren want het principe dat je de ene energiedrager kan vervangen door een andere is algemeen geldend. We zullen echter deze exercitie ook nog doen voor het regionale scenario, omdat dit het minste biomassa gebruik kent (340 PJ in het regionale scenario t.o.v. 840 PJ in het Europese scenario).

Originele regionale scenario met biomassa (figuur 5):

CO ₂ relative to 1990 -99.9%	Energy use -42.1%	Costs (bln/yr) €46	Renewables 96.0%	Energy imports 27.7%	Blackouts 0 h/yr	Biomass import 34.8%
--	----------------------	-----------------------	---------------------	-------------------------	---------------------	-------------------------

Figuur 5: Dashboard Energietransitiemodel voor regionale scenario met biomassa. Zie <https://pro.energytransitionmodel.com/scenarios/606411> voor details

Variant regionaal scenario zonder biomassa, maar extra waterstof en elektriciteit, rest is van het scenario is gelijk (figuur 6):

CO ₂ relative to 1990 -98.6%	Energy use -46.5%	Costs (bln/yr) €47.4	Renewables 85.5%	Energy imports 35.2%	Blackouts 0 h/yr	Biomass import 0.0%
--	----------------------	-------------------------	---------------------	-------------------------	---------------------	------------------------

Figuur 6: Dashboard Energietransitiemodel voor regionale scenario zonder biomassa. Zie https://pro.energytransitionmodel.com/saved_scenarios/9280 voor details

Uit de vergelijking van het originele scenario met biomassa en de variant zonder biomassa blijkt dat de variant zonder biomassa 1.3% meer directe CO₂ emissies heeft, iets duurder is (€ 1.4 miljard per jaar) iets hogere energie importen kent,

maar geen biomassa import meer heeft. Deze variant zonder biomassa komt iets ongunstiger uit dan de variant met biomassa maar de verschillen zijn niet erg groot gegeven de onzekerheden voor een scenario dat over 30 jaar speelt. Hier kunnen we dus ook stellen dit energiesysteem nog steeds duurzaam, betaalbaar en betrouwbaar is.

Conclusies voor 2050

In energiescenario's voor 2050, die opgesteld zijn voor de Netbeheerders, gereviewd zijn door PBL en door de Minister van Economische Zaken en Klimaat in april 2020 naar de Tweede Kamer zijn gestuurd, is het bijzonder eenvoudig om de biomassa voor energetische toepassing te vervangen door waterstof en elektriciteit met behoud van betaalbaarheid. De betrouwbaarheid voor de elektriciteitsvoorziening is goed en CO₂ neutraliteit is groter dan 95%.

5.3. Biomassa en het Klimaatakkoord voor 2030

We hebben aangetoond dat een CO₂-neutraal, betrouwbaar en betaalbaar energiesysteem in 2050 mogelijk is, zowel met als zonder biomassa. Stel dat we zouden kiezen voor een CO₂-neutraal energiesysteem zonder biomassa in 2050. Betekent dit dan ook dat het al zonder biomassa kan twintig jaar eerder in 2030? Of hebben we biomassa tijdelijk als energiebron nodig om voldoende snel onze emissies omlaag te brengen in de periode 2020-2030?

Een zelfde soort vraag werd in het Klimaatakkoord gesteld toen het ging over investeren in blauwe waterstof (gemaakt uit aardgas met CO₂ afvang en opslag (CCS)) versus groene waterstof (gemaakt middels elektrolyse met hernieuwbare elektriciteit van bijv. offshore wind). Wat toen tegen groene waterstof pleitte is dat we tijd nodig om voldoende hernieuwbare elektriciteit en daarvan afgeleide groene moleculen te gaan produceren en/of importeren alsook om voldoende capaciteit aan elektrolyzers neer te zetten en opslag te realiseren voor de geproduceerde waterstof. Voor zowel groene als blauwe waterstof is het daarnaast nodig een waterstof infrastructuur aan te leggen. Wat tegen blauwe waterstof pleitte was dat je naast een waterstofinfrastructuur ook tijd nodig hebt om een CO₂ infrastructuur aan te leggen, dat de kosten erg afhankelijk van de aardgasprijs zijn en dat investering in blauwe waterstof wellicht de investeringsruimte beperken voor de 'duurzamere' groene waterstof..

Wat op de korte termijn verder in het voordeel van blauwe waterstof speelt is dat de kosten van blauwe waterstof in 2020 lager zijn dan die van groene waterstof. Er is daarom ook tijd nodig om de kosten van windmolens, zon-pv en elektrolyzers door innovatie verder omlaag te brengen. Het lijkt aannemelijk dat ergens tussen 2030 en 2035 de kostprijs van groene waterstof onder die van blauwe waterstof zou kunnen komen te liggen¹⁹. Vandaar dat het maken van waterstof uit fossiele energiebronnen met CO₂ afvang en opslag nu door veel mensen als een tijdelijke

¹⁹ Kalavasta inschatting op basis van rekenmodellen die voor de Joint Fact Finding sessies blauwe versus groene waterstof zijn gemaakt in 2018

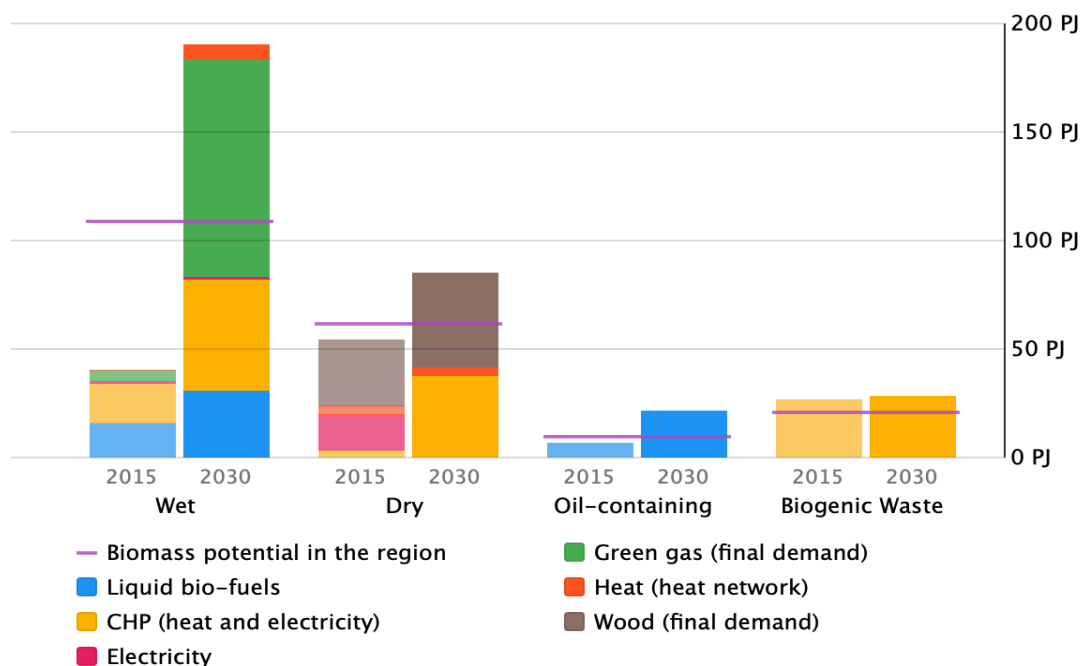
of transitieoplossing wordt gezien. Dit tijdelijke of transitie element heeft anderzijds ook te maken met feit dat zowel de voorraad aardgas als de CO₂ opslag mogelijkheden beperkt zijn.

De vraag is dus hebben we biomassa nodig als transitieoplossing om de doelen uit het klimaatakkoord te halen, nu we weten dat we biomassa als energiebron een optie is, maar niet noodzakelijk voor de eindoplossing in 2050?

Laten we beginnen met te bestuderen hoeveel biomassa er voorzien is in het Klimaatakkoord in 2030. We gebruiken daarvoor het Klimaatakkoord scenario (technisch streefbeeld) in het Energietransitiemodel dat in januari 2019 gemaakt is op verzoek van de Netbeheerders. Dit scenario was ook het startpunt voor de 2050 scenario verkenning. Dit scenario kan gevonden worden via <https://pro.energytransitionmodel.com/scenarios/405526>.

In het klimaatakkoord scenario is een prominente rol weggelegd voor o.a. groen gas en de verbranding van hout. In totaal wordt er 324 PJ primaire biomassa ingezet t.b.v. energie (zie figuur 7). Dat is maar iets minder dan in het regionale scenario in 2050 (380 PJ) of het nationale scenario in 2050 (343 PJ).

Het Klimaatakkoord zelf geeft op pagina 188-190 inzicht in hoe betrokken partijen aankijken tegen dit onderwerp. Wat opvalt is dat nergens stilgestaan wordt bij de vraag waarom biomassa moet worden ingezet. Overal wordt benadrukt dat biomassa toch vooral duurzaam moet zijn en dat er binnenkort duidelijkheid moet komen wat de duurzaamheidskaders zijn. Deze duurzaamheidskaders zijn momenteel in ontwikkeling door de SER



Figuur 7: Schatting van de inzet van biomassa in het klimaatakkoord 2030 (technisch streefbeeld). Zie klimaatakkoord scenario in het Energietransitiemodel en bijbehorende achtergrond documentatie <https://pro.energytransitionmodel.com/scenarios/405526>

Wat opvalt is de enorme opschaling van het gebruik van biomassa tussen 2015 en 2030 en de noodzaak om fors te gaan importeren die in het Klimaatakkoord wordt nagestreefd (zie figuur 7 en 8 voor het dashboard).

CO ₂ relative to 1990	Energy use	Costs (bln/yr)	Renewables	Energy imports	Blackouts	Biomass import
-46.3%	-9.2%	€51.2	30.4%	80.3%	0 h/yr	37.2%

Figuur 8: Klimaatakkoord scenario met biomassa in het ETM komt op 46.3% CO₂ emissiereductie, samen met de overige broeikasgassen telt dit op tot 49% emissiereductie voor Nederland in 2030.

In het Klimaatakkoord scenario 2030 brengen we de biomassa opties terug richting nul en kijken dan wat het scenario voor resultaat oplevert. De situatie is echter wel anders dan bij de klimaatneutrale 2050 scenario's. Indien in het 2050 scenario een elektriciteitscentrale op groen gas wordt vervangen door een andere centrale dan is dit logischerwijs een emissieloze (waterstof) centrale. En idem als een voertuig zou rijden op 100% biobrandstof dan is het alternatief een elektrische auto of auto op waterstof. Echter de alternatieven in het 2030 klimaatakkoord scenario zijn nog fossiele opties. Zo ga je bij het schrappen van het deel groen gas in elektriciteitscentrales in 2030 meer aardgas gebruiken. En indien je de bijmenging van biobrandstoffen in benzine en diesel schrapt ga je weer meer fossiele benzine en diesel gebruiken. Maar indien men besluit om meer in te zetten op bijvoorbeeld waterstof richting 2030, dan zouden er toch meer alternatieven kunnen zijn, al zal volledige vervanging waarschijnlijk nog niet mogelijk zijn.

We beginnen met het terugbrengen van de bijmenging van biobrandstoffen in autobrandstoffen. Dit veroorzaakt een extra emissie van 2.4 Mt CO₂. Vervolgens brengen we het aandeel groen gas van 8.1% naar 0%. Dit veroorzaakt 7.4 Mt extra emissies. Vervolgens schrappen we ruim 700 MW aan kleinere biomassa WKKs. Dit verhoogt de emissies met 2.4 Mt. Daarna volgen de biomassa ketels in warmtenetten van ruim 400 MW. Dit levert 0.3 Mt extra emissies op. Daarna gaan ook de houtpelletkachels van 5% naar 0%. Dit verhoogt de emissies met 1 Mt. De biomassa verwarming in gebouwen gaat van 3% naar 0%. Dit geeft 0.2 Mt extra emissies. Vervolgens wordt de inzet van biomassa in sommige industrieën en de landbouw omlaag gebracht; dit geeft in dit scenario 0.3 Mt extra emissies. Ook schrappen we het verbranden van afval met een biogene component om ook in dit scenario om ongeveer 0 inzet van biomassa te komen. We gaan er nog niet van uit dat het schrappen van de biomassa ook meer inzet van andere duurzame energiebronnen oplevert. Dat levert de volgende resultaten (zie figuur 9).

CO ₂ relative to 1990	Energy use	Costs (bln/yr)	Renewables	Energy imports	Blackouts	Biomass import
-38.0%	-12.2%	€49.9	21.1%	87.2%	0 h/yr	0.0%

Figuur 9: Klimaatakkoord scenario zonder biomassa in het ETM (zie https://pro.energytransitionmodel.com/saved_scenarios/9300)

De vergelijking van het scenario met en zonder biomassa laat zien dat in het scenario zonder biomassa de emissies ongeveer 8.3% stijgen, de kosten met 1.3 miljard per jaar dalen en de energie importen toenemen van 80 naar 87%.

Nu kunnen we de aanname doen dat we de “besparing” van 1.3 miljard per jaar bijvoorbeeld weer uitgeven aan de extra inzet van off-shore wind. Dat levert dit resultaat op (figuur 10):

CO ₂ relative to 1990	Energy use	Costs (bln/yr)	Renewables	Energy imports	Blackouts	Biomass import
-40.6%	-13.4%	€51.2	24.2%	82.5%	0 h/yr	0.0%

Figuur 10: Klimaatakkoord scenario met biomassa en 8.6 GW extra offshore wind

Deze laatste variant is weliswaar op kosten vergelijkbaar met het klimaatscenario met biomassa maar nog steeds bijna 6% slechter op emissies. We sluiten niet uit dat andere combinaties van extra inzet van hernieuwbare elektriciteit of warmte (extra warmtepompen, elektrische voertuigen) een beter emissieresultaat opleveren tegen vergelijkbare kosten. Maar het schrappen van biomassa voor energietoepassingen is wel lastiger dan de situatie in 2050 waar alle duurzame alternatieven massaal worden ingezet en de duurzame alternatieven daarmee het logische alternatief zijn voor biomassa. Terwijl in het pad tussen 2020 en 2030 het logischer lijkt om indien biomassa wordt geschrapt nog terug te vallen op de fossiele opties tenzij we serieus ingrijpen in het klimaatakkoord. Dus in die zin is biomassa, voor zover duurzaam, wel een transitie energiebron.

Maar als we alleen houtige biomassa meenemen tegen de emissies die vrijkomen in de gehele keten, zowel bij de kap, verwerking en transport van houtpellets als de verbranding in de energiecentrale²⁰ dan verandert het beeld. Indien we de emissies zetten op 200%²¹ van de koolstofinhoud van hout (de emissies van de hele keten i.p.v. alleen het hout zelf) dan wordt het 2030 scenario met biomassa 12.5 Mt hoger qua NL emissies (ongeveer +7.5% emissies) en het 2030 scenario met nauwelijks biomassa minder dan 1 Mt hoger (ongeveer +1% emissies). Kortom in dat geval zou een scenario zonder biomassa vergelijkbaar scoren met een scenario met biomassa. En dus is het geen noodzakelijke transitie energiebron. We nemen dan overigens nog niet de emissies buiten Nederland van de houtkap, verwerking en transport mee die ook nog eens ongeveer 12.5 Mt toevoegen. In dat geval zou het scenario zelfs slechter uitkomen en zou biomassa geen noodzakelijke energiebron blijken.

Hadden we overigens niet het Klimaatakkoord 2030 scenario genomen dat op 49% emissiereductie komt, maar het Urgenda 2030 scenario (zie <https://pro.energytransitionmodel.com/scenarios/155680>) dat op klimaatneutraliteit uitkomt dan was de uitkomst vergelijkbaar geweest aan de uitkomsten voor de 2050 situatie alleen 20 jaar eerder. De biomassa alternatieven waren hier dan ook vervangen door andere emissieloze alternatieven en ook hier kan dan een scenario zonder biomassa ontstaan dat betaalbaar, betrouwbaar en klimaatneutraal is.

²⁰ Onderzoekers zoals John D Sterman van MIT berekenen dat de emissies van hout groter zijn dan van steenkool indien verbrand in een energiecentrale Artikel: “Does replacing coal with wood lower CO₂ emissions? Dynamic lifecycle analysis of wood bioenergy

John D Sterman, Lori Siegel and Juliette N Rooney-Varga, january 2018

²¹ Tabel 7, ketenemissies warmtelevering, Directe en indirecte CO₂-emissies van warmtetechnieken, CE Delft, april 2016

6. Toetsing implicaties met meest recente biomassa rapporten in Nederland

In dit hoofdstuk leggen we onze bevindingen naast de meeste recente rapporten omtrent biomassa van de overheid. Het meest recente rapport op het moment van schrijven is dat van PBL van 8 mei 2020. Dit rapport dient ook als input voor het advies dat de SER rond het duurzaamheidskader voor biomassa binnenkort zal uitbrengen.

Het rapport begint in haar voorwoord in de tweede zin met:

Enerzijds is in brede kring de overtuiging dat de vervanging van de hoeveelheden olie, steenkool en gas die we in de laatste 150 jaar zijn gaan gebruiken als basis voor onze economie en welvaart niet goed mogelijk is zonder toevlucht tot biologische grondstoffen. Zonder biomassa lukt het volgens deze zienswijze niet om richting 2050 de doelstelling van het Klimaatakkoord van Parijs te halen.

We kunnen dus constateren op basis van de analyse in dit rapport dat *deze brede overtuiging* feitelijk onjuist is. Een CO₂-neutraal, betaalbaar en betrouwbaar energiesysteem kan zonder biomassa als energiebron in Nederland als je daarvoor kiest.

Aangezien het energiesysteem een lineair systeem is zal een energiesysteem zonder biomassa ook als voordeel hebben dat de mogelijkheden om een circulaire landbouw te creëren aanzienlijk worden vergroot. Een lineair systeem verbruikt namelijk grotendeels de biomassa en de energie die daaruit voortkomt, maar geeft deze niet terug aan de grond.

Tevens wordt indien we biomassa niet toepassen als energiebron het benodigde landbouwareaal dat we jaarlijks willen benutten verkleind en is er meer ruimte voor natuur en voedselproductie.

Het PBL rapport geeft in het voorwoord aan dat het hier gaat om één van de indringende duurzaamheidsdilemma's van dit moment.

Ziehier één van de indringende duurzaamheidsdilemma's van dit moment. Wat heeft prioriteit: de instandhouding/stimulering van de mondiale biodiversiteit of de mondiale terugdringing van broeikasgassen?

Ons onderzoek laat zien dat er helemaal geen onoplosbaar duurzaamheidsdilemma hoeft te zijn. Broeikasgassen kunnen worden teruggedrongen in Nederland zonder de inzet van biomassa en zonder het verlies aan biodiversiteit dat daar eventueel mee gepaard gaat.

Het PBL rapport geeft tenslotte op pagina 9 aanbevelingen voor een duurzaamheidskader voor biomassa en zegt daar als eerste aanbeveling:

Het lijkt een riskante strategie als de overheid zou inzetten op een klimaatneutrale circulaire economie zonder een significante rol voor biomassa.

Het onderzoek in dit rapport laat zien dat juist de inzet van biomassa voor energietoepassingen vanwege het lineaire karakter van het energiesysteem een circulaire economie bemoeilijkt. Je haalt namelijk meer van het land dan alleen C-atomen, die zijn afgevangen uit de lucht. Je kunt wellicht beargumenteren dat die C-atomen weer door een volgende generatie gewas uit de lucht worden opgenomen, maar de meeste gewassen halen ook C-atomen uit de grond evenals mineralen en deze verarming van de grond wordt niet zomaar ongedaan gemaakt, maar gaat verloren in de verbranding van de biomassa die plaatsvindt in het energiesysteem.

PBL geeft ook aan op pagina 10 dat het kabinet biomassa noodzakelijk acht:

In het Klimaatakkoord heeft het kabinet aangegeven ervan overtuigd te zijn dat de inzet van duurzame biomassa in Nederland nu en richting 2030 en 2050 noodzakelijk is voor de verduurzaming van de Nederlandse economie.

Wij constateren hier dat ten behoeve van energietoepassingen in Nederland die noodzaak er nu al niet meer is, maar zeker na 2030 is die noodzaak er niet. Bovendien geeft Minister Wiebes in zijn brief van 28 juni 2019, met als titel 'Voorstel voor een Klimaatakkoord' nergens aan dat het kabinet een voorstander is van biomassa of de noodzaak daarvoor ziet. Er wordt alleen gerefereerd aan de noodzaak om een duurzaamheidskader voor biomassa te ontwikkelen. Ons voorstel is dan ook om een duurzaamheidskader te maken dat streng is op het gebruik van biomassa zodat we zeker weten dat de effecten van het gebruik van biomassa voor energie een zo beperkte uitwerking geeft op andere systemen (klimaat, natuur, voedsel, veevoer, grondstoffen etc), dat ook deze systemen duurzaam kunnen blijven functioneren en niet in kwaliteit afnemen.

7. Conclusies

De vraag of biomassa noodzakelijk is voor een klimaatneutraal energiesysteem wordt eigenlijk nooit gesteld in rapporten waarin het toekomstige energiesysteem voor Nederland wordt beschreven.

Daarentegen wordt er wel vaak in deze rapporten beweerd dat biomassa een noodzaak is. Het meest recente PBL rapport over biomassa²² is daarvan een voorbeeld.

Echter indien we in energiescenario's voor 2050 met biomassa²³, de biomassa vervangen door klimaatneutrale alternatieven dan is er nog steeds een klimaatneutraal, betaalbaar en betrouwbaar energiesysteem.

Zelfs bij analyse van het klimaatakkoord 2030²⁴ is het mogelijk om een 2030 energiesysteem klimaatneutraal, betaalbaar en betrouwbaar te maken zonder biomassa.

De conclusie is dat duurzame biomassa niet noodzakelijk is in een toekomstig klimaatneutraal, betaalbaar en betrouwbaar energiesysteem in Nederland.

De conclusie betekent overigens niet dat daarmee alle biomassa ten behoeve van energie niet zou mogen. In dit rapport is alleen beredeneerd en berekend dat biomassa ten behoeve van energie in Nederland niet noodzakelijk is.

²² Beschikbaarheid en toepassingsmogelijkheden van duurzame biomassa, Verslag van een zoektocht naar gedeelde feiten en opvattingen, Bart Strengers en Hans Elzenga, PBL, 8 mei 2020

²³ Klimaatneutrale Energiescenario's 2050, Berenschot en Kalavasta, april 2020

²⁴ Klimaatakkoord, Den Haag 28 juni 2019