

# BRANDSTOFFEN VOOR REGELBAAR VERMOGEN

een vergelijking tussen pellets,  
groen gas en groene waterstof

Juni 2021

NATUUR  
& MILIEU



# BRANDSTOFFEN VOOR REGELBAAR VERMOGEN: EEN VERGELIJKING TUSSEN PELLETS, GROEN GAS EN GROENE WATERSTOF

## SAMENVATTING

Om het klimaatprobleem op te lossen is het nodig dat we van een systeem op kolen en gas overgaan op een duurzaam energiesysteem met wind en zon. In tegenstelling tot kolen en gas, zijn wind en de zon niet altijd beschikbaar en regelbaar. Daarom zijn er technieken nodig die ervoor zorgen dat we energie hebben zonder CO<sub>2</sub>-uitstoot wanneer de zon niet schijnt en de wind niet waait.

Een van die technieken is regelbaar vermogen, geleverd door bijvoorbeeld elektriciteitscentrales op een duurzame brandstof. Deze centrales kunnen harder of zachter worden 'aangezet', al naar gelang de productie van duurzame elektriciteit op een bepaald moment. De brandstoffen die hiervoor door de sector worden overwogen zijn groene waterstof, groen gas en vaste biomassa in de vorm van pellets.

Uit een analyse die CE Delft heeft uitgevoerd voor Natuur & Milieu, blijkt dat er al in 2030 een grote behoefte is aan regelbaar vermogen. Gezien de tijd die nodig is om (energie)infrastructuur aan te passen, is het daarom belangrijk om nu al stappen te zetten voor de uitrol van CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen.

Momenteel is er nog geen CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen gerealiseerd in Nederland. Wel zijn er kolencentrales die houtige biomassa bijstoken (in de vorm van pellets) of plannen hebben om over te stappen naar 100 procent pellets. Inzet van pellets heeft echter verschillende nadelen, zoals nadelige effecten op biodiversiteit, en levert slechts beperkte klimaatwinst op. Maar ook de alternatieven, namelijk groen gas en groene waterstof, kennen nadelen. Ze zijn bijvoorbeeld duur, en beperkt beschikbaar.

Deze paper geeft een overzicht van de belangrijkste voor- en nadelen van regelbaar vermogen met groene waterstof, pellets en groen gas. Zo wordt duidelijk welke techniek meer ondersteund moet worden in de ontwikkeling, en welke minder.

### We hebben de brandstoffen vergeleken op zes onderdelen:

- 1. Beschikbaarheid.** Om Nederland in de toekomst van regelbaar vermogen te voorzien, zullen energiecentrales een belangrijke rol blijven spelen. Er zal een grote vraag zijn naar brandstoffen om regelbare centrales op te laten draaien. Het is dus van groot belang om stil te staan bij de hernieuwbare beschikbaarheid van deze brandstoffen, nu en in de toekomst.
- 2. Effect op biodiversiteit.** De schaal waarop een brandstof kan worden ingezet, wordt voor een groot deel bepaald door effecten op biodiversiteit. De productieketen van brandstoffen voor regelbaar vermogen kan op verschillende manieren een effect hebben op biodiversiteit. Zoals verlies van diersoorten en van bosareaal, of verstoring van de nutriëntenbalans in de bodem.
- 3. Klimaatwinst.** De hoeveelheid broeikasgassen die worden uitgestoten in de productieketen van de brandstoffen, zijn een belangrijke graadmeter voor hoe goed de techniek past in een volledig duurzaam energiesysteem. Anderzijds geldt dit ook voor het CO<sub>2</sub>-opnemend vermogen dat mogelijk afneemt door inzet van biobrandstoffen.
- 4. Kosten.** Er kunnen grote verschillen zijn in de kosten van brandstoffen. Dit bepaalt voor een belangrijk deel de keuze. Daarom is het van belang te kijken naar de totaalkosten van de inzet van verschillende brandstoffen. Brandstoffen die tot hogere externe kosten leiden zullen zo weinig mogelijk worden gestimuleerd, of er moet worden ingezet op mitigatie van externe kosten. Daarnaast zijn er verschillen in de kostenreducties die er te realiseren zijn.

- 5. Ketentransparantie.** Om de duurzaamheid van de productieketen te kunnen borgen en monitoren, is goede ketentransparantie cruciaal. Transparantie wordt gewaarborgd door mee te doen aan certificeringen, door onafhankelijke toezichthouders te betrekken, door inzicht te geven in locaties en volume van brandstofstromen, en door te rapporteren over gebruik.
- 6. Op- en afschakeltijd.** Niet elk type brandstof is even geschikt voor regelbaar vermogen. De tijd die een centrale nodig heeft om met een bepaald type brandstof op- of af te schakelen, is daarom van belang om mee te wegen.

De onderstaande tabel vat het resultaat van de vergelijkende analyse samen.

|                                                                              | Groene waterstof | Groen gas | Pellets   |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------|-----------|
| <b>Beschikbaarheid brandstoffen</b><br>(huidige -> toekomstige (vanaf 2030)) | -- -> +          | -- -> -   | +/- -> -- |
| <b>Effect op biodiversiteit</b>                                              | +                | +/-       | -         |
| <b>Klimaatwinst</b>                                                          | ++               | +         | +/-       |
| <b>Kosten</b>                                                                | +/-              | +         | -         |
| <b>Ketentransparantie</b>                                                    | ++               | +/-       | -         |
| <b>Op- en afschakeltijd</b>                                                  | ++               | ++        | -         |

## CONCLUSIE

Uit deze vergelijking blijkt dat op alle indicatoren het gebruik van pellets voor regelbare elektriciteitsproductie onverstandig is. De vraag is dan ook of deze centrales een rol moeten hebben in de inzet van CO<sub>2</sub>-vrije regelbare elektriciteitsproductie, en de bijbehorende subsidies.

Groen gas heeft in vergelijking met pellets minder nadelen voor wat betreft biodiversiteit, klimaatwinst, kosten, ketentransparantie en op- en afschakeltijd. Ook kunnen door innovatie de kosten nog omlaag. Maar de schaal waarop groen gas beschikbaar is, nu en in de toekomst, is een beperkende factor. Groen gas heeft nu een klein aandeel in de Nederlandse energiemix; de verwachting is dat dit onvoldoende groeit als Nederland meer toewerkt naar een circulaire economie en kringlooplandbouw. Grootschalige import van groen gas is niet mogelijk. En de benodigde opschaling van binnenlandse productie is niet mogelijk zonder schade aan biodiversiteit en milieu. Groen gas zal daarom beperkt kunnen worden ingezet in regelbare energiecentrales.

Centrales die op groene waterstof kunnen draaien zijn schoner dan die op pellets of groen gas, met minder effect op klimaat en biodiversiteit. De beperkte beschikbaarheid van groene waterstof, de kosten en de grote vraag naar hernieuwbare elektriciteit remmen momenteel de toepassing ervan. Door opschaling en innovatie zijn daar echter meer verbeteringen te verwachten dan met groen gas en pellets. Waterstof heeft naast CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen ook tal van andere toepassingen binnen de energietransitie. Het kan worden gebruikt in de industrie, voor het verduurzamen van intercontinentale lucht- en scheepvaart, en in de landbouw. De verwachting is daarom dat na 2030 waterstof op grote schaal ontwikkeld wordt, met significante kostenreducties. Doordat waterstofproductie ook met duurzame elektriciteitsproductie verder is op te schalen, lijkt het verstandig om toe te werken naar een energiesysteem waarin waterstof wordt gebruikt voor CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen.

Uit onze vergelijking komt naar voren dat stimulering van CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen het meest zinvol kan worden gericht op de ontwikkeling van beschikbaarheid en inzet van groene waterstof. Voor groen gas is het minder zinvol, en voor pellets niet zinvol.

# INHOUD

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. Inleiding: verduurzaming vraagt om CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar elektrisch vermogen</b> | 5  |
| <b>2. Afwegingen gebruik pellets, groen gas en groene waterstof voor regelbaar vermogen</b>    | 7  |
| Beschikbaarheid                                                                                | 7  |
| Effect biodiversiteit                                                                          | 10 |
| Klimaatwinst                                                                                   | 12 |
| Kosten                                                                                         | 13 |
| Ketentransparantie                                                                             | 15 |
| Op- en afschakeltijd                                                                           | 17 |
| <b>Conclusie &amp; aanbevelingen</b>                                                           | 18 |
| <b>Appendix</b>                                                                                | 20 |

# INLEIDING: VERDUURZAMING VRAAGT OM CO<sub>2</sub>-VRIJ REGELBAAR ELEKTRISCH VERMOGEN

Het Nederlandse energiesysteem verduurzaamt om het klimaatprobleem op te lossen. In het Klimaatakkoord zijn afspraken gemaakt die ervoor zorgen dat de elektriciteitsmix in 2030 voor minimaal 70 procent hernieuwbaar is. In 2050 zal Nederland volledig verduurzaamd zijn. Dat betekent dat ons energiesysteem dan niet meer afhankelijk is van fossiele brandstoffen zoals kolen en gas.

Om dit te bereiken is het cruciaal dat overgeschakeld wordt naar het gebruik van hernieuwbare brandstoffen om de stabiliteit van het elektriciteitsnet te garanderen. Ook neemt het gebruik van elektriciteit toe door elektrificatie van bijvoorbeeld auto's en onderdelen van de industrie. Hernieuwbare elektriciteit, geproduceerd met behulp van wind en zon, krijgt hierin een steeds grotere rol.

Maar de productie van hernieuwbare elektriciteit is niet altijd *regelbaar*: niemand kan bepalen wanneer de zon schijnt en de wind waait. Hierdoor komt de *vraag* naar energie niet altijd overeen met het *aanbod*.

Wanneer anno 2021 minder elektriciteit wordt opgewekt dan er vraag naar is, wordt een gascentrale op aardgas in- of opgeschakeld die snel meer elektriciteit kan produceren. Als de vraag weer afneemt, wordt de productie van de aardgascentrale weer teruggebracht. Dit is heel belangrijk, want zonder *regelbaar vermogen* komt de levering van elektriciteit in gevaar. Maar deze aardgascentrales stoten wel CO<sub>2</sub> uit. Om klimaatverandering te stoppen, wordt het gebruik van fossiele brandstoffen teruggebracht naar nul. Er zijn daarom CO<sub>2</sub>-vrije alternatieven nodig om vraag en aanbod van groene elektriciteit op elkaar af te stemmen en de stabiliteit van het elektriciteitsnet te garanderen.

Oplossingen hiervoor zijn voorhanden. Zo kunnen overschotten van elektriciteit tijdelijk worden opgeslagen met bijvoorbeeld batterijen. Elektriciteitsnetten kunnen verder worden verzwakt, en overschotten en tekorten kunnen met interconnecties naar andere landen worden afgevangen. Ook kan een (groot)gebruiker van elektriciteit de vraag tijdelijk veranderen. Denk hierbij aan het opladen van personenauto's op momenten van overschotten, of aan industriële elektrische boilers die zijn afgestemd op het elektriciteitsaanbod. Tot slot is er nog een andere belangrijke techniek voor CO<sub>2</sub>-vrij flexibel elektrisch vermogen: het inzetten van centrales op een duurzame brandstof. Dit wordt ook wel CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen genoemd.

## CENTRALES VOOR CO<sub>2</sub>-VRIJ REGELBAAR VERMOGEN

De behoefte aan CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen<sup>1</sup> gaat vanaf 2030 een grote rol spelen.<sup>2</sup> Tegen die tijd lopen namelijk vraag en aanbod van groene stroom zo sterk op, dat er grote overschotten en tekorten zullen ontstaan. Dit lijkt ver weg, maar het ontwikkelen van technieken hiervoor heeft vaak een doorlooptijd die kan oplopen tot meer dan tien jaar.<sup>3</sup>

Er zijn dus nu al concrete stappen nodig om voor te sorteren op een duurzame elektriciteitsvoorziening die ondersteund wordt met voldoende CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen. Alleen wanneer regelbare centrales gebruikmaken van een CO<sub>2</sub>-vrije brandstof, kan worden toegewerkt naar een volledig duurzaam energiesysteem. De behoefte aan CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen is afhankelijk van de mate waarin kortdurende energieopslag, netverzwaring, vraagsturing en conversie naar warmte worden toegepast. Er blijft in de toekomst hoe dan ook een rol voor regelbaar vermogen met CO<sub>2</sub>-vrije gassen om pieken in vraag en aanbod op te vangen.

---

1) Er wordt onderscheid gemaakt tussen flexibel en regelbaar vermogen. Flexibel vermogen betekent flexibiliteit bij productie en afname van elektriciteit, bijvoorbeeld door opslag van energie en door vraagsturing. Regelbaar vermogen betekent enkel flexibele productie; dit gebeurt met daartoe bestemde energiecentrales.

2) Scenario's schetsen 30-35GW regelbaar elektriciteitsvermogen in 2050 (scenariostudie IJ3050, 2021). Dit is ruim het dubbele van het opgesteld vermogen aardgascentrales in 2021 (TenneT, 2021. Monitoring leveringszekerheid)

3) CE Delft, 2021. Doorlooptijden investeringen elektrificatie. Inzicht in de tijdlijn van het Klimaatakkoord.

In deze vergelijking tussen niet-fossiele brandstoffen voor centrales die regelbaar vermogen leveren, wordt gekeken naar pellets, groen gas en groene waterstof. Pellets zijn een energiebron die de elektriciteitssector graag inzet. Groen gas en groene waterstof zijn technisch in te zetten in huidige gascentrales, en daarmee een reële optie voor CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen.<sup>4</sup> Eerst worden deze drie brandstof types kort toegelicht. In het volgende hoofdstuk worden per type de voor- en nadelen besproken.

- **Pellets.** Dit zijn samengeperste houtkorrels, gemaakt uit onder andere rest- en afvalstromen uit de houtverwerkende industrie; dit valt ook onder de verzamelnaam 'biomassa'. Op dit moment worden pellets gebruikt voor het meestoken in kolencentrales,<sup>5</sup> of voor het opwekken van warmte. In deze paper gaat het om pellets die in kolencentrales worden meegestookt om elektriciteit op te wekken.
- **Groen gas** wordt ook gemaakt uit biomassa, door vergisting of vergassing. Bronnen zijn onder andere rioolslib, mest, gft of ander 'nat' organisch materiaal. Groen gas kan worden ingezet in bestaande gascentrales. Het wordt op dit moment al op kleine schaal ingezet voor warmteopwekking.
- **Groene waterstof** is een hernieuwbaar gas dat wordt gemaakt met behulp van water en groene elektriciteit. Dit gebeurt met een techniek genaamd elektrolyse, in installaties die elektrolyzers heten. Er zijn nu nog niet veel elektrolyzers, maar groene waterstof zal een onmisbare schakel zijn in de energietransitie. Daarom is er veel aandacht voor het opschalen van groene waterstofproductie. Waterstof wordt nu al veel gebruikt als grondstof in de industrie en landbouw, maar wordt nog gemaakt uit aardgas, met veel CO<sub>2</sub>-uitstoot als gevolg. Het is technisch mogelijk om waterstof in te zetten in bestaande gascentrales.

---

4) In het Klimaatakkoord staan ook kernenergie en fossiele bronnen met CCS (CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag) benoemd als brandstoffen voor CO<sub>2</sub>-vrije regelbare elektriciteit. In deze paper worden die bronnen niet behandeld. Kerncentrales zijn beperkt regelbaar en de verwachting is niet dat ze binnen de benodigde termijn kunnen worden bijgebouwd. CCS toepassen op regelbare centrales is naar verwachting een kostbare optie als gevolg van beperkte draaiuren. Daarnaast is 100 procent afvang van CO<sub>2</sub> vaak niet mogelijk, en leidt inzet van fossiele brandstoffen met CCS niet tot een volledig fossielvrij energiesysteem.

5) In Nederlandse kolencentrales van RWE, Onyx Power en Uniper worden houtpellets meegestookt.

# AFWEGINGEN GEBRUIK PELLETS, GROEN GAS EN GROENE WATERSTOF VOOR REGELBAAR VERMOGEN

Om een aantal belangrijke redenen is een goede afweging nodig bij de inzet van pellets, groen gas of groene waterstof voor regelbaar vermogen, en voor elektriciteitsproductie in het algemeen. Dit zijn de beschikbaarheid van de brandstoffen, de effecten ervan op klimaat en biodiversiteit, de kosten, en de op- en afschakeltijd van elektriciteitscentrales per bron.<sup>6</sup> Bij het stimuleren van CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen is het verstandig alle voordelen en nadelen mee te nemen, zodat technieken die geen duurzame bijdrage leveren aan het energiesysteem, niet worden gestimuleerd. De verschillende brandstoffen worden in dit hoofdstuk tegen elkaar afgezet.

## BESCHIKBAARHEID

Om Nederland in de toekomst van regelbaar vermogen te voorzien, blijven energiecentrales een belangrijke rol spelen. Verwacht wordt dat in 2050 33 tot 71 TWh opgewekt moet worden in regelbare elektriciteitscentrales om een stabiele elektriciteitsvoorziening te garanderen. Hiervoor is 30 tot 35 GW opgesteld regelbaar elektriciteitsvermogen nodig.<sup>7</sup> Ter illustratie: in 2020 is in Nederland in totaal 119 TWh elektriciteit geproduceerd, met een totaal opgesteld regelbaar elektrisch vermogen van rond de 15GW<sup>8,9</sup>.

De vraag naar regelbaar elektrisch vermogen in 2050 komt neer op 27 tot 60 procent van de huidige elektriciteitsvraag. Oftewel: richting 2050 is een verdubbeling in opgesteld regelbaar vermogen nodig, die ook nog eens afhankelijk is van duurzame brandstoffen. Natuur & Milieu beargumenteerde in haar visie op het vergroenen van gascentrales<sup>10</sup> dat er in 2030 al jaarlijks 22 TWh aan CO<sub>2</sub>-vrij flexibel vermogen nodig is om de doelen uit het Klimaatakkoord te halen. Er zal dus een grote vraag zijn naar brandstoffen voor deze regelbare centrales, ongeacht welke techniek wordt ingezet.

Het is dus belangrijk stil te staan bij de duurzame beschikbaarheid van CO<sub>2</sub>-vrije brandstoffen, nu en in de toekomst. In deze paragraaf wordt de in 2030 verwachte beschikbare brandstof afgezet tegen de hoeveelheid die benodigd is voor regelbaar vermogen.

### 2.1.1 Pellets

*Benodigde hoeveelheid pellets in 2030 en bijbehorend landgebruik*

Voor de in 2030 benodigde 22 TWh aan CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen is ongeveer 184 petajoule (PJ) aan pellets nodig.<sup>11</sup> Voor 1 TWh elektrische energie uit biomassa is grofweg 1.142 km<sup>2</sup> land nodig.<sup>12</sup> Deze elektriciteitsvraag komt daarmee neer op ongeveer 25.124 km<sup>2</sup> aan benodigd landgebruik.

6) De criteria uit deze analyse bepalen mede het maatschappelijk draagvlak dat er is voor nieuw in te zetten brandstoffen. Maatschappelijk draagvlak is niet meegenomen in deze analyse. Echter: maatschappelijk draagvlak is randvoorwaardelijk voor de energietransitie. De perceptie die men heeft van brandstoffen, mede bepaald door de criteria in deze analyse, spelen hierbij een belangrijke rol.

7) Netbeheer Nederland, 2021. *Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050*, april 2021.

8) TenneT, 2021. *Monitoring Leveringszekerheid*, 2020.

9) Er zal in 2050 meer opgesteld vermogen (in GW) beschikbaar zijn om in te springen bij tekorten, die minder elektriciteit produceren (in TWh) vanwege een beperkt aantal draaiuren. Deze centrales springen immers alleen in op die momenten dat productie van hernieuwbare stroom tijdelijk tekortschiet.

10) Natuur & Milieu, 2020. *Visie Vergroenen Gascentrales*.

11) Uitgaande van een elektrisch rendement van kolencentrales van 43 procent.

12) Denkwijk, 2020. *Klein land, grote keuzes*. Bij deze berekening is rekening gehouden met de capaciteitsfactor, efficiëntie en benodigde infrastructuur voor iedere energiebron.

### *Biograndstoffen voor energiedoeleinden beperkt beschikbaar*

In het streven de klimaatdoelen te halen, zien veel voorstanders biomassa als volwaardige speler in het rijtje groene brandstoffen. Volgens de Nederlandse overheid<sup>13</sup> en in internationale afspraken wordt biomassa gezien als CO<sub>2</sub>-vrij. Een aantal energiebedrijven importeert daarom nu op grote schaal pellets uit het buitenland om bij- en mee te stoken in kolencentrales.

De beschikbaarheid op lange termijn van *duurzame* biomassa is echter beperkt. Dit heeft met name te maken met effecten op biodiversiteit (zie paragraaf 2.2). Daarom zijn er afwegingen nodig voor biomassa-inzet. Natuur & Milieu ontwikkelde hiervoor een afwegingskader<sup>14</sup> (Appendix 1). Daaruit bleek dat beperkt beschikbare biomassa hoogwaardiger kan worden ingezet als grondstof, voedsel en bodemverbeteraar. Hiervoor zijn namelijk geen of onvoldoende schaalbare alternatieven. Voor elektriciteitsopwekking zijn er wel voldoende alternatieven.

### *Huidige import pellets voor elektriciteitsproductie*

Op dit moment zijn er in Nederland tot 2029 SDE-beschikkingen afgegeven voor bij- en meestook in Nederlandse kolencentrales voor elektriciteitsopwekking. In het Energieakkoord van 2013 is afgesproken dat er tot 25 PJ elektriciteit mag worden geproduceerd met houtpellets in kolencentrales. Om 25 PJ energie te produceren, is er vanwege het rendement van kolencentrales 58 PJ aan houtpellets nodig. Dit komt neer op ongeveer 3,5 miljoen ton houtpellets,<sup>15</sup> maar is niet voldoende om de vraag naar CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen voor 2030 in te vullen. In 2019 werd er voor 15,5 PJ aan pellets ingezet in kolencentrales.<sup>16</sup> De verwachting is dat dit binnen enkele jaren toeneemt tot de maximaal afgesproken 58 PJ.

## **2.1.2 Groen gas**

### *Benodigde hoeveelheid groen gas in 2030 en bijbehorend landgebruik*

Voor de in 2030 benodigde 22 TWh aan CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen is 137 PJ groen gas nodig.<sup>17</sup> Voor 1 TWh elektrische energie uit groen gas is grofweg 248 km<sup>2</sup> land nodig.<sup>18</sup> Dit komt neer op 9.424 km<sup>2</sup> aan benodigd landgebruik.<sup>19</sup>

### *Groen gas beperkt beschikbaar*

Groen gas kan een belangrijke rol spelen in de verduurzaming van een aantal sectoren, maar de beschikbaarheid is te beperkt om hierop in te zetten voor de grote schaal die regelbare elektriciteitsproductie vereist. In 2019 is er namelijk in totaal 13,6 PJ aan groen gas ingezet om energie mee te produceren (warmte en elektriciteit). Dit is 0,25 procent van de totale inzet van alle energiedragers in datzelfde jaar.<sup>20</sup> Het aandeel groen gas veranderde de afgelopen jaren nauwelijks.

Het is de vraag in hoeverre de beschikbaarheid van groen gas zal toenemen. Nederland heeft namelijk ook doelstellingen voor wat betreft circulariteit. Een belangrijke bron van groen gas is onder andere mest. Een omslag naar kringlooptlandbouw zou leiden tot een reductie van het mestoverschot, waardoor de toekomstige beschikbaarheid afneemt.<sup>21</sup> Import van groen gas is in een duurzaam systeem niet verstandig. Het is niet zo dat er andere landen zijn met een overvloed aan groen gas dat geëxporteerd kan worden.

13) Bijvoorbeeld: Kamerbrief Eric Wiebes, 2019. 'Biomassa, hoe zit het?'

14) <https://www.natuurenmilieu.nl/wp-content/uploads/2020/06/NM-Biomassa-visie-2020.pdf>

15) In 2019 is 826.242 ton houtpellets ingezet voor bij- en meestook (CE Delft, 2019). Dit komt overeen met 7 PJ bruto elektriciteitsproductie. Ten opzichte van 2018 is de bij- en meestook in 2019 vervijfvoudigd. De verwachting is dat deze groei doorzet tot de maximaal afgesproken 25 PJ netto elektriciteitsproductie. Dit zou daarmee neerkomen op ongeveer 3 miljoen ton.

16) CBS, 2020. Biomassa; verbruik en energieproductie uit biomassa per techniek.

17) Uitgaande van een elektrisch rendement van gascentrales van 58 procent.

18) Natuur & Milieu, 2018. Quickscan zeewiarteelt op de Noordzee. Hierin is berekend dat er voor de productie van 15.000 hectare zeewier 62 mln m<sup>3</sup> groen gas geproduceerd kan worden. Dit is slechts één methode voor productie van groen gas, en daarom is dit cijfer slechts gekozen als indicatie.

19) In deze berekening is rekening gehouden met een rendement van 58 procent voor een groengascentrale.

20) Totaal inzet energiedragers in 2019: 5462,4 PJ: <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/83140NED/table>

21) Routekaart Nationale Biograndstoffen (2020).



Toch is er volgens schattingen over de beschikbaarheid van groen gas een realistisch potentieel van 70PJ in 2030. Deze schatting houdt rekening met duurzaamheid en fysieke schaarste.<sup>22</sup> Dit komt bijvoorbeeld door een verwacht hoger conversierendement vanwege de verschuiving van vergisting naar vergassing. Maar ook door nieuwe technieken kunnen reststromen worden gebruikt die nu niet worden benut, zoals superkritische watervergassing of de toepassing van bioraffinage in combinatie met inzet van zeewier.<sup>23</sup>

70 PJ beschikbaar groen gas in 2030 zou een vervijfvoudiging betekenen ten opzichte van de hoeveelheid in 2019. Dit zou echter nog steeds slechts 1,3 procent van de huidige inzet van energiedragers<sup>24</sup> zijn als de vraag na 2019 niet verder toeneemt. Groen gas kan daarnaast ook gebruikt worden voor andere doeleinden, zoals in de chemische industrie. In een verkenning door de chemische industrie zelf wordt aangegeven dat er 140 PJ duurzame biomassa nodig zal zijn in 2030, en 280 PJ in 2050.<sup>25</sup> Hierin zal groen gas een belangrijke rol spelen. Met het voorzien van de chemische industrie, dat een hoogwaardiger toepassing is dan opwekking van elektriciteit, is het aannemelijk dat er beperkt groen gas overblijft voor CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar elektrisch vermogen.

### 2.1.2 Groene waterstof

#### *Benodigde hoeveelheid groene waterstof in 2030 en bijbehorend landgebruik*

Voor de in 2030 benodigde 22 TWh aan CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen is 137 PJ groene waterstof nodig.<sup>26</sup> Voor 1 TWh elektrische energie uit wind op zee is grofweg 27 km<sup>2</sup> aan ruimte nodig.<sup>27</sup> Bij het omzetten van deze elektriciteit naar waterstof gaat ongeveer 30 procent verloren.<sup>28</sup> Ook heeft een gascentrale een rendement van 58 procent. Dit betekent dat er voor 1 TWh elektriciteit uit groene waterstof 66 km<sup>2</sup> aan ruimte nodig is, en voor 22 TWh 1.460 km<sup>2</sup>.

#### *Productie van groene waterstof is op te schalen en te importeren*

Groene waterstof is nog niet grootschalig beschikbaar. Maar anders dan bij pellets of groen gas kan de hoeveelheid groene waterstof wel op een duurzame manier toenemen. Een cruciale voorwaarde is dat het opgesteld vermogen hernieuwbare elektriciteitsopwekking meer groeit dan nu is voorgenomen. Een deel van de opgewekte hernieuwbare stroom kan worden omgezet in groene waterstof. De beschikbaarheid van groene waterstof zal minstens tot 2030 een barrière zijn voor de ontwikkeling van regelbaar vermogen.<sup>29</sup> Het streven is om in 2030 4 GW aan elektrolysecapaciteit gereed te hebben. Dit levert 65 PJ waterstof, die slechts gedeeltelijk voor de elektriciteitssector beschikbaar zal zijn. In 2030 zal er dus alleen al voor de elektriciteitssector behoefte zijn aan meer dan 72 PJ aan groene waterstofimport. Waterstof is te importeren, bijvoorbeeld uit landen waar een overschot aan hernieuwbare elektriciteitsproductie denkbaar is.

#### *Inzet van groene waterstof vraagt om goede keuzes*

De omzetting van hernieuwbare elektriciteit in waterstof gaat gepaard met rendementsverliezen bij waterstof-productie. Als die waterstof vervolgens wordt gebruikt in centrales om elektriciteit te produceren, vindt nogmaals rendementsverlies plaats. Door deze verliezen is grofweg drie keer zoveel opwek van groene stroom nodig, waardoor groene waterstof tot minstens 2030 beperkt beschikbaar zal zijn. Daarom zijn er keuzes nodig over de wenselijke en onwenselijke toepassingen ervan. Natuur & Milieu ontwikkelde daarom de waterstofladder<sup>30</sup> (appendix 2). Deze ladder is gebaseerd op de vraag in hoeverre er per sector alternatieven zijn voor groene waterstof, zoals directe elektrificatie.

22) CE Delft, 2018. Contouren en instrumenten voor een Routekaart Groen Gas 2020-2050.

23) <https://groengas.nl/wp-content/uploads/2018/04/Green-Liaisons-Hernieuwbare-gassen-2050-April-2018.pdf>

24) Idem, bron 19

25) Berenschot & Ecofys, 2018. Chemistry for Climate: Acting on the need for speed. Roadmap for the Dutch chemical industry towards 2050. [https://www.berenschot.nl/media/1naaxirk/cases-vnci\\_routekaart\\_2050\\_chemische\\_sector-1.pdf](https://www.berenschot.nl/media/1naaxirk/cases-vnci_routekaart_2050_chemische_sector-1.pdf)

26) Uitgaande van een elektrisch rendement van gascentrales van 58 procent.

27) Denkwerk, 2020. Klein land, grote keuzes.

28) Buttler & Spliethoff, 2018. 'Current status of water electrolysis for energy storage, grid balancing and sector coupling via power-to-gas and power-to-liquids: A review'. Renewable and Sustainable Energy Reviews

29) Anno 2021 is er nog bijna geen elektrolysecapaciteit. Ook is er additionele productie nodig van hernieuwbare elektriciteit om groene waterstof te produceren. Zo zijn er nog niet genoeg windparken op zee om grootschalig groene waterstof te produceren.

30) <https://www.natuurenmilieu.nl/themas/energie/projecten-energie/waterstof/waterstof-de-waterstofladder/>

## Resumerend

| Brandstof        | Benodigd in 2030 (PJ) | Benodigd landgebruik (km <sup>2</sup> ) | Verwachte beschikbaarheid in 2030 (PJ) |
|------------------|-----------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| Pellets          | 184                   | 25.124                                  | 0 <sup>31</sup>                        |
| Groen gas        | 137                   | 9.424                                   | 70                                     |
| Groene waterstof | 137                   | 1.460                                   | 65                                     |

Tabel 1: Samenvatting benodigde hoeveelheid in PJ, landgebruik en beschikbaarheid per brandstof

Voor alle brandstoffen geldt allereerst dat deze tot 2030 beperkt beschikbaar zijn, en ook concurrentie ondervinden van andere toepassingen. Voor groene waterstof wordt echter opschaling verwacht na 2030, en bovendien kan dit op een duurzame manier worden geïmporteerd. Ten tweede zal, om de benodigde schaal te voorzien van brandstoffen, gebruik van pellets leiden tot grootschaliger landgebruik, zeker ten opzichte van groene waterstofproductie.

Het eindoordeel voor de beschikbaarheid van groene waterstof, groen gas en pellets staat in tabel 2.

|                                                                                  | Groene waterstof | Groen gas | Pellets   |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------|-----------|
| <b>Beschikbaarheid</b><br>huidig (2021) -> toekomstige<br>(vanaf 2030, tot 2050) | -- -> +          | -- -> -   | +/- -> -- |

Tabel 2: Conclusies over de (toekomstige) beschikbaarheid van pellets, groen gas en groene waterstof

## EFFECT OP BIODIVERSITEIT

Biodiversiteit heeft wereldwijd te lijden onder de grootschalige winning van grondstoffen. De mate waarin deze impact zich voordoet verschilt tussen de verschillende grondstoffen, en dus ook tussen de verschillende brandstoffen voor CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen. De impact op biodiversiteit is daarmee een belangrijke factor om mee te wegen in de keuzes.

### 2.2.1 Pellets

*Grote vraag naar biomassa kan leiden tot verlies van biodiversiteit*

In een energiesysteem dat voor een belangrijk deel zou leunen op biograndstoffen, is biomassaproductie op grote schaal nodig. Een dergelijke grote vraag naar biograndstoffen voor elektriciteit zou voor een belangrijk deel uit bosbeheergebieden kunnen komen, oftewel houtkap. Grootschalige houtkap kent een aantal serieuze duurzaamheidsrisico's. Dit zijn onder andere ontbossing en habitatverlies, het verslechteren van bodem- en waterkwaliteit, wereldwijd verlies aan soorten flora en fauna, verlies van voedsel- en waterzekerheid, en indirecte verandering van landgebruik.<sup>32</sup> Een dergelijke grote impact op biodiversiteit is niet eenvoudig te herstellen.

*Duurzaamheid bestaande pelletimport wordt betwist*

Vaste biomassa voor energie wordt in Nederland momenteel met name ingezet voor warmteopwekking. Dit is voor een groot deel biomassa afkomstig uit (lokale) reststromen. In 2019 kwam de meeste biomassa die in Nederland werd gebruikt uit regulier bos-, natuur- en landschapsbeheer, post-consumer hout en uit de agro-, food- en houtindustrie.

31) Strengers et al., 2020. Advies uitfasering houtige biograndstoffen voor warmtetoepassingen. PBL. Deze analyse geeft aan dat vanaf 2029, zodra de beschikkingen voor pelletimport stopgezet worden, pelletimport voor elektriciteitsproductie gelijk zal worden beëindigd.

32) Natuur & Milieu, 2020. Biomassavisie update 2020. De rol van biomassa in een duurzame economie.

Veel van deze biomassa wordt verwerkt en gebruikt binnen een straal van vaak maximaal 100 kilometer. Aan lokale en duurzame productie van biograndstoffen zijn niet altijd risico's voor biodiversiteitsverlies verbonden. Pellets voor elektriciteitstoepassingen worden, anders dan voor veel andere toepassingen, op dit moment volledig geïmporteerd.<sup>33</sup> Voor deze import moeten Nederlandse energiebedrijven aan strenge richtlijnen voldoen.<sup>34</sup> Biodiversiteit en bosbeheer spelen in deze richtlijnen een belangrijke rol.

Ondanks strenge regels kan grootschalige inzet voor elektriciteitsproductie met een dermate hoge vraag naar pellets gepaard gaan met grote risico's voor biodiversiteit. Een recent rapport van het Europese Joint Research Centre vergeleek 24 verschillende herkomstscenario's voor pellets op effect en biodiversiteit. Slechts drie van de scenario's hebben een neutraal of positief effect op biodiversiteit.<sup>35</sup> In een eerder onderzoek van Natuur & Milieu naar de oorsprong van biomassa voor bij- en meestook, wordt geconcludeerd dat de groeiende vraag naar pellets de houtkap in landen van herkomst mogelijk vergroot.<sup>36</sup> Onderdeel van regelgeving is ook het herplanten van bosbeheergebieden waar wordt gekapt voor het winnen van biograndstoffen. Het blijkt echter bijzonder lastig echt te bepalen in hoeverre dit voldoende gebeurt. Hoewel het verband tussen kaalkap en de in Europa toenemende vraag naar houtpellets moeilijk aan te tonen is (mede door een gebrek aan transparantie, zie daarvoor paragraaf 2.5), is het belangrijk om terughoudend te zijn met gebruik van pellets totdat duidelijkheid bestaat over de effecten op verlies van biodiversiteit in landen waaruit onder andere Nederland pellets importeert.

De schaal waarop pellets nodig zijn om regelbaar vermogen mee te produceren is dermate groot dat Nederland afhankelijk is van grootschalige import. Dit leidt tot grote risico's voor biodiversiteit in landen van herkomst.

### 2.2.2 Groen gas

*Biodiversiteitsrisico's afhankelijk van de schaal van inzet groen gas*

Of er risico's zijn voor biodiversiteit bij productie van groen gas, hangt net als bij pellets samen met de schaal waarop het wordt ingezet. Momenteel zijn er voor zover bekend geen risico's voor biodiversiteit als gevolg van productie van groen gas. Dit komt mede doordat er nu nog volledig uit reststromen kan worden geput. Problemen kunnen ontstaan wanneer de vraag groter wordt dan via reststromen kan worden ingevuld, en er geen rekening wordt gehouden met het aandeel reststromen dat niet beschikbaar is voor het op peil houden van bodemkwaliteit en biodiversiteit,<sup>37</sup> of voor circulair gebruik. Dit kan bij de omvang van vereiste beschikbaarheid leiden tot verlies van biodiversiteit en verslechtering van bodemkwaliteit.

### 2.2.3 Groene waterstof

*Groene-waterstofproductie heeft beperkt risico's voor biodiversiteit; negatieve gevolgen van de benodigde wind- en zonneparken kunnen vermeden worden*

De productie en gebruik van groene waterstof zelf leidt tot beperkte risico's voor biodiversiteit. Er zijn immers geen biograndstoffen voor nodig. Maar voor de productie van groene waterstof is veel hernieuwbare elektriciteit nodig. Grootschalige windparken op zee, of grootschalige zonnenvelden in en buiten Nederland, kunnen een negatieve impact hebben op biodiversiteit. Denk hierbij aan risico's voor (trek)vogels of voor natuurontwikkeling bij grote zonneparken.

Het is dan ook van groot belang dat de rijksoverheid, energiesector, wetenschap en maatschappelijke organisaties veel aandacht blijven vestigen op behoud en verbetering van biodiversiteit in combinatie met opwekking van hernieuwbare elektriciteit. Dit geldt niet alleen voor opwekking in Nederland, maar zeker ook voor hernieuwbare elektriciteit die Nederland importeert. Op dit moment worden er al veel inspanningen verricht om productie van

---

33) CE Delft, 2019. *Convenant Duurzame Biomassa, Jaarrapportage 2019 en mid-term evaluatie*

34) O.a. SDE-verificatieprotocol en certificeringseisen van FSC, SPB, PEFC.

35) Camia A., & al., 2021. *The use of woody biomass for energy purposes in the EU*, EUR 30548 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. ISBN 978-92-76-27867-2, doi:10.2760/831621, JRC122719

36) Natuur & Milieu, 2021. *'Factsheet oorsprong biomassa voor bij- en meestook.'*

37) CE Delft, 2020. *Potentieel van lokale biomassa en invoedlocaties van groen gas. Een verkenning voor 2030.*

hernieuwbare elektriciteit natuurinclusief in te richten. Zo zijn er gedragscodes Wind op Land<sup>38</sup> en Zon op Land.<sup>39</sup> Ook worden onder meer de cumulatieve effecten van wind op zee op onder andere de biodiversiteit onderzocht. Tot slot wordt er gewerkt aan natuurinclusiviteit bij windparken op zee. Het onderzoeksproject De Rijke Noordzee<sup>40</sup> kijkt naar het versterken van de biodiversiteit in de windparken op de Noordzee. Zo worden er kunstmatige riffen voor onder andere oesters en mosselen aangelegd bij windmolens.

## Resumerend

Het eindoordeel voor het effect op biodiversiteit van groene waterstof, groen gas en houtige biomassa staat in tabel 3.

|                                 | Groene waterstof | Groen gas | Pellets |
|---------------------------------|------------------|-----------|---------|
| <b>Effect op biodiversiteit</b> | +                | +/-       | -       |

Tabel 3: Conclusies over het effect van pellets, groen gas en groene waterstof op biodiversiteit

## KLIMAATWINST

Bij de keuzes voor brandstoffen voor regelbaar vermogen speelt de daadwerkelijke klimaatwinst ook een belangrijke rol. Als in de productieketens en het gebruik nog veel broeikasgassen vrijkomen, past de brandstof niet in een klimaat-neutraal energiesysteem. Hoe zit het met de effecten van biomassa, groen gas of groene waterstof op het klimaat?

### 2.3.1 Pellets

*Om klimaatverandering te verminderen is groei van bomen nodig in plaats van gebruik als brandstof*

Volgens de internationale afspraken rond emissieregistratie van CO<sub>2</sub> uit biomassa, mag aan de verbranding van biomassa een emissie van nul worden toegekend. Dit is gedaan om dubbeltelling te voorkomen, aangezien die CO<sub>2</sub> al geregistreerd wordt in het land waar de oogst van de biomassa plaatsvindt. Dit leidde ertoe dat ook in andere contexten, zoals bij verbranding van pellets voor energie, een CO<sub>2</sub>-emissie van nul wordt toegekend.<sup>41</sup>

Verschillende wetenschappelijke studies spreken deze benadering echter tegen. De hoogte van emissies uit biomassaverbranding bepalen is complex en afhankelijk van vele factoren. Meerdere studies laten echter een Global Warming Potential (GWP)<sup>42</sup> zien van tussen de 0 en 1,58. Bepaalde studies geven aan dat de GWP zit tussen 0 en 1, afhankelijk van de leeftijd van het hout dat wordt verwijderd.<sup>43</sup> Weer andere studies rekenen met een GWP hoger dan 1.<sup>44</sup> Dit is omdat rekening wordt gehouden met het feit dat door oogst van biomassa, CO<sub>2</sub>-opnamecapaciteit verloren gaat. Dat zou ook betekenen dat het negatieve klimaateffect van bio-energie groter is dan dat van energie uit fossiele bronnen.

Er wordt dus onvoldoende rekening gehouden met de manier waarop planten CO<sub>2</sub> vastleggen en de manier waarop bossen beheerd worden.<sup>45</sup> Voorstanders van de inzet van houtige biomassa voor energie halen aan dat als er organisch materiaal in bossen wordt achtergelaten, dit op termijn ook leidt tot CO<sub>2</sub>- en methaanuitstoot. Dit klopt maar gedeeltelijk: verbranding van biograndstoffen leidt tot veel snellere uitstoot van CO<sub>2</sub>.<sup>46</sup> En biograndstoffen achterlaten in bos- en natuurgebieden is essentieel voor het behoud van bodemkwaliteit, biodiversiteit en natuurlijke koolstofcycli. Kort gezegd: aangroei van bos (en dus opslag van CO<sub>2</sub>) houdt de kap en verbranding niet bij en resulteert per saldo in een negatief klimaateffect nu.

38) <https://www.natuurenmilieu.nl/themas/kenniscentrum/gedragscode-wind/>

39) <https://www.natuurenmilieu.nl/wp-content/uploads/2019/11/Gedragscode-zon-op-land-Holland-Solar-171019-definitief.pdf>

40) <https://www.derijkenoordzee.nl/>

41) Searchinger, T., & al., 2020. Comment on Strengers & Elzenga, Availability and applications of sustainable biomass (PBL 2020).

42) Aanduiding voor de mate waarin een broeikasgas kan bijdragen aan klimaatverandering. Aardopwarmingsvermogen van CO<sub>2</sub> staat gelijk aan 1. Dit betekent dat een GWP > 1 leidt tot opwarming van de aarde.

43) Cherubini, F., & al., 2011. CO<sub>2</sub> emissions from biomass combustion for bioenergy: atmospheric decay and contribution to global warming

44) Holtsmark, B., 2015. 'Quantifying the global warming potential of CO<sub>2</sub> emissions from wood fuels'. GCB Bioenergy.

45) Nabuurs, Croezen, Arets, 2014. Inzichtelijk maken van de maatschappelijke risico's van het opnemen van carbon debt vereisten. Alterra Wageningen UR

46) Camia A., & al., 2021



### 2.3.2 Groen gas

*Groen gas uit duurzame reststromen geen negatief klimaateffect*

Bij een circulair proces levert de verbranding van groen gas geen negatieve effecten op voor het klimaat. Als rioolslib, gft of ander organisch materiaal niet wordt verwerkt tot groen gas, zouden de broeikasgassen in dit materiaal op een later moment in de atmosfeer terechtkomen.

Dit geldt echter alleen bij duurzame productie van groen gas. Duurzame productie houdt in dat het afkomstig is uit rioolslib, mest, tuinafval of andere resten organisch materiaal dat volledig is afgedankt, en wanneer er geen concurrentie ontstaat met voedselproductie. In dat geval is de milieuwinst van groen gas ten opzichte van het gebruik van bijvoorbeeld aardgas groot. Belangrijke voorwaarde is dat er sprake blijft van gesloten kringlopen. Bijvoorbeeld: het digestaat, het restproduct dat achterblijft na vergisten, wordt gezien als een organische meststof. Alleen wanneer het digestaat uit de vergistingsinstallatie weer wordt teruggebracht op landbouwgrond en er geen extra meststoffen worden toegevoegd aan het systeem, is sprake van een gesloten kringloop.<sup>47</sup>

### 2.3.3 Groene waterstof

*Geen direct negatieve effecten van groene waterstof op klimaat*

Groene waterstof heeft bijna geen negatief effect op het klimaat. Daarom is het zo'n belangrijke schakel in de energietransitie. Groene waterstof wordt gemaakt van hernieuwbare stroom en water. Hierdoor komen er geen broeikasgassen vrij. Behalve voor de productie van de benodigde installaties: zonnepanelen, windmolens en elektrolyzers. Deze emissies zijn echter verwaarloosbaar in de hele keten en zullen ook afnemen als de productieprocessen verder verduurzamen.

Groene-waterstofproductie concurreert met directe toepassing van groene elektriciteit. Deze elektriciteit is tot 2030 nog te schaars om genoeg sectoren van de benodigde groene stroom te voorzien. Door de huidige efficiëntieverliezen in de productie van waterstof, kan bij te vroeg grootschalig gebruik van waterstofproductie een verplaatsingseffect optreden waardoor in andere sectoren geen groene elektriciteit beschikbaar is. Dit effect zal tijdelijk zijn in het proces naar grootschalige duurzame elektriciteitsproductie.

Daarnaast is het van belang dat de opgewekte stroom daadwerkelijk hernieuwbaar is om volledig CO<sub>2</sub>-vrij te zijn. Dat wil zeggen: aantoonbaar opgewekt met wind en zonne-energie. Hier is onafhankelijk toezicht nodig. Grijze waterstof gemaakt met aardgas, leidt per kilo waterstof tot ongeveer 10 kilo CO<sub>2</sub>-emissies. Ook waterstof geproduceerd met elektriciteit uit kolen of aardgas leidt tot additionele CO<sub>2</sub>-emissies. Een goed werkend (internationaal) keurmerk voor groene waterstof is daarom essentieel.<sup>48</sup>

### Resumerend

Het eindoordeel voor het effect op klimaat van groene waterstof, groen gas en houtige biomassa staat in tabel 4.

|                     | Groene waterstof | Groen gas | Pellets |
|---------------------|------------------|-----------|---------|
| <b>Klimaatwinst</b> | ++               | +         | -/+     |

Tabel 4: Conclusie over de klimaatwinst van pellets, groen gas en groene waterstof.

## KOSTEN

Voor een transitie naar een volledig hernieuwbaar en CO<sub>2</sub>-neutraal energiesysteem, zijn veel investeringen nodig. De kosten van brandstoffen voor regelbaar vermogen zijn daarom een belangrijke factor bij het kiezen. Brandstoffen die tot hogere externe kosten leiden (zoals maatschappelijke kosten, of schade aan biodiversiteit en gezondheid) zullen zo min mogelijk worden gestimuleerd, of er is mitigatie van de kosten nodig. Er wordt hier echter puur gekeken naar de te verwachte kosten van brandstoffen op basis van rapporten. Externe kosten zijn in deze analyse buiten beschouwing gelaten, maar bestaan wel degelijk.

47) Natuur & Milieu, 2011. Heldergroen gas. Een visie op de duurzaamheid van groen gas.

48) Natuur & Milieu, 2019. Verkennend onderzoek certificering waterstof.

### 2.4.1 Pellets

*Gebruik biomassa volledig afhankelijk van subsidies; geen kostendalingen te verwachten*

In een verkenning naar technieken voor CO<sub>2</sub>-vrije flexibele energietechnieken in opdracht van Natuur & Milieu, berekende CE Delft dat in 2030 de kosten van een biomassacentrale zullen liggen rond € 229 per MWh.<sup>49</sup> De Nederlandse inzet van pellets (en de import ervan) voor de opwekking van elektriciteit leunt volledig op subsidie. Zonder subsidie is er momenteel, en ook in de toekomst, geen verdienmodel. De verwachting is dat de huidige pelletimport dan ook volledig ophoudt zodra de SDE-beschikkingen in 2029 beëindigd zijn.<sup>50</sup> Er is ook geen aanleiding om te verwachten dat hierin door innovatie kostendalingen zullen optreden.<sup>51</sup> Zo kunnen kolencentrales niet veel efficiënter, en is er bijna geen verbetering in efficiëntie te behalen bij pellets als brandstof.

### 2.4.2 Groen gas

*Lichte kostendalingen te verwachten door hoger rendement vergassers*

Anders dan bij verbranding van pellets is er bij de productie van groen gas winst te behalen in kosteneffectiviteit en rendement. Dit zit hem met name in de ontwikkeling van kritische vergassers met hoger omzettingsrendement. CE Delft schat in dat de productiekosten van groen gas door deze ontwikkelingen omlaag kunnen van de huidige € 92 tot € 154 per MWh, naar € 26 tot € 41.<sup>52</sup> De kosten van gascentrales op groen gas zullen sterk afhankelijk zijn van het aantal vollasturen. Hoe meer uren een groengascentrale kan draaien, hoe lager de vaste kosten per opgewekte MWh. Ook zou het veel in kosten schelen om bestaande gascentrales op te bouwen in plaats van nieuwe centrales te bouwen. Samen met de operationele kosten van een centrale op groen gas, die vergelijkbaar zijn met die van een centrale op aardgas,<sup>53</sup> zijn de verwachte kosten van een centrale op groen gas in 2030 tussen de € 48 en € 74 per MWh.

### 2.4.3 Groene waterstof

*Groene waterstof is duur en zal het nog lang afleggen tegen aardgas. Daarom is beleid nodig om kostendalingen in gang te zetten*

De productiekosten van groene waterstof zijn in 2030 waarschijnlijk twee- tot driemaal hoger dan die van groen gas.<sup>54</sup> De kosten van gascentrales op groene waterstof zullen sterk afhankelijk zijn van het aantal vollasturen. Hoe meer uren een waterstofcentrale kan draaien, hoe lager de vaste kosten per opgewekte MWh. Ook zou het veel in kosten schelen om bestaande gascentrales op te bouwen in plaats van nieuwe centrales te bouwen. Veel hangt ook af van de toekomstige waterstofprijs. Afhankelijk van vele factoren schat CE Delft de kosten voor een omgebouwde gascentrale op groene waterstof in 2030 tussen de € 100 en € 146 per MWh.<sup>55</sup> Zie figuur 1 voor het overzicht in kosten.

Groene waterstof is nog duur, waardoor het nog niet kan concurreren met aardgas. Wanneer aardgas duurder wordt, bijvoorbeeld met inprizing van milieuschade door bijvoorbeeld een CO<sub>2</sub>-heffing, zal groene waterstof sneller in kosten dalen. De kosten van groene waterstof zijn, net als bij groen gas, een onzekere factor. De kosten van elektrolyse en productie van elektriciteit met waterstof kunnen nog sterk dalen door innovatie, verbetering in de technologie, opschaling, leereffecten en automatisering van de productie.<sup>56</sup> Zodoende kan groene waterstof in de toekomst concurreren met aardgas.<sup>57</sup>

49) CE Delft, 2020. Verkenning ontwikkeling CO<sub>2</sub>-vrije flexibele energietechnieken

50) Strengers, Elzenga, Hekkenberg, 2020. Advies uitfasering houtige biograndstoffen voor warmtetoepassingen. PBL.

51) CE Delft, 2020. Verkenning ontwikkeling CO<sub>2</sub>-vrije flexibele energietechnieken

52) CE Delft, 2018. Contouren Instrumenten Routekaart Groengas 2020-2050.

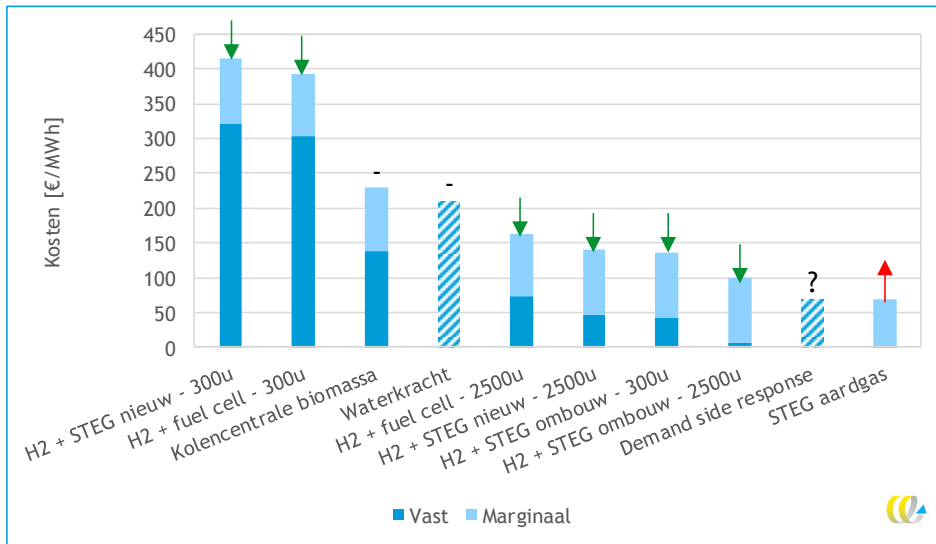
53) €3,64/MWh (gebaseerd op CE Delft, 2020, achtergronddata bij rapport Verkenning ontwikkeling CO<sub>2</sub>-vrije flexibele energietechnieken).

54) Blijkt uit een vergelijking tussen productiekosten groen gas en groene waterstof uit de CE Delft-rapporten (2018) en (2020). Hierbij wordt verwacht dat productiekosten groene waterstof in 2030 tussen de € 0,49 en € 0,73 per m<sup>3</sup> zullen zijn, ten opzichte van € 0,25 - € 0,40 per m<sup>3</sup> voor groen gas.

55) CE Delft, 2020. Verkenning ontwikkeling CO<sub>2</sub>-vrije flexibele energietechnieken

56) Idem

57) CE Delft, 2020. Toepassingen en beschikbaarheid duurzame biomassa. p 78.



**Figuur 1:** Marginale en vaste kosten van technieken voor CO<sub>2</sub>-vrije flexibel vermogen bij om in te springen bij tekorten (in 2029). Bron: CE Delft, 2020. Nieuwe centrales op waterstof met minder draaiuren hebben hoge vaste kosten. Meer draaiuren en ombouw van bestaande centrales<sup>58</sup> reduceren de kosten aanzienlijk. De pijlen geven aan dat er een kostenreductie verwacht wordt. Dit geldt niet voor biomassacentrales: de kosten hiervoor blijven onverminderd hoog. Door beleid (bijvoorbeeld een prijs voor CO<sub>2</sub>) zal aardgas duurder worden.

## Resumerend

| Brandstof        | Kosten per MWh (brandstof + operationeel) |
|------------------|-------------------------------------------|
| Pellets          | € 229                                     |
| Groen gas        | € 48-74                                   |
| Groene waterstof | € 100-147                                 |

**Tabel 5:** Overzicht inschatting kosten per brandstof in 2030

Het eindoordeel voor kosten van groene waterstof, groen gas en houtige biomassa staat in tabel 6.

|               | Groene waterstof | Groen gas | Pellets |
|---------------|------------------|-----------|---------|
| <b>Kosten</b> | +/-              | +         | -       |

**Tabel 6:** Conclusies over de kosten van pellets, groen gas en groene waterstof.

## KETENTRANSPARANTIE

Om te monitoren hoe duurzaam brandstoffen zijn en wat hun effect is op klimaat en biodiversiteit, is het van belang dat de hele bijbehorende keten voldoende transparant is. Transparantie is ook van belang voor draagvlak en voor het verkrijgen van subsidies en investeringszekerheid. Transparantie wordt gewaarborgd door mee te doen aan certificeringen, door onafhankelijke toezichthouders te betrekken, door inzichten te geven in locaties en volume van brandstofstromen, en door te rapporteren over gebruik.

### Pellets

*Pelletketen niet transparant, zowel oorsprong, type restproducten als (lokale) monitoring*

Natuur & Milieu heeft de oorsprong onderzocht van pellets die worden meegestookt in Nederlandse kolencentrales.<sup>59</sup> Hieruit bleek dat de hele (import)keten op veel vlakken onvoldoende transparant is.

<sup>58</sup>) STEG-centrale: afgekort voor stoom- en gasturbine. Dit is een elektriciteitscentrale waarbij de tweede turbine (een stoomturbine) wordt aangedreven door restwarmte van de eerste turbine (gasturbine). Deze techniek verhoogt het rendement.

<sup>59</sup>) Natuur & Milieu, 2021. 'Factsheet biogrondstoffen voor Nederlandse kolencentrales.'

Zo is niet duidelijk te achterhalen (op gebiedsniveau) waar biograndstoffen voor pellets vandaan komen. Hierdoor is het niet mogelijk eventuele misstanden in houtkap die mede het gevolg zijn van de Nederlandse vraag naar pellets, te koppelen aan import. Ook het Europese gemeenschappelijk centrum voor onderzoek (EU Joint Research Centre) concludeert dat van 20 procent van de houtproducten in Europa de herkomst niet te achterhalen is.<sup>60</sup> In de pelletketen wordt voornamelijk gebruikgemaakt van 'resthout'. Dit zou met name zaagsel zijn en andere restproducten uit de houtverwerkende industrie. Het gaat echter om dermate grote hoeveelheden dat de vrees bestaat dat er ook bomen worden verwerkt die bijvoorbeeld te klein, knoestig of rot zijn voor bouwmaterialen. De internationale definitie van 'resthout' is onduidelijk.

Er is verder veel controle op naleving van regels en eisen voor certificeringen. In Nederland zijn regels extra streng, om aanspraak te kunnen maken op SDE-subsidies. Maar monitoring van deze certificeringen vindt vooral op papier plaats. Met andere woorden: of gecertificeerde biomassa ook daadwerkelijk in de praktijk aan alle criteria voldoet, is onduidelijk. Er is onvoldoende bekend over monitoring ter plaatste en het daadwerkelijke effect van pelletproductie op (lokale) natuur en biodiversiteit. Het gevolg van deze onvoldoende transparante keten is dat hij op onvoldoende draagvlak kan rekenen, en daarmee niet toekomstbestendig is. Voor een toekomstbestendig energiesysteem waarvan biograndstoffen onderdeel uitmaken, is het nodig dat aangetoond wordt dat er geen schadelijke effecten zijn op klimaat en biodiversiteit. Dit is onvoldoende het geval.

### 2.5.2 Groen gas

Voor groen gas is het mogelijk (maar niet verplicht) om een duurzaamheidsschema toe te passen op Garanties van Oorsprong (GvO). In de Europese Hernieuwbare Energierichtlijn (REDII) is bepaald dat stroom en gas alleen het predicaat hernieuwbaar mogen hebben als dat met GvO's is onderbouwd. Een groen gas-certificaat bewijst dat een bepaalde hoeveelheid gas op een 'groene' wijze is geproduceerd in een daarvoor erkende installatie, uit bekende grondstoffen en op een bekende datum. Deze GvO's worden afgegeven door Vertogas, die daarmee bijdraagt aan transparantie. Groen gas wordt niet geïmporteerd; dat maakt het, vergeleken met pellets, eenvoudiger om herkomst en duurzaamheid te monitoren.

Transparantie is in de groen-gasketen in Nederland overigens nog niet helemaal op orde. Zo kwam in 2019 aan het licht dat er op grote schaal werd gefraudeerd met mest en subsidies gericht op vergisting.<sup>61</sup> Na deze voorbeelden bleek dat co-vergisting nog fraudegevoelig is. Dit geeft het belang van transparantie aan, waarmee fraude met subsidies voorkomen kan worden en er toezicht op duurzaamheid van ketens mogelijk is.

### Groene waterstof

*Groene-waterstofketen nog niet ontwikkeld; transparantie van groot belang*

De groene-waterstofketen wordt nu ontwikkeld. Het is van belang om dit transparant te doen om echte duurzaamheid te waarborgen. Zoals beschreven in paragraaf 2.3.3 is het belangrijk dat de herkomst van hernieuwbare stroom voor waterstofproductie volledig zichtbaar is om te voorkomen dat er waterstof wordt gemaakt met grijze stroom.

Momenteel wordt er in Nederland veel stroom vergoend met Garanties van Oorsprong die in het buitenland als restproduct goedkoop zijn op te halen. Dit zijn certificaten die leveranciers kunnen kopen om daarmee de ingekochte stroom groen te maken. Een dergelijk GVO zegt onvoldoende over de mate van duurzaamheid van de stroom. Ze leidt ook onvoldoende tot additionele investeringen in groene stroom en productie van groene waterstof.

Een dergelijk systeem mag er niet komen voor productie van waterstof. Er is een systeem nodig dat daadwerkelijk kan aantonen dat waterstof wordt gemaakt met groene stroom, met behulp van bijvoorbeeld Power Purchase Agreements (PPA's). Het feit dat deze keten nog in ontwikkeling is, biedt veel kansen om transparantie van meet af aan te waarborgen. Er lopen meerdere onderzoeken over hoe een degelijk certificeringssysteem voor groene waterstof op te zetten.

---

60) Camia A., & al. 2021

61) <https://www.nrc.nl/nieuws/2019/06/27/om-internationale-criminele-organisatie-fraudeerde-met-mest-a3965321> & <https://www.volkskrant.nl/nieuws-achtergrond/mestfabrieken-zijn-omgeven-met-fraude-en-verzet-waarom-wil-de-overheid-zo-graag-openen~b157902d/>



## Resumerend

Het eindoordeel over de transparantie in de ketens van groene waterstof, groen gas en houtige biomassa staat in tabel 7.

|                           | Groene waterstof | Groen gas | Pellets |
|---------------------------|------------------|-----------|---------|
| <b>Ketentransparantie</b> | ++               | +/-       | -       |

Tabel 7: Conclusies over de transparantie van de bijbehorende ketens van pellets, groen gas en groene waterstof.

## OP- EN AFSCHAKELTIJD

Niet elk type brandstof is even geschikt voor regelbaar vermogen. De tijd die een centrale nodig heeft om met een bepaald type brandstof op- of af te schakelen, is van belang om mee te wegen. Centrales met een korte opstarttijd kunnen snel tot volle belasting komen. Een snelle opstart verbetert de operationele flexibiliteit van een centrale aanzienlijk en zorgen er voor dat een centrale snel kan op- of afschakelen bij tekorten en overschotten op het elektriciteitsnet.<sup>62</sup>

### 2.6.1 Pellets

Kolencentrales hebben een lange opstarttijd vergeleken met gascentrales (2 tot 10 uur).<sup>63</sup> Pellets worden uitsluitend in kolencentrales meegestookt, dus de beperkingen in op- en afschakeltijd voor kolen en biomassa-centrales zijn hetzelfde. Vanwege deze technische beperkingen richten kolencentrales zich voornamelijk op basislastproductie – de minimale elektriciteitsvraag die continu nodig is – van elektriciteit. Er zijn aanzienlijke kosten verbonden aan het opstarten en pauzeren van generatoren, wat grote invloed heeft op hun flexibiliteit.<sup>64</sup> In de flexibiliteitsmonitor van TenneT<sup>65</sup> worden kolencentrales dan ook niet genoemd als optie voor flexibele elektriciteitsproductie. Dit type centrale kan echter gebruikt worden om in te springen bij langdurige tekorten.

### 2.6.2 Groen gas

Gascentrales (zoals STEG) spelen al een aanzienlijke rol in regelbare elektriciteitsproductie, en zullen dat blijven doen. STEG-centrales zijn in staat om vele malen sneller te reageren op flexibiliteitsbehoeftes in vergelijking met kolencentrales (30 minuten tot 3 uur). Ontwerp- en operationele wijzigingen aan deze eenheden kunnen de algehele flexibiliteit nog sterk verbeteren.<sup>66</sup> Op termijn is het technisch mogelijk om groen gas in te zetten in regelbare centrales.

### 2.6.3 Groene waterstof

Voor groene waterstof geldt dezelfde conclusie als voor groen gas. Technisch is het mogelijk gascentrales op waterstof te laten draaien. Het vraagt om een aanpassing aan het type brander, maar het grootste deel van een gascentrale hoeft er niet voor te worden aangepast.<sup>67</sup>

## Resumerend

Het eindoordeel over de op- en afschakeltijd voor centrales op groene waterstof, groen gas en houtige biomassa staat in tabel 8.

|                             | Groene waterstof | Groen gas | Pellets |
|-----------------------------|------------------|-----------|---------|
| <b>Op- en afschakeltijd</b> | ++               | ++        | -       |

Tabel 8: Conclusies over de op- en afschakeltijd van centrales op pellets, groen gas en groene waterstof.

62) IRENA, 2019. *Innovation landscape brief: Flexibility in conventional power plants*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi

63) Idem

64) TenneT, 2019. *TenneT Flexibility Monitor. A first step towards quantifying flexibility in the Dutch electricity system*.

65) Idem

66) IRENA, 2019

67) Ansaldo Energia, 2020. 'High hydrogen gas turbine retrofit to eliminate carbon emissions',

<https://www.ansaldoenergia.com/Pages/High-Hydrogen-Gas-Turbine-Retrofit-to-Eliminate-Carbon-Emissions.aspx>

## CONCLUSIE

|                                                                              | Groene waterstof | Groen gas | Pellets   |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------|-----------|
| <b>Beschikbaarheid brandstoffen</b><br>(huidige -> toekomstige (vanaf 2030)) | -- -> +          | -- -> -   | +/- -> -- |
| <b>Effect op biodiversiteit</b>                                              | +                | +/-       | -         |
| <b>Klimaatwinst</b>                                                          | ++               | +         | +/-       |
| <b>Kosten</b>                                                                | +/-              | +         | -         |
| <b>Ketentransparantie</b>                                                    | ++               | +/-       | -         |
| <b>Op- en afschakeltijd</b>                                                  | ++               | ++        | -         |

Tabel 9: Concluderende tabel afweging tussen pellets, groen gas en groene waterstof voor regelbaar vermogen

Regelbaar vermogen is onmisbaar voor de energietransitie. Zonder dat kan er niet volledig worden gerekend op wind- en zonne-energie. Regelbaar vermogen zal CO<sub>2</sub>-vrij moeten zijn om toe te kunnen werken naar een energiesysteem zonder aardgas en kolen. Centrales spelen hier nu al een belangrijke rol in, en zullen dat blijven doen.

De te verwachten vraag naar regelbaar elektrisch vermogen in 2050 bedraagt naar verwachting 33 tot 71 TWh. Voor een CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem zal het gebruik van aardgas worden afgebouwd. Centrales zonder aardgas of kolen zouden kunnen draaien op pellets, groen gas of groene waterstof. Deze paper vergelijkt deze drie brandstoffen op de toekomstige beschikbaarheid, de effecten op biodiversiteit, klimaatwinst, kosten, transparantie en op- en afschakeltijd van bijbehorende centrales.

Uit deze vergelijking blijkt dat op alle indicatoren het gebruik van pellets voor regelbare elektriciteitsproductie onverstandig is. Daarom rijst de vraag of stimuleren van deze centrales verstandig is voor CO<sub>2</sub>-vrije regelbare elektriciteitsproductie, en de bijbehorende subsidies.

Groen gas leidt tot minder problemen voor wat betreft biodiversiteit, klimaatwinst, kosten, ketentransparantie en op- en afschakeltijd dan centrales op vaste biomassa (pellets). Ook is er door innovatie nog kostenreductie te verwachten, maar de schaal waarop groen gas beschikbaar is, nu en in de toekomst, is een beperkende factor. Groen gas heeft nu een klein aandeel in de Nederlandse energiemix en de verwachting is dat dit onvoldoende zal groeien als Nederland meer toewerkt naar een circulaire economie en kringlooplandbouw. Grootschalige import van groen gas is niet mogelijk, en de binnenlandse productie kan niet worden opgeschaald zonder schade aan biodiversiteit en milieu. Groen gas zal daarom beperkt ingezet kunnen worden in regelbare energiecentrales.

Centrales die op groene waterstof kunnen draaien zijn schoner dan centrales met pellets of groen gas, met minder effect op klimaat en biodiversiteit. De beperkte beschikbaarheid van groene waterstof, de kosten en de grote vraag naar hernieuwbare elektriciteit remmen momenteel de toepassing ervan. Door opschaling en innovatie zijn daar echter meer verbeteringen te verwachten dan voor groen gas en pellets. Waterstof heeft naast CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen ook tal van andere toepassingen binnen de energietransitie. Het kan worden gebruikt in de (chemische) industrie, en voor het verduurzamen van intercontinentale lucht- en scheepvaart. De verwachting is daarom dat na 2030 waterstof op grote schaal ontwikkeld wordt, met significante kostenreducties als gevolg. Doordat waterstofproductie ook met duurzame elektriciteitsproductie verder is op te schalen, lijkt het verstandig om toe te werken naar een energiesysteem waar waterstof wordt gebruikt voor CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen.

## AANBEVELINGEN AAN DE RIJKSOVERHEID

Uit onze vergelijking komt naar voren dat stimulering van CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen het meest zinvol kan worden gericht op de ontwikkeling van beschikbaarheid en inzet van groene waterstof. Voor groen gas is het minder zinvol, en voor pellets niet zinvol.

Natuur & Milieu doet hiervoor de volgende aanbevelingen aan de Rijksoverheid.

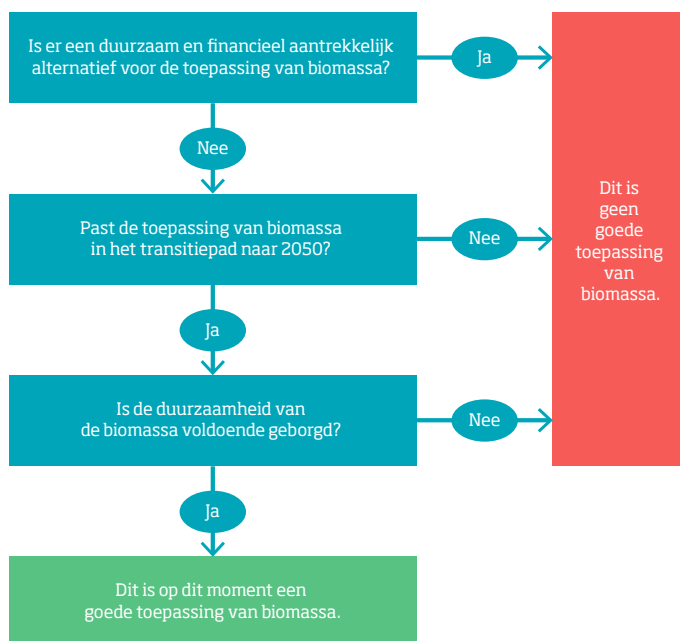
- 1.** Voer techniekspecifiek gedreven innovatie- en stimuleringsbeleid, gericht op de ontwikkeling van de beschikbaarheid, en introduceer prijsprikkels voor groene waterstof. Maak als overheid keuzes en bied duidelijkheid aan de markt. Ondersteunend beleid is nodig om de productie van groene waterstof op te schalen. De beschikbaarheid van groene waterstof hangt sterk af van de ontwikkeling van hernieuwbare elektriciteitsproductie. Om genoeg groene waterstof te kunnen maken in Nederland, zijn er namelijk meer windmolenparken nodig dan nu voorgenomen en uiteindelijk meer dan Nederland zelf zou kunnen produceren. Vandaar dat import van groene waterstof ook een belangrijke rol zal spelen.
- 2.** Er lopen momenteel tot 2029 subsidies ter ondersteuning van het bij- en meestoken van biomassa in kolen-centrales. Uit deze analyse blijkt echter dat het subsidiëren van groene waterstof voor CO<sub>2</sub>-vrije regelbare elektriciteitsproductie toekomstbestendiger is. Bouw daarom subsidie voor biomassa bij- en meestook af, en stimuleer en investeer meer in groene-waterstofproductie.
- 3.** Groene waterstof zal lang schaars blijven. Volg daarom de stappen van de waterstofladder van Natuur & Milieu. CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen met groene waterstof is hierbij een van de meest essentiële sectoren waar groene waterstof kan worden ingezet. Ook is inzet nodig op andere technieken voor flexibiliteit, zoals batterijopslag, om de rol van regelbaar vermogen te reduceren tot een minimum. Zet daarom ook maximaal in op opslag van elektriciteit, interconnecties met buurlanden en vraagsturing. Dit is essentieel om niet méér groene waterstof dan nodig te gebruiken voor regelbare elektriciteitsproductie.
- 4.** Zorg dat gascentrales waterstofready gemaakt worden door aan de slag te gaan met demonstratieprojecten. Leer over het toepassen van waterstof in bestaande gascentrales. Kijk daarbij ook naar ontwikkelingen in het buitenland. Stel heldere doelen, en zorg dat er vanaf 2030 CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen beschikbaar is, dat zich verder kan ontwikkelen richting 2050. Ontwikkel hiervoor ook een waterstofmarkt, met voldoende productie, import, infrastructuur en een waterstofbackbone. Maak dit onderdeel van een ambitieus waterstofprogramma.
- 5.** Zet niet in op biograndstoffen als transitiebrandstof. De keuzes die we nu maken bepalen voor een belangrijk deel welke toekomstige opties voor CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen beschikbaar zullen zijn. Als er nu geïnvesteerd wordt in biograndstoffen voor regelbare elektriciteitsproductie, bestaat er een kans dat we hiervan afhankelijk blijven. We kunnen dan in een lock-in terechtkomen. Stimuleer in plaats van biograndstoffen als transitiebrandstof andere transitiemiddelen die innovatie echt stimuleren. Dat kan tijdelijk gebruik van blauwe waterstof zijn, om de waterstofketen op te zetten en technieken te ontwikkelen voordat er voldoende groene stroom beschikbaar is voor groene waterstofproductie. Ook kan gedacht worden aan hybride centrales (gedeeltelijk aardgas, gedeeltelijk waterstof) om te leren over de route naar CO<sub>2</sub>-vrije regelbare opwekking voordat er voldoende groene waterstof beschikbaar is.

# APPENDIX

## APPENDIX 1: AFWEGINGSKADER BIOGRONDSTOFFEN EN DE ROL VAN BIOGRONDSTOFFEN IN ENERGIEVOORZIENING

Op basis van maatschappelijk toegevoegde waarde, cascadering<sup>68</sup> en de beschikbaarheid van alternatieven is gekomen tot de volgende prioritering van toepassingen van biograndstof:

1. Landbouw (bodemverbeteraar);
2. Voedsel;
3. Veevoer;
4. Materiaal (inclusief chemie);
5. Hoge-temperatuurwarmte industrie;
6. Mobiliteit en transport;
7. Warmte voor de gebouwde omgeving;
8. Elektriciteitsproductie en overige warmteproductie.



Figuur 2: Afwegingskader toepassing biomassa<sup>69</sup>

### Hoogwaardige inzet van biomassa

Uit bovenstaande prioritering blijkt dat elektriciteitsproductie met pellets de meest laagwaardige toepassing is van biomassa. Het leidt niet tot een circulair systeem waarbij reststromen weer opnieuw in een cyclus terecht komen. Bovendien zijn voor energie schonere alternatieven beschikbaar. Natuur & Milieu pleit er daarom voor de beschikbare biomassa zo hoogwaardig mogelijk in te zetten, en voor de energievraag andere alternatieven te ontwikkelen. Als rekening wordt gehouden met hoogwaardige toepassing van biomassa, zal het voor elektriciteitsproductie bijna niet beschikbaar zijn. Dit zal in de toekomst niet veranderen. Het is namelijk niet te verwachten dat er meer biomassa beschikbaar zal komen door innovatie. Het tegenovergestelde is zelfs eerder het geval: biomassa is vaak een restproduct. In een circulaire economie, ook een belangrijke ambitie voor Nederland, zullen er minder restproducten zijn, en daarmee ook minder pellets om als brandstof te gebruiken.

68) Een grondstof zo vaak en zo nuttig mogelijk gebruiken; bijvoorbeeld eerst als constructiehout, daarna als meubelhout en uiteindelijk als brandhout

69) Natuur & Milieu, 2020. Biomassavisie update 2020. De rol van biomassa in een duurzame economie.  
<https://www.natuurenmilieu.nl/wp-content/uploads/2020/06/NM-Biomassa-visie-2020.pdf>

## Biomassa voor energiedoelinden

Is er dan geen enkele toepassing voor biomassa voor energie? Dat wel. Biomassa kan op beperkte schaal duurzaam geproduceerd worden, en bijdragen aan een circulaire economie. Duurzame biomassa kan bestaan uit reststromen (bijvoorbeeld zaagsel), waarvoor na cascadering geen enkele andere rol is dan verbranden of vergisten,<sup>70</sup> en vervolgens worden ingezet voor energieopwekking.

Het is verstandig om ook hier een duurzame herkomst te kunnen garanderen. Duurzame biomassa is in zulke kleine hoeveelheden beschikbaar, dat ook hier prioriteiten moeten worden bepaald. Voor het leveren van piekwarmte in warmtenetten tijdens koude winterdagen zijn nu nog onvoldoende duurzame alternatieven beschikbaar. Daarom zou een beperkte hoeveelheid biomassa hier een rol kunnen krijgen.<sup>71</sup> Uit de 'Biomassavisie' van Natuur & Milieu<sup>72</sup> blijkt dat er voor elektriciteitsproductie op termijn geen biomassa overblijft.

## APPENDIX 2: WATERSTOFLADDER

De waterstofladder is gebaseerd op de vraag in hoeverre er per sector alternatieven zijn voor groene waterstof. Zo is het verstandig geen waterstof te gebruiken om auto's op te laten rijden, omdat dit veel efficiënter kan door direct op stroom te rijden. Voor de industrie (als grondstof, of om hoge temperaturen mee te bereiken) zijn (nog) geen duurzame alternatieven beschikbaar; dit is daarom de belangrijkste sector om groene waterstof in te zetten. Flexibele opwekking van elektriciteit is de op één na belangrijkste toepassing voor waterstof. Er zijn namelijk onvoldoende duurzame alternatieven om op de benodigde schaal te voorzien in flexibele opwek.

| <br><b>ESSENTIEEL</b>                                     | <br><b>BELANGRIJK</b>                                                                                                                                         | <br><b>MOGELIJK</b>                                                                               | <br><b>BEPERKT</b>                               | <br><b>GERING</b>                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Dit zijn de meest prioritaire toepassingen van waterstof, waar op termijn geen duurzame alternatieven voor zijn.</p>                     | <p>De alternatieven, die op termijn beschikbaar komen, zijn in de meeste gevallen niet meer geschikt dan waterstof.</p>                                                                                                                         | <p>De alternatieven die op termijn beschikbaar komen, kunnen in gevallen meer geschikt zijn dan waterstof, in andere gevallen zal waterstof de meest geschikte toepassing zijn.</p> | <p>De alternatieven die op termijn beschikbaar komen, zijn in de meeste gevallen meer geschikt dan waterstof.</p>                  | <p>Voor deze toepassingen bestaan al geschikte duurzame alternatieven.</p>                                                                                                                                                            |
| <b>Toepassing</b>                                                                                                                           | <b>Toepassing</b>                                                                                                                                                                                                                               | <b>Toepassing</b>                                                                                                                                                                   | <b>Toepassing</b>                                                                                                                  | <b>Toepassing</b>                                                                                                                                                                                                                     |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Grondstof productie kunstmest</li> <li>2 Zeer hoge temperatuur industriële proceswarmte</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Grondstof in plastic- en staalindustrie ter vervanging van fossiele grondstof</li> <li>2 Balansfunctie energie-infrastructuur (bufferfunctie)</li> <li>3 Intercontinentaal vliegen en varen</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Niches gebouwde omgeving</li> <li>2 Binnenvaart</li> <li>3 Continentaal vliegen</li> </ol>                                                 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Hoge temperatuur industriële proceswarmte</li> <li>2 Internationaal wegvervoer</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Lage temperatuur industriële proceswarmte</li> <li>2 Verwarmen, douchen, koken</li> <li>3 Regionaal en nationaal wegvervoer</li> <li>4 Treinen, regionale bussen, personenvervoer</li> </ol> |
| <b>Mogelijke alternatieven</b>                                                                                                              | <b>Mogelijke alternatieven</b>                                                                                                                                                                                                                  | <b>Mogelijke alternatieven</b>                                                                                                                                                      | <b>Mogelijke alternatieven</b>                                                                                                     | <b>Mogelijke alternatieven</b>                                                                                                                                                                                                        |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Geen alternatief</li> <li>2 Geen reële grootschalige alternatieven</li> </ol>                      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Recycling</li> <li>2 Batterijopslag; Netverzwaringen; Afschakelen hernieuwbare productie</li> <li>3 Geen grootschalige alternatieven</li> </ol>                                                        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Elektrisch verwarmen, warmtenetten</li> <li>2 Elektrische scheepvaart</li> <li>3 Elektrisch vliegen, trein</li> </ol>                      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Hoge temperatuur warmtepompen</li> <li>2 Elektrisch vervoer</li> </ol>                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Elektrisch verwarmen</li> <li>2 Elektrisch verwarmen</li> <li>3 Elektrisch vervoer</li> <li>4 Elektrisch vervoer</li> </ol>                                                                  |

Figuur 3: Waterstofladder Natuur & Milieu, 2020

70) Produceren van groen gas

71) <https://www.natuurenmilieu.nl/nieuwsberichten/naar-een-miljoen-woningen-op-een-warmtenet-in-2030/>

72) Natuur & Milieu, 2020. Biomassavisie update 2020. De rol van biomassa in een duurzame economie. <https://www.natuurenmilieu.nl/wp-content/uploads/2020/06/NM-Biomassa-visie-2020.pdf>



**Colofon**

Natuur & Milieu  
Utrecht, juni 2021

**Vormgeving**

DeUitwerkStudio

**Contact**

E-mail: [info@natuurenmilieu.nl](mailto:info@natuurenmilieu.nl)  
Telefoon: +31 (0)30 233 13 28

**NATUUR  
& MILIEU**