

GROEN GAS: FEITEN & CIJFERS

INLEIDING	2
1. 100 procent duurzame energie kan niet zonder groen gas	3
2. Grondstoffen voor groen gas komen uit de regio	5
3. De broeikasbalans van groen gas is (sterk) positief	6
4. Groen gas benut bestaande gasinfrastructuur optimaal	7
5. Mestvergisting in de kringlooplandbouw.....	8
6. Professionalisering van de vergistingssector is nodig	9
7. Geen concurrentie om grondstoffen.....	10
8. Groen gas kan goedkoper worden	11
9. Driedubbele inzet van sector en beleid is nodig	12
Referenties	13
Bijlage 1: begeleidingsgroep.....	14

Mei 2020

INLEIDING

Biogas is gas dat uit reststromen van duurzame biomassa wordt gemaakt. Elk scenario voor een toekomstige 100 procent duurzame energievoorziening bevat biogas. De vervanging van fossiele brandstoffen door biogas vermindert de uitstoot van broeikasgassen sterk.

Voor Nederland wordt de behoefte aan biogas in 2050 indicatief ingeschat op 250 Peta Joule (PJ). Het Klimaatakkoord wil in 2030 70 PJ biogas realiseren, met de kwaliteit van aardgas. Er zijn in potentie voldoende biomassareststromen beschikbaar in Nederland om dat doel te realiseren.

De productie van biogas in 2018 bedroeg 14 PJ. Dat zal in 2022 groeien naar 17 PJ, door projecten die in aanbouw zijn of onlangs in productie zijn gegaan. Wordt dat tempo doorgetrokken naar 2030, dan zal hooguit een derde van de doelstelling in 2030 worden gerealiseerd.

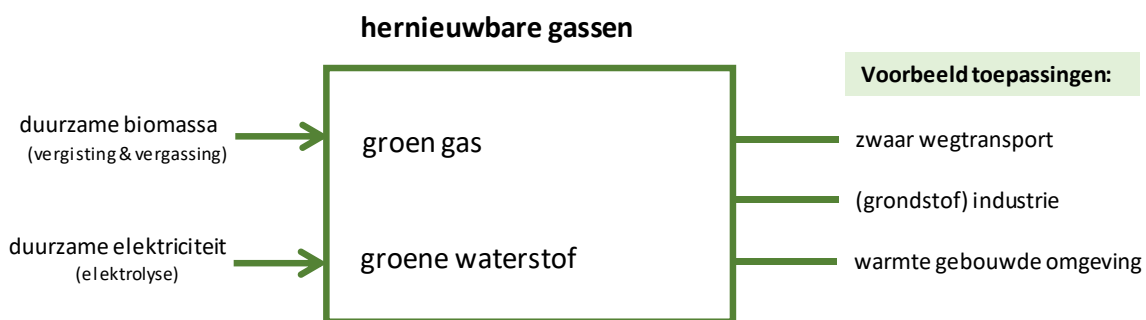
Om de doelstelling uit het Klimaatakkoord te halen is dus een forse groeistimulans nodig. Dat vraagt actie, van de overheid en van de groengassector. Beleidsinstrumenten zullen meer zekerheid aan de markt voor biogas moeten geven en de spelers in de markt moeten beter gaan samenwerken.

Dit document geeft een kort overzicht van de ontwikkelingen in biogas en gaat in op een aantal maatschappelijke vragen. Het document is opgesteld door de NVDE, in samenspraak met een begeleidingsgroep van deskundigen.

1. 100 procent duurzame energie kan niet zonder groen gas

De woorden hernieuwbaar gas, biogas en groen gas worden vaak naast en door elkaar gebruikt. Dat kan verwarrend zijn. Daarom eerst een korte uitleg.

Hernieuwbare gassen zijn gassen die op basis van duurzame elektriciteit of duurzame biomassa worden gemaakt. Uit duurzame elektriciteit kan door elektrolyse groene waterstof (H₂) worden gemaakt. En door vergisting en vergassingsprocessen kan uit biomassa biogas worden gemaakt. Biogas bevat ongeveer 50-60 procent methaan. Wanneer dat biogas wordt opgewerkt tot de kwaliteit van het huidige fossiele aardgas, dan noemen we dat groen gas.

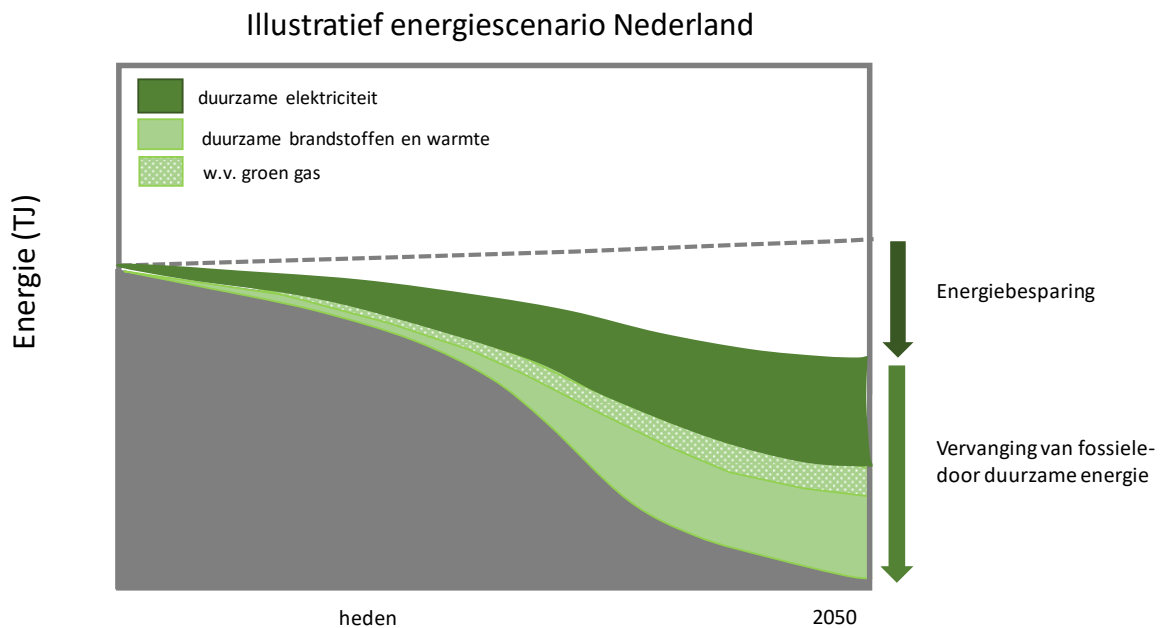


Dit document gaat over het gas dat uit duurzame biomassa kan worden gemaakt. **Voor de eenvoud gebruiken we daarvoor in het vervolg van dit document alleen het woord groen gas.**

Groen gas maakt deel uit van alle modelscenario's die een toekomstig klimaatneutraal energiesysteem verkennen [1,2,3,4]. Het is een kosteneffectieve én noodzakelijke optie in de energietransitie. Daarnaast moet alles uit de kast worden gehaald om energie te besparen, processen te elektrificeren, duurzame elektriciteit op te wekken en duurzame warmte uit de bodem, water en lucht te benutten (*figuur 1*). Voor Nederland zijn er verschillende inschattingen gemaakt van de groen gas behoefte in 2050 voor energie in grondstoffen in 2050 [5,6,7]. Gemiddeld is dat circa 240 PJ¹ [8].

In de modelscenario's wordt groen gas ingezet als brandstof in het zware transport op de weg, als koolstofhoudende grondstof ('feedstock') voor producten uit de chemische industrie en voor verwarming van woningen en gebouwen in stadskernen en buitengebieden. Daar kan een (kleine) elektrische warmtepomp worden gecombineerd met een HR-ketel op groengas. De warmtepomp levert op de meeste dagen voldoende warmte; op koude dagen springt de groengasketel bij.

¹ PJ staat voor Peta Joule. 1 PJ komt overeen met 28,4 miljoen m³ groen gas van aardgaskwaliteit.



Figuur 1. Illustratief energiescenario voor Nederland (o.b.v. finale energie [8]).

Groen gas is een relatief goedkope optie omdat het volledig inpasbaar is in de bestaande aardgasinfrastructuur en -toepassingen. Uiteraard moet het groen gas met een zo klein mogelijke footprint geproduceerd worden. Dat kan door de benodigde biomassa zoveel mogelijk uit Nederland te halen en echte reststromen te gebruiken.

Het Klimaatakkoord noemt de ambitie om in 2030 70 PJ (2 miljard m³) groen gas met aardgaskwaliteit te realiseren. In 2018 is dat 5 PJ, op een totale groengasproductie van 14 PJ.

2. Grondstoffen voor groen gas komen uit de regio

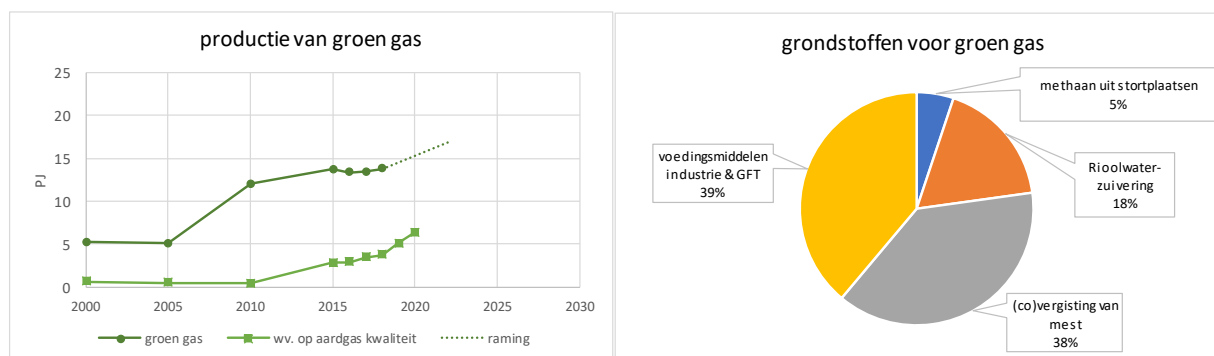
In Nederland wordt jaarlijks circa 14 PJ groen gas geproduceerd. Twee derde daarvan wordt gebruikt om duurzame elektriciteit en warmte te produceren, vaak gecombineerd in een Warmte Kracht Installatie (WKK). Eén derde wordt opgewerkt tot aardgaskwaliteit en op het gasnet gevoed. In toenemende mate schakelen groen gas producenten over van het produceren van elektriciteit en warmte naar het leveren van groen gas op het gasnet (*figuur 2*).

Alle groen gas wordt momenteel geproduceerd in *vergisters*. De organische grondstoffen voor deze installaties zijn met name mest, GFT, reststromen uit de landbouw en voedselindustrie en slib uit riool- en afvalwaterzuiveringsinstallaties. Er zijn in Nederland ongeveer 300 vergistingsinstallaties, 200 daarvan staan bij zuiveringsinstallaties van riool- en afvalwater en circa 100 bij bedrijven in de industrie of landbouw [5,6]. Daarnaast wordt in afvalstortplaatsen het groen gas verzameld dat uit vergisting in de stortplaats is ontstaan.

De grondstoffen voor deze installaties komen meestal uit de regio. Een vuistregel voor de maximale transportafstand is 100 km, daarboven wordt transport te duur. Dat betekent dat grondstoffen soms ook uit buurlanden komen.

Binnenkort kan in Nederland ook groen gas wordt geproduceerd uit vergassing; bij hoge temperatuur of hoge druk. De vergassingstechnologie is nog in ontwikkeling. Vergassingstechnologieën kunnen een breed pallet van organische reststromen aan. Houtige biomassa kan bij hoge temperatuur vergast worden, terwijl de zogenoemde superkritische watervergassing juist natte biomassa zoals mest, groenafval en riolslib kan benutten.

Momenteel is een vijftiental grote vergisters in aanbouw en worden twee demonstratie-installaties voor vergassing gebouwd. Hierdoor zal de productie van groen gas de komende twee jaar met circa 3 PJ toenemen².



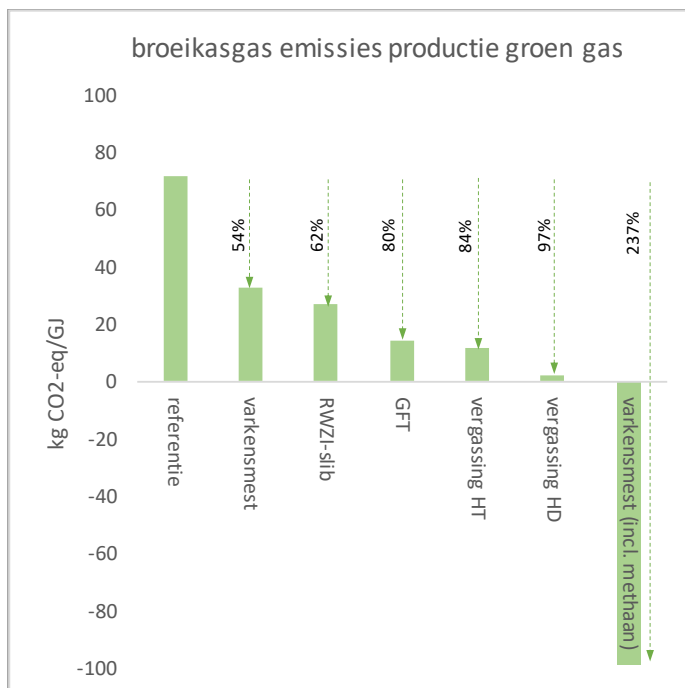
Figuur 2. Productie van groen gas in Nederland (links) en grondstoffen (rechts) [10,11]

² Schatting o.b.v. [10]. Nagegaan is, welke 'beschikte' projecten die volgens RVO nog niet gerealiseerd zijn, daadwerkelijk in aanbouw zijn.

3. De broeikasbalans van groen gas is (sterk) positief

Landelijk gemiddeld bespaart de productie van groen gas momenteel 68 procent CO₂ [12]. De besparing wordt berekend door de broeikasgasemissies in groengasketens af te zetten tegen een fossiele referentiesituatie. Die referentie is vastgelegd in de Europese Richtlijn voor hernieuwbare energie. Voor individuele technieken en installaties varieert die besparing tussen de 54 en 80 procent. Nieuwe vergassingstechnieken bereiken een reductie van 83-97 procent, zie *figuur 3* [13]³.

Bij de productie van groengas uit mestvergisting worden ook andere broeikasgassen gereduceerd. Mest kan op een landbouwbedrijf op twee manieren worden benut. In de reguliere route wordt de mest opgeslagen en op een later tijdstip uitgereden op het land. In de alternatieve route wordt de mest vergist en wordt het restant dat overblijft na vergisting, het zogenoemde digestaat, als mest uitgereden. Daarbij komt minder methaan vrij dan in de reguliere route. De broeikasgasbalans van vergisting wordt daardoor veel gunstiger, zie *figuur 3*. Deze reducties kennen wel een grote onzekerheid. Een vuistregel is dat de methaanreductie groter is, naarmate de mest die vergist wordt verser is.



Figuur 3. Broeikasgasreducties in groen gas ketens t.o.v. de fossiele referentie [12,13]. De negatieve waarde betekent een netto vastlegging van broeikasgas in de keten.

Klimaatakkoord ambitie van 70 PJ groengas geeft 4,6 Mton broeikasgasreductie

CE Delft [25] heeft uitgerekend dat door het realiseren van 70 PJ groen gas in 2030 er 3,6 Mton CO₂-emissie wordt vermeden. Wanneer groen gas uit mest wordt geproduceerd wordt ook methaanemissie vermeden. De totale methaan emissie in de mestketen (stal, opslag, uitrijden) in Nederland is 3,9 Mton CO₂e [14]. Wanneer in 2030 een kwart van alle mest vergist wordt, dan wordt daarmee 1 Mton CO₂-eq gereduceerd.

³ De berekeningen van CE Delft zijn inclusief de opwerking tot groen gas van aardgaskwaliteit.

4. Groen gas benut bestaande gasinfrastructuur optimaal

Groen gas dat is opgewerkt tot de kwaliteit van aardgas kan direct worden ingevoed in de gasnetten van netbeheerders. Dit gebeurt voornamelijk in de distributienetten van regionale netbeheerders, die vaak dichtbij een productielocatie van groen gas liggen. Hierdoor hoeft het gas minder sterk gecomprimeerd te worden dan in het hoge-druk transportnetwerk van de landelijke netbeheerder.

De productie van groen gas is constant over het jaar, maar de vraag naar gas is in de zomer beperkt. Hierdoor kan het nu al voorkomen dat de lokale gasproductie te hoog is om in het dichtstbijzijnde distributienet te kunnen invoeden. Een oplossing is het koppelen van lokale netten, waardoor er meer mogelijkheden ontstaan om vraag en aanbod bij elkaar te brengen. Een andere mogelijkheid is om tweerichtingsverkeer in het gasnet mogelijk te maken. Dit kan met groengasboosters, die het gas op hogere druk brengen zodat het ingevoed kan worden op het landelijke gasnet. Via het gasnet kan het gas in heel Nederland worden afgezet. Op de lange termijn is het ook mogelijk om overschotten van groen gas op te slaan als strategische reserves, zoals nu ook met aardgas gebeurt. Dat geeft flexibiliteit in het afstemmen van vraag en aanbod door het hele jaar heen.

De netbeheerders zijn bereid om tussen nu en 2030 €300 miljoen te investeren in met name groengasboosters [15]. Dat is voldoende om de volledige voorgenomen groei van groen gas te transporteren naar de afnemers.



Foto: eerste groengasbooster in Nederland in Wijster (foto: RTV Drenthe)

5. Mestvergisting in de kringlooplandbouw

Met vergisting van mest wordt duurzame energie geproduceerd en methaanuitstoot voorkomen. De broeikasgasbalans van mestvergisting is daardoor gunstig (zie hoofdstuk 3). Toch zijn er vragen over verschillende aspecten van de duurzaamheid van mestvergisting. Daarop gaan we hier in.

Mest wordt op twee manieren vergist. In co-vergisters, waarin het aandeel mest minimaal 50 procent is en in mono-vergisters waarin het aandeel mest minimaal 95 procent is. Voor de toevoeging van co-producten aan mestvergisting zijn strenge regels opgenomen in de [Meststoffenwet](#). Die regels zijn gebaseerd op duurzame bescherming van de bodem. Het restproduct van vergisting, het digestaat, mag namelijk als meststof aan de bodem worden toegediend.

Mestvergisting heeft geen direct effect op de grootte van de veestapel in Nederland. Die wordt namelijk primair gestuurd door de hoeveelheid dier- en fosfaatrechten. Mestvergisting heeft ook weinig invloed op het mestoverschot. Want, wanneer mest vergist wordt dan is het digestaat volgens de wetgeving nog steeds mest. Bij co-vergisting neemt het mestoverschot wel toe, omdat ook de stikstof en fosfaat in het co-vergistingmateriaal als mest gaan tellen.

In 2018 werd circa 2 procent van de totale mestproductie in Nederland vergist [11]. Door de bouw van enkele grote mestvergisters zal dat percentage de komende jaren toenemen naar circa 4 procent⁴.

Het digestaat heeft een lager koolstofgehalte dan mest, immers een deel van de organische koolstof is in de vergister omgezet in methaan. De vraag is of de koolstofvoorraad en de bodemvruchtbaarheid van landbouwbodems daardoor niet gaan afnemen. Uit praktijkonderzoek van Wageningen University & Research blijkt dat één jaar na toediening het effect van digestaat op de organische stof in de bodem niet veel anders is dan van onbehandelde mest⁵. Dat komt doordat de organische koolstof in niet-vergiste mest, die direct aan de bodem wordt toegediend, ook grotendeels snel afbreekt en als CO₂ in de lucht verdwijnt. Dat proces wordt mineralisatie genoemd.

Digestaat kan ook verder worden opgewerkt tot een zuivere meststof [17]. In 2022 treedt [EU-wetgeving](#) in werking waarmee een Europese open markt gecreëerd wordt voor die meststoffen [16]. Producten uit mestverwerking kunnen dan binnen Europa verhandeld worden wanneer ze voldoen aan strikte criteria, waarvoor certificering door een erkend instituut nodig is. Daarnaast wordt in [Brussel](#) gewerkt aan wetgeving om deze meststoffen het nieuwe predicaat RENURE te geven [18]. De speciale ruimte die EU-wetgeving nu nog geeft voor toepassing van kunstmest kan dan ook worden ingevuld door deze RENURE. Daarmee kan de vraag naar traditionele kunstmest (uit aardgas) afnemen en wordt het nutriëntenoverschot (overbemesting) kleiner.

De WUR heeft als uitwerking van het Klimaatakkoord een viertal scenario's gemaakt voor de Nederlands landbouw in 2050 [19]. Daarin wordt de voer-mest kringloop zoveel mogelijk binnen (Noordwest-)Europa gesloten. De verwerking en export van mest past binnen die scenario's, zo vermeldt de studie. De hierboven genoemde EU-wetgeving geeft het wettelijke kader daarvoor.

⁴ Inschatting o.b.v. [10]

⁵ Persoonlijk mededeling Gerard Velthof, Wageningen Environmental Research

6. Professionalisering van de vergistingssector is nodig

Specifiek bij de co-vergisting van mest heeft de problematiek van fraude met co-producten gespeeld, waarbij afval werd weggemengd in vergistingsinstallaties [20]. Dit kon voor toeleverancier en afnemer financieel attractief zijn. Overtredingen hebben de afgelopen jaren aandacht gekregen in de media, de Tweede Kamer en de rechtspraak.

Dit gebeurde tegen de achtergrond van een zeer complexe wet- en regelgeving voor co-vergisters. Grondstoffen, installatie én de producten (groen gas en digestaat) moeten aan verschillende wetten en regels voldoen, zoals de Meststoffenwet, de Wet Milieubeheer, de Afvalstoffenwet en SDE-subsidieregels. De uitvoering en handhaving daarvan door overheidsinstanties waren versnipperd.

Naar aanleiding van de geschetste problematiek heeft de overheid een aantal maatregelen genomen [21,22]. Bevoegde gezagen hebben een nieuwe handreiking gekregen over co-vergisting, o.b.v. de meest recente kennis. Daardoor kan de regelgeving meer eenduidig worden uitgevoerd. De SDE-subsidie voor vergisters kan door RVO worden gekort, stopgezet of ingetrokken als de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) bij controles constateert dat vergisters de wetgeving overtreden. En in een aantal regio's wordt door de verschillende overheidsinstellingen voor vergunningverlening, toezicht, handhaving en subsidieverlening, intensiever samengewerkt. Onlangs constateerde de minister dat mede door deze maatregelen het aantal fraudezaken duidelijk is afgenomen [22].

Naast de bovengenoemde overheidsmaatregelen werkt de vergistingssector zelf aan verdere professionalisering. De sector heeft momenteel een drietal brancheorganisaties die zijn ontstaan vanuit verschillende achtergronden. Die organisaties zijn in gesprek om hun samenwerking te versterken en door te groeien naar één professionele organisatievorm, waarin kennis en vragen van de markt en de overheid bij elkaar kunnen komen.

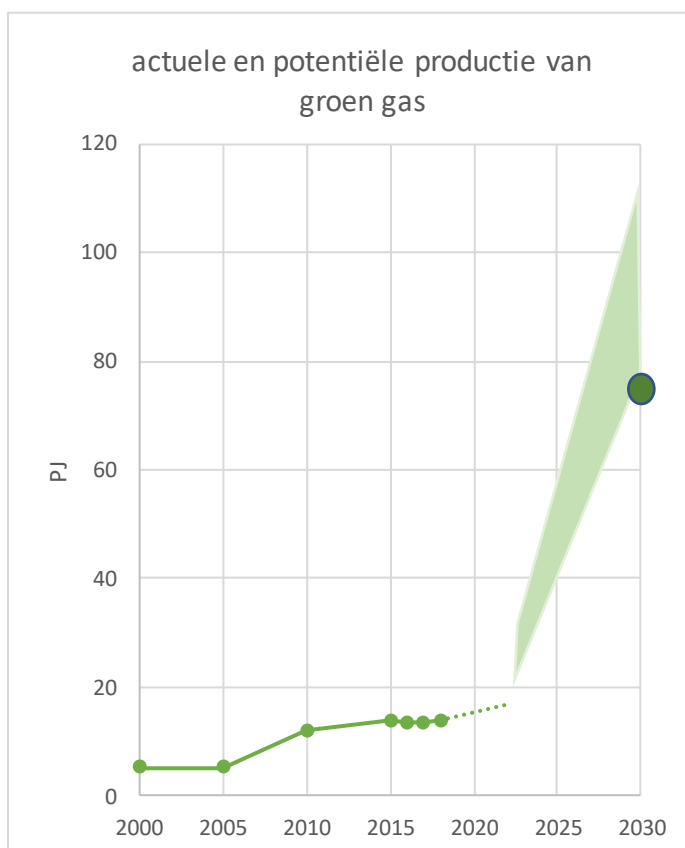
Een andere initiatief dat momenteel verkend wordt is het opstellen van een *gedragscode* met maatschappelijke organisaties. Daarin kunnen bijvoorbeeld afspraken worden opgenomen over grondstoffen en productielocaties. Ook start binnenkort een traject waarin groengasorganisaties een gemeenschappelijke feitenbasis gaan inrichten ('panorama'), die ook publiek toegankelijk wordt.

7. Geen concurrentie om grondstoffen

Het is belangrijk dat schaarse biomassastromen getrappt worden toegepast. Dit wordt ook wel ‘cascadering’ genoemd. Biomassareststromen voor de productie van groen gas mogen dan niet concurreren met toepassingen in hogere cascades, zoals die van bodemverbeteraar, voedsel, veevoer of materialen [23]. Tegelijkertijd moet voorkomen worden dat afvalstoffen onrechtmatig worden gebruikt voor energieopwekking (zie vorige hoofdstuk).

Diverse studies hebben volgens bovenstaande principes geschat hoeveel biomassa uit Nederland beschikbaar kan komen voor de productie van groengas, gekoppeld aan een inschatting van de maximale groeisnelheid van de productiecapaciteit [6, 9, 24, 25]. Daaruit volgt het beeld dat is weergegeven in *figuur 4*.

De figuur laat zien dat de ambitie van groen gas uit het Klimaatakkoord van 70PJ in 2030 realiseerbaar is, maar ook dicht bij de potentiële productie ligt (zie *hoofdstuk 9*). Groeipotentie is er met name in het vergisten van mest en het vergassen van stromen als rioolslib, GFT en houtige biomassa.

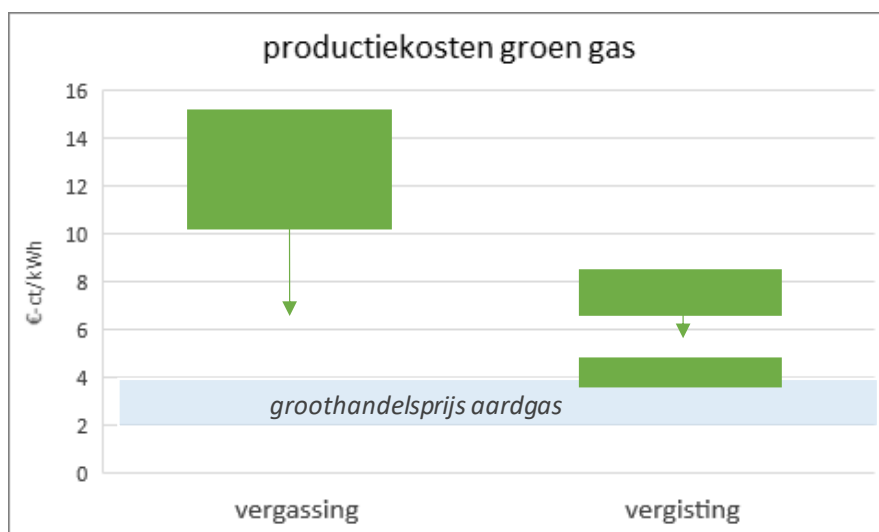


Figuur 4: groen gas uit biomassa: gerealiseerd (groene lijn), geraamd (stippellijn), potentieel (groene vlak) en de ambitie van groen gas voor 2030 uit het Klimaatakkoord (groene stip) [6, 9, 24, 25].

8. Groen gas kan goedkoper worden

De kosten van groengasproductie zijn vrijwel altijd hoger dan die van het fossiele aardgas, zie *figuur 5*. Om projecten voor groen gas toch rendabel te maken wordt dit kostenverschil overbrugd door de SDE-subsidie. Wanneer de productiecosten van groen gas dalen of de prijs van aardgas stijgt, is er minder subsidie nodig.

De technologieën voor vergassing van biomassa bij hoge temperatuur en/of druk zijn nog volop in ontwikkeling. Door verdere verbeteringen in de efficiency van de conversie en door het opschalen van de productiecapaciteit kunnen de kosten voor vergassing in de komende decennia halveren. Bij vergisting is er minder kostendaling mogelijk. Die zal met name moeten komen uit verdere schaalvergroting, kleine verbeteringen in de conversie van biomassa naar gas, bijvoorbeeld door zo vers mogelijke mest te vergisten, en een betere verwaarding van het digestaat als meststof [3, 7].



Figuur 5: productiekosten van groen gas uit vergassing en vergisting (in €/ct/kWh). Onderste groene balk bij vergisting is slib-vergisting, de bovenste balk zijn de overige vergistings-categorieën [26,27]. De pijlen tonen de geschatte lange termijn kostenreductie [3,7]. De blauwe balk geeft de geraamde groothandelsprijzen van aardgas in 2030 [28].

Installaties voor groen gas: schaal en locatie

Vergisters worden steeds groter. De eerste vergisters in Nederland zijn gebouwd voor de vergisting van zuiveringsslib of mest en produceerden een paar honderd Nm³ groen gas per uur. De nieuwste vergisters produceren een paar duizend Nm³ groen gas per uur. Van een nevenactiviteit is het nu vaak een hoofdactiviteit geworden. Grote installaties profiteren van schaalvoordelen en het runnen daarvan vraagt professionele kennis van de technologie en de reststromenmarkt. Bij vergassingstechnieken gaat het om industriële processen die gebruik maken van hoge temperatuur en/of druk. Daar is schaalgrootte een essentiële voorwaarde om tot een rendabele exploitatie te kunnen komen.

Grote installaties hebben veel biomassa nodig. Dat kan oplopen tot enkele honderdduizenden tonnen per jaar. Als gevolg daarvan staan deze installaties ofwel dicht bij de plek waar de biomassa vrij komt, of dicht bij de plaats waar het restproduct (digestaat) gebruikt kan worden. In het laatste geval dus dicht bij akkerbouwgebieden. In de huidige praktijk stranden groengasinitiatieven regelmatig omdat de beoogde productielocaties (te) uiteindelijk niet geschikt blijken. Een oplossing zou kunnen zijn dat de overheid specifieke locaties voor groengasproductie reserveert, vergelijkbaar met de wind op zee benadering. Dat kan ook bijdragen aan kostenreductie en professionalisering van de sector.

Soms kan het overigens verstandig zijn om juist kleinschalig te vergisten. Bijvoorbeeld veehouders die graag verse mest willen vergisten en het digestaat zelf goed kunnen gebruiken. Ook veel moderne afvalwaterzuiveringen hebben kleine geïntegreerde vergisters

9. Driedubbele inzet van sector en beleid is nodig

Het versnellen van de productie van groen gas richting de ambitie voor 2030 uit het Klimaatakkoord is een enorme uitdaging. Bij de huidige marktontwikkelingen zal in 2030 hoogstens een derde van de ambitie bereikt worden. Dat komt door een aantal factoren.

Reststromen van biomassa zijn er in potentie genoeg, maar dat betekent niet dat die eenvoudig beschikbaar zijn voor de productie van groen gas. Mest is een potentiële groeimarkt voor vergisting. Dat blijkt uit het feit dat er momenteel een handvol grote mestvergisters wordt gebouwd (zie hoofdstuk 2). Maar een vergelijkbaar aantal mestvergisters zal ondanks een subsidietoezegging niet gerealiseerd worden, omdat omwonenden zich verzetten tegen de komst van een vergister, de verleende vergunning wordt aangevochten of doordat de financiering niet rond komt van vanwege onzekere mestcontracten.

De financiering van projecten voor groengas kan moeilijk zijn omdat SDE-tarieven veranderen tijdens de vaak lange voorbereidingstrajecten van projecten. Daarnaast werkt de markt van biomassa-reststromen, bijvoorbeeld afgekeurde partijen uit de agro- en voedselindustrie, veelal niet via lange termijn contracten maar via lange termijn *contacten*. Dat verhoogt het risico van de ondernemer en de betrokken investeerders. Ook werken de onzekerheden in de veehouderijsector door in de vergistingsbranche. Het landelijke beleid voor stikstof kan leiden tot een reductie van de veestapel, waardoor het mestoverschot (voor vergisting en verwerking) zal verminderen.

In potentie kunnen de nieuwe vergassingstechnologieën meer reststromen benutten én in potentie deze efficiënter omzetten. Met de twee proefinstallaties die nu gebouwd worden zal op korte termijn maximaal 0,8 PJ groen gas geproduceerd worden [10]. In de toekomstverkenningen wordt aan deze technologieën de grootste groeisprong toebedacht [6,7,9,24,25]. Het is dus belangrijk dat de proefinstallaties hun potentie snel in de praktijk gaan tonen.

Om de productie van groengas te versnellen naar de ambitie van 70 PJ in 2030 is een stevig en samenhangend beleidspakket nodig, waardoor de business case voor groen gas projecten verbetert. Minister Wiebes geeft in zijn Routekaart Groen Gas aan dat hij zo'n pakket gaat uitwerken [29]. De NVDE en haar leden worden graag betrokken bij die uitwerking, gericht op een beleidsmix en inspanning van de sector die driemaal effectiever wordt.

Referenties

1. WWF/Ecofys (2011). The Energy Report
2. Dagnachew A.G. et al. (2019), Insight into Energy Scenarios: A comparison of key transition indicators of 2 °C scenarios. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague.
3. Navigant (2019). Gas for Climate. The optimal role for gas in a net-zero emissions energy system
4. Ros, J.en B. Daniëls (2017), Verkenning van klimaatdoelen, Den Haag: PBLPlanbureau voor de Leefomgeving.
5. Berenschot (2018). Richting 2050: systeemkeuzes en afhankelijkheden in de energietransitie.
6. Hoogervorst, N. et al. (2020), Startanalyse aardgasvrije wijken, Den Haag: PBL.
7. Green Liasons (2018) De Gemeeynt
8. Berenschot en Kalavasta (2020). Scenariostudie ten behoeve van de integrale infrastructuurverkenning 2030-2050
9. Groen Gas Forum (2014) Routekaart hernieuwbaar gas.
10. RVO (2020) SDE+, projecten in beheer, januari 2020
11. CBS (2019). Hernieuwbare energie in Nederland 2018.
12. Stimular & CE Delft (2020). Update emissiecijfers groen gas
13. CE Delft (2019) CO2 balansen groen gasketens
14. RIVM (2019). Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990–2017. National Inventory Report 2019. 15 April 2019 Version. RIVM Report 2019-0020
15. Netbeheer Nederland (2018). Advies: ‘creëren voldoende invoedruimte voor groen gas’
16. <https://www.mestverwaarding.nl/kenniscentrum/489/eu-meststoffenverordening-definitief-gepubliceerd-ingangsdatum-16-juli-2022>
17. Zie bijvoorbeeld: <https://www.groenemineralecentrale.nl/nl>
18. <https://www.mestverwaarding.nl/kenniscentrum/830/kunstmestvervangers-geen-kunstmest-geen-dierlijke-mest-maar-renure>
19. Lesschen et al. (2020). Scenariostudie perspectief voor ontwikkelrichtingen Nederlandse landbouw in 2050. Wageningen Environmental Research, Rapport 2984.
20. Bestuurlijk signaal co-vergisting (2016, [2018](#))
21. Tweede Kamer, vergaderjaar 2018–2019, 33 037, nr. 364
22. Tweede Kamer, vergaderjaar 2018–2019, 31 239, nr. 302
23. Natuur & Milieu (2018) Biomassavisie 2018
24. Energieakkoord. Versnellingsstafel vergisting en vergassing ([Groen gas Nederland](#))
25. CE Delft (2018). Contouren en instrumenten voor een Routekaart Groen gas 2020-2050
26. ECN (2016). Eindadvies basisbedragen SDE+ 2016. ECN-E--15-052
27. Lensink, S. (2020), Eindadvies Basisbedragen SDE++ 2020, Den Haag: PBL.
28. Schoots, K. & P. Hammingh (2019), Klimaat- en Energieverkenning 2019, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
29. Ministerie van Economische Zaken (2020). Routekaart Groen Gas. DGKE-WO / 20088513.

Bijlage 1: begeleidingsgroep

- Harry van der Geest (N-tra)
- Roelf Tiktak (Gasunie)
- Tjeerd Smit (Host B.V.)
- Ruud Paap (Groen Gas Nederland)
- Niels Peters (Aben B.V.)
- Alexander Savelkoul (Enpuls)
- Silvan de Boer (Eneco)
- Marc Londo, Ria Kalf (NVDE)
- Hoofdstuk mestvergisting: Jan Roefs (Nederlands Centrum voor Mestverwaarding)

Dit document is opgesteld door Bart Wesselink (NVDE)