



Potentieel van lokale biomassa en invoedlocaties van groengas

Een verkenning voor 2030



Committed to the Environment

Potentieel van lokale biomassa en invoedlocaties van groengas

Een verkenning voor 2030

Dit rapport is geschreven door:
Reinier van der Veen, Nanda Naber, Cor Leguijt

Delft, CE Delft, januari 2020

Publicatienummer: 20.190281.008

Biomassa / Reststoffen / Vergisten / Vergassen / Biogas / Energievoorziening / Distributie / Groengas

Opdrachtgever: Netbeheer Nederland

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider [Cor Leguijt](#) (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoud

	Samenvatting	4
	Afkortingen	7
1	Introductie	8
	1.1 Aanleiding	8
	1.2 Doel en onderzoeksvraag	8
	1.3 Methodiek en leeswijzer	9
2	Afbakening	10
	2.1 Zichtjaar	10
	2.2 Gebiedsniveau	10
	2.3 Biomassastromen	10
	2.4 Economisch beschikbare biomassa	11
	2.5 Conversietechnieken	11
	2.6 Invoedlocaties	11
	2.7 Scenario's	12
3	Bepaling van lokale biomassa	16
	3.1 Biomassamodel	16
	3.2 Technisch beschikbare biomassa	16
	3.3 Economisch beschikbare biomassa	19
4	Allocatie van biomassa aan installaties	27
	4.1 Bestaande en geplande installaties	27
	4.2 Installaties per scenario	31
	4.3 Allocatiemodel	32
	4.4 Allocatie van biomassa	33
	4.5 Plaatsbepaling nieuwe installaties	35
	4.6 Invoedlocaties en -capaciteiten	36
5	Resultaten	37
	5.1 Groengaspotentieel	37
	5.2 Allocatie	44
	5.3 Groengasinstallaties	44
	5.4 Groengasproductie	46
	5.5 Gevoeligheidsanalyse	47
6	Reflectie	49
	6.1 Scenariobeelden	49
	6.2 Betrouwbaarheid van resultaten	49
	6.3 Vergelijking met andere prognoses	51



7	Conclusie	55
	Bibliografie	57
A	Biomassastromen	59
B	Nieuwe conversietechnieken	63
	B.1 Hogedrukvergisting (AHPD)	63
	B.2 Mestvergassing	64
	B.3 Superkritische watervergassing	64
	B.4 Houtvergassing	64
	B.5 Hogedrukhydrolyse	66
C	Bepaling van economisch beschikbare biomassa	67
D	Beschrijving van allocatiemodel	69
E	Allocatie van biomassa	71
	E.1 Scenario A - mest	72
	E.2 Scenario A - overige natte biomassa	72
	E.3 Scenario A - hout	73
	E.4 Scenario B - mest	75
	E.5 Scenario B - overige natte biomassa	76
F	Kaarten van groengaspotentieel	79
G	Resultatentabellen	91



Samenvatting

Ambitie van 2 bcm groengas in 2030 is alleen haalbaar onder voorwaarden

In het Klimaatakkoord is de ambitie uitgesproken om 2 miljard kubieke meter (bcm) aan groengasproductie te realiseren in Nederland in 2030. In deze studie voor Netbeheer Nederland komt naar voren dat in een business-as-usual-scenario deze ambitie niet in zicht komt. Echter, bij sterk ondersteunend beleid voor groengas en realisatie van innovatieve vergassingstechnieken, kan 2 bcm groengasproductie in 2030 worden gerealiseerd, gebruikmakend van lokale biomassa-reststromen.

Doel en scope

In de studie is verkend hoeveel groengas uit lokale biomassa zou kunnen worden ingevoerd in het openbare aardgasnet in 2030 en wat de locaties van invoeding zouden kunnen zijn. Hiervoor is bestudeerd hoeveel biomassa er economisch beschikbaar kan komen voor groengasproductie en -invoeding in 2030. De studie beperkt zich tot biomassa-reststromen. Bij de bepaling van economisch beschikbare biomassa is rekening gehouden met de vraag naar biomassa voor andere toepassingen. De biomassa-stromen en invoedlocaties zijn ingeschat op Postcode4-niveau.

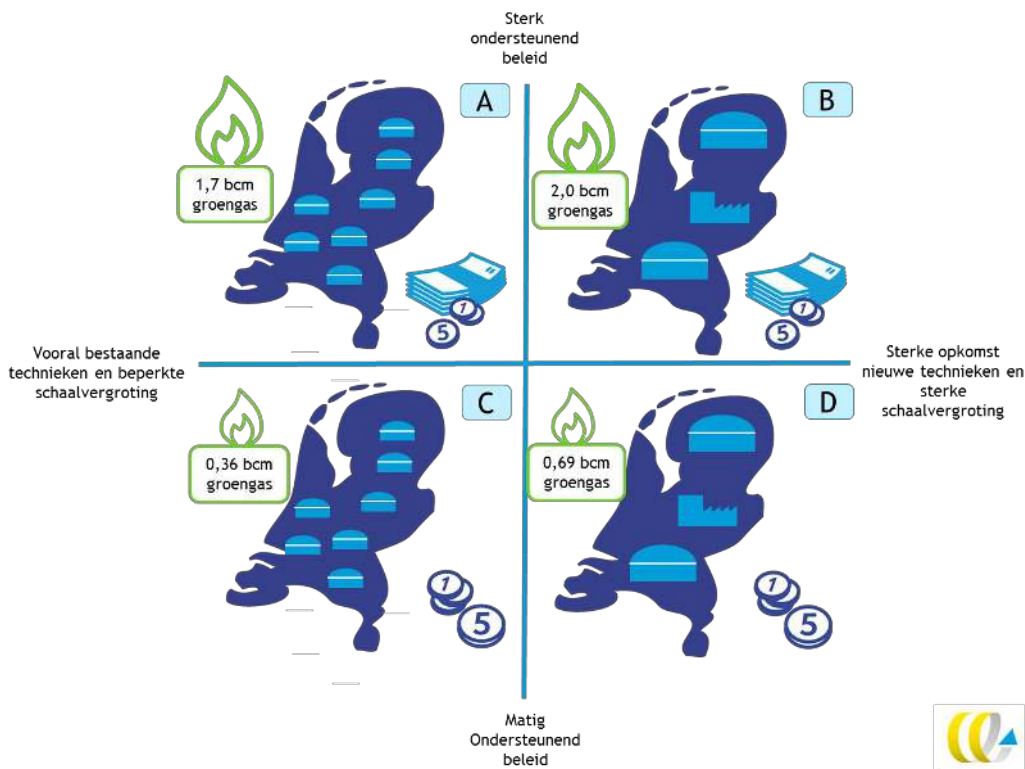
Methodiek

De verkenning is uitgevoerd met behulp van vier scenario's, waarin de mate van ondersteunend beleid voor groengasproductie en de mate van schaalvergroting en totstandkoming van installaties op basis van nieuwe conversietechnieken zijn gevarieerd. Na de bepaling van economisch beschikbare biomassa-hoeveelheden per biomassa-stroom zijn aan de hand van een lijst met bestaande en geplande vergistings- en vergassingsinstallaties lokale biomassa-stromen aan naburige installaties toegewezen. In gebieden waar nog biomassa resteert zijn nieuwe installaties geplaatst, waarna de groengasproductie is bepaald.

Groengasproductie per scenario

De groengasproductie is ingeschat op 0,36 tot 2,0 miljard kubieke meter (bcm) groengas. De nationale ambitie uit het Klimaatakkoord van 2 bcm aan groengasproductie in 2030 wordt gehaald in Scenario B (sterk ondersteunend beleid en nieuwe technieken). Door gebruik van geïmporteerde biomassa of plastics kan nog meer groengas worden geproduceerd. Deze stromen vallen buiten de scope van de studie. Met sterk ondersteunend beleid voor groengas (Scenario's A en B), zoals SDE-subsidie, een bijmengverplichting of een CO₂-opslag op aardgas, wordt 1,7 tot 2,0 bcm gehaald, tegenover 0,36 tot 0,69 bcm bij matig ondersteunend beleid (Scenario's C en D). In geval van een succesvolle realisatie van nieuwe vergassingstechnieken (Scenario's B en D) neemt de groengasproductie met 0,3 tot 0,4 bcm toe (ten opzichte van Scenario's A en C).

Groengasproductie uit lokale biomassa in Nederland in 2030 per scenario



Economisch potentieel van lokale biomassa

Het economisch groengaspotentieel in 2030 is minstens driemaal lager dan het technisch groengaspotentieel. Het technisch potentieel is ingeschat op 5,1 bcm, er van uitgaande dat de biomassastromen worden vergist. Bij de bepaling van het economisch potentieel is rekening gehouden met de biomassavraag voor andere toepassingen, zoals biobrandstofproductie, veevoerproductie, gebruik als bodemverbeteraar en gebruik als grondstof voor de chemische industrie. In de huidige situatie wordt het overgrote deel van de lokale biomassa voor andere doeleinden gebruikt. We verwachten dat de vraag naar biomassa vanuit andere toepassingen licht zal toenemen, wat druk zet op de beschikbaarheid van lokale biomassa voor groengasproductie.

Ontwikkeling van productiecapaciteit

De huidige groengasproductiecapaciteit in Nederland is ca. 0,18 bcm. Er moet dus nog veel capaciteit worden bijgebouwd om 2 bcm groengas te kunnen produceren en de nationale ambitie voor 2030 te halen. De concrete plannen voor nieuwe vergassingsinstallaties tellen op tot ongeveer 0,9 bcm. Voor wat betreft het productievermogen is het dus van groot belang dat deze innovatieve installaties gerealiseerd worden. In Scenario B worden nieuwe vergisters geplaatst met een totale capaciteit van 0,39 bcm, zodat de resterende economisch beschikbare biomassa kan worden benut. Hiermee kan in totaal ongeveer 2 bcm aan productiecapaciteit worden bereikt.

Samenstelling van groengasinstallaties in Scenario B

Categorie	Productiecapaciteit (bcm groengas)
Gerealiseerde vergisters	0,18
Geplande vergisters	0,17
Geplande installaties op basis van nieuwe vergassingstechnieken	0,92
Transformatie van biogasinstallaties tot groengasinstallaties	0,33
Nieuw geplaatste vergisters voor resterende mest en overige natte biomassa	0,39
Totaal	1,99

Noot: De capaciteit van groengasinstallaties bij RWZI's en VGI-bedrijven is niet ingeschat in de analyse. Er is wel 0,17 bcm groengasequivalent aan slib en VGI-reststromen beschikbaar in scenario B. Deze stromen worden omgezet in groengas in installaties die niet in deze tabel zijn opgenomen.

Reflectie

De productie van energiegewassen in Nederland en algenproductie op de Noordzee zijn niet meegenomen in de studie, omdat we verwachten dat de economische potentie voor groengasproductie in 2030 te klein is. Door import van biomassa en het gebruik van plastics kan de beschikbaarheid van feedstocks voor groengasproductie toenemen, maar dit is niet onderzocht in deze studie.

Over de huidige inzet van lokale biomassastromen voor verschillende toepassingen zijn weinig data beschikbaar. Daarnaast is de ontwikkeling van de biomassavraag en betalingsbereidheid voor biomassa vanuit verschillende sectoren onzeker. Als gevolg hiervan is de inschatting van economisch beschikbare lokale biomassa en groengasproductie in 2030 eveneens onzeker.

De plaatsing van nieuwe installaties is uitgevoerd met behulp van een model waarmee inzicht is verkregen in resterende lokale biomassa. De locaties van deze installaties zijn een indicatie, aangezien investeerders de locatiekeuze ook op basis van andere factoren maken.

Conclusie

De resultaten van de studie tonen aan dat, als groengasproductie niet sterker met beleid wordt ondersteund dan in de huidige situatie, onvoldoende groengasproductiecapaciteit zal worden bijgebouwd om 2 miljard m³ groengas te kunnen produceren in 2030 en er onvoldoende lokale biomassareststromen beschikbaar komen voor groengasproductie. Met sterk ondersteunend beleid kan 2 bcm/jaar in 2030 wél worden gerealiseerd. Vanwege de grote potentiële bijdrage van mestvergisting en -vergassing en van de opwaardering van biogas dat momenteel nog in warmtekrachtkoppeling (WKK)-installaties wordt gebruikt, is de ondersteuning van mestvergisters, mestvergassers en opwaarderingsinstallaties van specifiek belang.

Afkortingen

AWZI	Afvalwaterzuiveringsinstallatie
bcm	miljard kubieke meter (billion cubic meters)
ds	Droge stof
GFT	Groente-, fruit- en tuinafval
NBNL	Netbeheer Nederland
O.n.b.	Overige natte biomassa (<i>eigen afkorting</i>)
ONF	Organische natte fractie
PC4	Postcode4
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
VGI	Voedings- en genotmiddelenindustrie

1 Introductie

1.1 Aanleiding

In het Klimaatakkoord is de ambitie opgenomen om in 2030 70 PJ (twee miljard m³) groengas te produceren. Netbeheer Nederland en haar leden onderschrijven deze ambitie en willen dit ondersteunen door ten minste twee activiteiten: uniforme informatievoorziening aan stakeholders over de potentie om 70 PJ aan groen gas te realiseren en door te bepalen welke aanpassingen in de openbare gasinfrastructuur hiervoor noodzakelijk zijn.

Het gasnet is uitgelegd op distributie vanuit centrale bronnen, terwijl groengas decentraal wordt ingevoerd.¹ De beperkte invoedcapaciteit voor groengas is hierbij geïdentificeerd als een van de structurele knelpunten. Netbeheerders zijn bereid en in staat deze knelpunten middels gerichte investeringen op te lossen. Om dit op efficiënte en doelmatige wijze uit te kunnen voeren is het van belang om een goede verwachting te hebben van de toekomstige invoedlocaties van groengas en van welke hoeveelheden er zullen worden ingevoerd.

Impactstudies die netbeheerders eerder hebben laten uitvoeren naar groengas-productiepotentieel zijn verouderd en bovendien niet gericht op heel Nederland. Ook verschillen de gebruikte methodes en zijn de meegenomen toekomstscenario's beperkt. Dit bemoeilijkt een eenduidige en transparante verantwoording van de doelmatigheid van de investeringen.

Netbeheer Nederland heeft daarom behoefte aan een inschatting van economisch beschikbare biomassa en invoedlocaties en -capaciteiten groengas op regionaal niveau, die gebruikmaakt van een uniforme aanpak en waarin relevante scenario's worden meegenomen.

1.2 Doel en onderzoeksvraag

De onderzoeksvraag van Netbeheer Nederland luidt als volgt:

Hoeveel biomassa is er per Nederlandse regio in 2030 lokaal economisch beschikbaar en tot welke groengasvolumes en invoedlocaties op de openbare gasnetten leidt dit onder verschillende scenario's?

Met het antwoord op deze vraag kunnen de netbeheerders hun gasnetten beter voorbereiden op mogelijke ontwikkelingen van groengasproductie en -invoeding in de verschillende Nederlandse regio's.

¹ NBNL, 2018. Advies: 'creëren voldoende invoedruimte voor groengas', Netbeheer Nederland, 23 april 2018.

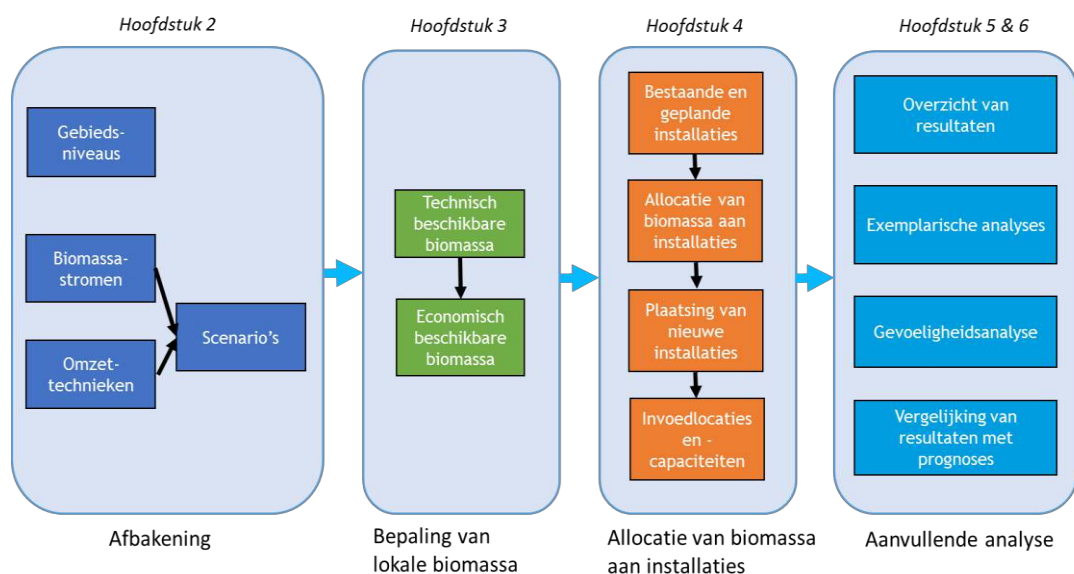
1.3 Methodiek en leeswijzer

Een overzicht van de methodiek die is gehanteerd in deze studie staat in Figuur 1. In de afbakening (Hoofdstuk 2) wordt beschreven welke biomassastromen en omzettechnieken worden meegenomen in de analyse. Ook zijn de verhaallijnen van de vier scenario's, die een centrale plek hebben in de analyse, hier uiteengezet.

In de eerste analysefase (Hoofdstuk 3) wordt bepaald hoeveel lokale biomassa er technisch en economisch beschikbaar is op Postcode4-niveau in 2030. De tweede analysefase betreft de allocatie van lokale biomassa aan groengasinstallaties (Hoofdstuk 4) en bevat de volgende stappen: het bepalen van de startlijst van bestaande en geplande installaties, het alloceren van lokale biomassa aan installaties, het plaatsen van nieuwe installaties en het bepalen van de eindlijst van installaties. Deze stappen worden voor elk van de vier scenario's uitgevoerd.

De resultaten van de analyses worden gepresenteerd in Hoofdstuk 5. In Hoofdstuk 6 worden de resultaten besproken en worden deze vergeleken met de ambitie van het Klimaatakkoord en prognoses van het groengaspotentieel uit andere studies. De conclusie van deze studie staat in Hoofdstuk 7.

Figuur 1 - Overzicht van methodiek



Raadpleging van stakeholders

Ten behoeve van de studie zijn interviews gehouden met Bouwe Heida (Gasunie), Erik Brouwer (Biolease Nederland) en Hans van den Boom (Rabobank). Daarnaast is informatie ingewonnen bij ontwikkelaars van houtvergassing (TorrGas), mestvergassing (STERCORE) en superkritische vergassing (SCW Systems en Waterschap Aa en Maas). In voortgangsbijeenkomsten zijn de aanpak en resultaten besproken met de leden van de begeleidingsgroep: Michiel van Dam (Enexis), Johan Jonkman (Rendo), Jelle Liefvering (Gasunie) en Rolf van der Velde (Liander).

2 Afbakening

2.1 Zichtjaar

De inschatting van lokale biomassa- en groengashoeveelheden voor Nederland wordt uitgevoerd voor het jaar 2030, zoals volgt uit de onderzoeksvraag. Tussenstap is de huidige situatie.

2.2 Gebiedsniveau

In samenspraak met de begeleidingsgroep is er voor gekozen om de biomassahoeveelheden op Postcode4-niveau (PC4-niveau) te bepalen. Ook de locatie, capaciteiten en groengasproductie van groengasinstallaties zullen op PC4-niveau worden bepaald, wat betekent dat het PC4-gebied waarin installaties (komen te) staan wordt bepaald. Nederland is opgedeeld in ca. 4.000 PC4-gebieden.²

2.3 Biomassastromen

Deze studie beperkt zich tot lokale biomassa (biomassa uit Nederland). Dit betekent dat import en export van biomassa niet worden meegenomen en dat bij de allocatie van biomassa aan installaties en plaatsing van nieuwe installaties wordt uitgegaan van de lokale biomassastromen. Uiteraard heeft het gebruik van geïmporteerde biomassa voor groengasproductie in werkelijkheid invloed op de locaties en capaciteiten van groengasinstallaties en dus op de netten. Hierbij moet nog worden opgemerkt dat Nederlandse fabrieken ook gewasstromen uit het buitenland verwerken. De reststromen biomassa die bij deze fabrieken vrijkomen vallen onder de lokale biomassa.

We beperken ons in deze studie wat betreft akker- en tuinbouw tot reststromen. Voor hoofdstromen landbouw is de verwachting dat gewassen meer waard zijn in de voedsel-industrie dan als energiebron. Ook is 'indirect land use change' als gevolg van gebruik van gewassen voor groengasproductie onwenselijk.

De productie van groengas uit algen en zeewier is in 2030 naar verwachting nog geen rendabele mogelijkheid. De productiekosten waren in 2017 meer dan 40 euro per kilogram, terwijl een kilo soja ongeveer 2 euro per kilogram kost.³ Algen zullen eerder voor toepassingen met hogere economische waarde dan groengas worden gebruikt, zoals in voedsel of als grondstof voor de chemische industrie.

Plastic afval kan ook door middel van vergassing en methanisatie worden omgezet in groengas.⁴ Deze stroom wordt ook niet meegenomen in deze studie, omdat de studie zich beperkt tot de productie van groengas uit grondstoffen van biogene oorsprong.

² Ter vergelijking: Op 1 januari 2019 waren er 355 Nederlandse gemeenten.

³ [Doorbraak in algenteelt: 'Dit is de oplossing voor het CO2-probleem'](#), webartikel RTL Z, 4 maart 2019.

⁴ [Plastic afval omzetten in gas: Britse bedrijven gaan het doen](#), artikel DuurzaamBedrijfsleven, 14 augustus 2019.

2.4 Economisch beschikbare biomassa

Binnen de scope van het project gaat het specifiek om lokale biomassa die wordt omgezet in groengas en wordt ingevoed in het gasnet. 'Economisch beschikbare biomassa' betekent in dit project: de lokale biomassa die beschikbaar is voor omzetting in groengas en invoeding in het openbare gasnet. Hierbij wordt rekening gehouden met de rentabiliteit van groengasproductie voor injectie in het gasnet, en de vraag naar en economische waarde van biomassa voor andere toepassingen, zoals voedsel, veevoer en biodieselpductie. Het potentieel van lokaal economisch beschikbare biomassa zal dus lager zijn dan het technisch potentieel van lokaal beschikbare biomassa.

2.5 Conversietechnieken

We nemen alle technologieën die momenteel worden gebruikt mee, inclusief de huidige conversierendementen en kosten van die technieken. Het gaat om:

- monomestvergisting;
- co-vergisting;
- allesvergisting.

Monomestvergisters zijn kleine vergisters waarin enkel mest wordt verwerkt. Deze installaties staan meestal bij veehouderijen. In een co-vergister wordt mest vergist in combinatie met een energierijk co-substraat zoals snijmaïs. Een allesvergister is een grootschalige vergister die zowel mono-substraat (bijvoorbeeld RWZI-slib) als co-substraten (verschillende feedstocks) kan verwerken. Vergisters verschillen niet wezenlijk in procestechniek.

Daarnaast is de relevantie van verschillende nieuwe conversietechnieken verkend door middel van interviews en gesprekken. Een bespreking van deze nieuwe technieken staat in Bijlage B. Uit deze verkenning zijn drie technieken naar voren gekomen die een rol van betekenis kunnen spelen bij groengasproductie in Nederland in 2030, omdat er concrete plannen zijn om installaties te realiseren. Deze drie technieken zijn daarom opgenomen in de set scenario's. Deze technieken zijn:

- superkritische watervergassing⁵;
- houtvergassing;
- mestvergassing.

2.6 Invoedlocaties

In de studie worden de locaties van invoeding van groengas bepaald, alsmede de benodigde invoedcapaciteit per locatie. De (impact op de) transportcapaciteit van de openbare gasnetten wordt niet meegenomen in de analyse.

Verder nemen we aan dat de locaties en capaciteiten van groengasinvloedpunten corresponderen met die van de vergisters. Dit betekent dat we biogasverzamelleidingen buiten beschouwing laten. Zie Tekstbox 1 voor een bespreking hiervan.

⁵ Dit gaat om het concept van superkritische watervergassing zoals ontwikkeld wordt door SCW Systems. Het supersludge-concept van Waterschap Aa en Maas wordt niet meegenomen in de analyse, omdat er geen concrete realisatieplannen zijn.

Tekstbox 1 - Biogasverzamelleidingen

Een biogasverzamelleiding is een leiding waarop ruw of licht voorbehandeld biogas kan worden ingevoerd door verschillende biogasproducenten, waarna het op een centraal punt in het aardgasnet op hoge druk kan worden gevoed. Het biogas kan op lage druk worden ingevoerd in de verzamelleiding en op het centrale invoerpunt worden gecomprimeerd. Een verzamelleiding kan economische voordelen hebben doordat niet elke biogasproducent hoeft te investeren in apparatuur voor gasbehandeling en gascompressie. Er zijn twee opties voor biogasverzamelleidingen:

1.) Op het punt van invoeding in het aardgasnet wordt het biogas via een centrale opwaardeerinstallatie opgewerkt tot aardgaskwaliteit, gevolgd door compressie en invoeding in het aardgasnet.

2.) Het biogas wordt na lichte voorbehandeling (gericht op verwijderen van zwavelhoudende moleculen en water) op het centrale invoerpunt bijgemengd in het aardgasnet zónder dat het eerst wordt opgewerkt tot aardgaskwaliteit. De aardgasstroom moet ter plekke groot genoeg zijn om te borgen dat de gaskwaliteit in het gasnet blijft voldoen aan de normen. Dat zou bijvoorbeeld kunnen bij de vier grote gasmengstations van Gasunie in Nederland. Bijmengen van biogas kan overigens ook zonder gebruik te maken van een biogasverzamelleiding.

Indien mogelijk worden bestaande gasleidingen gebruikt als biogasverzamelleiding. Hierdoor worden investeringskosten bespaard en assets beter benut. Of een biogasverzamelleiding economisch voordeel biedt voor het gassysteem hangt ook sterk af van het gebied. Er moeten voldoende biogasproducenten kunnen en willen aansluiten op de leiding. Met andere woorden: of een biogasverzamelleiding tot stand komt vergt regionaal maatwerk.

Gezien het bovenstaande verwachten we dat biogasverzamelleidingen in sommige gebieden wel een rol kunnen gaan spelen, maar het is niet op voorhand te zeggen waar precies. We nemen daarom in de scenario's aan dat de locaties en capaciteiten van groengasinvoedpunten corresponderen met die van de vergisters.

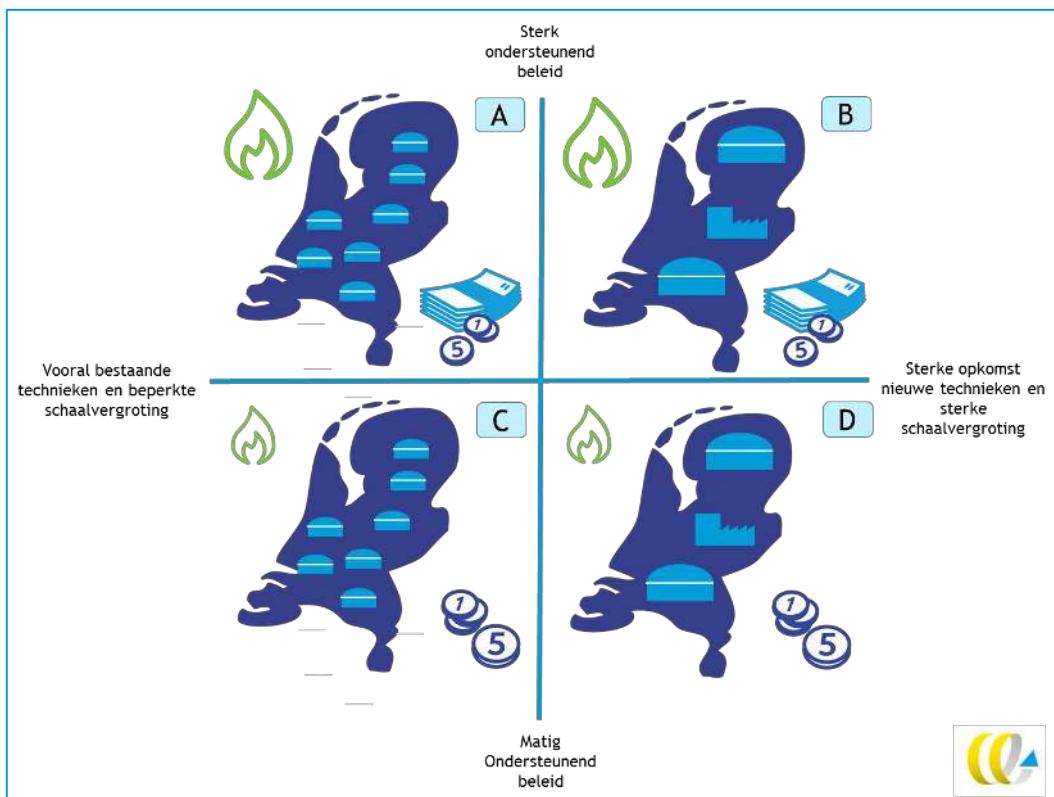
2.7 Scenario's

In deze studie onderscheiden we vier scenario's, die worden uitgezet langs twee assen: enerzijds de mate van technologische ontwikkeling en schaalgrootte, en anderzijds de mate van sturend beleid. De vier scenario's zijn geen extremen op de assen, maar staan voor plausibele toekomstbeelden voor Nederland in 2030, waarmee de mogelijke ontwikkeling van groengashoeveelheden, -invoedlocaties en -capaciteiten kunnen worden verkend. De vier scenario's zijn:

- A. Sterk ondersteunend beleid en beperkte schaalvergroting.
- B. Sterk ondersteunend beleid en sterke schaalvergroting.
- C. Matig ondersteunend beleid en beperkte schaalvergroting.
- D. Matig ondersteunend beleid en sterke schaalvergroting.

Met deze vier scenario's kunnen twee onzekerheden met een grote invloed op de ontwikkeling van de groengasproductie in Nederland tot 2030 expliciet worden verkend. De scenario's zijn geïllustreerd in Figuur 2 en worden hieronder beschreven in de vorm van verhaallijnen.

Figuur 2 - De vier scenario's in deze studie. De scenario's betreffen ontwikkelingen die van invloed zijn op de groei van groengasproductie in Nederland tussen nu en 2030.



A. Sterk ondersteunend beleid en beperkte schaalvergroting

Er komt een subsidie voor de verlenging van de levensloop van bestaande vergisters. Dit maakt het mogelijk voor bestaande installaties, waarvoor de 12-jarige periode van de SDE-subsidie afloopt, om in bedrijf te blijven. De subsidies maken het - in combinatie met een hogere marktprijs die voor groengas wordt betaald, als gevolg van nieuw CO₂-beleid dat tot een hogere aardgasprijs voor eindgebruikers leidt - ook mogelijk voor investeerders om gemiddeld een hogere prijs voor lokale biomassa te betalen. Dit maakt dat meer lokale vergistbare biomassa economisch beschikbaar komt voor vergisters. Ook zorgen de subsidies ervoor dat veel biogas dat momenteel nog wordt verbrand in een WKK of ketel zal worden omgezet in groengas, omdat de investering in een opwaarderingsinstallatie aantrekkelijker wordt voor de betreffende partijen. De demonstratiefabriek van superkritische watervergassing in Alkmaar blijft operationeel, maar de winstgevendheid valt in dit scenario tegen en er zijn nog technische tegenvallers, waardoor er nog geen nieuwe installaties van de grond zijn gekomen. De fabriek gebruikt voornamelijk vergistbare biomassa-reststromen. Bestaande vergisters schalen niet verder op, en nieuwe installaties krijgen een relatief kleine tot gemiddelde productiecapaciteit. Dit lukt doordat investeerders zich kunnen verzekeren van de toevoer van nabije biomassa-stromen en de transportkosten van biomassa beperkt kunnen houden op deze schaal. Dit wordt ook mogelijk gemaakt door de verminderde weerstand van omwonenden, doordat zij meer in het proces worden betrokken en doordat incidenten met stankoverlast zeldzaam worden.

B. Sterk ondersteunend beleid en sterke schaalvergroting

Er komt een subsidie voor de verlenging van de levensloop van bestaande vergisters. Dit maakt het mogelijk voor bestaande installaties, waarvoor de 12-jarige periode van de SDE-subsidie afloopt, om langer in bedrijf te blijven. De subsidies maken het – in combinatie met een hogere marktprijs voor groengas – ook mogelijk voor investeerders om gemiddeld een hogere prijs voor lokale biomassa te betalen. Dit maakt dat meer lokale vergistbare biomassa economisch beschikbaar komt voor vergisters. Ook zorgen de subsidies ervoor dat veel biogas dat momenteel nog wordt verbrand in een WKK of ketel zal worden omgezet in groengas, omdat de investering in een opwaarderingsinstallatie aantrekkelijker wordt voor de betreffende eigenaren. Er komen meerdere grote superkritische watervergassers op verschillende industriële/havenlocaties in Nederland, volgend op het succes van de demonstratiefabriek in Alkmaar. Deze voeden in op het hoogcalorisch hogedrukgasnet van Gasunie en verwerken zowel houtige biomassa als vergistbare biomassa. Daarnaast verwerven ook houtvergassing en mestvergassing een marktaandeel. Er treedt een flinke professionaliseringsslag op in de sector. Bestaande vergistingsinstallaties schalen op, en nieuwe installaties zullen een relatief grote productiecapaciteit krijgen en op industriële, goed bereikbare locaties komen, vanwege schaalvoordelen en vermindering van weerstand van omwonenden. Er zullen ook wat kleine vergisters blijven bestaan, bijvoorbeeld wanneer deze goed aansluiten op de lokale beschikbare hoeveelheid biomassa.

C. Matig ondersteunend beleid en beperkte schaalvergroting

Bestaande en reeds geplande vergisters kunnen nog aanspraak maken op een nieuwe (verlengde levensloop) subsidie na afloop van de huidige SDE-subsidie. Echter, voor nieuwe vergisters is het subsidieregime ongunstig, omdat biomassaprijzen oplopen, groengasprijzen te laag blijven, en de investeerders in biogas- en groengasinstallaties in de subsidierondes niet kunnen concurreren met investeerders in andere duurzame energietechnieken. Het zijn m.n. kleine partijen die goedkope lokale biomassastromen aan zich kunnen binden en subsidie weten te krijgen waarmee ze een businesscase voor vergisting en groengasproductie rondkrijgen. De eerste superkritische watervergasser in Alkmaar is in dit scenario in 2030 de enige installatie in zijn soort. De fabriek gebruikt voornamelijk vergistbare biomassareststromen. Bestaande vergisters schalen niet verder op, en nieuwe installaties krijgen een kleine tot gemiddelde productiecapaciteit. Dit lukt doordat investeerders zich kunnen verzekeren van de toevoer van nabije biomassastromen en de transportkosten van biomassa hiermee beperkt kunnen houden.

D. Matig ondersteunend beleid en sterke schaalvergroting

Bestaande en reeds geplande vergisters kunnen nog aanspraak maken op een nieuwe (verlengde levensloop) subsidie na afloop van de huidige SDE-subsidie. Echter, voor nieuwe vergisters is het subsidieregime ongunstig, omdat biomassaprijzen oplopen, groengasprijzen te laag blijven, en de investeerders in biogas- en groengasinstallaties in de subsidierondes niet kunnen concurreren met investeerders in andere duurzame energietechnieken. Vooral grote vergistingsinstallaties die gebruik kunnen maken van schaalvoordelen en goed transporteerbare biomassa tegen relatief lage prijzen (mogelijk gemaakt door de flexibiliteit van de vergister om verschillende inputs te verwerken) zijn levensvatbaar. Het gaat vooral om bestaande/geplande grote installaties. Het aandeel kleine vergisters is laag. Superkritische watervergassing ontwikkelt zich tot een kosteneffectieve technologie en behoudt wel financiële

ondersteuning van de overheid. Er komen meerdere grote superkritische water-vergassers op verschillende industriële/havenlocaties in Nederland. Deze voeren in op het hogedrukgasnet en verwerken zowel houtige biomassa als vergistbare biomassa. Daarnaast verwerven ook houtvergassing en mestvergassing een marktaandeel.

Schaalgrootte van nieuw geplaatste installaties in de scenario's

Voor het plaatsen van nieuwe groengasinstallaties in de analysefase van allocatie van biomassa aan installaties is het nodig om de schaalgrootte van nieuwe installaties in de scenario's te concretiseren. Dit is relevant voor de netbeheerders, omdat grotere installaties op een hoger drukniveau zullen invoeden op het gasnet. We maken daarom gebruik van een grove categorisering van schaalgroottes. Een gesimplificeerde versie hiervan staat in Tabel 1. In Paragraaf 4.5 (Tabel 12) is dit verder uitgewerkt voor de analyse.

Tabel 1 - Categorieën van schaalgrootte van installaties

Categorie schaalgrootte	Waarde (m ³ groengas/uur)
Klein	0-50 (mest) 0-500 (overige natte biomassa)
Middelgroot	50-2.000 (mest) 500-2.000 (overige natte biomassa)
Groot	> 2.000

'Kleine' installaties zijn vooral monomestvergisters die staan bij middelgrote veehouders. 'Grote' installaties zijn grote vergisters en vergassers die in industriegebieden en havens staan of komen te staan. De categorie 'middelgroot' omvat alle installaties daartussenin. De exacte ranges (in m³ groengas/uur) zijn ingegeven door het feit dat standaard Jumpstart-eenheden maximaal 40 m³ groengas per uur produceren⁶ en door de verwachting dat de capaciteit van middelgrote vergisters van 25 kton biomassa-input per jaar naar 75 kton input per jaar zal gaan. Gebruikmakend van een opbrengst van 250 kg groengas per ton droge stof kan met 75 kton/jaar ca. 2.850 m³ groengas/uur worden geproduceerd.⁷ Om de middelgrote categorie niet te groot te maken is de bovengrens van deze categorie op 2.000 m³/uur gesteld. Kleine vergisters die overige natte biomassa verwerken hebben een capaciteit van ca. 500 m³/uur (RVO, 2019).

In de scenario's met een beperkte toename van schaalgrootte (A en C) zullen er relatief veel kleine installaties zijn in 2030 (zowel bestaande als nieuwe), omdat de techniek van monomestvergisting goed doorontwikkelt. Nieuwe middelgrote installaties hebben gemiddeld een relatief lage capaciteit, die dicht bij 50 m³/uur (voor mest) en 500 m³/uur (voor overige natte biomassa) aanligt dan 2.000 m³/uur. Er worden weinig nieuwe grote installaties gerealiseerd.

In de scenario's met een sterke toename van schaalgrootte (B en D) zullen er weinig nieuwe kleine monomestvergisters bij komen. Nieuwe middelgrote installaties hebben gemiddeld een productiecapaciteit die in de buurt ligt van 2.000 m³ groengas per uur. Er komen veel grote installaties bij, waaronder veel installaties die gebruik maken van nieuwe technieken.

⁶ [Jumpstart : Maak met elkaar uw bedrijf meer toekomstbestendig!](#), presentatie Jumpstart, 2017.

⁷ Bij deze berekening is uitgegaan van een dichtheid van groengas van 0,75 kg/m³ en een bedrijfstijd van 8.760 uur.

3 Bepaling van lokale biomassa

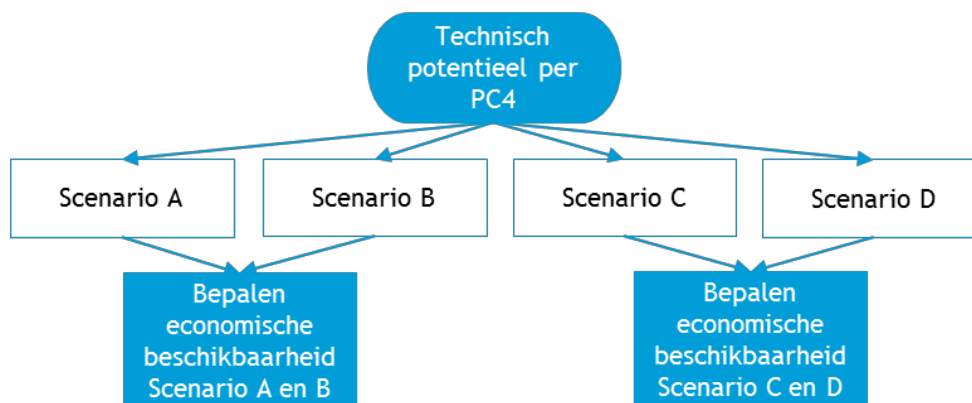
In de analysefase zijn de technische beschikbaarheid en economische beschikbaarheid van lokale biomassastromen voor groengasproductie (ofwel het technisch en economisch groengaspotentieel) in 2030 bepaald. In dit hoofdstuk wordt de analyse beschreven. De resultaten staan in Hoofdstuk 5.

3.1 Biomassamodel

Voor het bepalen van de hoeveelheid biomassa die vrijkomt per Postcode4-gebied, is gebruik gemaakt van CE Biomassa. CE Biomassa is een rekenmodule van CE Delft die is ontwikkeld voor de berekening van biomassastromen per gemeente. Hierin wordt onderscheid gemaakt tussen vele verschillende typen reststromen, gebaseerd op classificering van het CBS. Voor deze studie is het model uitgebreid om biomassastromen op Postcode4-gebied te kunnen berekenen. Daarnaast zijn er enkele biomassastromen toegevoegd en is meer onderzoek gedaan naar de gebruikte kengetallen in het model. Deze zijn op sommige plekken geüpdatet. Een overzicht van de kengetallen is te vinden in Bijlage A.

In dit hoofdstuk wordt toegelicht hoe de technische beschikbaarheid van biomassa per Postcode4-gebied is bepaald en hoe het economisch potentieel per scenario hierop is gebaseerd. Dit is weergegeven in Figuur 3.

Figuur 3 - Bepaling van het economisch potentieel



3.2 Technisch beschikbare biomassa

De *technisch beschikbare biomassa* is de hoeveelheid biomassa (reststromen) die beschikbaar kan komen voor alle mogelijke toepassingen, rekening houdend met een eventueel aandeel dat niet kan worden verzameld/onttrokken (bijvoorbeeld niet oogstbaar, te vervuild, moet achterblijven om de bodemkwaliteit en/of biodiversiteit op peil te houden). Om deze hoeveelheid per biomassastroom te bepalen, zijn kengetallen nodig van hoeveel biomassa er beschikbaar komt per eenheid, bijvoorbeeld per hectare landbouwgrond voor reststromen van gewassen. De gebruikte kengetallen zijn weergegeven in Bijlage A.

Per biomassaastroom hebben we gebruikgemaakt van openbare data van het beschikbare potentieel. Deze data zijn per stroom op verschillende niveaus beschikbaar. Van een aantal stromen hebben we gebruik kunnen maken van GIS-data die we hebben gekoppeld aan Postcode4-gebieden. Andere data zijn alleen beschikbaar op gemeenteniveau. In die gevallen hebben we via een verdeelsleutel een verdeling gemaakt over de Postcode4-gebieden, op basis van oppervlak of aantal inwoners. Van een aantal stromen is alleen het landelijk potentieel bekend. In Tabel 2 is per biomassaastroom aangegeven welke data we hebben gebruikt voor de bepaling van het potentieel. In Bijlage A staan tabellen met gebruikte kengetallen per biomassaastroom.

In de berekening van de verwachte technisch beschikbare biomassa in 2030 maken we gebruik van huidige data van biomassahoeveelheden. We nemen dus aan dat de technisch beschikbare hoeveelheden niet veranderen tussen nu en 2030.

Tabel 2 - Gebiedsniveau, verdeelsleutel en gebruikte dataset per biomassaastroom

Biomassaastroom	Niveau data	Verdeelsleutel naar PC4	Dataset
Dunne mest - rundvee en varken	Gemeente	O.b.v. oppervlak	Hoeveelheid dunne mest per gemeente (CBS, zichtjaar 2017)
Vaste mest, inclusief kippenmest	Gemeente	O.b.v. oppervlak	Hoeveelheid vaste mest per gemeente (CBS, zichtjaar 2017)
Restproducten uit akkerbouw	PC4	N.v.t.	Basisregistratie Gewaspercelen (2017)
Restproducten uit tuinbouw	PC4	N.v.t.	Basisregistratie Gewaspercelen (2017)
Bos	PC4	N.v.t.	CBS Bodemgebruik 2015
Afvalhout consumenten	Gemeente	O.b.v. aantal inwoners	Hoeveelheid A-, B- en C- hout per inwoner per gemeente (CBS, zichtjaar 2017)
GFT	Gemeente	O.b.v. aantal inwoners	Hoeveelheid GFT per inwoner per gemeente (CBS, zichtjaar 2017)
ONF (Organische natte fractie)	Gemeente	O.b.v. aantal inwoners	Hoeveelheid restafval per inwoner per gemeente (CBS, zichtjaar 2017)
Grof tuinafval	Gemeente	O.b.v. aantal inwoners	Hoeveelheid Grof tuinafval per inwoner per gemeente (CBS, zichtjaar 2017)
Groenafval uit recreatiegebied	PC4	N.v.t.	CBS Bodemgebruik 2015
RWZI-slib	Gemiddelde per persoon	O.b.v. aantal inwoners	Kengetal STOWA
Slootmaaisel	PC4	N.v.t.	CBS Bodemgebruik 2015
Bermgras	PC4	N.v.t.	Nationaal Wegen Bestand (NWB wegen)
Afval uit VGI ⁸	Landelijk	Nee	Totaal potentieel (CBS, 2018)

Er zijn ook enkele biomassaastromen die we niet meenemen in de berekening van het potentieel aan groengasproductie. Deze stromen zijn weergegeven in Tabel 3.

⁸ De VGI (voedings- en genotsmiddelenindustrie) bestaat uit de volgende categorieën: slachterijen en vleeswarenindustrie, visverwerkende industrie, groente, fruitverwerking, vetten, zuivelindustrie, overige voedingsindustrie, drankenindustrie, verwerking van tabak.

Tabel 3 - Overige stromen

Overige stromen	Waarom niet meenemen?
Afvalhout bedrijven	Is een kleine stroom.
Bedrijfsafval overig	Te weinig data beschikbaar.
Energiegewassen	Andere toepassingen hebben meer waarde.
Papierresiduen	Wordt momenteel niet gebruikt voor groengasproductie (wel voor duurzame warmteproductie).
Aquatische biomassa	In 2030 is de technologie nog te duur. Ook zal deze naar verwachting gebruikt worden voor biobrandstofproductie.
Plastic afval	In de studie worden alleen reststromen van biogene oorsprong meegenomen.

Reststromen van akker- en tuinbouw

Voor restproducten uit akkerbouw en tuinbouw maken we gebruik van de Basisregistratie Gewaspercelen (BRP), waarin 371 verschillende gewastypen worden onderscheiden. In onze analyse categoriseren we deze aan de hand van de beschikbaarheid van data over de opbrengst van een type gewas en over de omvang van de productie in Nederland. De volgende gewastypen worden onderscheiden in ons model:

- akkerbouw: aardappelen;
- akkerbouw: suikerbieten;
- akkerbouw: groenten;
- akkerbouw: snijmaïs;
- akkerbouw: grasland;
- akkerbouw: overige gewassen;
- tuinbouw: fruit open grond;
- tuinbouw: fruit onder glas;
- tuinbouw: boomkwekerijen open grond;
- tuinbouw: boomkwekerijen onder glas;
- overige tuinbouw.

Reststromen van de voedings- en genotsmiddelenindustrie (VGI)

De voedings- en genotsmiddelenindustrie is heel divers (zie Bijlage A) en zijn productiehoeveelheden van individuele fabrieken niet goed vindbaar. CBS geeft alleen waarden van de productie van VGI-reststromen voor heel Nederland. We schatten de beschikbaarheid van deze stroom daarom op nationaal niveau in. We nemen deze stroom daarom niet op in de allocatiestap van de analyse, maar wel in de resultaten van het technisch en economisch potentieel.

De totale productie van vergistbare reststromen van de VGI in 2017 is omgerekend 7.675.000 ton natte stof (CBS, 2018). Het grootste deel hiervan (6.585.000) is dierlijk en plantaardig afval van de VGI en van de drankenindustrie. Andere vergistbare stromen zijn papier- en kartonafval en slib van afvalwaterzuiveringsinstallaties (AWZI's).

Op basis hiervan schatten we de technische beschikbaarheid van biomassa-reststromen van de VGI in op 7.675.000 ton natte stof. Dit is omgerekend 919.000.000 m³ groengas-equivalenten.⁹

⁹ Voor de omrekening naar groengasequivalenten is gebruik gemaakt van energie-inhoud van 14,5 MJ per kilogram natte stof, een biomethaanrendement van 26%, een methaangehalte van 88% in Gronings aardgas en de bovenwaarde van methaan van 35,17 MJ/m³. De eerste twee cijfers zijn gebaseerd op informatie van New Energy Coalition.

3.3 Economisch beschikbare biomassa

Allereerst beschrijven we de huidige ‘vrije beschikbaarheid’ van lokale biomassa voor energietoepassingen en de huidige inzet van lokale biomassa voor verschillende toepassingen op basis van de analyse van DNV GL (2017). Vervolgens schetsen we de ontwikkeling van de biomassavraag, de toegevoegde waarde en het beleid tussen nu en 2030 voor verschillende biomassatoepassingen. Daarna maken we een inschatting van het aandeel economisch beschikbare lokale biomassa met en zonder ondersteunend beleid voor groengas per biomassastroom. Tot slot vermenigvuldigen we deze aandelen (percentages) met de technisch beschikbare biomassahoeveelheden uit de vorige sectie om de economisch beschikbare biomassa per scenario te bepalen.

Huidige inzet van lokale biomassa en resterende beschikbaarheid

De stap van technisch beschikbare biomassa naar economisch beschikbare biomassa is het meest onzeker, want deze is afhankelijk van de vraag naar biomassa in andere toepassingen en het ondersteunend beleid van de overheid voor groengasproductie en biomassagebruik in de verschillende sectoren. Het rapport ‘Biomassapotentieel in Nederland’ van DNV GL uit 2017 voor Gasunie komt het dichtst in de buurt van een dergelijke inschatting. Hierin wordt de ‘vrij beschikbare’ lokale biomassa berekend voor energietoepassingen (elektriciteit, warmte, brandstoffen en groengas) in de huidige situatie door de huidige inzet van lokale biomassa voor niet-energietoepassingen af te trekken van de technisch beschikbare biomassa. Daarbij wordt ook veel informatie gegeven over de huidige inzet van verschillende typen biomassastromen. In onze studie maken we gebruik van de analyse van DNV GL, waarbij we daarnaast ook eigen inschattingen maken.

In Figuur 4 is het aandeel ‘vrij beschikbare’ lokale biomassa weergegeven, alsmede de door DNV GL (2017) genoemde huidige toepassingen, voor de in de studie onderscheiden biomassastromen.

Tabel 4 - Aandeel vrij beschikbare biomassa voor energietoepassingen en huidige inzet van biomassa, op basis van DNV GL (2017)

Biomassa-stromen	Huidig aandeel vrij beschikbaar ¹	Huidige inzet (alle toepassingen)					
		Veevoer	Bio-brandstoffen	Grondverbeteraar	Elektriciteit en warmte	Biogas en groengas	Anders
VGI	40%						
RWZI-slib	88%						
Natte gewasresten	17%						
Stro	0%						
Mest	14%						
GFT en ONF	61%						
Rest- en afvalhout	53%						
Papierresiduen	93%						
Productiebossen	18%						
Hout van fruit- en boomteelt	29% ²						
Hout uit landschap	50%						
Natuur- en bermgras	20% ²						

¹: 'Vrij beschikbaar' betekent beschikbaar voor energietoepassingen (elektriciteit, warmte, brandstoffen en groengas). De vrij beschikbare biomassa is gelijk aan de technisch beschikbare biomassa min de huidige inzet voor niet-energietoepassingen (DNV GL, 2017). Het percentage in de tabel is ten opzichte van de technisch beschikbare biomassa.

²: Hout van fruit- en boomteelt en natuur- en bermgras staan op 0% in DNV GL (2017), terwijl er wel aandelen naar verbranding en vergisting gaan. Daarom zijn hier de door DNV GL gegeven percentages voor 2030 genomen.

Ontwikkeling van de vraag naar biomassa per toepassing tot 2030

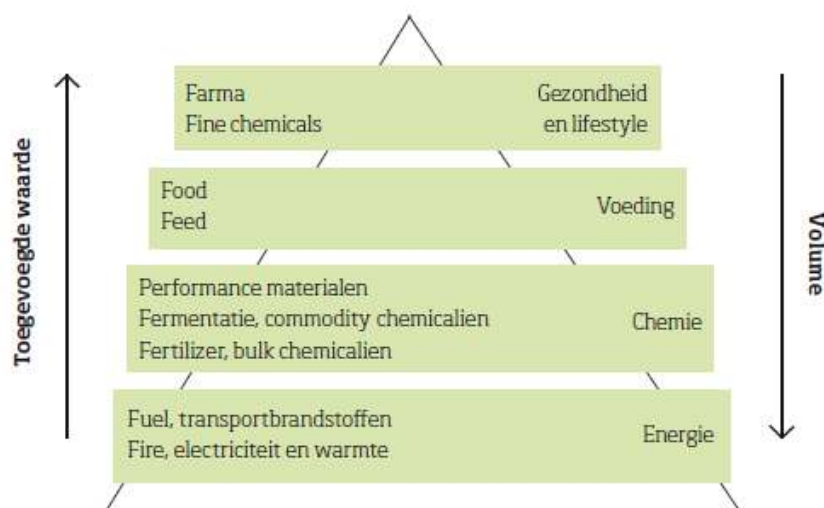
DNV GL (2017) geeft ook een inschatting van de 'vrij beschikbare' lokale biomassa in 2035, maar dit is veelal gebaseerd op scenario's, aannames en inschattingen uit andere studies. Bovendien is de 'vrij beschikbare' biomassa niet gelijk aan de economische beschikbare biomassa.

We schatten daarom de economische beschikbaarheid van verschillende biomassa-stromen in 2030 in aan de hand van de verwachting van verandering van de vraag naar biomassa voor verschillende toepassingen, in combinatie met de verhaallijnen voor de scenario's met sterk ondersteunend beleid voor groengas (A en B) vs. matig ondersteunend beleid voor groengas (C en D).

Eerst schetsen we de verwachte ontwikkeling van de biomassavraag, de economische waarde en het ondersteunend beleid voor biomassa tussen nu en 2030 voor de afzonderlijke toepassingen, op basis van verwachtingen zoals beschreven in de Klimaat- en Energieverkenning (PBL, 2019). Hieronder beschrijven we deze ontwikkeling per toepassing. In Tabel 5 is dit samengevat. Groengasproductie en -invoeding als toepassing is hier niet meegenomen; dit komt daarna aan de orde bij de inschatting van economische beschikbaarheid.

Bij de beoordeling van economische waarde houden we rekening met de 'toegevoegde-waarde-piramide' van biomassa uit een visiedocument van het Ministerie van LNV (2007) welke is overgenomen in Natuur & Milieu (2011). Zie Figuur 4.

Figuur 4 - Toegevoegde waarde van gebruik van biomassa voor verschillende toepassingen (Natuur & Milieu (2011) op basis van Ministerie van LNV (2007))



Veevoer

De druk op Nederlandse intensieve veeteelt neemt naar verwachting toe tussen nu en 2030, niet alleen vanwege de bijdrage van de landbouw aan de CO₂-uitstoot (volgens het Klimaatakkoord moet de landbouw een additionele afname van 3,5 Mton aan broeikasgasemissies realiseren in 2030), maar ook door de bijdrage aan de stikstof-uitstoot, wat sinds de verwerping van de Programma Aanpak Stikstof (PAS) door de Raad van State in mei 2019 een belangrijk thema is geworden. Aannemelijk is dat de reductie van stikstofuitstoot door de landbouw gedeeltelijk zal worden gerealiseerd door reductie van de veestapel, bijvoorbeeld door uitkoop van boeren of door subsidie voor investeringen in minder intensieve landbouw (Rijksoverheid, 2019). Dit zal leiden tot een lichte daling van de vraag naar veevoer, en daarmee tot lichte daling van de vraag naar lokale biomassa voor verwerking tot veevoer.¹⁰

Veevoerprijzen zijn relatief laag, maar omdat de biomassa indirect gebruikt wordt voor onze voedselvoorziening staat het hoog in de 'toegevoegde-waarde-piramide'. Het is echter mogelijk dat toenemende vraag naar biomassa voor bijvoorbeeld biobrandstoffen tot verdringing leidt en dat hierdoor de hoeveelheid lokaal biomassagebruik voor veevoerproductie wordt gereduceerd (DNV GL, 2017; LEI, 2009).

Biobrandstoffen

Onder biobrandstoffen verstaan we o.a. biokerosine, biodiesel en -benzine, bio-ethanol en bio-CNG/bio-LNG (biomethaan). Er is voor de periode na 2020 nog geen nationaal beleid vastgesteld over het bijmengpercentage van biobrandstof in wegvoertuigen, maar er kan tenminste worden uitgegaan van 10% bijmenging, zoals volgt uit Europese wetgeving. Momenteel wordt vooral gebruikt frituurvet, dat vanuit de hele wereld

¹⁰ Overigens zal de mestproductie ook afnemen, dus het effect van krimp van de veestapel op de totale economische beschikbaarheid van lokale biomassa zal kleiner zijn.

wordt geïmporteerd, hiervoor ingezet. Nederland heeft ca. tien biobrandstoffabrieken, die voornamelijk produceren voor de export. PBL verwacht dat de vraag naar biobrandstoffen zal stabiliseren tussen 2020 en 2030. Op korte termijn verwacht PBL echter een forse toename, omdat de verplichting voor inzet van hernieuwbare energie in vervoer stijgt van 8,5% van het totale energiegebruik in 2018 naar 16,4% in 2020 (PBL, 2019). Anticiperend op de verwachte toenemende vraag wordt er nu geïnvesteerd in innovatieve demonstratiefabrieken. Zo wil BTG uit Enschede een biobrandstoffabriek voor de scheepvaart bouwen op basis van pyrolyse-olie, die wordt gemaakt van biomassa-reststromen zoals zaagsel en bermgras.¹¹

Bio-LNG neemt momenteel een klein marktaandeel in bij vrachtvervoer en scheepvaart, maar Groengas Nederland (2016) verwacht dat dit de komende jaren behoorlijk gaat toenemen. Hier wordt zowel lokale biomassa als geïmporteerde biomassa voor gebruikt. Bio-LNG kan worden vervoerd over de weg, als groengas worden vervoerd via een biomethaanpijplijn (gevolgd door liquefactie bij het punt van levering), of worden ingevoerd in het aardgasnet. In het laatste geval kan LNG administratief als bio-LNG worden verkocht. Op het moment wordt zowel transport over de weg als de administratieve route gebruikt, maar als het aandeel bio-LNG groter wordt, zal waarschijnlijk de administratieve route gemeengoed worden, vanwege de lagere kosten en grotere flexibiliteit.

De economische waarde van biomassa voor de productie van transportbrandstoffen is volgens de 'toegevoegde-waarde-piramide' laag en volgens Groengas Nederland (2016) zijn de marges van bio-LNG-producenten klein. De inkomsten uit Hernieuwbare Brandstof Eenheden (HBE's) zijn hier belangrijk. Echter, als er door hogere bijmeng-/zero-emissiepercentages in de mobiliteit meer vraag komt naar biobrandstoffen, dan kan de betalingsbereidheid van biobrandstofproducenten voor reststromen biomassa wel hoger worden. Met name de scheepvaart en de luchtvaart hebben nog weinig duurzame alternatieven voor biobrandstoffen. We verwachten daarom een lichte stijging van de biomassavraag.

Grondverbeteraar

Verschillende reststromen biomassa worden gebruikt als grondverbeteraar, ofwel direct door middel van 'inwerken' in de bodem, ofwel indirect via compostering. Bij het beschikbaar maken van reststromen biomassa uit landbouw en bosbouw wordt ook een deel achtergelaten om de bodemkwaliteit op peil te houden, maar dit wordt hier niet meegenomen, omdat deze biomassa al wordt meegerekend bij de bepaling van de technisch beschikbare biomassa.

Intensief gebruik van landbouwgrond kan leiden tot verlies van de voorraad aan organische stof in de bodem, waardoor de bodem moeilijker water, voedingsstoffen en bestrijdingsmiddelen vasthoudt en landbouwopbrengsten omlaaggaan. Het inwerken van biomassa in de bodem wordt gezien als een effectieve maatregel om meer organische stof in de bodem te krijgen (Van Rooij, et al., 2018). Van de GFT-compost gaat ca. 75% naar de akkerbouw, vollegrondstuinbouw en boomteelt; van de groencompost (compost van maaisel) is dit ca. 50%. Groencompost is wat minder geschikt voor de landbouw, omdat het minder stikstof en fosfaat bevat.¹²

¹¹ [Primeur: nieuwe raffinaderij maakt biobrandstof van pyrolyse-olie](#), DuurzaamBedrijfsleven, 14 november 2019.

¹² [Productie compost opnieuw op 1,8 miljoen ton](#), artikel Nieuwe Oogst, 16 juni 2018.

Agrarische bedrijven gebruiken compost - net als het inwerken van reststromen - om de hoeveelheid organische stof te verhogen. Vanwege de strenge mestnormen is er een groeiende vraag naar compost.¹³ Het is echter ook mogelijk om reststromen biomassa eerst te vergisten en het digestaat te composteren: dit gebeurt met 34% van het verwerkte GFT- en ONF-afval (DNV GL, 2017).

We verwachten dat de vraag naar biomassa als grondverbeteraar licht stijgt tussen 2020 en 2030, omdat in het Klimaatakkoord een toenemende opbouw van bodemorganische stof in de bodem wordt genoemd als middel om onder andere de Nederlandse CO₂-uitstoot te reduceren (CE Delft, Royal Haskoning, 2020). Dit is een toepassing die van grote waarde is voor de land- en tuinbouw, en ook duurzamer is dan het gebruik van kunstmest.

Elektriciteit en warmte

Vanaf 2030 mag steenkool niet meer worden gebruikt in elektriciteitscentrales (PBL, 2019). Dit kan betekenen dat er een grotere vraag komt naar biomassa voor elektriciteitsproductie. Momenteel is er maatschappelijke kritiek op de verbranding van houtachtige biomassa in warmte- en elektriciteitscentrales. Enkele bezwaren zijn dat verbranding van houtachtige biomassa niet duurzaam is, dat het beter kan worden ingezet voor toepassingen waarvoor nog geen goede alternatieven bestaan, en dat het leidt tot extra fijnstofemissies in de omgeving. Ondersteunende argumenten zijn onder andere dat alleen reststromen uit bosbouw en landbouw worden ingezet, voor stads-warmtenetten waarbij nog geen ander duurzaam alternatief voorhanden is (zoals geothermie), dat fijnstof kan worden afgevangen met filterinstallaties in de stads-warmte-installaties, en dat flexibele piekelektriciteitsproductie op basis van groengas een relevant onderdeel van het toekomstig elektriciteitssysteem kan zijn. Ook wordt beargumenteerd dat de overheid voor het bereiken van een CO₂-reductie van 49% in 2030 alle opties nodig zal hebben, en dat biomassa een kostenefficiënte en noodzakelijke transitiebrandstof kan zijn.

In de Klimaat en Energieverkenning (KEV) wordt de verwachting uitgesproken dat het biomassaverbruik voor elektriciteit en warmte in 2030 ongeveer gelijk zal zijn als het verbruik in 2020. De inzet van biomassa voor verwarming van bedrijven zal toenemen, terwijl de bij- en meestook van biomassa in kolencentrales zal afnemen.

Verder verwacht PBL een afname van de inzet van WKK op biogas. Er is een dalende trend zichtbaar: in 2010 werd 6 PJ biogas ingezet en in 2018 was dit nog 5 PJ. Het vooruitzicht is dat dit daalt naar 1,5 PJ in 2030 (PBL, 2019), met als onderliggend beeld dat er minder vraag is naar elektriciteit uit WKK's, terwijl er een groeiende vraag ontstaat om het biogas op te werken naar groengas.

Over de economische waarde kan worden opgemerkt dat het gebruik van biomassa voor elektriciteit en warmte geen hoogwaardige toepassing is volgens de 'toegevoegde-waarde-piramide'.

Biochemie¹⁴

Biomassa kan ook gebruikt worden als grondstof voor de productie van chemische producten, als alternatief voor fossiele brandstoffen. Met name bij de productie van organische basischemicaliën worden veel fossiele brandstoffen gebruikt.

De Nederlandse chemische industrie is relatief groot: ca. 80% van de producten wordt geëxporteerd, waarvan 80% naar Europese landen (VNCI, 2016). Dit betekent dat de vraag naar biomassa als grondstof voor de chemische industrie ook wordt bepaald door de vraag uit Europa. Het gebruik van biomassa als grondstof in de chemische industrie

¹³ [Telers kiezen vaker voor compost](#), artikel Nieuwe Oogst, 25 februari 2016.

¹⁴ Dit stuk is gebaseerd op een analyse gepresenteerd in CE Delft en Royal Haskoning (2020).

in Nederland was ca. 4% in 2015 (E4tech, nova-Institute, BTG, DECHEMA, 2019). Een analyse van enkele sectorstudies schetst de algemene verwachting dat het aandeel biomassa in de chemie zal groeien, maar verwachtingen in de literatuur lopen uiteen van 3 tot 200 PJ (CE Delft, Royal Haskoning, 2020). De waarde van 3 PJ is gelijk aan de huidige inzet en is gebaseerd op de constatering dat het gebruik van biomassa in de chemie nog aan het begin van de ontwikkeling staat en er nog weinig beleid is gericht op biomassagebruik in de chemie. Dit laatste geldt zowel voor de vraagzijde (bijvoorbeeld een verplichting om een bepaald percentage van de kunststof verpakkingen 'biobased' te maken) als voor de productiezijde (bijvoorbeeld een heffing op de inzet van fossiele koolstofbronnen). Met 200 PJ zou meer dan een kwart van de Nederlandse chemische industrie produceren op basis van biomassa.

We verwachten dat er een sterke toename van biomassavraag zal gaan komen in de chemische industrie, omdat het een economisch hoogwaardige toepassing is en omdat biomassagebaseerde chemie een belangrijk middel is om deze industrie te verduurzamen.

Andere toepassingen (exclusief groengasproductie en -invoeding)

Stro en resthout worden veel ingezet als strooisel in de dierhouderij. Afvalhout wordt voor 60% in Nederland gebruikt. Circa 20% hiervan wordt gebruikt voor de productie van pallets (DNV GL, 2017).

De inzet van stro en resthout als strooisel zal licht dalen, als gevolg van de verwachte lichte krimp van de dierhouderij in Nederland. De economische waarde van strooisel is laag.

Tabel 5 - Verwachte ontwikkeling van vraag, economische waarde en ondersteunend beleid voor biomassa in Nederland tussen nu en 2030

Toepassing	Vraag naar biomassa	Economische waarde van biomassa	Ondersteunend beleid voor biomassa
Veevoer	Lichte afname	Gemiddeld-hoog	
Biobrandstoffen	Lichte toename	Gemiddeld-hoog	Toename van bijmengpercentages en hogere zero-emissie-doelstellingen voor verschillende transportmodaliteiten.
Grondverbeteraar	Lichte stijging	Gemiddeld-hoog	Beleidsmaatregelen in de landbouwsector die als doel hebben de hoeveelheid organische stof in de bodem te verhogen.
Elektriciteit en warmte	Blijft gelijk	Laag	Afname van SDE-subsidies voor meestook van biomassa in elektriciteitscentrales, maar handhaving/toename SDE-subsidies voor efficiënte en stikstof/fijnstof-arme biomassaketels en -WKK's.
Biochemie	Sterke toename	Hoog	Mogelijk: verplichting tot percentage gebruik van biomassa als koolstofgrondstof in de chemische sector; subsidies voor technologie voor toepassing van biomassa als grondstof in de chemie.
Andere toepassingen ¹	Lichte afname	Laag	-
Totaal	Lichte toename van biomassavraag²		

¹: Exclusief groengasproductie en -invoeding.

²: Bij soortgelijke omvang van toenames en afnames van biomassa voor de verschillende toepassingen.

Nationale ontwikkeling van biomassavraag

In Tabel 5 staat de verwachting samengevat van de ontwikkeling van de biomassavraag voor verschillende toepassingen. Als we aannemen dat de grootte van de verandering van de vraag per toepassing van soortgelijke omvang is, dan kan voor de ontwikkeling van de netto biomassavraag in Nederland tussen nu en 2030 een lichte toename worden verwacht. Deze prognose is afhankelijk van markt-, beleids- en technologische ontwikkelingen en derhalve onzeker, maar voor de bepaling van de economische beschikbaarheid is een inschatting vereist. We gebruiken de verwachting van lichte toename in biomassavraag als uitgangspunt voor de bepaling van economische beschikbare biomassa voor groengas.

Economisch beschikbare biomassa per stroom en scenario in 2030

Toekomstbeeld in Scenario's A en B (sterk ondersteunend beleid voor groengas)

In Scenario's A en B, waarin een sterk ondersteunend beleid voor groengas bestaat, kunnen bestaande vergisters aanspraak maken op een nieuwe subsidie en is het subsidieregime ook voor nieuwe vergisters gunstig. De ondersteuning van groenpasproductie, in combinatie met een hogere marktprijs voor groengas, maakt dat meer lokale biomassastromen kunnen worden ingekocht voor groengasproductie, ondanks de lichte toename in biomassagebruik bij andere toepassingen. Voor grootschalig gebruik voor andere toepassingen, zoals biobrandstofproductie en als groene koolstofbron in de chemische industrie, wordt daarom relatief meer biomassa geïmporteerd.

Ten opzichte van de huidige situatie omvatten deze scenario's in zekere zin een voortzetting van het huidige ondersteunende beleid voor groengasproductie. Echter, in Scenario's A en B gaan we er ook van uit dat de businesscase voor verbranding van biogas in biogas-WKK's onaantrekkelijker wordt ten opzichte van die voor opwaardering, waardoor de groengasproductie zal toenemen. Er werd in 2018 300 miljoen m³ biogas geproduceerd in Nederland¹⁵, waarvan het merendeel (ca. 73%)¹⁶ werd opgewaardeerd tot groengas. Er zijn in Nederland ca. 240 biogas-WKK's en -ketels in bedrijf die SDE-subsidie ontvangen (RVO, 2019). De transformatie van biogas-WKK's naar opwaarderingsinstallaties kan tot een grote stijging van de groengasproductie leiden.

Resultaat voor Scenario's A en B is dat de economische beschikbaarheid van lokale biomassa voor groengasproductie in 2030 toeneemt ten opzichte van de huidige situatie.

Toekomstbeeld in Scenario's C en D (matig ondersteunend beleid voor groengas)

In Scenario's C en D, waarin een matig ondersteunend beleid voor groengas bestaat, kunnen bestaande vergisters geen aanspraak maken op een nieuwe subsidie en is het subsidieregime ook voor nieuwe vergisters ongunstig. Dit maakt dat investeerders in groengasinstallaties geen businesscase kunnen rondkrijgen. Dit komt ook door de hogere betalingsbereidheid voor biomassastromen vanuit andere toepassingen. Er is immers een lichte toename in biomassagebruik bij andere toepassingen, met veelal een hogere economische waarde dan het gebruik voor groengasproductie (zie Figuur 4). In Scenario's C en D zal daarom de economische beschikbaarheid van lokale biomassa voor groengasproductie afnemen in 2030 ten opzichte van de huidige situatie.

¹⁵ [Missie Energie : Biogas en groengas](#), KVGn, 2018.

¹⁶ Berekend aan de hand van een groengasproductie in 2018 van 120 miljoen m³ en een methaangehalte van biogas van 55%.

Aandelen economisch beschikbare biomassa per scenario

We vertalen deze toekomstbeelden in een verhoging of verlaging van de aandelen vrij beschikbare biomassa van de huidige situatie zoals aangegeven door DNV GL (2017). De aandelen vrij beschikbare biomassa van DNV GL (2017) staan voor hoeveelheden biomassa die nog reesteren voor energietoepassingen. Dit omvat elektriciteit, warmte (niet via biogas of groengas), biobrandstoffen en biogas/groengas. Daarom vermenigvuldigen we de aandelen van DNV GL (2017) met de fractie hiervan die biogas/groengas betreft. Vervolgens passen we de nieuwe aandelen aan op basis van een verwachte toename/aanname in het aandeel van de technisch beschikbare biomassa dat naar groengas gaat in 2030 voor de verschillende scenario's. De resulterende aandelen economisch beschikbare biomassa per biomassastroom zijn toegekend aan de typen biomassastromen zoals onderscheiden in onze analyse en staan in Tabel 6. De gedetailleerde aanpak is uitgewerkt in Bijlage C.

Tabel 6 - Aandelen economisch beschikbare biomassa per stroom en per scenario

Biomassastromen	Aandeel economisch beschikbaar voor groengas in Scenario's A en B	Aandeel economisch beschikbaar voor groengas in Scenario's C en D
VGI	13%	8%
GFT en ONF	34%	21%
Gras uit recreatie	15%	10%
Afvalhout (huishoudens)	40%	25%
RWZI-slib	75%	25%
Slootmaaisel en bermgras	15%	10%
Mest	75%	25%
Akkerbouw: granen	38%	0%
Akkerbouw: groenten en overig	17%	10%
Akkerbouw: gras	15%	10%
Tuinbouw: fruit open grond	22%	14%
Tuinbouw: boomkwekerijen open grond	22%	14%
Overige tuinbouw en glastuinbouw	17%	10%
Bos	13%	8%

*: In Scenario's A en B is er een sterk ondersteunend beleid voor groengas en in Scenario's C en D een matig ondersteunend beleid voor groengas.

Hiermee hebben we per scenario een percentage lokale biomassa dat in 2030 naar verwachting economisch beschikbaar is voor groengasproductie (ten opzichte van de technische beschikbare biomassa in 2030). Dit percentage gebruiken we om de economisch beschikbare biomassa per scenario te berekenen. We passen de percentages toe op PC4-niveau.

4 Allocatie van biomassa aan installaties

In de analysefase van allocatie van biomassa aan installaties wordt de economisch beschikbare biomassa toegewezen aan bestaande en geplande installaties. Dit vormt het uitgangspunt voor de plaatsing van nieuwe installaties. In dit hoofdstuk wordt de analyse beschreven. De eindresultaten, een overzicht van verwachte invoedlocaties, invoedcapaciteiten en groengasproductiehoeveelheden op basis van lokale biomassa-stromen per scenario, worden gepresenteerd in Hoofdstuk 5.

Er wordt in deze analysefase onderscheid gemaakt tussen drie biomassacategorieën: mest, overige natte biomassa, en houtige biomassa. Dit onderscheid is van belang, omdat mest en overige natte biomassa minder goed transporteerbaar zijn, dat wil zeggen, duurder om naar groengasinstallaties te brengen.

4.1 Bestaande en geplande installaties

Voor de analyse hebben we een ‘startlijst’ gemaakt van bestaande en geplande vergistings- en vergassingsinstallaties (kortweg ‘installaties’) in 2030. Deze vormt het uitgangspunt voor de bepaling van groengasproductiecapaciteit en invoedlocaties in de vier verschillende scenario’s. De ‘startlijst’ bestaat voor het overgrote deel uit de lijst van groengas- en biogas-installaties van RVO die SDE-subsidie hebben ontvangen (RVO, 2019).¹⁷ Naar verwachting benadert deze lijst de werkelijk aanwezige productiecapaciteit, omdat verschillende geïnterviewden aangaven dat groengasinstallaties zonder SDE-subsidie niet levensvatbaar zijn. In de lijst ontbreken wel veel vergisters bij rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI’s) en bij bedrijven uit de voedings- en genotsmiddelenindustrie (VGI). Deze stromen worden niet in de hier beschreven allocatiestap van de analyse meegenomen.¹⁸

In de SDE-lijst van RVO staan de groengasinstallaties die SDE-subsidie hebben ontvangen en de biogasinstallaties die SDE-subsidie hebben ontvangen, waarvan het biogas op dit moment niet in groengas wordt omgezet. Voor beide is in de lijst aangegeven of de installaties al gerealiseerd zijn of niet.

De productiecapaciteit in m³ groengas per jaar is per groengasinstallatie in de SDE-lijst berekend door de beschikte productie (in MWh/jaar) om te rekenen met behulp van de bovenwaarde van de energie-inhoud van Gronings aardgas van 35,17 MJ/m³. In het geval van de biogasinstallaties is ook rekening gehouden met het feit dat de SDE-lijst voor deze installaties de productie van warmte en/of elektriciteit geeft.¹⁹

¹⁷ In de SDE-lijst staan ook een aantal monomestvergisters van Jumpstart die nog niet zijn gerealiseerd en waarvan de locatie nog niet bekend is. Deze hebben we daarom niet kunnen meenemen in de startlijst van installaties.

¹⁸ De groengasproductie uit deze stromen is in Hoofdstuk 3 berekend en zijn wel meegenomen in de inschatting van het economisch groengaspotentieel uit lokale biomassa-stromen.

¹⁹ Dit is omgerekend met behulp van een rendement van een biogasketel van 95%, een rendement van een biogascentrale van 40% en een rendement van een biogas-WKK van 90%.

De ‘startlijst’ voor de allocatie-analyse bevat ook enkele installaties die gebruik maken van nieuwe conversietechnieken.²⁰ De productievermogens van deze installaties zijn bepaald aan de hand van gesprekken met bedrijven die deze technieken ontwikkelen. Deze zijn samengevat in Tabel 7.

De inschatting van installaties en productievermogens van de superkritische vergassers zijn gebaseerd op een scenario uit de systeemstudie Noord-Holland (CE Delft, 2019). Een recente indicatie van Gasunie²¹ over de realisatieplannen voor superkritische vergassers omvat locaties in Delfzijl, Rotterdam en Alkmaar. Deze locaties konden niet meer in de analyse worden meegenomen. Dit heeft geen effect op de hoofdresultaten, omdat de totale groengasproductiecapaciteit in beide gevallen circa 20 PJ (0,6 bcm) bedraagt.

Tabel 7 - Productiecapaciteit van nieuwe technieken zoals meegenomen in de verkenning van groengasproductie in 2030

Nieuwe conversietechniek	Aantal installaties	Totale productiecapaciteit (miljoen m ³ groengas)
Superkritische watervergassing	5	593
Houtvergassing	2	300
Mestvergassing	1	24

In Tabel 8 staat de productiecapaciteit van de ‘startlijst’ samengevat. De verhouding in capaciteit tussen bestaande installaties, geplande installaties op basis van vergisting en geplande installaties op basis van nieuwe (vergassings-)technieken is daarin te zien. Deze verhouding is gepresenteerd voor de groengasinstallaties, de biogasinstallaties (omgerekend naar m³ groengas) en alle installaties tezamen. Tot slot is er gedifferentieerd naar de verschillende biomassacategorieën. De productiecapaciteit van superkritische vergassing is apart opgenomen, omdat alle biomassastromen hierin kunnen worden verwerkt.

²⁰ Deze worden niet in alle scenario’s meegenomen. Zie Paragraaf 4.2.

²¹ Persoonlijke communicatie met Gasunie, december 2019.

Tabel 8 - Productiecapaciteit van gerealiseerde en geplande groengas- en biogasinstallaties voor verschillende biomassacategorieën in de 'startlijst' (miljoen m³ groengasequivalenten per jaar)

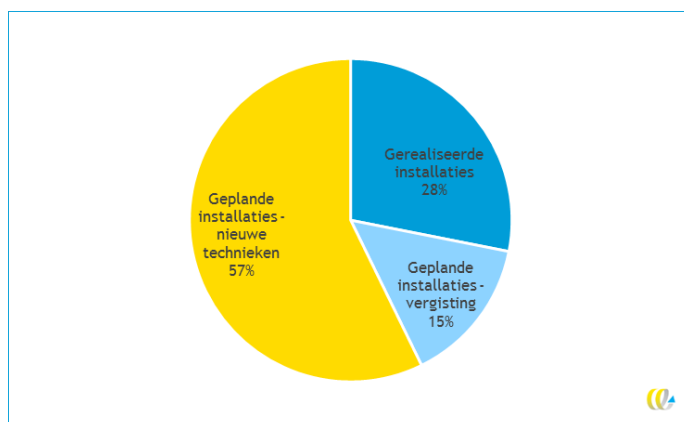
	Mest (miljoen m ³)	Overige natte biomassa (miljoen m ³)	Hout (miljoen m ³)	Super- kritische vergassing (miljoen m ³)	Totaal (miljoen m ³)
Groengas					
Gerealiseerde installaties	111	69	0	0	180
Geplande installaties - vergisting	161	9	0	0	171
Geplande installaties - nieuwe technieken	24	0	300	593	917
Biogas*					
Gerealiseerde installaties	216	54	0	0	270
Geplande installaties - vergisting	62	2	0	0	64
Geplande installaties - nieuwe technieken	0	0	0	0	0
Totaal (groengas en biogas)					
Gerealiseerde installaties	327	124	0	0	450
Geplande installaties - vergisting	223	11	0	0	235
Geplande installaties - nieuwe technieken	24	0	300	593	917
Alle installaties	574	135	300	593	1.602

*: Voor de biogasinstallaties is weergegeven wat de groengasproductiecapaciteit zou zijn als het biogas uit de vergisters zou worden opgewerkt in een opwaarderingsinstallatie.

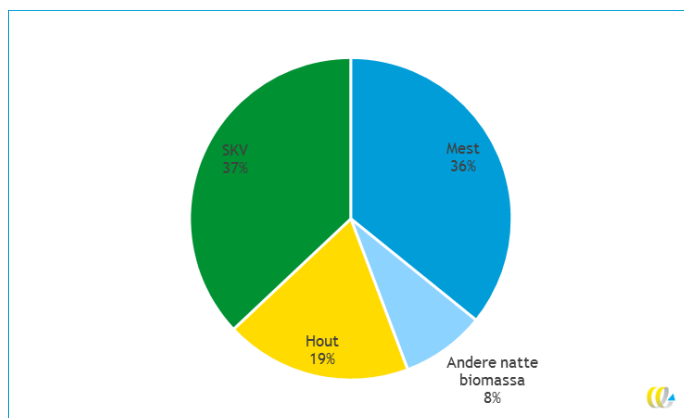
De productiecapaciteit van groengasinstallaties is 79% van het totaal. De resterende 21% is de totale productiecapaciteit van biogasinstallaties. In Figuur 5 is te zien dat de gerealiseerde installaties in de 'startlijst' slechts 28% van het totaal uitmaken. De productiecapaciteit van groengasinstallaties in augustus 2019 was slechts 0,18 bcm (RVO, 2019). Er moet dus nog veel capaciteit worden bijgebouwd om 2 bcm groengas te kunnen produceren en de nationale ambitie voor 2030 te halen. Bovendien moeten er bij de biogasinstallaties opwaarderingsinstallaties worden gerealiseerd. Van de resterende 72% is het merendeel van de capaciteit afkomstig van nieuwe technieken (57% van de totale 'startlijst'. Verder is de productiecapaciteit van mest-verwerkende installaties 36%, van hout 19% en van overige natte biomassa 8%, zoals weergegeven in Figuur 6. Hierbij is 72% van de co-vergisters en allesvergisters meegerekend bij de productiecapaciteit van mest en 28% bij overige natte biomassa.²² De capaciteit van superkritische vergassing is apart weergegeven.

²² Gemiddeld wordt er 72% mest gebruikt in co-vergisters (PBL, 2018). Dit percentage wordt ook gebruikt in de allocatiestap van de analyse.

Figuur 5 - Verhouding van de productiecapaciteit van gerealiseerde vs. geplande groengasinstallaties in de 'startlijst'



Figuur 6 - Verhouding van de productiecapaciteit van biomassacategorieën en superkritische vergassing in de 'startlijst'



SKV = superkritische vergassing.

Een eerste bevinding is hier dat de totale productiecapaciteit in lijst van bestaande en geplande groengasinstallaties in 2030 1,6 bcm bedraagt. Dit is onvoldoende om de nationale ambitie van 2 bcm groengasproductie in 2030 te halen. Hier komt nog bij dat de realisatie van met name de installaties o.b.v. nieuwe technieken, maar ook de realisatie van nieuwe vergisters, niet zeker is. Indien er een sterk ondersteunend beleid voor groengas is, wordt er mogelijk extra productiecapaciteit gebouwd. In de analysefase bepalen we eventuele extra productiecapaciteit per scenario, wat uitmondt in een 'eindlijst' van groengasinstallaties per scenario.

Verder kunnen we uit de 'startlijst' opmaken dat de realisatie van systemen voor de opwaardering van biogas tot groengas van belang is om de totale groengasproductiecapaciteit te verhogen naar 2 bcm. Het grote aandeel van superkritische vergassing creëert veel flexibiliteit, omdat alle soorten biomassastromen hierin kunnen worden verwerkt, maar lokale biomassastromen zullen dan wel grotere afstanden moeten afleggen. Ook de verwerking van mest en overige natte biomassa in co-vergisters en allesvergisters is flexibel.

4.2 Installaties per scenario

De ‘startlijst’ uit de vorige paragraaf vormt het uitgangspunt voor de vorming van een lijst met groengasinstallaties voor elk van de vier scenario’s voor 2030. In alle vier scenario’s blijven de huidige vergisters operationeel en zijn de geplande vergisters gerealiseerd in 2030.²³

In de scenario’s met sterk ondersteunend beleid voor groengas wordt bij alle biogasinstallaties in een opwaarderingsinstallatie geïnvesteerd. Alle biogasinstallaties zijn daarom opgenomen in Scenario’s A en B, maar niet in Scenario’s C en D. In de scenario’s met sterke schaalvergroting en nieuwe technieken (B en D) worden de installaties op basis van nieuwe (vergassings)technieken meegenomen.

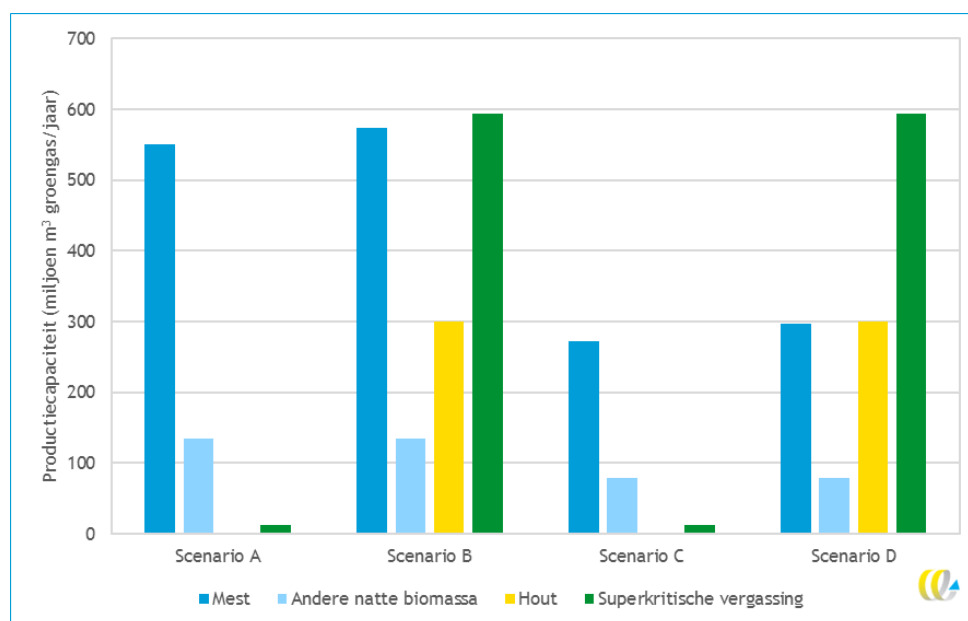
De demonstratiefabriek op basis van superkritische vergassing in Alkmaar blijft (ook) in Scenario’s A en C operationeel. Dit resulteert in een unieke ‘startlijst’ van groengasinstallaties en productiecapaciteit per scenario. Zie Tabel 9 en Figuur 7.

Tabel 9 - Groengasproductiecapaciteit per scenario in de ‘startlijst’, onderverdeeld naar biomassa-categorieën en superkritische vergassing (miljoen m³ groengas/jaar)

	Scenario A - Sterk ondersteunend beleid en beperkte schaalvergroting	Scenario B - Sterk ondersteunend beleid en sterke schaalvergroting	Scenario C - Matig ondersteunend beleid en beperkte schaalvergroting	Scenario D - Matig ondersteunend beleid en sterke schaalvergroting
Mest	550	574	272	296
Overige natte biomassa	135	135	79	79
Hout	0	300	0	300
Superkritische vergassing	13	593	13	593
Totaal	698	1.602	364	1.268

²³ Bij scenario’s C en D is daarom sprake van ‘matig ondersteunend beleid’: om alle huidige en geplande vergisters operationeel te hebben/houden in 2030 is beleid nodig dat zorgt dat vergisters ook na het verstrijken van de twaalfjarige SDE-subsidieperiode rendabel blijven.

Figuur 7 - Groengasproductiecapaciteit per scenario, onderverdeeld naar biomassacategorieën en superkritische vergassing



Vanwege de onzekerheid met betrekking tot de realisatie van vergassingsinstallaties en met betrekking tot de mate van ondersteunend beleid voor groengas, verschilt de totale productiecapaciteit sterk tussen de scenario's: van 0,36 bcm in Scenario C tot 1,6 bcm in Scenario B.

In de allocatie van economisch beschikbare biomassa met behulp van het allocatiemodel wordt voor elk van de scenario's gebruik gemaakt van de scenario-specifieke installatielijst.

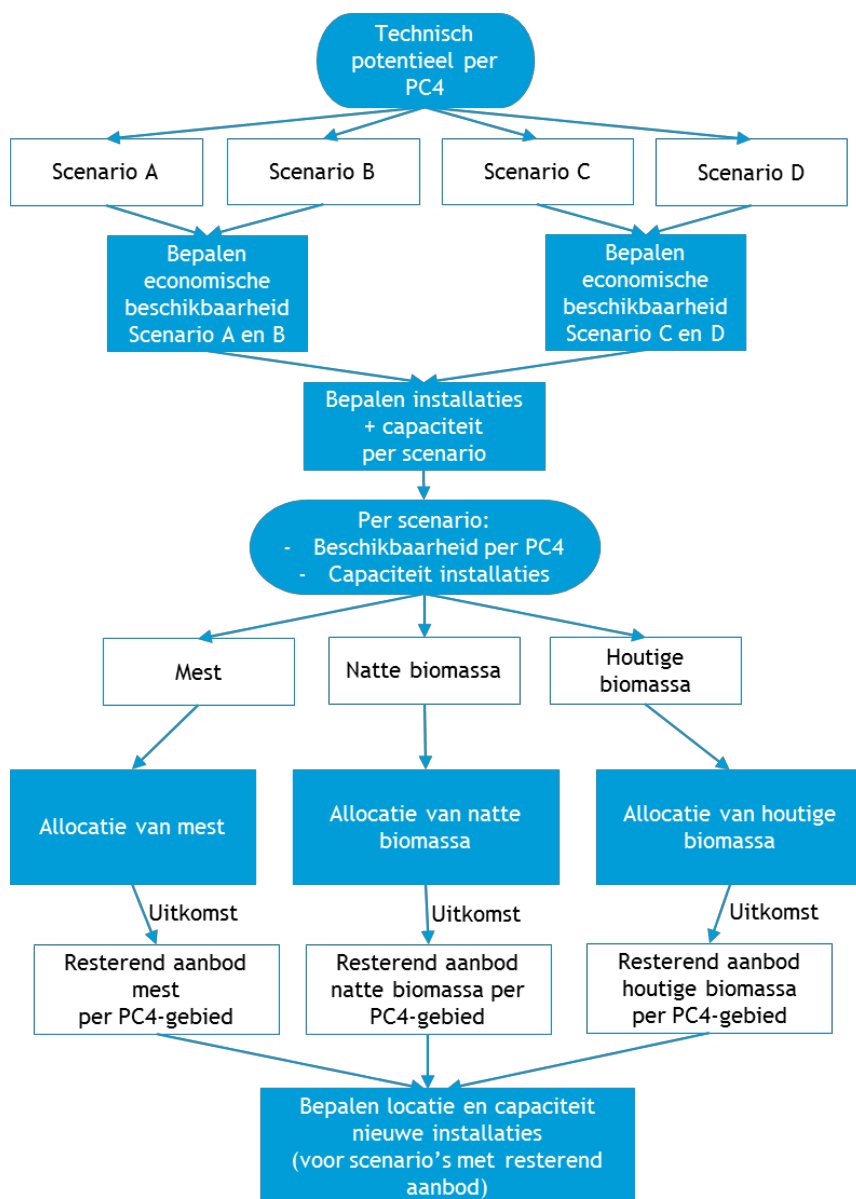
4.3 Allocatiemodel

Voor het bepalen van de locatie van eventuele nieuwe installaties, is een berekening gemaakt met het allocatiemodel. Per Postcode4-gebied, per scenario en per type biomassastroom is berekend of er nog biomassa over is in het Postcode4-gebied dat nog niet naar een huidige of geplande installatie gaat. Met deze informatie is, indien het aantal nieuwe installaties beperkt is, met behulp van GIS-kaarten bepaald waar nieuwe installaties geplaatst kunnen worden, ervan uitgaande dat de biomassa een zo kort mogelijke weg aflegt voordat het bij de installatie komt.²⁴

In Figuur 8 zijn de stappen weergegeven die zijn gezet om de allocatie uit te voeren. In Bijlage D wordt de allocatiemethode verder uitgewerkt aan de hand van een stroom-schema. De resultaten van de allocatie zijn weergegeven in Paragraaf 5.3 en in Bijlage E.

²⁴ In werkelijkheid wordt lokale biomassa niet altijd naar de dichtstbijzijnde vergister vervoerd, maar deze modelaannname strookt met het streven naar beperking van de transportkosten.

Figuur 8 - Uitgevoerde analysestappen die leiden tot allocatie biomassa



4.4 Allocatie van biomassa

In het biomassamodel is een berekening gemaakt van de beschikbare hoeveelheid groengas. De biomassastromen zijn ingedeeld naar type biomassa, te weten:

- mest;
- overige natte biomassa (o.n.b.);
- houtige biomassa.

Het allocatiemodel berekent per scenario per type biomassa naar welke installaties uit de 'startlijst' deze biomassa kan worden getransporteerd. Hiervoor berekent het model eerst de kortste afstand tussen alle installaties en alle postcodes. Vervolgens wijst het

model op volgorde van kortste afstand biomassa toe aan installaties. Dit doet het model zolang er nog genoeg biomassa is en er nog genoeg capaciteit is waar de biomassa heen kan. Daarnaast bevat het model de beperking dat de biomassa niet verder dan 100 kilometer mag worden getransporteerd. Deze beperking geldt niet voor hout. Dit reflecteert dat vervoer van biomassa over te grote afstanden tot te hoge transportkosten kan leiden. Als de installaties vol zijn of er is geen biomassa meer van het juiste type, stopt het model de berekening. Het model voert de allocatie uit in drie verschillende stappen: eerst voor mest, dan voor overige natte fractie en dan voor hout.

In Tabel 10 is weergegeven welk type biomassa naar welke installaties gaat. Voor superkritische watervergassing wordt allereerst gekeken of er nog genoeg mest is om de installatie mee te vullen. Indien er daarna nog capaciteit over is, wordt gekeken of er nog overige natte fractie is om de installatie verder mee te vullen en als laatste wordt er naar hout gekeken. Voor allesvergisters en co-vergisters wordt maximaal 72% gevuld met mest en wat over blijft aan capaciteit wordt zoveel mogelijk gevuld met overige natte biomassa. De 72% is gebaseerd op een gemiddeld aandeel mest in huidige installaties (PBL, 2018).

Tabel 10 - Type installaties en toedeling type biomassa aan installaties

Type	Mest	Overige natte biomassa	Hout
Mestvergister	100%	0%	0%
Allesvergister	72%	28%	0%
Co-vergisting	72%	28%	0%
Overige vergisting	0%	100%	0%
Mestvergasser	100%	0%	0%
Superkritische watervergassing	100%	100%	100%
Houtvergassing	0%	0%	100%

De verschillende type installaties hebben een verschillend rendement. Voor de biomassastromen die het allocatiemodel in gaan wordt dit rendement op het moment van toekenning aan de installatie meegerekend. Afhankelijk van het type installatie (conversietechniek) wordt berekend hoeveel groengas er wordt geproduceerd en wordt de resterende productiecapaciteit aangepast. De conversierendementen die daarbij worden gebruikt staan in Tabel 11. In het allocatiemodel is een gemiddeld vergistingsrendement van 35%²⁵ toegepast. Op basis van correspondentie met ontwikkelaars van mestvergassing, houtvergassing en superkritische vergassing zijn conversierendementen bepaald. De 70% voor superkritische vergassing is eveneens gebruikt in de studie van New Energy Coalition (2019).

Afvalstromen uit VGI en RWZI-slib worden niet meegenomen in de allocatiestap, omdat hier specifieke vergisters voor zijn. De locatie van deze vergisters is veelal onbekend. Dit zijn ‘dedicated’ installaties die bij de RWZI’s en VGI-bedrijven staan, waardoor allocatie ook minder relevant is voor deze stromen. Daarnaast is niet op PC4-niveau bekend waar de afvalstromen uit de VGI beschikbaar komen.

²⁵ Dit rendement is bepaald aan de hand van het organische droge stofgehalte (% oDS), de energie-inhoud per stroom (m³/kg oDS) en het productiepotentieel (m³/kg oDS).

Tabel 11 - Gebruikte conversierendementen in allocatie van biomassa aan installaties

Conversietechniek	Conversierendement (MJ groengas/MJ primaire energie van de biomassa)
Vergisting	35% (gemiddeld)
Mestvergassing	46%
Houtvergassing	60%
Superkritische vergassing	70%

4.5 Plaatsbepaling nieuwe installaties

Wanneer de totale hoeveelheid economisch beschikbare biomassa (in groengas-equivalenten) hoger is dan de totale productiecapaciteit in Nederland, is er ruimte om nieuwe installaties te plaatsen. Dit vormt de laatste stap van de analyse. In de scenario's met matige beleidsondersteuning van groengasproductie (C en D) worden geen nieuwe installaties geplaatst, omdat investeerders geen businesscase rond kunnen krijgen.²⁶ We gebruiken twee manieren om te bepalen hoeveel nieuwe installaties er komen per scenario en type biomassastroom. In Scenario A, waarin wordt gefocust op kleine en middelgrote installaties, wordt enkel berekend hoeveel nieuwe installaties er nodig zijn.²⁷ Voor Scenario B, waarin het vooral gaat om het plaatsen van grote en middelgrote installaties, wordt niet alleen bepaald hoeveel nieuwe installaties erbij komen, maar ook waar ze geplaatst kunnen worden. Dit doen we aan de hand van de geografische analyse van allocatie, apart voor mest, overige natte biomassa en houtige biomassa. De locaties van nieuwe installaties worden 'geprikt' met behulp van de kaarten en de bijbehorende hoeveelheden resterende economische biomassa per RES-regio.

Schaalgrootte van nieuwe installaties

Per scenario en per biomassacategorie wordt uitgegaan van een 'standaardgrootte'. Deze 'standaardgrootte' is 'klein' voor de scenario's met beperkte schaalvergroting (Scenario's A en C) en 'groot' voor de scenario's met sterke schaalvergroting (Scenario's B en D). De meeste nieuwe installaties die worden geplaatst hebben de 'standaardgrootte'. Daarnaast worden ook 'middelgrote' installaties geplaatst. Het uitgangspunt voor de productiecapaciteitswaarden (in m³/uur) die hierbij horen zijn eerder in Tabel 1 gegeven als onderdeel van de scenariobeschrijvingen. De omvang van 'kleine', 'middelgrote' en 'grote' installaties verschilt echter niet alleen per scenario, maar ook tussen de biomassacategorieën mest, overige natte biomassa en houtige biomassa.

Per biomassacategorie is uitgegaan van een bepaalde conversietechniek. De schaalgroottes zijn bepaald op basis van de scenariobeschrijving (Tabel 1) en de productiecapaciteit van bestaande en geplande installaties voor de meegenomen conversietechnieken. Het volledige overzicht van toegepaste productiecapaciteitswaarden van nieuwe installaties staat in Tabel 12.

²⁶ De installaties op basis van nieuwe technieken zijn in Scenario D wél levensvatbaar, dankzij een hogere groengasopbrengst per ton biomassa en schaalvoordelen.

²⁷ Omdat er meer dan 400 kleine installaties nodig zijn, zullen de installaties dichtbij de resterende beschikbare biomassahoeveelheden worden gebouwd, verspreid over Nederland. Zie Bijlage E.

Tabel 12 - Productiecapaciteit van nieuw geplaatste installaties (in hoeveelheid groengas per uur en per jaar)

	Scenario A en C (beperkte schaalvergroting)		Scenario B en D (sterke schaalvergroting)	
<i>Schaalgrootte</i>	<i>Klein</i> ¹	<i>Middelgroot</i> ²	<i>Middelgroot</i> ²	<i>Groot</i> ¹
Mest (mestvergisting)	50 m ³ /uur 0,4 miljoen m ³ /jaar	500 m ³ /uur 4 miljoen m ³ /jaar	1.500 m ³ /uur 12 miljoen m ³ /jaar	3.000 m ³ /uur 24 miljoen m ³ /jaar
Overige natte biomassa (allesvergisting)	500 m ³ /uur 4 miljoen m ³ /jaar	1.000 m ³ /uur 8 miljoen m ³ /jaar	2.000 m ³ /uur 16 miljoen m ³ /jaar	3.000 m ³ /uur 24 miljoen m ³ /jaar
Houtige biomassa (houtvergassing)	-	-	N.v.t.	3.000 - 30.000 m ³ /uur (afgestemd op hoeveelheid)

¹: Deze schaalgrootte wordt veelvuldig toegepast.

²: Deze schaalgrootte wordt in mindere mate toegepast.

4.6 Invoedlocaties en -capaciteiten

De analysefase van allocatie van biomassa aan installatie (incl. plaatsing van nieuwe installaties) resulteert in een set van groengasinstallaties (locaties en productiecapaciteiten) voor Nederland in 2030 en groengasproductie en -invoeding op basis van lokale biomassa (locaties en productiehoeveelheden), per scenario. De eindresultaten zijn weergegeven in Hoofdstuk 5.

5 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de analyse van lokale economisch beschikbare biomassahoeveelheden en locaties en vermogens van groengasproductie-installaties gepresenteerd. Hoe tot deze resultaten is gekomen staat beschreven in Hoofdstuk 3 en Hoofdstuk 4. De resultaten worden samengevat op nationaal en RES-regioniveau.

5.1 Groengaspotentieel

In Paragraaf 5.1.1 wordt het technisch groengaspotentieel van lokale biomassa in 2030 gepresenteerd en in Paragraaf 5.1.2 het economisch groengaspotentieel.

5.1.1 Technisch potentieel

Het technisch potentieel van groengasproductie uit lokale biomassa in 2030 staat in Tabel 13 en de aandelen van lokale biomassastromen hierin zijn geïllustreerd in Figuur 9. In Figuur 10 is het potentieel weergegeven per RES-regio en per type biomassastroom. In Bijlage E zijn de kaarten groter afgebeeld.

Het technisch potentieel staat voor de hoeveelheid groengas die zou worden geproduceerd als alle lokale biomassastromen worden omgezet in groengas, rekening houdend met een deel dat niet oogstbaar is. Dit kan daarom worden gezien als een theoretisch maximum, dat in de praktijk niet zal worden gehaald, omdat niet alle biomassastromen zullen worden gebruikt voor groengasproductie.

Er zijn twee technisch potentieelwaarden berekend: een waarde waarbij alle biomassastromen worden omgezet in groengas door middel van vergisting (en houtvergassing bij houtige reststromen) en een waarde waarbij alle biomassastromen met superkritische watervergassing zijn omgezet. Omdat is aangenomen dat superkritische vergassing tweemaal zo efficiënt is als vergisting (zie Paragraaf 4.4), is de waarde op basis van deze techniek tweemaal zo hoog.²⁸ Bij deze productiewaarde moet nog een extra slag om de arm worden genomen, omdat deze pas kan worden behaald als er voldoende productiecapaciteit aan superkritische vergassers is gerealiseerd. De bouwplannen van superkritische vergassers tot 2030 tellen echter slechts op tot 0,6 bcm (zie Paragraaf 4.1).

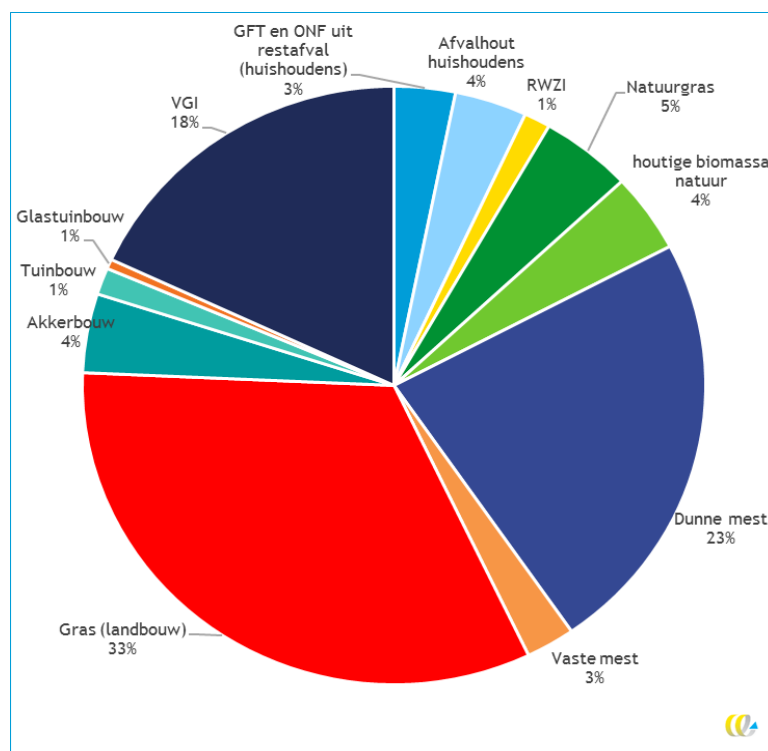
²⁸ Bij houtige stromen stijgt het conversierendement van 60 naar 70% tussen beide berekeningen.

Tabel 13 - Technisch potentieel van groengasproductie uit lokale biomassastromen in 2030 (in miljoen m³ groengasequivalenten)

Reststroom biomassa	Uitgaande van vergisting (en vergassing van hout)	Uitgaande van superkritische vergassing
GFT en ONF uit restafval (huishoudens)	161	323
Afvalhout huishoudens	191	222
RWZI	69	139
Natuurgras	242	484
Houtige biomassa natuur	216	252
Dunne mest	1.172	2.343
Vaste mest	129	258
Gras (landbouw)	1.666	3.333
Akkerbouw	217	434
Tuinbouw	73	147
Glastuinbouw	27	53
VGI	919	1.838
Totaal	5.082	9.826

De totale groengasproductie op basis van technisch beschikbare biomassastromen uit Nederland in 2030 is 5,1 bcm, uitgaande dat de stromen worden vergist (zie Tabel 13). Afhankelijk van het aandeel dat superkritisch wordt vergast valt het technisch potentieel nog hoger uit. Het potentieel op basis van vergisting is meer dan tweemaal zo hoog als de nationale ambitie voor groengasproductie in 2030 van 2 bcm. Echter, het economisch potentieel is substantieel lager dan het technisch potentieel (zie Paragraaf 5.1.2).

Figuur 9 - Aandelen van lokale biomassastromen in het technisch groengaspotentieel in 2030, uitgaande van vergisting



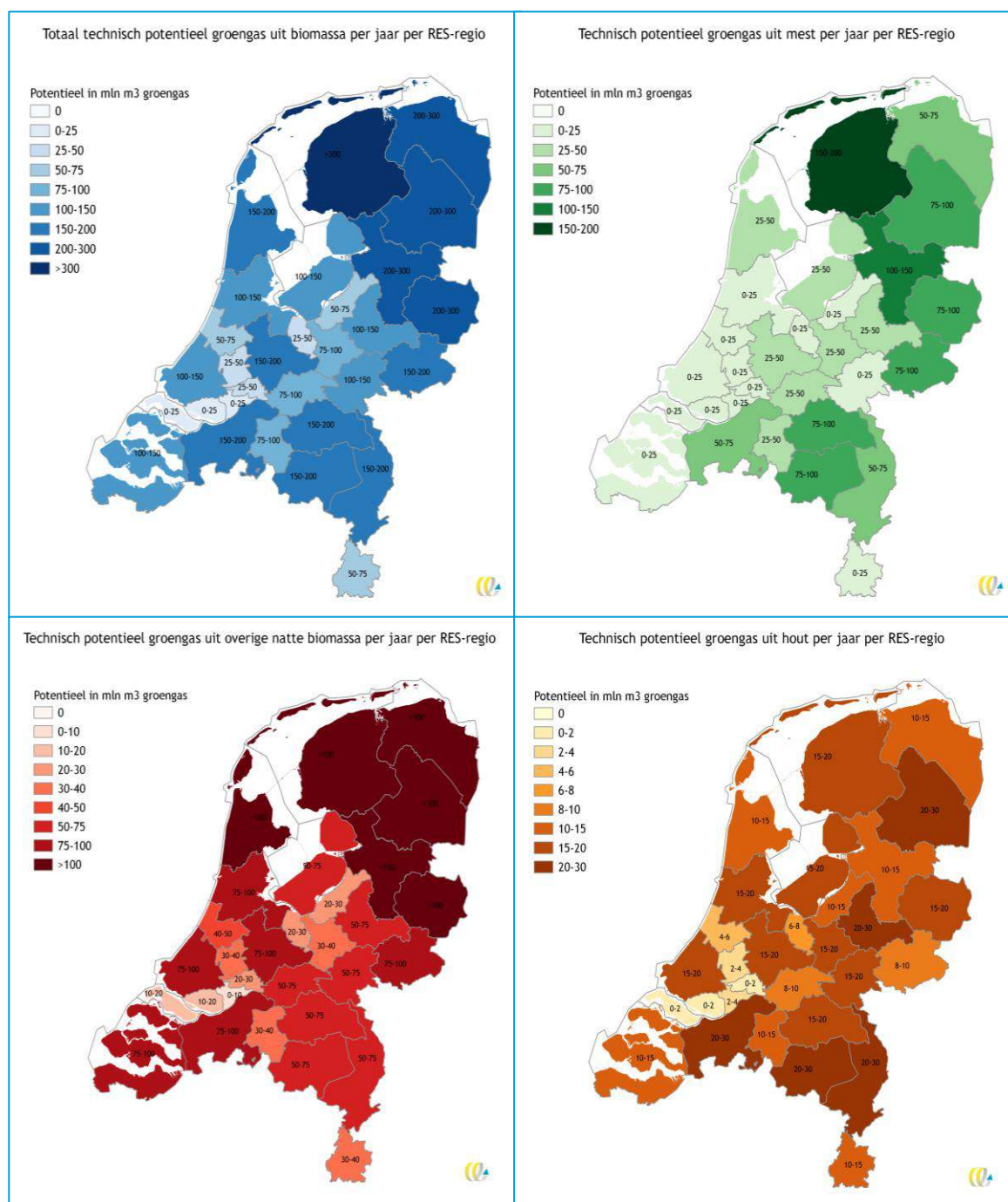
Wanneer we de aandelen van biomassastromen in het technisch groengaspotentieel in Figuur 9 bekijken, vallen de grote bijdrages van gras uit landbouw (33%), dunne mest (23%) en stromen uit de voedings- en genotsmiddelenindustrie (18%) op.

Nederland heeft een totaaloppervlak aan grasland van meer dan een miljoen hectare. Voor een deel zijn dit arealen die door koeien en andere dieren worden begraasd, maar er wordt ook een groot deel gemaaid. Omdat data van gemaaide hoeveelheden ontbreken, is de schatting van het technisch potentieel van gras uit landbouw relatief onzeker. Gras wordt veel als veevoer gebruikt en weinig als feedstock voor vergisting, maar dit is technisch wel mogelijk. Brinkmann Consultancy (2014) schetst het beeld van een “onderbenut potentieel van grasvergisting” in Nederland.

De omvangrijke veestapel in Nederland (voor het overgrote deel runderen, varkens en kippen) levert een grote hoeveelheid mest op. Het overgrote deel daarvan is dunne mest (vloeibare mest). Dit kan vergist worden in verschillende typen vergisters en ook in superkritische watervergassers. Mestvergisting vindt in Nederland al veel plaats, maar verreweg de meeste mest wordt niet vergist: de huidige productiecapaciteit van mestvergisting is 0,11 bcm (zie Tabel 8), tegenover een technisch potentieel van 1,3 bcm. Vanwege de lage energiedichtheid brengt het transport van dunne mest relatief hoge transportkosten met zich mee.

De stromen uit de VGI zijn zeer divers. Veel grote fabrieken hebben een eigen biogasinstallatie, waarin VGI-reststromen worden omgezet in elektriciteit en warmte voor de eigen productieprocessen. Een ander deel van deze stromen wordt gebruikt als feedstock in vergisters, als veevoer, als grondverbeteraar (zie Paragraaf 3.3). Gebruikt frituurvet wordt als grondstof voor biobrandstoffen gebruikt. Als alle VGI-reststromen zouden worden omgezet in groengas, dan zou dit een relatief grote hoeveelheid groengas opleveren.

Figuur 10 - Technisch potentieel groengas in 2030, in miljoen m³ per RES-regio voor het totaal en per type biomassaastroom, uitgaande van vergisting



5.1.2 Economisch potentieel

Het economisch potentieel van groengasproductie uit lokale biomassa in 2030 staat in Tabel 14 en de aandelen van lokale biomassastromen hierin zijn geïllustreerd in Figuur 11 (Scenario's A en B) en Figuur 12 (Scenario's C en D). In Figuur 13 is het potentieel weergegeven per RES-regio.

Het economisch potentieel is een inschatting van de hoeveelheid groengas die in Nederland in 2030 wordt geproduceerd in elk van de vier scenario's. Bij de bepaling van het economisch potentieel is rekening gehouden met alternatieve toepassingen van lokale biomassa en met de invloed van ondersteunend overheidsbeleid op het beschikbaar komen van biomassastromen voor groengasproductie. De bepaling van het economisch potentieel is uiteengezet in Paragraaf 3.3. Net als bij het technisch potentieel zijn er twee waarden berekend: een economisch potentieel uitgaande van vergisting (en houtvergassing bij houtige reststromen) en een economisch potentieel uitgaande van superkritische watervergassing.

Tabel 14 - Economisch potentieel van groengasproductie uit lokale biomassastromen in 2030 (in miljoen m³ groengasequivalenten)

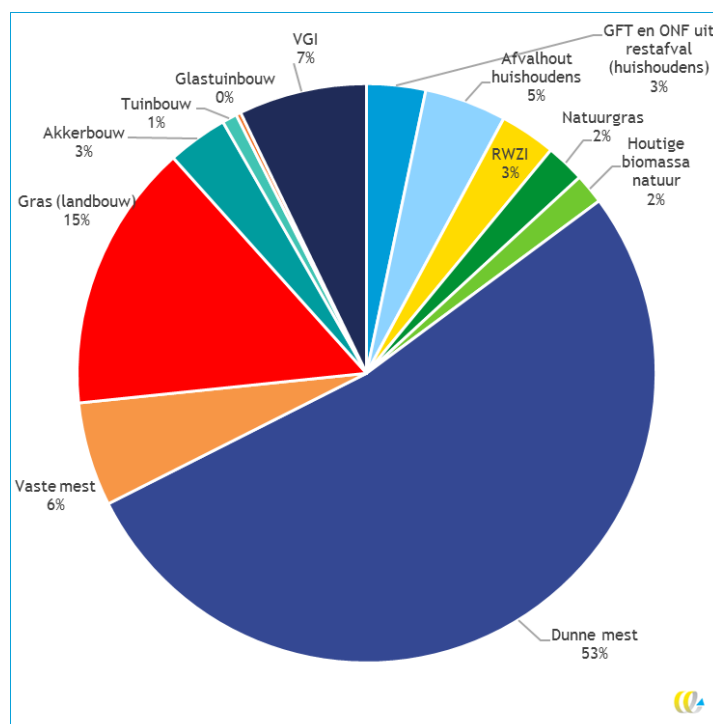
Reststroom biomassa	Scenario's A en B (sterk ondersteunend beleid)		Scenario's C en D (matig ondersteunend beleid)	
	<i>Op basis van vergisting</i>	<i>Op basis van superkritische vergassing</i>	<i>Op basis van vergisting</i>	<i>Op basis van superkritische vergassing</i>
GFT en ONF uit restafval (huishoudens)	55	110	34	68
Afvalhout huishoudens	76	89	48	56
RWZI-slib	52	104	17	35
Natuurgras	36	73	24	48
Houtige biomassa natuur	28	33	17	20
Dunne mest	879	1.757	293	586
Vaste mest	97	194	32	65
Gras (landbouw)	250	500	167	333
Akkerbouw	56	112	12	25
Tuinbouw	14	28	8,4	16,9
Glastuinbouw	4,5	9,1	2,7	5,3
VGI	119	239	74	147
Totaal	1.667	3.247	729	1.404

De totale groengasproductie op basis van economisch beschikbare biomassastromen in Nederland in 2030 uitgaande van vergisting is bij sterk ondersteunend beleid (Scenario's A en B) voor groengas 1,7 bcm en bij matig ondersteunend beleid (Scenario's C en D) 0,7 bcm. Afhankelijk van het aandeel dat superkritisch wordt vergast valt het economisch potentieel nog hoger uit. Echter, de plannen voor superkritische vergassers in 2030 tellen op tot 0,6 bcm groengasproductie, waarmee het economisch potentieel slechts met 0,3 bcm wordt verhoogd.

Een eerste observatie is dat het economisch potentieel ten minste driemaal lager is dan het technisch potentieel. Daarnaast is te zien dat het economisch potentieel bij zwak ondersteunend beleid ca. 44% is van het economisch potentieel bij sterk ondersteunend

beleid. Het economisch potentieel op basis van vergisting is zelfs bij sterk ondersteunend beleid onvoldoende om de nationale ambitie van groengasproductie in 2030 van 2 bcm te halen. Bij matig ondersteunend beleid wordt deze ambitie bij lange na niet gehaald. Dit gaat echter om het economisch potentieel uit *lokale* biomassa-stromen; het economisch potentieel van buitenlandse biomassa-stromen is in deze studie niet meegenomen.

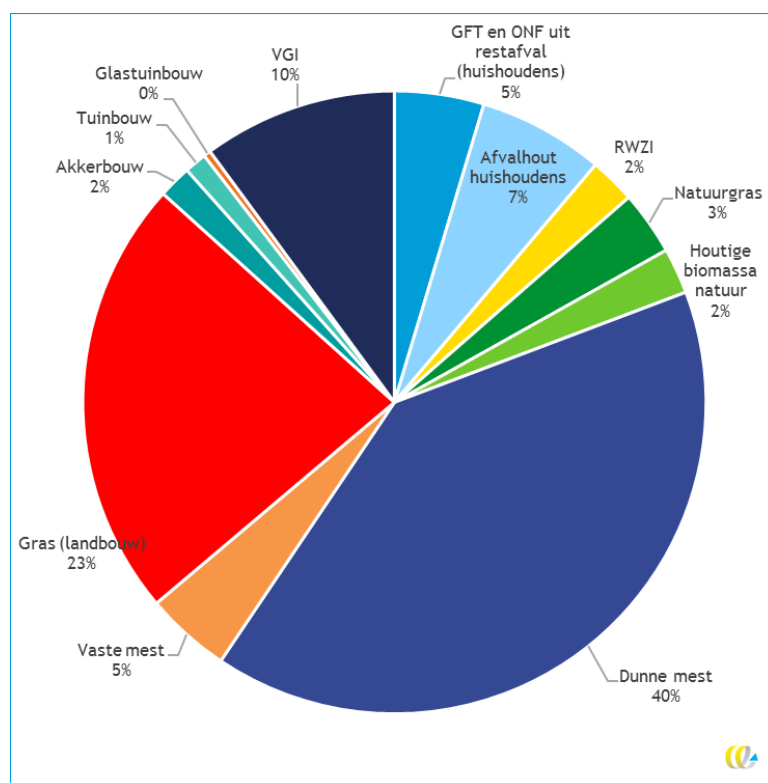
Figuur 11 - Aandelen van lokale biomassa-stromen in het economisch groengaspotentieel in 2030 voor Scenario's A en B (sterk ondersteunend beleid voor groengas), uitgaande van vergisting



Wanneer we de aandelen van lokale biomassa-stromen in het economisch groengas-potentieel in 2030 bij sterk ondersteunend beleid in Figuur 11 vergelijken met de aandelen bij het technisch potentieel (zie Figuur 9), dan valt op dat het aandeel dunne mest in het economisch potentieel veel groter is: 53%, ten opzichte van 23% in het technisch potentieel. De aandelen van gras uit landbouw en VGI-reststromen zijn in het economisch potentieel juist aanzienlijk kleiner dan in het technisch potentieel: 15% voor gras uit landbouw (ten opzichte van 33%) en 7% voor VGI-reststromen (ten opzichte van 18%).

De verandering van relatieve bijdrages zijn geringer bij andere reststromen. De aandelen van natuurgras en houtige biomassa uit de natuur zijn een paar procentpunten kleiner in het economisch potentieel, terwijl de aandelen van RWZI-slib en vaste mest juist een paar procentpunten groter zijn.

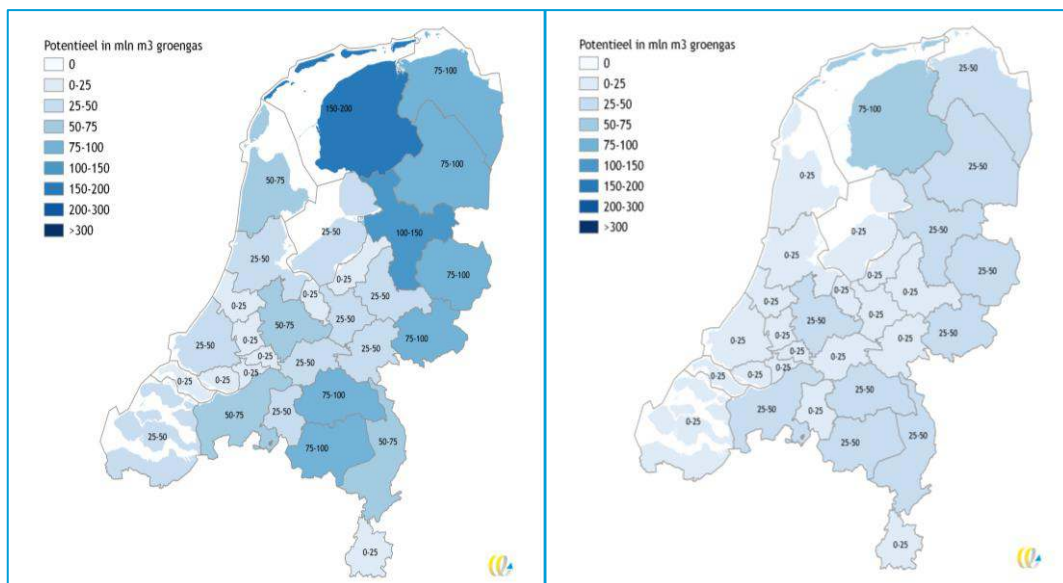
Figuur 12 - Aandelen van lokale biomassastromen in het economisch groengaspotentieel in 2030 voor Scenario's C en D (matig ondersteunend beleid voor groengas), uitgaande van vergisting



De verhouding tussen lokale biomassastromen in het economisch groengaspotentieel in 2030 bij matig ondersteunend beleid, te zien in Figuur 12, verschilt vooral met betrekking tot het aandeel dunne mest: dit is 40% bij matig ondersteunend beleid en 53% bij sterk ondersteunend beleid. Dit verschil is een direct gevolg van de inschatting van de percentages economische beschikbaarheid van mest in de verschillende scenario's (zie Paragraaf 3.3). De aandelen van de meeste andere biomassastromen zijn hier groter dan onder sterk ondersteunend beleid, met de grootste toename voor gras uit landbouw (23% ten opzichte van 15%) en VGI (10% ten opzichte van 7%).

Het algemene beeld dat uit de verschillende scenario's naar voren komt is dat het economisch groengaspotentieel van lokale biomassastromen in 2030 sterk afhankelijk is van het ondersteunend beleid voor groengas. De range van het economisch potentieel dat volgt uit de scenario-analyse is 0,7-1,7 bcm groengas uitgaande van vergisting. Inclusief gebruik van de geplande superkritische vergassers groeit deze range naar 1,0-2,0 bcm groengas. Vooral het aandeel van mest in het economisch potentieel is groot (45-59%). Ook de potentiële bijdrage van gras uit landbouw is aanzienlijk, maar de beschikbaarheid van deze stroom voor groengasproductie is onzekerder dan die van mest.

Figuur 13 - Economisch groengaspotentieel in 2030, in miljoen m³ per RES-regio in Scenario A en B (links) en Scenario C en D (rechts), uitgaande van vergisting



5.2 Allocatie

In de allocatiestap van de analyse zijn de lokale economische biomassahoeveelheden toegewezen aan groengasinstallaties en is de locatie van nieuw geplaatste installaties bepaald op basis van kaarten van de resterende hoeveelheden biomassa. De resultaten van deze stap zijn weergegeven in Bijlage E.

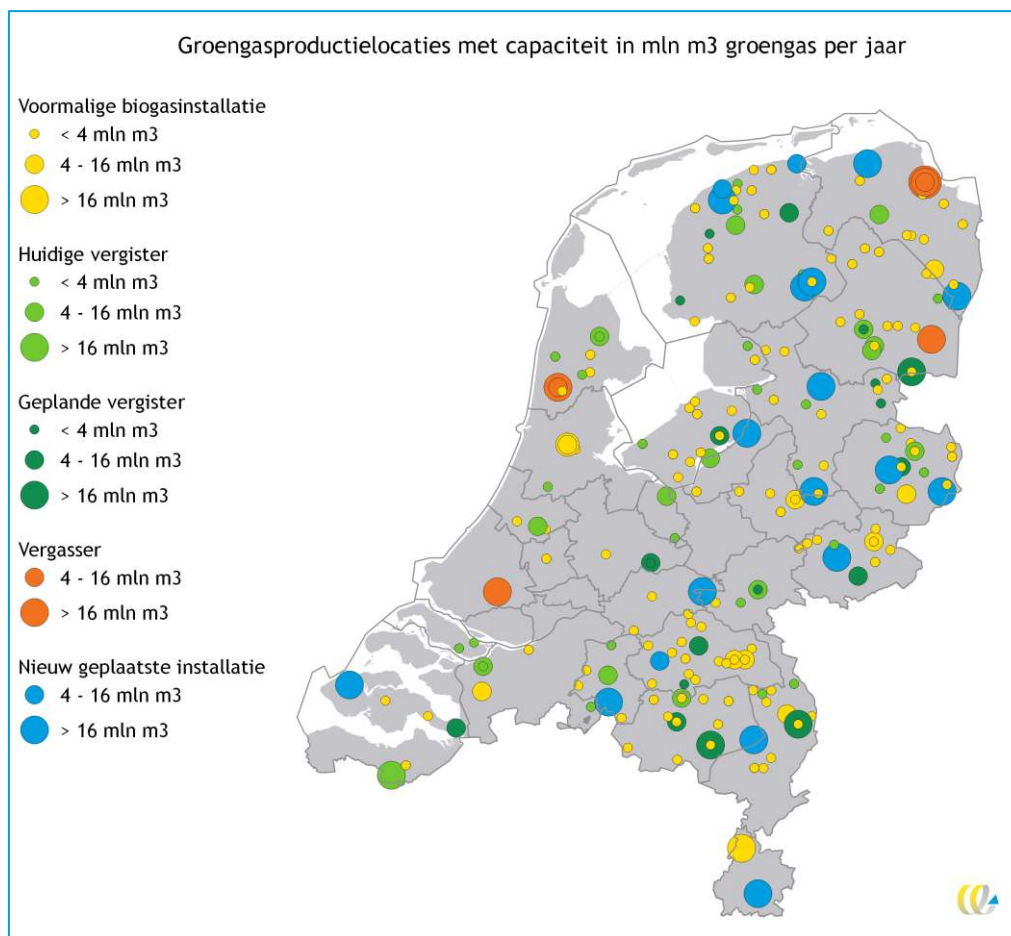
5.3 Groengasinstallaties

Figuur 14 en Tabel 21 bevatten het finale overzicht van het aantal groengasinstallaties en de productiecapaciteit in 2030 zoals opgenomen in Scenario B (sterk ondersteunend beleid en sterke schaalvergroting). Dit is het scenario met de grootste groengas-productiecapaciteit. In dit scenario zijn de geplande vergassers opgenomen, zijn biogasinstallaties getransformeerd tot groengasinstallaties en zijn nieuwe vergisters geplaatst om resterende hoeveelheden lokale biomassa die economisch beschikbaar zijn voor groengasproductie te benutten. Al deze categorieën bij elkaar opgeteld leiden tot een totale productiecapaciteit van 1,99 bcm groengas in 2030.

De locaties van de superkritische vergassers, te zien in Figuur 14, zijn gebaseerd op een recente indicatie van Gasunie²⁹ over de realisatieplannen. De locaties behorende bij de recente plannen konden niet meer in de analyse worden meegenomen. Dit heeft geen effect op de hoofddresultaten, omdat de totale groengasproductiecapaciteit in beide gevallen circa 20 PJ (0,6 bcm) bedraagt.

²⁹ Persoonlijke communicatie met Gasunie, december 2019.

Figuur 14 - Inschatting van de locaties van de groengasinstallaties in 2030



Noot: De huidige en geplande vergisters komen in alle vier scenario's voor. De voormalige biogasinstallaties komen voor in Scenario's A en B. De vergassers komen voor in Scenario B en D. De nieuw geplaatste installaties zijn onderdeel van Scenario B.

Tabel 15 - Samenstelling van groengasinstallaties in Scenario B

Categorie	Aantal installaties	Productiecapaciteit (bcm groengas)
Gerealiseerde vergisters	58	0,18
Geplande vergisters	24	0,17
Geplande installaties op basis van nieuwe vergassingstechnieken	7	0,92
Transformatie van biogasinstallaties tot groengasinstallaties	240	0,33
Nieuw geplaatste vergisters voor resterende mest en overige natte biomassa	19	0,39
Totaal	348	1,99

De huidige groengasproductiecapaciteit in Nederland in de SDE-lijst is ca. 0,18 bcm. In deze lijst missen de groengasinstallaties die geen SDE-subsidie hebben ontvangen, maar dit zijn er waarschijnlijk niet veel, omdat groengasproductie momenteel niet rendabel is.

De capaciteit van vergisters die SDE-subsidie ontvangen maar nog niet zijn gerealiseerd telt op tot 0,17 bcm.

Er zijn concrete plannen voor installaties die gebruik maken van nieuwe conversietechnieken met een hogere groengasopbrengst: mestvergassing, houtvergassing en superkritische watervergassing. Deze plannen tellen op tot ongeveer 0,9 bcm. Verder kan met de realisatie van opwaarderingsystemen bij bestaande biogasinstallaties 0,33 bcm aan groengasproductiecapaciteit worden toegevoegd. Tot slot worden in Scenario B nieuwe vergisters geplaatst met een totale capaciteit van 0,39 bcm, zodat de resterende economisch beschikbare biomassa kan worden benut.

Het totale aantal installaties in Scenario B is 348. Meer dan tweederde hiervan bestaat uit biogasinstallaties die zijn getransformeerd tot groengasinstallaties. Het aantal opwaarderingsinstallaties kan overigens een stuk lager uitvallen, als vergisters invoeden op een biogasverzamelleiding (zie Tekstbox 1).

5.4 Groengasproductie

De groengasproductiehoeveelheden per scenario die het resultaat zijn van de allocatie van biomassa en plaatsing van nieuwe installaties staan in Tabel 16, evenals de groengasproductie uit RWZI-slib en VGI-stromen. In Scenario B en met name Scenario A zijn er veel nieuwe installaties bijgeplaatst om de hoge economisch beschikbare biomassahoeveelheid in Nederland (1,7 bcm) om te kunnen zetten in groengas. Omdat er in Scenario B ca. 0,6 bcm aan productiecapaciteit van superkritische vergassers is met een tweemaal zo hoog groengasrendement als vergisting, wordt een productie van 1,9 bcm bereikt in dit scenario (exclusief slib en VGI). In Scenario A is die vergassingscapaciteit er niet en zorgt de transportbeperking van 100 km dat niet de volledige biomassahoeveelheid kan worden benut.

In Scenario's C en D zijn geen installaties geplaatst, omdat deze niet rendabel zijn bij matig ondersteunend beleid voor groengas. De groengasproductie in deze scenario's gebaseerd op een lagere economisch beschikbare biomassahoeveelheid, waardoor deze lager uitvalt. In Scenario C wordt de productie sterk beperkt door de beschikbare productiecapaciteit.

Omdat RWZI-slib en VGI-reststromen niet in de allocatiestap van de analyse zijn meegenomen, moeten het economisch groengaspotentieel van deze twee stromen (welke zijn gepresenteerd in Tabel 14) worden opgeteld bij de allocatieresultaten. Bij Scenario's A en B zorgt sterk ondersteunend beleid er voor dat voldoende groengasinstallaties worden gebouwd bij RWZI's en VGI-bedrijven om deze stromen om te zetten in groengas. Bij Scenario's C en D is het ondersteunend beleid onvoldoende om investeringen in opwaarderingsystemen op gang te brengen.

Als we alle scenario's samenvoegen tot één range, dan komen we uit op een groengasproductie in 2030 uit lokale economisch beschikbare biomassa van 0,4-2,0 bcm.

Tabel 16 - Groengasproductie uit lokale biomassa (miljoen m³ groengas per jaar)

Type biomassaastroom	Scenario A - Sterk ondersteunend beleid en beperkte schaalvergroting	Scenario B - Sterk ondersteunend beleid en sterke schaalvergroting	Scenario C - Matig ondersteunend beleid en beperkte schaalvergroting	Scenario D - Matig ondersteunend beleid en sterke schaalvergroting
Mest	982	1.210	285	338
Overige natte biomassa	410	478	79	286
Hout	110	110	-	69
VGI	119	119	0	0
RWZI-slib	52	52	0	0
Totaal	1.673	1.969	364	693

5.5 Gevoeligheidsanalyse

In deze gevoeligheidsanalyse bekijken we de invloed van enkele onzekere factoren die een groot effect kunnen hebben op de groengasproductie. Dit doen we voor Scenario B (sterke schaalvergroting en sterk ondersteunend beleid), omdat de groengasproductie in dit scenario het hoogste uitkomt. De analyse wordt hieronder beschreven. De resultaten staan in Tabel 17.

Krimp van de veestapel met 20%

In de studie is aangenomen dat de veestapel in Nederland gelijk blijft en daarmee ook de hoeveelheid geproduceerde mest. Door de recente stikstofproblematiek wordt echter nagedacht over besluitvorming dat een reductie van de veestapel moet bewerkstelligen om de stikstofuitstoot te verminderen. Uit de analyse blijkt dat een krimp van de veestapel van 20% leidt tot een vermindering in de groengasproductie van 12% in Scenario B (van 1,97 bcm naar 1,73 bcm).³⁰ Omdat het aandeel van mest in de economische beschikbaarheid van biomassa in de scenario's met sterk ondersteunend beleid ca. 60% bedraagt, heeft een krimp van de mestbeschikbaarheid van 20% een groot effect op de totale groengasproductie.

Aandeel economische beschikbaarheid van mest is 50% in plaats van 75%

Het aandeel economische beschikbaarheid van mest in Scenario B is 75%. Deze hoge waarde is gebaseerd op het feit dat mest minder geschikt is voor andere toepassingen en dat er ook na vergisting digestaat over blijft om te gebruiken als meststof. Het effect van het verlagen van dit aandeel naar 50% is dat de totale groengasproductie daalt van 1,97 bcm naar 1,57 bcm (een daling van 20%). Net als de krimp van de veestapel is een lagere economische beschikbaarheid van mest voor groengasproductie dus van grote invloed op het resultaat.

³⁰ Een eventuele toename van gras uit landbouw en VGI-reststromen die beschikbaar zijn voor groengasproductie is hierin niet meegenomen, omdat moeilijk is in te schatten in hoeverre de krimp van de veestapel leidt tot minder gebruik van lokaal gras en VGI-reststromen als veevoer.

Groengasrendement van superkritische watervergassing is 90% in plaats van 70%

Het groengasrendement van superkritische vergassing is in de analyse op 70% gesteld. Dit percentage is een voorzichtige schatting op basis van informatie over de inputs, outputs en processen. SCW-systems geeft ook aan dat er bij superkritische vergassing ongeveer drie maal zo veel methaan wordt geproduceerd als bij vergisting.³¹ Dit zou betekenen dat het rendement dichterbij de 90% ligt. Een toename van het groengasrendement van superkritische vergassing van 70% naar 90% leidt in Scenario B tot een toename van de groengasproductie van 9%. Deze toename is substantieel, maar wordt beperkt doordat het aandeel van superkritische vergassers in de totale groengasproductiecapaciteit in Scenario B 37% bedraagt.

Tabel 17 - Invloed van verschillende factoren op de totale groengasproductie in Scenario B (miljoen m³ groengas per jaar)

Type biomassaastroom	Scenario B - Hoofddresultaat (referentie)	Scenario B - Krimp veestapel van 20%	Scenario B - Aandeel economische beschikbaarheid mest 50% in plaats van 75%	Scenario B - Groengasrendement van SKV 90% in plaats van 70%
Mest	1.210	968	807	1.341
Overige natte biomassa	478	478	478	517
Hout	110	110	110	110
VGI	119	119	119	119
RWZI-slib	52	52	52	52
Totaal	1.969	1.727	1.566	2.138

SKV = superkritische vergassing.

De resultaten van de gevoeligheidsanalyse laten zien dat de onzekerheden van een krimp van de veestapel, vermindering van beschikbaarheid van mest voor groengasproductie en verhoging van het groengasrendement van superkritische vergassing een aanzienlijk effect hebben op de potentiële groengasproductie in Nederland in 2030, in een scenario met sterke schaalvergroting en sterk ondersteunend beleid. In scenario's met matig ondersteunend beleid (C en D) is de groengasproductie meerdere malen kleiner dan in Scenario B, waardoor het absolute effect van de bekeken variabelen ook een stuk kleiner zal zijn.

³¹ Bron: persoonlijke communicatie met SCW Systems.

6 Reflectie

6.1 Scenariobeelden

De verschillende scenario's werpen licht op de invloed van mogelijke markt- en beleidsontwikkelingen op de groengasproductie uit lokale biomassastromen in Nederland in 2030. Deze groengasproductie varieert tussen 0,36 bcm in Scenario C (beperkte schaalvergroting en matig ondersteunend beleid) en 2,0 bcm in Scenario B (sterke schaalvergroting en sterk ondersteunend beleid). De verschillen worden veroorzaakt door:

- de hogere aandelen economische biomassastromen die zijn aangenomen in Scenario's A en B en de transformatie van biogasinstallaties tot groengasinstallaties in deze scenario's;
- de realisatie van vergassingsinstallaties in Scenario's B en D, welke ook een hoger groengasrendement hebben dan vergisters.

De resultaten laten zien dat de ontwikkeling van groengasinstallaties en van hoeveelheden biomassastromen die beschikbaar komen voor de groengassector van grote invloed zijn op de potentiële groengasproductie. Beide ontwikkelingen zijn afhankelijk van de mate van ondersteunend beleid voor groengas, zoals een bijmengverplichting van groengas, een CO₂-opslag op aardgas of subsidies voor groengasinstallaties. Momenteel ontvangen de meeste groengasinstallaties SDE-subsidie en zouden deze installaties zonder subsidie niet rendabel zijn. De scenario's in deze studie gaan uit van minimaal een 'matig ondersteunend beleid', dat ertoe leidt dat in ieder geval de bestaande vergisters operationeel blijven tussen nu en 2030 en dat geplande vergisters gerealiseerd worden. Zonder ondersteunend beleid is het mogelijk dat bestaande vergisters aan het einde van de twaalfjarige SDE-subsidieperiode uit bedrijf gaan. De groengasproductie in Nederland in 2030 zou in een dergelijk scenario nog veel lager kunnen uitvallen.

6.2 Betrouwbaarheid van resultaten

De analyseresultaten van technische en economische beschikbaarheid zijn getoetst aan de resultaten in andere studies (zie Paragraaf 6.3). De resultaten van deze studie zijn vergelijkbaar met die andere studies en verschillen kunnen worden verklaard aan de hand van verschillende afbakeningen.

Los daarvan blijft de studie een verkenning van de potentiële groengasproductie uit lokale biomassastromen in Nederland in 2030. Door de onzekerheden over markt- en beleidsontwikkelingen tussen nu en 2030 kan niet met grote betrouwbaarheid worden gesteld dat één bepaalde groengasproductie uit lokale biomassa-reststromen wordt gehaald. Er is een grote onzekerheidsmarge. Wel wijzen de resultaten van de scenario-analyse er op dat 2 bcm gehaald kan worden, maar dat het ook mogelijk is dat deze ambitie bij lange na niet gehaald wordt.

Onzekerheden en beperkingen

Om met de onzekerheden van realisatie van nieuwe conversietechnieken en ondersteunend beleid om te gaan en om een rijker beeld te geven van verschillende mogelijke ontwikkelrichtingen is gebruik gemaakt van een scenario-analyse. Dit levert een wijde range op van ingeschatte groengasproductie van 0,4 tot 2,0 bcm op. Dit laat zien dat de ontwikkeling van groengasproductie onzeker is. Belangrijke onzekerheden zijn:

- de mate van ondersteunend beleid voor groengas;
- de concurrentie tussen de groengassector en andere sectoren om lokale biomassa-stromen;
- de realisatie van nieuwe conversietechnieken;
- het groengasrendement van nieuwe conversietechnieken.

Daarnaast is onzeker waar nieuwe installaties precies gaan worden gebouwd. In de analyse is met behulp van een allocatiemodel verkend in welke installaties economisch beschikbare biomassa kan worden benut, en zijn nieuwe installaties geplaatst aan de hand van kaarten van resterende beschikbaarheid (zie Paragraaf 5.2). In werkelijkheid zijn groengasproducenten vrij om een locatie te kiezen voor de bouw van groengasinstallaties, en houden zij daarbij rekening met de bereikbaarheid van een locatie, de kans op het verkrijgen van een vergunning en de duur van het vergunningstraject.

Bovendien is in de analyse aangenomen dat de ingeschatte aandelen economisch beschikbare biomassa van toepassing zijn op alle PC4-gebieden. In werkelijkheid zal in bepaalde gebieden vrijwel alle lokale biomassa van bepaalde stromen naar alternatieve toepassingen gaan. De resultaten van de analysefase van allocatie van biomassa aan installaties zijn daarom niet zeker. Wel geven ze een indicatie van de mogelijke locaties van nieuwe installaties, gegeven de locatie van huidige en geplande installaties en van lokale biomassahoeveelheden.

In de studie is alleen naar lokale biomassa gekeken. In werkelijkheid kunnen biomassa-stromen ook geïmporteerd worden en kunnen Nederlandse stromen geëxporteerd worden. Zo worden biomassa-reststromen uit Duitsland in vergisters in de Nederlandse grensstreek verwerkt en andersom. De stromen kunnen ook over grotere afstanden getransporteerd worden. Echter, het transporteren van mest en overige natte biomassa levert vanwege het hoge vochtgehalte van de stromen relatief hoge kosten op per eenheid energie. Deze stoffen zouden eerst gedroogd moeten worden en dat drogen kost weer energie, en brengt daardoor weer kosten met zich mee. Het zijn daarom naar verwachting vooral houtige biomassa-reststromen die over grote afstanden geïmporteerd zouden kunnen worden voor lokale groengasproductie, alsmede stromen die leiden tot hoge biogasopbrengsten (en lage 'digestaatkosten'), zoals glycerine. Naar deze relatief hoogwaardige stromen is ook vraag vanuit andere toepassingen, zoals grondstof-toepassing in de chemische industrie of biobrandstofproductie.

Het is moeilijk in te schatten hoe het wel meenemen van import en export van biomassa doorwerkt op de verwachte economische beschikbaarheid van biomassa voor groengasproductie en -invoeding in Nederland. De betalingsbereidheid van biomassa-vragende bedrijven in Nederland ten opzichte van de betalingsbereidheid in Duitsland en België kan een aanzienlijk effect hebben, maar dit hangt af van de (onzekere) ontwikkeling van overheidsbeleid in deze landen en kan veranderen over de tijd.³² Indien import van biomassa voor groengasproductie plaatsvindt zal dat naar onze verwachting – en ondersteund door de huidige praktijk – vooral ingezet worden in

³² [Buren vechten om afval en biomassa](#), J. Brandsma, artikel Trouw, 9 april 2011.

grotere biogas-installaties, en vooral op industriële locaties met goede infra-verbindingen over water en weg.

Een andere onzekerheid die niet in de analyse is meegenomen is de huidige onzekerheid over de toekenning van vergunningen voor de bouw van groengasinstallaties nabij Natura 2000-gebieden. Sinds de verwerping van het Programma Aanpak Stikstof (PAS) door de Raad van State in mei 2019 worden vergunningen voor bouwprojecten geweigerd als de stikstofuitstoot tijdens de bouw tot overschrijding van het lokale emissieplafond voor stikstof leidt.

6.3 Vergelijking met andere prognoses

Ambitie Klimaatakkoord

In het Klimaatakkoord van 2019 is de ambitie van de groengassector opgenomen om 70 PJ groengas te produceren in 2030, waarvan 'een substantieel deel' kan worden gebruikt voor warmtelevering aan de gebouwde omgeving (Klimaatberaad, 2019). Deze 70 PJ groengas komt neer op 2 miljard m³ aardgasequivalent (2 bcm).

Green Liaisons-rapport

De Gemeynt (2018) schat de potentiële productie van hernieuwbare gasen in voor Nederland in 2030 op basis van onder meer de Routekaart Hernieuwbaar Gas en een analyse van Groengas Nederland. Zie Tabel 18.

Tabel 18 - Inschatting uit Green Liaisons-rapport van groengasproductie en -invoeding in 2030 (De Gemeynt, 2018)

Biomassastromen en technieken	Aantal installaties	Biogas (PJ)	Biogas (bcm)	Invoeding groengas (%)	Invoeding groengas (bcm)
Vergisting					
GFT	25	3	0,09	100%	0,09
Rundermest (Jumpstart monomest)	2.500	10	0,28	40%	0,11
Varkensmest	30	0,5	0,01	10%	0,00
Kippenmest		1,1	0,03	10%	0,00
Covergisting + grootschalig monomest	10	1,5	0,04	50%	0,02
VGI	40	9,6	0,27	50%	0,14
RWZI	118	4	0,11	50%	0,06
AWZI	75	3,2	0,09	50%	0,05
Gras	10	1,5	0,04	50%	0,02
Totaal vergisting	2.808	34	0,97		0,48
Vergassing					
Houtvergassing	5	8,8	0,25	75%	0,19
Superkritische watervergassing	7	74	2,1	50%	1,1
Totaal vergassing	12	83	2,4		1,2
Totaal (vergisting + vergassing)		117	3,3		1,7

De achterliggende berekeningen en aannames staan niet in het rapport. De methodiek kan dus niet worden vergeleken. Qua resultaten zien we dat De Gemeyn (2018) tot 1,7 bcm groengasproductie- en invoeding in 2030 komt op basis van lokale biomassa-stromen. Dit is gelijk aan het economisch groengaspotentieel bij sterk ondersteunend beleid ingeschat in deze studie (de 'NBNI-studie'). Echter, de bijdrage van vergisters is lager ingeschat door De Gemeyn (0,48 bcm, tegenover 0,7 bcm in de NBNI-studie). De bijdrage van nieuwe technieken (superkritische vergassing) is juist hoger. Dit verschil heeft waarschijnlijk te maken met de aanname in de NBNI-studie dat biogasinstallaties worden getransformeerd in groengasinstallaties bij sterk ondersteunend beleid.

In de resultaten in het Green Liaisons-rapport is niet goed zichtbaar welke biomassa-stromen er in de superkritische vergassers gaan. De resultaten zijn meer gepresenteerd vanuit het perspectief van groengasinstallaties dan vanuit biomassabeschikbaarheid. Wel lijken deze resultaten op hoofdlijnen in overeenstemming te zijn met de resultaten van de NBNI-studie.

DNV GL-studie

De DNV GL-studie is een recente studie naar het beschikbare biomassapotentieel in Nederland voor de jaren 2023 en 2035. Hierin is voor verschillende biomassastromen een uitgebreide analyse en inschatting gedaan van het technisch biomassapotentieel en het 'vrij beschikbaar' potentieel van biomassa voor energietoepassingen. Dit 'vrij beschikbaar' potentieel is dus breder dan het groengaspotentieel. Naast reststromen worden ook energiegewassen en aquatische biomassa meegenomen (DNV GL, 2017). In onze studie ('de NBNI-studie') is gebruik gemaakt van de aandelen van het 'vrij beschikbaar' potentieel uit de DNV GL-studie in de huidige situatie om een inschatting te maken van het economisch groengaspotentieel (zie Paragraaf 3.3 en Bijlage C).

Wanneer het biomassapotentieel voor energietoepassingen in 2035 uit DNV GL (DNV GL, 2017) wordt omgerekend naar groengasproductie, er van uit gaande dat alle biomassa voor energietoepassingen wordt omgezet in groengas d.m.v. vergisting, dan komt dit uit op een totaal van 1,7 bcm. Zie Tabel 19. Het maximum economisch groengaspotentieel in 2030 op basis van vergisting is in de NBNI-studie eveneens ingeschat op 1,7 bcm. Dit is ondanks de verschillen die er zijn in de methodiek en deelresultaten tussen beide studies en de verschillende scope van beide getallen:

- De 1,7 bcm uit de DNV GL-studie is gebaseerd op biomassa voor alle energietoepassingen, inclusief verbranding voor warmte- en elektriciteitsproductie. In de NBNI-studie is de biomassa voor warmte- en elektriciteitsproductie afgetrokken van het biomassapotentieel dat beschikbaar is voor groengasproductie.
- In de DNV GL-studie is ook een potentieel van energiegewassen en aquatische biomassa berekend. Dit telt op tot ca. 25% van het totaal. In de NBNI-studie zijn deze stromen niet meegenomen.
- De aandelen 'vrij beschikbare' biomassa per stroom in 2035 zijn in de DNV GL-studie relatief hoog ingeschat. Aannee hierbij lijkt te zijn dat er aanzienlijk meer biomassa beschikbaar komt voor energietoepassingen tussen nu en 2035.
- Het 'vrij beschikbare' potentieel uit mest in 2035 is in de DNV GL-studie ingeschat op 30 PJ/jaar, tegenover een technisch potentieel van 79 PJ/jaar. Dit lijkt niet in overeenstemming met de uitspraak in de studie dat 90% van de in de stal vrijkomende drijfmest en 80% van de vaste mest beschikbaar komt. Verder is het technisch potentieel van mest zoals bepaald in de NBNI-studie aanzienlijk hoger, nl. in de orde van 130 PJ. De hoeveelheid ton mest in Nederland aangenomen in

beide studies is hetzelfde, dus dit lijkt zijn oorsprong te hebben in een lagere drogestofgehalte van mest in de DNV GL-studie.

Tabel 19 - Groengaspotentieel in 2030 volgend uit het biomassapotentieel voor energietoepassingen uit DNV GL (2017).

Biomassastroom	Biomassapotentieel voor energietoepassingen (PJ primaire energie)			Groengas-potentieel op basis van vergisting (bcm) ³
	2023 ¹	2035 ¹	2030 ²	2030
Nederlandse productiebossen	3	5	4	0,04
Afvalhout	37	43	41	0,40
Natuur- en landschapsbeheer	6	14	11	0,11
Aquatische biomassa	18	53	38	0,38
Energieteelt	3	5	4	0,04
VGI-stromen	16	17	17	0,17
Rioolslib	7	7	7	0,07
GFT en ONF	15	16	16	0,16
Agrarische reststromen	29	42	37	0,36
Totaal	133	203	174	1,7

¹: Afkomstig uit DNV GL (2017).

²: Eigen berekening op basis van interpolatie.

³: Berekend met behulp van een groengasrendement van vergisting van 35% en een energie-inhoud van methaan van 35,17 MJ/m³. Aangenomen is dat alle biomassa voor energietoepassingen wordt omgezet in groengas.

EBN-studie

New Energy Coalition heeft zeer recent een studie uitgevoerd in opdracht van Energie Beheer Nederland (EBN) ('EBN-studie') met een soortgelijke scope als de studie voor NBNL gepresenteerd in dit rapport ('NBNL-studie'): Een verkenning van de potentiële groengasproductie in Nederland in 2030 op basis van lokale biomassastromen (New Energy Coaliton, 2019). Nadere vergelijking van de methodiek laat echter zien dat de afbakening en aanpak op meerdere punten verschilt:

- De NBNL-studie schat de biomassabeschikbaarheid in op PC4-niveau; de EBN-studie op gemeenteniveau.
- In de NBNL-studie is meer nadruk gelegd op de bepaling van de economische beschikbaarheid van biomassarestromen.
- In de EBN-studie wordt in detail de energie-inhoud van verschillende biomassa-stromen berekend.
- In de EBN-studie staan twee hoofdsenario's voor 2030, één waarin alle stromen vergist worden en één waarin alle stromen met de nieuwste, meest efficiënte technieken worden omgezet in groengas. Er wordt uitgegaan van goede beleidsmatige ondersteuning. In de NBNL-studie is gebruik gemaakt van vier scenario's, waarin gebruik van technieken, schaalgrootte en de mate van ondersteunend beleid voor groengas zijn gevarieerd.
- In de NBNL-studie zijn de ontwikkeling en locaties van groengasinstallaties expliciet meegenomen.
- In de EBN-studie wordt ook de productie van aquatische biomassa meegenomen, bestaande uit biomassa uit binnenwater en zeewierteelt.

Naast deze verschillen zijn er ook veel overeenkomsten. De lijst van meegenomen biomassaströmen is nagenoeg hetzelfde. De EBN-studie richt zich ook op 2030 en neemt zowel vergistingstechnieken als nieuwe technieken mee. Het aangenomen conversierendement van superkritische vergassing is 70% op basis van organisch droge stof en leidt tot grofweg een tweemaal hogere groengasopbrengst dan bij vergisting. Dit verschil in rendement is ook opgenomen in de NBNL-studie.

De EBN-studie concludeert dat met de huidige (vergistings)technieken maximaal 2,1 bcm groengas kan worden geproduceerd uit binnenlandse biomassa en dat dit bijna kan verdubbelen als nieuwe technieken grootschalig worden toegepast (New Energy Coaliton, 2019). De bijdragen van verschillende biomassaströmen aan de 2,1 bcm staan in Tabel 20. De grootste bijdrage wordt geleverd door agrarische restströmen (ca. 71%).

Tabel 20 - Bijdragen van biomassaströmen aan groengasproductie in het scenario voor 2030 op basis van vergisting in de EBN-studie (New Energy Coaliton, 2019)

Biomassastroon	Groengasproductie (PJ)	Groengasproductie (bcm)
VGI	12	0,3
RWZI & AWZI	5	0,1
Agrarische restströmen ¹	53	1,5
GFT & ONF	3	0,1
Aquatisch	1	0,0
Afvalhout	0	0,0
Productiebossen	0	0,0
Natuur & landschap	1	0,0
Totaal	75	2,1

¹: Hieronder vallen plantaardige landbouwrestströmen en mest.

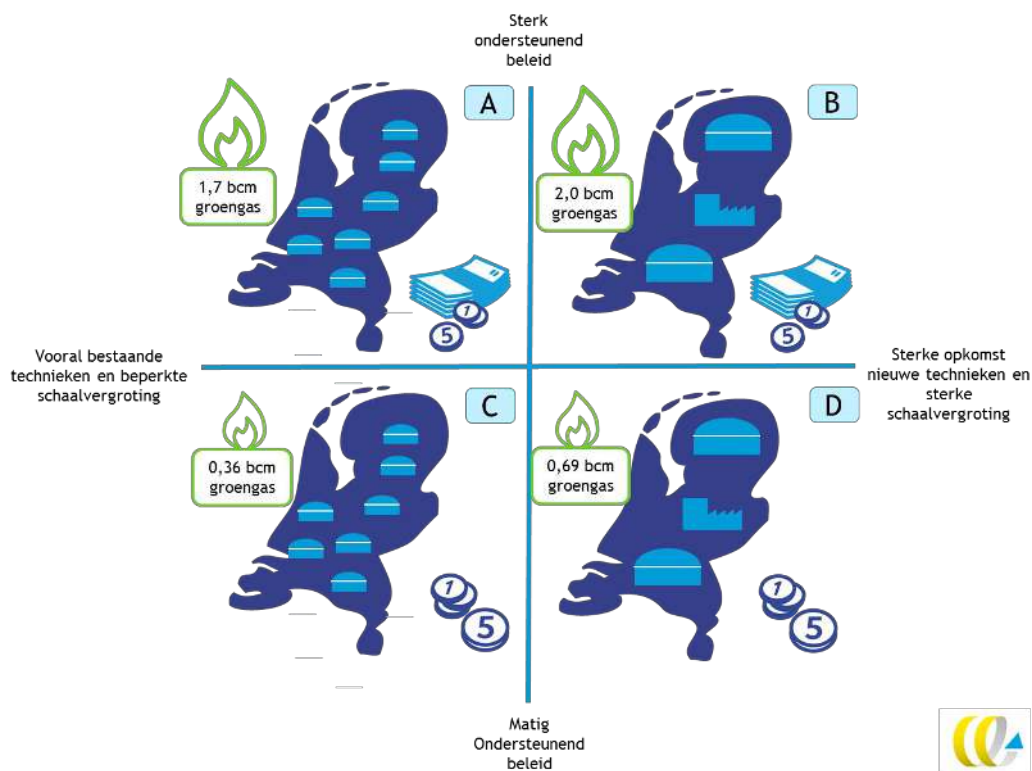
De resultaten van de EBN-studie zijn vergelijkbaar met die van de NBNL-studie zoals gepresenteerd in dit rapport. Het maximum economisch groengaspotentieel in 2030 op basis van vergisting is in de NBNL-studie ingeschat op 1,7 bcm. Het verschil met de 2,1 bcm van de EBN-studie lijkt het resultaat van de inschatting die in de NBNL-studie is gedaan van de aandelen van biomassaströmen die economisch beschikbaar zijn voor groengasproductie. De NBNL-studie neemt o.a. een lichte groei in de biomassa-vraag van andere toepassingen mee.

7 Conclusie

In deze studie is de potentiële groengasproductie uit lokale biomassastromen in Nederland in 2030 verkend met behulp van vier scenario's, welke variëren in de mate van schaalvergroting van groengasinstallaties, totstandkoming van vergassingsinstallaties en de mate van ondersteunend beleid voor groengas. De groengasproductie is ingeschat op 0,36 tot 2,0 miljard kubieke meter (bcm) groengas. De nationale ambitie uit het Klimaatakkoord van 2 bcm aan groengasproductie in 2030 wordt dus gehaald in Scenario B (sterk ondersteunend beleid en nieuwe technieken). Zie Figuur 15. Door gebruik van geïmporteerde biomassa of plastic afval kan nog meer groengas worden geproduceerd. Deze stromen vielen buiten de scope van de studie.

Met sterk ondersteunend beleid voor groengas (Scenario's A en B), zoals SDE-subsidie, een bijmengverplichting of een CO₂-opslag op aardgas, wordt 1,7 tot 2,0 bcm gehaald, tegenover 0,36 tot 0,69 bcm bij matig ondersteunend beleid (Scenario's C en D). Omdat de mate van ondersteunend beleid de economische beschikbaarheid van biomassa voor groengasproductie sterk beïnvloedt, zijn de verschillen in groengasproductie hier groot. In geval van een succesvolle realisatie van nieuwe vergassingstechnieken (Scenario's B en D) neemt de groengasproductie met 0,3 tot 0,4 bcm toe (ten opzichte van Scenario's A en C). Dit komt voornamelijk door de ingebruikname van superkritische vergassers, welke grofweg een tweemaal zo hoog groengasrendement hebben als bestaande vergisters. De aangenomen capaciteit van vergassers is gebaseerd op bestaande realisatieplannen voor 2030.

Figuur 15: Groengasproductie uit lokale biomassa in Nederland in 2030 per scenario



Het economisch groengaspotentieel in 2030 is minstens driemaal lager dan het technisch groengaspotentieel. Het technisch potentieel is ingeschat op 5,1 bcm, er van uitgaande dat de biomassastromen worden vergist. Bij de bepaling van het economisch potentieel is rekening gehouden met de biomassavraag voor andere toepassingen, zoals biobrandstofproductie, veevoerproductie, gebruik als bodemverbeteraar en gebruik als grondstof voor de chemische industrie. In de huidige situatie wordt het overgrote deel van de lokale biomassa voor andere doeleinden gebruikt. We verwachten dat de vraag naar biomassa vanuit andere toepassingen licht zal toenemen, wat druk zet op de beschikbaarheid van lokale biomassa voor groengasproductie.

De huidige groengasproductiecapaciteit in Nederland is ca. 0,18 bcm. Er moet dus nog veel capaciteit worden bijgebouwd om 2 bcm groengas te kunnen produceren en de nationale ambitie voor 2030 te halen. De capaciteit van vergisters die SDE-subsidie ontvangen maar nog niet zijn gerealiseerd telt op tot 0,17 bcm. Er zijn concrete plannen voor installaties die gebruik maken van nieuwe conversietechnieken met een hogere groengasopbrengst: mestvergassing, houtvergassing en superkritische watervergassing. Deze plannen tellen op tot ongeveer 0,9 bcm. Voor wat betreft het productievermogen is het dus van groot belang dat deze innovatieve installaties gerealiseerd worden. Met de realisatie van opwaarderingssystemen bij bestaande biogasinstallaties kan 0,33 bcm worden toegevoegd. Tot slot worden in Scenario B nieuwe vergisters geplaatst met een totale capaciteit van 0,39 bcm, zodat de resterende economisch beschikbare biomassa kan worden benut. Dit alles telt op tot ongeveer 2 bcm. Zie Tabel 21.

Tabel 21 - Samenstelling van groengasinstallaties in Scenario B

Categorie	Productiecapaciteit (bcm groengas)
Gerealiseerde vergisters	0,18
Geplande vergisters	0,17
Geplande installaties o.b.v. nieuwe vergassingstechnieken	0,92
Transformatie van biogasinstallaties tot groengasinstallaties	0,33
Nieuw geplaatste vergisters voor resterende mest en overige natte biomassa	0,39
Totaal	1,99

Noot: De capaciteit van groengasinstallaties bij RWZI's en VGI-bedrijven is niet ingeschat in de analyse. Er is wel 0,17 bcm groengasequivalent aan slib en VGI-reststromen beschikbaar in Scenario B. Deze stromen worden omgezet in groengas in installaties die niet in deze tabel zijn opgenomen.

Kortom, om de groengasproductie naar 2 bcm in 2030 te krijgen, moeten de bestaande installaties operationeel blijven, biogasinstallaties worden omgevormd tot groengasinstallaties en moeten alle geplande installaties gerealiseerd worden. Ook hiervoor is sterk ondersteunend beleid noodzakelijk. Als het huidige beleid wordt gecontinueerd, wordt slechts 0,36 tot 0,69 bcm groengasproductie behaald in 2030 (zo blijkt uit Scenario's C en D).

Voor wat betreft de verschillende biomassastromen valt op dat de bijdrage van dunne mest aan het economisch groengaspotentieel op 40-50% is geschat. Alhoewel dunne mest relatief lastig transporteerbaar is vanwege het hoge vloeistofgehalte, zijn er minder concurrerende toepassingen en blijft er in het geval van vergisting nog steeds digestaat over dat kan worden gebruikt als meststof. Hieruit kan worden afgeleid dat specifiek ondersteunend beleid van mestvergisting en -vergassing belangrijk is om de ambitie van 2 bcm groengasproductie in 2030 te halen. Daarnaast kan specifieke ondersteuning van ombouw van biogas-WKK naar groengasinstallaties een substantiële bijdrage leveren aan het halen van de ambitie.

Bibliografie

- Agrifirm, 2019. [Online]
Available at: <https://www.agrifirm.nl/>
[Accessed 10 2019].
- Bureau, 2019. *Groengas, afvalverwerking, opslag van duurzame energie : Een circulaire oplossing met de technologie van Bureau*. [Online]
Available at: <http://bureau.nl/>
[Geopend 2019].
- Brinkmann Consultancy, 2014. *Biogas uit gras - een onderbenut potentieel : Een studie naar kansen voor grasvergisting*, Utrecht: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO).
- BTG, 2008. *Mogelijkheden voor de inzet van biomassa voor energie-opwekking in de MRA-regio*, s.l.: s.n.
- CBS, 2018. *Bedrijfsafval; afvalsoort, verwerking, bedrijfstak (SBI 2008)*. [Online]
Available at: [URL:
https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/81414ned/table?fromstatweb](https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/81414ned/table?fromstatweb)
[Geopend 2019].
- CBS, 2019. *Regionale kerncijfers Nederland : zichtjaar 2017*. [Online]
Available at:
<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/70072ned/table?ts=1575881304103>
[Geopend 2019].
- CE Delft, Eclareon, Wageningen Research, 2016. *Optimal use of biogas from waste streams: an assessment of the potential of biogas from digestion in the EU beyond 2020*, Brussels: European Commission.
- CE Delft, Royal Haskoning, 2020. *Bio-Scope: Toepassingen en beschikbaarheid van duurzame biomassa*. s.l.:nog niet gepubliceerd.
- CE Delft, 2018d. *Verkenning BioLNG voor transport : Fact finding, marktverkenning, businesscases*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2019. *Rapportage systeemstudie energie-infrastructuur Noord-Holland*, s.l.: s.n.
- De Gemeyn, 2018. *Green Liaisons : Hernieuwbare moleculen naast duurzame elektronen ; Contouren van een routekaart Hernieuwbare Gassen 2050*, Klarenbeek: De Gemeyn Coöperatie u.a.
- DNV GL, 2017. *Biomassapotentieel in Nederland : verkennende studie naar vrij beschikbaar biomassapotentieel voor energieopwekking in Nederland*, sl: DNV GL.
- E4tech, nova-Institute, BTG, DECHEMA, 2019. *Roadmap for the Chemical Industry in Europe towards a Bioeconomy. Strategy Document*, sl: RoadtoBio Consortium.
- Ecofys, 2008. *Binnenlands Biomassapotentieel : Biomassa uit natuur, bos, landschap, stedelijk groen en houtketen*, Utrecht: Ecofys BV.
- Ecofys, 2011. *Biomassapotentieel Groen Hart*, Utrecht: Ecofys BV.
- Groen Gas Nederland, 2016. *Productie van Bio-LNG in een opkomende LNG-markt*, Utrecht: Groen Gas Nederland.
- Klimaatberaad, 2019. *Klimaatakkoord*, Den Haag: Rijksoverheid.
- LEI, 2009. *Biomassa voor veevoer en energie : Scenarioanalyse van verschuiving in grondstoffengebruik*, Wageningen: LEI Wageningen UR.
- Ministerie van LNV, 2007. *Overheidsvisie op de bio-based economy in de energietransitie: 'De keten sluiten'*. Visiedocument., Den Haag: Rijksoverheid.
- Natuur & Milieu, 2011. *Heldergroen Gas : Een visie op de duurzaamheid van groen gas*, Utrecht: Natuur & Milieu.



New Energy Coaliton, 2019. *Groen gas uit biomassa: Potentie, technologie & verwachtingen. Presentatie over rapport door R. Paap*, sl: sn

Overheid.nl, 2017. *Basisregistratie Gewaspercelen*. [Online]
Available at: <https://data.overheid.nl/dataset/52172-basisregistratie-gewaspercelen--brp->
[Geopend 2019].

Partners for Innovation, 2010. *Inventarisatie van biomassastromen in de gemeente Den Haag. Eindrapport*, sl: sn

PBL, 2018. *Conceptadvies SDE+ 2019 : Vergisting*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

PBL, 2019. *Klimaat- en Energieverkenning 2019 (KEV)*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Rijksoverheid, 2019. *Het klimaatakkoord in (meer dan) 70 vragen. Juni 2019.*, Den Haag: Rijksoverheid.

Royal HaskoningDHV, 2018. *Inventarisatie slibeindverwerking 2018*, sl: Vereniging van Zuiveringsbeheerders.

RVO, 2019. *Projecten in beheer SDE(+) : Excel-bestand peildatum 5-8-2019*. [Online]
Available at: <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/stimulering-duurzame-energieproductie-sde/feiten-en-cijfers/feiten-en-cijfers-sde-algemeen>
[Geopend september 2019].

STOWA, 2005. *Potentieel voor duurzame energie met biogas uit rioolwaterzuiveringen*, Amersfoort: STOWA.

STOWA, 2010. *Energie in de Waterketen*, Amersfoort: STOWA.

STOWA, 2018. *Supersludge: demonstratie van zuiveringsslib in superkritisch water*, Amersfoort: STOWA.

Van Rooij, S., Verzandvoort, S. & Rietra, R., 2018. *Factsheet Toepassen van lokale biomassa als bodemverbeteraar*. [Online]
Available at: <http://hoeduurzaam.nl/2018/11/07/factsheet-toepassen-van-lokale-biomassa-als-bodemverbeteraar/>
[Geopend 2019].

VNCI, 2016. *Jaarverslag 2015 : Responsible Care Rapport*, Leidschendam: Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI).

WUR, 2016. *Reststromen suikerketen*, Wageningen: Wageningen UR.



A Biomassastromen

In Tabel 22 en Tabel 23 is weergegeven welke biomassastromen er mee zijn genomen in het biomassamodel en welke kengetallen zijn gebruikt voor het bepalen van het technisch potentieel. Het technisch potentieel gaat uit van het deel van de biomassa dat oogstbaar is. Er is uitgegaan van een methaangehalte van biogas van 55% en een methaangehalte van groengas van 88%. Voor het berekenen van het potentieel aan groengas uit houtige biomassa is uitgegaan van houtvergassing met een opbrengst van 17,0 m³ groengas per GJ.

De formule die wordt toegepast voor het bepalen van technische potentieel aan groengas = *Hoeveelheid biomassa* * *netto oogstbaar* * *biogaspotentieel op basis van vergisting* * 55%/88%

Tabel 22 - Vergistbare biomassastromen meegenomen in het model

Biomassastroom	Hoeveelheid biomassa ³³	Netto oogstbaar	Biogaspotentieel op basis van vergisting
Dunne mest - rundvee en varken	Zit verwerkt in data CBS	Zit verwerkt in data CBS	25 m ³ biogas/ton [8]
Vaste mest, inclusief kippenmest	Zit verwerkt in data CBS	Zit verwerkt in data CBS	77 m ³ biogas/ton [8]
Akkerbouw: Snijmaïs	0 ton ds/ha [1]	70% [5]	370 m ³ biogas/ton ds [5]
Akkerbouw: Gras	6,9 ton ds/ha [2]	Zit verwerkt in hoeveelheid	410 m ³ biogas/ton ds [5]
Akkerbouw: Granen	3,2 ton ds/ha [3]	70% [5]	630 m ³ biogas/ton ds [5]
Akkerbouw: Aardappelen	1,0 ton ds/ha [3]	70% [5]	630 m ³ biogas/ton ds [5]
Akkerbouw: Suikerbieten	5,0 ton ds/ha [4]	70% [5]	630 m ³ biogas/ton ds [5]
Akkerbouw: Groenten	1,0 ton ds/ha [3]	70% [5]	630 m ³ biogas/ton ds [5]
Tuinbouw: Boomkwekerijen open grond	2,5 ton/ha [3]	70% [5]	630 m ³ biogas/ton ds [5]
Overige tuinbouw	3,0 ton ds/ha [3]	70% [5]	630 m ³ biogas/ton ds [5]
Glastuinbouw	14,0 ton ds/ha [5]	50% [5]	370 m ³ biogas/ton ds [5]
GFT	Zit verwerkt in data CBS	Zit verwerkt in data CBS	103 m ³ biogas/ton [3]
Organische natte fractie (ONF)	Zit verwerkt in data CBS	Zit verwerkt in data CBS	103 m ³ biogas/ton [3]
Groenafval uit recreatiegebied	5,2 ton ds/ha [6]	50%	370 m ³ biogas/ton ds [5]
RWZI-slib	6,47 m ³ biogas/inwoner [7]	Zit verwerkt in hoeveelheid	Zie hoeveelheid
Slootmaaisel	1.159.000 ton/Nederland [3]	Zit verwerkt in hoeveelheid	30 m ³ biogas/ton [5]
Bermgras	5 ton ds bermmaaisel/ha berm [5]	Zit verwerkt in hoeveelheid	370 m ³ biogas/ton ds [5]
Afval van de VGI ³⁴			

[1] Agrifirm (2019)

[2] CBS (2019)

[3] Ecofys (2011)

[4] WUR (2016)

[5] DNV GL (2017)

[6] Ecofys (2008)

[7] STOWA (2010)

[8] CE Delft (2018d)

³³ Bij gewassen gaat het om gewasresten.

³⁴ De VGI (voedings- en genotsmiddelenindustrie) bestaat uit de volgende categorieën: slachterijen en vleeswarenindustrie, visverwerkende industrie, groente, fruitverwerking, vetten, zuivelindustrie, overige voedingsindustrie, drankenindustrie, verwerking van tabak.



Tabel 23 - Houtige biomassastromen meegenomen in het model

Biomassaastroom	Hoeveelheid	Netto oogstbaar	Energie-inhoud
Akkerbouw: Overige gewassen	1,0 ton ds/ha [3]	70% [5]	8,0 GJ/ton
Tuinbouw: Fruit open grond	11,0 ton/ha [3]	70% [5]	8,0 GJ/ton [3]
Bos	0,5 ton ds/m ³ [3]	70% [5]	19 GJ/ton ds [3]
Afvalhout consumenten	Zit verwerkt in data CBS	Zit verwerkt in data CBS	15 GJ/ton [3]
Grof tuinafval	Zit verwerkt in data CBS	Zit verwerkt in data CBS	9 GJ/ton [3]

De groengasopbrengst verschilt sterk afhankelijk van de precieze samenstelling en versheid van het inputmateriaal en van de verblijftijd. Cijfers zijn daarom slechts een indicatie.

Mest

Voor de hoeveelheid beschikbare mest wordt gebruikgemaakt van data van het CBS, dat per gemeente aangeeft hoeveel mest er jaarlijks vrijkomt. De omrekening naar PC4-niveau is gedaan op basis van het landoppervlak.

Gewasresten uit akkerbouw en (glas)tuinbouw

Voor restproducten uit landbouw en tuinbouw is gebruikgemaakt van de Basisregistratie Gewaspercelen (BRP), waarin 371 verschillende gewastypen worden onderscheiden. In onze analyse categoriseren we deze aan de hand van het type gewas. De verschillende typen gewassen hebben een verschillende opbrengst aan gewasresten per hectare. Voor de energie-inhoud is voor de meeste gewassen een gemiddelde aangehouden. Met behulp van GIS-data hebben we uitgerekend wat het areaal van elke gewassoort is per PC4-gebied om zo het technisch potentieel per gewassoort te kunnen bepalen. Voor de akkerbouw is het uitgangspunt dat 30% van de gewasresten op het land achter moet blijven om de grond vruchtbaar te houden. Voor glastuinbouw is dit zelfs 50%.

Bos

Het areaal aan bos per PC4-gebied is bepaald met behulp van het CBS Bodembestand 2015. Er wordt in het Bodembestand geen onderscheid gemaakt tussen productiebos en overig bos. In Nederland is ongeveer 77% van het bos productief. De houtopbrengst uit dit deel van het bos is 7,3 m³ per hectare (BTG, 2008). Voor het bos is het uitgangspunt dat 70% netto oogstbaar is.

Afvalhout consumenten

Voor de hoeveelheid afvalhout dat vrijkomt bij consumenten wordt gebruikgemaakt van de data van het CBS, dat per inwoner per gemeente aangeeft hoeveel afvalhout er jaarlijks wordt ingezameld. De omrekening naar PC4-niveau is gedaan op basis van het aantal inwoners.

GFT en ONF

Voor de hoeveelheid GFT die vrijkomt bij consumenten wordt gebruikgemaakt van de data van het CBS, dat per inwoner per gemeente aangeeft hoeveel GFT er jaarlijks wordt ingezameld. Ook het restafval bevat een deel dat kan worden vergist, namelijk de organische natte fractie (ONF). Deze bedraagt ongeveer 35% van het totale restafval (DNV GL, 2017). Voor het model zijn hier de data van het CBS gebruikt van de hoeveelheid restafval per inwoner per gemeente. De omrekening naar PC4-niveau is gedaan op basis van het aantal inwoners.

Grof tuinafval

Voor de hoeveelheid grof tuinafval dat vrijkomt bij consumenten wordt gebruikgemaakt van de data van het CBS, dat per inwoner per gemeente aangeeft hoeveel grof tuinafval er jaarlijks wordt ingezameld. De omrekening naar PC4-niveau is gedaan op basis van het aantal inwoners.

Groenafval uit recreatiegebied

Het areaal aan recreatiegebied per PC4-gebied is bepaald met behulp van het CBS Bodembestand 2015. De categorie recreatiegebied bestaat uit:

- park en plantsoen;
- sportterrein;
- volkstuin;
- dagrecreatief terrein;
- verblijfsrecreatief terrein.

De ondergrond van deze categorie bestaat voornamelijk uit gras. In ons model is aangenomen dat 50% van het oppervlak netto oogstbaar is, waarvan niet verder is gespecificeerd waar de oogstbare delen zich bevinden. Verder is er gerekend met kengetallen van grasland voor de omzetting van deze biomassa naar groengas.

Slootmaaisel

Voor slootmaaisel is uitgegaan van een totaal potentieel van 1.159.000 ton in Nederland (BVOR). Met behulp van het CBS Bodembestand is de omtrek van waterlichamen per PC4-gebied bepaald. Het totale potentieel is verdeeld aan de hand van de omtrek van het water per PC4-gebied.

Bermgras

Voor het bepalen van het potentieel aan bermgras is gebruikgemaakt van het Nationaal Wegen Bestand (NWB wegen). Hiermee is de lengte van alle openbare wegen per PC4-bepaald. Er is aangenomen dat de gemiddelde oogstbare breedte van een berm drie meter is (Ecofys, 2011). Per strekkende lengte weg is er met zes meter berm gerekend. Op deze manier is het aantal hectare berm per PC4-gebied bepaald.

RWZI-slib

Voor het biogaspotentieel voor RWZI-slib is uitgegaan van een hoeveelheid van 6,47 m³ per inwoner (STOWA). Met behulp van het inwonersaantal per PC4-gebied is de hoeveelheid berekend per PC4-gebied. De hoeveelheid beschikbare slib is niet meegenomen in de allocatie, maar is wel betrokken in de berekening van het economisch groengaspotentieel in Nederland in 2030.

In 2005 waren er 389 rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) in Nederland, waarvan er 104 een vergistingfaciliteit hadden (STOWA, 2005). In 2017 werd 75% van het geproduceerde RWZI-slib vergist, waarbij 110 miljoen m³ biogas werd geproduceerd. Daarmee werd 235 miljoen kWh opgewekt, waarmee de waterschappen in 30% van de eigen elektriciteitsbehoefte konden voorzien (Royal HaskoningDHV, 2018). In de huidige situatie wordt het meeste biogas geproduceerd bij RWZI's gebruikt in een WKK (warmtekrachtkoppeling) om elektriciteit en warmte op te wekken. Als groengasproductie aantrekkelijker wordt dan elektriciteits- en warmteproductie, dan is het goed mogelijk dat waterschappen gaan investeren in opwaarderingsinstallaties. Zo produceert Hoogheemraadschap van Delfland sinds 2018 1 miljoen m³ groengas per jaar in de RWZI 'De Groote Lucht' in Vlaardingen.³⁵

Voedings- en genotmiddelenindustrie (VGI)

De reststromen van de VGI zijn niet meegenomen in het allocatiemodel, omdat deze niet op PC4-niveau bekend zijn. Wel zijn de VGI-stromen meegenomen in de berekening van het economisch groengaspotentieel in Nederland in 2030.

Veel VGI-stromen worden ingezet als veevoer. Een aantal stromen is minder geschikt voor veevoerproductie: resten uit de suiker- en aardappelindustrie en van bierbrouwerijen en distilleerderijen (Partners for Innovation, 2010). Voor deze stromen is vergisting voor groengasproductie een goede optie. Afgedankt frituurvet kan daarentegen juist goed worden gebruikt voor de productie van biodiesel, wat nu al op grote schaal gebeurt.

³⁵ [Inhoudiging Groen Gas Installatie bij AWZI 'De Groote Lucht' in Vlaardingen](#), artikel Bright Biomethane, 18 mei 2018.

B Nieuwe conversietechnieken

In deze bijlage staan enkele relatief nieuwe biomassaconversietechnieken kort beschreven. Achtereenvolgens wordt ingegaan op:

- hogedrukvergisting;
- mestvergassing;
- superkritische watervergassing;
- houtvergassing (inclusief torreficatie ('torrefactie') als mogelijke voorbewerkingsstap).
- hogedrukhydrolyse

B.1 Hogedrukvergisting (AHPD)³⁶

AHPD (Autogenerative High Pressure Digestion) oftewel autogeneratieve hogedrukvergisting is een innovatieve vergistingstechniek die is ontwikkeld en gepatenteerd door het Nederlandse bedrijf Bareau. AHPD produceert een gas met relatief zuivere biomethaan (90% CH₄) uit natte biomassa of slib, zonder de productie van biogas (met een lagere concentratie methaan) als tussenstap zoals dat bij traditionele vergisting gangbaar is. Dit biomethaan is zuiver genoeg om direct in het aardgasnet te mogen worden ingevoerd, mits wordt voldaan aan de ministeriële Regeling Gaskwaliteit. De hoge druk in de AHPD-vergister (20 bar) wordt autogeneratief opgebouwd door specifieke micro-organismen. De druk wordt gebruikt om CO₂ te concentreren in de waterfase, vergelijkbaar met een bierbrouwerij. De installatie opereert op mesofiele of thermofiele temperatuur.

De AHPD-technologie kan gebruikt worden in verschillende processen waarin biomassa verwerkt moet worden, zoals afvalwater, slib en residuen van landbouw- en voedsel-industrie.

Een interessant aspect van AHPD als afvalwaterzuiveringstechniek is dat conventionele installaties het slib behandelen met aërobische biologische processen. Om effectief te zijn, vereisen de biota zowel zuurstof als voedsel om te overleven. De bacteriën consumeren bio-afbreekbare oplosbare organische contaminanten (bijvoorbeeld suikers, vetten, organische korte koolstofverbindingen) en ze zorgen voor flocculatie van de minder oplosbare fracties. Dit conventionele proces resulteert in hoge directe emissies van CO₂. Echter, in het AHPD-proces wordt de CO₂ gebruikt om biomethaan te produceren. Daarom is de biomethaanproductie uit slib met AHPD tot 50% hoger dan met conventionele technieken voor rioolwaterzuivering.

Een toekomstige ontwikkeling die wordt voorzien door Bareau is het gebruik van toegevoegde waterstof om de concentratie biomethaan verder te verhogen tot 99%. Waterstof kan bijvoorbeeld worden geproduceerd uit tijdelijke overschotten van elektriciteit uit wind of zonne-energie. Ook kan extra CO₂ vanuit andere processen worden toegevoegd om de methaanproductie verder te verhogen. Een andere mogelijkheid is het gebruik van de AHPD-techniek om andere biogene reststromen te vergisten, zoals varkensmest (Bareau, 2019).

³⁶ Gebaseerd op informatie op de websites van Bareau en RVO, en op de tekst in het rapport '[Optimal use of biogas from waste streams](#)' (CE Delft, Eclareon, Wageningen Research, 2016).

B.2 Mestvergassing

Mestvergassing is een vergassingstechniek die is toegespitst op mest. Het Nederlandse bedrijf STERCORE heeft een modulair systeem ontwikkeld waarmee zowel hoogwaardige bodemverbeteraar als groengas kan worden geproduceerd. Er blijft geen substraat over. Een eerste fabriek met een verwerkingscapaciteit van 185.000 ton mest (80% droge stof) wordt gerealiseerd op het Emmtec-terrein in Emmen. Het systeem is schaalbaar door bijplaatsen van ovens. Om drijfmest te kunnen verwerken is een scheidingsstap nodig om het drogestofgehalte voldoende te verhogen. Dit zou ook kunnen plaatsvinden bij de mestproducent, wat lagere transportkosten met zich meebrengt.

B.3 Superkritische watervergassing

Superkritische watervergassing is een innovatieve thermochemische conversietechnologie die gebruik maakt van de watercomponent in natte biogene afvalstromen. Het betreft een multi-feedstocktechnologie, waarmee allerlei in Nederland beschikbare biomassa en plastic afval kunnen worden verwerkt. Door het water, met daarin de biomassa, onder hoge druk en temperatuur te brengen, ontstaat de zogenaamde superkritische fase. Alle organische moleculen in de biomassa vallen dan uiteen en bereiken een nieuw evenwicht in de vorm van biogas (methaan, waterstof, CO₂ en CO). Na een methanisatiestap ontstaat groengas dat in het bestaande gasnetwerk kan worden ingevoegd, maar ook productie van waterstofgas is mogelijk. Tegelijkertijd kristalliseren de anorganische stoffen uit, zodat ze kunnen worden teruggewonnen. Wat resteert is schoon water. Het gas komt onder zeer hoge druk tot stand, zonder extra kosten voor het comprimeren van gas. Hierdoor kan het direct in het bestaande hogedruknetwerk worden geïnjecteerd. Zodoende zijn er geen afzetbeperkingen vanuit de infrastructuur.

Er zijn in Nederland twee initiatieven met deze innovatieve technologie. Eén initiatief is van het bedrijf SCW Systems dat op Het Energy Innovation Park in Alkmaar in samenwerking met Gasunie New Energy Systems een demonstratie-installatie realiseert. SCW Systems en Gasunie hebben plannen om in 2023 infrastructuur gereed te hebben voor superkritische watervergassers met een productiecapaciteit tot 20 PJ groengas en waterstof, verspreid over drie locaties in Nederland.³⁷

Een ander initiatief met superkritische watervergassing is het Supersludge-concept (STOWA, 2018), dat in een demonstratie-installatie van het Waterschap Aa en Maas wordt beproefd, en dat zich richt op de vergassing van rioolwaterzuiveringslib.

B.4 Houtvergassing

Droge, houtige biomassa kan worden verbrand, maar bijvoorbeeld ook worden vergast. Het resulterende syngas wordt dan via een katalytisch proces (methanisatie) omgezet in biomethaan/synthetic natural gas (SNG). Voor vergassing van biomassa is een stabiele kwaliteit van de biomassa van belang. Hiervoor kunnen voorbehandelingsprocessen zoals torreficatie ('torrefactie') worden gebruikt.

³⁷ [PFZW investeert in revolutionaire groene energietechnologie](#), artikel Financial Investigator, 24 april 2019.

Methaanproductie op basis van vaste biomassa kan worden gerealiseerd met:

1. Vergassing, conversie van biomassa door partiële oxidatie in CO, H₂ en in CO₂ en H₂O.
2. Gasconditionering: verwijdering van H₂O en CO₂, aanpassen van de CO ÷ H₂ verhouding aan navolgend methanisatieproces.
3. Methanisatie, $\text{CO} + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
4. Afgescheiden CO₂ zou eventueel nuttig kunnen worden toegepast (CCU) of geologisch kunnen worden opgeslagen (CCS).

Methanisatie en gasconditionering zijn gangbare processen in de chemische industrie. Van de bovenstaande drie stappen is de eerste - biomassavergassing³⁸ - de meest innovatieve stap. Bij houtvergassing worden organische of fossiele koolstofrijke materialen bij hoge temperatuur (> 700°C) omzet in een mengsel (synthesegas of kortweg syngas) van koolmonoxide, waterstof en CO₂.

In Göteborg was van 2014 tot en met medio 2017 een allotherme biomassavergasser met een vermogen van 30 MW operationeel, die op basis van houtsnippers uit beheerd bos ongeveer 20 MW_SNG produceert voor het Zuid-Zweedse aardgasnet, plus warmte voor het stadsverwarmingsnet van Göteborg als bijproduct. Het demonstratieproject staat bekend als **GobiGas**. De vergassingstechnologie is oorspronkelijk ontwikkeld door het Oostenrijkse Repotech en bijvoorbeeld gedemonstreerd in Güssing. De demo-installatie is tot en met 2017 gebruikt voor het testen en verbeteren van de technologie en het oplossen van kinderziektes. Dat lijkt te zijn gelukt. Medio 2017 is de installatie echter door Göteborg Energi stilgelegd en te koop gezet omdat de gemeente Göteborg, partner in het initiatief, de technologie te duur vond.

De Nederlandse firma Torrgas³⁹ ontwikkelt en bouwt vergassers: installaties waarin getorrificeerde biomassa wordt omgezet in o.a. syngas. Na een laboratoriumopstelling en een pilot-installatie, is de volgende stap de bouw van een grotere, 25 MW-installatie. Torrefactie is een milde vorm van pyrolyse, waarbij er bij een temperatuur van tussen de 200 en 300 graden Celsius bepaalde eigenschappen van de biomassa worden veranderd.

In de installatie wordt getorrificeerde biomassa door middel van een twee-staps vergassing omgezet in syngas (een mengsel van koolstofmonoxide en waterstof) en pure koolstof. Syngas kan hoogwaardig worden toegepast in de chemie als grondstof, bijvoorbeeld voor productie van methanol of ammoniak. Daarnaast kan het gebruikt worden voor energetische doeleinden, bijvoorbeeld door het op te werken naar groengas of te gebruiken in een warmtekrachtkoppeling (WKK) of gasmotor. Tevens wordt tijdens het vergassingproces pure koolstof geproduceerd. Dat kan als grondstof worden ingezet voor een groot aantal processen, bijvoorbeeld als grondverbeteraar of voor waterzuivering.

De getorrificeerde biomassa wordt gemaakt van een breed aanbod van biomassa reststromen zoals gras(achtigen), agro-residuen en houtsnippers die komen van grote opwerkingsfabrieken uit bijvoorbeeld Noord-Amerika, Scandinavië en de Baltische staten, maar ook uit Nederland zelf. Deze bedrijven hebben na hun verwerkingsproces zo'n veertig procent afvalhout over dat zeer geschikt is als grondstof voor het torrefactieproces. Deze getorrificeerde biomassa heeft een acht tot tien keer hogere energiedichtheid (vergelijkbaar met methanol en kolen) dan de originele houtsnippers.

³⁸ De technieken superkritische watervergassing en mestvergassing staan in separate paragrafen beschreven.

³⁹ Bron van de informatie: [Torrgas](http://torrgas.nl).



Ruim negentig procent van de energie van de biomassa blijft behouden. Hierdoor is het rendabel om de brandstof over een lange afstand te transporteren. De getorreificeerde biomassa wordt vervolgens op een hogere temperatuur gepyroliseerd. De daarbij gevormde gassen en vluchtige componenten worden vervolgens verder gekraakt bij nog hogere temperatuur tot een teervrij (ppb-niveau) synthesesegas. Uiteindelijk wordt zo'n 75% van het hout omgezet in syngas.

B.5 Hogedrukhydrolyse

Het bedrijf Bio Rights heeft een innovatief productiesysteem ontwikkeld waarmee substraat wordt omgezet in groengas. In de eerste processtap worden biomassa-reststromen (onder meer bewerkte mest en bermgras) vergist en wordt het biogas op conventionele wijze omgezet in groengas. Vervolgens wordt het substraat dat bij het vergistingsproces ontstaat ca. 700 meter diep in de grond gebracht en worden vezels onder hoge druk (77 bar) door middel van een chemische hydrolyse proces omgezet tot suikers en uiteindelijk groengas. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een 'Gravity Pressure Vessel'.⁴⁰ Ook digestaat uit vergisters van andere bedrijven kan hiermee worden omgezet. Bio Rights verwacht groengas aan te kunnen leveren op een druk van 20 bar vanuit het membraamsysteem. De verwachte productie voor een project in Hardenberg is circa 25 miljoen m³ pure biomethaan per jaar uit opwaardering van biogas en circa 20 miljoen m³ per jaar uit het thermische kraakproces. Er liggen ook opschalingsmogelijkheden. Ten tijde van de uitvoering van het project was de aanvraag voor SDE-subsidie nog niet gehonoreerd. Na toekenning zou de installatie in 1,5 jaar gereed kunnen zijn.

⁴⁰ Bron van de informatie: [Bio Rights](#).

C Bepaling van economisch beschikbare biomassa

De aandelen economisch beschikbare biomassa per stroom en per scenario die in deze studie zijn gebruikt (zie Paragraaf 3.3) zijn gebaseerd op de studie van DNV GL (2017) naar lokaal biomassapotentieel in Nederland. De stappen die zijn doorlopen om tot deze aandelen (percentages) te komen zijn hier toegelicht. Tabel 24 geeft de tussen- en eindresultaten van de verschillende stappen.

Tabel 24 - Bepaling van aandelen economische beschikbare biomassa op basis van DNV GL (2017) en inschattingen CE Delft

	Aandeel vrij beschikbaar voor energie nu (DNV GL, 2017) ¹	waarvan vergisting/vergassing ²	Aandeel vrij beschikbaar voor energie in 2030	Aandeel vergisting/vergassing in 2030 ³	Aandeel economisch beschikbaar voor Scenario's A en B	Aandeel economisch beschikbaar voor Scenario's C en D
VGI	40%	33%	40%	13%	13%	8%
RWZI-slib	88%	86%	88%	75%	75%	47%
Natte gewasresten	17%	100%	17%	17%	17%	10%
Stro	0%	100%	0%	0%	38%	0%
Mest	14%	100%	75%	75%	75%	25%
GFT en ONF	61%	55%	61%	34%	34%	21%
Rest- en afvalhout	53%	75%	53%	40%	40%	25%
Papierresiduen	93%	75%	93%	70%	70%	44%
Productiebossen	18%	75%	18%	13%	13%	8%
Hout van fruit- en boomteelt	0%	75%	29%	22%	22%	14%
Hout uit landschap	50%	75%	50%	38%	38%	23%
Natuur- en bermgras	0%	75%	20%	15%	15%	10%

¹: Vrij beschikbaar voor energietoepassingen (niet alleen groengas) (DNV GL, 2017).

²: Aandeel van vergisting binnen het aandeel 'vrij beschikbaar' in huidige situatie, ofwel het aandeel van vergassing binnen het aandeel vrij beschikbaar in 2030. Inschattingen CE Delft.

³: Beschikbaar voor vergisting/vergassing in 2030. Dit is het uitgangspunt voor de berekening voor de verschillende scenario's, en staat gelijk aan aandeel van technisch beschikbare biomassa dat beschikbaar is voor vergisting/vergassing.

Het startpunt bestaat uit de huidige aandelen vrij beschikbare biomassa van DNV GL (2017) (de eerste kolom in Tabel 24). Deze staan voor de hoeveelheden biomassa die nog resteren voor energietoepassingen als het gebruik voor andere toepassingen is afgetrokken van het technisch potentieel. Energietoepassingen zijn elektriciteit, warmte, biobrandstoffen en biogas/groengas. Voor 2030 (derde kolom) hebben we de meeste percentages overgenomen. Voor hout van fruit- en boomteelt en natuur- en bermgras hebben we de aandelen 'vrij beschikbare biomassa' voor 2030 van DNV GL

genomen.⁴¹ Voor mest hebben we een percentage van 75% neergezet. Dit is gebaseerd op het verkregen beeld dat mest niet goed voor andere toepassingen kan worden gebruikt en dat na vergisting het digestaat nog steeds als meststof kan worden gebruikt.

Vervolgens is voor elk van de biomassastromen ingeschat, gedeeltelijk op basis van informatie van DNV GL (2017), welk deel van de vrij beschikbare biomassa voor energietoepassingen gebruikt wordt voor vergisting in de huidige situatie of beschikbaar is voor vergassing in 2030 (tweede kolom). Door deze percentages te vermenigvuldigen met het aandeel vrij beschikbare biomassa voor energietoepassingen in 2030 (derde kolom) verkrijgen we aandelen van stromen die beschikbaar zijn voor vergisting/vergassing in 2030 (vierde kolom). We nemen deze aandelen over als aandelen economisch beschikbare biomassa bij sterk ondersteunend beleid voor groengas (vijfde kolom). Voor de scenario's met zwak ondersteunend beleid zijn deze percentages teruggeschaald (zesde kolom), omdat de vraag naar andere, hoogwaardigere toepassingen naar verwachting licht toeneemt tussen nu en 2030 (zie Paragraaf 3.3) en omdat de betalingsbereidheid van groengasproducenten lager is in deze scenario's.

De aandelen economisch beschikbare biomassa (laatste twee kolommen in Tabel 24) zijn gebruikt om het economisch groengaspotentieel in 2030 te bepalen. Zie Paragraaf 5.1.2.

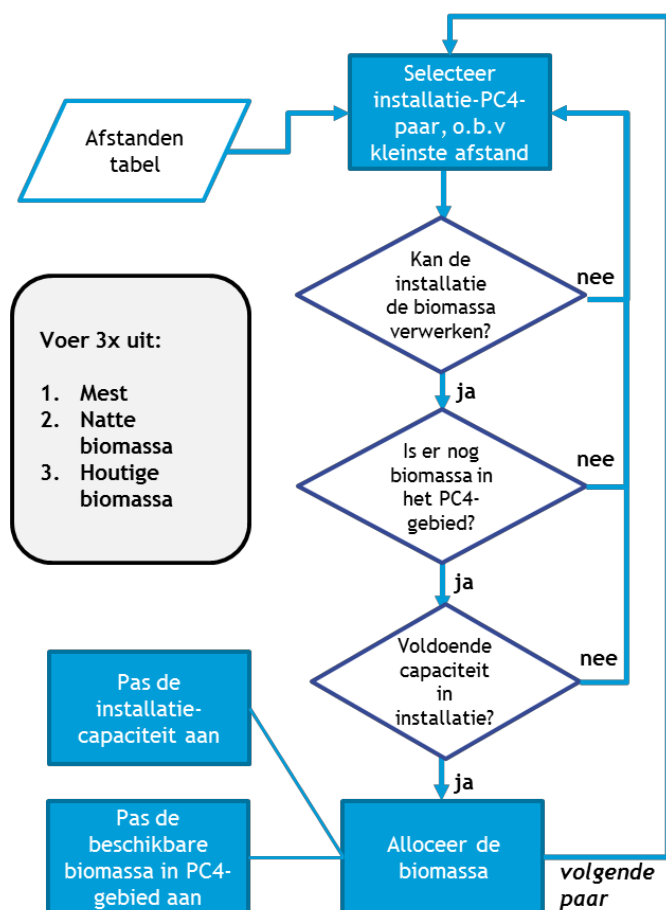
⁴¹ Voor andere stromen is dat niet gedaan, omdat we een eigen aanpak hanteren om aandelen economisch beschikbare biomassa in 2030 te bepalen.

D Beschrijving van allocatiemodel

In Figuur 16 is het stroomschema van het allocatiemodel weergegeven. Als eerste is bepaald wat de coördinaten zijn van het middelpunt van de PC4-gebieden en de installaties uit de 'startlijst'. Met deze coördinaten zijn alle afstanden tussen PC4-gebieden en installaties bepaald. Deze afstandentabel is gesorteerd van de kleinste afstand tussen een PC4-gebied en een installatie tot de grootste afstand, waarbij er een maximum wordt aangehouden van 100 kilometer.

Er wordt ook ingesteld welk deel van de productiecapaciteit van de installaties beschikbaar is per biomassacategorie, zie Tabel 10. Allereerst maakt het model een berekening voor mest.

Figuur 16 - Stroomschema allocatiemodel



Per combinatie van PC4-gebied en installatie bekijkt het model of:

- er biomassa verwerkt kan worden door de installatie.
- er nog biomassa in het PC4-gebied beschikbaar is van de betreffende biomassacategorie.
- er voldoende capaciteit over is in de installatie om deze biomassa te verwerken.

Indien het antwoord op al deze vragen (voorwaarden) 'ja' is, zal het model de biomassa alloceren en:

- de capaciteit van de installatie verminderen met de hoeveelheid biomassa die er in gaat.
- de beschikbare hoeveelheid biomassa in het PC4-gebied verminderen met de hoeveelheid biomassa die verwerkt kan worden door de installatie.

Vervolgens gaat het model naar de combinatie van installatie en PC4-gebied met de op-een-na-kleinste onderlinge afstand en herhaalt de stappen.

Na het afronden van de berekening voor mest kijkt het model hoeveel capaciteit er over is in de installaties die zowel mest als overige natte biomassa kunnen verwerken. De overige capaciteit wordt toegepast bij de allocatie van overige natte biomassa. De gehele berekening wordt vervolgens uitgevoerd voor de stroom 'overige natte biomassa' en daarna voor hout.

E Allocatie van biomassa

Voor het bepalen van de locatie van eventuele nieuwe installaties is per scenario en per type biomassa een berekening gemaakt van het transport van economisch beschikbare biomassa naar installaties. In Hoofdstuk 4 is de methode van de allocatie omschreven. Per scenario is een unieke lijst van installaties gebruikt, waardoor er een andere totale productiecapaciteit is per type biomassa. In Tabel 25 is weergegeven hoeveel groengaspotentieel aan biomassa er is op basis van vergisting voor vergistbare stromen en vergassing voor houtige stromen. Ook is weergegeven hoeveel capaciteit de installaties hebben op basis van vergisting voor vergistbare stromen en vergassing voor houtige stromen. Er zijn geen andere rendementen gebruikt voor de installaties, om de analyse juist te kunnen uitvoeren. In het geval de installaties een ander rendement hebben dan de gebruikte rendementen voor vergisting of vergassing, zal de productiecapaciteit in werkelijkheid groter zijn. In de uiteindelijke resultaten is het juiste rendement van de installaties wel meegenomen. Uit de tabel volgt hoeveel groengaspotentieel er nog over is per biomassacategorie voor nieuwe installaties.

Tabel 25 - Berekening van de productiecapaciteit van nieuw geplaatste groengasinstallaties

Scenario	Biomassa-categorie	Capaciteit installaties (miljoen m ³ groengas)	Potentieel groengas uit biomassa (miljoen m ³ groengas/jaar)	Potentieel aan groengas over (miljoen m ³ groengaseq./jaar op basis van vergisting) ⁴²	Nieuwe installaties?
A	Mest	556	975	419	Ja
A	O.n.b.	135	410	275	Ja
A	Hout	-	110	110	Ja
B	Mest	865	975	182	Ja
B	O.n.b.	135	410	204	ja
B	Hout	300	110	0	Nee, geen biomassa over
C	Mest	279	325	60	Nee, vanwege beleid
C	O.n.b.	79	244	166	Nee, vanwege beleid
C	Hout	-	69	69	Nee, vanwege beleid
D	Mest	865	325	0	Nee, vanwege beleid
D	O.n.b.	135	244	109	Nee, vanwege beleid
D	Hout	300	69	0	Nee, vanwege beleid

O.n.b. = overige natte biomassa.

Tabel 25 laat zien dat enkel in de eerste vijf scenario-biomassacategorie-combinaties nieuwe installaties moeten worden geplaatst. In Scenario's C en D is de investering in nieuwe installaties niet rendabel, terwijl in Scenario B alle economisch beschikbare houtstromen al toegewezen zijn aan vergassers uit de 'startlijst'.

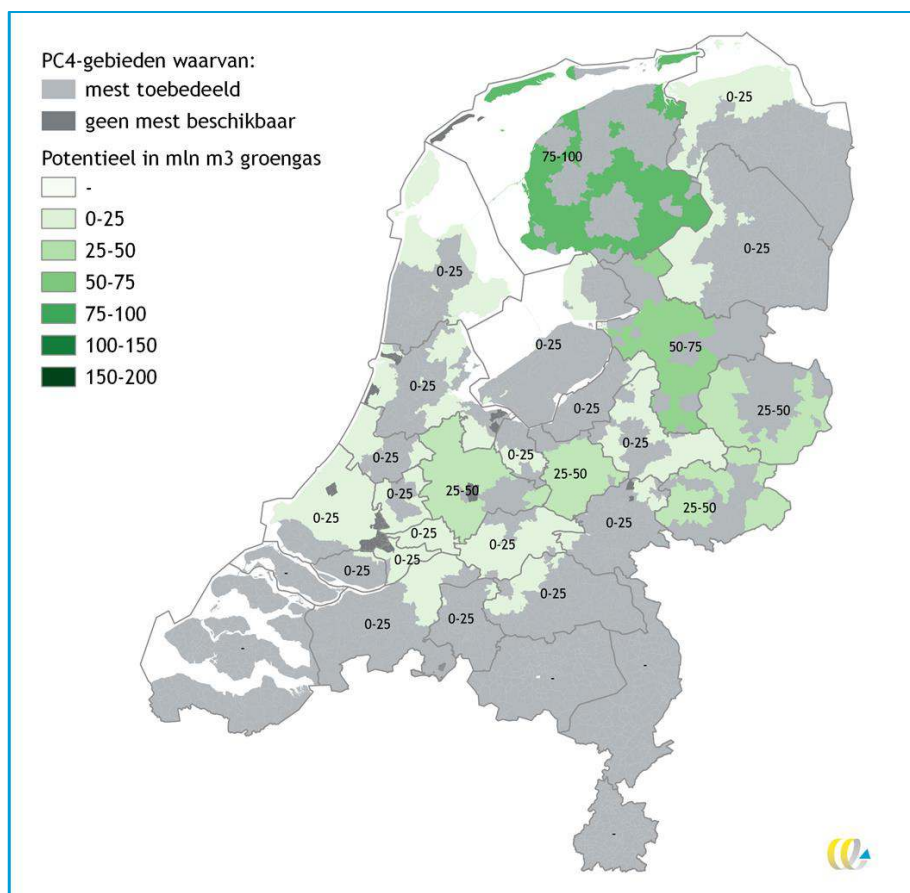
Bij Scenario A gaat het om kleine en middelgrote installaties, bij Scenario B om grote en middelgrote installaties. In bijlage F zijn de resultaten weergegeven per RES-regio.

⁴² Dit is niet per definitie 'potentieel minus capaciteit'. Wanneer de transportafstand tussen bepaalde PC4-gebieden en installaties groter is dan 100 km, zal de biomassa niet naar de installatie gaan.

E.1 Scenario A - mest

In Figuur 17 is te zien vanuit welke PC4-gebieden de mest is toebedeeld aan installaties in Scenario A. Verder is te zien hoeveel potentieel (in groengasequivalenten, op basis van vergisting) er nog over is en waar dit zich vooral bevindt. In dit scenario is er nog 419 miljoen m³ groengasequivalent aan potentieel over. Wanneer we dit groengas-potentieel willen benutten in nieuwe installaties, zijn hier zo'n 400 kleine en 66 middelgrote mestvergisters voor nodig. Deze verhouding van middelgrote en kleine installaties is berekend door eerst zoveel mogelijk middelgrote installaties per RES-regio toe te kennen en de rest op te vullen met kleine installaties.

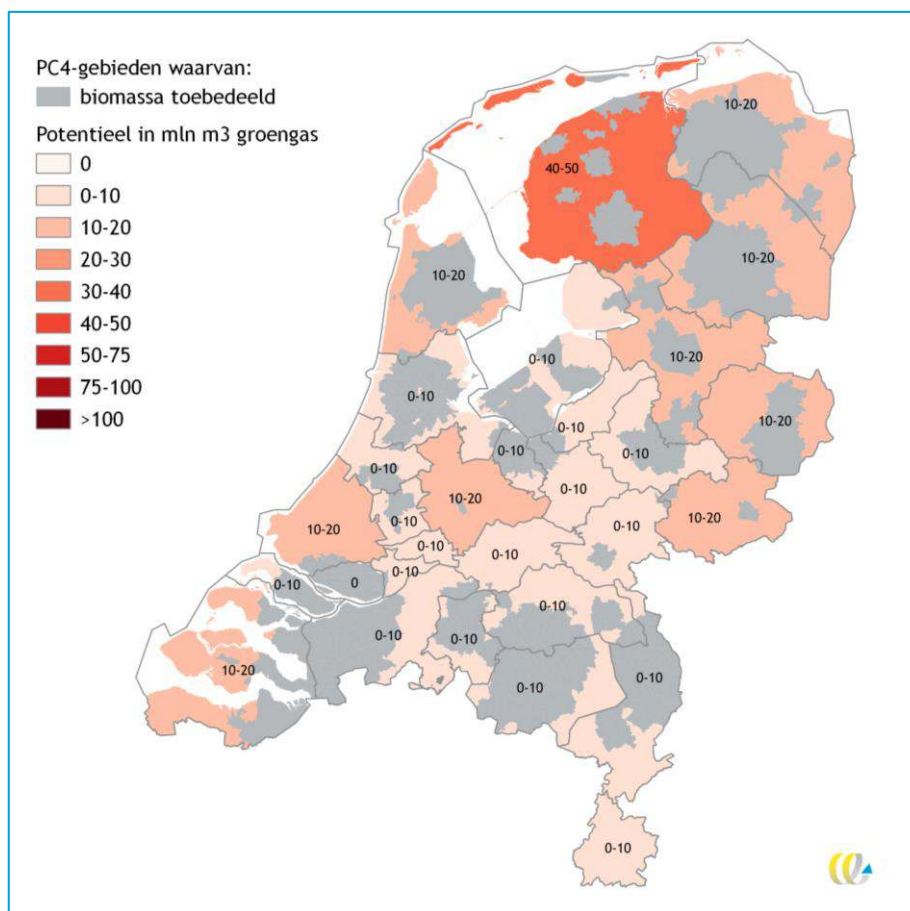
Figuur 17 - Potentieel groengas per jaar resterend uit mest per RES-regio na toedeling mest aan installaties uit 'startlijst' in Scenario A



E.2 Scenario A - overige natte biomassa

In Figuur 18 is te zien vanuit welke PC4-gebieden de overige natte biomassa is toebedeeld aan installaties in Scenario A. Verder is te zien hoeveel potentieel er nog over is en waar dit zich vooral bevindt. In dit scenario is er nog 275 miljoen m³ groengasequivalent over. Wanneer we dit groengaspotentieel willen benutten in nieuwe installaties, zijn hier zo'n 60 kleine en 5 middelgrote vergisters voor nodig. Deze verhouding van middelgrote en kleine installaties is berekend door eerst zoveel mogelijk middelgrote installaties per RES-regio toe te kennen en de rest op te vullen met kleine installaties.

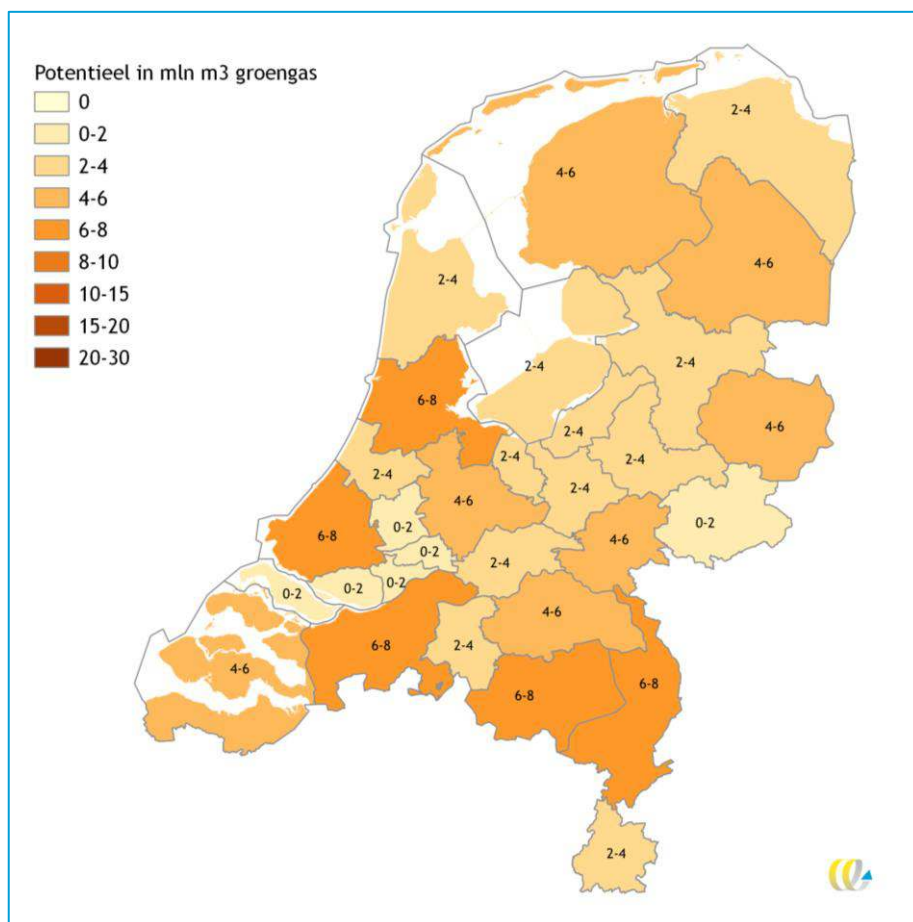
Figuur 18 - Potentieel groengas per jaar resterend uit overige natte biomassa per RES-regio na toedeling overige natte biomassa aan installaties uit 'startlijst' in Scenario A



E.3 Scenario A - hout

In Scenario A zijn er geen installaties die houtige biomassa verwerken tot groengas. Dit betekent dat er nog geen potentieel wordt toegekend aan installaties. Het potentieel is weergegeven in Figuur 19. In totaal is er nog 110 miljoen m³ groengasequivalent aan biomassa op basis van vergassing over dat door nieuwe installaties kan worden geproduceerd. Voor het plaatsen van nieuwe installaties gaan we uit van houtvergassers die een capaciteit hebben van 24 tot 240 miljoen m³ groengas per jaar. Met één installatie van het type houtvergasser kan het potentieel van 110 miljoen m³ worden bereikt. Als deze installatie midden in Nederland wordt geplaatst, zal de gemiddelde transportafstand van lokale houtreststromen naar deze installatie worden beperkt.

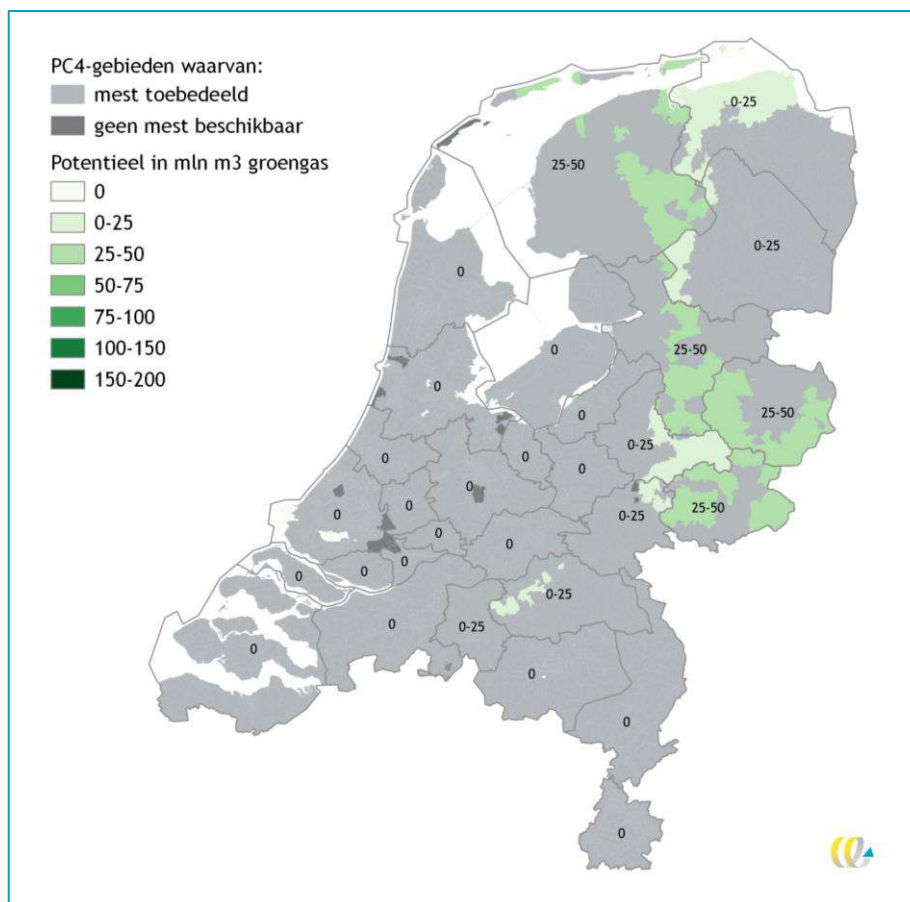
Figuur 19 - Potentieel groengas per jaar resterend uit hout per RES-regio na toedeling hout aan installaties uit 'startlijst' in Scenario A



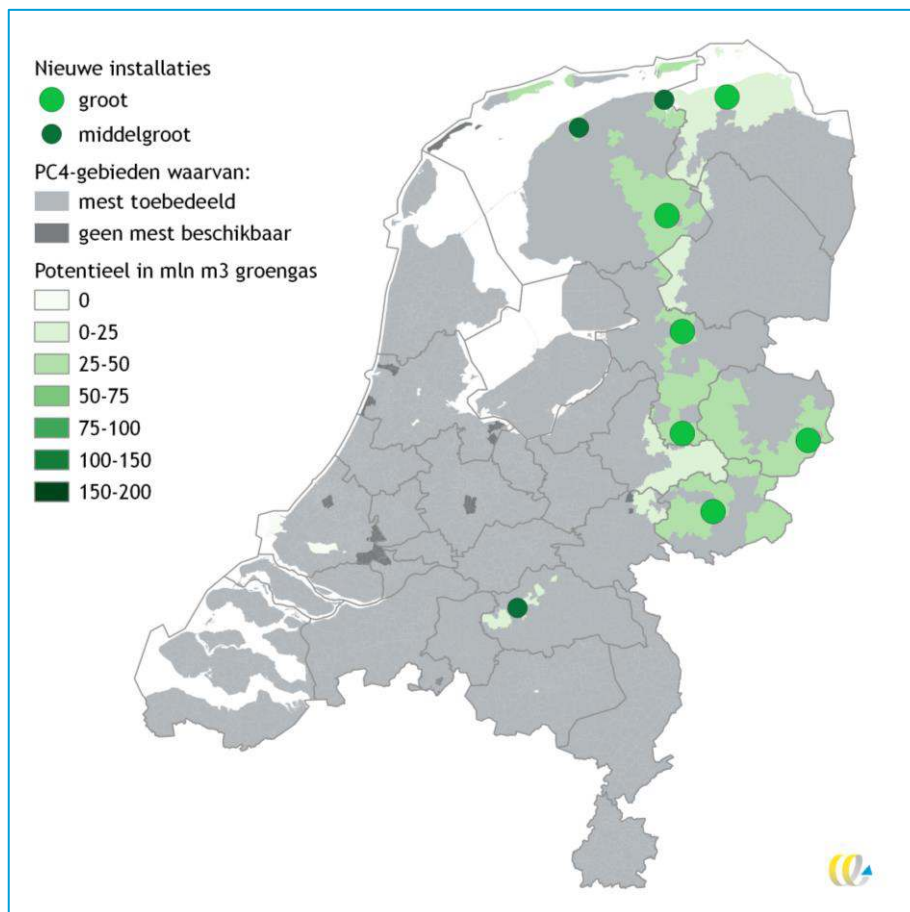
E.4 Scenario B - mest

In Figuur 20 is te zien vanuit welke PC4-gebieden de mest is toebedeeld aan installaties in Scenario B. Verder is te zien hoeveel potentieel er nog over is en waar dit zich vooral bevindt. In dit scenario is er nog 182 miljoen m³ groengasequivalent aan biomassa over. Wanneer we dit groengaspotentieel willen benutten in nieuwe installaties, zijn hier zes grote en drie middelgrote vergisters voor nodig. In Figuur 21 hebben we deze installaties weergegeven op de kaart.

Figuur 20 - Potentieel groengas resterend uit mest per jaar per RES-regio na toedeling mest aan installaties uit 'startlijst' in Scenario B



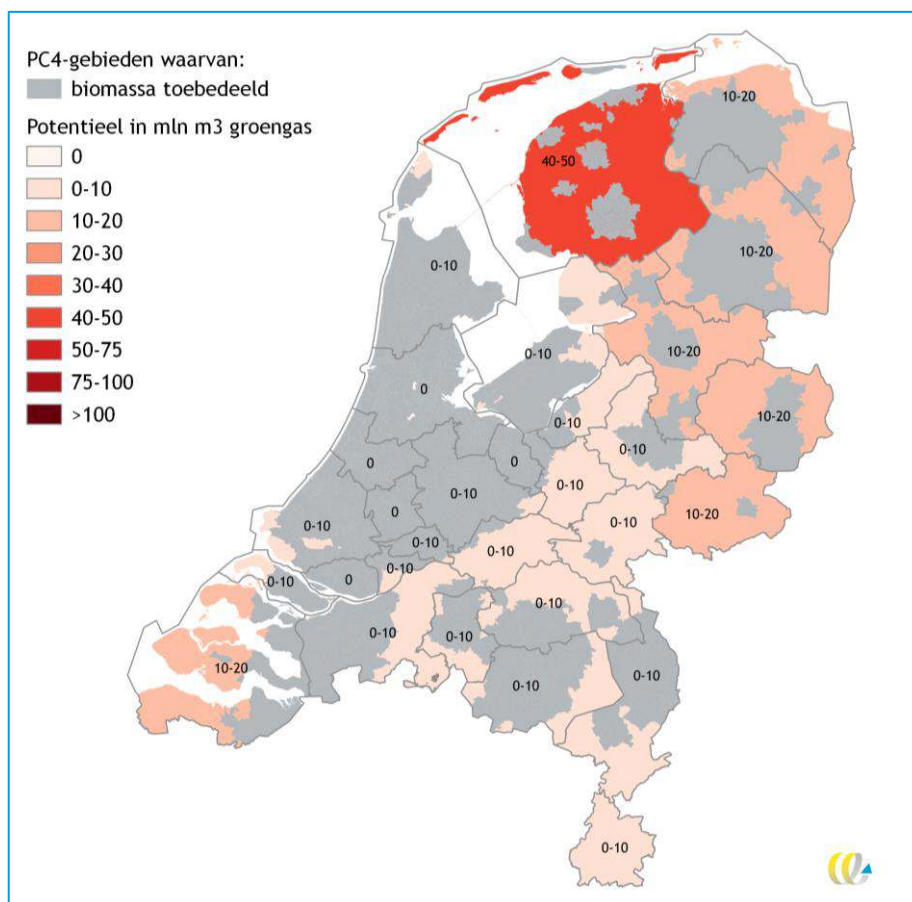
Figuur 21 - Nieuwe installaties mest in Scenario B



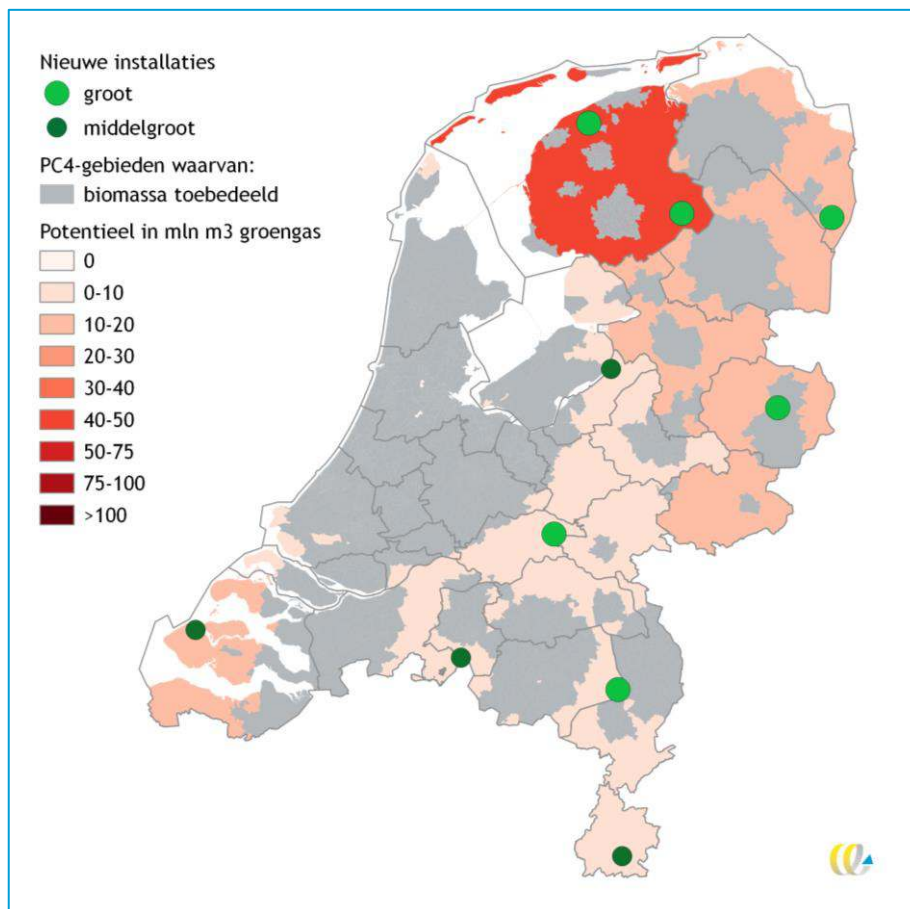
E.5 Scenario B - overige natte biomassa

In Figuur 22 is te zien vanuit welke PC4-gebieden de overige natte biomassa is toebedeeld aan installaties in Scenario B. Verder is te zien hoeveel potentieel er nog over is en waar dit zich vooral bevindt. In dit scenario is er nog 204 miljoen m³ groengasequivalent aan biomassa over. Wanneer we dit groengaspotentieel willen benutten in nieuwe installaties, zijn hier zes grote en vier middelgrote vergisters voor nodig. In Figuur 23 hebben we deze installaties weergegeven op de kaart.

Figuur 22 - Potentieel groengas resterend uit overige natte biomassa per jaar per RES-regio na toedeling overige natte biomassa aan installaties uit 'startlijst' in Scenario B

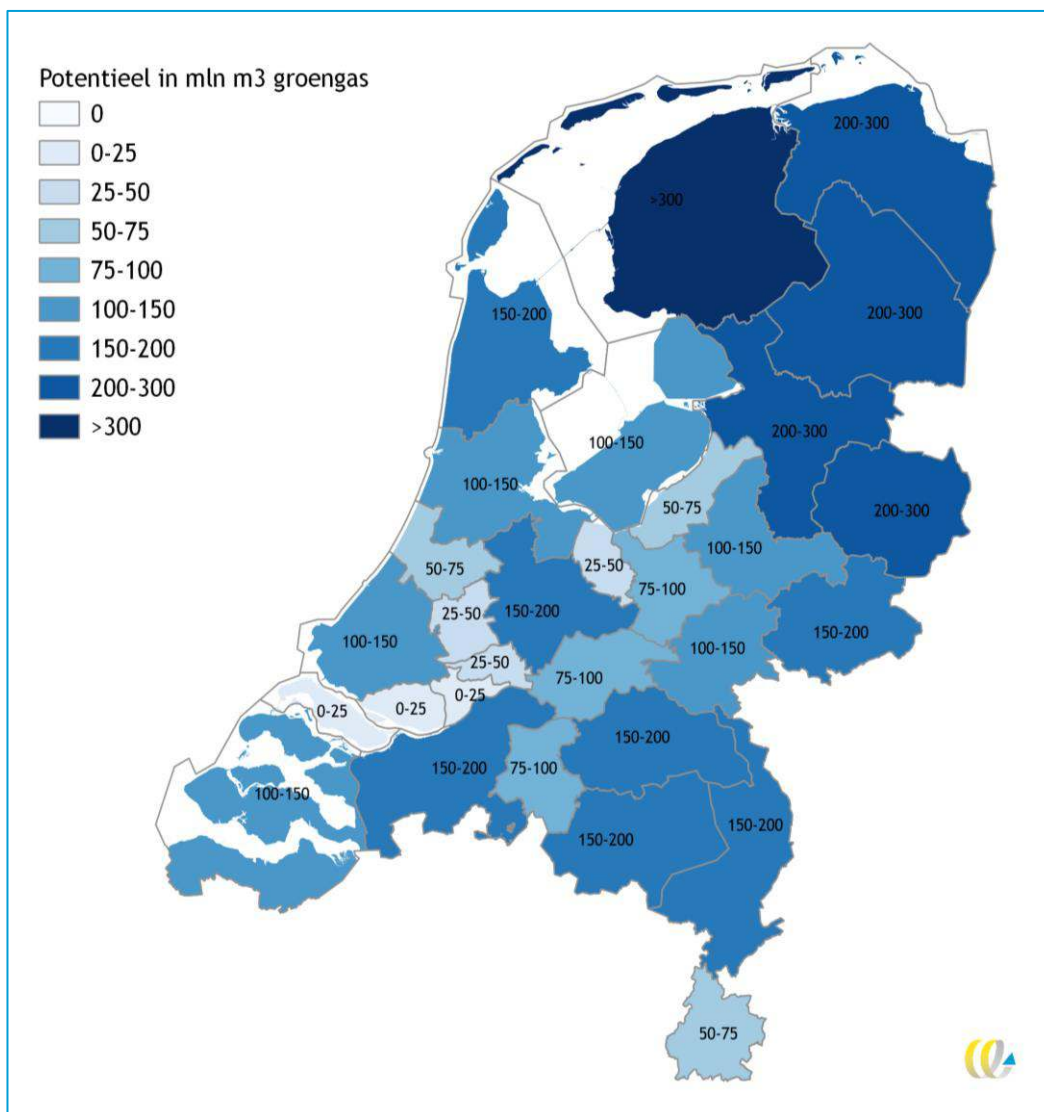


Figuur 23 - Nieuwe installaties overige natte biomassa in Scenario B

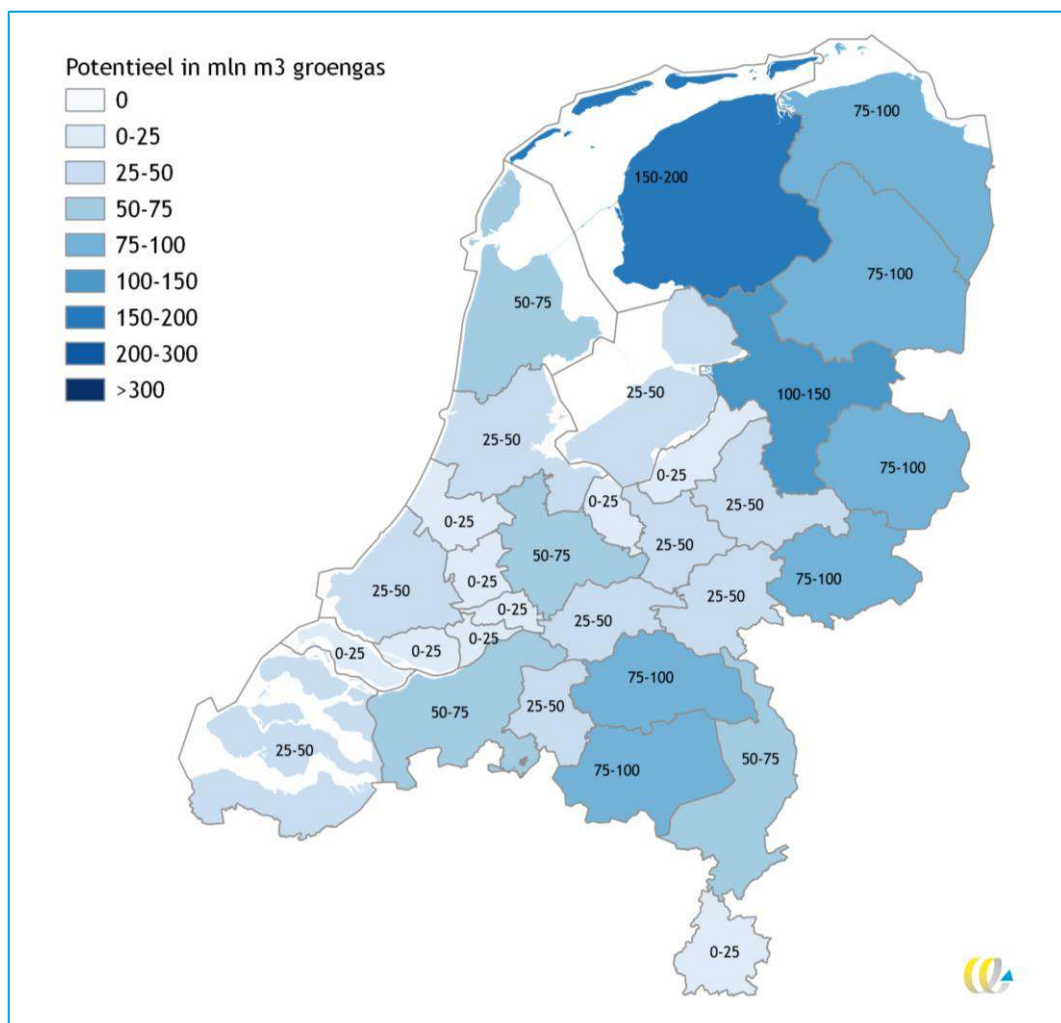


F Kaarten van groengaspotentieel

Figuur 24 - Technisch groengaspotentieel uit lokale biomassa-reststromen in 2030, in miljoen m³ per RES-regio, uitgaande van vergisting

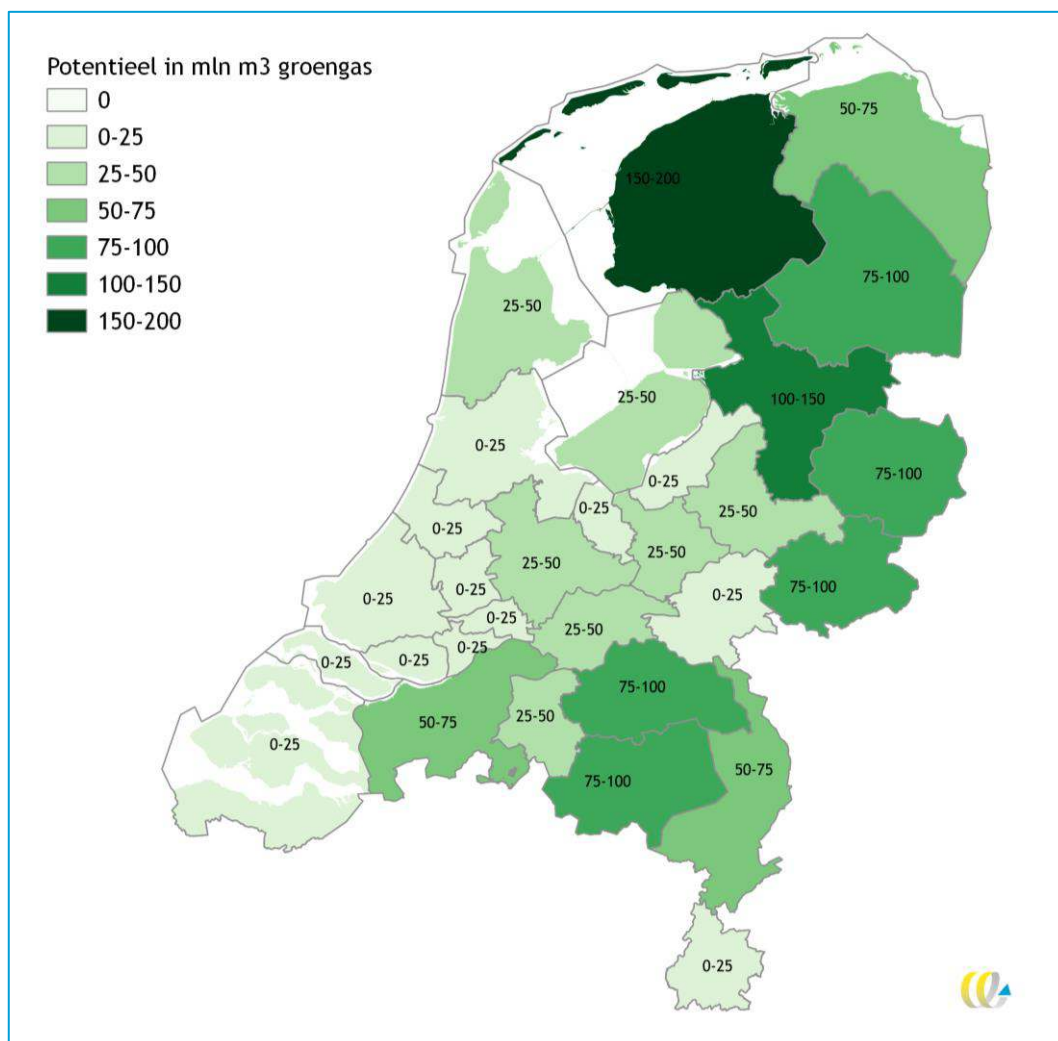


Figuur 25 - Economisch groengaspotentieel uit lokale biomassa-reststromen in 2030 in Scenario A en B, in miljoen m³ per RES-regio, uitgaande van vergisting

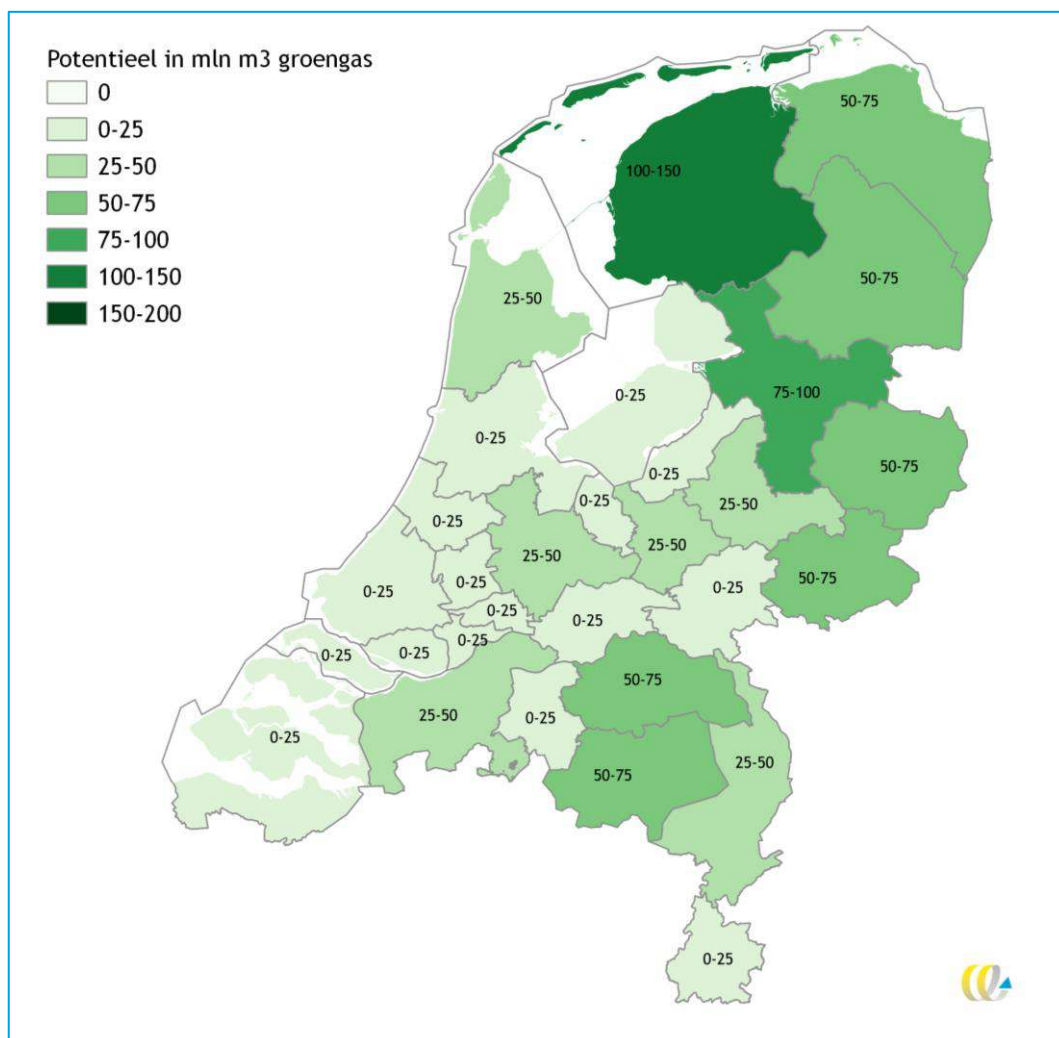


[illegible]

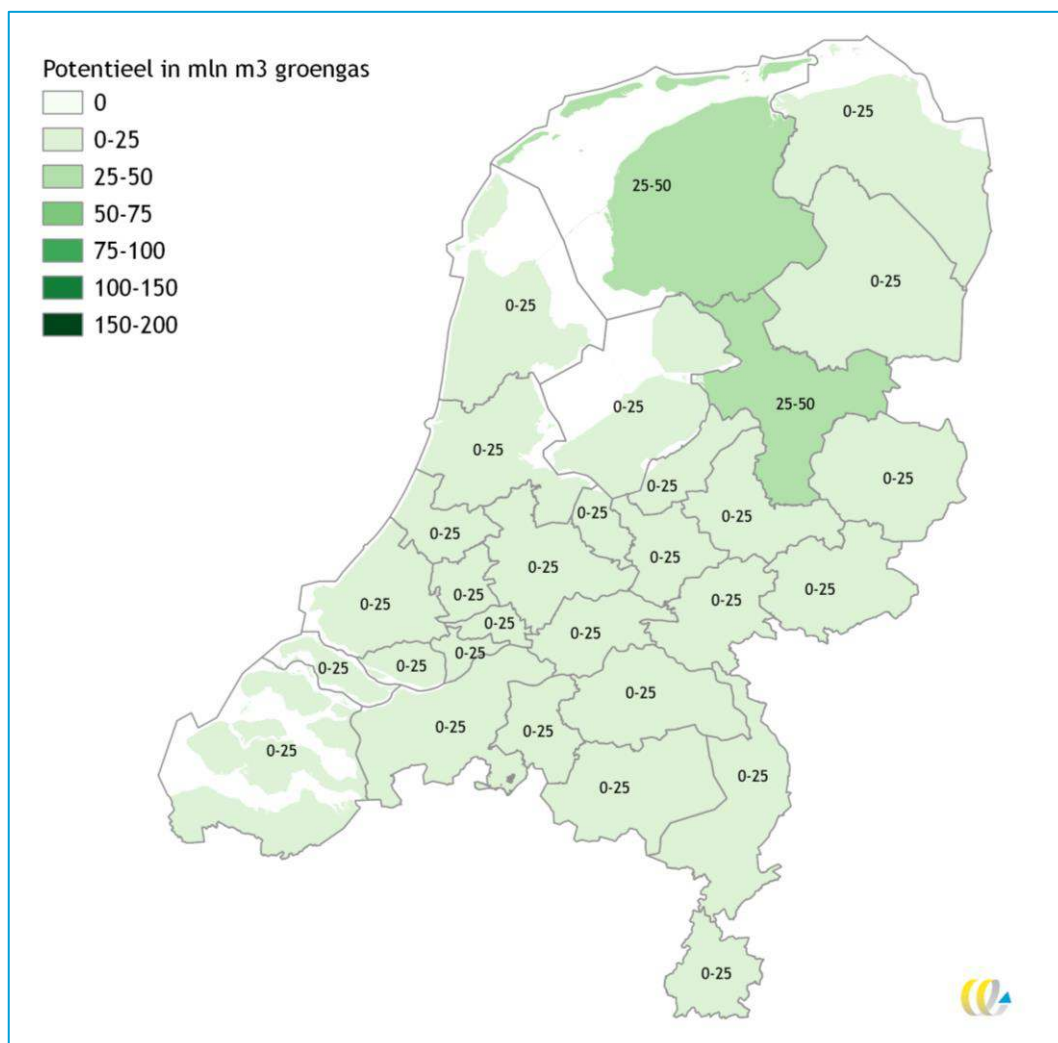
Figuur 27 - Technisch groengaspotentieel uit mest in 2030, in miljoen m³ per RES-regio, uitgaande van vergisting



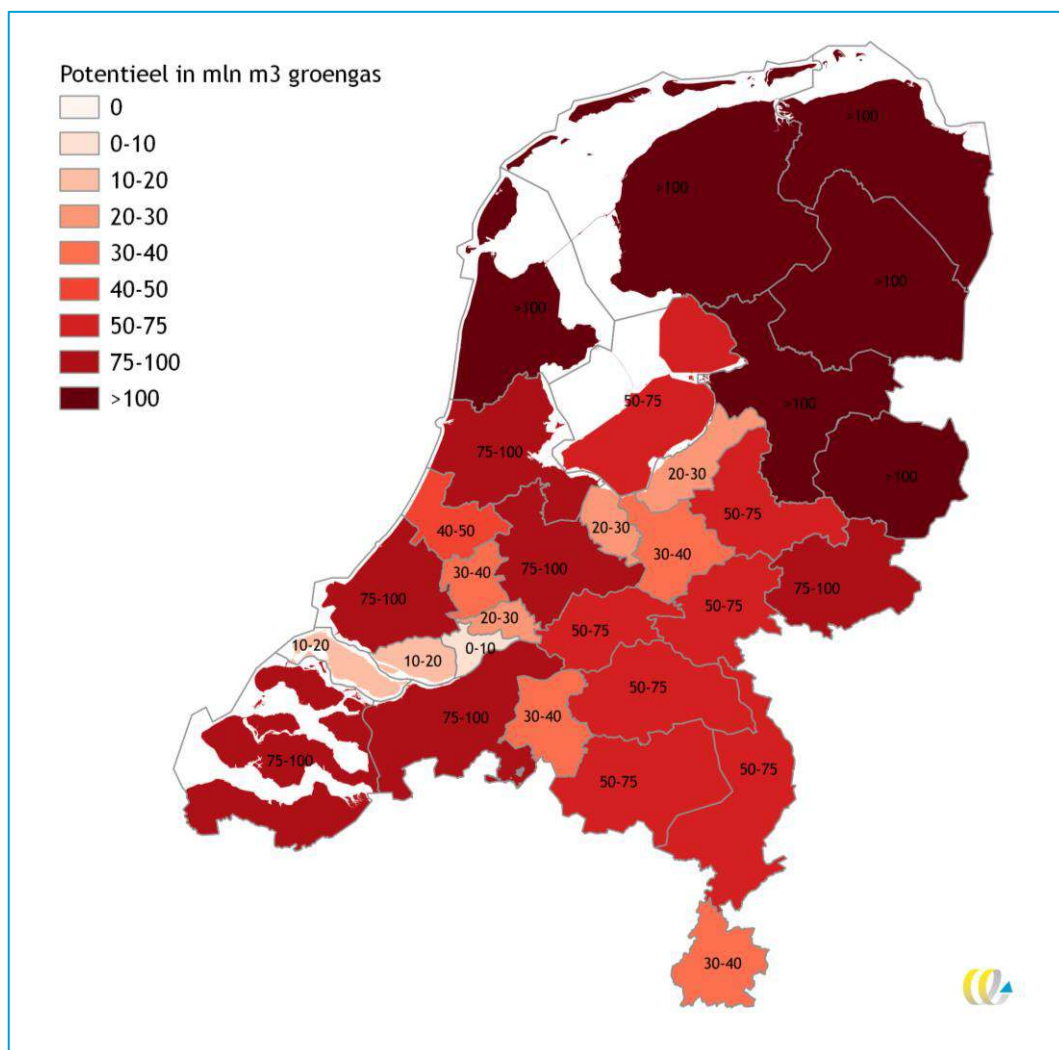
Figuur 28 - Economisch groengaspotentieel uit mest in 2030 in Scenario A en B, in miljoen m³ per RES-regio, uitgaande van vergisting



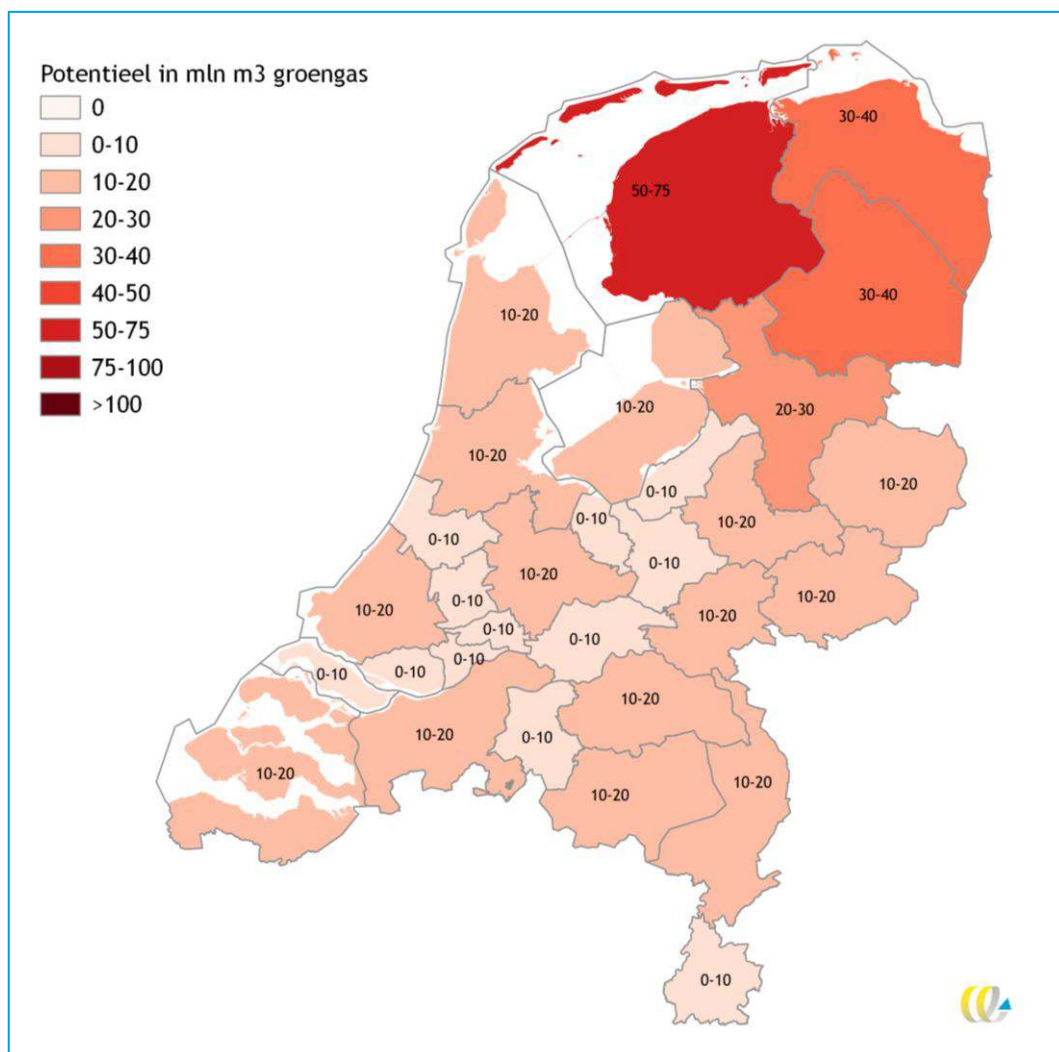
Figuur 29 - Economisch groengaspotentieel uit mest in 2030 in Scenario C en D, in miljoen m³ per RES-regio, uitgaande van vergisting



Figuur 30 - Technisch groengaspotentieel uit overige natte biomassa in 2030, in miljoen m³ per RES-regio, uitgaande van vergisting



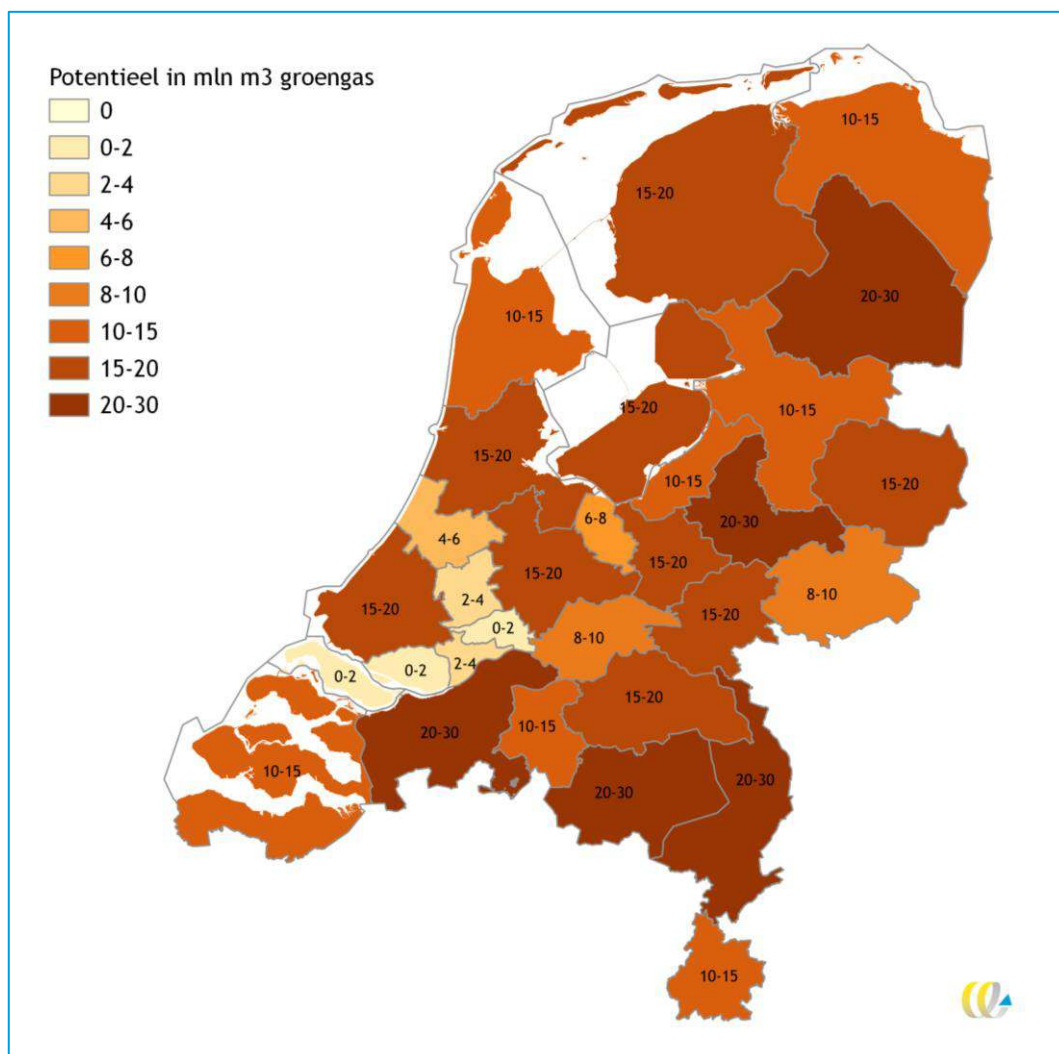
Figuur 31 - Economisch groengaspotentieel uit overige natte biomassa in 2030 in Scenario A en B, in miljoen m³ per RES-regio, uitgaande van vergisting



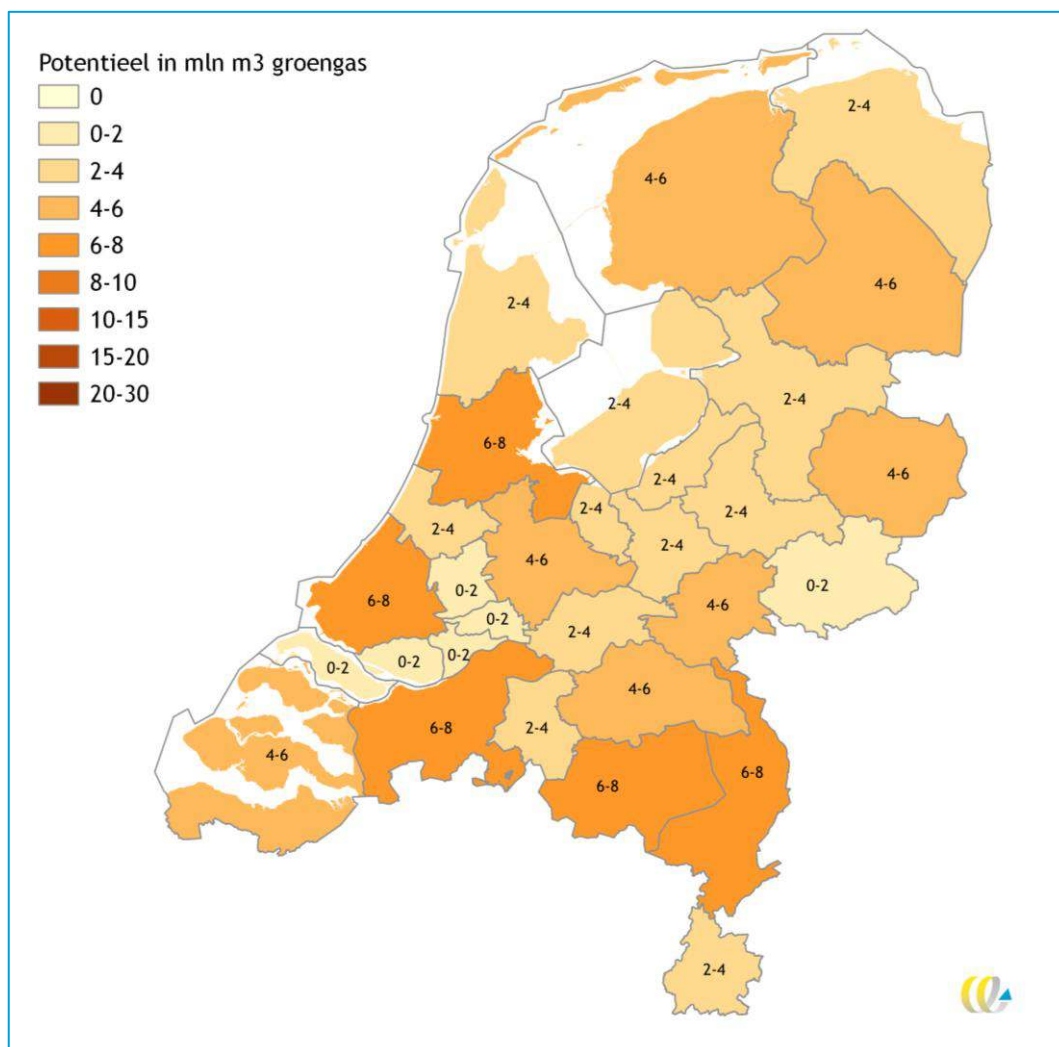
Potentieel in mln m³ groengas

0
0-10
10-20
20-30
30-40
40-50
50-75
75-100
>100

Figuur 33 - Technisch groengaspotentieel uit hout in 2030, in miljoen m³ per RES-regio, uitgaande van houtvergassing



Figuur 34 - Economisch groengaspotentieel uit hout in 2030 in Scenario A en B, in miljoen m³ per RES-regio, uitgaande van houtvergassing



[illegible]

G Resultatentabellen

In onderstaande tabellen zijn het technisch en economisch groengaspotentieel in 2030 weergegeven per RES-regio op basis van de beschikbare biomassa, uitgaande van vergisting. Stromen uit de voedings- en genotsmiddelenindustrie zijn hierin niet meegenomen, omdat deze stromen niet op RES-niveau bekend zijn.

Tabel 26 - Technisch potentieel per RES-regio in 2030, uitgaande van vergisting (miljoen m³ groengas)

RES-regio	RES-code	Totaal technisch potentieel	Technisch potentieel mest	Technisch potentieel overige natte biomassa	Technisch potentieel hout
Metropoolregio Eindhoven	RES017	186	86	67	29
Regio Achterhoek	RES001	185	77	97	10
Regio Alblasserwaard	RES002	39	14	23	1
Regio Amersfoort	RES004	41	11	21	8
Regio Arnhem-Nijmegen	RES003	102	23	58	18
Regio Drechtsteden	RES005	16	1	10	4
Regio Drenthe	RES006	285	78	177	28
Regio Flevoland	RES007	112	26	67	17
Regio FoodValley	RES008	98	43	39	15
Regio Friesland	RES009	530	174	333	20
Regio Goerree-Overflakkee	RES010	17	3	13	1
Regio Groningen	RES012	254	69	172	11
Regio Hart van Brabant	RES011	76	27	34	14
Regio Hoecksewaard	RES014	18	2	14	2
Regio Holland Rijnland	RES013	65	16	41	6
Regio Midden-Holland	RES015	50	13	33	3
Regio Noord- en Midden Limburg	RES019	166	66	69	29
Regio Noord-Veluwe	RES021	60	17	29	13
Regio Noord-Holland Noord	RES018	165	37	113	12
Regio Noord-Holland Zuid	RES016	146	20	98	19
Regio Noordoost-Brabant	RES020	190	96	71	19
Regio Rivierenland (Fruitedelta)	RES022	95	30	55	9
Regio Rotterdam-Den Haag	RES023	116	9	78	19
Regio Stedendriehoek/cleantechregio	RES024	121	35	62	24
Regio Twente	RES025	219	86	112	20
Regio U16/U10	RES026	169	49	97	19
Regio West-Brabant	RES027	164	50	87	24
Regio West-Overijssel	RES028	287	111	159	15
Regio Zeeland	RES029	128	20	91	15
Regio Zuid-Limburg	RES030	65	13	38	12
Totaal		4.163	1.301	2.359	434

Tabel 27 - Economisch potentieel per RES-regio in 2030 in Scenario A en B, uitgaande van vergisting (miljoen m³ groengas)

RES-regio	RES-code	Totaal potentieel Scenario A en B	Potentieel mest Scenario A en B	Potentieel overige natte biomassa Scenario A en B	Potentieel hout Scenario A en B
Metropoolregio Eindhoven	RES017	85	65	12	6
Regio Achterhoek	RES001	76	58	15	2
Regio Alblasserwaard	RES002	15	10	4	1
Regio Amersfoort	RES004	15	8	4	2
Regio Arnhem-Nijmegen	RES003	34	17	10	5
Regio Drechtsteden	RES005	5	1	2	1
Regio Drenthe	RES006	96	58	30	6
Regio Flevoland	RES007	38	20	13	4
Regio FoodValley	RES008	43	32	7	3
Regio Friesland	RES009	191	131	52	6
Regio Goerree-Overflakkee	RES010	5	2	2	0
Regio Groningen	RES012	89	52	32	3
Regio Hart van Brabant	RES011	31	20	6	4
Regio Hoecksewaard	RES014	5	1	3	1
Regio Holland Rijnland	RES013	23	12	7	2
Regio Midden-Holland	RES015	17	10	5	1
Regio Noord- en Midden Limburg	RES019	70	49	12	6
Regio Noord-Veluwe	RES021	20	13	5	2
Regio Noord-Holland Noord	RES018	53	27	20	4
Regio Noord-Holland Zuid	RES016	46	15	18	6
Regio Noordoost-Brabant	RES020	91	72	12	5
Regio Rivierenland (Fruitedelta)	RES022	34	22	9	2
Regio Rotterdam-Den Haag	RES023	37	6	16	7
Regio Stedendriehoek/cleantechregio	RES024	41	26	10	4
Regio Twente	RES025	89	64	18	5
Regio U16/U10	RES026	61	37	16	5
Regio West-Brabant	RES027	62	38	16	6
Regio West-Overijssel	RES028	113	84	25	3
Regio Zeeland	RES029	40	15	19	4
Regio Zuid-Limburg	RES030	22	9	8	4
Totaal		1.548	975	410	110

Tabel 28 - Economisch potentieel per RES-regio in 2030 in Scenario C en D, uitgaande van vergisting (miljoen m³ groengas)

RES-regio	RES-code	Totaal potentieel Scenario C en D	Potentieel mest Scenario C en D	Potentieel overige natte biomassa Scenario C en D	Potentieel hout Scenario C en D
Metropoolregio Eindhoven	RES017	34	22	7	4
Regio Achterhoek	RES001	31	19	10	1
Regio Alblasserwaard	RES002	6	3	2	0
Regio Amersfoort	RES004	7	3	2	1
Regio Arnhem-Nijmegen	RES003	16	6	6	3
Regio Drechtsteden	RES005	3	0	1	1
Regio Drenthe	RES006	41	19	18	3
Regio Flevoland	RES007	16	7	6	2
Regio FoodValley	RES008	17	11	4	2
Regio Friesland	RES009	82	44	34	4
Regio Goerree-Overflakkee	RES010	2	1	1	0
Regio Groningen	RES012	36	17	16	2
Regio Hart van Brabant	RES011	13	7	4	2
Regio Hoecksewaard	RES014	2	0	1	0
Regio Holland Rijnland	RES013	10	4	5	1
Regio Midden-Holland	RES015	8	3	3	1
Regio Noord- en Midden Limburg	RES019	28	16	7	4
Regio Noord-Veluwe	RES021	9	4	3	1
Regio Noord-Holland Noord	RES018	24	9	12	2
Regio Noord-Holland Zuid	RES016	23	5	11	4
Regio Noordoost-Brabant	RES020	36	24	8	3
Regio Rivierenland (Fruitedelta)	RES022	15	7	6	1
Regio Rotterdam-Den Haag	RES023	19	2	10	4
Regio Stedendriehoek/cleantechregio	RES024	18	9	7	2
Regio Twente	RES025	37	21	12	3
Regio U16/U10	RES026	27	12	11	3
Regio West-Brabant	RES027	26	13	9	4
Regio West-Overijssel	RES028	47	28	16	2
Regio Zeeland	RES029	16	5	8	3
Regio Zuid-Limburg	RES030	10	3	4	2
Totaal		656	325	244	69