



**Met gas naar een
klimaatneutraal energiesysteem!**

**Innovatie- en Kennisagenda Gas
2016 - 2019**

mei 2015

Samenvatting

Gas is belangrijk voor Nederland. Het 'voedt' ons energiesysteem, bijvoorbeeld door de levering van warmte in huishoudens en brandstof voor elektriciteitscentrales. Ook voedt gas als grondstof de chemische industrie. Door onze gaspositie is de kennis over gas in al haar facetten sterk ontwikkeld. De gasindustrie, de BV Nederland en de overheid varen hier wel bij. De sterke positie van gas is de basis van de Innovatie- en Kennisagenda Gas 2016-2019.

Gas bevindt zich echter ook in een spagaat. In het maatschappelijk debat heeft gas tegenwoordig een negatief imago door onder andere de aardbevingen in Groningen, de weerstand tegen schaliegas en de crisis in Oekraïne. Ook is de concurrentiepositie van gas op de elektriciteitsmarkt momenteel zwak. Er liggen echter veel kansen om de transitie naar een duurzaam energiesysteem mét gas te maken met als randvoorwaarden betaalbaarheid en betrouwbaarheid door te valoriseren op en te blijven werken aan de positie die we nu hebben. Daar gaat deze Innovatie- en Kennisagenda voor de periode 2016-2019 over: innoveren om die kansen te realiseren!

De gasindustrie en haar stakeholders onderschrijven het streven naar een klimaatneutraal energiesysteem met 80-95% CO₂-emissiereductie in 2050. Onze visie gaat van drie sporen uit om dat te realiseren:

1. *Vervanging van fossiel aardgas via productie en inzet van duurzaam gas*, zoals biogas, groen gas en waterstof;
2. *Inzet van fossiel gas daar waar noodzakelijk met maximale meerwaarde*, bijvoorbeeld als pieklast of als hoogwaardige grondstof waar onvoldoende duurzaam (gas) voorhanden is;
3. *Afvang van CO₂-emissies die met de inzet van fossiel gas gepaard gaan* en nuttig hergebruik en opslag van CO₂.

Onze Innovatie- en Kennisagenda borduurt voort op wat we in de periode 2012-2015 hebben opgebouwd, geactualiseerd naar de nieuwste inzichten en ervaringen uit de programma's en projecten. We onderscheiden de volgende programmalijnen:

- Groen Gas Vergisting én Groen Gas Vergassing, gericht op een productie van 750 mln Nm³ groen gas in 2020 en tenminste 3 miljard Nm³ in 2030.
- Upstream Gas die als ambitie heeft om Nederlands gas beschikbaar te maken tegen minimale maatschappelijke impact.
- Small Scale LNG, gericht op de inzet van vloeibaar aardgas voor mobiliteit in het zwaar transport (weg en water), te weten 1 miljard m³ gas als LNG in 2020 en 3-4 miljard in 2030.
- CCUS, dat zich op de ondersteuning van demoprojecten richt door innovatievragen m.b.t. implementatie internationaal te adresseren en hergebruik van CO₂ verkent.
- Waterstof waarmee het gassysteem klimaatneutraal kan worden. Eind dit jaar komen we op basis van een stakeholderconsultatie en technologiestatus met een inhoudelijke invulling.
- Systeemintegratie, als Topsector-breed programma, dat voor ons de systeemrol van gas als centraal onderwerp heeft.

Maatschappelijk draagvlak is voor de gasector van eminent belang. Dat onderwerp is centraal belegd en we pleiten voor een gerichte programmering die de cruciale vraagstukken adresseert die inzicht geven in de wijze waarop we het systeem in beweging krijgen mét brede maatschappelijke steun. We pakken dit thema op om de specifieke gasissues te kunnen adresseren.

Onze programmalijnen sluiten goed aan bij de maatschappelijke uitdagingen zoals door de EC geformuleerd. Verschillende concrete vragen die hieruit voortvloeien zijn in de Nationale Wetenschapsagenda ingediend. Vanuit deze programmalijnen signaleren we diverse cross-overs

binnen ons portfolio, met alle andere TKI's binnen de Topsector Energie, en met andere topsectoren (Logistiek, Water, Tuinbouw en Uitgangsmaterialen). Deze cross-overs hebben we benoemd en ze worden in de komende maanden uitgewerkt.

Deze Innovatie- en Kennisagenda Gas heeft de support van de sector, kennisinstellingen en diverse organisaties waar we intensief mee samenwerken en waarin naast de gasindustrie andere stakeholders vertegenwoordigd zijn, zoals Groen Gas Nederland, het Nationaal LNG Platform, het Upstream Gas Consortium, CATO en Energy Valley.

Gas kan en wil bijdragen aan de transitie naar een klimaatneutraal energiesysteem. Met deze Innovatie- en Kennisagenda laten we zien op welke terreinen innovaties nodig zijn om dat te bereiken en hoe we dat willen realiseren. Onze inschatting is dat de omvang van de publieke en private middelen die nodig zijn voor de uitvoering van onze agenda ruim € 75 miljoen per jaar bedraagt, ofwel € 300 miljoen voor de periode 2016-2019.

We zijn er klaar voor!

Inhoudsopgave

Samenvatting

H1 Inleiding

- 1.1 De positie van gas in Nederland
- 1.2 De transitie van gas
- 1.3 Visie op de toekomstige rol van gas
- 1.4 Gewenste gasinnovatiethema's

H2 Inhoudelijke uitwerking van de Innovatie- en Kennisagenda Gas

- 2.1 Uitgangspunten
- 2.2 Programmalijnen
- 2.3 Maatschappelijke uitdagingen
- 2.4 Nationale Wetenschapsagenda
- 2.5 Internationale speelveld

H3 Verbindingen van de Innovatie- en Kennisagenda Gas met andere agenda's

- 3.1 Cross-overs met andere innovatieagenda's
- 3.2 Koppeling met langetermijn researchagenda's
- 3.3 Samenwerken met de regio's
- 3.4 Samenwerking met overkoepelende organisaties
- 3.5 Samenwerking met bedrijven
- 3.6 Samenwerking met onderwijsinstellingen

H4 Governance

- 4.1 Organisatie
- 4.2 Support voor de Innovatie- en Kennisagenda Gas
- 4.3 Maatschappelijke support

H5 Financiën

Bijlage A Beschrijving van de programmalijnen van het IC Gas

Bijlage B Samenvatting van het topsectorbrede thema Systeemintegratie

Bijlage C Beschrijving cross-overs met andere topsectoren

H1 Inleiding

1.1 De positie van gas in Nederland

Gas is belangrijk voor Nederland. We zijn de grootste gasproducent van de EU en momenteel nummer 10 in de wereld. Aardgas voorzag in 2014 in 40% van alle energie die we gebruiken. Ongeveer de helft hiervan wordt ingezet voor verwarmingsdoeleinden; 98% van de Nederlanders is immers aangesloten op het gasnet. Bij de elektriciteitsproductie wordt ongeveer de helft met gas opgewekt, echter dit aandeel loopt langzaam maar zeker terug. In totaal gebruikt Nederland 40-45 miljard kuub aardgas per jaar. Uit de ca. 250 gasvelden in Nederland wordt per jaar rond de 80 miljard kuub aardgas gewonnen. De baten voor de Nederlandse staat uit de winning van aardgas bedragen jaarlijks € 10-15 miljard.

Vanwege de sterke aardgaspositie van Nederland, is door de jaren heen een internationaal erkende gaskennispositie opgebouwd rond diverse thema's, zoals productie, transport en handel in gas, gastoeepassingen, gasopslag, gaskwaliteit, duurzame gassen en de systeemrol van gas. Het EDGaR-programma, een 5-jarig gasresearchprogramma dat in de periode 2010-2014 is uitgevoerd, richtte zich op de veranderende rol van gas in ons energiesysteem. EDGaR heeft eraan bijgedragen dat de Nederlandse kennispositie internationaal gezien nog steeds sterk is en aansluit bij actuele thema's¹. Het TKI Gas rekent het tot haar taak om deze sterke kennispositie verder uit te actualiseren, uit te bouwen en te valoriseren. In de afgelopen periode is daar met de 'Innovatieagenda Gas 2012-2015' invulling aan gegeven. De nieuwe Innovatie- en Kennisagenda Gas voor de periode 2016-2019 is het vervolg daarop.

Het succes van aardgas in Nederland heeft echter een keerzijde. De aardbevingen in Groningen veroorzaken maatschappelijke onrust. De bij de gaswinning betrokken stakeholders hebben zich, blijkens de rapportage van de Onderzoeksraad voor Veiligheid uit 2015 hierover, onvoldoende rekenschap gegeven van de impact op burgers. Het gevolg is dat gas nu overwegend negatief in de belangstelling staat. De discussie over de potentie van schaliegas in Nederland heeft de negatieve beeldvorming versterkt. De winning van gas uit kleine velden, belangrijk voor Nederland om het totale portfolio bij teruglopende reserves in het Groningen-veld op niveau te houden, staat nu ook onder druk zoals de maatschappelijke discussie op Terschelling laat zien. Op het internationale vlak hebben geopolitieke conflicten, zoals de crisis in Oekraïne, een negatief effect op de perceptie van gas. Het is terecht om te veronderstellen dat gas in zwaar weer verkeert.

Het gevolg van deze ontwikkelingen is dat het imago van gas in Nederland naar de negatieve kant helt. Dit heeft als risico dat beslissingen worden genomen gebaseerd op de perceptie van aardgas in plaats van op de daadwerkelijke waarde voor Nederland. Dat wil overigens niet zeggen dat deze percepties niet relevant zijn, verre daarvan! Hier is werk aan de winkel voor de gasindustrie. Het zou echter jammer zijn als de huidige beeldvorming ertoe leidt dat de betekenis van gas voor de transitie naar een duurzame energiehuishouding niet ontwikkeld en benut wordt. Er liggen namelijk legio kansen om via de gasroute deze transitie op een betaalbare, betrouwbare en maatschappelijk acceptabele wijze te maken. De gasector is zich er zeer van bewust dat het anders moet én kan, en wil zich in deze nieuwe Innovatieagenda Gas focussen op de veranderende rol van gas in het licht van de energietransitie en de innovaties die daarvoor nodig zijn.

¹ Het EDGaR-programma (looptijd 2010-2014), met de partners TUD, ECN, Enexis, GasTerra, Gasunie, Hanzehogeschool Groningen, KIWA, Liander, Stedin, Universiteit Groningen, TNO, richtte zich op de volgende 3 thema's: 1. Van mono- naar multigas (inspelend op de productie en toepassing van verschillende soorten gas en herkomsten), 2. Toekomstige energiesystemen (waarbij de systeemrol van gas is verkend), en 3. Veranderende gasmarkten (gericht op geopolitieke veranderingen, energiescenario's en beleid). Op www.edgar-program.com staat een uitgebreide toelichting.

1.2 De transitie van gas

Gas maakt een grote verandering door die niet alleen de gasector treft, maar die invloed heeft op het energiesysteem als geheel. Daar waar men in andere delen van de wereld de bijdrage van aardgas m.b.t. het verlagen van CO₂-emissies aan het verkennen en implementeren is, zoals in de VS (vanwege de schaliegasrevolutie), Afrika en Zuid-Amerika, vaak ter vervanging van olie en kolen met als gevolg een halvering van de CO₂-emissies, zijn we in Nederland dat station grotendeels gepasseerd. In de afgelopen 50 jaar heeft gas een grote rol gespeeld als 'bulkbrandstof' die voor een heel scala aan doeleinden (zoals verwarming in huishoudens, elektriciteitsproductie en industriële grondstof) werd ingezet en die Nederland veel waarde heeft gebracht in meerdere opzichten (financieel, qua comfort, qua werkgelegenheid etc.). Daardoor zijn de CO₂-emissies van gastoeepassingen in de warmte en industrie relatief laag.

De transitie naar een duurzame energiehuishouding met als doel een vrijwel volledige CO₂-emissiesreductie (80-95% reductie in 2050), leidt ertoe dat andere eisen worden gesteld aan fossiele brandstoffen en dat deze anders en in mindere mate moeten worden ingezet. Dit is zeker in NW Europa het geval. Hierdoor verandert de rol van gas in ons energiesysteem en verschuift steeds meer van bulkinzet voor een heel scala aan toepassingen naar hoogwaardige inzet in toepassingen waar de voordelen van gas energetisch, economisch en milieutechnisch maximaal renderen. Door de snelle en flexibele inzetmogelijkheden van gas ligt hier een kans om de energietransitie te faciliteren waarbij ruimte wordt gegeven aan duurzaam en gas een back-up functie en systeemrol vervult. Vanwege de beschikbaarheid van eigen reserves kan gas, zeker bij lagere productie- en verbruiksvolumes, nog voor lange tijd een rol van betekenis spelen.

Net als 50 jaar geleden geeft deze transitie Nederland de mogelijkheid om internationaal een voorsprong op te bouwen over de rol van gas in relatie tot de energietransitie. Investerings in versterking van de kennispositie op het gasterrein zijn daarom noodzakelijk om deze positie internationaal gezien in te kunnen nemen én om onze eigen energietransitie op een goede wijze te realiseren.

1.3 Visie op de toekomstige rol van gas

Onze visie op de toekomstige rol van gas is gebaseerd op drie sporen die nodig zijn om de transitie naar een klimaatneutraal energiesysteem in de richting van 2050 te realiseren. De internationaal aanvaarde ambitie van 80-95% CO₂-emissiereductie is daarvoor leidend:

1. *Vervanging van fossiel aardgas via productie en inzet van duurzaam gas.*
Biomassa en duurzame elektriciteit zijn de belangrijkste basis voor duurzaam gas. Er zijn diverse technologieën beschikbaar en in ontwikkeling om duurzaam gas te maken. Het is echter waarschijnlijk dat niet alle toekomstige aardgasverbruik met duurzaam gas kan worden ingevuld. Daarom kan duurzaam gas het beste op plaatsen worden ingezet waar dat vanuit economisch oogpunt zinvol is en tot maximale klimaatwinst leidt.
2. *Inzet van fossiel gas daar waar noodzakelijk met maximale meerwaarde.*
Sommige sectoren zijn goed te verduurzamen door alternatieve technologie in te zetten. Dit kan bijvoorbeeld op veel terreinen waar gas voor de productie van warmte wordt ingezet, zowel op huishoud- als industrieel niveau. Er zijn echter ook sectoren die notoir lastig te verduurzamen zijn, zoals de chemische industrie waar aardgas een belangrijke grondstof is of als pieklast in situaties waarbij maximale verduurzaming tot onevenredige kosten leidt. In die sectoren kan fossiel gas met een hoog rendement worden ingezet als er onvoldoende duurzaam gas voor deze doeleinden beschikbaar is.

3. *Afvang van CO₂-emissies die met de inzet van fossiel gas gepaard gaat.*

De resterende emissies van CO₂ als gevolg van de inzet van gas als fossiele brandstof en grondstof zullen moeten worden afgevangen en, waar mogelijk, nuttig worden ingezet, dan wel worden opgeslagen.

Vanuit deze visie redenerend, stellen we ons de ambitie om in de komende 25 jaar een CO₂-emissiereductie van 70-80% te bereiken door:

- tenminste een halvering van de traditionele gasvraag in de warmtevoorziening en de gebouwde omgeving en een reductie van een kwart in andere sectoren;
- invulling van de helft van de resterende gasvraag in diverse sectoren met duurzaam gas;
- doelmatige koppeling van gasgebruik aan CCUS waarbij CO₂ zo veel mogelijk wordt hergebruikt en anders opgeslagen.

Uit deze ambities leiden we het portfolio aan gasinnovatiethema's af dat wij noodzakelijk achten om deze nieuwe rol van gas te kunnen ontwikkelen. Die thema's worden in de volgende paragraaf toegelicht.

1.4 *Gewenste gasinnovatiethema's*

Het TKI Gas ziet het als haar missie om de nieuwe rol van gas te verkennen, onderzoeken en demonstreren, en de implementatie te faciliteren. We onderscheiden de volgende thema's, incl. globale onderzoeksvragen:

1. *Productie van fossiel en duurzaam gas*

De productie van gas is van groot belang voor Nederland: het verschaft ons een goede energiepositie en het zorgt ervoor dat we gas relatief schoon kunnen inzetten op weg naar een klimaatneutraal energiesysteem. Naast fossiel aardgas is het noodzakelijk om het volume aan duurzaam geproduceerd gas te verhogen: op de korte termijn door productie van biogas via vergisting en op de middellange termijn door productie van groen gas, synthetisch aardgas (SNG) en waterstof via vergassing en via power-to-gas. Daarvoor is 'eigen' biomassa beschikbaar, met name reststromen uit verschillende sectoren zoals de agro- en watersector. In Nederland zijn echter ook alle faciliteiten zoals havens en infrastructuur aanwezig om een prominente rol in de internationale biomassahandel te spelen waardoor het potentieel aan beschikbare grondstof door import enorm wordt vergroot. Naast biomassa kan 'goedkope' duurzame elektriciteit worden ingezet voor de productie van waterstof en andere duurzame gassen via power-to-gas. Centrale vragen zijn:

- Hoe kan op verantwoorde, veilige, milieuvriendelijke en maatschappelijk acceptabele wijze aardgas en duurzaam gas worden geproduceerd?
- Hoe kan het volume aan duurzaam geproduceerd gas worden verhoogd, zowel aan de productiekant als aan de grondstoffenkant, en op welke wijze kan daarbij worden aangesloten op de gedachte van een circulaire economie?

2. *Toepassing van gas in kansrijke sectoren met een hoge waarde*

De vraag naar gas in de gebouwde omgeving daalt al jaren en deze daling zal ook in de komende jaren doorzetten omdat duurzame technologie beschikbaar is om deze vraag te reduceren. Er zijn echter sectoren waar verduurzaming lastig is en waar de eigenschappen van gas goed tot hun recht komen. De mobiliteit, en dan met name zwaar transport, is daar een goed voorbeeld van. De inzet van LNG biedt uitstekende mogelijkheden voor emissiebeperking en in de mobiliteit

(wegtransport en scheepvaart), zeker gedurende een transitieperiode waarin weinig kansrijke alternatieven beschikbaar zijn.

Centrale vragen zijn:

- Hoe kunnen LNG en bio-LNG bijdragen aan verduurzaming van de mobiliteit (m.n. zwaar wegtransport en binnen- en kustvaart), welke technologie is daarvoor nodig en hoe kan de benodigde infrastructuur in NW Europa worden gerealiseerd?
- Hoe realiseren we deze routes en zorgen we ervoor dat dit niet tot een lock-in leidt maar de weg naar bijvoorbeeld waterstofmobiliteit opent?

3. *Reductie van de CO2-emissies van gas*

Vrijwel alle energiescenario's laten zien dat CCS (Carbon Capture & Storage) noodzakelijk is om onder de gewenste maximale temperatuurstijging van 2 graden Celsius te blijven. Bij de centrale inzet van fossiele brandstoffen en grondstoffen is afvang van CO2 daarom een must. Het is waarschijnlijk dat de energie-intensieve industrie m.b.t. CO2-afvang een steeds grotere rol zal gaan spelen omdat deze sector lastiger te verduurzamen is dan andere sectoren en een forse bijdrage levert aan de nationale CO2-uitstoot. De CO2-emissies in de energiesector zullen afnemen als gevolg van de implementatie van duurzame energie en de trend naar decentralisering van de opwekking waar CO2-afvang lastiger is.

CO2 kan ook als grondstof voor specifieke processen en producten dienen. De kansrijke toepassingsmogelijkheden zijn nog beperkt en er is een sterke behoefte naar onderzoek om deze mogelijkheden te verkennen en ontwikkelen. CO2 als grondstof in de (voeding)industrie en als bemesting in de glastuinbouw wordt reeds toegepast. Nieuwe kansen liggen in de aanwending van CO2 als grondstof voor de productie van solar fuels.

Nederland heeft in de afgelopen 10 jaar via het CATO-consortium een sterke internationaal erkende positie opgebouwd en vormt daarmee een uitstekende springplank om op deze weg door te gaan en op deze positie te 'oogsten'.

Centrale vragen zijn:

- Hoe kunnen we CC(U)S in Nederland en NW Europa tot ontwikkeling brengen waarbij er brede steun is vanuit Europa, bedrijven, de politiek en de maatschappij?
- Hoe kunnen we de kansrijke positie die Nederland op dit terrein kan innemen, gegeven de beschikbaarheid van productie, infrastructuur en opslag van en voor CO2, op een maatschappelijk en economisch aanvaardbare wijze ontwikkelen?
- Welke kansrijke toepassingsmogelijkheden kunnen voor CO2 worden ontwikkeld?

4. *Ontwikkeling van gas t.b.v. de systeemrol*

Onze ambitie is om de rol van gas in het energiesysteem te verschuiven in de richting van de functies flexibiliteit, back-up, opslag en transport ten behoeve van het gehele, steeds meer door duurzame energie gedomineerde energiesysteem. Gas is daarbij geen apart systeem meer, maar volledig geïntegreerd in het totale energiesysteem dat in dienst staat van de energietransitie met als doel deze zo betaalbaar en betrouwbaar mogelijk te faciliteren. Daarvoor zijn organisatorische aanpassingen en nieuwe samenwerkingsverbanden tussen de duurzame energiesector en de gasector nodig. We willen deze samenwerkingsverbanden tot stand brengen en samen oplossingen zoeken voor de uitdagingen waar het transitieproces ons voor plaatst. Systeemintegratie is daarvoor een randvoorwaarde. Dit thema hebben we in 2014/15 reeds Topsector-breed opgepakt, maar vereist een daadkrachtig vervolg.

Eerder is benoemd dat gas van groot belang is voor de opwekking van warmte. Hier liggen echter legio mogelijkheden tot een veel sterkere integratie met duurzame warmte, zoals geothermie en restwarmte, teneinde dit grote CO2-emissiereductiepotentieel te benutten. Voor gas betekent

dat enerzijds verdringing waarbij plaats wordt gemaakt voor duurzaam, anderzijds zijn er veel mogelijkheden om via de inzet van gas als back-up tot een versnelde verduurzaming te komen.² Centrale vragen zijn:

- Hoe kan de systeemrol van gas zodanig worden ontwikkeld dat de waarde voor de transitie naar een duurzaam energiesysteem maximaal is en het energiesysteem betrouwbaar, betaalbaar en maatschappelijk acceptabel blijft?
- Hoe organiseren we de systeemrol van gas op een wijze die geen lock-in creëert, maar ruim baan geeft aan duurzaam?
- Welke rol kan gas spelen als back-up voor de ontwikkeling van duurzame warmte?

5. *Maatschappelijke acceptatie*

Naast de hiervoor geschetste technisch-inhoudelijke thema's, is de maatschappelijke inbedding van innovaties van cruciaal belang. Daarom benoemen we dit thema hier expliciet. In het dagelijkse leven blijkt dat dit absoluut geen vanzelfsprekendheid is. Niet alleen de gassector heeft daarmee te kampen maar voor vrijwel alle duurzame innovaties geldt dat maatschappelijke acceptatie een grote uitdaging is. Dat geldt voor gas(winning) even goed als voor wind op land en zee, biogasprojecten (zoals mestvergisting), privacyaspecten rondom smart grids, vrijheid bij de keuze van infrastructures voor warmte (collectief) en gas (individueel) en zonneweides. Binnen de TSE bestaat de mogelijkheid om in de programma's STEM en MVI deze aspecten te adresseren. In onze ogen is een intensivering vereist en we pleiten voor een brede programmatische aanpak van deze thematiek.

Centrale vragen zijn:

- Hoe ontwikkelt maatschappelijke weerstand zich in het algemeen en specifiek m.b.t. energieprojecten, welke factoren bepalen het gedrag van burgers en hoe kan daarmee het beste worden omgegaan?
- Zijn er (internationale) praktijkvoorbeelden (best practices) over hoe weerstand succesvol kan worden weggenomen, werken deze in de Nederlandse context en voor energie gerelateerde thema's en hoe kunnen we deze het beste toepassen?

In het volgende hoofdstuk worden deze gasinnovatiethema's nader uitgewerkt in een portfolio van programmalijnen van het TKI Gas. Voorts hebben we met een brede groep stakeholders (ca. 25 personen) een proces doorlopen, uitmondend in een gasinnovatienotitie, die beschrijft hoe we onze programmalijnen willen verankeren in een aantal icoonprojecten die de waarde van gasinnovaties aan maatschappelijke en andere actoren kan demonstreren. Deze notitie is eerder dit jaar aan u aangeboden. In de komende jaren werken we in het verlengde van deze innovatieagenda ook aan deze iconen. Voorbeelden zijn de uitrol van (bio)-LNG in NW Europa, realisatie van een biomassavergassingscentrale incl. bijbehorende researchfaciliteiten, en afvang en hergebruik van CO₂ voor toepassing in de tuinbouw.

² In dit kader verwijzen we naar de discussienotitie van Han Fennema (CEO Gasunie) en Teun Bokhoven (Voorzitter DE Koepel) getiteld 'Perspectief en transitie van de warmtevoorziening in de gebouwde omgeving in Nederland en de rol van gas daarin. Periode 2030-2050' waarin een schets is opgenomen hoe de gasindustrie kan bijdragen aan verduurzaming van de gebouwde omgeving.

H2 Inhoudelijke uitwerking van de Innovatie- en Kennisagenda Gas

2.1 Uitgangspunten

In de huidige Innovatieagenda Gas (2012-2015) is een gedegen aanpak neergezet van routes die we onderkennen om de energietransitie te realiseren en faciliteren, en waar een forse innovatieslag te maken is. Daarvoor waren en zijn voor ons de volgende uitgangspunten van eminent belang:

1. *Gas draagt krachtig bij aan de transitie naar een duurzame energiehuishouding.* We zien daarin een tweetal ijkpunten, te weten op de kortere termijn het SER Energieakkoord met doelstellingen voor 2020 en 2023 (respectievelijk 14 en 16% duurzame energie, 100PJ aan energiebesparing per 2020, en 15.000 extra banen) en voor de lange termijn de algemeen geaccepteerde en door verscheidene internationale gremia onderschreven klimaatambities voor 2050, leidend tot 80-95% CO₂-emissiereductie.
2. *Gas zorgt voor economische groei.* De transitie naar duurzaam schept nieuwe banen. De gasector kent veel werkgelegenheid (13.700 FTE in 2020), incl. de werkgelegenheid in nieuwe sectoren zoals groen gas. Daarnaast wordt via de gasproductie en –export een forse impuls geleverd aan de exportpositie. Deze positie willen we bestendigen waarbij de werkgelegenheid in traditionele sectoren in de toekomst met nieuwe, op verduurzaming gestoelde werkgelegenheid, deels wordt ingeruild en aangevuld. In deze nieuwe sectoren komt de rol van het MKB nadrukkelijk tot uiting.

2.2 Programmalijnen

De huidige Innovatieagenda Gas kent een logische opbouw die tot een portfolio van vijf programmalijnen heeft geleid. In onze nieuwe Innovatie- en Kennisagenda Gas bouwen we op dit portfolio door en brengen accentverschuivingen en vernieuwingen aan omdat de (leer)ervaringen en opbrengsten van de afgelopen jaren tot nieuwe en soms andere inzichten leiden.

Een belangrijk kenmerk van ons portfolio is dat onze programmalijnen uit gaan van een ketenbenadering. Dat betekent dat we niet alleen focussen op technologie ‘an sich’ maar dat we ernaar streven om de hele keten te overzien, daar de juiste stakeholders bij betrekken door de keten heen en ons mede op andere dan technische aspecten richten zodat we deze programmalijnen succesvol kunnen ontwikkelen. Daarom werken we samen met verschillende organisaties die actief zijn op de werkterreinen van de programmalijnen, zoals Groen Gas Nederland, het Upstream Gas consortium, het Nationaal LNG Platform, het CATO-consortium en Energy Valley als regionale organisatie (toelichting volgt in hoofdstuk 3). Daarmee stellen we stakeholdersupport veilig, faciliteren we het organiseren van de markt en worden knelpunten op de juiste plekken en gezamenlijk geadresseerd, ieder vanuit zijn eigen sterkte en met een gezamenlijke ambitie.

Voortbordurend op de inhoudelijke scoping van hoofdstuk 1, volgt hierna ons portfolio aan programmalijnen. Bijlage A bevat een uitgebreide beschrijving van de programmalijnen met concrete doelen en innovatieprioriteiten.

- *Programmalijn Groen Gas Vergisting*

De in 2014 opgestelde Routekaart Groen Gas geeft aan dat op basis van binnenlandse biomassa een groen gas productie van ca. 750 miljoen Nm³ in 2020 en 2,2 miljard Nm³ in 2030 mogelijk is. De productie bedraagt momenteel ca. 300 miljoen Nm³ (inclusief biogas). De programmalijn Groen Gas Vergisting richt zich op twee doelstellingen:

1. *Kostprijsverlaging* van groen gas via het stimuleren van innovaties. Dit wordt bereikt via opschaling en efficiencyverbetering (o.a. bij de bouw van vergistingsinstallaties), door optimalisaties in de hele keten (bijv. de injectie van groen gas en combinaties met fossiele gasactiviteiten) en door de productie van groen gas te combineren met andere agenda's (zoals de combinatie mestverwerking – energieproductie – digestaatverwerking) waarbij verwaarding van biomassa centraal staat.
2. *Verhoging van het potentieel voor groen gas* door innovaties te stimuleren die uit dezelfde hoeveelheid biomassa meer biogas kan halen. Dit wordt bereikt via efficiëntere en effectievere voorbereidings- en conversietechnieken (installaties, biochemische innovaties), betere technologie voor gasopwaardering en het combineren van biogas met de fossiele gasketen.

Hierdoor kan vergisting de motor achter de biobased economy worden. Onze ambitie is om op deze wijze in 2030 een groen gas productie van tenminste 3 miljard Nm³ te realiseren.

- *Programmalijn Groen Gas – Vergassing*

De ambitie van deze programmalijn is het ontwikkelen en demonstreren van vergassingstechnologie die met een rendement van 70-75% biomassa kostenefficiënt in groen gas en/of synthesesgas kan omzetten. Het streven is om in 2020 de eerste twee installaties op demoschaal gereed te hebben, richting 2030 kan opschaling en implementatie plaatsvinden. Via superkritische vergassing kunnen natte stromen (RWZI-slib en natte mest) met 75% rendement worden omgezet in groen gas waarbij de mineralen in bruikbare vorm vrijkomen. Naast de inzet van droge binnenlandse biomassa verwachten we dat het groen gas potentieel richting 2050 fors kan toenemen door de inzet van geïmporteerde biomassa via duurzame teelt in gebieden met een groot biomassapotentieel, waarvoor Nederland reeds nu uitstekende logistieke faciliteiten heeft. De verwachting is dat dan een substantieel deel van de verwachte vraag naar duurzaam gas (ordegrootte 10-20 miljard Nm³) kan worden gedekt.

- *Programmalijn Upstream Gas*

De ambitie van deze programmalijn is het ontwikkelen en implementeren van innovatieve exploratie- en productietechnieken die bijdragen aan de positie van Nederland als aardgasproductieland in 2030. Hierbij ligt de nadruk op gasproductie uit kleine velden en de innovaties en technologieontwikkeling die Nederland de mogelijkheden biedt om de binnenlandse voorraden op peil te houden, door innovaties op de terreinen levensduurverlenging van bestaande velden, betere winningstechnieken voor reeds ontdekte maar nog niet economisch winbare velden, verbeterde exploratietechnieken en exploratie en productie vanuit onconventionele gasvelden. We verwachten dat gasexploratie en -productie in de arctische gebieden de behoefte aan nieuwe innovaties versterkt gericht op o.m. veiligheid en milieuaspecten. Hierover worden verkennende gesprekken met NWO gevoerd.

De aardbevingsproblematiek in Noord-Nederland geeft de noodzaak aan om de kennis over het gedrag van de ondergrond en de reactie op menselijke ingrepen in de ondergrond te vergroten, mede op basis van de toenemende data en informatie uit intensivering van de monitoring. Dit geldt niet alleen voor de problematiek in Groningen, maar ook voor andere mijnbouwactiviteiten. Bij dit meer fundamenteel onderzoek is het van belang dat de onafhankelijkheid geborgd wordt en dat de relevante kennisinstellingen in binnen- en buitenland hierbij betrokken zijn. Dit vraagt om regie, waarbij ook de aansluiting tussen het fundamenteel en toegepast onderzoek een aandachtspunt moet zijn. Het ministerie van EZ bekijkt momenteel

hoe de kennisontwikkeling rond de ondergrond onafhankelijk en inhoudelijk vormgegeven kan worden, welke organisatievorm hierbij past en welke middelen hiervoor nodig zijn. Hierbij zijn NWO, TNO, KNMI, universiteiten, SodM en de mijnbouwsector betrokken. Voor de Innovatie- en Kennisagenda Gas betekent dit dat deze thematiek voorlopig goed belegd is waarbij we willen toezien op een goede uitwisseling en afstemming met ons Upstream Gas programma.

- *Programmalijn Small scale LNG*

De ambitie van de programmalijn Small Scale LNG is de inzet van 1 BCM (miljard m³) aardgas in de vorm van LNG als transportbrandstof in het zwaar transport en de binnenvaart in 2020, 3-4 BCM in 2030 en 5 BCM in 2050. Dit wordt bereikt via kostenreductie van de technologie en reductie van de emissies (zoals methaanslip). Daarnaast zijn aanpalende maatregelen nodig, zoals aanpassingen van wet en regelgeving en fiscaliteit t.b.v. succesvolle marktintroductie. De programmalijn LNG is sterk verbonden aan het Nationale LNG Platform en de Green Deal LNG met als streven 50 zeeschepen, 50 binnenvaartschepen en 5000 trucks die LNG als brandstof gebruiken in 2018. Ter vergelijking: in 2015 zetten 3 binnenvaartschepen, 3 zeeschepen en 220 trucks LNG als brandstof in.

- *Programmalijn CCUS (Carbon Capture, Utilization & Storage)*

CCS, waar mogelijk gecombineerd met hergebruik van CO₂, zal op basis van de gangbare energiescenario's op de middellange termijn ca. 20% van de benodigde CO₂-emissiereductie voor zijn rekening moeten nemen. De ambitie van onze programmalijn is brede toepassing van CCUS in de periode 2020/2025 mogelijk te maken door (1) het ontwikkelen van de benodigde (toegepaste) kennis, en (2) het ondersteunen van CCUS-demonstratie- en pilotprojecten met innovaties, bijvoorbeeld ondersteuning aan het geplande ROAD-project. Richting 2030/2050 is de ambitie dat CCUS breed kan worden toegepast. De programmalijn is gebaseerd op het wegnemen van hindernissen in de hele CCUS-keten (afvang, gebruik, transport, opslag). Oplossingen worden benaderd vanuit technologisch, economisch, maatschappelijk en juridisch perspectief.

We verwachten voor CCS een focusverschuiving van energiecentrales naar de energie-intensieve industrie vanwege ontwikkelingen in de energiemarkt die voor grote centrales ingrijpende gevolgen zullen hebben. Daarmee wordt ook het hergebruik van CO₂ veel interessanter omdat emissielocaties en potentiële toepassingsmogelijkheden dicht(er) bij elkaar liggen. Nu zijn business cases voor CO₂-hergebruik lastig te vinden maar in de toekomst is het zeer interessant om via de toepassing van nieuwe technologie CO₂ geschikt te maken als brandstof/grondstof. De innovaties die daarvoor nodig zijn, zullen we in het komende jaar verkennen, o.m. in samenwerking met het TKI ISPT en FOM/Differ (solar fuels programma).

- *Programma(lijn) Systeemintegratie*

Systeemintegratie is een topsectorbreed thema waarin alle TKI's van de TSE samenwerken. Het programma is in april 2015 gereed gekomen, een samenvatting is in bijlage B opgenomen (de volledige notitie is reeds in uw bezit). We noemen dit thema hier expliciet vanwege het feit dat dit thema de systeemrol van gas adresseert, inclusief het onderwerp Power2X waarbij voor 'gas' de onderwerpen power2gas, power2hydrogen, power2heat en power2steam van belang zijn. Het programma systeemintegratie heeft een sterke elektriciteitsfocus, in die zin dat de focus momenteel gericht is op situaties dat de productie van duurzame elektriciteit uit met name wind en zon tot een grotere behoefte aan meer flexibiliteit in het elektriciteitssysteem leidt. Voor de systeemfunctie van gas is de integratie met warmte ook zeer belangrijk omdat de warmtemarkt effectief kan worden verduurzaamd via efficiencymaatregelen en de toepassing van duurzame energietechnologie, zoals warmtepompen. De inzet van restwarmte en de sterke opkomst van geothermie, ook uit diepe tot zeer diepe aardlagen, leidt ertoe dat in combinatie met gas als achtervang nu en mogelijk zonder gas in de toekomst tot forse CO₂-emissiereducties kan leiden. Gas kan dus ook hier een goede systeemrol vervullen. Op dit terrein liggen

belangrijke verbindingen met andere TKI's zoals ISPT en Urban Energy (waaronder het oude TKI Energo). Ons voorstel is om de verbindingen m.b.t. warmte integraal op te pakken en wellicht toe te voegen aan het thema systeemintegratie. De ontwikkeling en inzet van nieuwe en gecombineerde gastehnologie, zoals hybride warmtepompen en gas-wkk op wijkniveau passen hier goed in.

- *Programmalijn Waterstof (in voorbereiding)*

Waterstof is een koolstofloze energiedrager die emissieloos kan worden ingezet. Wanneer bijmenging in het aardgasnet plaatsvindt, kan het fossiele aardgassysteem geleidelijk worden gedecarboniseerd. Aan de productiekant zijn diverse duurzame technologieën voor waterstof in ontwikkeling, zoals biomassavergassing, biologische productie van waterstof en elektrolyse. Internationaal gezien is er veel aandacht voor waterstof. De goede gaspositie van Nederland en de sterke industriesector is aanleiding om de kansen die waterstof bieden, nader te bekijken. Voor een deel zit waterstof reeds in ons portfolio via Power2Gas en vergassing, maar er is nog geen geïntegreerde ketenbrede aanpak gericht op waterstof. Om tot een goede afweging te komen waar de focus zou moeten liggen m.b.t. waterstof, willen we de komende maanden een update maken van de technologiestatus, een overzicht van de partijen die op dit veld actief zijn in Nederland, wat de internationale stand van zaken is en waar kansrijke mogelijkheden voor Nederland (zowel qua implementatie als voor de BV Nederland) liggen. Dit thema heeft tevens raakvlakken met andere TKI's die we willen verkennen. Ook vanuit de regio's, zoals Energy Valley en de Rijnmond, is er belangstelling voor een aanpak/afweging van dit thema. Later dit jaar bieden we het Topteam een concreet advies aan met een voorstel voor invulling van het thema waterstof in de Topsector Energie.

2.3 Maatschappelijke uitdagingen

De programmalijnen van onze Innovatie- en Kennisagenda sluiten nauw aan bij de grote maatschappelijke uitdagingen (in EC-terminologie: Societal Challenges), zoals de volgende tabel laat zien. Daardoor bestaan op deze thema's goede mogelijkheden om actief in Europese innovatieprogramma's mee te doen.

Tabel 1: Verbindingen tussen maatschappelijke uitdagingen en het portfolio van de Innovatie- en Kennisagenda Gas

	Programmalijnen Groen Gas (Vergisting & Vergassing)	Programmalijn Upstream Gas	Programmalijn Small Scale LNG	Programmalijn CCUS
Challenge: Food security, sustainable agriculture and forestry, ..., and the bioeconomy	<i>Verwaarding van biomassa (hout, mest, mineralen, gras etc.) via bio- en thermochemische conversie</i>			
Challenge: Secure, clean & efficient energy	<i>Productie van duurzame gassen uit biomassa of uit goedkope elektriciteit (via P2G)</i>	<i>Bevorderen van de productie van aardgas (o.a. uit kleine velden) met minimale milieu-impact t.b.v. voorzieningszekerheid</i>	<i>LNG als schone brandstof voor zwaar transport (wegvervoer, scheepvaart)</i>	
Challenge: Smart, green and integrated transport	<i>Beschikbaar stellen van groen gas en waterstof t.b.v. de</i>		<i>LNG en biovarianten als schoon alternatief voor zwaar transport</i>	

	<i>mobiliteit (CNG, LNG, H2)</i>		<i>(wegvervoer, scheepvaart)</i>	
Challenge: Climate action, environment, resource efficiency and raw materials				<i>Afvang, hergebruik en opslag van CO2 t.b.v. klimaat en hergebruik als grondstof.</i>

2.4 Nationale Wetenschapsagenda

De thema's uit hoofdstuk 1 en de daaruit volgende programmalijnen Gas lijken goed te passen in de Nationale Wetenschapsagenda. In april 2015 zijn, onder meer in overleg met andere topsectoren, diverse vragen ingediend door het TKI Gas, te weten:

- Hoe kunnen we de transitie naar een duurzame energiehuishouding op een betaalbare en betrouwbare manier maken via de inzet van onze 'gas assets', zonder dat we daarmee een lock-in creëren of te lang aan het fossiel aardgas blijven vastzitten?
- Hoe realiseren we een energiesysteem waarin CO2 wordt afgevangen, opgeslagen en hergebruikt, op een wijze waarop we de kosten daarvan in de hand houden?
- Hoe kunnen we een betere inschatting maken van de kansen op realisatie van een waterstofeconomie, passend in een duurzame energietransitie, en welke routes we moeten kiezen om daar te komen?
- Hoe organiseren we een breed maatschappelijk draagvlak voor de energietransitie?

In overleg met de Topsector Logistiek zijn diverse vragen over het thema (bio) LNG ingediend die betrekking hebben op de integratie van LNG in de mobiliteit, de integratie van bio-LNG met LNG en de opzet van een optimale infrastructuur.

2.5 Internationale speelveld

De programmalijnen hebben relaties met internationale activiteiten en gremia. Het TKI Gas heeft in 2014 de eerste concrete breed georganiseerde stappen gezet op dit terrein omdat toen de programmalijnen inhoudelijk sterk in elkaar zaten en stevig waren verankerd binnen de stakeholdergroepen. Het ligt in de bedoeling om deze verbindingen in de komende jaren uit te bouwen. De focus op de internationale samenwerking ligt generiek op de ons omringende landen en het Midden-Oosten. Op incidentele basis zijn activiteiten in andere landen en werelddelen mogelijk, dat zal per geval worden afgewogen (afhankelijk van de verwachte opbrengst).

- *Programmalijn Groen Gas (Vergisting en Vergassing)*: de internationale verbindingen op dit terrein zijn nog onvoldoende ontwikkeld. Een belangrijke reden is dat veel MKB actief is als technologietoeverancier maar dat er onderling sterke concurrentie is. We hebben nog niet de juiste aanpak gevonden om hier een effectieve samenwerking op te zetten. In overleg met Groen Gas Nederland (zie hoofdstuk 3) en FME zal worden onderzocht of en op welke wijze hier meer succes kan worden geboekt. Overigens hebben veel bedrijven individueel reeds internationale activiteiten op het terrein van groen gas ontwikkeld en misschien is een collectieve actie hier niet noodzakelijk om internationaal succesvol te zijn. Ons voorstel is om de betrokkenheid van Nederland in IEA-verband, zoals IEA Task 37 (Energy from Biogas), te continueren en bij voorkeur ook de meer op vergassing gerichte IEA-activiteiten teneinde optimaal gebruik te kunnen maken van internationale kennis en netwerken op dit terrein.

- *Programmalijn Upstream Gas:* Deze programmalijn kent een sterke internationale context omdat de partners vaak onderdeel zijn van internationale organisaties met soortgelijke uitdagingen elders in de wereld. T.b.v. de onderzoeksagenda wordt daarom contact gezocht met internationale R&D-organisaties. Zo bestaat in het huidige programma reeds samenwerking met Total R&D in Pau (Fr), GdF Suez R&D in Parijs (Fr), Wintershall R&D in Kassel (D), Shell Research (NL) en met andere researchinstututen in Europa, zoals Sintef (No), IFP (Fr) en GfZ Potsdam (D). In IEA-verband is er een programma opgezet onder het 'Gas and Oil Technology Initiative (GOT)' waarin wordt samengewerkt met Gas Technology Institute en Colorada School of Mines (USA) en CSIRO (Aus). In de komende periode zal deze samenwerking worden geïntensiveerd en er wordt samenwerking gezocht met onderzoeksprogramma's en operators in de landen UK, NO en DK omdat zij met soortgelijke uitdagingen in de Noordzee te maken hebben als in NL. Verder is het Midden-Oosten een belangrijke regio waar reeds diverse missies naartoe zijn georganiseerd; de ondertekende MOU's geven uitzicht op een succesvol vervolg. Tot slot zijn contacten gelegd met NWO (Nederlands Polair Programma) om de mogelijkheden voor samenwerking in het arctisch gebied te verkennen.
- *Programmalijn Small Scale LNG:* De markt voor small scale LNG in Nederland staat niet op zich zelf maar is onderdeel van een zich ontwikkelende (NW) Europese markt. De ontwikkeling van de infrastructuur voor LNG (distributie- en tankfaciliteiten in (binnen)havens en langs belangrijke verkeersaders) is cruciaal voor het slagen van de Nederlandse ambities. Daarnaast is harmonisatie van wet- en regelgeving en standaardisatie van technologie en apparatuur essentieel. De belangrijkste landen voor Nederland zijn met name Duitsland, België, het VK en Scandinavië. Samen met Duitsland (het Duitse LNG Platform) wordt binnen TKI-verband samenwerking gestart om de lessen van het veiligheidsprogramma te delen en te komen tot harmonisatie van de wet en regelgeving. In de komende periode wordt deze samenwerking verder uitgebreid. Ook binnen het LNG-spoor liggen verbindingen met het Midden-Oosten.
- *Programmalijn CCUS:* Het programma zal in de komende jaren vorm worden gegeven via deelname van Nederland aan een internationale ERANET CCS (ACT) waaraan waarschijnlijk 10 landen zullen deelnemen. De ambities van de programmalijn CCUS vallen goed samen met de scope van de activiteiten zoals voorgenomen onder ACT. De bundeling van Europese CCS activiteiten binnen ACT voorkomt dat vertraging in de uitrol van CCS binnen individuele lidstaten leidt tot vertraging in de kennisopbouw omtrent CCS. Het leidende Nederlandse consortium hierbij is CATO.
- *Programma Systeemintegratie:* Zoals eerder beschreven, is het gezamenlijke programma systeemintegratie recent gestart. Het is op dit moment nog te vroeg om autonoom uitvoering te geven aan de internationale kansen op dit terrein omdat het onderzoek net in gang is gezet. Overigens wordt een deel van de kennis al internationaal ingebracht via onderzoeksgroepen aan bijvoorbeeld de RUG en TU Delft. De mogelijkheden voor een collectieve aanpak worden in de komende periode nader uitgewerkt.
- *Programmalijn Waterstof (in voorbereiding):* Nederland is reeds sinds vele jaren actief op internationaal waterstofgebied, zoals in IEA-verband (IEA Hydrogen Implementing Agreement) en de Europese Joint Undertaking Hydrogen and Fuel Cells. In ons advies over waterstof zullen we deze component uitgebreid belichten. Het verdient in ieder geval aanbeveling om deze activiteiten voort te zetten.

H3 Verbindingen van de Innovatie- en Kennisagenda Gas met andere agenda's

Voor een succesvolle rol van gas als facilitator van de transitie naar een klimaatneutraal energiesysteem, is het noodzakelijk dat verbindingen worden versterkt met andere thema's, sectoren en gebieden in het energiedomein en daarbuiten, zoals het grondstoffendomein. In de afgelopen jaren is een begin gemaakt met het leggen van deze verbindingen, in deze nieuwe Innovatie- en Kennisagenda Gas richten we ons op de intensivering van bestaande verbindingen en leggen we nieuwe verbindingen (cross-overs) met thema's waar samenwerking meerwaarde heeft. In dit hoofdstuk worden deze verbindingen besproken en wel als volgt:

1. Verbindingen binnen onze eigen agenda, met andere innovatie- en kennisagenda's binnen de Topsector Energie en met andere topsectoren. Hier liggen met name mogelijkheden voor een inhoudelijke versterking;
2. Verbindingen met het fundamentele langetermijnonderzoek om te borgen dat innovaties op een goed inhoudelijk fundament rusten en het potentieel van innovaties in de toekomst wordt benut door vanuit de basis versterking te zoeken;
3. Verbindingen met de regio's, onder meer gericht op het succesvol laten landen van innovaties en valoriseren van kansen die daardoor ontstaan door regionale stakeholders actief te betrekken;
4. Verbindingen leggen en versterken met overkoepelende organisaties die op specifieke thema's die aan onze programmalijnen raken actief zijn;
5. Samenwerking met bedrijven om realisatiekracht en commitment te borgen;
6. Samenwerking met onderwijsinstellingen om het human capital op te leiden voor de uitdagingen die de transitie stelt.

Hierna worden deze verbindingen toegelicht.

3.1 Cross-overs met andere innovatieagenda's

De programmalijnen van de Innovatie- en Kennisagenda Gas hebben onderling verschillende raakvlakken. De cross-overs die hieruit volgen, zijn reeds voor een deel geëffectueerd. In de nieuwe innovatieagenda worden ook de andere cross-overs nader verkend en waar kansrijk opgepakt. Tabel 2 geeft een overzicht van deze cross-overs.

Tabel 2: Cross-overs binnen de Innovatie- en Kennisagenda Gas

	Programmalijn Upstream Gas	Programmalijn Small Scale LNG	Programmalijn CCUS
Programmalijnen Groen Gas	Benutten synergie kleine velden en 'groene velden', zoals opslag van groen gas gedurende de zomer. Opslag van CO2 van groen gas productie in kleine aardgasvelden	Productie en toepassing van bio-LNG (* reeds geëffectueerd)	Afvang en hergebruik van CO2 zoals inzet in de tuinbouw en voedingsindustrie
Programmalijn Upstream Gas		Rechtstreekse productie van LNG uit bijna uitgedruceerde velden	Gebruik van CO2 voor EGR (Enhanced Gas Recovery) (* reeds geëffectueerd)
Programmalijn Small Scale LNG			Combinatie bij productie- en afvangprocessen (productie LNG en afvang CO2 via cryogene technologie)

Ook bestaan er verschillende mogelijkheden voor cross-overs met andere thema's (TKI's) binnen de Topsector Energie. Ook daarvan is een deel reeds in gang gezet, bijvoorbeeld door inhoudelijk samen te werken (Upstream Gas en TKI ISPT) of gezamenlijke tenders en adviescommissies te organiseren (Groen Gas en TKI BBE). Tabel 3 geeft daarvan een overzicht. Ook het topsectorbrede thema systeemintegratie is een goed voorbeeld van samenwerking die integraal wordt benaderd (gezamenlijk programmering, gezamenlijke tenders, onderlinge informatie-uitwisseling met en tussen projecten). Het thema warmte willen we hier expliciet benoemen. Zoals eerder aangegeven is warmte een grote 'energiekostenpost' die zich goed voor verduurzaming leent. Vanuit het programma Urban Energy (voorheen: iDEEGO) wordt dit onderwerp opgepakt en we zien mogelijkheden om vanuit Gas en samen met ISPT te verkennen hoe we deze verduurzaming gezamenlijk kunnen oppakken.

Tabel 3: Cross-overs met andere thema's binnen de Topsector Energie

	Programmalijnen Groen Gas	Programmalijnen Upstream Gas	Programmalijn Small Scale LNG	Programmalijn CCUS
BBE - Biobased Economy	Vergassing en vergisting van biomassa, verwaarding van reststromen w.o. mineralenwinning (NPK) t.b.v. de landbouw (* reeds geëffectueerd)		Productie van bio-LNG (hoogwaardige brandstof) (* reeds geëffectueerd)	
Wind op Zee		Expertise m.b.t. offshore activiteiten, synergievoordelen ontwikkelen		
ISPT	Gasreiniging / opwerking en vergroening van de industrie via synthetisch gas	Ontwaterings-technologie (* reeds geëffectueerd)		Hergebruik van CO2 (* reeds geëffectueerd)
Switch2SmartGrids / Energo/ Solar / ISPT	Gezamenlijke cross-over m.b.t. de inzet van duurzame en restwarmte in de gebouwde omgeving waarbij (duurzaam) gas waar nodig als back-up kan functioneren (duidelijke raakvlakken met thema systeemintegratie)			
Alle Thema's	Systeemintegratie t.b.v. de energietransitie (* reeds geëffectueerd)			

In de afgelopen maanden zijn contacten gezocht met andere topsectoren. In Tabel 4 is aangegeven welke mogelijkheden er liggen voor cross-overs. Deze mogelijkheden zijn verkend en er is gekozen voor een opzet om deze cross-overs nu te agenderen via beschrijvingen op maximaal 1 A4. In de komende 6-12 maanden worden de cross-overs gezamenlijk verder uitgewerkt. Bijlage C bevat de betreffende beschrijvingen.

Tabel 4: Cross-overs met andere Topsectoren

	Programmalijnen Groen Gas	Programmalijn Upstream Gas	Programmalijn Small Scale LNG	Programmalijn CCUS
Topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen - TKI Tuinbouw	Hergebruik van CO2 uit de biogaswinning / opwerking, groen gas productie uit reststromen van de tuinbouw	Hergebruik van CO2 uit kleine velden, opslag van CO2 in kleine velden		Hergebruik van CO2 t.b.v. bemesting in de tuinbouw
Topsector Logistiek - TKI Logistiek	De inzet van bio-LNG voor mobiliteit en regionale inzet		Optimalisatievraagstukken voor de inrichting van LNG-infrastructuur, de	Transport van CO2 (vloeibaar, gasvorming, via leidingen of schepen)

			internationale en regionale aansluiting en bunkering, integratie bio-LNG	
Topsector Water - TKI Maritiem	Inzet van aquatische biomassa t.b.v. energieproductie (op de lange termijn)	Aansluiting duurzaam beheer van offshore productieactiviteiten	Aansluiting bij programma schone schepen (inzet van LNG in schepen)	Aansluiting duurzaam beheer van offshore productieactiviteiten (optimale benutting offshore potentieel)

3.2 Koppeling met langetermijn researchagenda's

Er is behoefte aan een fundamentele basis onder het meer toegepaste onderzoek van de Innovatie- en Kennisagenda Gas. We onderscheiden een aantal terreinen waar dat nodig is:

- Inrichting van en omgang met de ondergrond**
 Een belangrijk 'fundamenteel' aspect is het ontwikkelen van meer kennis over de inrichting van de ondergrond waar de complexiteit toeneemt door het groter aantal mogelijke toepassingen, zoals olie- en gaswinning, CO₂-opslag, infrastructuren, diepe geothermie, WKO en waterwinning. Hieraan gerelateerd speelt ook het verkrijgen van inzicht in de potentiële voor energieopwekking die de ondergrond biedt (gaswinning, geothermie), technieken waarmee dat inzicht kan worden verkregen en de wijze waarop dat potentieel zo duurzaam mogelijk kan worden gebruikt (incl. geïnduceerde seismiteit, onconventioneel gas en EGR). Door het groter aantal mogelijkheden zullen ook de verschillende daarmee samenhangende belangen een grotere rol gaan spelen. Dit vergt een fundamentele benadering die raakvlakken heeft met de maatschappelijke inbedding.
- Optimale en acceptabele inrichting van de bovengrond**
 Vanuit het overkoepelende thema systeemintegratie spelen de hiervoor genoemde thema's ook bovengronds een sleutelrol met als kernvraag: hoe richten we onze omgeving zodanig in dat optimaal kan worden voldaan aan toekomstige wensen en eisen die energie en andere functies (wonen, werken, recreëren etc.) stellen, zonder dat ze elkaar gaan belemmeren. Daarvoor is de inbreng vanuit verschillende disciplines nodig, naast de huidige thema's die bijvoorbeeld in het NWO ESI-Pose programma (systeemintegratie) worden geadresseerd (ICT, wiskunde, maatschappelijk), zoals elektrotechniek, geografie, institutionele/beleidskennis etc.
- Maatschappelijke acceptatie van energie-activiteiten**
 De ondergrondse en bovengrondse aspecten hebben tevens een sterk maatschappelijke component die adressering behoeft, de 'License to operate the system'. Specifiek wordt aandacht gevraagd voor de rol van (aard)gas m.b.t. verduurzaming van het energiesysteem en de maatschappelijke acceptatie daarvan.
- Materialenonderzoek**
 In onze innovatieagenda is er behoefte aan materialenonderzoek gericht op de ontwikkeling van goedkope en efficiënte materialen t.b.v. conversie(systemen), zoals elektrolyse, plasmolyse en syntheseprocessen (gekoppeld aan thermochemische processen zoals vergassing van biomassa en de productie van een brede range aan basischemicaliën) en CO₂-afvangprocessen. In dit kader zien we ook de belangstelling voor waterstof in de markt groeien en vragen we aandacht voor onderzoek gericht op productie, opslag en toepassing van waterstof (o.a. gekoppeld aan materialenonderzoek) en het effect van waterstof op ons huidige technische energiesysteem (gaskwaliteit). Tevens spelen aspecten rond materialen die onder extreem koude condities

toegepast kunnen worden een rol; specifiek gaat het daarbij om het verkrijgen van meer kennis over LNG.

- *Beschikbaarheid en inzet van biomassa*

Op het terrein van biomassa signaleren wij samen met andere TKI's een behoefte aan een fundamentele verbetering van biomassaconversieprocessen en bioraffinage waarbij slimmer gebruik wordt gemaakt van hoogwaardige componenten die uit biomassa kunnen worden gehaald. Ook is kostprijsverlaging van de technologie noodzakelijk. Tot slot is het vraagstuk over de internationale beschikbaarheid van biomassa van belang, met name de vraag hoe dit potentieel duurzaam kan worden ontwikkeld.

Op de lange termijn (richting 2050) spelen voor het thema gas ook vragen die van meer 'existentiële' aard zijn, zoals:

- De rol van op koolstof gebaseerde gasvormige energiedragers in het energiesysteem van de toekomst. Deze vraag heeft een sterke relatie met de voorgestelde programmalijnen rond aardgaswinning, de productie van duurzame gassen, systeemintegratie, CO₂-afvang en -opslag en nieuwe thema's zoals waterstof.
- De mate waarin het huidige systeem van infrastructuur en daaraan gekoppelde productie- en gebruikssystemen kan worden gebruikt in ons toekomstig energiesysteem. Waar liggen de kantelpunten en wanneer worden die bereikt?
- De rol van waterstof voor mobiliteit en als brandstof/back-up/opslagmedium in de gebouwde omgeving in een klimaatneutraal energiesysteem en de weg daar naartoe.

3.3 Samenwerking met regio's

Regio's spelen een belangrijke rol bij de realisatie van de ambities die in de Innovatieagenda Gas zijn benoemd. Zij vormen namelijk de schakel tussen 'onze' programma's en programmalijnen, en stakeholders in het veld waar het 'echte' werk gebeurt. De regio's hebben korte lijnen met kennisinstellingen, onderwijsinstellingen en universiteiten, lokale overheden, bedrijven en specifiek daarbinnen het MKB, financieringsinstellingen en andere faciliterende organisaties. Het TKI Gas heeft in de afgelopen jaren intensief samengewerkt met de Energy Valley regio, bestaande uit de 3 Noordelijke provincies en Noord-Holland Noord. Daaruit blijkt dat de samenwerking haar vruchten afwerpt. Concrete voorbeelden zijn de productie van groen gas via vergisting en vergassing en het gebruik van (bio) LNG als transportbrandstof, inclusief vraagstukken omtrent de beschikbaarheid en realisatie van een bevoorradingsinfrastructuur.

In de Innovatieagenda Gas willen we de samenwerking met Energy Valley continueren. Onze programmalijnen en de ambities van de Energy Valley regio hebben veel raakvlakken die in de Noordelijke energieagenda SWITCH van Energy Valley zijn vervat. Samenwerking concentreert zich op de volgende thema's:

- **Energiesysteem 2.0:** Dit versnellingspad richt zich op het energiesysteem van de toekomst waarin nieuwe manieren van productie/opwekking, transport/distributie, opslag en levering een plek krijgen. Het pad krijgt invulling via de deelprogramma's Power2Gas, Energieopslag en Smart grids.
- **Gas in Transitie:** Dit versnellingspad bundelt innovaties en kennis over de volle breedte van het gascluster in een gecoördineerd gasprogramma, in nauwe samenwerking met de gasector en in aansluiting op het gasbesluit. De innovatieroute wordt uitgewerkt in de deelprogramma's biobased energy en LNG in transport.

Naast de directe verbindingen met het Noorden, heeft de Innovatie- en Kennisagenda Gas ook verbindingen met het Rotterdamse cluster dat zich rond de havens concentreert. De verbindingen bevinden zich op de volgende programmalijnen:

- Small scale LNG, waarbij wordt samengewerkt aan infrastructuurvraagstukken;
- CCUS, waarbij de programmalijn voor een deel ten dienste staat voor het oplossen van innovatievragen die gekoppeld zijn aan het ROAD-project;
- Groen Gas, geconcentreerd rond biomassavergassing en verwaarding van biomassa t.b.v. de chemie. Vergassingstechnologie speelt hier een belangrijke rol voor de levering van diverse basischemicaliën;
- Systeemintegratie, waarbij de regio zich uitstekend leent voor combinaties met Power2Products, Power2Hydrogen en Power2steam. Hierbij is ook het TKI ISPT intensief betrokken.

Deze verbindingen worden in de komende tijd geconcretiseerd.

3.4 Samenwerking met overkoepelende organisaties

Het TKI Gas heeft in de afgelopen jaren intensief samengewerkt met diverse organisaties, waarvan sommige mede door (deelnemers van) het TKI Gas tot stand zijn gekomen. Met deze organisaties samen lukt het om meer partners te vinden voor het uitvoeren van de onderzoekagenda's, de demonstratie van programmalijnen sneller te realiseren, snel en effectief feedback te organiseren op de inhoudelijke programma's en betrokkenheid van bedrijven en kennisinstellingen te versnellen en vergroten. Ook helpt het om aanpalende terreinen die voorwaardenscheppend zijn voor de programmalijnen te organiseren en te beïnvloeden, zoals beleid, regelgeving, normering en standaardisatie. Samen organiseren we informatie- en netwerkbijeenkomsten, matchmaking-events en kennisuitwisselingsworkshops en leveren we maatwerk waar nodig en mogelijk.

Het TKI gas werkt intensief samen met de volgende organisaties:

- *Groen Gas Nederland* (www.groengas.nl): Groen Gas Nederland is een onafhankelijke landelijke stichting die zich inzet om de ontwikkelingen op de groengasmarkt te versnellen en de productie van groen gas te verhogen. Groen Gas Nederland werkt hiertoe samen met verschillende partners, agrariërs, de afvalsector, de voeding- en genotmiddelenindustrie, de agrosector, energiebedrijven, netbeheerders, projectontwikkelaars, banken en overheden. Groen Gas Nederland bestaat uit een team van specialisten die ieder een specifiek thema behandelen en, in afstemming met het bestuur en betrokken overheden, werken aan een aantal specifieke speerpunten en (potentiële) initiatiefnemers verder ondersteunen bij de realisatie van hun biogas- en/of groengasproject. Hiertoe verzamelt, bundelt en ontwikkelt GGNL informatie op het gebied van groen gas en biogas en stelt deze beschikbaar aan de markt.
- *Nationaal LNG Platform* (www.nationaalngplatform.nl): Het Nationaal LNG Platform werkt aan de introductie van LNG (vloeibaar gas) als nieuwe, schonere en stillere brandstof voor wegtransport en scheepvaart. Het Platform verbindt bedrijven en overheden, die werken aan de introductie van LNG, d.m.v. een Green Deal. Onze gezamenlijke doelstelling is om in 2015 minstens 50 binnenvaartschepen, 50 zeeschepen en 500 trucks op LNG te laten rijden/varen. Het Nationaal LNG Platform is hét platform om kennis uit te wisselen en oplossingen te vinden voor problemen die iedereen die aan LNG werkt aangaan. Het Platform is tevens gesprekspartner voor de overheid. De Rijksoverheid is via de Green Deal Rijn en Wadden nauw betrokken bij de ontwikkelingen rond LNG; het ministerie van Economische Zaken vanuit het energiebeleid, het ministerie van Infrastructuur en Milieu vanuit het milieubeleid.
- *Upstream Gas Consortium* (www.upstream-gas.nl): Het Upstream Gas Consortium heeft als primaire taak om het innovatiecontract op de programmalijn Upstream Gas tot uitvoering te

brengen. Gezamenlijk voeren alle deelnemende partijen het R&D-programma uit, inclusief bijbehorende fundamentele onderzoeksvragen. Kennis- en informatiedeling is een andere belangrijke taak. Partners nemen demonstratie van kansrijke en ontwikkelde technologie op zich. In het consortium nemen ca. 30 partijen deel, afkomstig van de industrie, kennisinstellingen, overheden en brancheorganisaties.

- *CATO-programma* (www.CO2-cato.nl): CATO is het nationale onderzoeksprogramma waarin de mogelijkheden van CO₂-Afvang, Transport en -Opslag in Nederland worden onderzocht. Bij dit onderzoek zijn bijna veertig bedrijven, onderzoeksinstituten, universiteiten en een milieuorganisatie betrokken. Samen vormen zij de kern van de Nederlandse CCS research community. Het CATO-programma is reeds doorvertaald naar de programmalijn CCUS.

3.5 Samenwerking met bedrijven

Het TKI Gas is succesvol in het betrekken van stakeholders bij haar programmalijnen, blijkend uit de tenminste 250 actief betrokkenen. Het TKI Gas wordt steeds beter (h)erkend en gevonden. Continuïteit is hierbij een sleutelbegrip. Het MKB is goed vertegenwoordigd (aandeel ca. 50%), evenals grote bedrijven, onderzoeksinstituten en universiteiten. Vrijwel alle grote bedrijven op het gebied van gas zijn aangesloten. We zien een handvol spelers die op meerdere programmalijnen actief zijn, zoals bijvoorbeeld Gasunie, GasTerra en EBN en de kennisinstellingen ECN en TNO, zij het met diverse mate van betrokkenheid per programmalijn. De kennisinstellingen spelen een belangrijke verbindende rol.

De programmalijnen hebben elk hun eigen inhoudelijke focus. Op alle programmalijnen zijn er 'dedicated' netwerken ontstaan, de overlap van stakeholders tussen programmalijnen is nu relatief gering. Voorbeelden zijn de programmalijn Groen Gas (vergisting) waar sprake is van veel relatief kleine technologieaanbieders (MKB) en producenten, naast enkele grotere spelers, en de programmalijn Upstream Gas die door de dominante spelers uit de gasexploratie- en productiemarkt worden gedomineerd. Qua cohesie springt het netwerk rondom Groen Gas (vergisting) er uit; de cohesie is hier nog zwak omdat technologieaanbieders en soms ook producenten, concurrenten van elkaar zijn en de motivatie om samen te werken gering is. We zien langzaam maar zeker meer kruisbestuiving tussen de programmalijnen, zoals tussen Small Scale LNG (specifiek bio-LNG) en Groen Gas (producenten die de route naar transportbrandstof willen ontwikkelen). Er is veel animo om kennis te delen, blijkend uit de activiteiten die daarop per (combinatie van) programmalijn(en) worden georganiseerd.

Bij de programmalijn Upstream Gas is het lastig om MKB te betrekken ondanks verschillende activiteiten die op hen en overkoepelende organisaties (IRO, FME) gericht zijn. De verwachting is dat het MKB meer zal aanhaken als het programma in de toepassing terecht komt. De programmalijn CCUS is georganiseerd rond het CATO-consortium waaraan ruim 30 organisaties deelnemen. Het huidige TKI-toeslag programma (start 2014) wordt uitgevoerd door 17 partijen en bestaat uit 8 projecten.

In de nieuwe Innovatieagenda Gas worden de betrokkenheid en activiteiten die op onze stakeholders gericht zijn, gecontinueerd omdat deze aanpak per programmalijn succesvol blijkt. Waar mogelijk worden activiteiten georganiseerd gericht op het versterken van de cross-overs tussen programmalijnen. Voorts zal intensief met het MKB-loket, dat momenteel wordt ingericht voor de Topsector Energie en Chemie, worden samengewerkt.

3.6 Samenwerking met onderwijsinstellingen

HCA-activiteiten worden gezamenlijk vanuit alle TKI's van de Topsector Energie gecoördineerd waarbij elk TKI haar ervaringen en resultaten inbrengt. Hiervoor is een apart plan beschikbaar. Op de programmalijnen van het Innovatieagenda Gas lopen reeds verschillende activiteiten. I.s.m. Energy Valley en enkele Noordelijke opleidingsinstituten worden mogelijkheden ontwikkeld om voor de LNG-keten door de hele onderwijskolom heen personeel op te leiden voor dit nieuwe vakgebied. Ook wordt hier een link gelegd tussen de expertise van de TU/e en de netwerken rond het Groningse onderwijs (RUG en Hanzehogeschool). Met EnTranCe (Energy Transition Centre, samenwerking Hanzehogeschool Groningen, RUG, Energy Academy Europe) wordt samengewerkt om de positie van gas als facilitator van de transitie te onderzoeken en demonstreren in diverse projecten. Daarbij wordt de experimenteeromgeving van EnTranCe gebruikt voor concrete experimenten waarbij studenten en niet-studerende jongeren betrokken zijn.

Op het terreinen van beurzen en prijzen t.b.v. jong talent op voor de gassector relevante thema's lopen diverse activiteiten, zoals beurzen die door GasTerra worden verstrekt (GasTerra Energietransitieprijs), door de KVGN (scriptieprijsen, beurzen) en op Europees niveau (via GERG, de Europese organisatie van gasresearchbedrijven).

Het is onze ambitie om deze activiteiten in de nieuwe Innovatieagenda Gas verder uit te bouwen en af te stemmen met de sector.

H4 Governance

4.1 Organisatie

Het huidige TKI Gas heeft als rechtsvorm voor een stichting gekozen. De primaire verantwoordelijkheid ligt bij het Algemeen Bestuur dat uit 12 personen bestaat, inclusief 2 waarnemers van EZ en NWO. Het Dagelijks Bestuur is in handen van 4 personen. Ten behoeve van het operationele management en de dagelijkse gang van zaken heeft het bestuur een directeur benoemd. Inhoudelijk wordt de directeur ondersteund door programmamanagers op elk van de programmalijnen. Zij vormen de inhoudelijke kern van het TKI Gas en zij dragen zorg voor inhoudelijke begeleiding, programmering en netwerkvorming op de programmalijnen. Daarmee lukt het om elk van de 'ecosystemen' rond de inhoudelijk en organisatorisch verschillende programmalijnen optimaal te kunnen bedienen. Naast deze structuur van de stichting TKI Gas maakt het bestuur op incidentele basis gebruik van programmacommissies die op verzoek advies uitbrengen over de inhoudelijke programmering over de breedte van het TKI. Het TKI Gas treedt tenslotte coördinerend op bij een samen met het EDGaR-programma opgerichte 'innovatieclub' waarin de gasector en kennisinstellingen zijn vertegenwoordigd en die als doel heeft om als discussieorgaan te fungeren voor gasinnovaties.

Ten behoeve van de uitvoering van de Innovatie- en Kennisagenda Gas willen we de huidige aanpak, inhoudelijke focus, en herkenbaarheid en commitment van stakeholders behouden omdat dit in de praktijk goed blijkt te werken. Voor de gezamenlijke TKI's van de Topsector Energie zien we kansen om op overkoepelende thema's de samenwerking te intensiveren. We denken bijvoorbeeld aan administratieve ondersteuning, HCA, communicatie en versterking van de exportpositie. Daarbij is het van belang dat de huidige thematische zichtbaarheid en herkenbaarheid behouden blijft zodat we ons werk effectief kunnen blijven doen.

4.2 Support voor de Innovatie- en Kennisagenda Gas

De Innovatie- en Kennisagenda Gas kan beschouwd worden als een 'continuïng story'. Sinds het begin hebben we samenwerking gezocht met een brede groep stakeholders, die in 2012 het innovatiecontract hebben ondertekend, en overkoepelende organisatie zoals Groen Gas Nederland, het Nationaal LNG Platform, het Upstream Gas Consortium, CATO, Energy Valley etc. Met hen gezamenlijk hebben we de programmalijnen georganiseerd, geprogrammeerd en uitgevoerd. Regelmatig vindt afstemming plaats over de programmering en er worden gezamenlijke activiteiten georganiseerd om o.a. feedback te ontvangen op het programma, informatie te geven over nieuwe ontwikkelingen, projecten voor te stellen en matchmaking te faciliteren. Deze aanpak blijkt goed te werken.

De Innovatieagenda Gas is continu onderdeel van de overlegcyclus met onze stakeholders en zal dat ook in de komende jaren blijven wanneer jaarlijkse bijstellingen plaatsvinden op basis van nieuwe wensen en inzichten. Daarom wordt de agenda breed gedragen door onze stakeholders en zetten we er gezamenlijk de schouders onder om er een succes te maken.

4.3 Maatschappelijke support

We achten het absoluut noodzakelijk om naast de support van onze directe stakeholders, ook maatschappelijke support te organiseren. Zoals we reeds hebben toegelicht, verkeert 'gas' in zwaar

weer waar het de publieke opinie betreft. Er zijn echter ook veel positieve ontwikkelingen, zoals rondom groen gas, de toepassing van gas in de mobiliteit en het nuttig gebruik van CO₂ in de glastuinbouw. Alhoewel het niet de directe taak van het TKI Gas is om in de breedte aan het imago van gas te werken, zien we het wel als onze verantwoordelijkheid om onze successen m.b.t. gaasinnovaties breder te communiceren en te laten zien wat nu en in de toekomst mogelijk is met gas. In samenhang met de eerder genoemde gasinnovatienotitie die de icoonprojecten adresseert, zullen we in de komende periode meer over onze successen communiceren. Hier ligt ook een verbinding met de maatschappelijke inbedding en acceptatie die bijvoorbeeld best practices zou moeten opleveren. In de komende tijd gaan we dit onderdeel uitwerken tot een concreet plan.

H5 Financiën

De geschatte inzet van middelen over de programmalijnen van de Innovatie- en Kennisagenda Gas is hieronder weergegeven. Voor 2016 en 2017 wordt uitgegaan van een identieke inzet. De tabel geeft de inzet voor één jaar. Alle bedragen zijn indicatief.

Tabel 5: Indicatie inzet van middelen per jaar over de programmalijnen van de Innovatie- en Kennisagenda Gas (bedragen in k€/jaar)

Programmalijn	Private inzet	Publieke inzet EZ*	TNO	ECN	NWO	Totaal
Groen Gas Vergisting + Vergassing**	20.000	15.000	0.500	1.500	2.000	39.000
Upstream Gas	4.500	3.500	2.500	0	2.000	12.500
Small Scale LNG	3.000	2.000	0.100	0	0.500	5.600
CCUS	4.000	2.500	1.500	1.000	2.000	11.000
Systeemintegratie Gas	2.000	2.000	1.000	1.000	2.500	8.500
TOTAAL	33.500	25.000	5.600	3.500	9.000	76.600

*: inclusief TKI-Toeslag

** : uit de SDE+-middelen

De inzet van Europese middelen is onzeker. De verwachting is dat in ieder geval op het thema CCUS een forse Europese bijdrage te verwachten is via de gezamenlijk ERANET-call (ca. 4 M€/jaar). De totale geschatte inzet van middelen ten behoeve van de Innovatie- en Kennisagenda Gas bedraagt ruim 75 M€ per jaar en ca. 300 M€ over de periode 2016-2019. Hierin is nog niet het budget gespecificeerd dat we verwachten t.b.v. de maatschappelijke acceptatie aan te wenden; gezien belang voor de gassector willen we hiervoor een deel van de TKI-toeslag vrijmaken. Voorts is nog geen budget opgenomen voor de nieuwe programmalijn waterstof omdat de scope en focus in de komende maanden wordt vastgesteld; daarom is een budgetindicatie nu nog niet te geven.

Naast deze middelen voor inhoudelijke programmering doen we een aanvraag voor middelen t.b.v. de programma-uitvoering met een jaarlijkse omvang van 300 k€.

Bijlage A Beschrijving van de programmalijnen van de Innovatie- en Kennisagenda Gas

A1. Programmalijn Groen Gas Vergisting

Deze programmalijn richt zich op een groen gas productie van ca. 750 miljoen Nm³ in 2020 en ca. 3 miljard Nm³ in 2030 (samen met A2. Groen Gas Vergassing). De productie bedraagt momenteel ca. 300 miljoen Nm³ (inclusief biogas). Voor 2020 wordt dus uitgegaan van een ruime verdubbeling van de productie. Dit gebeurt via kostprijsverlaging door opschaling en efficiencyverbetering (o.a. bij de bouw van vergistingsinstallaties), maar ook door de productie van Groen Gas te combineren met andere agenda's. Zo wordt mestverwerking goedkoper door een combinatie te maken met energieproductie. Hetzelfde geldt voor de slibverwerking bij RWZI's. Energieproductie maakt een brede verwaarding van biomassa mogelijk, zoals de verwerking van digestaat en benutting als kunstmestvervanger. Ook is het gebruik van CO₂ die bij de opwerking van biogas tot groen gas CO₂ beschikbaar komt interessant. De tuinbouw is een kansrijke afzetmarkt. Hiermee wordt vergisting de motor achter de biobased economy.

De programmalijn richt zich op de hele keten (productie, infrastructuur, toepassingen) van groen gas om de technologische en economische belemmeringen integraal op te lossen zodat groen gas ketens succesvol kunnen worden gedemonstreerd én opgeschaald om bij te dragen aan enerzijds economische groei en anderzijds de nationale duurzaamheidsdoelstellingen. De groen gas productie uit 2e generatie (met reststoffen als basis) en 3e generatie (bijvoorbeeld op basis van gekweekte algen en wieren) grondstoffen wordt gestimuleerd omdat daarmee de milieuprestatie van groen gas ketens verbetert en goedkopere grondstoffen beschikbaar komen waarmee een kostprijsverlaging wordt bereikt. Ook is er aandacht voor momenteel onbenutte reststromen. De aandacht voor de combinatie biogasproductie en mestverwerking (verbinding met de agrosector) is van belang omdat dit een steeds groter wordend vraagstuk is in de veehouderij. Hierover vindt afstemming plaats met de programma's van het TKI BBE gericht op hoogwaardige mestverwerking.

Het resultaat van deze programmalijn is de beschikbaarheid van technologie waarmee natte reststromen efficiënt (uit kosten- en milieuoogpunt) kunnen worden omgezet in groen gas en hoogwaardige grondstoffen (link met TKI BBE) waarbij tevens andere milieuproblemen (zoals emissies in de landbouw) worden opgelost.

Deelprogramma 1: Agrarische monovergisters

Dit deelprogramma richt zich op maximale energie- en mineralenbenutting in de varkens-, pluimvee- en rundveesector. Deze sectoren moeten de komende jaren een steeds groter deel van hun mest zelf gaan verwerken. Het potentieel voor CO₂(eq)-besparing en werkgelegenheid is groot. Op dit moment staan er 3 kleine demo's op boerderijschaal. Ook is sprake van een bredere verwaarding van de biomassa door de koppeling energieproductie – mestverwerking – digestaatverwerking. Er is een Green Deal in voorbereiding om monovergisters op boerderijniveau op korte termijn versneld te realiseren. Beoogde deelnemers zijn LTO, Friesland Campina, provincies, Groen Gas Nederland en EZ. Er lopen momenteel 6 onderzoeksprojecten op het gebied van mono-mestvergisting en mineralenbenutting omdat het aantal toepassingsmogelijkheden groot is. Doel is een kostprijsverlaging van 30% via de ontwikkeling van kostenefficiënte technologie en

procesoptimalisatie gericht op maximale energie- en mineralenbenutting. Het potentieel in de sector omvat 2000 installaties. Tevens is er een groot exportpotentieel naar andere EU-landen.

Deelprogramma 2: Agrarische vergisters i.c.m. mestverwerking

Dit betreft de optimalisatie van co-vergisters met integratie van mestverwerking. In Nederland staan 80 zogenaamde MEP-installaties (die vroeger MEP-subsidie ontvingen) die marginaal draaien vanwege lage elektriciteitsprijzen. Door betere integratie, gebruik van goedkopere biomassa en verwaarding van mineralen kan de businesscase 40% verbeteren. Daardoor wordt bredere toepassing mogelijk en blijft het DE-productiepotentieel van deze vergisters behouden. Daarnaast kunnen deze vergisters kosteneffectief groen gas produceren omdat een deel van de benodigde installaties reeds voorhanden is. Een aantal projecten is gestart gericht op verhoging van de gasopbrengst op basis van vergisting. Dit betreft systemen op basis van enzymen, voorbewerking of thermische bewerking. Bij een tweetal co-vergisters wordt onderzocht hoe goedkopere biomassastromen kunnen worden vergist.

Deelprogramma 3: Industriële vergisters

Dit deelprogramma richt zich op kostenverlaging en efficiencyverhoging, samen goed voor 25% kostenreductie, door integratie met o.m. RWZI's en afvalwaterbehandeling in de industrie. De eerste onderzoeksprojecten laten een verbetering van 25% zien. In één project wordt een RWZI vergistingssysteem aangepast voor de verwerking van mest, met als doel kostenverlaging.

Deelprogramma 4: Toepassingen

Er is veel vraag naar groen gas in de mobiliteit omdat de opbrengst per MJ veel hoger is in vergelijking met aardgasvervanging in andere sectoren. Mobiliteit is notoir lastig en duur om te verduurzamen en groen gas biedt een kosteneffectieve mogelijkheid daartoe (via bio-CNG of bio-LNG, ter aanvulling van de fossiele equivalenten). Onduidelijk is welke eisen binnen de EU na 2020 worden gesteld in het kader van de zogenaamde bijmengverplichting in het vervoer. Op dit moment zorgt deze onduidelijkheid voor een rem op de ontwikkeling van projecten omdat afnemers niet bereid zijn om langjarige contracten aan te gaan waardoor projecten niet te financieren zijn. Deze projecten dragen echter wel bij aan de DE-doelstellingen, ook na 2020.

Dankzij de ontwikkeling van samenwerkingsverbanden bij de productie en opwerking van biogas, is het mogelijk om efficiencywinst te realiseren en synergievoordelen te behalen. Een potentieel interessante optie is om lege of bijna lege kleine gasvelden aan te sluiten op deze hubs. Daardoor ontstaat opslagcapaciteit bij de productie van groen gas gedurende de zomer wanneer de gasvraag laag is, terwijl het groen gas beschikbaar is voor gebruik in de winter. De belangrijkste vraagstukken met betrekking tot invoeding lijken opgelost, mede dankzij de TKI-stimulering. Een mogelijkheid tot verhoging van de efficiency is de toepassing van groen gas hubs.

Netbeheerders zijn technisch bijna klaar voor de invoeding van Groen Gas en zien een rol bij de ontwikkeling van een biogasinfrastuur. In het TKI zijn geschikte meetsystemen, poortwachters alsmede een biogas-CV concept ontwikkeld.

Voor de lange termijn is het wenselijk om meer fundamenteel onderzoek te entameren naar combinaties van energieproductie met hoogwaardige vormen van verwaarding van de biomassa, onder andere ten behoeve van de productie van stikstof/eiwitten te behoeve van (vee)voeding.

A2. Programmalijn Groen Gas – Vergassing

De ambitie van deze programmalijn is het ontwikkelen en demonstreren van vergassingstechnologie die met een rendement van 70-75% biomassa kostenefficiënt in groen gas en/of synthesesgas kan omzetten, met als einddoel een conversietechnologie die droge biomassa- en -reststromen omzet in groen gas of synthesesgas.

Het stimuleren van de productie van SNG en ontwikkeling van vergassingstechnologie is van belang omdat dit de potentie heeft om op termijn (na 2020) grootschalige productie van duurzaam gas uit biomassa en reststromen mogelijk te maken. Hier liggen ook interessante mogelijkheden in het kader van de biobased economy (bijv. via variabele vergassingstemperaturen diverse chemische componenten produceren). Vanwege het technologiestadium ligt de focus op ontwikkeling.

Het resultaat van deze programmalijn is het optimaal benutten van droge biomassa en reststromen en met hoog rendement (70%) omzetten naar Groen Gas of synthesesgas voor de chemie. Het streven is om in 2020 de eerste twee installaties op demoschaal gereed te hebben. Met vergassing in superkritiek water (superkritische vergassing) kunnen natte stromen (RWZI-slib en natte mest) met 75% rendement worden omgezet in groen gas waarbij de mineralen in bruikbare vorm vrijkomen.

Een potentieel interessante ontwikkeling betreft Power2Gas waarbij CO₂ gebruikt kan worden voor de productie van synthetisch methaan. Voor de langere termijn het doen van fundamenteel onderzoek naar de combinatie van vergassing en hoogwaardige verwaarding van de biomassa.

Deelprogramma 1: Vergassing (thermochemische omzetting)

Dit programma is gericht op behalen van een maximaal omzettingsrendement (70%), kostenverlaging en met minimale emissies omzetten van droge biomassa en reststromen naar groen gas en/of synthesesgas voor de industrie. Er zijn vijf Nederlandse consortia actief, ook in internationaal verband. Er lopen O&O-projecten waarmee een cruciale TRL-stap kan worden gemaakt op weg naar brede toepassing en implementatie. Er is een pilotproject gericht op SNG-productie uit biomassa bij ECN gestart (i.s.m. de industrie). Het gaat hierbij om de Milena/Olga-technologie (vergassing en gasreiniging met technologie van resp. ECN en Daalman). Een eerste vergassingsdemo met een omvang in de orde grootte van 4 MW is in voorbereiding en de verwachting is dat eind 2015 realisatie in Noord-Holland zal plaatsvinden. Einddoel is een >100 MW vergasser die droge biomassastromen omzet in SNG.

Inmiddels zijn ook enkele andere partijen opgestaan die zich oriënteren op de mogelijkheden van thermische vergassing. Twee bedrijven hebben een kleinschaligere vergasser ontwikkeld voor WKK-toepassingen. Tevens richt een project zich op het gebruik van laagwaardigere en dus goedkopere biomassa.

Deelprogramma 2: Superkritische vergassing

Dit programma richt zich op het omzetten van natte stromen zoals mest in superkritiek water (300 bar, 400 graden Celsius) met een hoog rendement (75%). Er zijn drie Nederlandse consortia actief, o.m. de RWZI-sector begeleid door STOWA. Er zijn concrete projecten waarmee een TRL-stap kan worden gemaakt. Er wordt gewerkt aan twee technologieën. Het betreft technologie die ontwikkeld is bij de TU Delft en technologie van de UTwente. Beide technologieën bevinden zich in de pilotfase, aangevuld met onderzoek op specifieke onderdelen. De verwachting is dat beide technologieën kunnen worden opgeschaald. Deze technologieën zijn interessant voor natte biomassastromen. Een

waterschap heeft de investeringsbeslissing genomen om RWZI-slib m.b.v. superkritische vergassing te gaan verwerken. Het exportpotentieel is zeer groot, zeker als ook in andere EU-landen strikte mestwetgeving komt.

A3. Programmalijn Upstream Gas

De ambitie van deze programmalijn is het ontwikkelen en implementeren van innovatieve exploratie- en productietechnieken die bijdragen aan gaspositie van Nederland in 2030. Hierbij ligt de nadruk op het maximaliseren van de gasproductie uit kleine velden. De productie van de Nederlandse gasvelden (kleine velden en het Groningenveld) neemt in de komende jaren geleidelijk af. Het Upstream programma richt zich op de innovatie en technologieontwikkeling die Nederland de mogelijkheden biedt om de binnenlandse voorraden op peil te houden, door:

- levensduurverlenging van bestaande velden, dankzij verbeterde productietechnieken
- betere winningstechnieken voor reeds ontdekte maar nog niet economisch winbare velden (stranded en tight gas fields)
- verbeterde exploratietechnieken om nieuwe conventionele gasvelden te ontwikkelen
- exploratie en productie vanuit onconventionele gasvelden uit o.a. leisteen en kolenlagen

Verder is er in deze programmalijn aandacht voor innovatieve technologie ontwikkeling die de mogelijke negatieve impact van gaswinning op de leefbaarheid en het milieu kan verminderen. Hierbij ligt de focus op geomechanische effecten ten gevolge van gaswinning (bodemdaling en beweging) en emissiereductie (naar water en lucht). In dit programma wordt ook in toenemende mate gekeken naar de sociale impact van gaswinning, in het bijzonder in relatie tot onconventionele bronnen.

Het resultaat van deze programmalijn is de beschikbaarheid van nieuwe technieken waarmee meer (commercieel) gas uit bestaande kleine velden kan worden geproduceerd, meer nieuwe gasvelden worden gevonden, en op een goedkopere en veilige, maar tevens verantwoordelijke en maatschappelijk geaccepteerde wijze gas uit moeilijk winbare gasvelden kan worden geproduceerd.

Binnen Upstream Gas zijn de afgelopen 4 jaar verschillende projecten gerealiseerd die bijdragen aan de programmadoelstelling, zowel in de discovery als de development fase. Dit geldt op exploratieniveau (bijv. een groot exploratieproject op de Noordelijke Noordzee dat nieuwe inzichten heeft gecreëerd) en op productieniveau (bijv. reductie van zoutneerslag in putten, schuimmiddelen in putten, enhanced gas recovery). Ook zijn er projecten m.b.t. tough gas (moeilijk te winnen aardgas) gerealiseerd. Met name TU Delft, TU/e en Universiteit Utrecht voeren deze projecten uit. In totaal heeft het Upstream Gas consortium 20 projecten in haar portefeuille. 9 TKI-toeslagprojecten zijn in de opstartfase.

Door de projecten uit de eerste ronde is er bij de operators veel interesse ontstaan in innovatieve oplossingen die door een aantal van hen (o.a. Wintershall, Total, GdF, NAM) in de praktijk (pilots) worden gebracht. Tijdens de uitvoering van deze projecten zijn diverse aanvullende ideeën ontstaan om de generieke uitdagingen in de sector op te pakken. Deze ideeën worden verwerkt in nieuwe projectvoorstellen, die vaak als opvolger van lopende projecten kunnen worden gestart, soms met nieuwe partners. Er is ook veel interesse voor het universiteitsprogramma 2F2S waar 3 universiteiten samenwerken met 5 aio's aan kennisopbouw voor tough gas ontwikkeling. Het programma heeft geleid tot een intensieve samenwerking tussen kennisinstellingen en bedrijven in een breed en sterk consortium.

Deelprogramma 1.1: Productieoptimalisatie van bestaande velden

Dit deelprogramma richt zich op productieoptimalisatie en levensduurverlenging van bestaande velden. Concrete doelstelling is het maximaliseren van de hoeveelheid gewonnen gas uit bestaande velden en het reduceren van de productiekosten. Dit programma kent 3 onderdelen:

- Productie- en reservoir management, gericht op optimalisatie van de productie van gas uit bestaande velden via diverse ingrepen;
- Faciliteiten en infrastructuur, gericht op verlenging van de levensduur van faciliteiten en kostenreductie ervan;
- Veilige en betrouwbare operaties: de focus ligt hierbij op veiligheid en betrouwbaarheid van gaswinning met als randvoorwaarden een acceptabele impact op het milieu en de leefomgeving.

De verwachting is dat de gaswinning uit bestaande velden met 5-10% kan worden verhoogd. Door kostenreductie en hergebruik en integratie met offshore duurzame energie kan de levensduur van infrastructuur met tenminste 5 jaar worden verlengd.

Deelprogramma 1.2: Exploratie from Mature Basins

Dit programma richt zich op de exploratie van conventionele en onconventionele bronnen, zoals de veilige winning uit moeilijk winbare velden (o.a. laag-permeabele zandsteen en schaliegas). Het doel is het verhogen van het exploratiesucces en het verlagen van de exploratierisico's. Het programma onderscheidt 3 onderdelen:

- 'New play concepts', gericht op het vinden van nieuwe gasbronnen in de Nederlandse bodem;
- Kansen in 'proven plays' waarbij door betere technieken nieuwe velden kunnen worden geëxploreerd in bestaande gebieden;
- Geofysische exploratietechnieken, gericht op het ontwikkelen van betere exploratietechnieken

Dit programma richt zich op een verwacht productiepotentieel van ruim 300 BCM voor conventioneel gas en 600BCM voor onconventioneel gas.

A4. Programmaliijn Small scale LNG

De ambitie van de programmaliijn Small Scale LNG is de inzet van 1 BCM (miljard m³) aardgas in de vorm van LNG als transportbrandstof in het zwaar transport en de binnenvaart in 2020, 3-4 BCM in 2030 en 5 BCM in 2050. Om de introductie van LNG te laten slagen, is het noodzakelijk om op de volgende terreinen innovaties te blijven stimuleren: kostenreductie van de technologie en reductie van de emissies (zoals methaanslip). Daarnaast zijn aanpalende maatregelen nodig, zoals aanpassingen van wet en regelgeving en fiscale maatregelen t.b.v. marktintroductie. Zonder deze mix aan maatregelen zal de doelstelling niet worden bereikt. De programmaliijn LNG is sterk verbonden aan het Nationale LNG Platform en de Green Deal LNG met als gewenste resultaten: 50 zeeschepen, 50 binnenvaartschepen en 5000 trucks die LNG als brandstof gebruiken in 2018. De huidige stand (2015) is dat ca. 3 binnenvaartschepen, 3 zeeschepen en 220 trucks LNG als brandstof inzetten.

Het realiseren van deze ambitie levert een positieve bijdrage aan milieu (luchtkwaliteit en geluid), klimaat (CO₂) en economie. LNG in de scheepvaart- en transportsector levert een reductie van de CO₂-emissies op van 10%- 20%. In 2020 en 2030 wordt de bijdrage aan de CO₂-emissiesreducties geschat op respectievelijk 0,2 en 0,8 Mton. Voorts worden de emissies van NO_x, SO_x en fijnstof met 80-95% verlaagd en worden geluidsemissies (m.n. in het wegtransport) fors gereduceerd. CO₂-emissies kunnen verder worden verlaagd door het gebruik van bio-LNG. De inzet van groen gas als

transportbrandstof voor sectoren die geen CO₂-neutraal alternatief hebben (zoals binnenvaart en zwaar wegtransport) heeft de grootste toegevoegde waarde voor het zowel het klimaat als economie. De inzet op LNG creëert voor Nederland een voorsprong in NW-Europa. Uit berekeningen van PWC ten behoeve van de Green Deal Rijn en Wadden blijkt dat De invoering van LNG als alternatieve brandstof voor wegtransport, binnenvaart en kustvaart kan tot 2030 leiden tot 2,7 miljard euro extra economische groei en 8000 arbeidsjaren. De ontwikkeling van LNG is daarmee van strategisch belang voor de Nederlandse transportsector. Het biedt Nederland kansen om de positie als gasrotonde te versterken en investeringen en werkgelegenheid te genereren.

In de periode 2012-2014 zijn 22 projecten gesubsidieerd: 2 projecten op het gebied van instrumentatie en meetstandaardontwikkeling, 6 projecten op het gebied van veiligheid en risicobeheersing, 6 projecten die zich richten op aandrijftechnologie en 8 projecten die zich richten op technologie voor LNG-toelevering. Daarnaast is een Nationaal veiligheidsprogramma opgezet waarin de belangrijkste knelpunten ten aanzien van wet- en regelgeving worden geadresseerd en is een dialoog opgestart met NGO's met als doel om te komen tot een breed gedragen visie omtrent de grootschalige introductie van LNG als schone brandstof voor scheepvaart en wegverkeer. Deze beide projecten zijn gefinancierd met TKI-toeslag.

Deelprogramma 1: Technologie voor LNG-toelevering

Dit deelprogramma richt zich op emissiereductie, prestatieoptimalisatie en verbetering van de kosteneffectiviteit van systemen voor de bevoorrading van LNG, incl. verduurzaming (bio-LNG). Een belangrijk thema voor de komende jaren is de technologie voor LNG-toelevering. Daarbij staan emissiereductie, vergroening van LNG inclusief crossovers met Groen Gas, en kostenreductie van de LNG-keten centraal.

Deelprogramma 2: LNG-aandrijftechnologie

Dit deelprogramma richt zich op de ontwikkeling van schonere en efficiëntere motor(control)systemen en nabehandeling van uitlaatgassen voor schepen, vrachtauto's en andere zwaar transporttoepassingen. Er ligt een innovatie-uitdaging m.b.t. de verdere ontwikkeling van schone en betaalbare (retrofit) systemen voor de scheepvaart. Hierbij is vooral de reductie van methaanslip een aandachtspunt. Voorts is er aandacht voor het gebruik van LNG in nieuwe toepassingen zoals dieseltreinen, luchtvaart en walstroom.

Deelprogramma 3: Veiligheid en risicobeheersing

Dit deelprogramma is gericht op het wegnemen van belemmeringen in wet en regelgeving op het gebied van veiligheid, risicobeheersing en standaardisatie voor de grootschalige introductie van LNG. Dankzij de lopende projecten worden de belangrijkste knelpunten ten aanzien van de veiligheid opgelost, zoals risicomodellen, veiligheidsafstanden, en veiligere materialen zoals tanks en slangen. Tijdens de lopende onderzoeken zijn nieuwe vragen gerezen die in de komende tijd worden opgepakt.

Deelprogramma 4: Instrumentatie- en meetstandaardontwikkeling

Dit programma richt zich op het verlagen van de kosten van de LNG-keten en bevorderen van de maatschappelijke acceptatie van LNG. Er zijn twee grote projecten gehonoreerd voor de ontwikkeling van flowmeters, kalibratie en samenstellingsmetingen. Dit is een belangrijke randvoorwaarde voor

de ontwikkeling van de LNG-keten. De ambitie is om in 2015 een Europese kalibratiefaciliteit te realiseren in Nederland.

A5. Programmalijn CCUS

De ambitie van deze programmalijn is brede toepassing van CCUS in de periode 2020/2025 mogelijk te maken door (1) het ontwikkelen van de benodigde (toegepaste) kennis, en (2) het ondersteunen van CCUS-demonstratie- en pilotprojecten bij innovatievragen, bijvoorbeeld ondersteuning aan het geplande ROAD-project. CCS, waar mogelijk gecombineerd met hergebruik van CO₂, zal op basis van de gangbare energiemogelijkheden op de middellange termijn ca. 20% van de benodigde CO₂-emissiereductie voor zijn rekening moeten nemen. De programmalijn is gebaseerd op het (deels) wegnemen van hindernissen die de hele CCUS-keten betreffen (afvang, gebruik, transport, opslag). Oplossingen worden benaderd vanuit technologisch, economisch, maatschappelijk en/of juridisch perspectief.

Het CCUS onderzoeksprogramma zal in de komende jaren vorm worden gegeven via deelname van Nederland aan een internationale ERANET CCS (ACT). De ambities van de programmalijn CCUS vallen goed samen met de scope van de activiteiten zoals voorgenomen onder ACT. De bundeling van Europese CCS activiteiten binnen ACT voorkomt dat vertraging in de uitrol van CCS binnen individuele lidstaten leidt tot vertraging in de kennisopbouw omtrent CCS. Het leidende Nederlandse consortium hierbij is CATO, een samenwerkingsverband waarin sinds bijna 10 jaar door de Nederlandse industrie en kennisinstellingen samen wordt gewerkt aan CCUS.

In de CCS-visie, die als onderdeel van de Energie visie naar verwacht 4^e kwartaal 2015 wordt gepubliceerd, wordt naast de noodzaak de Nederlandse kennispositie te behouden door het inzetten van nieuwe R&D middelen, ook gewezen op de noodzaak om te komen tot een geactualiseerd transport- en opslagplan. In dit plan zullen de voornaamste belemmeringen met betrekking tot het transport en de opslag van CO₂ worden benoemd. Voor zover deze belemmeringen betrekking hebben op een mogelijk kennishiaat, is adressering binnen deze programmalijn CCUS voor de hand liggend.

In 2014 is binnen de programmalijn CCUS op basis van SMO-financiering gewerkt aan onderzoek m.b.t. nieuwe generatie scheidingstechnologie (CO₂-afvang), lange termijn CO₂-opslag en monitoring, en hergebruik van CO₂ (inzet t.b.v. algen en EOR/EGR). Voorts wordt de TKI-toeslag (toegekend in 2013) ingezet in een programma met onderwerpen op de gebieden communicatie, opslag (vraag- en antwoordschema m.b.t. diverse CO₂-opslagelementen), afvang (SEWGS – ontwikkeling van het technologieplatform), CCS voor industriële toepassingen, scheepstransport van CO₂, CO₂ reservoirintegriteit (clay swelling effects) en innovatieve tracerinjectie (K12-B), en vraagstukken op het terrein van de wet- en regelgeving.

Het resultaat van deze programmalijn is drieledig, te weten het ontwikkelen van oplossingen voor:

- technische, economische, en maatschappelijke barrières zoals herkend bij de uitvoering van CCUS pilots en demo's;
- kostenverlaging en inzicht in de veiligheid van afvang, transport en opslag;
- de toepassing van CO₂ (hergebruik).

Deelprogramma 1: CO2-afvang

Dit programma is gericht op technologieontwikkeling voor CO2-afvang het en demonstratierijp maken van afvang t.b.v. toepassing in gasgestookte en kolengestookte centrales, in de chemische industrie, in raffinaderijen en staalfabrieken. Voorbeelden zijn chemical looping, nieuwe absorptieconcepten en pre-combustion capture.

Deelprogramma 2: Toepassing/hergebruik van CO2

De focus van dit deel is op technologieontwikkeling en demonstratie die toepassing en hergebruik van CO2 mogelijk maken. Voorbeelden zijn biologische en chemische conversie, mineralisatie en enhanced hydrocarbon production (EGR, EOR).

Deelprogramma 3. Transport, Opslag, verificatie, monitoring en veiligheid

Dit onderdeel richt zich op technologieontwikkeling en demonstratierijp maken van transport, opslag, incl. verificatie, monitoring en veiligheid. Opties zijn opslag in aquifers en (bijna) lege gasvelden.

Voor een uitgebreid overzicht van het CATO-programma is de website beschikbaar: www.CO2-CATO.nl.

Bijlage B Samenvatting van het topsectorbrede thema **Systeemintegratie**

Het programma systeemintegratie kent de volgende uitgangspunten.

- Het programma richt zich op het verschaffen van inzicht in de mogelijkheden, kansen en knelpunten inzake de integratie in het energiesysteem en/of het verkennen (via studies), ontwikkelen, testen en demonstreren van producten en diensten daarvoor.
- Voor technologieprojecten geldt dat naast technologieontwikkeling, de economische, institutionele en maatschappelijke aspecten uitgebreid dienen te worden geadresseerd om in een vroeg stadium knelpunten te kunnen identificeren en oplossingsrichtingen te formuleren die noodzakelijk zijn om de technologieën of diensten succesvol te kunnen toepassen. Hierbij valt te denken aan het benodigde marktmodel, de benodigde aanpassingen m.b.t. beleid en regelgeving, potentiële maatschappelijke issues, etc.
- In navolging van het vorige punt, geldt voor technologieprojecten ook dat moet worden aangegeven welke diensten de technologie gaat verlenen, zoals vraagrespons, tijdelijke opslag, balanshandhaving, frequentiestabiliteit, etc. Dit verdient nadrukkelijk en zorgvuldig adressering.
- De producten en diensten dienen als onderdeel van de waardeketen te worden beschouwd. Dat betekent dat duidelijk moet worden gemaakt waar afhankelijkheden zitten of waar sprake is van beïnvloeding, zodat deze zichtbaar zijn en kunnen worden geadresseerd.
- Onderwerpen die reeds door bestaande TKI's worden geadresseerd en waarvoor een programma(lijn) bestaat, worden niet opgenomen in dit programma. Onderwerpen die op lokaal, decentraal niveau spelen ('achter de meter') en die met systeemintegratie te maken hebben, worden onder het thema IDEEGO geschaard omdat dit thema's zich op dit speelveld richt. Daarmee is de 'hosting' van thema's consistent en is er één aanspreekpunt.
- De tijdshorizon die bij dit thema hoort, is globaal als volgt:
 - a. de periode tot 2023 waarbij opties bijdragen aan realisatie van het energieakkoord. Deze opties bevinden zich meestal in de hogere TRL's³ (6/7 tot 9) en kunnen in de komende jaren tot volle wasdom komen;
 - b. de periode 2023-2030, waarbij nu opties ontwikkeld worden die in de genoemde periode tot grootschalige implementatie komen. Deze opties bevinden zich grotendeels in de midden TRL's (4-7);
 - c. de periode 2030-2050 waarbij het meestal om nieuwe concepten gaat in de lagere TRL's (2-5) waarvoor gedegen fundamenteel onderzoek nodig is. Deze oplossingen worden in overleg met NWO geadresseerd zodat fundamentele onderzoeksprogramma's ruimte kunnen geven aan deze opties (via specifiek daarvoor opgezette NWO-programma's, zoals URSES, ESI-Pose en Solar fuels).
- Naast de technische kant m.b.t. oplossingen, liggen belemmeringen vaak aan de institutionele kant. Dit wordt verderop in deze notitie geadresseerd.

Op basis van alle informatie komen de onderstaande onderwerpen/concepten als kansrijk naar voren:

- Power2X (conversie van elektriciteit naar chemische grondstoffen, gasvormige en vloeistofvormige energiedragers, warmte, stoom en koude);
- Energieopslag en daarvoor benodigde managementsystemen;

³ TRL: Technology Readiness Level

- Oplossingen inzake vraagrespons die op decentraal niveau ('achter de meter') spelen.

De eerste twee onderwerpen spelen vooral op regionaal en nationaal (of zelfs internationaal) niveau, vaak op relatief grote schaal wanneer implementatie plaatsvindt. Het derde onderwerp speelt op lokaal niveau (gebouw, wijk) en kan bij implementatie vanwege de grote aantallen een zeer significante invloed hebben.

Bovenstaande opsomming betekent niet dat het thema systeemintegratie inhoudelijk en qua programmering 'een gelopen race is'; daarvoor is meer verdieping in de materie noodzakelijk, onder meer omdat de rapportages elkaar op sommige onderdelen tegenspreken. De tendens is echter dat we hiermee de meest kansrijke opties te pakken hebben die de moeite waard zijn om mee aan de slag te gaan. Het doen van meer verdiepende studies is daarbij niet de weg om een antwoord op onze vragen te vinden. Het voorstel is veeleer om in overleg met het ecosysteem te bekijken waar zij onderbouwd kansen zien en hoe die gerealiseerd kunnen worden. Hieronder worden deze onderwerpen nader toegelicht.

4.1 Power2X

Bij power2x wordt elektriciteit omgezet in een chemische grondstof, een gasvormige of vloeistofvormige energiedrager, warmte, stoom en/of koude. Er is sprake van technologie die elektriciteit als input heeft en deze gebruikt voor de directe of indirecte conversie in een andere vorm. Bij lage elektriciteitsprijzen kan een vraag naar elektriciteit worden gecreëerd en omgekeerd kan de specifieke vraag worden afgeschakeld als de elektriciteitsprijs te hoog wordt voor een bepaalde toepassing (demand response). Het conversieproces dient hiervoor flexibiliteit te hebben zodat snel kan worden gereageerd op prijsspraken m.b.t. elektriciteit. Dat kan op twee manieren:

1. de technologie is geschikt voor snel en frequent op- en afschakelen;
2. de technologie is een dual-fuel optie waarbij geschakeld kan worden tussen de inzet van elektriciteit en een andere brandstof (zoals aardgas).

Het Power2X-concept kan toegepast worden bij eindgebruikers en als koppeling tussen infrastructuren, zoals elektriciteit en stoom- of gasnetwerken, waarbij toegang door derden een voorwaarde is. In tegenstelling tot energieopslag is het meestal niet de bedoeling om later weer direct elektriciteit te produceren; er zijn uitzonderingen zoals de omzetting van elektriciteit in waterstof die in het aardgasnet wordt geïnjecteerd en later voor elektriciteitsopwekking wordt ingezet (indirecte route).

Er zijn veel verschillende processen mogelijk. Hieronder schetsen we de op dit moment voor Nederland meest kansrijk geachte mogelijkheden.

- **Power2Products**

Power2Products (of Power2Chemicals) betreft de omzetting van elektriciteit in waardevolle chemische componenten of de inrichting van specifieke productieprocessen die gebruik kunnen maken van elektriciteit en een andere brandstof (dual fuel, meestal gas). Variaties in het aanbod van duurzame elektriciteit doen zich voor op verschillende tijdschalen. Voor de industrie zijn variaties m.b.t. kwartieren, enkele uren en enkele dagen het meest interessant. Elektrisch gedreven ovens zoals gebruikt bij bijvoorbeeld de productie van siliciumcarbide kunnen op kwartierbasis aan en uit worden gezet. Voor bijvoorbeeld sproeidroogprocessen is dit veel lastiger en kan hooguit op de variatie in meerdere uren/dagen geanticipeerd worden. Door processen modulair en schakelbaar te

maken, kunnen zij inspelen op deze variaties. In de aanpak worden verschillende sectoren onderscheiden met elk hun eigen specifieke kansen en mogelijkheden en hun eigen innovatieaanpak. Soms gaat het om bewustwording en kennisopbouw, dan wel kostprijsverlaging van apparaten en componenten, het ontwikkelen van totaal nieuwe proces en apparaatconcepten of het slechten van niet technologische barrières.

In de volgende sectoren liggen kansrijke opties:

- **Metaalindustrie:** Voor het productieproces van aluminium en een aantal andere onedele metalen wordt elektriciteit gebruikt. De productie van ijzer kan ook elektrochemisch plaatsvinden en is zeker i.c.m. urban mining een mogelijkheid om ijzer duurzaam te produceren. In de metaalrecycling liggen kansen voor een circulaire economie gedreven door duurzame elektriciteit.
- **Chemie:** Kansen liggen in de transitie van thermisch gedreven reacties naar elektrochemisch gedreven reacties. In de chemie worden vaak hoge temperaturen gebruikt om endotherme reacties te drijven of om activeringsenergie te overwinnen. Electrochemie i.c.m. slimme katalyse kan mogelijk hier als alternatief dienen. Ook procesintensificatie (piston reactors, microreactors, etc.) bieden mogelijkheden voor elektrisch gedreven processen. Een voorbeeld is de elektrochemische productie van NH₃. Door nieuwe katalyse en nieuwe chemie zijn er kansen voor het (gedeeltelijk) vervangen van het fossiel gedreven Haber-Bosch proces. Door de duurzame productie van ammoniak kan de complete agrofood-keten (kunstmest) 40% duurzamer worden en zijn er kansen voor energieopslag in de energiesector (ammoniak als brandstof/waterstofopslag).
- **(Agro) food industrie:** Belangrijke energievragende processtappen binnen deze industrie zijn verwarmen en koelen, sterilisatie en pasteurisatie, drogen en ontwateren, scheiden en emulsificatie. Voor al deze processtappen zijn geëlektrificeerde alternatieven te identificeren, die een rol kunnen spelen in een duurzame industrietak.
- **Industrial Utilities:** Momenteel is de energievoorziening van de procesindustrie vrijwel volledig uitgelegd op het gebruik van fossiele brandstoffen, met name voor de productie van proceswarmte, en niet ingericht op volgen van de vraag van flexibele productieprocessen. Warmteproductie vindt vaak plaats in wkk-installaties. In principe zijn geëlektrificeerde alternatieven mogelijk maar ontbreekt het aan inzicht. Zo kan bijvoorbeeld door de inzet elektrisch gedreven warmtepompen op veel plaatsen laagwaardige warmte omgezet worden in proceswarmte. Hiervoor is de ontwikkeling van effectieve warmtepompen met een groot temperatuurbereik een belangrijke asset
- **Power2Hydrogen (waterstof)**

Met Power2Hydrogen wordt de omzetting van elektriciteit in waterstof via elektrolyse of plasmolyse bedoeld. De geproduceerde waterstof kan rechtsreeks worden ingezet als grondstof voor de industrie (Power2Products) of in het vervoer (waterstofmobiliteit). Waterstof kan ook aan het gasnet toegevoegd worden waarmee het aardgas wordt gedecarboniseerd. De hoeveelheid waterstof die kan worden bijgemengd is echter nog beperkt (momenteel tot 0,02%). Elektrolyse wordt reeds commercieel toegepast in basislast (TRL8/9), echter nog niet in de functies die met flexibiliteit te maken hebben. Plasmolyse bevindt zich nog in het fundamentele onderzoekstadium (TRL3/4). Onderzoeksvragen concentreren zich op kostprijsverlaging van de conversietechnologie, het gebruik van goedkope, niet-schaarse materialen, flexibele inzet (de snelheid van op- en afschakelen en de gevolgen daarvan op de technologie) en ketenintegratie.

- **Power2Steam (stoom)**

Deze optie betreft de omzetting van elektriciteit in hoogwaardige warmte of processtoom. Omdat de warmte-stoomcombinatie vaak wordt toegepast in de industrie, wordt deze optie onder Power2Products meegenomen.

- **Power2Heat (laagwaardige warmte)**

Voor Power2Heat op lagere temperatuurniveaus liggen op gebouw- en wijkniveau interessante mogelijkheden, bijvoorbeeld via warmtebatterijen. Andere opties zijn hybride (stads)verwarmingsconcepten, bijvoorbeeld op basis van industriële restwarmte en/of geothermie, mede gevoed door elektrisch en gas aangedreven technologie.

- **Power2Cold (koude)**

De productie van koude via de inzet van elektriciteit kan zowel in de gebouwde omgeving als in de industrie plaatsvinden. Omdat er in principe zelden sprake is van 'restkoude' wordt deze optie voor de gebouwde omgeving niet als kansrijk ingeschat. Toepassing van koude in de industrie is wel een kansrijke optie en wordt reeds toegepast, bijvoorbeeld in koelhuizen. Deze opties zijn echter al behoorlijk goed ontwikkeld en worden reeds toegepaste (TRL7-8).

4.2 Energieopslag incl. managementsystemen

Energieopslag betreft opslag van elektriciteit die later ook weer als elektriciteit beschikbaar komt (dit in tegenstelling tot Power2X waarbij de elektriciteit 'verdwijnt' in een ander product). Voorbeelden van elektriciteitsopslag zijn oa. opslag in batterijen of in samengeperste lucht. Alleen technologieën waarbij er zicht is op nieuwe bedrijvigheid in Nederland komen in aanmerking. De integratie van deze technologieën in en de interactie met volwaardige systemen (de interfaces) komen wel in aanmerking voor subsidie. Voorwaarde is dat producten en hiermee samenhangende diensten kansrijk moeten zijn voor de BV Nederland en zich richten op de integratie in het energiesysteem, het creëren van flexibiliteit en daarmee samenhangende diensten, en/of het realiseren van een kostprijsverlaging. Daarbij kan gedacht worden aan de koppeling in industriële smart grids en regionale balancerings.

Opslag is een onderwerp dat veel discussie oproept, in die zin dat er notoire voor- en tegenstanders zijn, waarbij de vraag open blijft op welke termijn opslag noodzakelijk wordt, dan wel wanneer er business cases ontstaan en de marktomstandigheden zodanig zijn dat opslag rendabel wordt. Omdat de meningen daarover uiteen lopen en er geen uitsluitsel te geven, wordt opslag als thema meegenomen. Zoals straks zal blijken, moeten projecten echter nadrukkelijk de marktkansen in kaart brengen zodat duidelijk wordt op welke termijn en onder welke condities energieopslag kansrijk is.

4.3 Flexibiliteit aan de vraagkant via demand response op decentraal niveau

Hierbij valt te denken aan diensten en producten 'achter de meter', op decentraal/lokaal niveau. Ontwikkeling van diensten en systeemintegratie-oplossingen 'achter de meter' op basis van commercieel beschikbare technologie (zoals vliegwielen en Li-ion batterijen t.b.v. de balanceringsmarkt) of nog door te ontwikkelen technologie gebaseerd op typisch Nederlandse sterkten (zoals de 'warmtebatterij'). Ook de koppeling en integratie met bijvoorbeeld elektrisch vervoer op lokaal niveau valt hieronder.

Bijlage C Beschrijving van cross-overs met andere topsectoren

C1. Cross-over TKI Gas (Topsector Energie) en TKI Tuinbouw (Topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen)

Cross-over TKI Tuinbouw en TKI Gas (programmaliijnen Groen Gas, CCUS en Upstream Gas) gericht op de toelevering en het hergebruik van CO₂.

De glastuinbouwsector heeft met de overheid in 2012 afgesproken de totale CO₂-emissie tot 2020 te reduceren met 20% tot 6,2 Mton. In het SER Energieakkoord staat de glastuinbouwsector voor 11 PJ energiebesparing aan de lat. Het programma Kas als Energiebron dat gedeeltelijk binnen de Topsector tuinbouw en uitgangsmaterialen wordt uitgevoerd, werkt hard om deze doelen te realiseren.

De externe toevoer van CO₂ is een belangrijke randvoorwaarde voor energieverduurzaming in de glastuinbouwsector. Planten hebben CO₂ nodig voor een optimale groei. Veel tuinbouwbedrijven doseren daarom extra CO₂ in de kassen. Meestal wordt hiervoor rookgas uit de Warmte Kracht Koppeling (WKK) of de ketel gebruikt. Door energieverduurzaming via met name energiebesparing en de toepassing van rest- en aardwarmte dreigt er een tekort aan externe CO₂ voor de glastuinbouw en daarmee een rem op de energieverduurzaming. De glastuinbouwsector is daarom hard op zoek naar externe CO₂ bronnen. Daarbij wordt met name gekeken naar CO₂ dat vrij komt bij de opwerking van biogas naar groen gas, CO₂ uit de chemische industrie en uit rookgassen van energiecentrales en lange termijn buffering van CO₂. Deze CO₂ gaat normaal gesproken de atmosfeer in en kan dus hergebruikt worden in met name de glastuinbouw. Met het hergebruik van CO₂ kunnen groen gas producenten en energiecentrales hun business case mogelijk vergroten en er is sprake van een nadrukkelijk belang in het kader van maatschappelijk verantwoord ondernemen.

Binnen de Topsector Energie werkt het TKI Gas onder meer aan de productie van groen gas (Groen Gas Vergisting), gasexploratie en –productie (Upstream Gas), afvang, opslag en hergebruik van CO₂ (CCUS). Er lijken mogelijkheden te liggen om een koppeling te maken tussen de behoefte aan CO₂ in de tuinbouw en de beschikbaarheid van CO₂ via:

- de inzet van CO₂ dat vrijkomt tijdens de opwerking van biogas (CH₄/CO₂-mengsel) tot groen gas;
- hergebruik van CO₂ die in de industrie of bij energieopwekking via rookgassen beschikbaar komt;
- gebruik van CO₂ uit kleine gasvelden met CO₂-rijk aardgas, of het gebruik van ‘lege’ kleine gasvelden voor CO₂-opslag.

Belangrijke onderzoeksvragen liggen op het terrein van de ‘matching’ van de verschillende schaalgrootten en vraag en aanbod over het seizoen, de inrichting en optimalisatie van de benodigde infrastructuur (zoals de koppeling met CO₂-netwerken), de gewenste/vereiste kwaliteit van de CO₂, en de maatschappelijke acceptatie en veiligheid.

Een belangrijke innovatierichting ligt in de ontwikkeling van andere en betere (lees goedkopere) CO₂-afvangtechnieken. Dit geldt zowel voor de opwerking van biogas naar groen gas als bij de afvang van CO₂ uit rookgassen in de industrie en bij energiecentrales.

C2. Cross-overs tussen TKI Gas (Topsector Energie) en TKI Maritiem (Topsector Water)

A. Thema's: Upstream Gas en CCUS (TKI Gas), Winnen op Zee (TKI Maritiem) en TKI Wind op Zee

Het TKI Maritiem van de Topsector Water richt zich via haar programma Winnen op Zee op technologische oplossingen om op zee energie en grondstoffen te winnen. De mondiale markt bedraagt enkele tientallen miljarden euro's en groeit. Nederland heeft een sterke positie in de waterbouw, de scheepvaart en de offshore en blinkt uit in operaties op de bodem van de zee en in winning van olie, gas en duurzame energie op zee. Het TKI Gas richt zich via de programmalijnen Upstream Gas en CCUS op respectievelijk het exploreren en produceren van gas uit kleine velden en de offshore opslag van CO₂.

Er liggen mogelijkheden om de kennis die met diverse offshore operaties is opgedaan, in te zetten voor het ontwikkelen en beheren van nieuwe activiteiten die in de komende jaren grootschalig van aard zullen worden, zoals de ontwikkeling van het offshore windpotentieel en de offshore-opslag van CO₂ in bijvoorbeeld lege gasvelden. Hier liggen niet alleen technische vragen, maar ook vragen op het terrein van HCA, veiligheid, duurzaamheid en maatschappelijke acceptatie. Daarom ligt een gezamenlijke aanpak voor de hand. Centrale vraagstukken richten zich op de inrichting van de Noordzee zodat diverse activiteiten goed naast elkaar passen, synergievoordelen m.b.t. beheer, onderhoud, veiligheid, HCA en maatschappelijke acceptatie.

B. Thema's: Small Scale LNG (TKI Gas) en Schone Schepen (TKI Maritiem)

Schone Schepen worden met de toenemende maatschappelijke druk steeds belangrijker. Er worden verschillende opties onderzocht en gebouwd met betrekking tot brandstofbesparing, emissieverlaging en materiaalbezuiniging. Verschillende alternatieve brandstoftoepassingen worden bekeken en getest, wat leidt tot commercialisering. Geluidreductie onder en boven water valt onder dit thema. En de 'schoon falen' en 'end-of-life' aspecten mogen zeker niet vergeten worden.

Het TKI Gas richt zich met haar programmalijn Small Scale LNG op het verduurzamen van het transport, met name de kust-, short sea- en binnenvaart. Er lijken goede mogelijkheden te liggen om aansluiting te zoeken met de internationale scheepvaart om tot een integrale keten te komen die synergievoordelen biedt voor alle spelers. Dit heeft onder meer betrekking op de in te richten infrastructuur, aanlanding, opslag en toepassing.

C3. Cross-over TKI Logistiek (Topsector Logistiek) en TKI Gas (Topsector Energie)

Het TKI Gas kent verschillende programmalijnen die zich lenen voor samenwerking met het TKI Logistiek:

- Small Scale LNG: deze programmalijn richt zich op het introduceren van LNG (vloeibaar aardgas) als schone brandstof voor het zwaar wegvervoer en de scheepvaart, zoals de binnenvaart en kustvaart.
- CCUS: deze programmalijn behelst de afvang en opslag van CO₂, inclusief eventueel hergebruik in bijvoorbeeld de tuinbouw of de industrie.
- Groen Gas Vergisting: productie van bio-LNG t.b.v. mobiliteit.

De cross-overs met het TKI Logistiek (o.a. de roadmap synchromodaliteit) liggen op de volgende vlakken:

- Optimalisatie van de logistieke configuratie m.b.t. het opzetten en uitrollen uitrol van een LNG-infrastructuur, zowel nationaal als internationaal, incl. de bunkering van LNG en de wijze waarop dit kan worden ingericht. Daarnaast speelt de interactie tussen grootschalige aanwending van LNG t.b.v. energieopwekking versus de relatief kleinschalige (break bulk) toepassing in de mobiliteit, waarbij de wederzijds beïnvloeding en synergie relevant is.
- De rol van bio-LNG voor mobiliteit in relatie tot de lokale/regionale/nationale beschikbaarheid en de totale beschikbaarheid t.b.v. verduurzaming van de mobiliteit. Hier ligt ook een verbinding met het thema circulaire economie.
- Vraagstukken rond de transitie van LNG als nieuwe energiedrager voor mobiliteit naar waterstof in de toekomst en de mogelijkheden om daar qua infrastructuur rekening mee te houden (geen lock-in creëren).
- Inrichting van de logistiek t.b.v. CO₂. Dit betreft zowel vloeibare als gasvormige vorm. De keuze tussen een leidinginfrastructuur, bijvoorbeeld voor offshore opslag, en de inzet van schepen indien sprake is van relatief kleine hoeveelheden CO₂ staat hier centraal, evenals de op- en overslag van CO₂.