

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

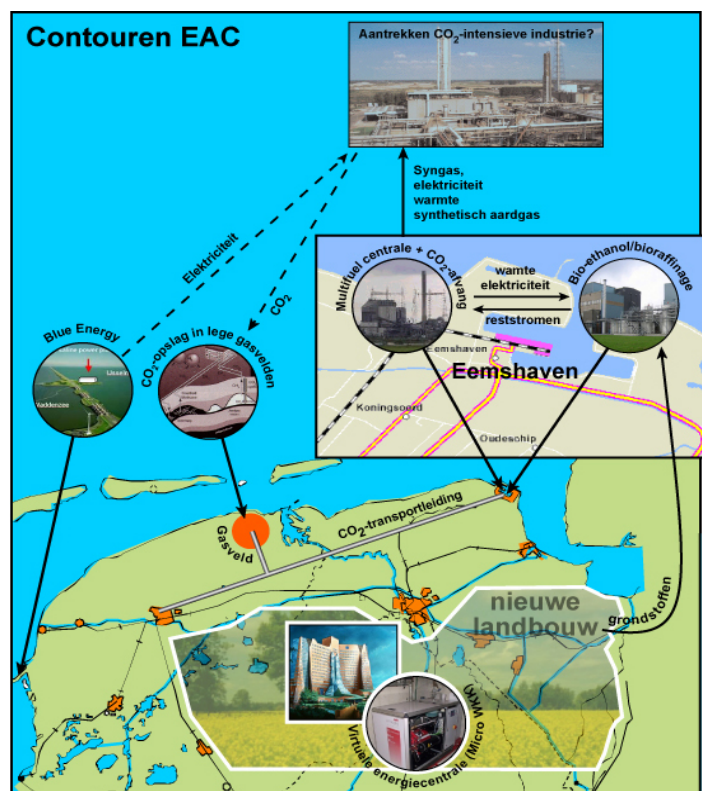
website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

Het Energie Agri Cluster voor het Transitie Alternatief (EAC)

In het kader van het
Zuiderzeelijn project



Rapport

Delft, maart 2006

Opgesteld door: G.C. (Geert) Bergsma
H.J. (Harry) Croezen
M.J. (Martijn) Blom
F.J. (Frans) Rooijers



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

G.C. (Geert) Bergsma, H.J. (Harry) Croezen, M.J. (Martijn) Blom,
F.J. (Frans) Rooijers
Het Energie Agri Cluster voor het Transitie Alternatief
In het kader van het Zuiderzeelijn project
Delft, CE, 2006

Energievoorziening / Duurzame energie / Bedrijven / Samenwerking / Locaties /
Havens / Economische factoren / Werkgelegenheid / Milieu

Publicatienummer: 06.8217.13

Alle CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Opdrachtgever: Projectteam Zuiderzeelijn, Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Geert Bergsma.

© copyright, CE, Delft

CE

Oplossingen voor milieu, economie en technologie

CE is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.

CE-Transform

Visies voor duurzame verandering

CE-Transform, een business unit van CE, adviseert en begeleidt bedrijven en overheden bij veranderingen gericht op duurzame ontwikkeling.

De meest actuele informatie van CE is te vinden op de website: www.ce.nl.

Dit rapport is gedrukt op 100% kringlooppapier.

Voorwoord

Voor u ligt rapportage over de energie en agri onderdelen van het transitiealternatief voor de Zuiderzeelijn. Dit plan is in zeer korte tijd met hulp van vele betrokkenen tot stand gebracht. We hebben een samenhangend pakket proberen samen te stellen dat ook als combinatie meerwaarde biedt. Een pakket gericht op de toekomst voor een betaalbare, betrouwbare en duurzame energievoorziening. Toch is er nog veel discussie mogelijk over de verschillende onderdelen en is een verdere optimalisatie nog zeker mogelijk. In het rapport is daar ook al een aantal handvatten voor gegeven.

Wij danken het projectteam Zuiderzeelijn voor het vertrouwen om energie-specialisten aan het werk te zetten voor een opdrachtgever die helemaal in de transportsfeer bezig is. Een dergelijke gedurfde benadering om breed te kijken naar verschillende mogelijkheden ook over ministeriegrenzen heen is te prijzen.

Wij hopen dat de hier gepresenteerd alternatieven voor de Zuiderzeelijn behulpzaam zullen zijn bij het goed afwegen van de verschillende opties. Dat zal een moeilijke opgave blijven omdat het gaat om zo verschillende opties.

Geert Bergsma

Inhoud

Samenvatting	1
1 Inleiding	3
1.1 Achtergrond	3
1.2 Consultatie klankbordgroep	4
2 Opzet Energie Agri Cluster voor Transitie Alternatief	5
2.1 Opzet en argumentatie Energie Agri Cluster	5
2.2 Aardgas als aangrijpingspunt?	5
2.3 Energie Agri Cluster fysiek en kennisontwikkeling	6
2.4 Verdere uitwerking	8
2.5 Nul-alternatief (referentie)	8
3 Invulling Energie Agri Cluster	9
3.1 Inleiding	9
3.2 Energiecluster	9
3.2.1 Biomassa en Schoon fossiel = Multifuel centrale met CO ₂ -sink	9
3.2.2 Blue Energy: energie uit zoet/zoutwater overgang	11
3.2.3 Zuinige decentrale elektriciteit en warmteconversie apparatuur	11
3.3 CO ₂ -opslag	11
3.3.1 Nederlandse ambities en potenties	11
3.3.2 CO ₂ -distributienet	12
3.4 Agro-industrie onderdelen	13
3.4.1 Tweede generatie bio-ethanol fabriek met HTU-optie	13
3.4.2 Biobased economy: Biorefinery	13
3.4.3 Nieuwe landbouw	14
3.5 Afgeleide potenties: kennisinfrastructuur	14
3.6 Energiebesparing?	15
4 Werkgelegenheid en economische effecten	17
4.1 Inleiding	17
4.2 Uitgangspunten en aanpak	17
4.3 Directe economische effecten	18
4.3.1 Multifuel centrale	18
4.3.2 CO ₂ -net en opslag	18
4.3.3 Tweede generatie ethanolfabriek	19
4.3.4 Nieuwe landbouw en bioraffinage	19
4.3.5 Kennisinstituten	20
4.3.6 Blue Energy	20
4.3.7 Smart decentrale warmte en elektriciteitsproductie	20
4.4 Indirecte economische effecten	20
4.4.1 Voordeel CO ₂ -infrastructuur	21
4.4.2 Voordeel diversificatie	22
4.5 Verdringingseffecten arbeidsmarkt	22

5	Overzicht Energie Agri Cluster	25
5.1	Overzichtstabel	26
6	Globale effecten Energie Agri Cluster voor TA	29
6.1	Inleiding	29
6.2	Algemene beoordeling Energy Agri cluster overwegend positief	29
6.2.1	Beoordeling economische effecten energie cluster	29
6.2.2	Beoordeling economische effecten agricluster	31
6.3	Milieu: emissies	32
6.4	Overige punten milieu	34
	Referenties	35
A	Rekenmodel Multifuel centrale	41
B	Tweede generatie bio-ethanol productie	49
C	Bioraffinage en nieuwe landbouw	55
D	Blue Energy	61
E	Smart powersystem	63
F	Locaties Eemshaven en Delfszijl	65
G	CO ₂ -opslag net	71
H	Multifuel en kolencentrales in de pers	75
I	Energie Agri Cluster uitgewerkt in Ecorysformat	79

Samenvatting

Op basis van een aantal criteria is een selectie gemaakt voor een samenhangend energie/chemie/agricluster aanvullend op het bestaande Energy Valley project genaamd Energie Agri Cluster (EAC). Belangrijkste criteria zijn:

- additioneel aan het bestaande Energy Valley;
- aansluitend bij het nationale energie en klimaatbeleid (energietransitie);
- aansluitend bij unique selling points noorden (CO₂-bergings, haven, agri);
- met vermindering van de aardgasprijsgevoeligheid van de economie;
- innovatief maar met stevige inbreng van private partijen;
- fysiek en kennis georiënteerd;
- gericht op werkgelegenheid in het noorden (hoog en laaggeschoold);
- met exportkansen voor heel Nederland;
- op korte termijn door te rekenen op effecten economie/werk/milieu;
- realisatietermijn 2010 à 2020.

Deze criteria en een eerste overleg met de begeleidingscommissie hebben geleid tot het volgende voorstel (met beoogde locatie):

- 1 Een 1.000 MW multifuel (biomassa/kolen) vergassingsenergiecentrale met CO₂-afvang en zeer lage emissies (aan de Eemshaven).
- 2 Een module voor SNG-productie (Synthetic Natural Gas) gekoppeld aan de multifuelcentrale.
- 3 Een CO₂-distributienet met uitbouw mogelijkheden door heel het noorden en naar Duitsland (van de Eemshaven naar Leeuwarden langs lege gasvelden).
- 4 Een of twee CO₂-opslag projecten in lege gasvelden in Noord-Nederland (tussen de Eemshaven en Leeuwarden).
- 5 Een tweede generatie bio-ethanol fabriek op basis van cellulose (Eemshaven).
- 6 Een biorefinery installatie (In Noord-Nederland aan kanaal).
- 7 Innovatieve landbouw voor bio-ethanol en raffinage (Groningen, Friesland).
- 8 Een 200 MW Blue Energy centrale op de afsluitdijk.
- 9 Een proef en ontwikkelproject met decentrale micro-WKK centraal bestuurd.
- 10 Een kennisnetwerk aansluitend hieraan (Stad Groningen en Leeuwarden).

Eerst inschatting kentallen:

- totale investering grof ingeschat: circa € 2,45 miljard;
- overheidsbijdrage grof ingeschat: circa € 550 miljoen;
- milieueffecten: circa 5 à 11 Mton CO₂-emissievermindering tegen geringe extra lokale emissies;
- werkgelegenheid 1.600 à 2.000 plus (1.600 energie en 350 plus voor agri);
- exportmogelijkheden op het gebied van kolen / biomassavergassings-technologie, CO₂-opslag en distributie, cellulose-ethanolproductie en bio-raffinage.

Al deze opties zijn duidelijk beschreven maar verdienen later nog verdere uitwerking. Aanvulling is nog te overwegen op het gebied van energiebesparing.



1 Inleiding

Het projectteam Zuiderzeelijn heeft recent van het kabinet de opdracht gekregen het bestaande project te verbreden naar andere alternatieven die bijdragen aan:

- de internationale concurrentiepositie en bereikbaarheid van de noordvleugel (Almere-Amsterdam-Schiphol);
- een oplossing voor de verschaalde economische productiestructuur van de economie van Noord-Nederland (Friesland, Groningen en Drenthe).

Een opschaling, uitbreiding of aanvulling van het bestaande concept Energy Valley is een mogelijke invulling van het Transitiealternatief, dat beoogt bij te dragen aan versterking van kansrijke clusters en transitie naar kennis economie van het noorden (Verder genoemd Energie Agri Cluster voor het transitie Alternatief (EAC)).

In deze notitie wordt een mogelijkheid geschetst voor een aanvullend energiecluster dat goed aansluit op de bestaande kwaliteiten van Noord-Nederland en het nationale energiebeleid.

Naast dit uitgewerkte alternatief is er vanuit het noorden ook een breed overzicht van mogelijkheden omschreven. Dit meer uitgewerkte alternatief is een illustratieve selectie hieruit.

Niet alleen energie

Bij het zoeken naar alternatieve opties voor het noorden wordt niet alleen gekeken naar de energie maar ook naar een aantal andere clusters. In dit energiecluster zijn mede daarom ook een aantal aanpalende activiteiten opgenomen die goed aansluiten bij het energiecluster op het gebied van:

- agribusiness (met name bioraffinage en tweede generatie bio-ethanolproductie);
- chemie (vergassingstechnologie en SNG-productie);
- water (Blue Energy: productie van stroom uit zoetwater instroom in zee).

1.1 Achtergrond

In Noord-Nederland is sprake van achterblijvende economische ontwikkeling ten opzichte van de rest van Nederland als gevolg de ijle economische structuur. Voorts vormt de bereikbaarheid in Noord-Nederland een probleem. Het noorden heeft een lichte oververtegenwoordiging van industrie (chemie, energiegerelateerde activiteiten en metaalverwerkende industrie) en de agrarische sector (agribusiness). Een dominante cluster ontbreekt in het noorden.

In het noorden is inmiddels een transitie ingezet van een meer traditionele economie naar een meer moderne economie met een aantal gespecialiseerde clusters waar (op termijn) agglomeratie- en schaalvoordelen kunnen gaan optreden die leiden tot een belangrijk concurrentievoordeel; een zogeheten 'clusterregio', waarbij sprake is van een meer gespecialiseerde economie.

Hierbij kan gedacht worden aan:

- een moderne landbouweconomie waarbij nieuwe groene diensten worden geleverd en nieuwe groene producten (bio-energie of energieteelt) worden voortgebracht;
- energietechnologische clusters (Energie Agri Cluster);
- enkele andere sectoren.

Dit project richt zich derhalve op de uitwerking van de tweede specialisatie.

Doel van het project is te komen tot een uitgewerkt plan op het gebied van energie voor Noord-Nederland dat kan bijdragen aan de lokale economie. Daarnaast gelden voor het plan de volgende voorwaarden:

- aansluiten bij de comparatieve voordelen van de Noordelijke economie;
- aansluiten bij de nationale doelstellingen van energiebeleid vastgesteld in het Energierapport (schoon, betrouwbaar en betaalbaar);
- aansluiten bij de speerpunten van de nationale energietransitie;
- aansluiten bij de bestaande activiteiten van Stichting Energy Valley;
- met de verwachting van private investeringen;
- met een duidelijk investerings-, werkgelegenheids- en milieuplaatje.

Het plan EAC zal bestaan uit een aantal separate onderdelen welke zowel apart worden beschreven als ook als totaal. Ook zal worden aangegeven wat de meerwaarde is de combinatie van onderdelen:

- gericht op innovaties tegen de markt aan met exportspin-off en een bijdrage aan de kenniseconomie;
- gericht op werkgelegenheid in het noorden;
- gericht op een verduurzaming van de energiehuishouding;
- met een overheidsbijdrage van ca. €550 mln.

1.2 Consultatie klankbordgroep

De uitwerking van dit Energie Agri Cluster heeft plaats gevonden in een zeer hoog tempo met informatie van vele personen met uitgebreidere consultatie van de volgende personen:

- Gerrit van Werven, directeur Stichting Energy Valley;
- Hans ter Welle, Provincie Groningen;
- Bram van der Wees: Projectteam Zuiderzeelijn;
- Peter Aubert: Ministerie van EZ, DG Energie;
- Catrinus Jepma, Directeur EDReC (Energy Delta Research Centre) en hoogleraar RUG;
- Ulco Vermeulen, Platformvoorzitter Nieuw Gas binnen de energietransitie en Directeur Deelnemingen en Ontwikkeling Gasunie.

2 Opzet Energie Agri Cluster voor Transitie Alternatief

2.1 Opzet en argumentatie Energie Agri Cluster

Belangrijkste aspecten die spelen bij het selecteren van opties voor het alternatief zijn de volgende:

- aansluiten bij de comparatieve voordelen van de noordelijke economie;
- verminderen van aardgasprijsgevoeligheid van noordelijke economie;
- ligging aan zee met haven;
- lege gasvelden beschikbaar voor CO₂-opslag;
- landbouw en ontluikend energiekenniscentrum;
- aansluiten bij de nationale doelstellingen van energiebeleid vastgesteld in het Energierapport (schoon, betrouwbaar en betaalbaar);
- aansluiten bij de speerpunten van de nationale energietransitie (biomassa, nieuw gas, schoon fossiel en ketenefficiency);
- aansluiten bij de bestaande activiteiten van Stichting Energy Valley;
- met de reële verwachting van een substantiële bijdrage van private partijen;
- met een duidelijk investerings-, werkgelegenheids- en milieuplaatje;
- realisatie mogelijkheden tussen 2010 en 2020.

2.2 Aardgas als aangrijpingspunt?

Op zich lijkt het logisch om voor het EAC, aardgas als eerste aangrijpingspunt te nemen. De noordelijke energie-infrastructuur draait immers sterk om de winning van aardgas in Slochteren en andere aardgasvelden en vooral de distributie van aardgas over Noord-Europa. Deze gasrotunde in ontwikkeling heeft een sterk aardgascluster opgeleverd in Noord-Nederland met een aantal uitbreidingsactiviteiten zoals een LNG-terminal in de Eemshaven en micro-WKK activiteiten. De bestaande Stichting Energy Valley met een budget in de orde van miljoenen heeft er logischerwijs voor gekozen om voor te bouwen op deze bestaande sector.

De sterk op aardgas georiënteerde energie-economie in het noorden heeft echter ook keerzijden. Zo is de concurrentiepositie van energie-intensieve industrie in het noorden het laatste jaar sterk verslechterd door de sterk opgelopen aardgasprijs die gekoppeld is aan de olieprijs Basismetaleel bedrijven en chemische bedrijven als Methanor verliezen werkgelegenheid bij de huidige gasprijsniveaus. Het faillissement van Methanor kost nu 100 arbeidsplaatsen en indien Aldel (200 MW elektriciteitsverbruik continu) zou sluiten gaat het om 2.000 arbeidsplaatsen (EV, 2005b) Locale politici pleiten daarop voor energieprijsverlaging of structurele spreiding over meer energiebronnen in het noorden (PVDAG, 2006). Dit zou deze gevoeligheid van de economie in het noorden voor de gasprij kunnen verkleinen. Er staan op dit moment een paar kleinere biomassa-energiecentrales op stapel maar dit is vergeleken bij de bestaande gascapaciteit een relatief beperkte verschuiving. Realisatie van met name elektriciteitsvermogen met een prijs niet gekoppeld aan de gas en olieprijs op basis van

biomassa en kolen is daarmee een belangrijk punt voor het behoud van werkgelegenheid.

2.3 Energie Agri Cluster fysiek en kennisontwikkeling

Een belangrijk discussiepunt rond het stimuleren van innovatie en werkgelegenheid is vaak de vraag of er geïnvesteerd moet worden in kenniscentra of fysieke fabrieken. Hierbij is ook de sterk de vraag wat voor werkgelegenheid gewenst is. Voor het in het noorden behouden van studenten die afstuderen aan de universiteit zijn kenniscentra interessant. Voor lager opgeleiden geeft dat weinig kansen en zijn activiteiten in landbouw en industrie interessanter.

Voor de invulling van het Energie Agri Cluster is gepoogd zowel aan te grijpen op kennis als op fysieke bouw van installaties. Niet door het geld door de helft te delen maar door te kiezen voor opties met economisch potentieel met een sterke behoefte aan kennis en ontwikkeling. Daarnaast is een deel van het budget gereserveerd voor het direct stimuleren van kennis.

De verschillende onderdelen zijn geselecteerd voor realisatie tussen 2010 en 2020. Allereerst zal voor concrete realisatie besluit en planvorming en uitwerking noodzakelijk zijn. Een aantal opties kunnen na deze voorfase snel gerealiseerd worden. Een aantal andere opties vergen meer onderzoek en optimalisatie. Als totaalpakket is er naar ons idee een evenwichtige mix van onderdelen die snel realiseerbaar zijn en ontwikkelopties (bijvoorbeeld Blue Energy).

Concreet staan de volgende innovatie opties centraal in het EAC:

- 1 Een energiedeel bestaande uit:
 - een op de Blue Energy technology gebaseerd elektriciteitscentrale in Friesland (afsluitdijk);
 - een energiecluster in de Eemshaven: een vergassingsinstallatie voor biomassa en steenkool die:
 - a elektriciteit levert;
 - b SNG (synthetisch aardgas) produceert;
 - c CO₂ levert aan een CO₂-net voor opslag of voor levering aan een CO₂-gebruiker (bijvoorbeeld glastuinbouw);
 - d eventueel direct stookgas of syngas levert.
- 2 Een agro-industrie deel bestaande uit:
 - een tweede generatie bio-ethanol op basis van reststromen uit de agro-industrie in Noord-Nederland;
 - bioraffinage op basis van reststromen uit de agro-industrie en nieuwe gewassen (bijvoorbeeld hennep, cichorei, brandnetels).
- 3 CO₂-distributie en opslag.

Op al deze gebieden is onderzoek en ontwikkeling belangrijk in een nationaal en mondiaal perspectief. Er zal gepoogd worden een deel van dit onderzoek ook in het noorden te laten landen via het ontwikkelen van een kenniscentrum op deze onderwerpen aansluitend aan de bestaande kenniscentra in het noorden.



De voorgestelde opties bieden ook werkgelegenheid voor lager geschoolde krachten in de vorm van landbouw activiteiten en werkgelegenheid binnen de bioraffinage. De opties dragen bovendien bij aan behoud van bestaande werkgelegenheid door het creëren van toegevoegde waarde uit reststromen van de bestaande agro-industrie en productie van goedkope elektriciteit en gas voor regionale gebruikers. De aanwezigheid van energie tegen een prijs die lager ligt dan die van gas en die minder fluctueert en de mogelijkheden om CO₂ op te slaan trekt mogelijk energie-intensieve bedrijven met een hoge CO₂-emissie aan.

We nemen aan dat de grootste industriële installaties (vergasser, ethanol fabriek) in de Eemshaven worden gerealiseerd. Deze aannahme is gebaseerd op het gegeven dat er in de Eemshaven nog zeer veel terrein beschikbaar is en de Eemshaven over het algemeen ook wat dieper is dan de zeehaven van Delfzijl. Er zijn bovendien plannen om de toegang tot de haven op korte termijn te verdiepen. Ook sluit dit concept aan bij plannen van bijvoorbeeld Nuon om op deze locatie een energiecentrale te realiseren.

Havenfaciliteiten in de Eemshaven

Bij de aanleg in de jaren 70 is de Eemshaven ingericht op 15,5 meter diepte en de vaargeul op 14 meter. Omdat de haven niet gebruikt wordt door grote schepen is de vaargeul weer dichtgeslibd tot ongeveer 12,5 meter. Rijkswaterstaat heeft in haar planning en budget staan dat als de haven gebruikt zou gaan worden door schepen die 14 meter nodig hebben dat zij dan weer zal zorgen voor deze diepte (de eenmalige kosten van € 1,3 miljoen en jaarlijkse kosten van € 350.000 per jaar zijn dan voor RWS). Dit maakt de haven bruikbaar voor Panamax schepen (40.000 ton kolen) maar niet voor Capesized schepen (60.000 ton kolen) die wel kunnen lossen bij de Maasvlakte. Geschikt maken voor Capesized schepen vergt uitbaggeren tot 15,5 à 16 meter (kosten 5,5 miljoen eenmalig en 1,3 miljoen per jaar) en aanpassingen van de havenfaciliteiten. Op termijn komen er nog grotere schepen in de markt (Malagamax) maar daar zijn Amerikaanse havens nog niet op ingericht. (info: Maarten Berrevoets, Ministerie van Verkeer en Waterstaat). Voor dit plan wordt van uitbaggeren tot 14 meter uitgegaan zonder meerkosten. Het nadeel van kleinere kolenschepen wordt waarschijnlijk gecompenseerd door de interessantere mogelijkheden voor CO₂-opslag in Noord-Nederland. Eventueel zou natuurlijk ook de vaargeul toch verder uitgediept kunnen worden.

Overwogen kan nog worden om een syngasleiding aan te leggen tussen de Eemshaven en het chemiecluster en metaalcluster in Delfzijl. De beide clusters zouden door levering van synthesegas of synthetisch aardgas minder afhankelijk worden van de aardgasmarkt en de fluctuaties in de aardgasprijs. Bovendien is integratie van vergasser met bestaande STEG en eventuele levering van syngas als grondstof voor methanol mogelijk. Als dit gegeven dominant zou worden is een eventuele vestiging in Delfzijl ook nog te overwegen maar andere factoren pleiten meer voor de Eemshaven. Ook kan nieuwe industrie in de Eemshaven profiteren van deze grondstoffen. Dit zijn aspecten voor latere uitwerking. De syngasleiding is niet opgenomen in het hier gepresenteerde cluster. Deze aanvulling zal indien interessant ook door de markt opgepakt kunnen worden.

2.4 Verdere uitwerking

De hier gepresenteerde onderdelen in het energie en agri cluster voor Nederland zijn geselecteerd in een termijn van een aantal weken. Er is voortgebouwd op ervaring met name uit de Energietransitie. Toch is het zeker zinvol om na eventuele selectie van dit cluster als kansrijk alternatief voor de Zuiderzeelijn te komen tot een verdere uitwerking en eventueel enkele accentverschuivingen. Voor alle onderdelen dient er een gedegen businessplan te worden uitgewerkt, dient er contact gezocht te worden met private partijen en is een precieze berekening van de overheidsbijdrage nodig. Enkele andere opties die nu nog niet meegenomen zijn als een energiebesparingsbedrijf zouden dan ook meegenomen kunnen worden.

2.5 Nul-alternatief (referentie)

De opties zijn zo geselecteerd dat deze additioneel zijn op bestaande initiatieven en overheidsregelingen. Hierbij gaat het om een zichttermijn tot ongeveer 2015 à 2020. Na deze termijn zouden sommige opties misschien rendabel kunnen zijn maar dat is op dit moment niet te voorzien.

Alleen voor de multifuelcentrale geldt dat er discussie mogelijk is of deze volledig additioneel is. Er wordt immers ook gesproken of het plaatsen van een conventionele kolencentrale aan de Eemshaven of zelfs nog een gascentrale. De multifuelcentrale is gebonden aan CO₂-opslag en daarmee behoorlijk gebonden aan het noorden waar de CO₂-opslag mogelijkheden het grootst zijn. Voor een conventionele kolencentrale speelt dit niet en is er concurrentie met onder andere de Maasvlakte en het Sloegebied. Ook is het nog mogelijk dat het projectalternatief ten opzichte van het nul-alternatief leidt tot verdringing van importstroom is.

Wegens deze onzekerheden is er uitgegaan van een nul-alternatief dat bestaat uit het niet realiseren van alle opties uitgezonderd de optie van een conventionele kolencentrale. Daarbij wordt zowel gerekend met de mogelijkheid dat het nul-alternatief een conventionele kolencentrale is in de Eemshaven als de mogelijkheid dat het nul-alternatief importstroom behelst.

De aannames in het nul-alternatief werken door in de baten van het projectalternatief: werkgelegenheid, de CO₂-emissies en de overige emissies. Voor CO₂-emissies is aangesloten bij het protocol monitoring duurzame energie (EZ/VROM) waarin als nul-alternatief een mix van conventionele kolen en gascentrales is gekozen.



3 Invulling Energie Agri Cluster

3.1 Inleiding

De drie verschillende clusters binnen het EAC worden hieronder kort in aparte paragrafen beschreven. Meer details zijn in diverse bijlagen opgenomen.

3.2 Energiecluster

3.2.1 Biomassa en Schoon fossiel = Multifuel centrale met CO₂-sink

Het laatste jaar zijn verschillende marktpartijen (Nuon, Electrabel, Eon) en overheden (EZ, VROM) gekomen met voorstellen voor grootschalige nieuwe elektriciteitsproductie. Het valt op dat beide partijen komen met voorstellen op het gebied van kolencentrales gecombineerd met biomassa en opslag van CO₂ in de ondergrond. Kernenergie wordt vanuit een deel van de overheid ook genoemd maar de markt reageert hier tot nu toe niet positief op. Vanuit de milieubeweging (Greenpeace) is gesuggereerd om een grote centrale alleen op biomassa te bouwen. De markt is alleen nog beducht voor de onzekerheid in de markt voor biomassa en de hoge prijs voor een biomassazekerheid op de lange termijn. Een combinatie multifuel centrale wordt door meerdere partijen genoemd als duurzaam, economisch interessant, innovatief maar helaas nog net niet economisch rendabel. De huidige Europese emissiehandelsprijs van 20 à 25 €/ton CO₂ brengt de rentabiliteit in de buurt maar op basis van deze onzekere factor doen private partijen nog geen investeringen. Een multifuel centrale op basis van kolen en biomassa kan optimaal inspelen op variaties in CO₂-emissiehandelsprijzen, kolen en biomassaprijzen. Deze zijn tot nu toe weinig gecorreleerd met de prijs van gas. Zeer interessant is nog dat een dergelijk unit bij een redelijk percentage biomassa in feite functioneert als een CO₂-sink. Elke kWh_e opgewekt zorgt voor onttrekking van CO₂ uit de lucht. Bij een schaalgrootte van 1.000 MW en 50% biomassa is de centrale een sink van jaarlijks 2,5 Mton en wordt er 5 tot 8 Mton CO₂-emissie vermeden. Hierbij gaat het om investering van rond de € 1,8 miljard en een overheidsbijdrage afhankelijk van de concrete emissiehandelsprijs tussen € 0 à 600 mln eenmalig met een mediaan van € 300 mln. Deze kosten zijn afhankelijk van de emissiehandelsprijs en de MEP duurzame energiesubsidiehoogte en derhalve behoorlijk onzeker. Positief punt is nog dat bij een hoge emissiehandelsprijs van 30 €/ton CO₂ de overheid haar geld uiteindelijk weer terug kan verdienen. De precieze calculatie is nader uitgewerkt in bijlage A.

Biomassa en schoon fossiel in het noorden

Voor een multifuel centrale met CO₂-opslag zijn een aantal aspecten belangrijk:

- ligging aan water i.v.m. koelwater;
- ligging aan een haven i.v.m. aanvoer biomassa en kolen;
- in de buurt van lege aardgasvelden i.v.m. opslag CO₂;
- in de buurt van hoogspanningstransportnet i.v.m. inpassing vermogen in Europees elektriciteitsnet (volgens EV nog 2.000 MW inpasbaar aan e-vermogen in het noordelijke elektriciteitsnet);
- liefst in de buurt energie en ondergrondskenniscentra (NAM, Universiteit van Groningen, Hogeschool Friesland en Gasunie Research).

De Eemshaven voldoet in principe aan al deze criteria. Vooral de beschikbaarheid van lege aardgasvelden voor CO₂-opslag is een voordeel ten opzichte van vele andere locaties in Europa. Biomassa aanvoer uit Scandinavië, de Baltische Staten en Rusland is relatief direct.

Nul-alternatief conventionele kolencentrale of import stroom?

Deze optie is de enige optie van het cluster waar de vraag gerechtvaardigd of er niet sowieso een kolencentrale zal komen in de Eemshaven. Bij de bespreking van het nul-alternatief in paragraaf 4.1 zal derhalve zowel gerekend worden met werkgelegenheid ten opzicht van een conventionele kolencentrale en ten opzichte van import stroom.

Synthetisch Natural Gas productie

De vergassingsinstallatie zou behalve elektriciteit ook synthetisch aardgas of SNG kunnen leveren. Het lijkt op het eerste gezicht vreemd om bovenop een enorme aardgasbel aardgas te gaan maken uit biomassa en kolen. Toch is op termijn de verwachting van verschillende partijen dat aansluitend aan de aardgasrotonde die Gasunie ontwikkeld in Noord-Nederland gas uit andere bronnen goed inpasbaar zijn. Daarmee wordt Nederland ook minder afhankelijk van buitenlands gas, wat van belang is gezien de uitputting op termijn van de Nederlandse gasvoorraden. Daarnaast is de multifuelcentrale tegen geringe meerkosten uit te breiden met een unit om uit het vergassingsproduct synthetisch aardgas te produceren dat experimenteel gevoed kan worden in het aardgasnet als Groen Gas en ook aan klanten als groen gas kan worden doorverkocht. (vergelijkbaar met groene elektriciteit). Dit vergt een beperkte meerinvestering bij de multifuelcentrale van 30 - 40 M€ waarmee in de daluren van elektriciteitproductie bij 50% daluur circa 210 kton SNG met een stookwaarde van 36 MJ/kg geproduceerd kan worden. Dit sluit aan bij een studieproject van ECN. Johan Beesteheerd van ECN denkt daarbij uiteindelijk aan volumes tot 20 miljard m², ofwel een kwart van de Nederlandse aardgasconsumptie.

3.2.2 Blue Energy: energie uit zoet/zoutwater overgang

Kema heeft met partners ontdekt dat het mogelijk is 200 MW elektriciteit te produceren uit de overgang van zoet en zout water bij de Afsluitdijk. Vooral als de membranen nog goedkoper gemaakt kunnen worden voor deze techniek is dit een interessante innovatieve optie die ook elders in de wereld toegepast kan worden. Dat kan een interessante exportmarkt opleveren. In bijlage D is deze optie met hulp van KEMA meer uitgewerkt. Conclusie is dat de onrendabele top nu nog € 200 per vermeden ton CO₂ bedraagt maar dat deze met goedkopere membranen zou kunnen zakken naar 30 €/ton CO₂ wat deze optie bijna rendabel zou maken met een CO₂-emissiehandelsprijs van rond de 20 €/ton CO₂. Deze optie is door haar opzet ook modulair in kleinere eenheden te plaatsen. Deze optie sluit goed aan bij de activiteiten van Wetsus in Leeuwarden dat onderzoek doet op watergebied en ook op Blue Energy.

3.2.3 Zuinige decentrale elektriciteit en warmteconversie apparatuur

De HR CV-ketel is ooit door Gasunie ontwikkeld en een groot succes geworden in de markt. Op dit moment wordt op een vergelijkbare manier gewerkt aan de opvolger van deze HR-ketel op basis van micro-WKK, een combinatie met een warmtepomp of nog weer een andere optie. De opties nu in studie hebben als mogelijkheid om ook elektriciteit te produceren en al deze decentrale mini-centrales middels slimme ICT centraal aan te sturen tot 1 virtuele centrale. De optie sluit economisch goed aan bij de bestaande ketelfabrikanten in Assen en Nieuw Buine en de energie ICT-sector in Noord-Nederland. Binnen Smartpower-system hebben een groot aantal partijen zich verenigd om deze optie verder te brengen. (Gasunie Engineering & Technology, Gasunie Trade & Supply, ICT Automatisering, Kema N.V., NOM TietoEnator, TNO, Continuon, ECN, Eneco Netbeheer BV, Essent Netwerk B.V. en de Stichting Energy Valley). Er is een projectvoorstel vanuit de markt met een budget van € 35 miljoen. Er zal nog precies vastgesteld worden wat de ZZL-bijdrage daarbij zou moeten zijn maar voorlopig is gerekend met 15 miljoen. Deze optie is arbeidsintensief. Er worden minimaal 300 arbeidsplaatsen ingeschat.

Deze optie sluit goed aan op de bestaande activiteiten van de Stichting Energy Valley, het gasonderzoek van Gasunie Research en de wens van de samenleving om te komen tot energiebesparing.

3.3 CO₂-opslag

3.3.1 Nederlandse ambities en potenties

Rond opslag van CO₂-spelen in Nederland verschillende discussies. Met haar grote aantal gasvelden die de komende tientallen jaren leeg raken is er in Nederland in principe een zeer groot potentieel op dit gebied. Daarnaast is er in Nederland veel kennis over de ondergrond (NAM, NITG, etc.). Sinds enkele jaren wordt in het CATO-project van € 25 miljoen onderzoek gedaan naar CO₂-opslag in de ondergrond. De taskforce energietransitie die de Ministerie van EZ adviseert over

de toekomst van het Nederlandse energietransitiebeleid heeft daarnaast een brede werkgroep aan het werk gezet om de kwestie bestuderen. Deze werkgroep (TF, 2006) concludeert dat de techniek van CO₂-opslag in Nederland veel mogelijkheden heeft en dat, mits Nederland nu instapt, er veel mogelijkheden komen voor export van technologie en een first mover advantage. Daarnaast is deze techniek naast energiebesparing en duurzame energie hard nodig om het broeikas-effect te beteugelen. Verder biedt CO₂-opslag de mogelijkheid om zonder klimaatprobleem kolen in te zetten die een mindere kwetsbare verspreiding kennen over de wereld (VS, China, Rusland, India, Australië, etc.) en nog voor honderden jaren voorradig zijn. Wel constateert de werkgroep dat opname van CO₂-opslag in het Kyoto-verdrag en in het EU-emissiehandelssysteem (ETS) nog niet is geregeld. Hier wordt aan gewerkt. Bij aanpassing van het ETS in 2008 is de verwachting dat CO₂-opslag wordt opgenomen. De werkgroep ziet een aantal storylines voor Nederland waaronder Nederland als een CO₂-hub met diverse opslagmogelijkheden (vergelijkbaar met de aardgashub) en de vergassingsroute met kolenvergassing en CO₂-opslag. Interessant is ook nog dat de EU in het 7^e kaderprogramma waarin onderzoeksprioriteiten en subsidieprioriteiten zijn opgenomen, sterk inzet op CO₂-opslag.

3.3.2 CO₂-distributienet

Voor de energie intensieve (chemische) industrie is het emissiehandelssysteem een kostenpost maar vooral ook extra risico. Schatting voor de toekomst gaan van 0 tot 50 €/ton CO₂. Een CO₂-distributienet voor het verzamelen van CO₂ in het noorden en gezamenlijke injectie in verlaten gasvelden met een jarenlang vaste prijs voor CO₂-afname van tussen de 1 à 12 €/ton CO₂ (afhankelijk van de aanleverdruk) verkleint het risico en de kosten voor deze bedrijven zeer sterk. Het opbouwen van een CO₂-inname net naast een gasnet en een elektriciteitsnet kan daarom beschouwd worden als een interessante utility voor nieuwe industrie in het noorden. Op termijn is een CO₂-buis van de Eemshaven naar Leeuwarden langs een groot aantal (bijna) lege gasvelden en een aantal CO₂-bronnen interessant. Gasunie overweegt op termijn ook CO₂-distributeur te worden. Vooralsnog is voor dit project deze leiding volledig geprognosticeerd en ook geschikt voor een uitbreiding. Het gaat hierbij om een investering van €48 miljoen voor een pijp van 80 kilometer en €12 miljoen voor compressoren om het gas op 120 bar te brengen.

Op termijn is het ook mogelijk dit CO₂-distributienet uit te breiden richting Duitsland, Zuid-West-Nederland of de Noordzee. Dit laatste om door middel van CO₂-injectie extra olie te winnen uit olievelden. Ook is bij sommige gasvelden via enhanced gas recovery extra gasproductie mogelijk. In sommige scenario's voor 2050 (RUU, 2005) wordt zelfs een volledig dekkend CO₂-net voor de Nederlands industrie geprognosticeerd. De hier voorgestelde optie is hier een belangrijke aanzet voor.

3.4 Agro-industrie onderdelen

3.4.1 Tweede generatie bio-ethanol fabriek met HTU-optie

Tweede belangrijke spoor voor biomassa is de productie van transport brandstoffen naast het maken van bio-elektriciteit. In het Nederlandse biobrandstoffenbeleid wordt zeer sterk de nadruk gelegd op de innovatie richting tweede generatie biobrandstoffen (CE, 2005) Tweede generatie van ethanol op basis van stro (restproduct Noordelijke landbouw) en houtpellets (Scandinavië) is daarbij een belangrijke optie. SNIACE heeft recent aangekondigd in Spanje een kleine 2^e generatie ethanoldemoplant te gaan bouwen ook met overheidsondersteuning. Iogen (samenwerkingspartner van Shell) zegt te overwegen in Duitsland een installatie neer te zetten. Hierbij is steeds ook de vraag of er voldoende overheids- ondersteuning is voor 2^e generatie ethanol. Aansluitend bij de ligging bij Duitsland en de agricluster is het te overwegen een dergelijke innovatie-demoplant naar Noord-Nederland proberen te bewegen. Ook Nedalco (Bergen op Zoom) heeft plannen voor uitbreiding en een demoplant met tweede generatie ethanol. Vooral nog in Zeeuws Vlaanderen maar misschien ook bij voldoende interessante voorwaarden in Noord-Nederland. Interessant punt is dat een tweede generatie ethanolplant zuivere CO₂ als reststroom heeft die via het CO₂-distributienet opgeslagen kan worden in de ondergrond. Ook dit wordt daarmee een CO₂-sink optie.

Als optie voor deze unit geldt nog dat op termijn de reststromen (voornamelijk lignine) middels de HTU (hydro thermal upgrading) techniek zouden kunnen worden omgezet in een aantal kwalitatief zeer hoogwaardige brandstoffen en grondstoffen voor de chemische industrie. De HTU-techniek is speciaal ontwikkeld om natte biomassa stromen om te zetten in producten met eenzelfde kwaliteit of hogere kwaliteit als producten uit de aardolie raffinage. Bovendien produceert het HTU-proces een stroom zuivere CO₂ op hoge druk, wat de mogelijkheden om een CO₂-sink te creëren vergroot. De techniek is echter nog in ontwikkeling en zal op zijn vroegst in 2010 gedemonstreerd worden op een semi-industriële schaal.

3.4.2 Biobased economy: Biorefinery

In het verlengde van een tweede generatie bio-ethanol fabriek en mede deels geïntegreerd hiermee is het te overwegen biorefinery demo-unit te plaatsen. Als onderzoeksobject aansluitend bij de activiteiten in Wageningen op dit gebied en in de VS (zie State of the Union Bush met 160 mln dollar voor 3 biorefineries)¹ Een biorefinery produceert verschillende producten op basis van landbouwgrondstoffen. Sluit aan bij Suikerindustrie, AVEBE, Friesland, DSM, TNO en KNN hebben in 2003 verkennend gekeken naar de mogelijkheid van een Agrospecialty park in Noord-Nederland (TNO, 2003) Uitkomsten daarvan was dat er voldoende agrarische reststromen aanwezig zijn die gebruikt kunnen worden voor bioraffinage. Toenmalig professor en nu Minister Veerman adviseert om vooral te kijken een vestiging bij de suikerfabriek van Cosun in Groningen of bij

¹ http://www.greencarcongress.com/2006/02/doe_announces_1.html.

AVEBE. Bioraffinage wordt verder getrokken door het Bioraffinage Platform Noord-Nederland.

In bijlage C is het begrip bioraffinage verder toegelicht en is een optie voor nieuwe landbouw en bioraffinage globaal uitgewerkt.

3.4.3 Nieuwe landbouw

Aansluitend bij de bio-ethanol productie en biorefinery is het logisch de Noordelijke landbouw in te schakelen bij het leveren van grondstoffen en het verder veredelen van gewassen specifiek geschikt voor deze technieken. In opdracht van het Ministerie van LNV heeft Plant Research International vorig jaar geïnventariseerd wat de kansen zijn voor nieuwe landbouw (WUR, 2005): 'Geconcludeerd wordt dat voor bio-elektriciteit en biobrandstoffen grote hoeveelheden biomassa nodig zullen zijn in de EU en de VS. In de EU zorgt de ambitieuze doelstelling voor biofuels voor een grote vraag. Op korte termijn zullen de biobrandstoffen voornamelijk op oliegewassen en suiker zijn gebaseerd. Op middellange termijn kan via de teelt van aardappelen, suiker of voederbieten die beter zijn aangepast aan marginale of verzilte gronden suiker, aminozuren of zetmeel worden geleverd voor productie van ethanol of chemiegrondstoffen. De kansen voor het Nederlandse agri-bedrijfsleven liggen voorin in het ontwikkelen van elitemateriaal en de productie en verkoop van zaad voor productie van deze gewassen op internationale schaal. Hiervoor moeten nog flinke stappen gezet worden op het gebied van de groene biotechnologie'.

Voorgesteld wordt om met behulp van bedrijven als AVEBE, Friesland, DSM, de bioraffinageplant en de bio-ethanolfabriek en de bestaande boerenbedrijven een dergelijk groen biotechnologie consortium op te zetten dat hoogwaardige en uitvoerende werkgelegenheid biedt in de agribusiness. In bijlage C over bioraffinage en nieuwe landbouw is een mogelijke invulling van deze nieuwe landbouw uitgewerkt.

3.5 Afgeleide potenties: kennisinfrastructuur

Op dit moment is er een breed consortium van kennisinstellingen in het noorden vooral gericht op aardgas rond Gasunie research. Een consortium van partijen heeft ook een voorstel liggen genaamd GRASP om dit onderzoek verder te versterken (€ 35 mln publiek, € 35 mln privaat). In het kader van dit transitie alternatief is het voorstel om deze kenniscentra te verbreden met de onderwerpen die opgenomen zijn in dit EAC-plan te weten:

- kolen en biomassavergassingstechnologie (sluit aan bij ECN, ervaring Buggenum, etc.);
- SNG-productie;
- CO₂-opvang, distributie en opslag (sluit aan bij Gasunie en NAM);
- 2^e generatie bio-ethanolproductie (logen, Nedalco, WUR);
- Bioraffinage (AVEBE, DSM, WUR);
- Blue Energy.

Eerste budgetinschatting € 30 mln.

3.6 Energiebesparing?

Door verschillende partijen is ook gewezen op de mogelijkheden voor energiebesparing met name in de bestaande gebouwde omgeving (warmte en elektriciteit). Hier ligt nog een groot potentieel in Nederland en dit is een relatief arbeidsintensieve sector. Binnen het hier gepresenteerde energie- en agricluster wordt energiebesparing ingevuld in de optie 'Zuinige decentrale elektriciteit en warmte-conversie apparatuur'. Er is echter meer mogelijk.

Met name door het Ministerie van EZ wordt er op dit moment verkend hoe energiebesparing een verdere impuls te geven (witte certificaten, energierechten, emissiehandel, etc.). Er wordt ook met gedacht aan het opzetten van regionaal georiënteerde energiebesparingsbedrijven. Een regionaal energiebesparingsbedrijf speciaal gericht op het realiseren van energiebesparing in de bestaande bebouwing vergelijkbaar met de 'Energy saving trust' (www.est.org) in de UK zou het bestaande potentieel kunnen invullen.

In dit energie- en agricluster is een dergelijke optie nu niet opgenomen omdat het niet specifiek is voor Noord-Nederland en vooral omdat niet duidelijk is of het additioneel is aan de initiatieven van het Ministerie van EZ. Bij een latere uitwerking is het echter wel te overwegen een Energiebesparingsbedrijf ook als optie te overwegen.



4 Werkgelegenheid en economische effecten

4.1 Inleiding

De afgelopen jaren is door economen stevig gediscussieerd over het maatschappelijk rendement van investeringsprojecten in het algemeen en transportprojecten in het bijzonder. De economische effecten werden vaak uiteenlopend ingeschat. Daarom is door de Ministeries van EZ en VWS de kennis over economische effecten te inventariseren en te streven naar gemeenschappelijke uitgangspunten en definities. De resultaten zijn gebundeld in de leidraad OEEI (onderzoeksprogramma Economische Effecten van Infrastructuur).

De leidraad is inmiddels verplicht voor grote infrastructurele projecten. De belangrijkste aanbeveling van de leidraad is dat bij grote projecten een brede welvaartseconomische invalshoek moet worden gehanteerd. Dit impliceert dat een (maatschappelijke) kosten-batenanalyse (KBA) moet worden gebruikt als evaluatiemethode voor overheidsinvesteringen.

EAC betreft geen infrastructuurproject, maar een publiekprivate investering in een energie-agricluster. Om de effecten van de verschillende te beschouwen projectalternatieven goed met elkaar te kunnen vergelijken, sluiten we zoveel mogelijk aan bij de definities en uitgangspunten van de leidraad. Daarbij valt de doorrekening van economische effecten onder verantwoordelijkheid van Ecorys, CE heeft hiervoor de data aangeleverd en de directe effecten bepaald.

4.2 Uitgangspunten en aanpak

Conform OEEI-leidraad maken we een onderscheid tussen directe en indirecte economische effecten.

Onder **directe economische effecten** verstaan we in deze studie de werkgelegenheidseffecten die direct samenhangen met het projectalternatief of de investering. Dit betreft bijvoorbeeld het aantal banen dat nodig is voor de exploitaties in de energiecentrale. Deze effecten van EAC hebben we gekwantificeerd. Dit is te vergelijken met de directe economische voordelen in termen van reistijdwinsten die aan de gebruikers van infrastructuur toevallen.

Onder **indirecte economische effecten** verstaan we hier de effecten op het regionale vestigingsklimaat. De indirecte effecten kunnen bijdragen aan een efficiënte concentratie van economische activiteiten (clusters). Door de aanwezigheid van een energiecluster kunnen energie-intensieve bedrijven gebruik maken van gunstige voorzieningen (CO₂-berging of een ongestoorde energietoevoer). Deze effecten zijn rechtstreeks afgeleid van de directe effecten. De indirecte effecten hebben kwalitatief omschreven.

Het gebied is hier afgebakend als Noord-Nederland, zijnde de Provincies Groningen, Friesland en Drenthe. De effecten betreffen het verschil tussen het projectalternatief (hoofdstuk 3) en het nul-alternatief (paragraaf 2.5). Deze verschillen alleen voor de multifuel centrale.

4.3 Directe economische effecten

4.3.1 Multifuel centrale

We hebben de directe werkgelegenheidseffecten van de exploitatie van een multifuel centrale van 1.000 MWe geschat op 150 tot 200 banen (fte). Uit een recent onderzoek van Boston Consulting Group (BCG, 2005) blijkt dat toename van de energieproductie samengaat met een toename van de werkgelegenheid. De verwachte uitbreiding van het productievermogen van 3.000 MW zal 300 nieuwe banen in de energieproductiesector opleveren. Hoewel hier geen lineaire relatie tussen zit, kan een globale verhouding van 0,1 fte per geïnstalleerde MW aan productievermogen uit worden afgeleid. Een 1.000 MWe centrale kan dan 100 nieuwe banen in het noorden opleveren. Dit kan gezien worden als ondergrens.

Wanneer we uitgaan van een 'sophisticated centrale' inclusief vergassings-technologie en andere technische voorzieningen om biobrandstoffen te produceren, dan kan dit extra werkgelegenheid opleveren. Een centrale met kolenvergassing als Buggenum (250 MW) biedt werk aan 145 mensen. Als bovengrens zullen we 200 banen aanhouden, aangezien niet elke extra MW-uitbreiding extra banen zal opleveren. Dit levert al met al een inschatting op van 100 tot 200 banen. Daarboven op komen nog een aantal mensen voor de experimentele SNG-productie. Vooral omdat het hier een demoplant gaat, schatten we in dat hier 30 mensen zullen werken. Totaal werkgelegenheid komt hiermee op 130 tot 230 als er sprake is verdringing van import stroom.

Als een gewone kolencentrale als referentie wordt gekozen dan dient hier 0,1 fte x 1.000 MW = 100 fte te worden afgetrokken. Ten opzichte van een conventionele kolencentrale is de werkgelegenheidsgroei daarmee 30 à 130 personen. Omdat de referentie zowel importstroom als een conventionele kolencentrale in de Eemshaven kan zijn hanteren we voor de werkgelegenheid van deze optie de volledige onzekerheid is **30 à 230 extra banen**.

4.3.2 CO₂-net en opslag

Bij de inschatting van het directe werkgelegenheidseffect moet bedacht worden dat het hier alleen gaat om de exploitatie en onderhoud van het CO₂-pijpleidingennet. De aanleg wordt hier niet meegenomen, dit betreffen effecten in de bouwfase.

Het beheer en onderhoud van gasleidingen zijn relatief arbeidsextensief en kapitaalintensief activiteiten. Er zijn sterke gelijkenissen met het transport van gas, vandaar dat wij de effecten hiervan afleiden. Voor gasleidingen geldt dat rekening gehouden wordt met een uitgave aan onderhoud van circa 2% van de totale investeringen in de infrastructuur (€ 30 à 40 miljoen). We gaan ervan uit dat de helft voor rekening komt van materiaalkosten en de andere helft wordt uitgegeven aan loonkosten. Tegen de bruto loonkosten (werkgever) van € 50.000 levert dit 6 tot 8 banen op.

Naast onderhoud gaat het natuurlijk ook om beheer en het afsluiten en leveren van CO₂-transacties. We gaan ervan uit dat hier vijf fulltime banen mee gemoeid zijn. Bij de opslag faciliteit is ook personeel nodig voor beheer en vooral het geologisch in de gaten houden van de ondergrond zal ook een aantal arbeidsplaatsen geven. Wij schatten dit in op 10 personen.

In totaal komen we hiermee op een schatting van de directe werkgelegenheid van 21 tot 25 personen.

4.3.3 Tweede generatie ethanolfabriek

Met eerste generatie ethanolplants is in Nederland al ervaring opgedaan in Bergen op Zoom (Nedalco). Deze fabriek biedt werk aan circa 80 personen in fulltime dienstverband. Iogen overweegt, met overheidssteuning, een tweede generatie plant te ontwikkelen van een vergelijkbare productieomvang (200 miljoen liter per jaar) met werk voor ook 80 personen. De inschatting van 80 nieuwe banen (fte) lijkt dan ook een redelijke schatting voor het directe werkgelegenheidseffect te zijn, met als bandbreedte 60 tot 100 arbeidsplaatsen (fte).

4.3.4 Nieuwe landbouw en bioraffinage

Voor een eerste inschatting van de werkgelegenheid is uitgegaan van praktijkcijfers (voor zover beschikbaar) voor teelt in Nederland en Duitsland. Er is uitgegaan van een areaal van:

- 1.000 ha voor brandnetels;
- 5.000 ha voor hennep;
- 5.000 ha voor cichorei.

Aangenomen is dat de meeste landbouwers deze gewassen als bijproduct telen op - ervaringen in Duitsland met brandnetels - circa 5 ha per bedrijf. Voor het aangehouden areaal zijn circa 2.200 agrariërs nodig (eerst in deeltijd later voltijds). Voorzichtig ingeschat gaat het voorlopig om zeker 300 fte's. Op termijn zou dit kunnen groeien maar tot hoeveel precies vergt een verdere analyse.

Verwerking van brandnetels vergt circa 10 - 20 medewerkers voor een spinnerij en circa 15 medewerkers voor afzet, administratie, etc.

Een hennepverwerkend bedrijf dat wordt bediend door 5.000 ha en de houtachtige componenten van hennep verwerkt tot stalstrooisel vergt een personele bezetting van ongeveer 20 - 30 mensen. Een dergelijke fabriek kost circa 20 - 30 M€

Voor de verwerking van cichorei is in Roosendaal begin jaren 90 een aparte fabriek opgericht, nu Sensus - een volle dochter van Cosun. Bij de fabriek werken enkele tientallen mensen. Voor deze studie is een schatting van 20 - 30 mensen aangehouden.

Alle drie de gewassen hebben de potentie om in de toekomst te worden geteeld op een veel groter areaal. Dit zal bij voldoende perspectief vooral gebeuren door uitbreiding van areaal bij telers met ervaring en deels door agrariërs die voor het eerst over te stappen.

Totale werkgelegenheidsinschatting minimaal 350 à 380 fte.

4.3.5 Kennisinstituten

De directe werkgelegenheidseffecten van een investering in de kennisinfrastructuur van € 30 miljoen (in vijf jaar) bedragen zo'n 170 tot 200 banen (fte). Na deze vijf jaar zou kennisinfrastructuur in stand gehouden moeten worden door de aanwezige bedrijven door middel van privaat gefinancierd onderzoek.

De berekening gaat uit van een inschatting van € 60 à 70 duizend aan bruto loonkosten (voor de werkgever) voor senior kenniswerkers. Verder nemen we aan dat alle kenniswerkers kunnen worden gehuisvest in de bestaande kennisinstituten, waardoor slechts beperkt rekening is gehouden met extra kosten voor huisvesting en andere voorzieningen.

4.3.6 Blue Energy

Precieze inschatting van de werkgelegenheid van deze optie zijn lastig. Belangrijk punt is de productie van de membranen die eens in de 5 jaar vervangen moeten worden maar het is de vraag of dat in het noorden zal plaatsvinden. Daarnaast zal de centrale onderhouden en beheerd moeten worden. Wij schatten voorzichtig in dat het hier gaat om ongeveer 40 à 80 fte.

4.3.7 Smart decentrale warmte en elektriciteitsproductie

Op basis van informatie van Energy Valley is in bijlage E een werkgelegenheidsinschatting gemaakt van 300 personen.

4.4 Indirecte economische effecten

De analyse van het EAC op het vestigingsklimaat hebben wij alleen *kwalitatief* onderzocht. Hierbij kan gedacht worden aan het behouden van bestaande bedrijven en het aantrekkelijker maken van de regio voor nieuwe vestigingen in de industrie en dienstverlening.

Concreet kunnen we twee belangrijke extra vestigingsplaatsfactoren identificeren:

- 1 Voordeel van een CO₂-infrastructuur.
- 2 Voordeel van een gediversifieerd energieaanbod.

Het betreft hier dus effecten die bovenop de directe en daarvan afgeleide indirecte economische effecten komen.

4.4.1 Voordeel CO₂-infrastructuur

Een belangrijk voordeel van het EAC zijn betere vestigingsvoorwaarden voor grote energiegebruikers en CO₂-producenten. Dit geldt vooral sectoren waarbij veel CO₂ in sterk geconcentreerde vorm vrijkomt (RUU, 2005 en CE):

- elektriciteitsopwekking;
- cementproductie;
- staalindustrie;
- petrochemische industrie;
- olie en gas bewerking;
- kunstmest en ammoniakproductie.

De CO₂-infrastructuur en vele mogelijkheden voor ondergrondse berging, in combinatie met de aanwezige geomorfologische kennis, zou een pluspunt kunnen zijn in het aantrekken van investeringen in nieuwe plants. Bedacht moeten worden dat voor dergelijke industrieën tal van andere vestigingsfactoren minstens even belangrijk kunnen zijn. Het is dan ook niet te zeggen in hoeverre dit echt een substantieel effect kan gaan vormen. Echter, wanneer het EAC als energiecluster van de grond komt en het internationale klimaatbeleid in toekomst serieus aangescherpt wordt, dan kan ook een dergelijke infrastructuur een zeer waardevol element in het vestigingsklimaat van Noord-Nederland vormen.

Dit kan zich uiten in een aantrekkelijke CO₂-afnameprijs voor de betreffende bedrijven. Op termijn zal de CO₂-afname prijs wordt bepaald door de marginale kosten voor het opslaan en injecteren van de CO₂ plus de compressiekosten. Afhankelijk van de druk waarop de CO₂ aangeboden wordt zijn deze **1 à 12 €/ton CO₂** (€ 12 bij CO₂ op atmosferische druk, € 1 bij CO₂ op 100 bar). Als voorbeeld kan worden gegeven de multifuel centrale waarbij de CO₂ vrijkomt bij 60 bar wat leidt tot een lage CO₂-prijs en de bio-ethanolfabriek die CO₂ levert bij 1 atmosfeer waardoor de marginale kosten ongeveer 12 €/ton CO₂ zijn. Deze prijs geldt dus voor industrie die de CO₂ geconcentreerd in het plangebied in een redelijke hoeveelheid kan aanbieden en is voor de regio een duidelijk voordeel. De omvang van het project is echter te klein om effect te hebben op het complete emissiehandelgebied van de EU waardoor de EU CO₂-emissiehandelsprijs hier slechts beperkt door beïnvloed zal worden. Een voordeel ten opzichte van de EU-emissiehandel is dus waarschijnlijk.

Is het legitiem om CO₂ opslag te faciliteren?

Op de langere termijn (20 jaar) is het niet nodig om CO₂ opslag bij de energievoorziening te subsidiëren en zou deze optie gedragen moeten worden door een stabiel geworden emissiehandelssysteem zo is de mening van veel economen en de milieubeweging. Voor de korte en middellange termijn is het investeren in deze innovatieve techniek voor de markt echter nog te onzeker gezien de onzekerheden in de CO₂ emissiehandelmarkt en de technische onzekerheden. Toch wordt er bij de ministeries van VROM en EZ sterk gehecht aan het nu ontwikkelen van deze route voor Nederland (Transitiepad Schoon Fossiel en optiedocument Klimaatbeleid) omdat zij heel belangrijk gaat worden voor het Nederlandse klimaatbeleid. Dat is de legitimatie voor een overheidsondersteuning de komende jaren.

4.4.2 Voordeel diversificatie

Een tweede voordeel betreft de verbreding van de eenzijdig op gas gerichte energie-infrastructuur naar de energiebronnen biomassa en kolen. Dit kan positieve gevolgen hebben voor de concurrentiekracht van de gevestigde bedrijven die minder afhankelijk worden van het relatief dure en aan de olieprijs gekoppelde gas (gas is internationaal gezien een 'sellers-market'). Bovendien kunnen nieuwe energie-intensieve bedrijven op termijn wellicht eerder kiezen voor Noord-Nederland.

Diversificatie van het beschikbare energieaanbod en het gebruik van relatief goedkope kolen zijn dan een belangrijke troefkaart. Hierdoor wordt de regionale economie van Noord-Nederland minder kwetsbaar voor prijserupties met betrekking tot olie, zoals we die vanaf het najaar 2005 hebben kunnen zien. Hoewel olieprijsvoorspellen een zeer lastige zaak is, is het risico op stabiel hoge olieprijsen verre van uitgesloten. Door de multifuel centrale kan brandstofflexibiliteit zorgen voor een ongestoorde levering van elektriciteit en brandstoffen tegen een acceptabele prijs.

Tweede voordeel is de constante elektriciteitsprijs voor 1.000 MWe op basis van kolen en biomassa. Dit reële voordeel is echter lastig te kwantificeren.

4.5 Verdringingseffecten arbeidsmarkt

Wanneer sprake is van volledige werkgelegenheid, zal een investeringsimpuls tot verdringing op de arbeidsmarkt leiden door hogere lonen en/ of instroom van werknemers vanuit andere regio's naar de arbeidsmarkt van de noordelijke regio's. De vraag is hoe groot dit verdringingseffect is, hangt dus af van de situatie op de arbeidsmarkt.

De werkloosheid in Noord-Nederland heeft in 2005 bijna 10% van de beroepsbevolking bereikt. Dat blijkt uit de Noordelijke Arbeidsmarkt Verkenning 2005, die jaarlijks wordt samengesteld door de Rijksuniversiteit Groningen (RuG). Landelijk komt het percentage op 7% uit.

De werkloosheid concentreert zich onder laaggeschoolde jongeren met geringe startkwalificaties die vaak worden verdrongen door meer ervaren personeel dat afgelopen jaren ontslagen is. Een bijkomend aspect is dat bijna 60% van de werkloze jongeren onder 23 jaar geen startkwalificatie heeft, dus alleen basisopleiding of vmbo.

In 2005 zal een investeringsimpuls dan ook een effectieve bijdrage kunnen leveren aan het oplossen van de werkgelegenheid zonder dat er van substantiële verdringing sprake is. Voor een belangrijk deel zullen nieuwe banen ontstaan in laaggeschoolde functies (zie ook onderzoek Boston Consulting Group (BCG, 2005). Daarnaast zal er ook een extra vraag naar hooggekwalificeerde functies in onderzoek en ontwikkeling ontstaan (kenniswerkers, technologieontwikkeling nieuwe groene producten). Hier zou mogelijk van een bescheiden verdringing sprake kunnen zijn, aangezien de werkloosheid hier veel geringer is.

Hoe zit dit in 2008 à 2015 als het cluster zijn beslag gaat krijgen? De verdringingseffecten zouden dan omvangrijker kunnen zijn wanneer de beroeps-



bevolking zal gaan krimpen en arbeidsmarkt krappere gaat worden. Hier staat tegenover dat perifere regio's met leegloop geconfronteerd gaan worden. Hoe dit per saldo uitgaat pakken, is op dit moment niet te zeggen. Sowieso kan het dus geen kwaad met enige verdringingseffecten rekening te houden als het gaat om hooggekwalificeerde arbeid.



5 Overzicht Energie Agri Cluster

Het hier voorgesteld Energie Agri Cluster sluit sterk aan op de comparatieve voordelen van het noorden. Het belangrijkste onderdeel vormt de multifuel biomassa/kolen elektriciteits- en SNG-vergassingsfabriek met CO₂-opslag aan de Eemshaven met veel beschikbare ruimte en directe toegang tot biomassa-stromen uit Scandinavië en Polen en kolen van over heel de wereld. Wel dient de vaargeul voor de Eemshaven weer uitgebaggerd te worden tot 14 meter maar dit is bestaand beleid van Rijkswaterstaat. Koelwater is beschikbaar en nog een grote capaciteit aan inpasbaar elektriciteitsvermogen. Aanvullend aan de elektriciteitsproductie op aardgas dat de laatste jaren te duur is voor de chemische en aluminium industrie ter plekke waardoor vele arbeidsplaatsen behouden zullen worden (bijvoorbeeld Aldel). Belangrijk is ook het grote aantal (bijna) lege gasvelden dat geschikt is om het broeikasgas CO₂ in op te slaan. Deze techniek wordt wereldwijd steeds meer gezien als een belangrijke optie om het klimaatprobleem een halt toe te roepen. Deze techniek maakt het mogelijk om de enorme voorraad kolen die er nog voor honderden jaren is klimaatneutraal te gebruiken. Ontwikkeling van deze technologie in Noord Nederland geeft Nederlandse bedrijven als NAM, Gasunie, Fugro en NITG, etc. de mogelijkheid om CO₂-afvang, distributie en opslag wereldwijd (met name VS, China, India) te exporteren.

Tweede poot van het EAC is een agri-chemie-energie cluster op basis van nieuwe landbouw en veredeling van energiegewassen, een tweede generatie ethanolfabriek en bioraffinage installatie. Dit sluit aan bij de eerste cluster en uitwisseling van warmte, CO₂ en reststromen is goed mogelijk. Daarnaast sluit het aan bij de bestaande krimpende agricluster in Noord-Nederland. Daarnaast maakt dit een koppeling van het noorden met de kennisinfrastructuur in Wageningen.

Derde poot van het EAC is het versterken en verbreden van de energiekennisinfrastructuur in het noorden. Naast het bestaande en groeiende gaskenniscluster ontstaat er een CO₂-cluster, vergassingskenniscluster en agritechnologie cluster. In het plan is geld gereserveerd om aanhakend bij de RUG en het van Hall instituut deze kennisgebieden te versterken.

Vierde en waarschijnlijk op termijn de belangrijkste punt van het EAC is het verbeteren van de vestigingvoorwaarden voor energie/chemie en agri-industrie (indirecte economische effecten). Het bieden van een CO₂-afzet mogelijkheid met vast lage prijs (1 à 12 €/ton CO₂ afhankelijk van druk) in plaats van de variabele ETS-prijs en een stabiele elektriciteitsprijs op basis van kolen en biomassa die flexibel kunnen worden ingezet als alternatief voor de hoge gasprijs. Daarnaast biedt de ontwikkeling van de Eemshaven aantrekkelijke perspectieven voor andere bedrijven omdat faciliteiten gedeeld kunnen worden.

Vijfde poot van dit plan is de slimme apparatenbouw voor decentraal productie van warmte en ook elektriciteit. Een proefproject op dit gebied sluit aan bij de kennis die hierover in het noorden is gebundeld. Dit sluit aan op de bestaande activiteiten van Gasunie en Energy Valley in de regio.

Tot slot wordt er een beperkt bedrag geïnvesteerd in de nu nog relatief onbekende maar veelbelovende techniek van Blue Energy waarbij uit de menging van zoet en zout water energie wordt gewonnen. Als maximum is hiermee op de Afsluitdijk 200 MWe hier mee te winnen volgens KEMA.

De projecten in het EAC zijn additioneel aan bestaande activiteiten en overheidsplannen, sluiten aan bij plannen van de markt maar zijn zo innovatief dat ze nog niet rendabel zijn.

5.1 Overzichtstabel

In Tabel 1 zijn de kenmerken van de opties in het plan samengevat.

Tabel 1 Optie in het Energy Valley plus pakket met hun kenmerken. (bedragen in miljoenen)

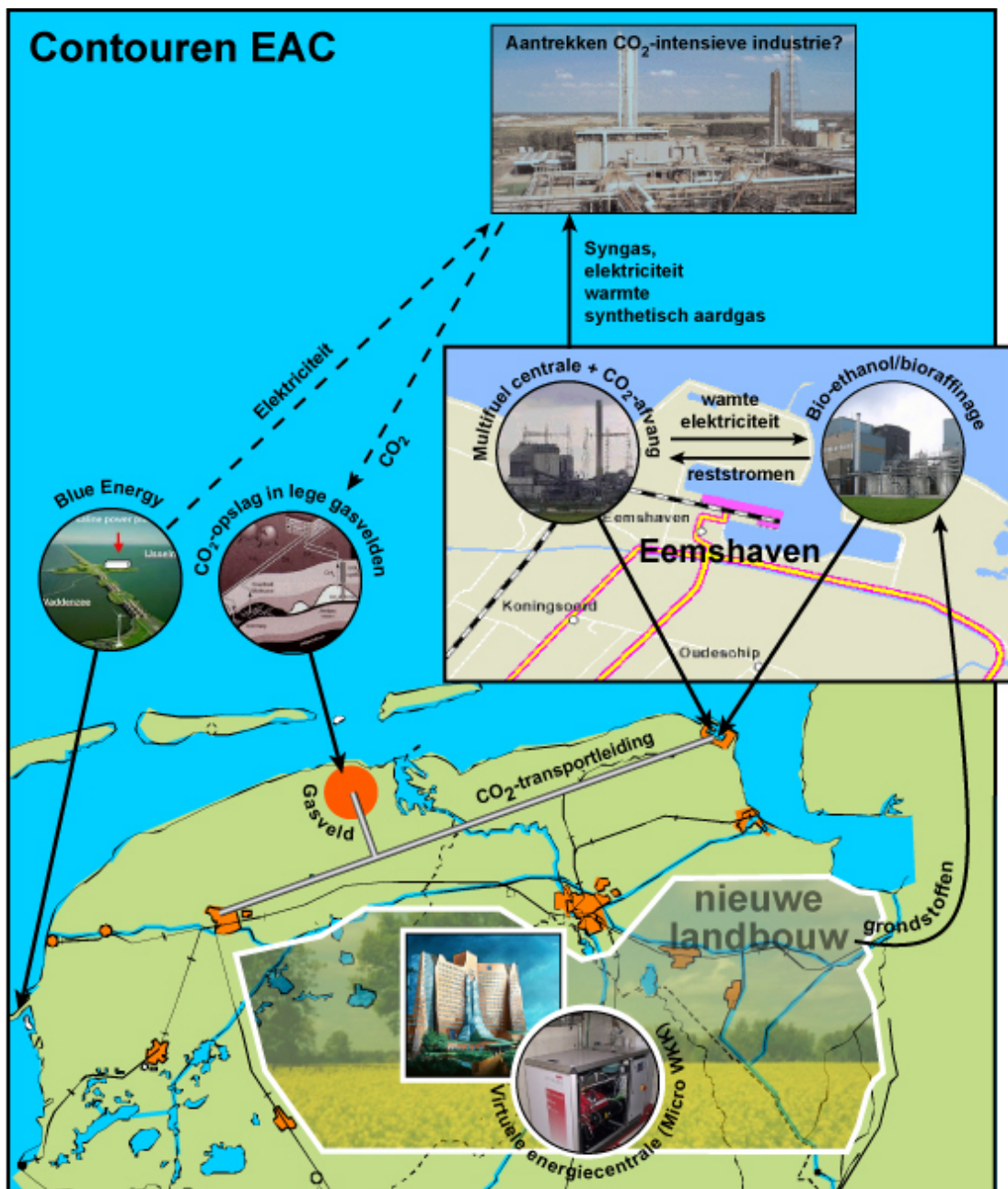
Optie	A Multifuel bio/kolen vergasser 1.000 MWe met CO ₂ - afvang en SNG unit	B CO ₂ -opslag en CO ₂ -net	C 2 ^e generatie ethanolfabriek	D Bio raffi- nage en nieuwe landbouw	E Kennis ont- wikkeling	F Blue Energy	G Smart decentrale warmte/e productie	Totaal
Aansluiting noorden	Haven Elektriciteitsvraag	Lege gasvel- den	Haven en land- bouw	Haven en landbouw	Reeds be- staande centra	Zoet en zout water	Micro WWK Apparatenbouw	
Aansluiting klimaat- beleid	++	++	++	+		++	+	++
Aansluiting voorzienings- zekerheidsbeleid	++ Minder afhanke- lijk van aardgas	++	++	+		++		++
Private belangstelling	Nuon, Eon, Electra- bel, Shell, etc	NAM, Gasunie	Nedalco, Iogen, Shell	Cosun, Avebe	Div.	KEMA, VWS	Gasunie e.a.	++
Investering	1.835 (incl. SNG)	30 à 40	200	100		200-300	35	Ca. 2455
Directe structurele werkgelegenheid (inschatting CE)	30-130 bij conv. kolen als referentie 130-230 bij import als referentie	21-25	60-100	Minimaal 350 à 380	170-200	40-80	Minimaal 300	Ca. 971-1.315 excl. nieuw industrie door lage CO ₂ -prijs
Bijdrage Bestaande regelingen	ETS ?UKR 4 mln	?UKR 4 mln	?UKR ?accijns	?UKR				
Overheidsbijdrage ZZL	300 (0 - 600)	60	50 à 100	45 mln	30 mln	25 mln	15	Ca. 550
CO ₂ -effect Mton	-3,5 (100% kolen) -7 (50% kolen/biomassa [#]) -10 (100% biomassa [#])		- 0,4 (200 mln liter ethanol)			Max -0,8 (200 MW)		-4,7 à -11,2
NO _x -effect (Kton)	-1,4 à +0,5							
SO ₂ -effect (Kton)	-2.4 à +1,5							
PM ₁₀ -effect (ton)	-100 à +10							
Export mogelijk- heden	Grote markt aan kolencentrales in China, India, VS en Rusland		Wereldwijd	Groot		Naar del- ta's		

CO₂-effect berekend volgens Protocol monitoring duurzame energie (SN, 2004) (600 gr CO₂/kWh) met biomassa zonder noemenswaardige CO₂-emissie in de keten als hout uit Scandinavië met herplant, agrarische reststroom zonder andere toepassingen en reststromen van bioraffinage Bij andere biomassastromen is een goede netto CO₂-berekening nodig.

Cluster in schema

Bovenstaand cluster is in onderstaand schema globaal opgenomen.

Figuur 1 Energie Agri Cluster in Transitie Alternatief in beeld



6 Globale effecten Energie Agri Cluster voor TA

6.1 Inleiding

Het hier gepresenteerde EAC is in zeer korte tijd opgesteld en bediscussieerd met partijen. Er is daarom een globale effecten inschatting gedaan van het pakket aan maatregelen door CE en Ecorys. CE heeft samen met het SMB-panel milieueffecten ingeschat. Ecorys heeft de economische effecten ingeschat.

6.2 Algemene beoordeling Energy Agri cluster overwegend positief

Uit (Ecorys, 2006): We geven een overwegend positieve beoordeling aan Stichting Energy Valley (goede aansluiting op de regionale structuur, goed uitgewerkt thema met plausibele effecten, maar wel enkele risico's vanwege de gevoeligheid voor emissieprijsen en eventueel een staatssteun vraagstuk), en aan de transitie naar biobased economy onder het Agribusiness thema (eveneens goede aansluiting op de regionale structuur, uitgewerkt voorstel alhoewel het werkgelegenheidsperspectief nog onduidelijk is).

6.2.1 Beoordeling economische effecten energie cluster

Ecorys komt tot de volgende conceptconclusies over het Energie cluster:

Effectiviteit

De effectiviteit van het cluster staat of valt met de bereidheid van marktpartijen om te investeren in de multifuel energiecentrale en andere installaties. Hieronder wordt ingegaan op de effectiviteit van de belangrijkste projecten binnen het cluster.

Multifuel vergassingsenergiecentrale

Vanuit de verwachte vraag naar elektriciteit en toekomstige capaciteiten is er behoefte aan een nieuwe energiecentrale. Rentabiliteitsberekeningen van CE geven aan dat bij een emissiehandelsprijs van € 20 per ton CO₂ de markt niet zonder overheidsbijdrage bereid is te investeren. Alleen bij een overheidsbijdrage van € 300 miljoen is de afzetprijs voor de elektriciteit van de multifuel energiecentrale vergelijkbaar met een kolencentrale en resulteren vergelijkbare rentabiliteiten. Marktpartijen geven aan in dat geval interesse te hebben in een dergelijke investering.

De effectiviteit van het project in termen van sociaal-economische baten lijkt evenwel niet erg gunstig. Er worden weliswaar 130-230 directe arbeidsplaatsen op de centrale verwacht, het betreft hier echter vooral technisch geschoolden (MTS, HTS). Deze categorie werkenden is in het algemeen schaars. Hierdoor zijn niet of nauwelijks baten voor het noorden uit werkloosheidsreductie te verwachten. Wel leidt de multifuel energiecentrale (ten opzichte van een gemiddeld elektriciteitspark) volgens CE tot een vermindering van CO₂-emissies van 4 tot 10 Mton. Ten slotte zal de stabiele prijs van kolen, waardoor de industrie ter plekke minder last zal hebben van variabele gasprijzen, leiden tot een gunstige vestigingsvoorwaarde voor energie-intensieve industrie en chemie.

CO₂-opslag en distributienet

CO₂-opslag en distributie kan effectief zijn in termen van CO₂-reductie (klimaatbeleid). Vraagtekens kunnen gezet worden bij de sociaal-economische betekenis hiervan in relatie tot de knelpunten in het noorden.

Bio-ethanol fabriek (en biorefinery eenheid)

De effectiviteit van deze onderdelen is niet goed in te schatten, omdat het marktperspectief voor de afzet van fabriekaten van deze units niet duidelijk is op te maken uit het aangeleverde materiaal. De vraag naar biobrandstof zal naar verwachting toenemen naar aanleiding van de verplichte toename van het aandeel tweede generatie biobrandstof in transportbrandstoffen. Daarnaast worden 30 tot 60 directe arbeidsplaatsen in de fabriek verwacht. Ook kunnen deze onderdelen in potentie effectief zijn in termen van sociaal-economische baten mits ze een bijdrage geven aan de modernisering van de landbouw in het noorden (zie agribusiness).

Kennisnetwerk

Dit onderdeel sluit aan bij het knelpunt in het noorden 'tekort aan kennisinfrastructuur'. De effecten zijn echter niet goed in te schatten.

200 MW Blue Energy centrale op de afsluitdijk

Voor deze centrale is niet duidelijk wat de samenhang is met de rest van de cluster. Het project biedt exportmogelijkheden en grijpt hierdoor aan op het knelpunt 'gebrek aan export oriëntatie'.

Micro-WKK

De samenhang met de rest van de cluster is onduidelijk. Het project heeft wel samenhang met de *bestaande* Energy Valley projecten. De werkgelegenheidseffecten worden geschat op 300 fte.

Algemeen effectiviteit cluster

Het cluster Energy Valley sluit op zich goed aan op de kansen die het noorden biedt in energie, sluit goed aan op de Noordelijke economische structuur (gasproductie en agribusiness) en de karakteristieken van de Eemsmondhaven (ligging, koelwater, CO₂-opslagmogelijkheden en chemiecluster). Ook kan de cluster bijdragen aan de transitie van de agribusiness (met name suiker en aardappelen) naar biomassa/ bioethanol. De cluster grijpt vooral aan op de knelpunten in het noorden: gebrek aan clusters/ijle economische structuur, gebrek aan kennis en gebrek aan exportoriëntatie. Wel kunnen vraagtekens bij de cluster gezet worden omtrent de effectiviteit ten aanzien van sociaal-economische baten (participatieverhoging/werkloosheidsreductie). Ook zijn sommige onderdelen van de cluster (bijv. Blue Energy centrale, micro-WKK) niet goed te onderbouwen vanuit samenhang en de aansluiting op de probleemanalyse voor het noorden.

Voor de cluster als geheel worden de volgende effecten verwacht:

- Reductie van CO₂-emissies: 5-11 Mton.
- Ca. 1.000 directe arbeidsplaatsen in centrales/units. Inclusief indirecte werkgelegenheid ca. 1.600 arbeidsplaatsen. Het betreft echter vooral technisch geschoolden die schaars zijn op de arbeidsmarkt. Hierdoor is weinig effect te verwachten op werkloosheidsreductie of participatieverhoging in het noorden. Wel kan migratie van technisch geschoolden naar andere regio's (braindrain) verminderd worden.
- Reductie van gasprijzen voor chemiecluster in Delfzijl.
- Geringere afhankelijkheid van Nederlandse economie van buitenlandse elektriciteit.
- Geringere afhankelijkheid Nederlandse economie van gasprijs doordat elektriciteit wordt opgewekt met minder gasverbruik (minder voor kolenvergassing). De multifuelcentrale zou kunnen voorzien in ca. 7% van het elektriciteitsverbruik van Nederland.
- Spin-off modernisering landbouw.

Exportmogelijkheden vergassingstechnologie, CO₂-opslagtechnologie, SNG productietechniek, bio-ethanol en Blue Energy.

Efficiëntie

De efficiëntie is zonder kosten-batenanalyse en nadere analyse van de te verwachten CO₂-emissiehandelsprijs lastig te beoordelen. Wel lijkt de rijksbijdrage voor de gehele cluster redelijk in verhouding tot de verwachte private bijdrage. Ook lijkt de rijksbijdrage redelijk in verhouding te staan tot de verwachte vermindering van milieu-uitstoot door de maatregelcluster. De waardering van CO₂ op basis van de preventiekosten methode bedraagt € 50 per ton CO₂ (CE, leidraad voor KBA). Bij deze schaduwprijs bedraagt de waarde van de CO₂-uitstoot vermindering jaarlijks tussen de € 250 mln en € 550 mln. Wanneer de waardering van CO₂ gewaardeerd wordt op basis van de CO₂-emissiehandelsprijs van 18 €/ton, bedraagt de CO₂-uitstoot vermindering jaarlijks tussen de € 90 mln en € 198 mln.

De bijdrage van het rijk is vooral te beargumenteren vanuit nationale energie en klimaatdoelstellingen, maar minder vanuit regionale sociaal-economische doelstellingen.

Er kunnen vraagtekens gezet worden bij de efficiëntie van het onderdeel CO₂-opslag en distributie. CO₂-opslag is ten opzichte van bijvoorbeeld energiebesparingsmaatregelen (of regulering of heffingen) om CO₂-emissies te reduceren een dure techniek voor de vermindering van CO₂-emissies (CE, 2005). Daarnaast kan het subsidiëren van CO₂-distributie op gespannen voet staan met internalisatie van milieukosten. Het is de vraag of er geen alternatieve mogelijkheden dan subsidies zijn voor de overheid om een efficiënt systeem van CO₂-distributie te bereiken.

Risico's

- De rentabiliteit, effectiviteit en efficiëntie van de cluster is sterk afhankelijk van de emissiehandelsprijs en prijs en leveringszekerheid voor biomassa (en kolen).
- Er kan concurrentie voor de Eemsmond regio verwacht worden met Maasvlakte 2, Terneuzen en havens in Noord-Duitsland. Biomassa wordt vooral geproduceerd in Scandinavië. Duitse havens kunnen geduchte concurrenten zijn door de ligging en subsidiemogelijkheden in Duitsland. Een concurrentieanalyse ontbreekt vooralsnog, zodat er weinig zicht is op de concurrentiepositie van de Eemsmond regio.

Er zijn nog geen concrete toezeggingen of afspraken met private partijen en hun bijdrage. Wel zijn door EON, NUON en Electrabel plannen naar buiten gebracht die lijken op de multifuel centrale.

6.2.2 Beoordeling economische effecten agricluster

Ecorys komt tot de volgende beoordeling van de onderdelen bioraffinage en nieuwe landbouw in de agricluster:

Effectiviteit

De inzet is om de bestaande werkgelegenheid in de agrisector in het noorden te behouden en/of uit te breiden gezien de bedreigingen en kansen voor de sector. De maatregelcluster sluit goed aan op de karakteristieken van het noorden en sluit aan op de probleemanalyse voor het noorden (gebrek aan innovatie). Het noorden biedt bovendien goede mogelijkheden voor de voorgestelde transitie van de landbouw. De regio heeft voor de grondgebonden landbouw een bepaalde kritische massa, ruimtelijke ontwikkelingsmogelijkheden, een sterke binding binnen de keten en een sterke kennisbasis (zowel bij kennisinstellingen als bij bedrijven).

CE schat in dat met biorefinery en de spin-off daarvan naar vernieuwing van de landbouw minimaal 350-2.280 arbeidsplaatsen behouden of gecreëerd kunnen worden. Deze schatting is onderbouwd met een illustratieve berekening vandaar de grote onzekerheid. Op het biorefinery complex zelf werken waarschijnlijk enkele tientallen personen. Binnen de landbouw gaat het om bestaande landbouwers die andere gewassen zoals brandnetels, hennep of cichorei als bijproduct gaan telen of hun suiker of aardappelproductie in stand kunnen houden.

Efficiëntie

Voor zowel het CCC als de biorefinery bedraagt de gevraagde rijksbijdrage ca. 50% van de totale investeringskosten. De rijksbijdrage in het biorefinery complex lijkt hoog in relatie tot de totale investering, temeer daar het om een eenheid gaat die producten voor de markt gaat produceren.

Risico's

Biorefinery Complex: Het marktperspectief voor deze eenheid is niet helder. Wat zijn de marktkansen voor de eindproducten en hoe ziet de rentabiliteit voor een dergelijke eenheid eruit. Met een goede rentabiliteitsanalyse en inschatting van effecten kan ook de gevraagde overheidsbijdrage beter onderbouwd worden.

Conclusies

- De maatregelcluster sluit goed aan op de probleemanalyse voor het noorden (gebrek aan innovativiteit) en sluit goed aan op de structuur en kansen en bedreigingen voor het noorden. Een aantal maatregelen binnen de cluster zijn nog onvoldoende uitgewerkt om deze te kunnen beoordelen. Ten aanzien van CCC is er onzekerheid over de aansluiting op de markt en ten aanzien van het biorefinery complex zijn de marktperspectieven nog onzeker.

Verbeterpunten

- Uitwerken maatregelen en activiteiten.
- Haalbaarheidsstudies (marktperspectief) in beeld brengen voor Biorefinery complex.
- Rentabiliteitsanalyse Biorefinery complex.
- Businessplan opstellen voor CCC en Biorefinery complex.

6.3 Milieu: emissies

Groot klimaatvoordeel

Het hier gepresenteerde alternatief scoort door de inzet van biomassa en vooral door de opslag van CO₂ op klimaatbeleid zeer goed. De Multifuelcentrale met CO₂-opslag heeft een CO₂-emissievoordeel van 4 à 10 Mton CO₂ afhankelijk van de mix van kolen en biomassa. Bioraffinage, Blue Energy en een aantal andere projecten kunnen daar nog 1 Mton emissiebesparing aan toe voegen. Voor de berekening is gebruik gemaakt van de kentallen in het protocol duurzame energie van EZ en VROM. Dat gaat uit van het verdringen van een mix van conventionele kolen en gascentrales.

Luchtkwaliteit klein effect en nationaal positief

De gekozen technieken hebben over het algemeen een lage emissies. Indien de multifuel centrale in de plaats komt van importstroom is er een beperkt negatief effect op de luchtkwaliteit in het noorden door de extra bedrijvigheid. De luchtkwaliteit blijft echter binnen de normen gezien het feit dat lucht in het noorden schoon is in vergelijking met andere regio's in Nederland. Als de multifuel (deels) oudere Nederlandse centrales vervangt is dit nationaal positief voor luchtkwaliteit omdat de emissie per kWhe duidelijk lager zijn (vooral veel lager dan bestaande kolencentrales).

Emissies

Emissies gerelateerd aan het CE-voorstel zijn alleen op dit moment voor de vergasser redelijkerwijs in te schatten. De ethanolfabriek genereert weinig tot geen emissies omdat op die locatie geen verbrandingsprocessen plaatsvinden. De ethanolfabriek neemt immers stoom en stroom van de vergasser af. De compressoren voor CO₂-transport gebruiken elektriciteit en produceren daardoor geen emissies. Voor de bioraffinage en landbouw valt nu nog geen goede inschatting te geven.

In Tabel 2 zijn de jaarvrachten voor een 1.000 MW energiecentrale weergegeven. De multifuel KV-steg geeft vooral voordeel als hij ander kolenvermogen verdringt. Ter illustratie zijn ook de te verwachten emissies van een nieuwe conventionele kolencentrale, een nieuwe Steg aardgas en de bestaande kolenvergasser in Buggenum gegeven. (de berekening is verder toegelicht in bijlage A).

Tabel 2 Emissies van drie nieuwe mogelijke energiecentrales en Buggenum bestaand als referentie

Opties: Emissies	Nieuwe conventionele kolencentrale	Nieuwe Steg op aardgas	Multifuel kolen- vergassing en Steg	Verdringing oud gas en oud kolen- vermogen*	Bestaande kolen- vergasser Buggenum
Ton per jaar					
SO ₂	1.575	0	473	1.900	575
NO _x	2.100	1.050	1.523	3.900	1.974
PM ₁₀	105	0	10	110	11

* Als referentie is hier 50% genomen van de Gelderland 13 kolencentrale in Nijmegen en 50% van een gascentrale als in Bergum of Harculo.

De precieze emissie effecten zijn afhankelijk van de verdringing die optreedt. Als er importstroom wordt verdrongen is er sprake van een extra emissie, als er oud kolen en gasvermogen wordt verdrongen dan is duidelijk sprake van een verlaging van emissies.

Tabel 3 Netto emissieverandering door multifuelcentrale

	Netto emissie bij vervanging import stroom van ver weg	Netto emissie bij vervanging 50% oude kolen en 50% oude gascentrales
Ton per jaar		
SO ₂	473	-1.400
NO _x	1.523	-2.400
PM ₁₀	10	-100

6.4 Overige punten milieu

Uit de Strategische milieubeoordeling komen een aantal punten naar voren die effect op het milieu zouden kunnen hebben. Globaal is de inschatting van het SMB-panel dat de milieuaantasting van dit alternatief kleiner zijn dan de transport alternatieven. Aandachtspunten voor het milieu zijn volgens het SMB-panel:

- voorkomen aantasting natuurwaarde Waddenzee bij Eemshaven (visvernietiging door koelwaterinname, verstoring vogels, horizon, etc.);
- voorkomen problemen door een eventuele fakkel voor afgassen van de multifuel centrale (visuele verstoring, vogelschade, geluid);
- risicobeperking van CO₂-opslag in de ondergrond door goede monitoring;
- milieueffecten van landbouw voor bioraffinage (vaak minder dan traditionele landbouw maar zekerstelling is gewenst, uitzicht bij hoge gewassen);
- milieu en biodiversiteitseffecten grootschalige teelt biomassa in buitenland (aantasting natuur, watervoorraden, gewasbescherming).

Het SMB-panel is positief over de grote klimaatvoordelen van het pakket.

Omdat de meeste onderdelen zijn gevestigd bij de Eemshaven is ter illustratie een foto van deze bijna lege haven toegevoegd. Te zien is dat het gebied al is voorzien van een aantal industriële installaties.

Figuur 2 Luchtfoto Eemshaven



Alle strategische milieu aspecten zijn opgenomen in het separate verslag van het SMB-panel.

Referenties

EZ, 2004

Ministerie van Economische Zaken

Pieken in de Delta

Den Haag : Ministerie van Economische zaken, 2004

EZ, 2005

Ministerie van Economische Zaken

Energierapport 2005

Den Haag : Ministerie van Economische zaken, 2005

EV, 2005a

Voortgang Energy Valley

Groningen : Stichting Energy Valley, 2005

EV, 2006

Werkplan Energy Valley 2006 : plan voor 2,5 jaar

Groningen : Stichting Energy Valley, 2006

Ecorys, 2006

Beoordeling programma Transitiealternatief Zuiderzeelijn (concept)

Rotterdam : Ecorys Nederland BV, 2006

Schoon Fossiel, 2006

Werkgroep Schoon Fossiel

Advies van de werkgroep Schoon Fossiel van het Platform Nieuw Gas aan de Task Force Energietransitie : derde concept

Den Haag : Task Force Energietransitie, 2006

Kema, 2006

State of the art techniekontwikkeling voor elektriciteitsvoorziening, voor platform duurzame elektriciteit, in oprichting

Arnhem : Kema, 2006

CE, 2005

B.E. (Bettina) Kampman, L.C. (Eelco) den Boer, H. (Harry) Croezen

Biofuels under development

Delft : CE, 2005

SenterNovem, 2004

Protocol monitoring duurzame energie

Utrecht : SenterNovem, 2004

SNN, 2006

Samenwerkingsverband Noord Nederland
Inbreng SNN Structuurvisie Zuiderzeelijn : uitwerking alternatief 'Investering in regio-specifieke kansen' concept versie
Groningen : Samenwerkingsverband Noord-Nederland, 2006

Wageningen Universiteit en Researchcentrum , 2005

Hans Langeveld, Andries Joops, et al.
Nieuwe landbouw, Inventarisatie van Kansen PRI
Wageningen : Wageningen Universiteit en Researchcentrum, 2005

DG Energy and Transport, 2005

Quarterly review of European electricity and gas prices
Brussels : DG Energy and Transport : 2005

Rijks Universiteit Utrecht, 2005

Wim C. Turkenburg
State of the Art CO₂ Capture and Storage (CCS)
Presentatie 'Nationaal Symposium 'Schoon Fossiel voor Nederland'
Utrecht : Rijks Universiteit Utrecht, 2005

Innovatienetwerk Groene Ruimte en Agrocluster, 2003

Ekelenkamp (TNO), Kamminga (KNN)
Agro-specialty park : van ontwerp naar realisatie, (speciaal Noord-Nederland)
Den Haag : Innovatienetwerk Groene Ruimte en Agrocluster, LNV, 2003

Boston Consulting Group, 2005

Werkgelegenheidsontwikkeling Energiesector 2006-2011, eindpresentatie
In opdracht van WENb, ABVA-KABO, CNV en VMHP
S.I. : Boston Consulting Group, 2005

Tijdschriften**EV, 2005**

Newsletter Resource
Groningen : Stichting Energy Valley
Nr. 3., winter 2005/2006

Volkskrant, 2006

Dromen van verstoppertje in de broeikas' over CO₂-opslag en reactie Turkenburg op ECN inschattingen
Uit: Volkskrant, Kennis, zaterdag 25 februari, 2006

Websites

EV, 2004

Een vallei met uitzicht : Masterplan Energietransitie Energy Valley
Groningen : Stichting Energy Valley, 2004
www.energyvalley.nl

Energietransitie, 2006

Stand van zaken energietransitie en platforms
www.energietransitie.nl

PVDAG, 2006

Statenleden Jaap Dijkstra en Jan Koller
Energie en werkgelegenheid een brandend vraagstuk
www.pvdagroningen.nl/artikel/1014.htm

Mondelinge informatie

Kema, 2006

Informatie van Kees van den Ende over Blue Energy
Arnhem : Kema, 2006



CE

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

Het Energie-Agri Cluster voor het Transitie Alternatief (EAC)

In het kader van het
Zuiderzeelijn project

Bijlagen

Rapport

Delft, maart 2006

Opgesteld door: G.C. (Geert) Bergsma
H.J. (Harry) Croezen
M.J. (Martijn) Blom
F.J. (Frans) Rooijers





A Rekenmodel Multifuel centrale

A.1 De opzet van de rekenmodule

Op basis van informatie uit zowel desk top studies als praktijk initiatieven is een eenvoudige rekenmodule opgesteld waarmee globale rentabiliteitsberekeningen kunnen worden uitgevoerd en CO₂-reductie kosten kunnen worden berekend.

De ingevoegde screen dump geeft de opbouw van de rekenmodule.

Figuur 3 Opbouw rekenmodule vergasser

Schatting kostenverschil		1000 MW cdntrale		
CO2-prijs		0 €/ton		
		Conventionele kolencentrale	Conventionele STEG	IGCC met CO2-opslag
rendement		48%	58%	40%
Investering	€/kW	1.150	500	1.800
Inv. Totaal	mln	1.150	500	1.800
Operationele kosten	€/kW/jaar	45	14	70
Eénmalige overheidsbijdrage				-300
Uren basislast		7.000	7.000	7.000
Overheids-bijdrage (M€)?				
300				
Jaarlijkse kosten (M€)				
- afschrijving		92	40	120
- operationele kosten		45	14	70
- CO2-post		0	0	0
- brandstoffen		79	217	173
		216	271	364
CO2-emissie (kton/jaar)		4.935	2.433	2.656
CO2 emissie winst Mton	vgl kolen			7,6
CO2 emissie winst Mton	vgl gas			5,1
CO2 emissie winst kton	vgl Mon DE		4200,0	4202,7
Globale Elektriciteitsprijs (c€/kWh)		3,1	3,9	5,2
zonder CO2 penalty				
Specifieke reductiekosten				
19 - 24 €/ton CO2				
18 - 23 €/ton CO2				
20 - 25 €/ton CO2				
exclusief transport + opslag CO2				
Transport kost paar €/ton CO2				
Kosten elektriciteit conform MEP				
3,2				
224				
Kolenspecs		Conventionele kolencentrale	Conventionele STEG	IGCC met CO2-opslag
- stookwaarde GJ/ton	24	2.188		2.625
		53		63
- kg CO2/GJ stookwaarde	94	4.935		5.922
- prijs €/GJ	1,5	79		173
verwijderingsrendement CO2				90%
Gasspecs				
- kg CO2/GJ stookwaarde	56		43	
- prijs €/GJ	5,0			
Rente		5%	5%	5%
Afschrijftermijn		20	20	20
Biomassa	4 €/GJ	kosten hout en reststomen		
Aandeel	50%			
CO2-emissie biomassa	104 kg/GJ			
Pakket CO2				
- CO2-bijdrage kolen	2.961			
- CO2 bijdrage biomassa	3.280			
Verwijderd	5.617			
Over	624			
Uit roulatie	-2.656			

Om CO₂-reductiekosten te kunnen bepalen zijn een moderne STEG en een moderne poederkool centrale als referentie beschouwd. Deze centrales zijn de alternatieven voor nieuw elektriciteit productie vermogen in Nederland.

De vergelijking met beide referenties gaat enigszins mank omdat de beoogde vergasser naast elektriciteit ook synthetisch aardgas (SNG) en mogelijk ook stookgas produceert.

In het model kunnen de volgende parameters gevarieerd worden:

- brandstofkosten;
- investeringen en operationele kosten;
- CO₂-marktprijs;
- brandstof specificaties;
- beschikbaarheid en rendement van de centrale.

De investeringskosten zijn als gezegd ontleend aan praktijk initiatieven en bureaustudies zoals hieronder opgenomen.

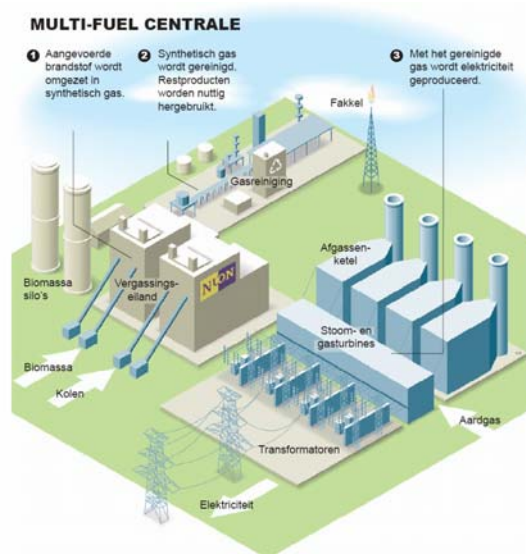
De beschikbaarheid is gesteld op 7.000 uren per jaar. Dat is op zich conform de gemiddelde benutting van een basislast eenheid in Nederland, maar sluit ook goed aan bij de werkelijke technische beschikbaarheid van de vergassers. Praktijkervaringen bij Eastman Chemicals in Kingport Tennessee geven aan dat een gemiddelde vergasser 'run' of campagne 40 dagen is, waarna de vergasser kort in onderhoud moet en een 'turn around' krijgt. Dit betekent dat voor een 100% beschikbaarheid er zoveel vergassingsreactoren moeten worden opgesteld dat er steeds één geturned kan worden en er desnoods één in langdurige reparatie is. Een beschikbaarheid van 80% of 7.000 uur is hiermee in overeenstemming.

Kosten voor brandstoffen en CO₂ - zie Figuur 3 - zijn ontleend aan informatie op de DGTREN website, het optiedocument en andere bureaustudies en de CO₂-prijsindex. Voor aardgas is uitgegaan van de huidige hoge prijs van € 5/GJ voor grootgebruikers. Deze prijs zou in de toekomst stabiel op een lager peil kunnen komen wanneer de LNG-terminal van Essent en Conoco-Philips in de Eemshaven is gerealiseerd. LNG-prijzen in langdurige contracten bedragen marktconform \$4/GJ - \$4,5/GJ.

Met een CO₂-penalty van 20 €/ton CO₂ worden de elektriciteitsprijzen, bij de in de screen dump getoonde uitgangspunten:

- kolen conv 4,5 ct/kWhe;
- steg op gas 4,6 ct/kWhe;
- ICGG kolen/bio 4,4 ct/kWhe.

Figuur 4 Illustratie Multifuel centrale (het voorstel van Nuon waarbij benadrukt moet worden dat meer partijen dergelijke voorstellen hebben gedaan)



A.2 Verificatie investeringschatting

Het realiteitsgehalte van de gehanteerde investeringskosten is gecontroleerd aan de hand van een viertal bronnen, deels praktijkgegevens, deels ook bureau studie gegevens.

- Vergasser
 - Voor de recentelijk bij de Petronor raffinaderij (bij Bilbao) gerealiseerde 800 MWe vergasser zijn investeringskosten gegeven van € 1,1 miljard of circa 1.350 €/kWe.
- Plannen NUON
 - Nuon meldt voor een multifuelcentrale van 1.200 MWe een investering van 1 miljard NUON gaat uit van een conventionele vergasser zonder CO₂-afvang en opslag. Daarmee worden de kosten lager in de orde van 1.500 €/kWe. Dan nog is NUON blijkbaar zeer goedkoop uit met een specifieke investering van 850 €/kWe. Ter vergelijking: de 800 MWe vergasser bij Bilbao kost € 1,1 miljard of circa 1.350 €/kWe. Ons vermoeden is dat de vergassers maar een deel van de brandstof voor de gasturbines leveren. Even heel kort door de bocht geredeneerd: er staan twee vergassers en vier turbines in het plaatje. Stel nou dat die vergassers de helft van de brandstof leveren je houdt voor een aardgasgestookte STEG een prijs van 500 €/kWe aan dan is de investering ruwweg: $50\% \times 1.500 \text{ €/kWe} + 50\% \times 500 \text{ €/kWe} = \pm 1.000 \text{ €/kWe}$. Conclusie is dat Nuon waarschijnlijk rekent met een investering ongeveer 10% lager dan de inschatting van CE. Dit valt binnen de onzekerheidsmarges en geeft de zekerheid dat we niet te optimistisch zijn.

- **Check investering met berekeningen RUU**

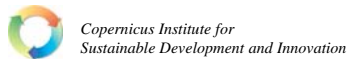
Wim Turkenburg presenteerde op het Symposium Schoon Fossiel bijgevoegde investeringscalculatie (RUU, 2005).



Performance new power plants *) (current technology)

	New NGCC	New PC	New IGCC
Cap. Costs, no capt. (US\$/kW)	~ 570	~ 1290	~ 1330
Cap. Costs, with capt. (US\$/kW)	~ 1000	~ 2100	~ 1830
Plant efficiency, with capt.	47-50 %	30-35 %	31-40 %
COE, no capt. (US\$/kWh)	0.031-0.050	0.043-0.052	0.041-0.061
COE, with capt. (US\$/kWh)	0.043-0.072	0.062-0.086	0.054-0.079
Increase COE	37-69 %	42-66 %	20-55 %
Cost of net CO ₂ capt. (US\$/tCO ₂)	37-74	29-51	13-37

*) Gas prices: 2.8-4.4 US\$/GJ; Coal prices: 1-1.5 US\$/GJ



Source: IPCC SR-CCS, 2005

De IGCC centrale van de RUU lijkt op de multifuel centrale alleen dan zonder biomassa. De CO₂-reductiekosten van \$13 tot 37 per ton CO₂ liggen in dezelfde range als de inschatting van CE alleen zijn de onzekerheden in deze calculatie groter.

- **Check ECN/MNP**

In het recente optiedocument energie van ECN en MNP wordt er voor de potentieelverkenning klimaatdoelstelling en energiebesparing tot 2020 voor de optie WKK met CO₂-opslag gerekend met een onrendabele top van 20 €/ton CO₂. Deze inschatting ligt wat lager dan de inschatting van CE. CE komt tot dezelfde variabele kosten maar dan met een overheidsinvestering van € 300 mln. In de Volkskrant van zaterdag 25 februari reageert prof. Wim Turkenburg in het algemeen op de inschattingen van ECN/MNP dat die toch wat te optimistisch zijn qua kosten technische hobbels die te nemen zijn.

Conclusie verificatie

De range van investering en onrendabele top berekeningen van CE, NUON, RUU en ECN wijken allemaal wat af maar liggen in dezelfde range. De inschatting van CE zijn aan de voorzichtige kant maar niet onrealistisch.



A.3 MEP subsidie

Conform de MEP berekeningsmethodiek worden meerkosten van duurzame energieopties berekend ten opzichte van een gangbare referentie, onder mee nemen van verschil in brandstofkosten en verdiscontering van eventuele benodigde extra investeringen.

Voor de MER-subsidie voor deze specifieke case is de referentie het inzetten van steenkool in de als optie beschouwde grootschalige vergassingsinstallatie.

Voor het schatten van de MEP-subsidie voor 'meestook' van biomassa in de vergassingsinstallatie is aangenomen dat de meestook relatief gezien geen extra investeringen vergt ten opzichte van steenkool:

- in beide gevallen is opslag faciliteit nodig;
- in beide gevallen moet de brandstof worden verpoederd.

Zo op het eerste gezicht vergt opslag en voorbereiding van biomassa geen enorm verschil in investeringen ten opzichte van steenkool. Dit is een mogelijk te optimistische inschatting aangezien de opslag faciliteiten voor biomassa de brandstof moeten beschermen tegen weer en wind, wat toepassing van een silo noodzakelijk maakt. Kolen kunnen open en bloot op een mengveld in hopen worden opgeslagen.

Er is verder aangenomen dat het netto elektrisch rendement en de vaste operationele kosten per kWh_e voor beide brandstoffen gelijk zijn.

Het te verdisconteren kostenverschil is daarom enkel het verschil in de brandstofkosten in €/GJ. Dit verschil is in deze studie geschat op € 2,5/GJ.

De MEP-subsidie zou bij een brandstofpakket van 50% biomassa, 50% steenkool een jaarlijks uit te keren bedrag opleveren van bijna €80 miljoen. Dit bedrag is gezien de onzekerheden (EZ stelt dit jaarlijks vast) niet meegenomen in de rentabiliteitsberekeningen.

A.4 Overige vergassingsproducten, mogelijkheden voor integratie

De beoogde vergassers kunnen in principe ook andere producten leveren: synthetisch aardgas (SNG), Fischer Tropsch producten, methanol, synthesesgas, waterstof.

Het synthesesgas kan worden benut als brandstof voor industriële vuurhaarden en gasturbines of - bij realisatie van de vergassers in Delfzijl - als grondstof voor een eventueel door te starten Methanor.

In deze studie zijn we in eerste instantie uitgegaan van realisatie van de vergassers in de Eemshaven. Daarom is syngas levering niet relevant. Waterstof is bij gebrek aan potentiële industriële afnemers in de Eemshaven eveneens geen

optie. Maar met het oog op optimale rendabiliteit is productie van LNG wel een aantrekkelijke optie.

In een door ECN gepubliceerde studie naar co-productie van brandstoffen bij de Demkolec (tegenwoordig NUON Power) centrale in Buggenum werd voor een SNG-productie-eenheid een investering van nog geen M€ 15 bij een productiecapaciteit van 200 MW syngas. De opzet van het beschouwde systeem was zodanig dat in de daluren van de elektriciteitsvraag - bij lage elektriciteitsprijzen - de SNG-eenheid 40% van het geproduceerde synthesesgas verwerkte tot SNG.

Vertaald naar een STEG van het formaat beschouwd in deze studie worden de investeringskosten circa M€ 35 en een vermogen van bijna 900 MW syngas. De productie-eenheid van een dergelijk vermogen kan bij 50% operationeel zijn in daluren (3.500 uur/jaar) 210 kton/jaar aan SNG produceren, het equivalent van circa 340 miljoen m³ Groningen gas.

Productie van aardgas geeft overigens een kleinere reductie van de CO₂-emissie als bij enkel elektriciteit productie. Een deel van de koolstof in de brandstoffen is nodig voor de vorming van methaan. Bij een C : H verhouding van 1 : 1 in steenkool en van 1 : 4 in SNG zal ongeveer 25% van de koolstof nodig zijn voor SNG-productie. De koolstof komt overigens op een andere locatie als de vergasser vrij als CO₂.

Productie kosten voor een vergasser die sec SNG produceert bedragen circa € 3,5/GJ - € 4,0/GJ, prijzen vergelijkbaar met de oude grootgebruikers prijzen op de gasmarkt. Dit is in het minst gunstige geval vergelijkbaar met de prijzen voor aangeland LNG of de prijzen voor pijplijn aardgas.

Overigens moet worden opgemerkt dat de door ECN aangehouden grootgebruikers prijs voor aardgas aanzienlijk boven de op de DGTREN website gegeven waarde van € 5/GJ medio juni 2005 ligt.

Tabel 4 Verwachte ontwikkelingen in brandstofkosten

Prijsontwikkelingen brandstoffen €/GJ	Steenkool	Aardgas
2005-2006	2	7,1
2007-2008	1,95	6,3
2009-2010	1,8	5,4
2011-2012	1,8	4,4
2012-2015	1,65	3,6

Bron: ECN, 2005.



A.5 Emissies multifuel centrale en verdringing

Voor het berekenen van de emissies is gerekend met de volgende kentallen.

Voor de vergasser is Tabel 5 gegeven met de emissies in kg/GJ brandstof en in kg/GJe. Ter illustratie zijn ook de emissies van Nuon Power in Buggenum gegeven.

Tabel 5 Emissies verschillende opwekkingstechnieken

	Kolencentrale	STEG aardgas	KV-STEG	Buggenum
In kg/GJ brandstof				
SO ₂	0,03			
NO _x	0,04			
PM ₁₀	0,002		0,001	
Rendement	48%	58%	40%	
Ontzwaveling	96%		99%	
In kg/GJ elektriciteit				
SO ₂	0,06		0,02	0,023
NO _x	0,08	0,04	0,06	0,078
PM ₁₀	0,004		0,003	0,0005

Jaarvrachten

In Tabel 6 zijn de jaarvrachten voor een 1.000 MW eenheid weergegeven. De KV-steg geeft vooral voordeel als hij andere kolenvermogen verdringt. Bij verdringing van gasvermogen is het de vraag hoe oud het gasvermogen is dat verschoven wordt. De cijfers hieronder zijn emissie voor nieuwe eenheden.

Tabel 6 Emissies van drie nieuwe mogelijke energiecentrales en Buggenum bestaand als referentie

	Nieuwe conventionele kolencentrale	Nieuwe Steg op aardgas	Multifuel kolen- vergassing en Steg	Verdringing oud gas en oud kolen- vermogen*	Bestaande kolen- vergasser Buggenum
1.000 MW					
Ton per jaar					
SO ₂	1.575	0	473	1.900	575
NO _x	2.100	1.050	1.523	3.900	1.974
PM ₁₀	105	0	10	110	11

* Als referentie is hier 50% genomen van de Gelderland 13 kolencentrale in Nijmegen en 50% van een gascentrale als in Bergum of Harculo.

De precieze emissie effecten zijn afhankelijk van de verdringing die optreedt. Als er importstroom wordt verdrongen is er sprake van een extra emissie, als er oud kolen en gasvermogen wordt verdrongen dan is duidelijk sprake van een verlaging van emissies.

Tabel 7 Netto emissieverandering door multifuelcentrale

	Netto emissie bij vervanging import stroom van ver weg	Netto emissie bij vervanging 50% oude kolen en 50% oude gascentrales
Ton per jaar		
SO ₂	473	-1.400
NO _x	1.523	-2.400
PM ₁₀	10	-100

A.6 Andere milieueffecten multifuel centrale

Er is reeds discussie in Groningen over de bouw van een nieuwe energiecentrale. De Milieufederatie Groningen (MFG) en Waddenvereniging (WV) zijn tegen de bouw van een traditionele poederkoolcentrale, maar willen onder scherpe voorwaarden overwegen de bouw van een kolenvergasser te accepteren. Het inpassen van een kolenvergasser in het Waddengebied vraagt om extra grote zorg voor de milieukwaliteit, inpassing in het landschap en zorg voor de natuur. Belangrijke aandachtspunten zijn voor de MFG en de WV de landschapsschade en verstoring van vogels, die met name veroorzaakt wordt door de fakkels, en de inlaat en uitstoot van koelwater. De fakkels brandt tijdelijk als de centrale in gebruik wordt genomen of uit gebruik wordt genomen. Dit is waarschijnlijk eens in de 2 maanden. Bij een bepaald ontwerp van de fakkels kan deze een hoogte van 30 meter bereiken. Met tijdelijke opslag van gas of eventueel meerdere kleinere fakkels is dit echter te beperken. In de vervolgfase kan dit nadere worden bekeken.

Koelwater zorgt op twee momenten voor problemen: bij de inlaat worden mogelijk veel vissen meegezogen, bij de uitlaat wordt het oppervlaktewater verwarmd met mogelijk ook beperkte effecten. Wat betreft CO₂ is de eis van beide organisaties dat een kolencentrale niet meer uitstoot dan een nieuwe gascentrale, dus minder dan 360 gram CO₂/kWh. Een traditionele poederkolencentrale stoot ongeveer 750 gram CO₂/kWh uit. Om dat CO₂-niveau te halen zijn wel extra maatregelen nodig, zoals een hoge efficiency van de centrale. Verder dringen MFG en WV aan op de inzet van hoog percentage aan schone biomassa. Tevens moet een initiatiefnemer volgens hen investeren in ondergrondse opslag van CO₂.

B Tweede generatie bio-ethanol productie

B.1 Tweede generatie ethanol

Op dit moment is het mogelijk om op basis van gewassen als tarwe, suikerriet en suikerbieten ethanol te produceren voor transportdoeleinden. Het gebruik van deze voedselgewassen heeft echter een aantal nadelen. Ten eerste worden zij vrij intensief geteeld waardoor er tijdens de teelt een aanzienlijk energiegebruik en klimaatemissie plaats vindt. De netto klimaatreductie van eerste generatie biobrandstoffen ligt daarom nu in orde van -20 tot -60%. Daarnaast zijn de kosten relatief hoog en is er ook een concurrentie met voedsel mogelijk.

Daarom wordt er hard gewerkt aan tweede generatie biobrandstoffen op basis houtige (cellulose) gewassen die niet concurreren met voedsel en veel voorhanden zijn. De netto CO₂-reductie van deze routes kan stijgen tot meer dan 85% en ook zullen op termijn de kosten lager zijn. Door het R&D karakter van de techniek nu zijn de kosten nu nog hoger. In het rapport 'Biofuels under development' heeft CE vorig jaar de tweede generatie biobrandstoffen uitgebreid bestudeerd en beschreven (CE, 2005) Tweede generatie bio-ethanol is daarvan 1 van de kanshebbers. Met behulp van nieuwe enzymen en gisten blijkt het al mogelijk op laboratoriumschaal tweede generatie ethanol te produceren. De hier gepresenteerde unit kan een belangrijke rol spelen in de verdere opschaling.

B.2 Inleiding, argumenten voor een ethanolfabriek

De energie/agri-cluster voor Noord-Nederland voorziet ook in de productie van biofuels voor motorvoertuigen.

Op zich zou productie van biofuels kunnen worden gecombineerd met de op locatie Eemshaven te bouwen vergasser door de vergasser te gebruiken als syngas producent voor een Fischer Tropsch fabriek. Er is echter uitgegaan van ethanolproductie middels fermentatie. In het noorden van Nederland zijn vanuit de agro-industrie grote hoeveelheden natte en/of alkalirijke restproducten beschikbaar zoals stro, bietenpulp en aardappelresten. Deze restproducten lenen zich minder voor vergassen, maar zijn wel een goede grondstof voor ethanolproductie middels productietechniek voor lignocellulose grondstoffen.

De technologie voor het productie van ethanol uit lignocellulose grondstoffen is tot nu toe alleen op semi-industriële schaal gedemonstreerd. Plannen voor de bouw van fabrieken op commerciële schaal zijn er in Spanje en in Duitsland. De fabriek in Spanje met een klein deel 2^e generatie productie zou in 2006 operationeel moeten zijn. Ook Nedalco heeft plannen voor een grote ethanolfabriek, die qua voeding voor 5% - 20% gebaseerd zou moeten zijn op 2^e generatie productietechnologie. Deze fabriek zou in 2010 operationeel moeten zijn. Deze installaties zijn alle afhankelijk van een overheidsbijdrage via het biobrandstoffenbeleid of via investeringsteun. Gezien de concrete plannen zou er in principe ook moge-

lijkheid tot realisatie in de Eemshaven zijn. Het innovatieve karakter van de technologie biedt goede mogelijkheden voor ontwikkeling van kenniseconomie op het gebied van biologische grondstoffen.

Een derde reden om uit te gaan van ethanol productie uit lignocellulose houdende restproducten is dat de technologie in principe (zie hieronder) deels ook kan worden toegepast voor de productie van waardevolle chemische grondstoffen als:

- melkzuur (voor bioplastics);
- 1,3 propaandiol (grondstof voor Sorona vezel van DuPont);
- de gecombineerde productie van ethanol, butanol en aceton (ABE-proces);
- butanol productie, conform het innovatieve proces ontwikkeld bij de universiteit van Ohio.

De technologie voor de omzetting van enkelvoudige suikers naar deze grondstoffen is in principe commercieel toepasbaar, maar kan wat betreft ABE-proces en melkzuur productie technisch of economisch nog verder worden geoptimaliseerd.

Al met al is een ethanolfabriek gebaseerd op de technologie voor lignocellulose grondstoffen een zowel qua grondstoffen aanbod als qua doorgroeimogelijkheden naar bioraffinage en productie van grondstoffen op basis van biomassa een logische keuze.

B.3 Productieproces en analyse in deze studie

Productie van ethanol uit lignocellulose grondstoffen omvat de in Figuur 5 getoonde processtappen.

Het materiaal wordt mechanisch verpulpt, waarbij de structuur wordt opengebroken en de componenten bereikbaar worden gemaakt voor micro-organismen en water. Hemicellulose wordt bij verhoogde temperatuur spontaan door water afgebroken tot C6 en C5 suikers als glucose, fructose en xylose. Cellulose afbraak vindt plaats onder inwerking van enzymen. De enkelvoudige suikers (glucose, fructose en xylose) worden bij ethanol productie vervolgens door een tweede set micro-organismen omgezet in ethanol en CO₂. Een andere mogelijkheid is om de enkelvoudige suikers op termijn te gebruiken voor de - al dan niet met ethanol productie gecombineerde - productie van eerdergenoemde grondstoffen als melkzuur, 1,3 propaandiol, butanol en aceton.

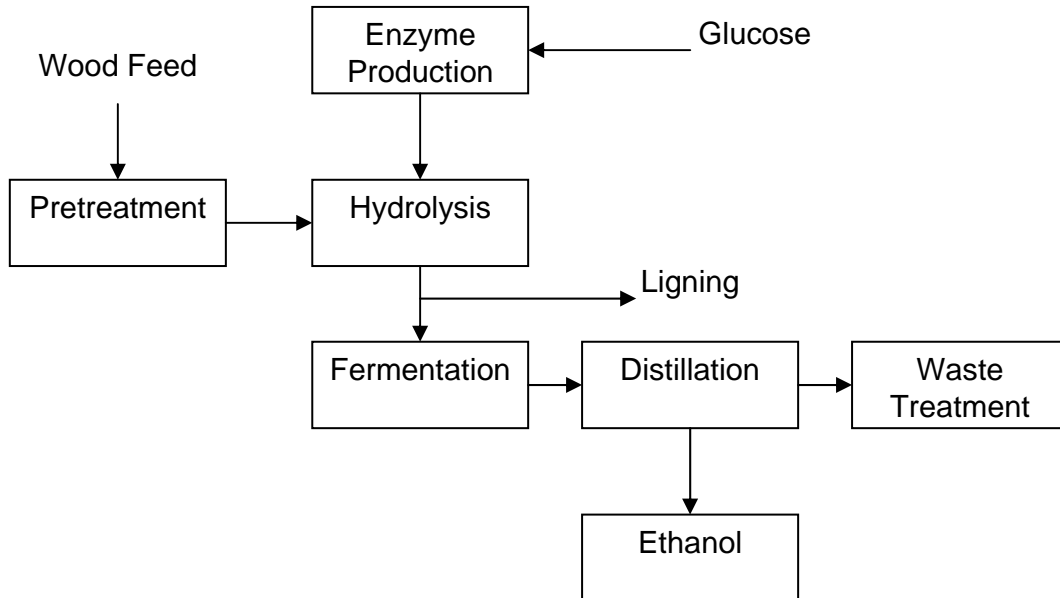
In deze studie is een globale analyse uitgevoerd op basis van de plannen van logen en bureau studies van Hamelink, ECN en NREL .

Het beschouwde systeem bestaat uit:

- voorbehandeling van biomassa met verdund zuur;
- cellulose hydrolyse met cellulase enzymen;
- destillatie en gebruik van membranen voor de productie van 99,5% pure ethanol.

In plaats van hout (wood) wordt uitgegaan van strom, bietenpulp, bietenloof en aardappelloof en andere aardappelreststromen als grondstof. Het proces zet ongeveer 40% van de energie-inhoud van de grondstoffen om in ethanol.

Figuur 5 Opzet ethanol productieproces



De fabriek wordt conform de plannen van o.a. logen geacht een productiecapaciteit van circa 200 miljoen liter ethanol per jaar te hebben. Ter vergelijking, voor het invullen van de biobrandstoffen richtlijn in 2010 - vervanging van 5,75% van benzine en diesel - is 1.130 miljoen liter ethanol nodig.

Restproducten van biomassa omzetting - in feite de lignine in de biomassa - worden aangenomen te worden verwerkt door de vergasser. Een alternatief is om de ligninerijke fractie te verwerken in een HTU-installatie. Dit biedt mogelijkheden om extra biomassa om te zetten in biobrandstoffen en grondstoffen voor de chemische industrie. De vergasser levert stoom en stroom aan de ethanol-fabriek.

In onderstaande box zijn een aantal economische specificaties van de fabriek gegeven. Een opbouw van de jaarkosten en de productiekosten per liter ethanol is gegeven in onderstaande box.

Box: Uitgangspunten economische analyse ethanolproductie uit lignocellulose grondstoffen

Verwerkingscapaciteit (MW)	400
Beschikbaarheid	90%
Investering (M€)	200
fixed O & M tov Investering.	3%
Levensduur fabriek	15
Rentevoet	10%

personeel	aantal	loon (€/uur)	uur/jaar
	80	60	1800

Energievraag	
- stoom	7 GJ/ton ethanol
- elektriciteit	1 GJ/ton ethanol
Specifieke prijzen	
- stoom	5,6 €/GJ
- elektriciteit	5 c€/kWh
- biomassa, ex transport	45 €/ton
- residu	
Bijstookfactor stoom	0,4

Tabel 8 Opbouw jaarkosten en productiekosten per liter ethanol

	Jaarkosten M€/jaar	Productiekosten Ethanol c€/liter
- Afschrijving	26,3	12,4
- Operationele kosten		
A Personeel	8,6	4,1
B Elektriciteit	2,3	1,1
C Stoom	7,0	3,3
D Zuur + kalk	1,3	0,6
F Biomassa	33,8	15,9
G Overige O & M	6	2,8
- Opbrengst uit residu		
	85,3	40,3

De productiekosten liggen in dezelfde orde van grootte als opgegeven voor de in Spanje geplande first-of-a-kind fabriek (€ 0,70/liter), maar zijn in vergelijking daarmee relatief laag.

Dit is deels ook toe te schrijven aan de combinatie met de vergasser en het daardoor ontbreken van de normaliter bij een ethanolfabriek opgestelde boiler voor verbranding van reststoffen en stoom- en elektriciteitsproductie.

Bepaling van het onrendabele deel van de investering is lastig omdat geen goede referentie te definiëren is voor de productiekosten voor biobrandstoffen. De benzineprijzen fluctueren voortdurend en hebben bijvoorbeeld de afgelopen drie jaar gevarieerd tussen 0,23 en 0,44 €/liter. Een alternatief is de prijs voor concurrerende - benzine vervangende - biobrandstoffen. Vanuit dit perspectief is met name de productie van ethanol uit suikerriet in Brazilië relevant. Productiekosten voor Braziliaanse ethanol bedragen circa 0,20 €/liter. Daarbovenop komt nu nog een importheffing van 0,20 €/liter.

Deze importheffing staat vanuit de WTO onder druk maar bestaande ethanol-producerende EU-landen als Spanje en Frankrijk zijn er zeer op gespist deze heffing te handhaven. Bij een verder uitwerking van dit alternatief dient de ontwikkeling van deze heffing meegenomen te worden in de analyse.



C Bioraffinage en nieuwe landbouw

C.1 Inleiding

In deze bijlage wordt eerst het begrip bioraffinage toegelicht geïllustreerd met voorbeelden en vervolgens wordt er een illustratief pakket van bioraffinage opties voor Noord-Nederland beschreven. Dit illustratief pakket dient later nog verder uitgewerkt te worden.

C.2 Bioraffinage

De term bioraffinage is een container begrip voor een grote verscheidenheid aan activiteiten die gemeenschappelijk hebben dat een gewas of een reststroom uit de voedingsmiddelenindustrie wordt ontleed in afzonderlijke componenten. De term raffinage verwijst naar de aard van het verwerkte materiaal - een combinatie van functionele componenten - en het splitsen van het verwerkte materiaal in afzonderlijke componenten. De afgescheiden componenten kunnen worden gebruikt als grondstof in chemische of biologische processen en/of kunnen worden verkocht als product.

Bioraffinage an sich is niets nieuws. Het verwerken van hout tot papier en bijproducten als tall oil is bioraffinage, net als verwerking van suikerbieten tot suiker, Betacal, melasse en bietenpulp.

De term bioraffinage zoals die in transitie wordt gebruikt refereert naar nieuwe verwerkingsroutes voor gangbare gewassen en inzet van nieuwe gewassen als grondstof. Voorbeelden zijn:

- Verwerking van hennep
Hennep kan worden verwerkt tot vezels voor papierproductie, vezelplaten en textiel, De zaden leveren een kwalitatief zeer hoogwaardige levensmiddelen olie op en kan ook worden gebruikt als houtverduurzamingsmiddel. Hennep wordt in Nederland verwerkt door Hempflax in Oude Pekela (<http://www.hempflax.com/ml/hf.asp>).
- Verwerking van brandnetels
Brandnetels kunnen worden gebruikt als grondstof voor textiel en huidverzorgingartikelen. Brandnetels worden in Duitsland verwerkt tot textiel door Stoffkontor Kranz (<http://www.nettleworld.com/page.php?id=1>) uit Lüchov in Duitsland. Het Nederlandse patent is door Brennells gekocht (<http://www.brennells.nl>).
- Productie van inuline uit cichorei
De productie van inuline vindt in Nederland en België al op commerciële basis plaats. De verwerking vindt plaats bij Sensus in Roosendaal. Een samenwerkingsverband onder de naam sisterna ontwikkelt producten op basis van veresterde inuline (<http://www.sisterna.com/>). Daarnaast werd inuline verwerkt tot biologisch afbreekbare wasverzachter (Klok eco assortiment) en

wordt het sinds kort toegepast als biologisch afbreekbaar, milieuvriendelijk additief in boorvloeistoffen.

- Progras initiatief
Dit initiatief betreft het scheiden van gras middels geavanceerde maaltechniek in sappen, vezels, suikers en eiwitten. Het initiatief - o.a. van Avebe - is gedemonstreerd maar nog niet commercieel in de markt gezet.
- Dollard Tarwe, een initiatief om tarwe te raffineren tot de afzonderlijke componenten.

We pretenderen met deze lijst zeker niet om compleet te zijn. Er zullen nog legio andere initiatieven zijn in met name het buitenland. De lijst bevat vooral initiatieven in Nederland.

In deze studie zijn alleen de eerste drie ontwikkelingen meegenomen. Voornamelijk omdat deze routes al op commerciële schaal zijn geïntroduceerd en er daadwerkelijk op commerciële basis teelt en verwerking van de genoemde gewassen plaatsvindt.

De middels bioraffinage geproduceerde grondstoffen kunnen chemisch, microbiologisch of mechanisch worden verwerkt. Ook in dit stadium van de keten zijn nieuwe ontwikkelingen, voornamelijk wat betreft de verdere verwerking van cellulose en enkelvoudige suikers:

- Omzetting c.q. hydrolyse van cellulose door genetisch gemodificeerd gist. Cellulose is de gepolymeriseerde vorm van glucose. Cellulose kan wel worden afgescheiden uit gewassen en restmaterialen, maar is zeer stabiel en daardoor moeilijk afbreekbaar middels hydrolyse naar glucose. Diverse bedrijven zoals Iogen, Diversa, Nedalco en Genencore en Novozyme ontwikkelen micro-organismen die deze hydrolyse moeten uitvoeren.
- Productie van aceton, butanol en ethanol uit enkelvoudige suikers
Productie van aceton, butanol en ethanol (en een kleine hoeveelheid waterstof) middels het ABE-proces of Weizman proces wordt in principe al sinds 1916 op industriële schaal toegepast voor met name de productie van aceton – grondstof voor o.a. TNT. Het proces is echter nog steeds dusdanig niet geoptimaliseerd dat het sinds de jaren 50 niet meer kan concurreren met op petrochemische grondstoffen gebaseerde proces-routes. Die optimalisatie is nu weer onderzoeksgebied van onderzoeksinstituten, waaronder de LU Wageningen.
- Productie van butanol en butaanzuur op basis van enkelvoudige suikers
Aan de University of Ohio is een proces ontwikkeld afgeleid van het ABE-proces. In het proces worden enkelvoudige suikers omgezet in butanol en waterstof. Het proces is nog niet op semi-commerciële schaal gedemonstreerd maar heeft de belofte economisch aantrekkelijker te zijn als ethanolproductie. Bovendien is butanol een aantrekkelijkere autobrandstof waarmee zowel benzine als diesel kan worden vervangen.

- Productie van 1,3 propaandiol
Dupont Chemicals kunnen middels samen met Tate and Lyle en Genencore ontwikkelde micro-organismen nu op industriële schaal enkelvoudige suikers fermenteren tot 1,3 propaandiol, een grondstof die door Dupont wordt gebruikt bij de productie van PTT-polyester. De PTT-polyester kan worden toegepast als een vervanger van PET, nylon en PUR en heeft superieure eigenschappen in vergelijking met de alternatieve polymeren.

C.3 **Bioraffinage en nieuwe landbouw illustratief uitgewerkt**

Op het gebied van bioraffinage zijn er verschillende mogelijkheden zoals in de vorige paragraaf toegelicht. Voor dit plan is een concrete optie hieronder uitgewerkt. Uiteindelijk kan dit natuurlijk aangepast worden.

Voor nieuwe landbouw is een eerste voorzichtige inschatting gemaakt op basis van het uitgangspunt dat de te ondersteunen opties per direct implementeerbaar moeten zijn. Daarnaast moeten het opties zijn, die een veelheid aan producten en een goed marktperspectief per product biedt. Het moet bovendien een gewas zijn met enige bekendheid en met herkenbaarheid voor de landbouwer - er van uitgaande dat een systeem waarin de landbouwer vertrouwen heeft makkelijker op te zetten is dan een systeem dat nog helemaal onbekend is.

De gehanteerde criteria sluiten innovatieve, maar nog niet eerder commercieel operationele systemen als grasteelt voor bioraffinage (Progras) uit.

Op basis van deze criteria zijn we tot een selectie gekomen van drie gewassen:

- brandnetels;
- vezelhennepe;
- cichorei.

Met al deze gewassen is inmiddels in Duitsland (brandnetel, hennep) en in Nederland (hennep, cichorei) ervaringen opgedaan met zowel teelt als verwerking tot hoogwaardige producten voor food- en non-food industrie:

- Brandnetels worden in Duitsland tegenwoordig op circa 100 ha geteeld, terwijl daarnaast een areaaluitbreiding van 170 ha in de bus zit. De brandnetels worden door de firma Kranz hoofdzakelijk verwerkt tot textiel (katoen vervanging), maar ook mondjesmaat al tot huidverzorgingsproducten als crèmes en shampoo. Brandnetels bieden daarnaast de additionele mogelijkheid volgens de heer Kranz voor productie van levensmiddelen, meststoffen en grondstoffen of producten voor de farmaceutische industrie. Een reële korte termijn markt potentie is voor 1.000 ha, maar 5.000 ha zou ook geen afzetproblemen opleveren.
- Vezelhennepe wordt in Nederland verwerkt door Hempflax, dat ongeveer 10.000 ton aan hennep verwerkte tot vezels voor papierindustrie, bodembedekkers voor stallen en oliën. Het bedrijf levert ook vezels voor composietmaterialen voor de auto-industrie. In het buitenland wordt hennep ook verwerkt in vezelplaten. Het areaal bedroeg in 2003 circa 2.300 ha. Door de huidige dumping van stro is de hennep verwerking op dit moment niet ren-

dabel, maar er zijn perspectieven voor een grootschalige verwerkingsfabriek die pulp en papier produceert. Het strooisel zou ook als biobrandstof in een energie-centrale kunnen worden gebruikt.

- Cichorei is de afgelopen jaren op 5.000 ha verbouwd, De cichorei wordt verwerkt tot fructosestroop en inuline. Fructosestroop wordt toegepast als zoetstof. Inuline wordt toegepast als voedingsvezel, zoetstof, waterontharder in wasmiddelen en boorvloeistoffen (gas- en olieproductie) en in huidverzorgingsproducten. Er is de mogelijkheid om inuline verder te benutten voor o.a. bioplastics. Voor de verwerking van cichorei is in Roosendaal eind jaren 90 een aparte fabriek opgericht.

Voor een eerste inschatting van de werkgelegenheid is uitgegaan van praktijkcijfers (voor zover beschikbaar) voor teelt in Nederland en Duitsland. Er is uitgegaan van een areaal van:

- 1.000 ha voor brandnetels;
- 5.000 ha voor hennep;
- 5.000 ha voor cichorei.

Aangenomen is dat de meeste landbouwers deze gewassen als bijproduct telen op - ervaringen in Duitsland met brandnetels - circa 5 ha per bedrijf. Voor het aangehouden areaal zijn circa 2.200 agrariërs nodig (eerst parttime later voltijds). Bij het eerst uitproberen op arealen van beperkte omvang is de werkbesteding voor enkel de teelt van deze gewassen circa 250 mensjaren. Hier komt een nog te bepalen werkbesteding voor logistiek bij.

Verwerking van brandnetels vergt circa 10 - 20 medewerkers voor een spinnerij en circa 15 medewerkers voor afzet, administratie, etc. **Kosten 20-30 miljoen.**

Een hennepverwerkend bedrijf dat wordt bediend door 5.000 ha en de houtachtige componenten van hennep verwerkt tot stalstrooisel vergt een personele bezetting van ongeveer 20 - 30 mensen. Een dergelijke fabriek kost **20 - 30 M€**

Voor de verwerking van cichorei is in Roosendaal begin jaren 90 een aparte fabriek opgericht, nu Sensus - een volle dochter van Cosun. Bij de fabriek werken enkele tientallen mensen. Voor deze studie is een schatting van 20 - 30 mensen aangehouden. **Kosten 20 -30 miljoen.**

Alle drie de gewassen hebben de potentie om in de toekomst te worden geteeld op een veel groter areaal. Dit zal bij voldoende perspectief vooral gebeuren door uitbreiding van areaal bij telers met ervaring en deels door agrariërs die voor het eerst overstappen.

Conclusies

Werkgelegenheid

Boeren: begin 300 groeiend naar 2.200

Fabrieken 50 tot 80

Totaal 350 tot 2.280



Investering in fabrieken: 60-90 miljoen
Overheidsbijdrage 50% = 30 - 45 miljoen

In de VS recent met \$ 160 mln voor 3 biorefineries (zie State of the Union Bush met 160 mln dollar voor 3 biorefineries)². Een bijdrage van € 45 mln in Nederland sluit hier goed bij aan.

² http://www.greencarcongress.com/2006/02/doe_announces_1.html.



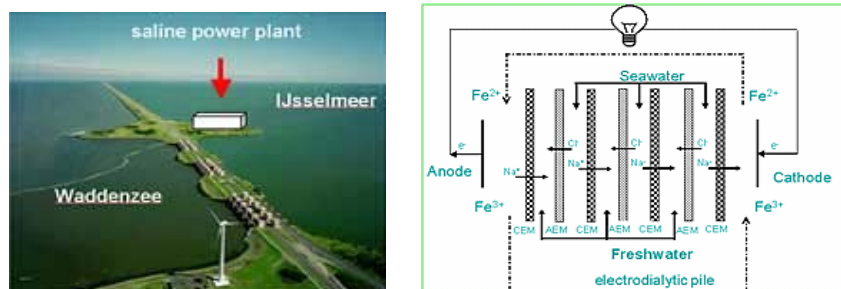
D Blue Energy

Toekomstige 200 MW centrale Afsluitdijk op basis van de Blue Energy technologie ontwikkeld door KEMA/VWS in het Novem NEO-project 'Blue Energy' (2003-2004)

VolkerWessels heeft gewerkt aan de visualisatie van een 200 MW zoet-zout centrale, zoals geplaatst zou kunnen worden bij de Afsluitdijk. Er is daarbij uitgegaan van een modulaire opbouw met zeecontainers (tot 250 kW) die toegankelijk zijn om in- en uitgehaald te worden voor onderhoud. In een zeecontainer zijn kleinere modules van 1 m³ gestapeld.

Door de Afsluitdijk verlaat gemiddeld 600 m³ zoet water/sec het IJsselmeer (en minimaal 200 m³/sec). Een 200 MW centrale zou bij voorkeur doorstroomd moeten worden met 200 m³ zoet water en 200 m³ zout water per seconde. Er is een verkende studie uitgevoerd naar de civiele werken en de landschapsinrichting. Dit heeft geresulteerd in een voorlopige kostenraming van deze centrale.

Figuur 6 Foto en Schema Blue Energy



Bron: KEMA, WETSUS, VWS.

De 40 km² membranen en de stacking ervan gaat zo'n 40-200 miljoen kosten (1-5 €/m² membraan) en het elektrische deel zo'n 10-30 miljoen (enkele transformatoren à 1 miljoen, kast in elke container, verbindingen, DC-AC conversie, etc.). Bij voorkeur zal snel naar een hogere spanning worden overgeschakeld (minder verliezen). De gegevens over de kosten van de elektrische installatie en de kosten van de membranen zijn aangeleverd door KEMA. Rekening houdend met deze kosten komt de complete centrale in een eerste berekening uit boven € 1 miljard. Er zijn vervolgens ideeën ontwikkeld over alternatieve uitvoeringen om de installatie minder omvangrijk te maken (bijvoorbeeld containers in cirkel plaatsen in plaats van op een lijn) en de kosten van de civiele werken te reduceren.

De bodemprijs voor membranen geproduceerd voor een kwalitatief hoge eisen stellende toepassing zoals de drinkwatervoorziening is 20 €/m³ (informatie verstrekt door fabrikanten). De commerciële prijs ligt nu nog boven de 40 €/m².

De meeste aandacht in dit project ging daarom uit naar een aanzienlijke prijsdaling voor de membranen en een hogere opbrengst per m² membraan.

Met een techniek die eerder bij KEMA ontwikkeld is kunnen met behulp van een elektrische modificatie in aanwezigheid van speciale zouten PE folies bewerkt worden tot ionomeren membranen. Als dit in een batch proces gebeurt, is de doelstelling tot 10 €/m² te komen. Met een omzetting naar een continu proces in samenwerking met de folieproducent VelsenFlexoplast, projectdeelnemer en met vestigingen aan beide zijden van de afsluitdijk, wordt een prijsdaling voorzien tot € 1-2 per m².

Op basis hiervan en een vervanging van de membranen eens per 5 jaar wordt een kWh-prijs berekend van 15 €cent per kWh voor de 10 €/m² membranen en 5 €cent per kWh voor de 1 €/m² membranen.

Om dit doel te bereiken is een grote, driejarige, R&D inspanning nodig om te komen tot de productie van de goedkope membranen op industriële schaal.

50380442-KPS/MEC 04-7105 Eindrapport Blue Energy , Dr. Josien Krijgsman (KEMA) Contactpersoon KEMA nu Kees van den Ende.

Tot zover de samenvatting van het rapport van KEMA.

Calculatie CE onrendabele top en CO₂-kosten

Op basis van bovenstaande kan het volgende worden berekend:

- Een 200 MW centrale bespaart 200 x 7.000 uur x 600 kg/MWe = 840 kton CO₂.
- Bij 15 cent/kWhe zijn de meerkosten ten opzichte van 3,2 ct/kWhe gewone stroom 200 €/ton CO₂ ((0,15-0,032) x 1.000/0,6). Dit geeft een onrendabele top van € 160 mln voor een dergelijk project.
- Bij 5 cent/kWhe zijn de meerkosten 30 €/ton CO₂ en is de onrendabele top nog maar 24 miljoen en 8 miljoen als de centrale onder ETS 20 €/ton CO₂ bonus zou krijgen.
- Voor deze prijsverlaging is echter nog een R&D inspanning nodig. Voorlopig gaan we uit van een onrendabele top te financieren door de overheid van € 25 miljoen voor deze centrale inclusief een deel van de R&D.

E Smart powersystem

E.1 Inleiding

Binnen www.Smartpowersystem.com hebben een groot aantal partijen zich verenigd om deze optie verder te brengen. (Gasunie Engineering & Technology Gasunie Trade & Supply ICT Automatisering Kema N.V. NOM TietoEnator TNO Continuon ECN Eneco Netbeheer BV Essent Netwerk B.V. en de Stichting Energy Valley). Er is een projectvoorstel vanuit de markt met een budget van €35 miljoen. Er zal nog precies vastgesteld worden wat de ZZL-bijdrage daarbij zou moeten zijn maar voorlopig is gerekend met €20 miljoen.

Werkgelegenheidsinschatting smartpowersystem zelf

Het is vooral nog een zeer uitdagende taak om aan dit programma een werkgelegenheidsinschatting te geven, hierbij een aanzet:

- projectmatig SPS: in totaal ongeveer 120 manjaar (pilots en specificatie). Totale benodigde budget €36 miljoen.

De inschatting voor de markt in Nederland schatten we minimaal op 300+ FTE. Deze werkgelegenheid zit in de volgende branches/competenties:

- installateurs;
- Informatie Technologie;
- opleiding;
- normen;
- controle;
- industrie voor het exploitatie van het systeem.

Waarom in het noorden?

Kennis en kunde van Gasunie en de al jarenlange keten die rondom de Gasunie aanwezig is. Deze trend is reeds sinds eind 70-er jaren door de HR-ketel in gang gezet. Daarnaast heeft de Gasunie een internationale samenwerking met belangrijke kennisinstellingen.

Algemeen

Op dit moment productiewaarde € 400 miljoen HR-ketels in NL productiewaarde. Remeha, Nefit (Deventer en Buinen), Intergas (Coevorden):

- per fabriek 20 man in ontwikkeling;
- extra van 100 man;
- 4.000 installatiebedrijven.

Conclusie minimaal 300 arbeidsplaatsen.



F Locaties Eemshaven en Delfzijl

De industriële zone bestaat uit twee deelgebieden - Eemshaven en Delfzijl - die ongeveer 20 kilometer uit elkaar liggen. Zoals uit onderstaande beschrijving van beide locaties zal blijken heeft de industriële activiteit op beide locaties een totaal ander karakter.

F.1 De Eemshaven

De Eemshaven is onderverdeeld in 4 gebieden:

- 1 Doekegatkanaal (entrance).
- 2 Julianahaven.
- 3 Emmahaven.
- 4 Wilhelminahaven.

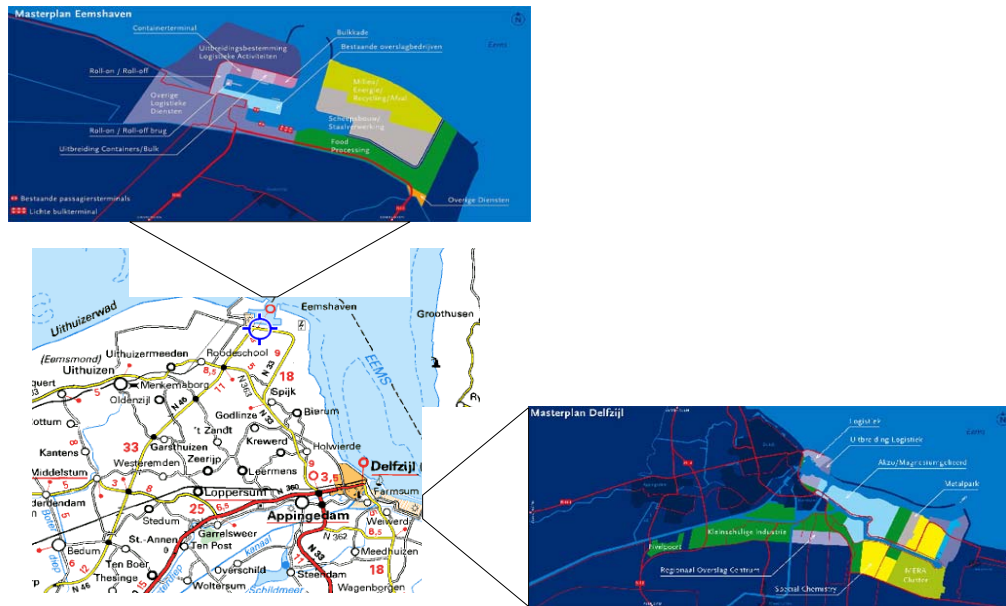
Enkele specificaties zijn gegeven in Tabel 9.

Tabel 9 Specificaties van de Eemshaven bassins

	Maximale diepgang (meter)	Breedte vaarweg c.q havenbassin (meter)	Lengte vaarweg c.q. havenbassin (meter)	Gegevens kades
1 Doekegatkanaal (ingang)	Nu: 10,5 Toekomst: 13	325 (oppervlak) 200 (bodem)	2.100	
2 Julianahaven	14 - 17	200 - 250	1.200	Noordzijde: bulkkade Lengte 400 m; Diepgang bij afmeren 15 m; Kadehoogte 4,5 m Westzijde: RoRo-terminal, brug met Lengte 35 m; Breedte 20 m; Doorrijhoogte 10 m; Diepgang bij afmeren 15 m; Kadehoogte 4,5 m Zuidzijde: diverse bedrijven met eigen aanlegkade
3 Emmahaven	10	120 - 150	500	Vracht- en passagiersdiensten met eigen RoRo-faciliteiten en scheepswerf
4 Wilhelminahaven	15 - 17	200	600	

Geografie

Figuur 7 Kaart van het plan gebied met masterplannen voor Eemshaven en Delfzijl uitgelicht



De Eemshaven is vooral nog een gebied in ontwikkeling. In Tabel 10 is een overzicht gegeven van de op dit moment op deze locatie gevestigde bedrijven.

Tabel 10 In Eemshaven gevestigde bedrijven

Veem & Factor Eemshaven B.V.	Op- en overslag vracht in zakken, inclusief geconditioneerde opslag.
Eemshaven Sugar Terminal B.V.	Op- en overslag van suiker met 100.000 ton opslagcapaciteit.
Sealane Coldstorage B.V.	Koelhuis (100.000 m ³).
Wagenborg Stevedoring	Op- en overslag met eigen RoRo-faciliteiten. Betreft ondermeer papier?
A.G. Ems-Nederland B.V.	Vracht- en passagiersdiensten met eigen RoRo-faciliteiten.
Volharding Shipyards B.V	Scheepswerf met alle activiteiten van nieuwbouw (assemblage en afbouw) tot overhaol en aanpassing. Inmiddels in ontmanteling.
Electrabel	Energiecentrale 1.500 MWe.
Cement Sales North GmbH.	Cement, zand, kalksteen op- en overslag.
Split Import	
Holland Malt (Bavaria, Agrifirm).	Mouterij met op- en overslag faciliteiten voor 140 kton/jaar aan mout naar exportmarkten. Graan (150 kton) uit Noord-Nederland.
Theo Pouw	Verwerking Bouw- en sloopafval.
NorNed	Boosterstation voor NorNed elektriciteitskabel (Tennet, Stattnet).
Bakker Bierum	

In de bulkhaven worden op- en overgeslagen:

- graniet;
- kolen;
- zand;
- cement;
- kalksteen;
- materialen voor grond-, weg en waterbouw;
- meststoffen;
- agrarische bulkgoederen.

Het is de bedoeling dat zich rond de Eemshaven - de oostlob van de Wilhelminahaven - veel visverwerkende en andere voedingsmiddelenindustrie gaat vestigen. De bedrijvigheid is helaas tot nu toe beperkt tot één bakkerij en van de 102,5 ha beschikbaar oppervlak is nog 98,5 ha beschikbaar.

Daarnaast wordt ook gezocht naar bedrijven voor logistieke diensten, die gevestigd zouden moeten worden direct aan het Doekegatkanaal (ingang). Tot nu toe heeft zich nog geen bedrijf gemeld en ligt de bestemde 131 ha nog braak.

In de toekomst zullen zich een aantal nieuwe bedrijven vestigen:

- Een 200 ha groot glastuinbouwgebied ten zuiden van de Eemshaven - MER inmiddels geaccepteerd door provincie en gemeente.
- Een biodieselfabriek van Delta en Biovalue - bouw begonnen. Het productievolume bedraagt 66.000 ton (ca. 80 miljoen liter biodiesel). De locatie is gelegen naast de maltfabriek van Holland Malt. Er is 5 hectare grond nodig om de fabriek te bouwen. Met de bouw van de fabriek is een investering gemoeid van € 35 miljoen. Direct worden 30 arbeidsplaatsen gerealiseerd. Indirect ongeveer 200 arbeidsplaatsen.
- Ecodock scheepssloperij. Bouw start dit jaar.
- Bouw shortsea haven.
- Essent/ConocoPhillips LNG-terminal (2010) voor 5 Mton LNG. Beide partijen hakken uiterlijk 2007 de knoop door.
- Eneco Elektriciteitcentrale, mogelijk een 800 MWe elektriciteitcentrale. Investeringsbeslissing eind 2006. Realisatie en in gebruik name 2008/2009.
- Nuon 1.200 MWe elektriciteitcentrale, de Eemshaven is één van de drie voor Nuon relevante vestigingslocaties. In 2007 wordt besloten. De centrale zou in 2010/2011 operationeel moeten zijn.

Duidelijk is dat de industrie rond de Eemshaven energie-extensief is en dat er een beperkte behoefte aan warmte is. Er is veel ruimte en de activiteiten sluiten aan bij de agro-sector en energie sector.

F.2 Delfzijl

De haven van Delfzijl is wat betreft de toegankelijkheid voor zeeschepen een min of meer tot kade omgevormde kuststrook. Tegen Delfzijl aan is sprake van een havenhoofd en een kunstmatig aangelegde haven. In het achterland zijn kanalen en havens voor de binnenvaart.

Aan de zeezijde zijn een aantal grote basis industriële bedrijven uit de anorganische basischemie (AKZO en andere bedrijven uit de zoutchemie), aardolie en aardgas (Methanor, NAM), basismetaal (Aldel) en agro-industrie (Nedalco) met eigen kades. De diepte varieert van 7 tot 12 meter.

De industrie langs de kustzone is geclusterd in 'parken':

- Chemiepark: In feite een cluster bedrijven waarvan de bedrijfsvoering gebaseerd is op de aanwezigheid van aardgas en NaCl in de ondergrond: Akzo Nobel (Zoutbedrijf, MEB en MA/CC), Teijin Twaron, Delamine, Delesto, Noveon, Brunner Mond, Kemax, Dynea.
Onder deze cluster vallen ook Methanor - dat de geproduceerde methanol deels afzet(te) bij de anorganische chemiecluster - en de Delesto W/K-centrale.
- De metaalcluster. In feite Aldel met enkele schroot toeleverende bedrijven en een afnemer van gietlegeringen en afnemers van kneedlegeringen.

Daarnaast is er een duurzaam bedrijventerrein voor MKB-bedrijven (Fivelpoort) in ontwikkeling en bevinden zich in het achterland de industriegebieden Farnsumerpoort voor MKB - lichte industrie zoals betonindustrie - en de Oosterhorn-haven met de in Tabel 11 genoemde chemische bedrijven.

Tabel 11 Bedrijven in het Oosterhorngebied

PPG Chemicals.	
Zeolyst CV	Producent van zeolite poeder voor katalysatoren in o.a. cat crackers.
DOW Benelux	'A number of basic products is produced here from MDI, a dark brown oily liquid. These products are mainly processed by producers of polyurethanes'.
Lafarge Gips	Productie van gips uit Rogips en van gipsproducten.
Kollo silicon carbide (voormalig ESD)	Productie van SiC.
North Refinery,	Een opwerkingsfabriek voor reststromen stook -en smeerolie.
Rohm and Haas	Natriumboorhydride, natriumhydride, trimethylboraat en trimethylboraat-azeotroop.. Gebruikt o.a. methanol als grondstof.
FMC Industrial Chemicals	
Gebroeders Borg	Op- en overslag.
JPB Logistics	Op- en overslag, o.a. tankenpark.
Hekkema Industrial Services	Industriële reiniging bij andere bedrijven.

Er is een handelshaven voor overslag van op- en overslag van hout, papier, chinaklei, containers en algemene goederen. De belangrijkste (op- en overslag) bedrijven in deze haven zijn:

- Wagenborg Stevedoring B.V.: op- en overslag van papier;
- Veem & Factor Delfzijl B.V.

De handelshaven is toegankelijk voor schepen met een diepgang tot 10 meter. De kade heeft een lengte van 600 meter.

De chemiecluster is sterk geïntegreerd en bestaat uit bedrijven waarvan producten of reststromen dienen als grondstoffen voor andere bedrijven. Delesto - met een productiecapaciteit van 770 ton stoom/uur en 520 MWe - produceert de benodigde warmte. De door Delesto (50% AKZO, 50% Essent) geproduceerde elektriciteit wordt voor 90% aan het net geleverd. Verder is onlangs een ondergronds pijpleidingnet aangelegd voor perslucht en stikstof, welke geleverd worden door het bedrijf Hoekloos.

Recentelijk is Methanor gesloten onder druk van de hoge aardgas prijs. Ook de MA/CC fabriek van AKZO³ wordt om die reden gesloten. De MA/CC nam methanol af van Methanor. Bij elkaar gaan ongeveer 135 banen direct weg. Productie bij Aldel is eigenlijk ook te duur als gevolg van de hoge aardgas prijzen.

Zekere en mogelijke toekomstige projecten zijn:

- bouw twee chloorbedrijven door AKZO i.v.m. afspraak dat in 2006 chloortransport per trein wordt gestaakt;
- mogelijke bouw van een verbrandingsinstallatie door het Duitse bedrijf BKB Aktiengesellschaft gevestigd in Helmstedt, Niedersachsen met een capaciteit voor 250 kton afval en een productiecapaciteit van 24 MWe en 25 - 30 ton/uur stoom;
- mogelijke bouw van een MgCl₂ verwerkend bedrijf.

Samenvattend kan worden gesteld dat het gebied rond Delfzijl vooral nog zal groeien in de vorm van MKB-bedrijven met een lagere energie-intensiteit en lagere grondstofbehoefte. Er zijn een aantal zeer energie-intensieve bedrijven die veel warmte én - in de vorm van Aldel en straks ook het chloor-elektrolyse bedrijf van AKZO - veel elektriciteit vragen. Andere grondstoffen zijn ammoniak (NH₃), methanol, ethyldichloride, ethyloxyde (voor MA/CC), aniline en paraxyleen. Al deze grondstoffen moeten van buiten het zeehaven gebied komen, zeker nu Methanor sluit.

³ Methylamine/Cholinechloridebedrijf (MA/CC).



G CO₂-opslag net

Er zijn voor CO₂-afvang, CO₂-opslag en CO₂-transport geen concrete Nederlandse kentallen gevonden. Investeringskosten en operationele kosten zullen moeten worden berekend.

Berekeningen kunnen plaatsvinden op basis van (Wildenburg, 1999), waarin een compleet uitgewerkt investeringsmodel is uiteengezet voor compressie, transport en injectie.

Compressie

Te transporteren en injecteren gas dient een druk van 100 - 120 bar te hebben en moet in de meeste gevallen worden gecompriëerd. De investeringen (in M€) kunnen volgens (Wildenburg, 1999) worden geschat middels de formule:

$$I = 0,0735 \cdot \text{debiet (kg / s)} \cdot \ln \left(\frac{P_{uit}}{P_{in}} \right)$$

Investeringskosten en kosten voor compressie hangen sterk af van de initiële gasdruk:

- Een vergasser opereert typisch op circa 70 bar (Texaco-proces en Prenflo proces). Bij verwijdering middels MDEA zal het gas op een vergelijkbare druk vrijkomen, zeg 60 bar. In dat geval kan worden volstaan met een enkele compressiestap.
- Ethanol productie geeft CO₂ op atmosferische druk. Compressie naar transportdruk vergt in dit geval 4 trappen.

Transport

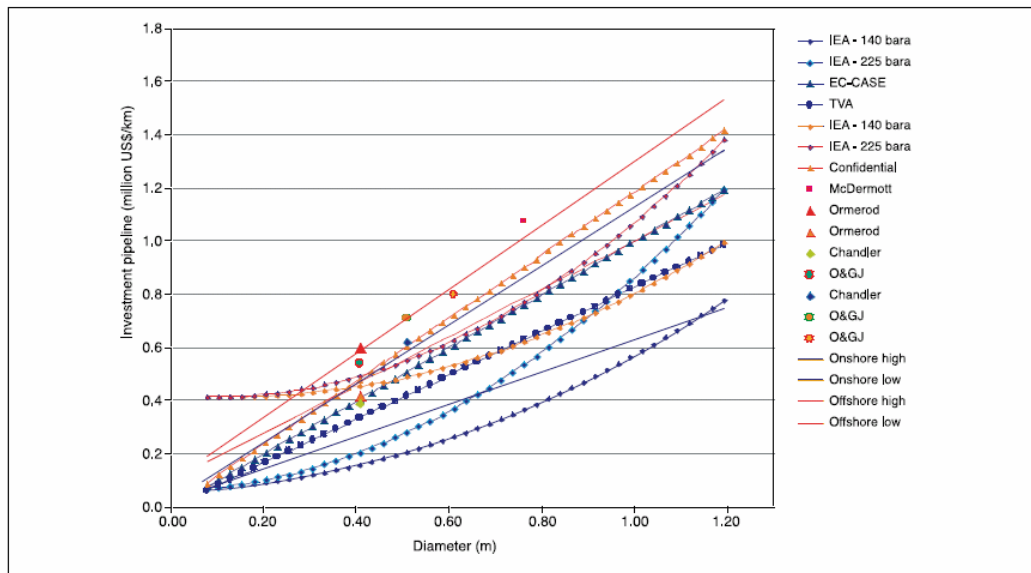
Transport vindt plaats in de vloeistoffase. Drukval tijdens transport dient beperkt te blijven tot maximaal 40 bar om de CO₂ ook bij 20°C nog superkritisch te houden. Door ingraven van de pijpleiding wordt gegarandeerd dat de temperatuur niet hoger dan deze waarde zal worden. Een vuistregel voor een acceptabele drukval met het oog op de 'trade-off' tussen investeringen in compressor stations en pijpleidingen is - voor zowel aardgas als etheen/propeen - ongeveer 1 compressor station na elke 75 - 150 kilometer. Oftewel een drukval van ongeveer 0,4 bar per kilometer.

Een eerste indicatieve berekening middels de 'Generaux relation with Fanning friction factor' voor drukval bij pijpleiding transport geeft aan dat een pijpleiding met een diameter van 250 mm bij een restrictieve drukval van 0,4 bar/km voldoet voor een transportcapaciteit van 2,3 - 2,6 Mton aan CO₂ per jaar⁴.

⁴ Ter vergelijking: een 1.000 MWe kolencentrale produceert circa 5 Mton CO₂/jaar.

Constructie van een dergelijke pijpleiding kostte volgens (Wildenborg, 1999) in totaal 0,32 M€/km, inclusief materiaalkosten. De materiaalkosten zijn echter onder druk van de vraag in China naar staal met zeker 50% gestegen, zodat nu eerder een indicatieve prijs van 0,37 €/km moet worden aangehouden. Andere indicaties voor de kosten per kilometer zijn gegeven in Figuur 8 uit (IPCC, 2005).

Figuur 8 Investeringskosten per kilometer voor CO₂-transport pijpleidingen als functie van diameter en geografische specificaties



Injectie

Bij injectie in gasvelden kan gebruik gemaakt worden van de bestaande infrastructuur: geen nieuwe putten nodig, dus geen investering in putten nodig.

De per jaar injecteerbare hoeveelheid CO₂ hangt af van de permeabiliteit van het reservoir en de waterdruk of abandonnement druk in het reservoir. Het gasveld zal bij droge abandonnering als een leeg reservoir functioneren, maar gasvelden die 'watering out' aan het eind van hun economische leven functioneren eerder als een aquifer. Mogelijk is in dat geval extra compressie nodig voorafgaand aan injectie (indien extra compressie naar 300 bar nodig zou zijn vergt dit ongeveer 5 miljoen extra investering, deze is vooralsnog niet meegerekend in de calculatie)

Voor een CO₂-opslag netwerk lijkt een systeem langs een hoofdtransport pijpleiding langs de as Eemshaven - Leeuwarden (langs het prinses Margriet kanaal) de meest logische voor CO₂-opslag van bedrijven in het noorden, m.n. in Groningen (zie Figuur 9) Langs deze as ligt de meerderheid van de tussen nu en 2040 in Noord-Nederland te abandonneren gasvelden. Het betreft in totaal circa 20 velden, allemaal op maximaal 20 à 25 kilometer van de voorgestelde hoofdtransport pijpleiding. Van de circa 20 velden zullen er echter slechts 5 tussen nu

en 2010 worden opgegeven en tussen 2010 en 2020 zullen nog eens 5 velden worden geabandonneerd.

Informatie over het beschikbare opslagvolume is niet beschikbaar. Wel blijkt uit vertrouwelijke informatie van NAM dat het resterend gasvolume in de 10 het eerst te abandonneren velden enkele tientallen miljarden m³ bedraagt. Zelfs al zou dit Nm³ betreffen, dan is het opslagvolume nog steeds ettelijke miljarden.

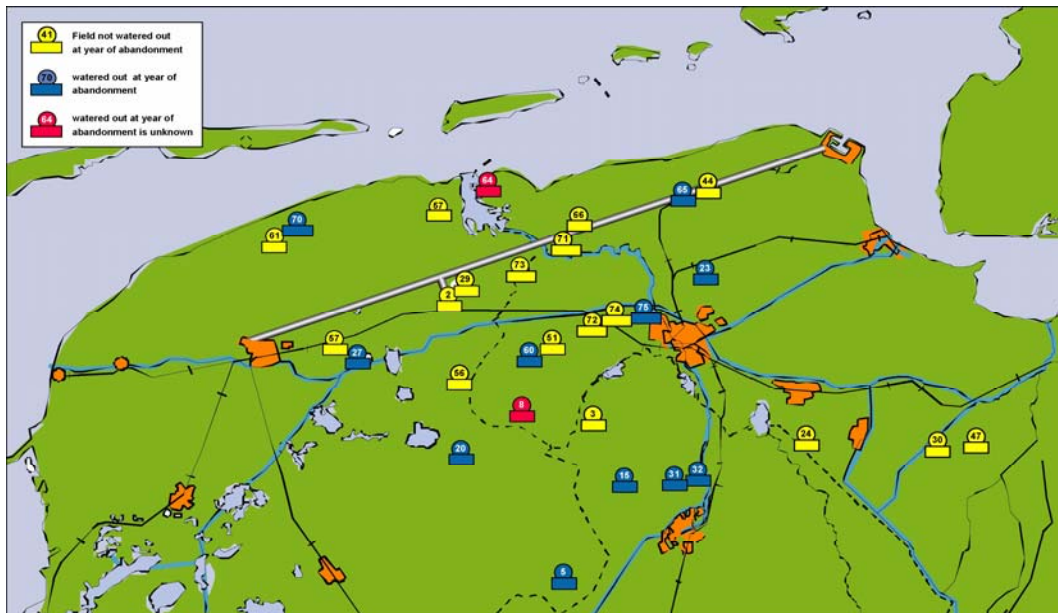
Er kan concurrentie in gebruik ontstaan omdat de droge gasvelden ook geschikt zijn voor gasopslag of nog kunnen worden benut voor lokale elektriciteitsproductie - een ambitie van NAM.

Kosten inschatting:

Jaarkosten			Compressie		Pijpleiding	
	Vergasser	Ethanol	$I = 0,0735 \cdot \text{debiet (kg / s)} \cdot \ln \left(\frac{P_{\text{uit}}}{P_{\text{in}}} \right)$		Diameter	450 mm
Afschrijving	0,78	0,15			Lengte	80 km
Elektriciteit	4,85	0,99			Kosten	48 M€
Onderhoud	0,19	0,04				
	5,82	1,18				
specifieke kosten:	1,0	7,0				
Levensduur	20		Vergasser	Ethanolfabriek		
rentevoet	5%		190	5		
elektriciteitsprijs	5 c€/kWhe		aantal stappen	1	4	
Onderhoud	2%		Pin	60	1	
			Puit	120	120	
			Compressieverhouding	2,0	3,3	
			Investering	9,7	1,9	
			arbeid (kWhe/ton)	16	118	
			ton/jaar	6.000.000	167.276	

Totaal is de investering voor de pijp 48 miljoen en 12 miljoen voor decompressie.

Figuur 9 Te abandonneren gasvelden en de geplande CO₂-pijp gekarteerd.



De in de kaart aangegeven nummers betreffen gasvelden, waarbij de nummers de volgorde van abandonnering aangeven. Een 'watered out' veld is een veld waarbij water uit een aquifer de plaats van het gewonnen gas in neemt. Het veld is op het moment van abandonnering dan ook vrijwel volledig gevuld met water.



H Multifuel en kolencentrales in de pers

Vooraf over het bouwen van een kolencentrale zijn regelmatig berichten in de pers verschenen de laatste tijd. Belangrijkste conclusie lijkt dat de markt wil investeren in een kolencentrale eventueel gedeeltelijk met vergassing (NUON) maar dat een complete vergassingscentrale met een groot percentage biomassa en vooral CO₂-afvang en opslag nu nog niet als rendabel beschouwd wordt door de markt.

Hierbij een selectie van berichten van Eon, Nuon en Electrabel.

Energiereus Eon mikt op kolencentrale Maasvlakte **De Duitse energiereus Eon wil een nieuwe kolencentrale bouwen op de Maasvlakte bij Rotterdam.**

De nieuwe centrale, die vanaf 2012 stroom moet gaan leveren, krijgt een vermogen van 1100 megawatt en kost euro 1,2 mrd.

- Eon maakt haast met nieuwe kolencentrale van 3 maart 2006

Dat maakt het beursgenoteerde Eon vandaag bekend. Het Duitse concern is de afgelopen twee weken in het nieuws wegens het overnamebod van euro 29,1 mrd op het Spaanse Endesa. Eon is niet het enige energiebedrijf dat in Nederland een nieuwe centrale wil bouwen. Ook Electrabel, Nuon, Delta en Eneco hebben plannen.

Eon kiest voor kolen als brandstof, omdat het volgens directeur Benelux Joost van Dijk 'essentieel is als onderdeel van de energiemix'. In Nederland staan naar verhouding veel gascentrales.

Nadeel kolen

Kolen heeft als nadeel dat het relatief veel uitstoot van het broeikasgas CO₂ veroorzaakt. Dat staat op gespannen voet met de klimaatdoelstellingen van de overheid.

Technologie om CO₂ ondergronds op te slaan, is volgens Van Dijk nog te duur. 'Op dit moment zou je al gauw 50% meer moeten investeren. Het duurt nog minimaal tien jaar voordat er een commerciële oplossing is.' Als het zover is, past Eon zijn centrale aan. 'Daar is in het ontwerp rekening mee gehouden', zegt Van Dijk.

Het scheiden van CO₂ kost energie, waardoor de efficiency van de centrale daalt. 'Het kost 30% van de energie. Het eet je rendement op', stelt Van Dijk. 'Wij hebben de eindoplossing voor het klimaatprobleem niet in handen, dat heeft niemand.'

ROY OP HET VELD

Copyright (c) 2006 Het Financieele Dagblad

Eon bouwt tweede kolencentrale op Maasvlakte 3/3/2006 financiële Telegraaf

AMSTERDAM (ANP-AFX) - Energiebedrijf Eon is van plan een nieuwe kolencentrale naast zijn bestaande centrale op de Maasvlakte te bouwen. Het Duitse energieconcern verwacht medio volgend jaar met de bouw te beginnen. De nieuwe centrale gaat 1,2 miljard euro kosten. De bouw zal naar schatting drie tot vier jaar in beslag nemen. De nieuwe centrale, die draait op kolenpoeder, krijgt net als de bestaande kolencentrale een vermogen van 1100 megawatt. De nieuwe centrale kan daarmee voorzien in 7 procent van de binnenlandse stroombehoefte. Wereldwijd investeren energiebedrijven momenteel veel in kolencentrales. In Nederland studeert Electrabel op een nieuwe kolencentrale en denkt Nuon aan een centrale die onder meer op kolen draait.

Kolenprijs

De prijs van kolen is onafhankelijk van de instabiele olie- en gasprijs. Kolencentrales zijn door toepassing van nieuwe technieken bovendien minder vervuillend geworden. Zo worden de kolen in de nieuwe centrale vermalen tot poeder dat direct in de verbrandingsketel wordt geblazen. De nieuwe Eon-centrale staat volgens een woordvoerder open voor lange termijncontracten met industriële afnemers. "Maar dan moeten we het wel eens worden over de prijs", aldus Eon. Oud-topman Van Duyn van Hoogovens overlegt namens de energie-intensieve industrie met banken en energiebedrijven om het probleem van de hoge energieprijzen op te lossen. Gedacht wordt onder meer aan een nieuwe kolencentrale. Ook Eon is in gesprek met Van Duyn. Het Duitse energieconcern zette in 2000 voet op Nederlandse bodem met de overname van de elektriciteitsproducent EZH. Vorig jaar kocht Eon het Nederlandse NRE Energie.

Drie locaties favoriet voor nieuwe elektriciteitscentrale Nuon

Nuon zet volgende stap naar schonere energie

31 jan 2006 | Amsterdam | Nuon

Energieonderneming Nuon start op drie locaties de vergunningprocedure voor de nieuwe elektriciteitscentrale van 1.200 megawatt. Het betreft Eemshaven in Groningen, Maasvlakte/Europoort bij Rotterdam en Sloehaven bij Vlissingen. De startnotities van het milieueffectenonderzoek worden de komende weken gepubliceerd door de provincies Zeeland, Groningen en Zuid-Holland.

In de nieuwe grote elektriciteitscentrale wil Nuon de geavanceerde schone kolen-technologie toepassen. Dat leidt tot fors minder uitstoot van emissies dan bij traditionele kolencentrales. In Nederland wordt deze innovatieve technologie al toegepast in de Nuon-centrale in Buggenum (Limburg). Verder wil Nuon een multi-fuel concept toepassen om minder afhankelijk te zijn van één type brandstof. Naast kolen zullen ook biomassa en gas worden ingezet. Daarmee kan Nuon flexibel inspringen op ontwikkelingen in de markt. Voor de ontwikkeling van de technologie van de centrale heeft Nuon ingenieursbureau ABB Lummus Global geselecteerd. Met deze onderneming werkt Nuon het multi-fuel vergasingsconcept uit. Naar verwachting maakt Nuon medio 2006 de definitieve locatiekeuze, op basis van het milieueffectenonderzoek en een kosten-batenanalyse. Medio 2007 besluit Nuon definitief of de centrale wordt gebouwd. Voordat de bouw van de centrale aanvangt, besteedt de onderneming meer dan EUR 20 miljoen aan de ontwikkeling van het project. De kosten van het totale project raamt de onderneming op ruim EUR 1 miljard. Nuon verwacht dat de centrale vanaf begin 2011 elektriciteit levert.



Electrabel overweegt de bouw van drie nieuwe energiecentrales in Nederland

Electrabel overweegt de bouw van drie nieuwe energiecentrales in Nederland met een gezamenlijk vermogen van maximaal 1600 MW. Het gaat hierbij om twee nieuwe gasgestookte centrales bij Lelystad en een kolen/biomassacentrale op de Maasvlakte bij Rotterdam.

De twee gasgestookte STEG-eenheden van 400-450 MW zouden in de plaats komen van twee verouderde centrales in Flevoland. Op 1 december a.s. wordt in dit project de Milieu Effect Rapportage (MER) en de aanvraag voor de milieuvergunning ingediend. Verwacht wordt dat de investeringsbeslissing over de beide centrales rond de zomer van 2006 wordt genomen. Het zou de bedoeling zijn één van de twee nieuwe centrales begin 2009 in bedrijf te nemen, de tweede zou kort daarna of enkele jaren later volgen.

Met de kolen/biomassacentrale bij Rotterdam – met een vermogen van 600 tot maximaal 800 MW wil Electrabel de mogelijkheid openen om, naast kolen, over te gaan tot het grootschalig stoken van biomassa. Verwacht wordt dat de investeringsbeslissing in de loop van 2007 wordt genomen, met de bedoeling de centrale in 2011-2012 in bedrijf te nemen.

Deze projecten, gekoppeld aan de recente aankondiging om te investeren in een nieuwe STEG-centrale in België (Amercoeur) en evenals de vooropgestelde investeringen in projecten om nieuwe productiecapaciteit in Frankrijk op korte termijn, - waaronder de deelname in de EPR, STEG-centrales en hernieuwbare energie – bevestigen de ambities van Electrabel om bij de koplopers van Europese energiebedrijven te blijven.

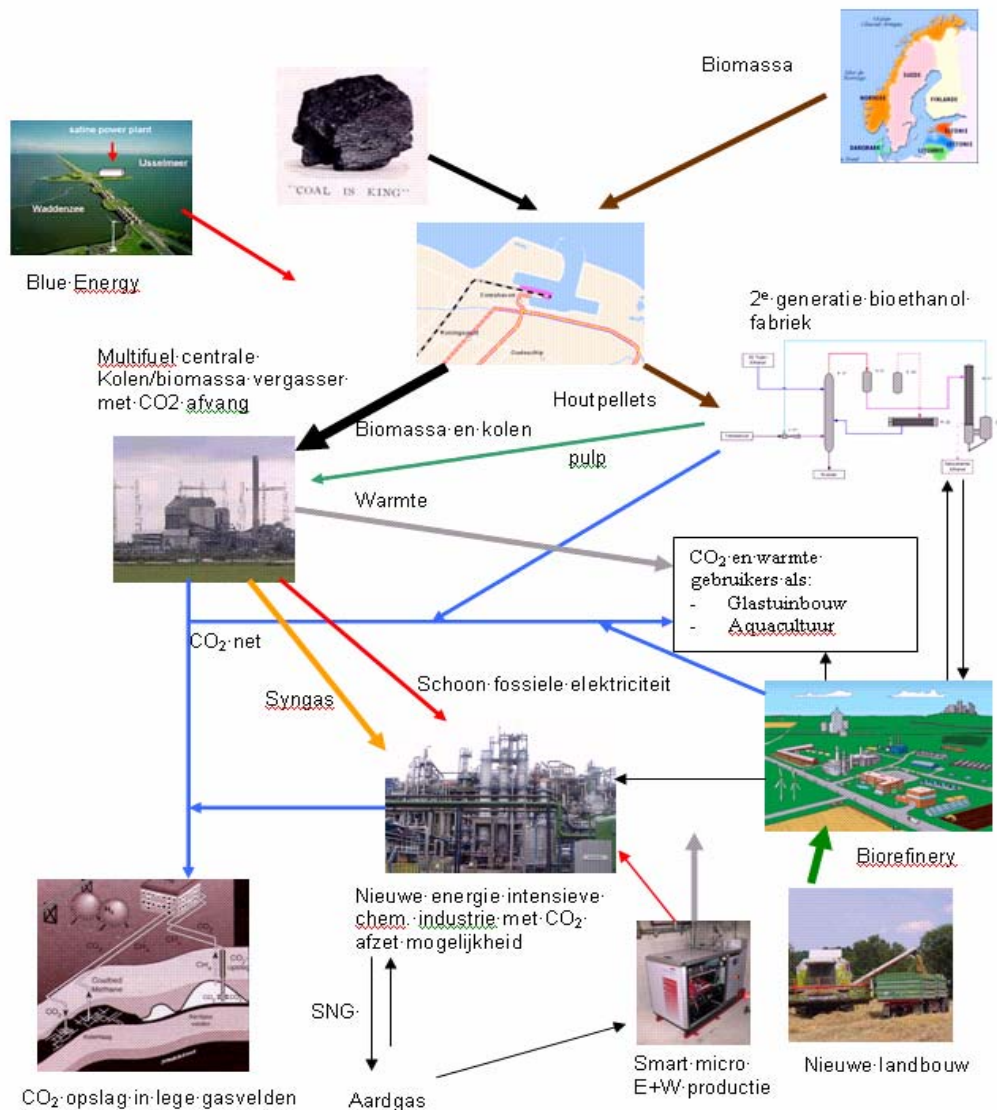


I Energie Agri Cluster uitgewerkt in Ecorysformat

I.1 Inleiding

Per onderdeel van het EAC zijn kenmerken beschreven in het format van Ecorys waarmee Ecorys is kunnen komen tot een economische en werkgelegenheidsbeoordeling.

Figuur 10 Het Energie Agri Cluster schematisch weergegeven



I.2 Een 1.000 MW multifuel (biomassa/kolen) vergassingsenergiecentrale met CO₂-afvang en SNG-productie mogelijkheid

- 1 Naam, omschrijving en ligging van het project
Multifuel biomassa/kolen vergassingselektriciteitscentrale met CO₂-af-scheiding voor opslag ondergronds gelegen aan de Eemshaven in Groningen. Het project bestaat uit een kolen en biomassa terminal, een bio-massa en kolenvergasser, een CO₂-afscheidingsinstallatie en stoom en gas-turbines voor het produceren van elektriciteit. De installatie in dit plan is ontworpen op 1.000 MWe. De installatie is schaalbaar tussen de 500 en 2.000 MWe. Daarnaast is mogelijk om syngas (CO/H₂) aan de chemische industrie te leveren en ook is restwarmte en CO₂ beschikbaar voor glastuin-bouw in de omgeving.
- 2 Jaar verwachte start van het project en datum project gereed
Start 2009 à 2010, bouw 3 à 4 jaar gereed 2011 à 2014. Levensduur 30 jaar.
- 3 Doelen van het project
Het project heeft de volgende doelen:
 - ervaring opdoen met het op grote schaal gecombineerd vergassen van biomassa en kolen;
 - ervaring opdoen met het afscheiden en opslaan van CO₂ op grote schaal;
 - reduceren van de nationale CO₂-emissie met enkele Mtonnen;
 - verminderen van de gevoeligheid van de energieprijis voor de snel fluctuerende gasprijis door kolen en biomassa te gebruiken;
 - het substantieel verlagen tot de marginale CO₂-afdankkosten voor de chemische industrie tot 1 à 12 €/ton CO₂ i.p.v. de onzekere emissie-handelsprijis die oploopt tot 25 €/ton CO₂.
 - ervaring opdoen met het produceren van synthetisch aardgas op grote schaal.
- 4 A Motivering van een rol voor het rijk
Op dit moment wordt deze combinatie van technieken als zeer interessant gezien voor Nederland en Noord-Nederland maar is zij voor commerciële partijen nog net niet rendabel. Naast de directe economische, milieu en inno-vatiebaten heeft dit project ook veel exportmogelijkheden naar landen als de VS, China en India die veel elektriciteit produceren op basis van kolen.
- 4 B Aansluiting bij welke rijksdoelen?
Klimaatbeleid, innovatiebeleid, energietransitie (schoonfossiel, groen grond-stoffen, duurzame elektriciteit, nieuw gas), duurzame energie doelstelling.
- 5 Indicatie van de verwachte omvang van de maatregel
De totale investering van de installatie is circa € 1.835 mln. Door aanpassen van de schaalgrootte is hier nog in te variëren. Op een elektriciteitsvermogen van ca. 15.000 MW gaat het om 7% van het Nederlandse elektriciteitspark.
- 6 Aantal gemoeide directe arbeidsplaatsen
Bij de experimentele veel kleinere kolenvergassingsinstallatie zonder bio-massa en CO₂-opslag in Buggenum werken 145 mensen. Een eerste voor-zichtige minimum inschatting op basis hiervan geeft 130 à 230 directe arbeidsplaatsen. Dit zijn extra arbeidsplaatsen als het in de plaats komt van

import stroom. Als het nul-alternatief een conventionele kolencentrale (circa 100 arbeidsplaatsen) is dan gaat het om extra 30 à 130 arbeidsplaatsen.

- 7 Financiële kosten van het project en onderbouwing
Het totale project kost ongeveer € 1.835 mln waarvan 35 miljoen als meerkosten voor SNG-productiefaciliteit. Voor de onderbouwing zie bijlage A.
- 8 Wat is al gedekt uit reguliere middelen van rijk of andere overheden?
Er zijn een aantal bestaande regelingen waar dit project onder zou kunnen vallen:
- Unieke Kansen Regeling van het Ministerie van EZ: max. € 4 miljoen;
 - Emissiehandels voordeel (ETS);
 - MEP voor bijstoken van biomassa.
- Dit project maakt veel kans op UKR-subsidie maar het maximum van € 4 miljoen is op het totale budget relatief klein. Zodra CO₂-opslag ook onder het emissiehandelsysteem valt is er ook een voordeel te behalen met ongeveer 5 Mton CO₂ jaarlijks. Bij een prijs van 20 €/ton CO₂ gaat het om een voordeel van € 100 mln per jaar. Deze bijdrage is meegenomen in de kostencalculatie. Een andere rijksregeling die geldt, is de MEP-regeling voor energie op basis van biomassa die bijgestookt wordt in een grote eenheid. De tarieven hiervoor worden regelmatig aangepast en voor bijstoken geldt geen zekerheids termijn. In 2005 geldt afhankelijk van de soort biomassa een subsidie van 2,9 of 7 cent per kWh. Gerekend met 2,9 à 7 cent maal 3.500 mln kWh bij 50% biomassa gaat het om € 100 mln per jaar. Deze onzekere bijdrage is niet meegenomen in de kostencalculatie.
- 9 Benodigde omvang van de rijksbijdrage voor het project en motivatie voor de rijksbijdrage
De rijksbijdrage is ongeveer € 300 mln eenmalig bij een emissiehandelsprijs van 20 €/ton CO₂ en zonder rekening te houden met MEP subsidie. Bij een emissiehandelsprijs van 10 €/ton CO₂ dient de overheidsbijdrage ongeveer € 600 mln te zijn en bij een emissiehandelsprijs van 30 €/ton CO₂ is er geen MEP en overheidsbijdrage nodig. De inschatting voor de rijksbijdrage ligt daarmee tussen € 0 en 600 mln met een mediaan van € 300 mln.
- 10 Verwachte inbreng van private partijen
Private partijen als NUON. Eon en Electrabel hebben aangekondigd graag een kolencentrale in Nederland te bouwen. Nuon als kleinere multifuel centrale zonder CO₂-opslag. Eon meldt dat ze hebben gekeken naar CO₂-afvang en opslag maar melden dat nu voor de markt nog niet rendabel is. Op basis van deze belangstelling is het zeer reëel dat private partijen € 1.200 à 1.500 mln investeren in het project.

Zie voor meer kentallen bijlage A.

I.3 Een CO₂-distributienet met uitbouw mogelijkheden door heel het noorden (van de Eemshaven naar Leeuwarden langs lege gasvelden)

- 1 Naam, omschrijving en ligging van het project
Het CO₂-distributie net loopt in ieder geval van de Eemshaven vanaf de Multifuelcentrale en de 2^e generatie bio-ethanol fabriek tot ongeveer Leeuwarden langs een groot aantal te verlaten gasvelden (zie voor details bijlage G en de kaart in Figuur 9).
- 2 Jaar verwachte start van het project en datum project gereed
De bouw zou kunnen starten in 2008 à 2010 en het project is gereed na ongeveer 2 à 3 jaar.
- 3 Doelen van het project
Het project heeft de volgende doelen:
 - ervaring opdoen met distributie van CO₂ over grotere afstand;
 - ervaring opdoen met variabel aanbieden en opslaan van CO₂ in de ondergrond.
- 4 A Motivering van een rol voor het Rijk
CO₂-opslag wordt in Nederland en mondiaal gezien als een zeer belangrijke route om zonder enorm welvaartsverlies toch een stringent klimaatbeleid te voeren. Deze techniek is naast energiebesparing en duurzame energie absoluut nodig zo stellen overheid, bedrijven en een groot deel van de milieuorganisaties. Ook het optiedocument klimaat beleid van het Ministerie van VROM heeft een voorkeur voor CO₂-opslag en distributie. Het is techniek met een groot potentieel in Noord-Nederland wegens de vele gasvelden die de komende 20 jaar uit productie gaan. Op dit moment is deze techniek nog net niet rendabel.
- 4 B Aansluiting bij welke rijksdoelen?
Deze optie sluit aan bij het klimaatbeleid (zie optiedocument), de route schoonfossiel in de energietransitie en de Nieuw gas benadering in de energietransitie.
- 5 Indicatie van de verwachte omvang van de maatregel
De leiding heeft een diameter van 45 cm, een lengte van 80 kilometer en een capaciteit van ongeveer 10 Mton/jaar. Het betreft een investering van € 60 miljoen.
- 6 Aantal gemoeide directe arbeidsplaatsen.
21 à 25.
- 7 Financiële kosten van het project en onderbouwing
De investering in de pijpleiding is € 48 mln. De compressor bij de multifuelcentrale die de druk van het CO₂ van 60 op 120 bar brengt kost € 10 mln en de compressor bij de 2^e generatie bio-ethanol fabriek (1 naar 120 bar) kost € 2 mln. Samen zijn de kosten hiermee € 60 mln (zie bijlage G).
- 8 Wat is al gedekt uit reguliere middelen van rijk of andere overheden?
Wellicht is het mogelijk om € 4 mln voor de investering te dekken uit de UKR-subsidieregeling.

- 9 Benodigde omvang van de rijksbijdrage voor het project en motivatie voor de rijksbijdrage
Aangenomen wordt dat de pijpleiding volledig gefinancierd wordt door de rijksoverheid. Over de compressoren die hier ook tot de rijksbijdrage zijn gerekend is discussie mogelijk.
- 10 Verwachte inbreng van private partijen
Voor dit project is nu ingeschat als nul maar mogelijk de compressoren = € 12 mln. Gasunie overweegt om op termijn ook een CO₂-distributeur te worden in Europa. Deze partij is waarschijnlijk te interesseren voor deelname aan dit project.

I.4 Een of twee CO₂-opslag projecten in lege gasvelden in Noord-Nederland (tussen de Eemshaven en Leeuwarden)

- 1 Naam, omschrijving en ligging van het project
Een of twee te verlaten gasvelden in Friesland met intact zijnde pijp en bovengrondse installatie langs de lijn Leeuwarden-Eemshaven (zie kaartje). Het project behelst injectie van CO₂ plus uitgebreide geologische monitoring naar het gedrag van het CO₂ in het verlaten gasveld.
- 2 Jaar verwachte start van het project en datum project gereed
Start zodra de distributieleiding van CO₂ gereed is (rond 2010).
- 3 Doelen van het project
 - ervaring opdoen met het opslaan van CO₂ in verlaten gasvelden;
 - verlaging van klimaatemissies;
 - creëren van exportmogelijkheden voor Nederlandse bedrijven.
- 4 A Motivering van een rol voor het Rijk
Een stimulerende rol van het rijk bij CO₂-opslag is nodig om deze bijna rendabele techniek van de grond te krijgen.
- 4 B Aansluiting bij welke rijksdoelen?
Klimaatbeleid van het Ministerie van VROM en route schoon fossiel in de energietransitie van het Ministerie van EZ.
- 5 Indicatie van de verwachte omvang van de maatregel
De aanpassing van de bestaande gaswinningsinstallatie zal een beperkte investering vergen. Wij gaan ervan uit dat deze worden gedragen door de NAM die velden exploiteert.
- 6 Aantal gemoeide directe arbeidsplaatsen
- 7 Financiële kosten van het project en onderbouwing
Kosten in vergelijking met andere project onderdelen beperkt en gedragen door de NAM.
- 8 Wat is al gedekt uit reguliere middelen van rijk of andere overheden?
- 9 Benodigde omvang van de rijksbijdrage voor het project en motivatie voor de rijksbijdrage
N.v.t.
- 10 Verwachte inbreng van private partijen
Volledig: NAM of eventueel Gasunie.

I.5 Een tweede generatie bioethanol fabriek op basis van cellulose (Eemshaven)

- 1 Naam, omschrijving en ligging van het project
Een tweede generatie bio-ethanol fabriek die biotransportbrandstof produceert op basis van cellulose biomassa (hout, stro, etc.). In verband met de aanvoer van grondstoffen en de afvoer van reststoffen naar de multifuelcentrale is de installatie gepland aan de Eemshaven.
- 2 Jaar verwachte start van het project en datum project gereed
Start 2009 à 2013, gereed 2011 à 2015.
- 3 Doelen van het project
 - uitontwikkelen van de techniek van tweede generatie ethanolproductie;
 - produceren van verbeterd duurzame ethanol voor voertuigen;
 - creëren van export mogelijkheden voor Nederlandse bedrijven.
- 4 A Motivering van een rol voor het Rijk
De Nederlandse overheid heeft er voor gekozen om binnen het biobrandstoffenbeleid sterk te focussen op de ontwikkeling van tweede generatie bio-brandstoffen. Deze realiseren een aanmerkelijk beter klimaat en milieuvoordeel dan de huidige eerste generatie biobrandstoffen. Daarnaast is de verwachting dat deze optie op termijn ook goedkoper wordt na een aantal ontwikkelingsstappen. Bij tweede generatie biobrandstoffen is het risico op biodiversiteitschade in ontwikkelingslanden ook aanmerkelijk kleiner dan bij eerste generatie biobrandstoffen (bijvoorbeeld zie de discussie over biodiesel uit palmolie).
- 4 B Aansluiting bij welke rijksdoelen?
Deze optie sluit aan bij het biobrandstoffenbeleid van het Ministerie van VROM, bij de route Groen grondstoffen en nieuwe transportbrandstoffen binnen de energietransitie en de biobased economy doelstellingen van het Ministerie van LNV.
- 5 Indicatie van de verwachte omvang van de maatregel
Het gaat om de jaarlijkse productie van 200 mln liter en investering van €200 mln.
- 6 Aantal gemoeide directe arbeidsplaatsen
Voorlopig ingeschat op 30 à 60 medewerkers.
- 7 Financiële kosten van het project en onderbouwing
De precieze kosten van het project zijn behept met een aantal onzekerheden:
 - technische aspecten en ontwikkeling zorgen dat de productie kosten van 2^e generatie ethanol nu geschat worden tussen de 0,4 en 0,7 €/liter.
 - Braziliaanse ethanol heeft een prijs van ongeveer 0,2 €/liter maar daar boven op zit een import heffing van ook 0,2 €/liter. Onduidelijk is hoe deze importheffing zich gaat ontwikkelen.
 - De Nederlandse overheid denkt erover om tweede generatie ethanol een duurzaamheids en innovatiebonus te geven in de het biobrandstoffen verplichtingenbeleid. Dit zou 2^e generatie ethanol een meerwaarde geven boven conventionele biobrandstoffen.Met behoud van importheffing en een stevige bonus voor tweede generatie ethanol is de investering waarschijnlijk rendabel. De markt zal hier echter zo

niet instappen. Bij financiering van ongeveer de helft van de investering wegens het demokarakter van de fabriek zijn de risico's waarschijnlijk voldoende afgedekt.

- 8 Wat is al gedekt uit reguliere middelen van rijk of andere overheden?
Op dit moment wordt in Nederland en veel andere EU-landen een accijnskorting gegeven voor biobrandstoffen. Tweede generatie ethanol kan wegens het demokarakter van de techniek daarmee nog niet uit. Wel is de verwachting dat na opschaling tweede generatie ethanol op termijn goedkoper wordt dan eerste generatie ethanol. Volgend jaar (2007) gaat Nederland over op een verplichting van een bepaald percentage biobrandstoffen. De precieze prijs in de markt is dan minder helder. Er zijn plannen voor het biobrandstoffenbeleid om 1 liter 2^e generatie brandstof meer waarde te laten geven in de doelstelling als 1 liter 1^e generatie. Als dit doorgaat dan verlaagt dit de meerkosten voor het rijk sterk omdat de 2^e generatie brandstof dan een meerwaarde in de markt krijgt t.o.v. conventionele biobrandstoffen.
- 9 Benodigde omvang van de rijksbijdrage voor het project en motivatie voor de rijksbijdrage
Voorlopige inschatting € 50 à 100 miljoen.
- 10 Verwachte inbreng van private partijen
Partijen als Iogen, Shell en Nedalco zijn actief bij het verder ontwikkelen van tweede generatie bio-ethanol.

I.6 Een biorefinery installatie plus innovatieve landbouw (In Noord-Nederland aan kanaal)

Zie bijlage C.

I.7 Een kennisnetwerk aansluitend aan het EAC (Stad Groningen en Leeuwarden)

- 1 Naam, omschrijving en ligging van het project
Op dit moment is in noorden een kennisnetwerk aanwezig op het gebied van aardgas en aanpalende technieken en opties. Daarbij gaat het om Gasunie Research, de NAM, de RUG, de Hanze Hogeschool en verder een breed pallet aan kleinere organisatie en bedrijven. Voorgesteld wordt om deze gasgerichte research uit te breiden met de hier voorgestelde technieken:
 - kolen en biomassavergassingstechnologie (sluit aan bij ECN, ervaring Buggenum, etc.);
 - CO₂-opvang, distributie en opslag (sluit aan bij Gasunie en NAM);
 - 2^e generatie bio-ethanolproductie (Iogen, Nedalco, WUR);
 - bioraffinage (AVEBE, DSM, WUR).Eerste budgetinschatting € 30 mln.
- 2 Jaar verwachte start van het project en datum project gereed 2007.
- 3 Doelen van het project
Verder ontwikkelen kennis op het gebied van de innovatieve aspecten in de het EAC.

- 4 A Motivering van een rol voor het Rijk
Facilitering van de kennisopbouw en het netwerk van kennis is een belangrijk smeermiddel bij het goed realiseren van het EAC.
- 4 B Aansluiting bij welke rijksdoelen?
Dit voorstel sluit aan bij de energietransitie, het innovatiebeleid en de initiatieven voor de kenniseconomie.
- 5 Indicatie van de verwachte omvang van de maatregel
Rond de € 30 miljoen.
- 6 Aantal gecreëerde directe arbeidsplaatsen
Eerste inschatting 150-170 personen.
- 7 Financiële kosten van het project en onderbouwing
- 8 Wat is al gedekt uit reguliere middelen van rijk of andere overheden?
- 9 Benodigde omvang van de rijksbijdrage voor het project en motivatie voor de rijksbijdrage.
- 10 Verwachte inbreng van private partijen
Samenwerking en ongeveer vergelijkbare investering als Rijk.

I.8 Blue Energy

- 1 Naam, omschrijving en ligging van het project
Blue Energy is een vorm van duurzame energieopwekking die gebaseerd is op het verschil in zoutconcentratie van (zout) zeewater en (zoet) rivierwater. Door op het grensvlak een generator met kunststof membranen (een soort filters) te bouwen, kan energie worden gewonnen. KEMA heeft voor de membraantechnologie van Blue Energy de ID-NL beste Energie en Milieu uitvinding gekregen.

De techniek die hiervoor wordt gebruikt, heet omgekeerde elektrondialyse. Het water aan de ene kant van de filter is positief geladen, dat aan de andere kant negatief. Door stapeling van deze membranen kan voldoende spanning worden verkregen en werkt het systeem als een accu. Er is geen andere energiebron nodig dan zoet en zout water; bovendien is deze energiewinningsmethode niet afhankelijk van weersomstandigheden. KEMA heeft deze methode in samenwerking met VolkerWessels en Velsen Flexoplast verder ontwikkeld. Voorgesteld wordt om deze techniek verder te ontwikkelen en een kleine demoplant op de afsluitdijk te ontwikkelen.

Kema is bezig om de membranen verder goedkoper te maken. Op dit moment met de huidige membranen is de kWh prijs van Blue Energy 15 ct/kWh (Kees van de Ende, Kema). Kema denkt na een aantal jaren doorontwikkelen te kunnen komen tot een prijs van 5 ct/kWh. Vergeleken met conventionele stroom van 3,2 ct/kWh worden de CO₂-vermijdingskosten dan 30 €/ton CO₂. Bij Wetsus zijn een aantal Aio's bezig met dit onderzoek en ook Volker Wessel Stevin is bij het project betrokken. Volgens inschattingen van KEMA is een centrale van maximaal 200 MWe te bouwen op de afsluitdijk op dit principe. De centrale wordt echter modulair opgebouwd in zeecontainers die per stuk 250 kWh leveren. Een belangrijk punt voor deze centrale

is de membraanproductie want deze gaan ongeveer 5 jaar mee en vormen de grootste kostenpost van de techniek.

In bijlage D is deze optie verder beschreven.

- 2 Jaar verwachte start van het project en datum project gereed
Start onderzoek en demo 2006 tot 2010.
Feitelijk realisatie centrale 2010 a 2015.
- 3 Doelen van het project
Het ontwikkelen van de Blue Energy techniek de energiewinning op de grens van zoet en zout water mogelijk maakt.
- 4 A Motivering van een rol voor het Rijk
Ondersteunen van een innovatieve duurzame energietechniek.
- 4 B Aansluiting bij welke rijksdoelen?
Duurzame energie doelstellingen, klimaatbeleid, innovatiebeleid.
- 5 Indicatie van de verwachte omvang van de maatregel
Zie bijlage F. Totale investering 200 à 300 miljoen.
- 6 Aantal gemoeide directe arbeidsplaatsen
Schatting 40 à 80 medewerkers.
- 7 Financiële kosten van het project en onderbouwing
Zie voor onderbouwing bijlage D.
- 8 Wat is al gedekt uit reguliere middelen van Rijk of andere overheden?
- 9 Benodigde omvang van de rijksbijdrage voor het project en motivatie voor de rijksbijdrage
€ 25 miljoen overheidsbijdrage, zie bijlage D.
- 10 Verwachte inbreng van private partijen
Volker Wessel Stevin, KEMA en Wetsus.

I.9 Smart decentrale warmte en elektriciteitsproductie

Deze optie is uitgewerkt in bijlage E.