

Energie en Ruimte

Definitiestudie Energie binnen Klimaat en Ruimte (ME4)

Wolter Elbersen (A&F, WUR)
André Faaij (UU)
Bert Annevelink (A&F, WUR)
Hage de Vries (ECN)
Johan Sanders (WAU)
Berien Elbersen (Alterra, WUR)
Peter Smeets (Alterra, WUR)
Theo de Lange (ECN)
Iris Lewandowski (UU)
Hans Cleijne (KEMA)
Ria Kalf (KEMA)

Report 467

Colofon

Titel	Energie en Ruimte; Definitiestudie Energie binnen Klimaat en Ruimte (ME4)
Auteur(s)	Wolter Elbersen, André Faaij, Bert Annevelink, Hage de Vries, Johan Sanders, Berien Elbersen, Peter Smeets, Theo de Lange, Iris Lewandowski, Hans Cleijne en Ria Kalf
A&F nummer	467
ISBN-nummer	90-6754-936-3
Publicatiedatum	Juli 2005
Vertrouwelijk	Nee
OPD-code	52.500.01
Goedgekeurd door	Dr. C. Lokhorst

Agrotechnology & Food Innovations B.V.
P.O. Box 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 (0)317 475 000
E-mail: info.agrotechnologyandfood@wur.nl
Internet: www.agrotechnologyandfood.wur.nl

© Agrotechnology & Food Innovations B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

All right reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for the inaccuracies in this report.

Samenvatting

Duurzame energiebronnen, met name biomassa en windenergie, hebben een grote interactie met de ruimte, zeker in vergelijking met fossiele brandstoffen. In geval van biomassa wordt dit nog versterkt door de toenemende interesse voor biomassa als feedstock voor de chemische industrie. De specifieke behoefte aan de conversie- en eindgebruikkant zal hierop een grote invloed hebben. De hoeveelheid en soort van biomassa, waaronder gewassen die specifiek geteeld zullen worden of als bijproduct vrijkomen, zullen afhangen van de conversietechnieken die nog worden ontwikkeld en de toekomstige behoefte aan energiesoorten (elektriciteit, warmte, biobrandstoffen en chemicaliën). De toekomstige behoeften en beschikbare technieken bepalen daarom mede de interactie met een groot aantal andere functies die via de ruimtelijke ordening moet resulteren in ruimtelijke kwaliteit.

De programmaraad van het BSIK programma Klimaat en Ruimte heeft Wageningen UR, ECN, UU-Copernicus & KEMA gevraagd om een definitiestudie '*Energie en ruimte*' uit te voeren voor het deelprogramma Energie (Spatial planning and renewable energy strategies = ME4) binnen het onderdeel Mitigatie. Voor deze definitiestudie is er vanuit twee perspectieven naar de interactie tussen duurzame energieketens en ruimte gekeken. Enerzijds vanuit de duurzame energievraag; hoeveel energie is op duurzame wijze uit biomassa te produceren in een gebied? Hoeveel biomassa kan in een gebied worden verbouwd? Hoeveel bijproducten kunnen uit bos worden gehaald? Het andere niet minder relevante perspectief is vanuit de (Nederlandse) ruimtelijke ordening. Wat is de invloed van een duurzame energievraag op een regio, op een landschap? Hoe moet een bestemmingsplan aangepast worden om bio-energie mogelijk te maken? Wat is het effect van windmolens op vogeltrek?

Het doel van de definitiestudie is het beschrijven van bekende en te verwachten interacties (afhankelijk van gekwantificeerde doelstellingen in CO₂ besparing) en afgeleide kennisvragen op het raakvlak van duurzame energie en de ruimte, waarbij de focus met name (maar niet uitsluitend) ligt op biomassa en on- en offshore windenergie. Dit moet leiden tot een voorstel voor een onderzoeksproject Duurzame Energie en Ruimte binnen het BSIK programma Klimaat en Ruimte.

Over het algemeen wordt aangenomen dat de Nederlandse behoefte aan biomassa voor productie van duurzame elektriciteit, warmte, transportbrandstoffen en chemicaliën veel groter zal zijn dan de potentiële aanvoer uit Nederland zelf. In het voor EZ in 2003 opgestelde Visiedocument (Biomassa 2040: de groene motor voor kenniseconomie en duurzaamheid een visie) wordt verwacht dat in 2040 biomassa 30% van de Nederlandse energiebehoefte en tussen de 30 en 40 % van de grondstofbehoefte van de chemie zou kunnen dekken. Hiervoor zou dan grofweg 50 miljoen ton (DS) biomassa nodig zijn. Het is duidelijk dat deze biomassa voor het grootste deel via import uit het buitenland zal moeten komen. Wat de Nederlandse bijdrage uit bijproducten en primaire productie kan zijn is moeilijk exact in te schatten, maar deze kan naar verwachting met maximale inspanning toch zo'n 10 miljoen ton (DS) zijn. De nu reeds lopende discussies en activiteiten om regionale biomassa ketens op te zetten illustreren dat Nederland wel degelijk een substantiële bijdrage kan leveren aan de biomassa behoefte en dat dit een belangrijke factor zal zijn voor de Nederlandse ruimte. Nederlandse

grondstoffen en verwerkingstechnologie kunnen worden benut om met name in hogere toegevoegde waarde segment energiebehoefte te verminderen waardoor de kosten per vermeden ton CO₂ laag kunnen blijven.

De volgende onderdelen zijn in de definitiestudie uitgewerkt:

- Inventarisatie van bekende en te verwachten interacties op het raakvlak duurzame energie en ruimte, uitgewerkt naar technologische, ruimtelijke en economische interacties (hoofdstuk 2).
- Inventarisatie van lopende en recent afgeronde duurzame energie onderzoeksprogramma's die in dit kader relevant zijn en inventarisatie van de kennisbehoefte die daarmee ingevuld wordt (hoofdstuk 3).
- Inventarisatie van de kennisbehoefte op het raakvlak duurzame energie en ruimte via consultatie van belanghebbende partijen zoals overheid, NGO's, commerciële partijen en kennispartijen (hoofdstuk 4).
- Inventarisatie van de lacunes tussen de beschikbare kennis en de gewenste kennis op het raakvlak duurzame energie en ruimte (hoofdstuk 3/ 4).
- Op basis van de waarde die aan specifieke onderzoeksvragen gehecht wordt door de belanghebbende partijen, en de beschikbaarheid van kennis om deze vragen te beantwoorden, de onderzoeksvragen prioriteren (hoofdstuk 5).
- Opstellen van een voorstel voor een onderzoeksprogramma Duurzame Energie en Ruimte binnen het BSIK programma Klimaat en Ruimte (hoofdstuk 6).
- Conclusies en aanbevelingen (hoofdstuk 7).

Op basis van de definitiestudie wordt geconcludeerd dat de volgende vraagstukken te definiëren zijn:

- De inpassing van bio-energieketens heeft, in vergelijking tot conventionele energiebronnen, op diverse plaatsen binnen de keten consequenties voor verschillende functies van de ruimte, en voor ruimtelijke kwaliteit, zowel in positieve als in negatieve zin, in binnen- en buitenland.
- In de afgelopen tijd zijn reeds gedeelten van biomassaketens geïnitieerd door bedrijfsleven en overheden, maar deze initiatieven lopen vaak vast en worden dan niet afgemaakt. Waar stopt het innovatie traject en waarom?
- Er is discussie of het nationale potentieel in Nederland genoeg is voor het behalen van de Nederlandse doelstellingen voor duurzame energie, met name gelimiteerd door ruimtelijke factoren. De toenemende betekenis van internationale handel in biomassa, duurzame productie elders en gedegen certificering van dergelijke biomassa zijn voor genoemde doelstelling derhalve ook van belang.
- Maatschappelijke acceptatie (duurzaamheidsdiscussie): de vraag is steeds voor wie bio-energie duurzaam is, waar in de keten, voor wat en wanneer?
- In hoeverre bieden additionele waarden van biomassa, naast het energie potentieel, kansen om bio-energieketens van de grond te krijgen? Te denken valt daarbij aan de ontwikkeling van o.a. bio-chemicals.

Een thematische indeling op hoofdlijnen van de onderzoeksvragen leidt tot vier samenhangende onderdelen (figuur 5):

- duurzame energie potentieel;
- mogelijkheden van multifunctionele en regionale systemen;
- indicatoren;
- beleid.

Het potentieel voor biomassa (met name in relatie tot actieve productie en dus landgebruik en in relatie tot kosten) dient voor grootschalige implementatie veel beter begrepen te worden. Met name interacties tussen duurzaamheidscriteria (b.v. watergebruik, intensiteit van landgebruik, sociaal-economische criteria) en potentiëlen voor biomassaproductie en gebruik verdienen veel aandacht. Inpassing van biomassaproductie- en gebruik zal in de meeste situaties gepaard gaan in combinaties met andere functies in multifunctionele en regionale systemen. Dit is in Nederland, met zijn vele claims op de ruimte, in het bijzonder evident. Een overkoepelende vraag is dus i.h.a. hoe de (vele) functies van landgebruik op enigerlei wijze kunnen worden gecombineerd met biomassaproductie (en productie van duurzame energie i.h.a.). Voor alle biomassagebruik geldt dat de duurzaamheid in brede zin moet zijn gegarandeerd, zeker wanneer het gaat om grootschalige productie in ontwikkelingslanden voor de exportmarkt. Het opstellen van criteria t.b.v. integrale certificering voor duurzame biomassaproductie is inmiddels een speerpunt in diverse initiatieven in de markt en op wetenschappelijk niveau, maar een coherent kader met uitgewerkte indicatoren, criteria en procedures is nog niet beschikbaar. Tot slot is het voor beleidsmakers van groot belang beter inzicht te krijgen hoe een optimale mix kan worden verkregen tussen duurzame biomassaproductie en andere landgebruikfuncties en hoe een dergelijke gewenste uitkomst redelijkerwijze kan worden gestuurd. Modellen en tools om strategieën ex-ante te evalueren (b.v. middels scenario-analyses) en die aantonen welke (ruimtelijke) impacts daarmee zijn gemoeid (b.v. t.a.v. kosten, landgebruikspatronen, milieu-impacts en sociaal-economische impacts) zijn niet zonder meer voorhanden. Ontwikkeling van dergelijke tools en scenario's is onlosmakelijk verbonden met de eerste drie thema's (potentiëlen, multifunctioneel landgebruik en indicatoren). De vier, inhoudelijke thema's zullen dus in samenhang met elkaar moeten worden aangepakt.

Op basis van deze definitiestudie 'Energie en Ruimte' wordt aanbevolen een project duurzame energie te starten binnen het BSIK programma Klimaat en Ruimte. Het voorgenomen Klimaat en Ruimte biomassa project zal met name gericht zijn op het in beeld brengen van de ruimtelijke implicaties van inpassing van duurzame biomassa ketens in Nederland. De te ontwikkelen methode in het project zal echter wel een generieker karakter hebben en daardoor ook toepasbaar zijn in andere regio's buiten Nederland. Hierdoor zal het voorgestelde project ook een tool opleveren om een beter inzicht te verkrijgen in het realiseren van duurzame import van biomassa naar Nederland. Voorts is het zo dat import van biomassa ook consequenties heeft voor de Nederlandse Ruimtelijke ordening en economische structuur (kennis en infrastructuur: havens). Of hierop zal worden ingegaan hangt af van de verhouding tussen ambities en beschikbaar budget.

Het project zal zich richten op het ontwikkelen van een ruimtelijk raamwerk voor integrale beoordeling van biomassaketens op factoren die de haalbaarheid van deze ketens (van biomassaproductie tot logistiek en toepassing) in een regio bepalen. Alle relevante factoren

zullen samen met betrokken met relevante stakeholders worden geïdentificeerd en kwalitatief en kwantitatief worden beoordeeld. Op deze wijze wordt er inzicht verkregen in de interacties die optreden met andere functies van de ruimte. Het wordt zo mogelijk om biomassa ketens op duurzaamheid en economie te optimaliseren. Dit ruimtelijk raamwerk zal worden opgesteld voor de Nederlandse context, maar het raamwerk dient inzetbaar te zijn voor soortgelijke beoordelingen in het buitenland. Hiermee wordt een directe link voorgesteld met een apart op te stellen projectvoorstel voor duurzame biomassa productie en duurzame handel daarin. Voor deze werkzaamheden zal samenwerking worden gezocht van Shell, Essent, NUON en IEA Task 40 "Sustainable International Bio-energy Trade, die door het Copernicus Instituut wordt gecoördineerd. Hiermee wordt voortgebouwd op het FairBioTrade project wat heeft geleid tot de eerste kwantitatieve raamwerken voor concrete certificering van biomassaproductie in een specifieke regio.

De kennis en modellen ontleend aan het eerst deel van het project zullen samen met bestaande inzichten worden gebruikt voor het tweede doel van dit project; het verrichten van strategische scenario-analyses (in samenhang met scenario's uit KvR projecten IC2, IC3 en CS7) die duidelijk moeten maken onder welke condities (b.v. landbouwbeleid, ontwikkelingen energiesysteem, duurzaamheidseisen) welke inzet van biomassa voor de energie- en materiaalvoorziening aantrekkelijk is. Hierbij zal in het bijzonder worden ingegaan op de verhouding binnenlandse biomassa vs. import en het belang van "nieuwe" ketens, b.v. voor biochemicalïen vs inzet voor b.v. kracht, warmte en transportbrandstoffen. Voor het maken van dergelijke, gedetailleerde, scenario's zal worden aangesloten bij andere integratie en modelleringsactiviteiten binnen klimaat en ruimte, maar ontwikkeling van een specifiek instrumentarium (b.v. voortbouwend op modellen bij ECN en Copernicus) is daarvoor nodig. De scenario-analyses kunnen worden opgesteld i.s.m. betrokken stakeholders (zoals rijksoverheid en bedrijfsleven) en zullen direct inzicht geven in de mogelijkheden voor strategische beleidskeuzen.

De beoogde resultaten (producten) van het project zijn:

- Strategische scenario-analyses, samen met stakeholders (zie boven).
- Een ruimtelijk expliciet raamwerk/methodologie voor beoordeling van bio-energieketens (beschrijving, zie boven). Het raamwerk levert uitkomsten op maat voor de integrale ruimtelijke analyse binnen IC3.
- Nadere onderbouwing van duurzaamheid van biomassaketens (certificering).
- Een analyse van regionale effecten van grootschalige biomassa productiesystemen waarop het raamwerk getest wordt aan de hand van een selectie van case studies in Nederland (een beoogde case is Noord-Nederland, Energy Valley); beoogd wordt om tot een certificeringssysteem voor duurzaamheid van bio-energie ketens (criteria, indicatoren) te komen dat algemeen geaccepteerd wordt en ook toepasbaar is in het buitenland.
- Kansenskaart voor nieuwe biomassa (additionele chemische waarden in combinatie met bio-energie) in Nederland, inclusief stromen biomassa uit buitenland richting Nederland.

De primaire interesses van de landelijke overheid voor dit project liggen binnen de ministeries van VROM (klimaat, duurzaamheid, ruimte), LNV (o.a. groene grondstoffen) en EZ (voorzieningszekerheid, innovaties). Het onderzoek zal verder rekening houden met de

verschillende aandachtsvelden qua schaalgrootte van de potentiële afnemers bij de overheid: ministeries, maar ook provincies. Voor de eerste groep zal een duidelijk verband gelegd worden met de scenario's van RIVM. Het onderzoek sluit zeker ook aan bij de interesse van partijen uit het bedrijfsleven zoals Shell, Gasunie en Staatsbosbeheer, maar ook bij vraagstellingen die spelen bij NGO's.

Inhoud

Samenvatting	3
1 Inleiding	10
1.1 Aanleiding definitiestudie	10
1.2 Achtergronden duurzame energie en ruimte	11
1.3 Doelen van de definitiestudie	13
1.4 Aanpak	14
2 Beschrijving van interacties tussen energieketens en de ruimte	17
2.1 Energieketens	17
2.2 Interacties tussen Energieketens en de Ruimte	19
2.2.1 Water	20
2.2.2 Effecten op biodiversiteit van toename in vraag naar biomassa voor energie	20
2.2.3 Bodem	21
2.2.4 Landschap	22
2.2.5 Klimaatverandering	22
2.2.6 Synergie met / concurrentie om landgebruik	22
2.2.7 Synergie met / concurrentie met andere toepassingsvormen	23
2.2.8 Beleid	23
2.2.9 Milieu	23
3 Inventarisatie van projecten en programma's binnen het domein duurzame energie en ruimte	26
3.1 Algemene impressie (lopende) onderzoeksprojecten	26
3.2 Nadere specificatie ontbrekende onderzoeksvragen	27
4 Consultatie van marktpartijen	28
4.1 Geïnterviewde partijen	28
4.2 Belangrijkste resultaten	28
4.3 Relatie met BSIK-Transforum Agro & Groen (TAG)	29
4.3.1 Relatie BSIK-KvR (mitigatie) met BSIK-TAG	29
4.3.2 Onderzoeksvragen vanuit het Ruimteperspectief	30
5 Prioritering onderzoeksvragen	32
5.1 De mogelijke rol van biomassa in de energievoorziening	32
5.2 Ruimtelijke implicaties van offshore wind	33
5.3 Thematische indeling onderzoeksvragen	34
5.4 Prioriteit 1: Duurzame energie potentieel en interacties met de ruimte	35
5.4.1 Biomassa potentieel	35
5.4.2 Wind potentieel	36
5.5 Prioriteit 2: Mogelijkheden voor multifunctionele en regionale systemen	37
5.6 Prioriteit 3: Indicatoren	38
5.7 Prioriteit 4: Beleid	39
5.7.1 Algemeen	39

5.7.2	Invloed van beleidskeuzen op de ontwikkeling van offshore wind	40
6	Uitwerking prioritaire onderzoeksvragen	41
6.1	Methodische indeling onderzoeksvormen	41
6.1.1	Interactie onderzoek	41
6.1.2	Tool ontwikkeling onderzoek	42
6.1.3	Design onderzoek	42
6.2	Thematische uitwerking prioritaire vragen in onderzoekspakketten (OPn)	43
6.2.1	OP1 – Invloed van ruimtelijke interacties op het biomassa en wind potentieel	43
6.2.2	OP2 – Multifunctionele biomassa-ruimte interactiekaarten op regionale schaal	45
6.2.3	OP3 – Sustainability framework; ontwikkeling van criteria en indicatoren op regionale schaal onder verschillende condities	47
6.2.4	OP4 – Beleidsscenario's	49
7	Conclusies en aanbevelingen	52
7.1	Conclusies	52
7.2	Aanbevelingen	54
	Literatuurlijst / Referenties	56
Bijlage A.	Relevante partijen	59
Bijlage B.	Beschrijving van interacties tussen energieketens en ruimte	60
Bijlage C.	Relevante onderzoeksprojecten binnen het domein duurzame energie en ruimte	62
Bijlage D.	Long list onderzoeksvragen en een eerste categorisering naar onderzoeksmethode	65
Bijlage E.	Vragen voor marktconsultatie	67
Bijlage F.	Verslag van marktconsultaties	68

1 Inleiding

1.1 Aanleiding definitiestudie

Het bestuur van het BSIK programma Klimaat en Ruimte heeft in april 2004 aangegeven dat er op het vlak van biomassa en wind reeds veel (geplande) onderzoeksactiviteiten zijn binnen andere onderzoeks- en beleidsprogramma's. Er is toen aangegeven dat nader bekeken moest worden waar de toegevoegde waarde moet gaan liggen van biomassa en wind onderzoek binnen het Klimaat en Ruimte programma. Daarbij is aangegeven dat de interacties tussen de inzet van duurzame energie en de ruimtelijke ordening een belangrijk onderscheidend criterium is. De programmaraad van het BSIK programma Klimaat en Ruimte heeft toen Wageningen UR, ECN, UU-Copernicus & KEMA gevraagd om een definitiestudie '*Energie en ruimte*' uit te voeren voor het deelprogramma Energie (Spatial planning and renewable energy strategies = ME4) binnen het onderdeel Mitigatie. De behoefte bestond om het deelprogramma opnieuw te definiëren conform de aanbevelingen van de Commissie van Wijzen, KNAW en CPB. Dit houdt o.a. in dat de ruimtelijke component versterkt dient te worden en in lijn gebracht moet worden met de doelstellingen van Klimaat en Ruimte. De relevantie van het subthema voor het gehele programma zal duidelijk gemaakt moeten worden. Verder moet de relatie met en meerwaarde t.o.v. lopende onderzoeksprogramma's duidelijk gemaakt worden.

Naar aanleiding hiervan is er op 28 mei 2004 overleg gevoerd tussen de voorzitter van de programmaraad (Pavel Kabat), de themacoördinator (Ronald Hutjes), ECN (Theo de Lange) en Wageningen UR (Johan Sanders). Daarin is afgesproken dat er op basis van de projectvoorstellen M-C1, M-C3 en CC-D2 een nieuw projectvoorstel geschreven moet worden dat beter aansluit op de wensen van de programmaraad. Het totaal beschikbare budget voor dit onderdeel blijft 1295 k€ en wordt zomogelijk nog verhoogd door aan te sluiten bij andere programma's (o.a. BSIK-Transitieprogramma, onderdeel duurzame landbouw).

Om te komen tot een nieuw projectvoorstel dient er dus een definitiestudie plaats te vinden. De definitiestudie moet duidelijk aangeven wat de meerwaarde van het onderzoek is t.o.v. eerder verricht onderzoek en moet beter aangeven hoe de ruimtelijke aspecten vormgegeven worden in het onderzoek. De definitiestudie moet antwoord geven op de volgende vragen:

1. Wat zijn de belangrijkste vragen op dit moment wanneer het gaat over de relatie tussen duurzame energie en ruimte (technische, ruimtelijke en institutioneel-economische vragen)?
2. Waar / hoe zouden deze vragen het best kunnen worden uitgezet?

De studie zal moeten leiden tot een overzicht van vragen die binnen de clusters ruimte, techniek en instituties & economie opgelost zouden moeten worden (figuur 1), en waar de antwoorden op deze vragen gezocht zouden moeten worden, inclusief een financieel plaatje.

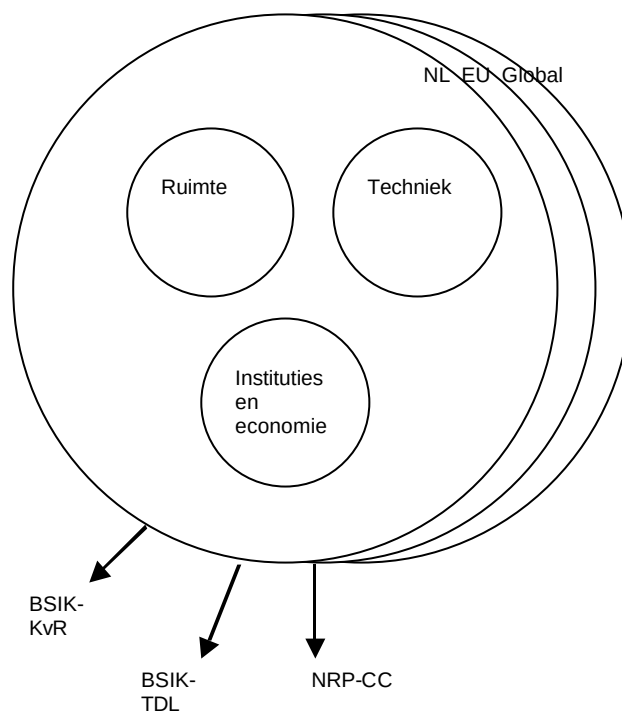


Figure 1 Schaalniveaus in relatie tot de clusters ruimte, techniek en instituties & economie.

1.2 Achtergronden duurzame energie en ruimte

Klimaatverandering wordt o.a. veroorzaakt door de toenemende uitstoot van broeikasgassen als gevolg van menselijke activiteiten, waarvan CO₂ in volume en impact de grootste is. De voornaamste bron van CO₂ uitstoot zijn fossiele brandstoffen zoals kolen, olie en aardgas. Er bestaan verschillende opties om deze excessieve uitstoot te verminderen, zoals introductie van efficiëntere technologieën om brandstoffen in elektriciteit om te zetten, vermindering van energiegebruik (energiebesparing) en vervanging van fossiele brandstoffen door CO₂ neutrale bronnen voor de productie van elektriciteit, transportbrandstoffen en chemicaliën.

Bij deze laatste optie gaat het om gebruik van biomassa als CO₂ neutrale energiebron, windenergie, hydro-energie en zonne-energie. Van biomassa, windenergie en in mindere mate zonne-energie wordt al op relatief korte termijn (2010/2020) een aanzienlijke bijdrage aan de energiehuishouding verwacht. In de EU dient in 2010 zo'n 21% van het elektriciteitsgebruik gedekt te worden door elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen, terwijl transportbrandstoffen in 2010 voor bijna 6% uit biobrandstoffen dient te bestaan. Dit zal een aanzienlijke groei in het volume van deze energievormen vergen. Op dit moment wordt zo'n 16% van het elektriciteitsgebruik door hernieuwbare bronnen gedekt in de EU (met name biomassa, wind en hydro). Terwijl biobrandstoffen in de meeste EU-lidstaten nu nog nauwelijks toegepast worden, zal er al in 2010 in de EU-15 tegen de 17 miljoen ton olie equivalenten nodig zijn wat overeenkomt met zo'n 10 miljoen ha landbouwgrond.

De duurzame energiebronnen, met name biomassa en windenergie, hebben een grote interactie met de ruimte zeker in vergelijking met fossiele brandstoffen. In geval van

biomassa wordt dit nog versterkt door de toenemende interesse voor biomassa als feedstock voor de chemische industrie. De specifieke behoefte aan de conversie- en eindgebruik kant zal een grote invloed hebben hierop. De hoeveelheid en soort van biomassa, waaronder gewassen die specifiek geteeld zullen worden, of als bijproduct vrijkomen zullen afhangen van de conversietechnieken die nog worden ontwikkeld en de toekomstige behoefte aan energiesoorten (elektriciteit, warmte, biobrandstoffen en chemicaliën). De toekomstige behoeften en beschikbare technieken bepalen daarom mede de interactie met een groot aantal andere functies die via de ruimtelijke ordening moet resulteren in ruimtelijke kwaliteit. In een land als Nederland is de druk op de ruimte groot en moeten veel factoren in de ruimte met elkaar concurreren. Tegelijkertijd zijn hier ook veel synergieën mogelijk. In principe zijn er mogelijkheden voor duurzame energieketens indien zij in de ruimte inpasbaar zijn. Het is hierbij zaak om concurrentie te vermijden en synergieën te benutten.

Voor dit onderzoek kan er vanuit twee perspectieven naar de interactie tussen duurzame energieketens en ruimte gekeken worden. Enerzijds vanuit de duurzame energievraag; hoeveel energie is op duurzame wijze uit biomassa te produceren in een gebied? Hoeveel biomassa kan in een gebied verbouwd worden? Hoeveel bijproducten kunnen uit bos gehaald worden? Het andere niet minder relevante perspectief is vanuit de (Nederlandse) ruimtelijke ordening. Wat is de invloed van een duurzame energievraag op een regio, op een landschap? Hoe moet een bestemmingsplan aangepast worden om bio-energie mogelijk te maken? Wat is het effect van windmolens op vogeltrek?

In figuur 2 wordt deze interactie tussen duurzame energieketens en ruimtelijke kwaliteit schematisch weergegeven. Dit laat zien dat de ruimtelijke kwaliteit wordt bepaald door een groot aantal benoembare factoren zoals biodiversiteit, waterkwaliteit en beschikbaarheid, etc.

Het begrijpen van interacties tussen duurzame energie en eigenschappen van de ruimte en de implicaties voor uitbreiding van duurzame energieproductie in relatie tot ruimtelijke kwaliteit is onderwerp van het nog te definiëren onderzoeksproject (ME4).

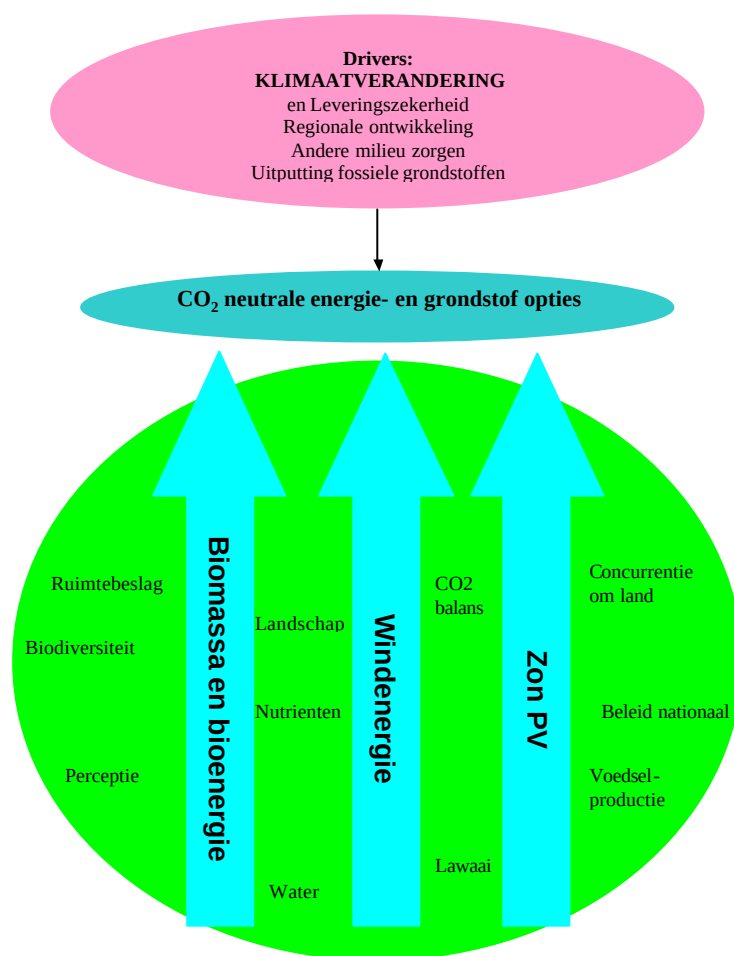


Figure 2 Schematische weergave van de interactie tussen duurzame energieketens en ruimte. Duurzame energieketens worden met name maar niet uitsluitend gedreven door Klimaatverandering en hebben op vele wijzen een interactie met de Ruimte en hebben zo invloed op de ruimtelijke kwaliteit. Anderzijds bepaalt de ruimte hoe energieketens ingericht kunnen worden.

1.3 Doelen van de definitiestudie

Het doel van de definitiestudie is het beschrijven van bekende en te verwachten interacties (afhankelijk van gekwantificeerde doelstellingen in CO₂ besparing) en afgeleide kennisvragen op het raakvlak van duurzame energie en de ruimte, waarbij de focus met name (maar niet uitsluitend) ligt op biomassa en on- en offshore windenergie, leidend tot een voorstel voor een onderzoeksproject Duurzame Energie en Ruimte binnen het BSIK programma Klimaat en Ruimte.

De volgende onderdelen worden in de definitiestudie uitgewerkt:

- Inventarisatie van bekende en te verwachten interacties op het raakvlak duurzame energie en ruimte, uitgewerkt naar technologische, ruimtelijke en economische interacties (hoofdstuk 2).
- Inventarisatie van lopende en recent afgeronde duurzame energie onderzoeksprogramma's die in dit kader relevant zijn en inventarisatie van de kennisbehoefte die daarmee ingevuld wordt (hoofdstuk 3).
- Inventarisatie van de kennisbehoefte op het raakvlak duurzame energie en ruimte via consultatie van belanghebbende partijen zoals overheid, NGO's, commerciële partijen en kennispartijen (hoofdstuk 4).
- Inventarisatie van de lacunes tussen de beschikbare kennis en de gewenste kennis op het raakvlak duurzame energie en ruimte (hoofdstuk 3/ 4).
- Op basis van de waarde die aan specifieke onderzoeksvragen gehecht wordt door de belanghebbende partijen, en de beschikbaarheid van kennis om deze vragen te beantwoorden, de onderzoeksvragen prioriteren (hoofdstuk 5).
- Opstellen van een voorstel voor een onderzoeksprogramma Duurzame Energie en Ruimte binnen het BSIK programma Klimaat en Ruimte (hoofdstuk 6).
- Conclusies en aanbevelingen (hoofdstuk 7).

Parallel aan het uitvoeren van de definitiestudie zijn activiteiten verricht op het gebied van:

- Betrekken van mogelijke marktpartijen bij indiening van definitieve voorstellen voor de programma's.
- Oriëntatie op een voorstel voor een onderzoeksproject Duurzame Energie binnen het BSIK programma transitie duurzame landbouw).

1.4 Aanpak

In deze paragraaf wordt een beschrijving gegeven van het proces dat gevolgd is om in deze definitiestudie tot resultaat te komen (figuur 3).

Kickoff

Het doel van de kickoff was de bespreking van het plan van aanpak met de oorspronkelijke betrokken partners in het Klimaat voor Ruimte Subprogramma Energie (ME4). De partners zijn:

- Wageningen UR (A&F, Alterra, WAU)
- ECN (Beleidsstudies)
- UU (Copernicus Instituut)
- KEMA

Beschrijving energieketens, identificatie van interacties energie / ruimte

Op basis van ervaring van de deelnemers en interviews met belanghebbende is een lijst met relevante energieketens (zie aanzet in figuur 4) opgesteld. Daarnaast zijn de bekende en te verwachten interacties (zie aanzet in bijlage B) tussen deze energieketen en de ruimte geclusterd in kaart gebracht, deels door gebruik te maken van interviews, deels op basis van kennis van de partners. Voorbeelden zijn het effect op erosie van de teelt van een

energiegewas, of het effect op stankoverlast van mest(co)-vergisting, of het effect op vervoerstromen van biomassa-aanvoer.

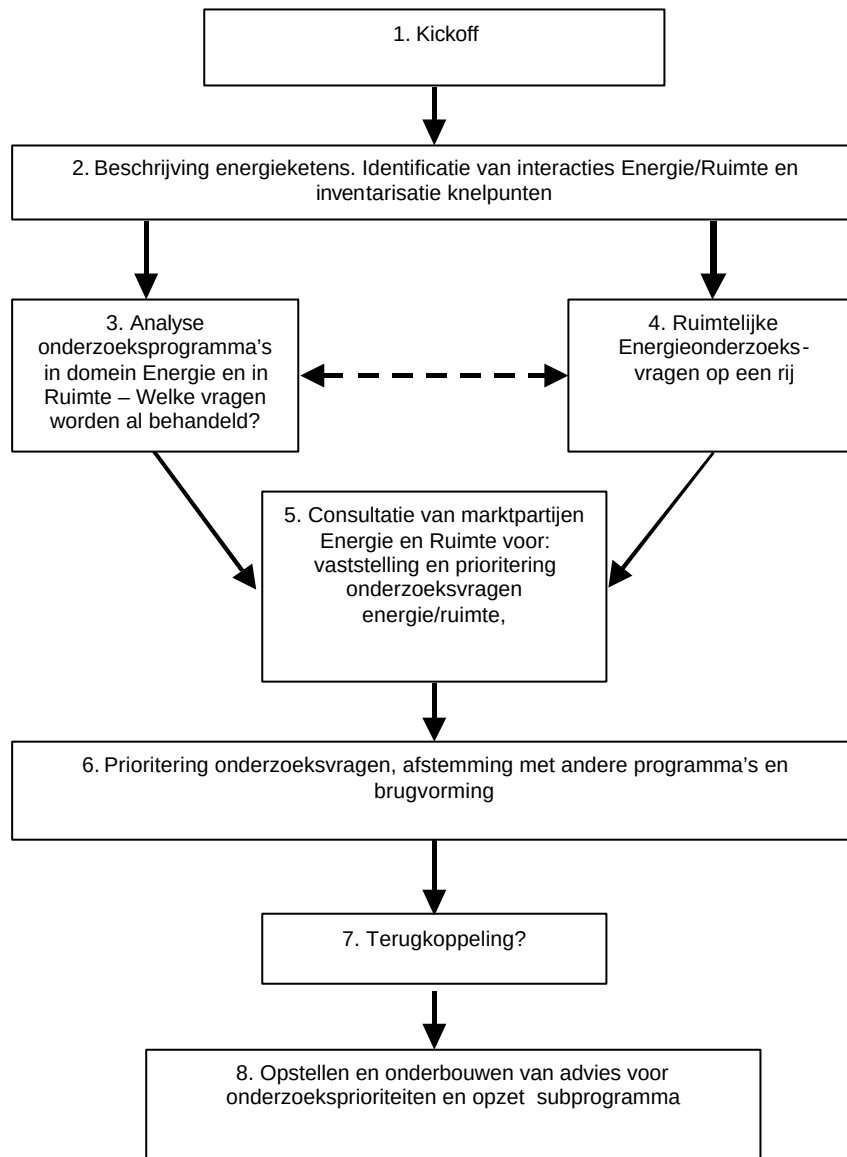


Figure 3 Stappenplan voor prioriteringsstudie Energie en Ruimte.

Ruimtelijke Energieonderzoeksvragen op een rij

Op basis van een analyse van relevante energieketens en beschrijving van de interacties met de ruimte zijn onderzoeksvragen geformuleerd. Deze onderzoeksvragen reflecteren de kennisbehoefte van relevante partijen.

Analyse onderzoeksprogramma's in domein Energie en in Ruimte – Welke vragen worden al behandeld

In deze fase van de definitiestudie is in kaart gebracht welk bestaand onderzoek / welke bestaande onderzoeksprogramma's gericht zijn op het onderzoeken van de beschreven interacties tussen de energieketens en de ruimte. Hier wordt een systematisch overzicht gegeven van de relevante onderzoeksprogramma's.

Consultatie van marktpartijen binnen Energie en Ruimte en afstemming met andere programma's voor vaststelling en prioritering onderzoeksvragen

De kennisbehoefte bij relevante partijen is geïnventariseerd door middel van consultaties (interviews) met de belangrijkste belanghebbende partijen bij overheid, NGO's en de industrie (zie bijlage A). Op basis van de door de deze partijen aangegeven bekende en verwachte interacties tussen duurzame energie en ruimte, en de daarbij samenhangende kennisbehoefte van deze partijen, is uiteindelijk een prioritering van de kennisvragen gemaakt.

Relevante partijen bij overheid, bedrijfsleven en kennisinstellingen (zie bijlage A) zijn geconsulteerd om de kennisvragen aan te vullen en te prioriteren. Er vindt afstemming plaats gevonden of zal nog plaatsvinden met parallelle programma's BSIK, met name Duurzame Landbouw en binnen Klimaat voor Ruimte met de relevante subprogramma. Met name: Pavel Kabat, IC2 Tools for national mitigation strategies (Tom Kram); IC5 Tools for Integrated CBA, (Ekko van Ierland); BSIK Transitie Duurzame Landbouw (Peter Smeets).

Identificeren lacunes tussen de kennisvraag en het kennisaanbod

In deze fase zijn de onderzoeksvragen over interacties tussen duurzame energieketens en de ruimte, zoals deze leven bij de partijen, gecombineerd met het kennisaanbod. Uit deze combinatie volgen de lacunes in het kennisaanbod. De onderzoeksvragen die vanuit het energie en ruimte programma beantwoord zullen moeten worden zijn hiermee bekend.

Prioritering onderzoeksvragen

Prioritering van de onderzoeksvragen heeft plaatsgevonden op basis van de systematische inventarisatie, afstemming met andere programma's en consultatie met de "markt".

Terugkoppeling

Het concept rapport met de onderzoeksprioritering is aan de partners en de programmaraad voorgelegd voor terugkoppeling.

Opstellen en onderbouwen van advies voor onderzoeksprioriteiten en opzet subprogramma

Op basis van het voorgaande is een advies opgesteld voor de onderzoeksprioriteiten en de opzet van een subproject binnen de BSIK Klimaat en Ruimte.

2 Beschrijving van interacties tussen energieketens en de ruimte

2.1 Energieketens

Als startpunt voor de ketens wordt de eindvraag naar energie(diensten) en materialen genomen. Deze eindvraag kent echter een veelheid aan categorieën die op hun beurt weer op een groot detailniveau uitgesplitst kunnen worden. Voor de focus binnen het BSIK deelproject Duurzame Energie en Ruimte is het zinvol om de vraag naar energiedragers en bulkmaterialen als startpunt te nemen, te weten: feedstocks en brandstoffen in vaste, vloeibare en gasvormige vorm, alsmede de vraag naar elektriciteit en warmte. Figuur 4 geeft dit schematisch weer. Voorgesteld wordt om binnen de aanbodcategorieën onderscheid te maken tussen lokale biomassa, geïmporteerde biomassa, wind en zon. In tabel 1 worden deze aanbodcategorieën uitgewerkt.

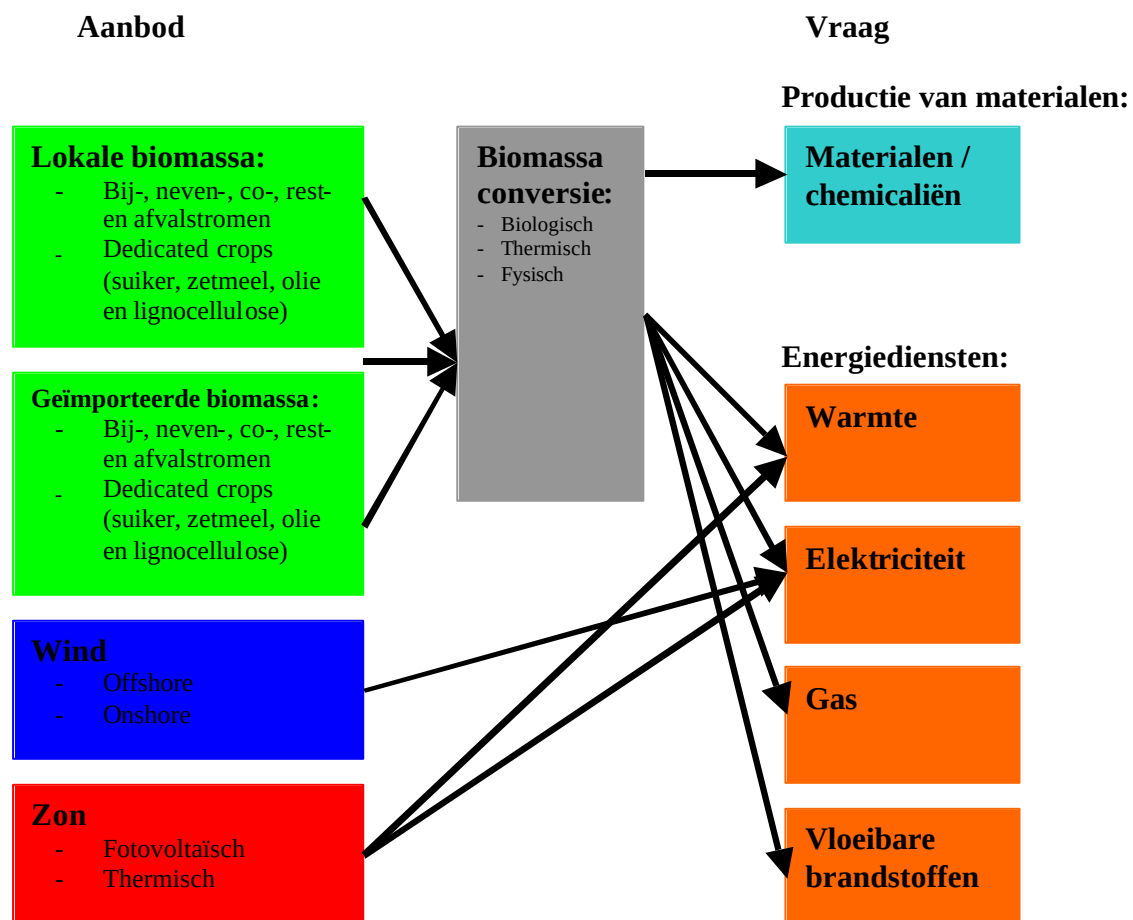


Figure 4 Overzicht van de voornaamste duurzame energieketens tussen aanbod en vraag naar duurzame energie en productie van materialen.

Table 1 Aanbodcategorieën duurzame energie.

Nr	Upstream keten			Voorbeelden
1	Lokale biomassa:			
1.1		Bij-, neven, co -, rest- en afvalstromen		
1.1.1			Primaire (bij de primaire producent = landbouw of bosbouw, natuur, omgeving)	gewasresten, dunningshout,
1.1.2			Secundaire (komt verderop in de keten vrij)	mest, oud papier, bast, resthout, resten uit de voedingsindustrie, etc
1.2		Energiegewassen		
1.2.1			Eenjarige gewassen (in huidige bouwplan) suiker, zetmeel en oliegewassen	suikerbieten, tarwe, maïs, koolzaad
1.2.2			Meerjarige gewassen (buiten rotatie) met name lignocellulose gewassen	bosbouw, wilg, populier, Miscanthus, switchgrass, productiegras, etc.
2	Geïmporteerde Biomassa:			
2.1		Bij- neven, co -, rest en afvalstromen		
2.1.1			Primaire (bij de primaire producent = landbouw of bos)	
2.1.2			Secundaire (komt verderop in de keten vrij)	
2.2		Energiegewassen		
2.2.1			Eenjarige gewassen (meestal in rotatie) suiker, zetmeel en oliegewassen	
2.2.1			Meerjarige gewassen (buiten rotatie) plantages zoals hout, olie, grassen.	eucalyptus, oliepalm, jathropa, etc
3	Wind			
3.1		Offshore		Windparken in Noordzee
3.2		Onshore		Wind op land, parken of individueel
4	Zon			
4.1		Fotovoltaïsch		
4.2		Thermisch		

Het tot in detail uitwerken van de ketens is onderzoek dat in het voorgestelde project zal moeten worden uitgewerkt en blijft in deze definitiestudie achterwege.

Er zijn verschillende typen biomassa die via verschillende technologieën om te zetten zijn in warmte, elektriciteit of brandstoffen en materialen. In tabel 2 is een korte indeling van de conversiemogelijkheden voor biomassa gegeven. Over de gehele keten van productie van biomassa tot afzet is er interactie met de ruimte. De impact op de ruimte wordt dus bepaald door het biomassa productiesysteem, maar ook door het conversiesysteem en de daarbij behorende transport- en opslagsystemen.

Table 2 Conversiecategorieën voor Biomassa.

Nr	Upstream keten			Voorbeelden
A	Biologisch			
A.1		Anaërobe (co-)vergisting		Gasvormige brandstoffen
A.2		Fermentatie		Ethanolproductie uit lignocellulose houdende biomassa
A.3				
B	Thermisch			
B.1		Verbranding		Biomassacentrale Cuijk
B.2		Co-verbranding		Bijstook in bestaande kolencentrales
B.3		Vergassing		
B.3.1			Verbranding gas	Elektriciteit / warmte productie
B.3.2			Fischer Tropsch	Gebruik synthesegas als basis voor transportbrandstoffen
B.4		Pyrolyse		Productie van pyrolyse olie bij oorsprong van de biomassa. Import van de olie in Nederland
B.5				
C	Fysisch			
C.1		Persen		Pure Plant Oil (PPO) uit koolzaad
C.2		Hoge druk liquefactie		
C.3				
D	Chemisch			
D.1		Hydrolyse		Zetmeel voor ethanol
D.2		Transesterificatie		Biodiesel uit koolzaadolie
E	Bioraffinage			
E.1		Combinaties van scheiden en converteren		Green biorefinery, whole crop biorefinery, thermal biorefinery, etc
E.2				

2.2 Interacties tussen Energieketens en de Ruimte

Een overzicht van de interacties tussen energieketens en de ruimte is gegeven in bijlage B. Hierin zijn zowel de positieve als de negatieve aspecten weergegeven. De ruimtelijke interacties (en subinteracties) die o.a. een rol spelen zijn:

- water (watergebruik, waterkwaliteit);
- biodiversiteit (veel subinteracties, waaronder GMO);
- bodem (bodemkwaliteit, C- in bodem, nutriëntenbalans, erosie);
- landschap (historische landschappen, landschapskenmerken, infrastructurele werken);
- klimaatverandering (CO₂-balans van biomassaproductie en -toepassing);
- synergie met / concurrentie om landgebruik (landbouw - voedselproductie, bosbouw - non-food pulp, vezel, hout, etc, natuurgebieden, recreatie);
- synergie met / concurrentie met andere toepassingsvormen (oud-papier, mest, etc.);
- beleid (internationaal beleid - GLB, WTO, etc. en nationaal beleid - mestwet 1947, ruraal beleid, milieuwetgeving, etc);
- milieu (vervuiling bodem, uitstoot naar lucht, afval, stank).

Het prioriteren en het verder uitwerken van de interacties is een onderdeel dat binnen het uiteindelijk onderzoeksproject moet worden uitgewerkt. Wel is in tabel 3 een matrix opgenomen die gebruikt kan worden bij de inschatting van de relevantie van de interacties tussen biomassaketens (technologie) en de ruimte. Deze tabel is reeds door een aantal van de geïnterviewde partijen ingevuld (zie bijlage F). In tabel 4 is eenzelfde matrix opgenomen voor de inschatting van de relevantie van de interacties tussen wind- en zon-energieketens (aanbod) en de ruimte. In deze definitiestudie zijn de matrices nog niet verder ingevuld. Hieronder worden kort de positieve en de negatieve aspecten per interactie belicht.

2.2.1 Water

Watergebruik. Energieteelt kan bijdragen aan "watershed bescherming" waardoor dus meer water vastgehouden. Biomassateelt (primair en secundair) vergt echter ook water b.v. voor irrigatie.

Waterkwaliteit. Biomassaproductie (primair en secundair) kan gecombineerd worden met filtering van water, verminderde afspoeling en geeft dus een verbeterde waterkwaliteit. Biomassateelt (primair/secundair) vergt ook inputs (pesticiden en bemesting), die mogelijk door kunnen stromen naar grondwater en oppervlaktewater.

2.2.2 Effecten op biodiversiteit van toename in vraag naar biomassa voor energie

Het effect van biomassavraag op biodiversiteit is een van de belangrijkste en tegelijk ook meest complexe interacties. De landbouw en agroketen kan een belangrijke leverancier van biomassa zijn; zowel via de levering van afval- en bijproductenproducten uit voedsel- en voederproducten en mest als via specifiek geteelde biomassagewassen. Aan winning van biomassa uit de landbouw zijn belangrijke biodiversiteitseffecten verbonden. Er is nog maar beperkt zicht op het effect van biomassavraag (zoals bijvoorbeeld veroorzaakt door de EU "Biofuels Directive" 2003/30/EC) op biodiversiteit. Een lopend onderzoek van de EEA zal hier de eerste inzichten in verschaffen (Elbersen et al., 2004). Een beter inzicht in deze effecten kan ervoor zorgen dat biomassawinning op zijn minst niet negatief uitpakt maar bij voorkeur positief is voor biodiversiteit.

De veranderingen die effecten op biodiversiteit veroorzaken, die mogelijk door biomassa winning uit landbouw kunnen ontstaan, zijn als volgt te categoriseren:

1. Grote veranderingen in landgebruik waarbij extensieve grondgebruikactiviteiten (b.v. extensieve graslanden; braaklanden) omgezet worden in meer intensieve akker- of graslanden voor biomassaproductie. In het eerste geval kan dit negatief uitpakken voor biodiversiteit als hierdoor belangrijke habitats, leefgebieden van specifieke soorten, verloren gaan. Anderzijds kan er ook juist een positief effect vanuit gaan als de nieuw geïntroduceerde biomassateelt juist voor meer variatie in het landschap kan zorgen waardoor nieuwe soorten planten en dieren aangetrokken worden en de biodiversiteit kan toenemen. Bij introductie van extensieve energiegewassen als b.v. switchgrass, *Miscantus* of Short Rotation Coppice (SRC) wilg kan dit zeker tot een positieve synergie met biodiversiteit leiden in landschappen die voorheen door intensieve landbouwactiviteiten

gemonotoniseerd zijn geraakt, b.v. uitgestrekte akkerbouwgebieden van de Veenkoloniën of Zeeland.

2. Veranderingen binnen akkerland waarbij voeder of voedselgewassen vervangen worden door biomassa gewassen. In dit tweede geval zijn de effecten van de verandering voor biodiversiteit van vele factoren afhankelijk waarbij er vooral op gelet moet worden of de biomassateelt en/of -winning leidt tot een relatieve toename of afname in inputs (pesticiden, (kunst)mest), extensievere of intensievere grondbewerking (b.v. meer ploegen met zwaarder materieel), lagere of hogere waterconsumptie, minder of meer drainage, monotoner of gevarieerder landschap, etc.

Om de exacte effecten van biomassateelt en/of winning op biodiversiteit te meten is het belangrijk te bepalen welke biodiversiteitswaarden al aanwezig waren voor de teelt/winning begon en wat er potentieel aan biodiversiteit in het gebied ontwikkeld kan worden. Van belang is te weten dat het altijd om een relatieve verandering zal gaan en dat men met introductie van biomassateelten winst kan boeken als men rekening houdt met de eisen die door verschillende planten en diersoorten aan hun leefomgeving worden gesteld. Zo kan het zijn dat het winnen van biomassa alleen in bepaalde periodes van het jaar kan plaatsvinden zodat soorten niet in bijvoorbeeld broedseizoen of bloeiperiode verstoord worden. Daarnaast kan biomassateelt goed zijn voor de ene soort maar slecht voor de andere. Dit maakt het eenduidig kwantificeren van effecten op biodiversiteit complex, maar ook noodzakelijk. Op dit moment is al veel onderzoek verricht naar de effecten van reguliere akkerbouwpraktijken op biodiversiteit in akkers (voor een overzicht van deze literatuur zie Carey, 2004). Dit is vooral relevant voor het meten van effecten van suiker-, zetmeel- en oliegewassen, zoals suikerbieten, granen en koolzaad, die voor biomassateelt kunnen worden gebruikt. Weinig is echter nog bekend over de effecten van specifieke ligno-cellulose energiegewassen als *Miscantus*, switchgrass, wilg, populier, etc. op biodiversiteit, of over het onttrekken van grote hoeveelheid biomassa uit graslanden of andere semi-natuurlijke gebieden. Aan technieken om veranderingen in biodiversiteit in het algemeen of specifiek voor biomassa te meten is wel iets gedaan, maar de mechanismen zijn over het algemeen nog niet duidelijk en zeker nog niet eenvoudig te kwantificeren (Nitsch et al., 2004; RIVM, 2004; Slootweg en van Schooten & CREM, 2004).

Kennis verwerven over de effecten op biodiversiteit is dus zeer relevant aangezien het kan helpen biomassateelt en -winning op dusdanige wijze te ontwerpen en in te passen in het landschap dat het niet tot negatieve neveneffecten kan leiden maar bijvoorkeur zelfs positieve effecten op soorten en landschapskwaliteit kan geven.

2.2.3 Bodem

Bodemkwaliteit, C- in bodem, nutriënten balans. Dit is in Nederland veelal een driver! Veel vormen van bio-energie kunnen bijdragen aan efficiënte recycling van nutriënten (mestvergisting, asrecycling, etc). Soms is afvoer van nutriënten gewenst (natuurgras, gewasresten). Bij aanvoer van biomassa over lange afstanden treedt er een verstoring van nutriëntenbalans aan bron en eindgebruiker kant op. Oplossingen liggen vooral in gebruik van halfproducten (pyrolyse olie, HTU, Et-OH, etc).

Erosie. Meerjarige biomassaproductie (primair en secundair) kan bijdragen aan erosievermindering (b.v. switchgrass) door een combinatie van doelen. Biomassaproductie (primair of secundair) kan echter ook leiden tot meer erosie (bijvoorbeeld bij conversie van grasland naar eenjarige energiegewassen). Bij ingebruikname van marginale landen kan vooral bij eenjarige biomassateelten erosie optreden (met alle gevolgen voor biodiversiteit en sociale en economische duurzaamheid).

2.2.4 Landschap

Historische landschappen. Het onderhoud van historische landschappen kan worden verbeterd en versterkt door de biomassastromen uit het landelijk gebied beter te verwaarden. Biomassaproductie kan landbouwgronden en de daarbijbehorende landschappen in stand houden. Overmatige benutting van de biomassa uit historische landschappen kan leiden tot aantasting van originele elementen (b.v. kap Maasheggen).

Landschapskenmerken (o.a. visueel, inrichting, ruimtelijke ordening, e.d.). Biomassaproductie kan het aanzien van landschap verfraaien, mits b.v. afwisseling wordt aangebracht (spelen met versnipperen versus clusteren). Grote monoculturen in de landbouw of kaalkap in de bosteelt kunnen echter ook leiden tot aantasting van het visuele beeld van het landschap.

Infrastructuurle werken. Biomassaproductie kan gecombineerd worden met grote infrastructuurle werken, zoals de hoge snelheidslijn, de Betuwelijn, snelwegen en waterwegen, om zo grond (ruimte) te benutten die anders geen functie heeft. Het beheer van de gebruikte grond kan wel moeilijker en/of kostbaarder worden.

2.2.5 Klimaatverandering

CO₂ balans van biomassa productie en toepassing. Het gebruik en de productie van biomassa kan een positief effect hebben op het klimaat. Biomassa is klimaatneutraal en kan zelfs bijdragen aan de opslag van klimaatgassen (C in bodem). Is CO₂ input/output van keten echter wel laag genoeg? Uitstoot van andere klimaatgassen met name in teelt (N₂O door bemesting, etc) kan mogelijk toenemen en C kan weer uit de bodem verdwijnen.

2.2.6 Synergie met / concurrentie om landgebruik

Landbouw - voedselproductie. Bij-, rest- en co-producten inzetten als biomassa kan voedselproductie goedkoper en duurzamer maken. Bij tekort aan land kan echter concurrentie om land optreden wat voedsel en andere producten duurder kan maken. Met name in arme landen is dit een zorg.

Bosbouw - non-food (pulp, vezel, hout, etc). Bijproducten inzetten als biomassa kan de productie van vezels en hout goedkoper en duurzamer maken. Bij tekort aan land kan wederom concurrentie om land optreden wat andere producten duurder kan maken. Dit is soms zorg van vezelindustrie.

Natuurgebieden (biodiversiteit). Bijproducten van beheer kunnen een nuttige energietoepassing krijgen wat het beheer kan ondersteunen. Natuurwaarden kunnen evenwel

worden aangetast bij overmatige biomassabenuutting (b.v. oogst tijdens het broedseizoen van vogels).

Recreatie. Biomassaproductie kan een toegevoegde waarde hebben voor de functie recreatie, wanneer meerdere functies gecombineerd kunnen worden. Bij monofunctionele biomassaproductie zou de recreatiefunctie in gevaar kunnen komen.

2.2.7 Synergie met / concurrentie met andere toepassingsvormen

Oud-papier. Bio-energie is een goede oplossing aan het eind van de cascade wanneer nogmaals recyclen van oud papier niet meer mogelijk is. Zo lang mogelijk recyclen is echter beter. Het gevaar bestaat dat oud papier te snel in het bio-energie traject verdwijnt.

Mest. Co-vergisting van mest kan de kwaliteit van de mest verbeteren en mineralen gemakkelijker beschikbaar maken. Verbranden van (kippen)mest kan leiden tot het verlies van kostbare meststoffen.

2.2.8 Beleid

Internationaal beleid (GLB, zoals set aside, WTO; etc). Biomassa kan ander beleid helpen uitvoeren zoals regionale ontwikkeling, hervorming CAP, etc. Om duurzame energie mogelijk te maken zijn aanpassingen in beleid nodig. Zie mestwet WTO, etc.

Nationaal beleid (mestwet 1947, ruraal beleid, milieuwetgeving, etc). Om duurzame energie mogelijk te maken zijn aanpassingen in beleid nodig. Zie mestwet 1947, afvalwet, etc.

2.2.9 Milieu

Vervuiling bodem. (Meerjarige) energieteelt kan veel schoner zijn dan rotatielandbouw. Biomassateelt produceert uitstoot van nutriënten / pesticiden.

Uitstoot naar lucht. Bio-energie (met name ethanol, biodiesel) kan uitstoot van nitraat, roet, etc. beperken). Veel bio-energievormen brengen ook uitstoot naar de lucht mee.

Afval. Inzet voor energie vermindert afvaloverschot. Cascadering is beter (zie ook concurrentie). Is afvalgebruik wel groen? (diermeel, kippenmest, etc). Bio-energie mag geen afval produceren (gips, as, etc).

Stank. Een goede ruimtelijke indeling van biomassaproductie kan bijdragen bij het reduceren van stankeffecten van andere productievormen (vanggewas). (Co)vergisting van mest leidt tot minder stank. Biomassaverwerking en opslag kan zelf ook stankoverlast in een bepaald gebied veroorzaken.

Table 3 Matrix voor de inschatting van de relevantie van de interacties tussen biomassa-energieketens (technologie) en de ruimte en economische / institutionele interacties die van belang zijn.

Nr	Upstream keten			1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3	5.1	6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	7.2	8.1	8.2	9.1	9.2	9.3	9.4
				Water		Biodiversiteit		Bodem		Landschap			Klimaat- verandering	Concurrentie om landgebruik				Concurrentie toepassingen		Beleid		Milieu			
				Watergebruik	Waterkwaliteit	Algemeen	GMO	Bodemkwaliteit	Erosie	Historische landschappen	Landschaps- kenmerken	Infrastructuurele werken	CO2 balans	Landbouw voedselproductie	Bosbouw - non- food	Natuurgebieden (Biodiversiteit)	Recreatie	Vezeltoepassingen	Meststof	Internationaal beleid	Nationaal beleid	Vervuiling bodem	Uitstoot naar lucht	Afval	Stank
1	Lokale biomassa:																								
1.1		Bij- neven, co-, rest en afvalstromen																							
1.1.1			Primair																						
1.1.2			Secundair																						
1.2		Dedicated crops																							
1.2.1			Annual crops																						
1.2.2			Perennial crops																						
2	Geïmporteerde Biomassa:																								
2.1		Bij- neven, co-, rest en afvalstromen																							
2.1.1			Primair																						
2.1.2			Secundair																						
2.2		Dedicated crops																							
2.2.1			Annual crops																						
2.2.1			Perennial crops																						

+ = relevante interactie die elkaar versterken; - relevante interactie die elkaar niet versterken; +/- relevante interactie die zowel positief als negatief kunnen versterken; 0 niet relevante interactie; ? onbekend;

Table 4 Matrix voor de inschatting van de relevantie van de interacties tussen wind- en zonneparkketens (aanbod) en de ruimte.

Nr	Upstream keten			1.1	2.1	4.1	4.2	4.3	5.1	6.1	6.3	6.4	8.1	8.2
				Water	Biodiversiteit	Landschap			Klimaat verandering	Concurrentie om landgebruik			Beleid	
					Algemeen	Historische landschappen	Landschaps-kenmerken	Infrastructuurele werken	CO2 balans	Landbouw voedselproductie	Natuurgebieden (Biodiversiteit)	Recreatie	Internationaal beleid	Nationaal beleid
3	Wind													
3.1		Offshore												
3.2		Onshore												
4	Zon													
4.1		fotovoltaïsch												
4.2		thermisch												

+= relevante interacties die elkaar versterken; - relevante interacties die elkaar niet versterken;
 +/- relevante interactie die zowel positief als negatief kunnen versterken; 0 niet relevante interactie; ? onbekend;

3 Inventarisatie van projecten en programma's binnen het domein duurzame energie en ruimte

3.1 Algemene impressie (lopende) onderzoeksprojecten

In bijlage C zijn een aantal relevante onderzoeksprojecten binnen met domein duurzame energie en ruimte opgenomen. De onderzoeksprojecten laten zien dat de focus ligt op de beschikbaarheid van duurzame energiebronnen en op hoe die beschikbaarheid beperkt wordt door een aantal ruimtelijke factoren. Biomassa als bron voor duurzame energie voert in deze onderzoeken de boventoon. Ook wordt er vooral gekeken naar de gevolgen van grootschalige productie van biomassa voor de energieproductie op het ruimtebeslag en de invulling van de ruimte (ecologische effecten etc.) Er zijn nauwelijks onderzoeken die de andere route bewandelen, namelijk die van de effecten van concurrentie en beperkingen op de ruimte en de effecten daarvan op de mogelijkheden om duurzame energie op te wekken c.q. dragers te produceren. Hier ligt dus een belangrijk onderzoeksaspect. De interactie is tot nog toe voornamelijk vanaf één perspectief benaderd: of vanuit de ruimte (wat zijn de effecten van biomassateelt op de kwaliteit van de grond), óf vanuit de energie (welk potentieel heeft biomassa voor duurzame elektriciteitsopwekking). De combinatie en de interactie tussen de beperkte beschikbaarheid van de ruimte aan de ene kant en de doelstellingen / wensen om duurzame energie op te wekken aan de andere kant is een onderbelicht, maar zeer belangrijk gebied.

Daarnaast is ook de ruimtelijke schaal van de onderzoeken sterk verschillend. Sommige onderzoeken richten zich op de wereld, andere richten zich specifiek op Nederland. Waar het huidige onderzoek nog op te kort schiet, is de vraag hoe de beperkt beschikbare ruimte in Nederland op een betere / andere manier ingevuld kan worden, door optimaal gebruik te maken van beschikbare ruimte elders. Maar ook andersom: hoe wordt het Nederlandse ruimtegebruik beïnvloed door keuzes en afwegingen in het buitenland met betrekking tot ruimtegebruik aldaar.

Een derde belangrijk punt is dat verschillende interacties gestapeld kunnen zijn, dat wil zeggen dat er relaties tussen de interacties zelf kunnen liggen. Wanneer er specifiek onderzoek gedaan wordt naar één interactie tussen energie en ruimte, worden de relaties tussen de interacties buiten beschouwing gelaten, terwijl juist deze andere relaties een belangrijke reden kunnen vormen om tot een andere afweging in het ruimtegebruik te komen. Een voorbeeld is het onderzoeken van de biodiversiteit in Nederland a.g.v. grootschalige biomassaproductie voor energieproductie, waarbij niet gekeken wordt naar andere functies in het ruimtegebruik als historisch landschap o.i.d. De afweging dat een gebied is aangewezen als historisch landschap is niet van invloed op de conclusies van het onderzoek naar biodiversiteit, maar wel van invloed op de manier waarop de schaarse ruimte gebruikt kan worden. De interactie tussen ruimte en energie zou daarom zoveel mogelijk integraal bekeken moeten worden.

3.2 Nadere specificatie ontbrekende onderzoeksvragen

Impacts van grootschalige biomassagebruik en productie in brede zin zijn relatief slecht in kaart gebracht. Invloed op watergebruik, erosie, bodemkwaliteit, emissies (water, bodem, lucht), biodiversiteit en landschap is in allerlei studies geadresseerd (b.v. m.b.v. de ExternE methodiek in EU verband en vele case studies), maar een coherent raamwerk lijkt te ontbreken. Er is wel een duidelijke behoefte aan certificeringmethoden en een raamwerk. De Duurzaamheidswerkgroep (onderdeel van de biomassa-Transitie EZ) discussieert hierover. CREM heeft activiteiten t.a.v. biodiversiteit. Het FairBioTrade project (UU, gefinancierd door NOVEM en Essent) heeft tot doel een voorstel voor certificering van actief geproduceerde biomassa voor import te ontwikkelen. Een overzicht van certificeringmethoden en criteria is beschikbaar; toepassing voor concrete cases (ZO-Brazilië, Ukraïne) is in uitvoering. Overigens ontvangt dit onderwerp ook in de internationale arena weinig aandacht en is dus een logisch veld van vragen voor BSIK Klimaat en Ruimte.

Optimale inpassing van Duurzame Energie (DE) in de energievoorziening is onderwerp geweest van een scala aan analyses, b.v. m.b.v. MARKAL, de COOL dialoog, SYRENE project, scenariogerichte projecten (b.v. EZ), etc. Het NWO / NOVEM AIRE project (af te ronden begin 2005) richt zich op versnelde implementatie van duurzame energie (met name Nederland). Daarin worden expliciet technologisch leren van DE-opties meegenomen en integraal geanalyseerd m.b.v. o.m. het REBUS model van ECN. Ook op Europees niveau zijn dergelijke studies (zij het meestal minder gedetailleerd) gedaan (b.v. TERESII). De ruimtelijke consequenties (b.v. optimale locatiekeuze, combinatie met andere landgebruikfuncties) heeft daar tot zover relatief weinig aandacht voor gekregen. Dit is dus een belangrijk punt van aandacht voor BSIK Klimaat en Ruimte. Wel heeft bijvoorbeeld Natuur & Milieu een ‘handleiding’ doen uitkomen voor windenergie in Nederland, waarin lokale invalshoeken en prioriteiten zijn meegenomen. Een analyse van elektriciteitsnetten en de mate waarin duurzame energie kan worden ingepast in de elektriciteitsvoorziening is b.v. geadresseerd bij de TUD, het SEPU model (UU) e.a. Een integrale aanpak voor duurzame energie in ruimtelijke context (b.v. m.b.v. GIS) is tot zover voor Nederland niet beschikbaar. Gezien het toenemend grensoverschrijdend karakter van de energievoorziening lijkt het verstandig zo’n analyse niet tot de landsgrenzen te beperken. Ontwikkeling van off-shore windenergie lijkt verreweg het meest efficiënt in een gezamenlijk NW Europese aanpak (zoals aangegeven door studies van de EU, UK en b.v. Noorwegen).

In bijlage D is een long list van de nog niet beantwoorde onderzoeksvragen en een eerste categorisering naar onderzoeksmethode gegeven (interactie, tools & design, zie paragraaf 6.1). Deze vragen zijn gedestilleerd uit het lopend onderzoek.

4 Consultatie van marktpartijen

4.1 Geïnterviewde partijen

Er zijn consultaties gehouden met verschillende organisaties die betrokken zijn bij duurzame energieproductie. Deze consultaties zijn uitgevoerd op basis van een vragenlijst (zie bijlage E). Deze consultaties waren gericht op het identificeren van de belangrijkste vragen rond energieketens en ruimtelijke factoren die onderzoek behoeven en op het identificeren van specifieke behoeftes aan “hulpmiddelen” oftewel tools. Op basis van de antwoorden en discussies zijn er korte verslagen gemaakt (zie bijlage F) die hieronder kort zijn samengevat.

Interviews zijn gehouden met:

Organisatie	Persoon	Belangstelling/functie
Min VROM	Per Godfroij	Beleid – Biobrandstoffen
Min BuZa	John Veerkamp en Bastiaan Engelhard	Coördinator Transitie Biodiversiteit
DLG (Min LNV)	Dirk de Boer	Bio-energie projectleider
Gemeente Wageningen	Hans van Wichen	Betrokken bij lokale duurzame energieprojecten
Stichting Natuur en Milieu	Hans Jager	Voorzitter werkgroep duurzaamheidsafspraken binnen Transitie biomassa
Ruimtelijk Planbureau	Hugo Gordijn	Mede-auteur “Energie is ruimte”
Shell Global Solutions	Angelika Voss	R&D biomassa
Provincie Groningen	Jan Spakman	Afdeling Milieu

De interviews zijn in principe op persoonlijke titel gehouden. Naast de persoonlijke of telefonische interviews is er ook gebruik gemaakt van eerdere inventarisaties zoals “Analyse van de Bio-energie onderzoeksmarkt en ontwikkeling van een “Wageningse” geïntegreerde aanpak van bio-energieketens” (Annevelink & Veraart, 2003).

4.2 Belangrijkste resultaten

Het beeld dat uit de directe consultatie met de markt naar voren komt is dat de verschillende partijen vanuit verschillende percepties en achtergronden naar het onderwerp kijken. In sommige gevallen is de nadruk op ‘hoe krijgen wij duurzame energieketens van de grond?’. Een andere kijk was ‘hoe kunnen spelers in de ruimte zoals de landbouw inspelen op deze nieuwe duurzame energievraag?’. In alle gevallen werd het belang van het inspelen op de ruimtevragen onderkend.

Onze indruk is dat het voor beheerders van de Nederlandse ruimte, die ervaring hebben met duurzame energie, wel mogelijk is in te schatten hoe invoering van duurzame energieprojecten in een gebied interacteert met andere functies in de ruimte, maar dat het kwantificeren of tegen elkaar afwegen van deze verschillende functies (nog) niet mogelijk is. Spelers hierbij zijn de overheden maar vaak ook de directe beheerders zoals boeren, SBB of Natuurmonumenten, maar ook ondernemers die voor onderhoud zorgen en die initiatiefnemer of betrokkene zijn bij opzetten van duurzame energieprojecten. Duurzame energie lijkt op dit moment vooral gebruik te moeten maken van kansen die de ruimte al of niet toevallig biedt om handig gebruik makend van synergieën.

Belangrijke punten die naar voren kwamen in de interviews zijn:

- Het vraagstuk van biomassa productie in het buitenland versus lokale biomassa-inzameling en -productie.
- De prioritering in de aandacht blijkt te zijn: biodiversiteit, klimaateffecten en dan de rest van de interacties.
- Import heeft weliswaar de meeste potentie maar hier blijken ook nog erg veel vragen te zijn. Wat zijn de feiten en waar gaat het over normatieve zaken? Met name bij mensen met praktijkervaring is er veel aandacht voor het krachtenveld. Hoe krijg je duurzame import voor elkaar? Hier ontbreekt nog veel kennis.
- De indruk is dat er veel behoefte bestaat aan kennis van de feiten. Vervolgens is het uitleggen communiceren en verstandig gebruiken van deze feiten van minstens even groot belang.
- Een gedegen kennis van de ruimtelijke interacties met energieketens lijkt een eerste voorwaarde om de bestaande potentie zowel in Nederland als in het buitenland optimaal te kunnen benutten.

4.3 Relatie met BSIK-Transforum Agro & Groen (TAG)

Van speciaal belang in de definitiestudie is de link en afstemming van dit onderdeel van de BSIK Klimaat en Ruimte met de BSIK-Transitie Duurzame Landbouw (TDL). Daarom is uitgebreid gesproken met Peter Smeets die hierbij nauw betrokken is. De nieuwe naam van Transitie Duurzame Landbouw is overigens *TransForum Agro & Groen* (TAG - <http://www.agro-groen.nl/>).

In het algemeen houdt Smeets zich vooral bezig met ontwerpend onderzoek (dit omvat niet alleen landschappen of producten, maar ook processen en regelgeving). Binnen de TAG vervult hij de rol van senior projectregisseur Plattelandsontwikkeling.

4.3.1 Relatie BSIK-KvR (mitigatie) met BSIK-TAG

TAG heeft in het kader van de programmering om position papers gevraagd. Een voorgestelde position paper van Koops (PRI) over het perspectief van energieteelt (binnen het onderdeel vitale clusters van projectregisseur José Vogelezang) is net “geparkeerd” door de programmadirectie. Binnen TAG heeft een 4^e gewas geen prioriteit. Wel is nog een korte studie van Rabbinge gepland met de insteek dat energieteelt geen rendabel perspectief voor de Nederlandse landbouw is. TAG beperkt zich n.l. geheel tot het perspectief van Nederlandse

landbouw. Smeets bepleit echter een veel breder perspectief voor energie uit biomassa (minimaal naar de EU kijken) in de BSIK-KvR, en waarschuwt voor bovengenoemde weerstand tegen energieteelt in Nederland. De core business van TAG is de intensivering van het ruimtegebruik.

Een voorbeeld van een zogenaamd Integraal Project binnen TAG, ‘Het nieuwe gemengde bedrijf’ (met o.a. Erik Poot PPO & Jan Broeze van A&F), heeft wel links met KvR. Het behelst het koppelen van de reststromen van verschillende bedrijfstypen via een co-vergistingscentrale. De aanvoer van (extra) te co-vergisten biomassa is voorlopig geheel via import gepland. Bij het opschalen van het prototype van dit nieuwe gemengde bedrijfsconcept (over zo’n 2 jaar) zou de aanvoer van biomassa problemen kunnen gaan opleveren, waarmee je nieuwe zwakheden / afhankelijkheden creëert.

4.3.2 Onderzoeksvragen vanuit het Ruimteperspectief

Redenerend vanuit de Ruimte komt Smeets tot de volgende mogelijke onderzoeksvragen vanuit het ruimteperspectief:

a) Opschalingvraagstukken bij het nieuwe gemengde bedrijf

Hoe kan de beschikbaarheid van biomassa voor co-vergisten worden gegarandeerd bij het opschalen van het prototype van het nieuwe gemengde bedrijf? Wat is de link met de omliggende akkerbouw, voor zowel het aanleveren van biomassa als het aanwenden van het digestaat uit de vergister? Wat zijn de ruimtelijke effecten van dit soort schaalvergroting- & intensiveringontwikkelingen in het landbouwcomplex? Als voedsel op een kleiner areaal geproduceerd kan worden (in ieder geval in de EU) komt er veel ruimte vrij. Waar ligt deze ruimte? Wat gaan we doen met landbouwgrond die hierdoor vrijkomt? Deze kan gebruikt worden voor grondstoffen (inclusief bosbouw), energie of natuur. Dit vraagt om scenariostudies.

b) Het deltadenken

Wat is de relatie van duurzame energie met de specifieke positie van Nederland in een Delta? Een delta is te zien als een vruchtbaar gebied voor het telen van gewassen. Het eindpunt van een rivier biedt echter ook goede mogelijkheden voor de import biomassa (voor feed en energie) via havens en het doorvoeren naar het stroomopwaarts gelegen gebied. Verder heeft een delta een grote bevolking en dus een grote marktvraag naar producten en energie. Een Delta is dus een fysiek fenomeen, maar het schept ook een eigen werkelijkheid: clustering van kennis en agrobestedigheid. TAG kijkt zelf niet naar import via de Rotterdamse haven.

c) Multifunctioneel ruimtegebruik

Als voorbeeld noemt Smeets het stedelijk gebied. Dit heeft primair een woonfunctie, maar de werkelijk benodigde ruimte voor ‘rood’ (daken, bestrating etc.) is slechts een fractie van het oppervlak. Wanneer de groene ruimte binnen dit gebied ‘productief’ beheerd zou kunnen worden en we groene reststromen zouden kunnen inzamelen, dan maken we een potentieel aan biomassa toegankelijk. SBB heeft ook een dergelijk probleem: hoe combineer ik de energiehoutfunctie optimaal met andere functies zoals biodiversiteit? Rijkswaterstaat zou met haar wegbermbeheer ook op meerdere functies kunnen inspelen. De hoofdvraag is dus hoe verschillende functies ruimtelijk optimaal gecombineerd kunnen worden, zodat mede

invulling gegeven wordt aan de functie biomassa voor energie / grondstoffen? Verder is het van belang om het potentieel van een aantal van deze multifunctionele opties duidelijk in beeld te brengen om mythes ('er is toch niet voldoende') weg te nemen. Via het grijpen van kansen kan men zo komen tot een daadwerkelijke benutting.

d) De sleutelrol van ruimte (in de EU) bij duurzaamheidvragen

Ruimte is uiteindelijk de beperkende factor bij alles. Grote milieu duurzaamheidvraagstukken (Planet) zijn vaak wel technisch op te lossen, maar dat vraagt altijd energie. Fossiele energie raakt op enig moment op. Ruimte kan dan een beperkende factor zijn voor de hoeveelheid energie die we kunnen produceren. De vraag is: hoe garanderen we op een slimme manier dat we voldoende ruimte houden om energie te produceren? Bij de productie van biomassa voor duurzame energie kunnen wellicht de nieuwe EU-landen een (ruimtelijke) rol spelen.

e) Het grondprijzen 'bubbelscenario'

Het huidige Europese landbouwbeleid zorgt voor een steeds verdere intensivering van de landbouw en soms nog steeds tot overproductie. Er is veel geld gepompt in landbouwgrond en de handel in landbouwgrond heeft op het moment een speculatief karakter. De vraag is hoe we zouden reageren op een 'crash' scenario, waarbij grondprijzen ('bubbel') in Nederland zouden instorten? Dan dreigt plotseling een grootschalige marginalisering van grote delen van het Nederlands landschap. Welke invloed heeft dat op het beheer van de ruimte en welke mogelijkheden zijn er dan voor de functie energievoorziening? Het is interessant hiervoor modellen te ontwikkelen, waarmee scenario's doorgerekend kunnen worden.

5 Prioritering onderzoeksvragen

5.1 De mogelijke rol van biomassa in de energievoorziening

Er zijn vele doelstellingen rondom de inzet van biomassa in de energievoorziening: Ambities en verwachtingen voor bio-energie in Nederland zijn onder meer verwoord in de visie voor de energietransitie 2040, waarin een bijdrage wordt genoemd van 600-1000 PJ, ofwel ca. 1/3 van de nationale energievoorziening. In deze visie wordt opgemerkt dat circa 60-80% van de benodigde biomassa moet worden geïmporteerd. Op het niveau van de EU is biomassa de belangrijkste duurzame energiebron. Biomassa moet volgens geformuleerde doelen meer dan 10% van de energievraag van de EU in 2020 dekken. Een nog onofficieel EU-target voor de transportsector benoemt dat 15% van totale vraag naar transportbrandstoffen in 2020 moet worden ingevuld door biobrandstoffen (zoals ethanol). Op mondiaal niveau geven diverse gezaghebbende studies aan dat biomassa met 200-300 EJ tot 50% van de mondiale energievoorziening na de eerste helft van deze eeuw zou kunnen invullen.

Beschikbare afvalstromen en reststromen (bosbouw, landbouw) kunnen aanmerkelijk beter worden benut, maar hebben beperkt potentieel (niet afdoende voor behalen van de Europese doelen in 2020). De mate waarin beschikbare rest- en afvalstromen efficiënter en rendabeler kunnen worden ingezet is minder geadresseerd en dat geldt ook voor nieuwe en deels nog te ontwikkelen technologie voor productie van biomaterialen en grondstoffen. Dit veld leent zich bij uitstek voor concrete ketenanalyses en optimalisaties (gewas-conversie-product combinaties). Naast ketenstudies is een integrale analyse (combinaties van reststromen, actieve productie en velerlei toepassingsroutes) essentieel om te kunnen prioriteren en optimale routes te identificeren. Een studie uit 2001 voor VROM (Dornburg & Faaij, 2001) over de toekomstige afvalverwerking van Nederland (modelbenadering waarin gebruik van rest- en afvalstromen integraal is geanalyseerd voor materiaalgebruik, warmte, elektriciteit en brandstofproductie) kan daarvoor een houvast bieden, evenals een MARKAL-achtige methode.

Actieve productie van biomassa moet ambities qua resources invullen d.m.v. teelt. Actieve teelt vergt echter veel land (1000 PJ vergt ca. 4 Mha; ongeveer het Nederlandse grondgebied) en is, zeker onder de huidige EU condities, relatief kostbaar. In b.v. Oost Europa, Latijns Amerika en Zuidelijk Afrika zijn potentiële goedkoper (tussen 1-2 Euro/GJ; in het algemeen een concurrerende kostprijs), maar ook verder weg van de groeiende markt in (m.n.) de EU. Commerciële ervaringen met actieve energieteelt zijn tot zover echter beperkt en moeten door een relatief dure ontwikkelingsfase heen. Bovendien is optimale inpassing van energieteelt in landgebruik locatiespecifiek door sterk variërende ecologische en sociaal-economische omstandigheden. Op dit terrein liggen nog vele vragen en is behoefte aan concrete case studies, methoden en toepassingen.

Belangrijk punt voor deze definitiestudie is de mogelijke focus op Nederland en de EU in dit verband. Biomassa supplies worden in hoog tempo een mondiaal verhandelde commodity (zie b.v. IEA Task 40 een internationale werkgroep op het gebied van internationale handel in biomassa gecoördineerd door het Copernicus Institute van de Universiteit Utrecht en Essent). Geïmporteerde biomassa vormt nu al de ruggengraat van groene stroom productie uit

biomassa in Nederland. Dit soort ontwikkelingen beïnvloedt de economische haalbaarheid van biomassaproductie in Nederland en de EU in sterke mate. Het is derhalve verstandig de (ruimtelijke) scope van Energie & Ruimte van niet geheel vast te leggen op Nederland en Europa maar ook aandacht te besteden aan het mondiale niveau.

5.2 Ruimtelijke implicaties van offshore wind

Het plaatsen van 6.000 MW windenergie op de Nederlandse Noordzee voor 2020 heeft belangrijke ruimtelijke implicaties. Op het eerste gezicht lijkt de ruimtelijke inpassing geen enkel probleem. Voor 6.000 MW offshore windenergie is een oppervlakte van ongeveer 600 km² nodig. Het Nederlands continentaal plat heeft in totaal een oppervlak van 57.000 km², zodat het ruimtebeslag beperkt blijft tot ongeveer 1%. De ruimte van de Noordzee moet echter met een groot aantal andere gebruiksfunctie worden gedeeld:

- *Scheepvaart* – De Noordzee is de drukst bevaren zee ter wereld. Een uitgebreid stelsel van scheepvaartroutes en ankerplaatsen beslaat een uitgebreid gedeelte van de Noordzee. Ten behoeve van de scheepsgeleiding is op verschillende plaatsen walradar aanwezig, die een vrij zicht op de scheepvaartroutes moeten hebben.
- *Visserij* – De Noordzee is een inkomstenbron voor vissers. Gebieden waar windparken worden gevestigd, zijn uitgesloten van visserij als gevolg van de veiligheidszone die moet worden aangehouden. Daar staat tegenover dat de ruimte in de windparken dienst kunnen doen als paaigronden voor nieuwe visaanwas. Ook is vis- en mosselkweek als dubbel ruimtegebruik aangemerkt.
- *Olie en gaswinning* – De olie en gaswinning is een belangrijke bron van inkomsten en energie voor de Nederlandse samenleving. Rondom platforms en pijpleidingen wordt een veiligheidszone aangehouden van 1 km, waar geen andere objecten kunnen worden gebouwd.
- *Zandwinning* – Een activiteit waarvoor veel ruimte is gereserveerd op de Noordzee is de zandwinning. Dit betreft zandwinning ten behoeve van de kustbewaking, zandsuppletie voor de Nederlandse stranden en het opspuiten van infrastructurele werken, zoals bijvoorbeeld de Tweede Maasvlakte. Onlangs is voor de Zeeuwse kust een grote reservering gemaakt voor de winning van zand ten behoeve van de beton- en cementindustrie.
- *Defensie* – Langs de Nederlandse kust zijn grote stukken zee gereserveerd gebruik door defensie. Het gaat hier om oefengebieden en stortgebieden voor munitie.
- *Kabels* – De Noordzee wordt doorkruist door grote aantallen kabels, die in gebruik zijn voor diverse functies (Telecom, Elektriciteitsvoorziening). Telecomtoepassingen hebben zich de laatste tijd sterk uitgebreid en het aantal zeekabels voor telefoon en dataverkeer zijn daarmee sterk toegenomen. In de toekomst zijn uitbreiding van het elektriciteitsnet voorzien met het Verenigd Koninkrijk en Noorwegen die via zeekabels zullen worden met Nederland (Britnet, Nornet). Met name de aanlanding van deze kabels kan sterk interfereren met de toepassing van windenergie, omdat het aantal aanlandingspunten ruimtelijk, maar ook qua capaciteit beperkt is.
- *Natuur* – De Noordzeekust is een belangrijke onderdeel van de vogeltrekroutes. Delen van de Nederlandse kust zijn aangemerkt als gebieden die vallen onder de vogel en habitatrichtlijn voor vogels. Deze gebieden zijn beperkt tot de gebieden met een

waterdiepte van maximaal 20 m. In de meeste gevallen valt dit ongeveer samen met de 12 mijlszone. Binnen de 12 mijlszone mogen volgens de huidige richtlijnen geen windparken worden gebouwd.

5.3 Thematische indeling onderzoeksvragen

Een thematische indeling op hoofdlijnen van de onderzoeksvragen leidt tot vier samenhangende onderdelen (figuur 5):

- duurzame energie potentieel;
- mogelijkheden van multifunctionele en regionale systemen;
- indicatoren;
- beleid.

De rationale voor wat betreft biomassa achter deze vierdeling is als volgt: het potentieel voor biomassa (met name in relatie tot actieve productie en dus landgebruik en in relatie tot kosten) dient voor grootschalige implementatie veel beter begrepen te worden. Met name interacties tussen duurzaamheidscriteria (b.v. watergebruik, intensiteit van landgebruik, sociaal-economische criteria) en potentiëlen voor biomassaproductie en gebruik verdienen veel aandacht.

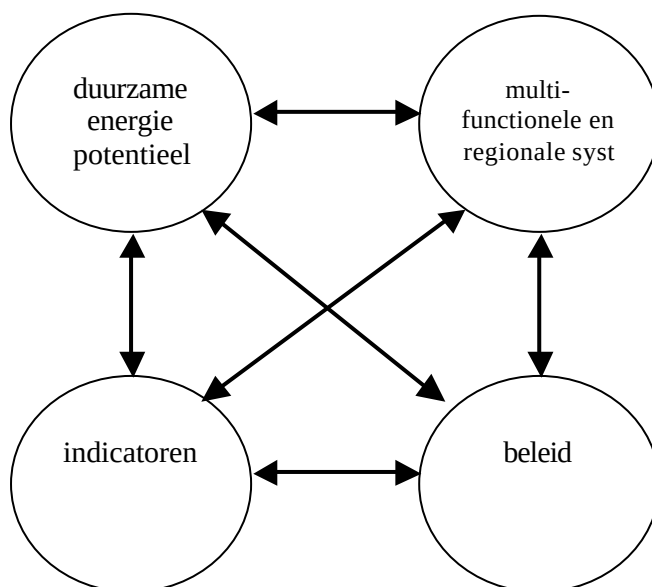


Figure 5 Interacties tussen de onderzoekthema's.

Inpassing van biomassaproductie- en gebruik zal in de meeste situaties gepaard gaan in combinaties met andere functies in multifunctionele en regionale systemen. Dit is in Nederland, met zijn vele claims op de ruimte, in het bijzonder evident. Een overkoepelende vraag is dus i.h.a. hoe de (vele) functies van landgebruik op enigerlei wijze kunnen worden gecombineerd met biomassaproductie (en productie van duurzame energie i.h.a.). Duidelijk is dat intelligente combinaties van functies kunnen leiden tot lagere kosten van

biomassaproductie, alsmede andere functies, maar tegelijkertijd is het vinden van slimme combinaties sterk locatie- (regionaal) en contextgebonden. Meer onderzoek op dit terrein is derhalve gewenst.

Voor alle biomassagebruik geldt dat de duurzaamheid in brede zin moet zijn gegarandeerd, zeker wanneer het gaat om grootschalige productie in ontwikkelingslanden voor de exportmarkt. Het opstellen van criteria t.b.v. integrale certificering voor duurzame biomassaproductie is inmiddels een speerpunt in diverse initiatieven in de markt en op wetenschappelijk niveau (zie o.m. Lewandowski & Faaij, 2004), maar een coherent kader met uitgewerkte indicatoren, criteria en procedures is nog niet beschikbaar.

Tot slot is het voor beleidsmakers van groot belang beter inzicht te krijgen hoe een optimale mix kan worden verkregen tussen duurzame biomassaproductie en andere landgebruikfuncties en hoe een dergelijke gewenste uitkomst redelijkerwijze kan worden gestuurd. Modellen en tools om strategieën ex-ante te evalueren (b.v. middels scenario-analyses) en die aantonen welke (ruimtelijke) impacts daarmee zijn gemoeid (b.v. t.a.v. kosten, landgebruikspatronen, milieu-impacts en sociaal-economische impacts) zijn niet zonder meer voorhanden. Ontwikkeling van dergelijke tools en scenario's is onlosmakelijk verbonden met de eerste drie thema's (potentiële, multifunctioneel landgebruik en indicatoren). De vier, inhoudelijke thema's zullen dus in samenhang met elkaar moeten worden aangepakt.

Voor de andere duurzame energievormen zoals wind en PV geldt een analoge rationale.

5.4 Prioriteit 1: Duurzame energie potentieel en interacties met de ruimte

5.4.1 Biomassa potentieel

Potentieelanalyses van biomassa zijn op vele manieren uitgevoerd. Review en synthese van mondiale studies is in 2003 gepubliceerd (Berndes et al., 2003 en Hoogwijk et al., 2003). State-of-the-art zijn inzet van Integrated Assessment modeling (b.v. IMAGE van het RIVM) en bottom-up methoden m.b.v. FAOSTAT gegevens voor (scenario-)analyse van biomassapotentieën (Fair BioTrade project). Dit werk is gericht op technische en economische potentieën. Het VIEWLS project (met o.m. ECN en UU als belangrijkste uitvoerders) heeft scenario-afhankelijke biomassa-supply curves voor Centraal en Oost Europa opgeleverd die worden aangewend om mogelijke handelspatronen van (energie uit) biomassa en emissiehandel te simuleren (BIOTRANS- model). De supply curves zijn gebaseerd op NUTS-3 niveau data en landenspecifieke informatie over de performance van energiegewassen. Dit type analyses zouden eigenlijk beschikbaar moeten zijn voor Europa als geheel, waarmee ook de invloed van veranderingen in landbouwbeleid (CAP) coherent kunnen worden geanalyseerd. Tot zover is weinig aandacht besteed aan potentiële t.a.v. hun implementeerbaarheid en incorporatie van allerlei al dan niet gewenste impacts. Voorbeelden zijn waterlimitatie, grenswaarden aan intensiteit en mogelijke conflicten met andere ruimteclaims voor natuur, etc. Een type vraag dat b.v. kan worden gesteld is in welke mate een Europese EHS kan worden gecombineerd met implementatie van (actieve) biomassaproductie. Ook concrete ontwikkeling van biomassaproductie in de tijd (trajecten) en rekening houdend met regionale sociaal-economische condities, ruimtelijke inrichting en

inrichting van de landbouw in het bijzonder (b.v. type boerenbedrijf) is tot nu toe nauwelijks onderzocht. Een belangrijke lacune, omdat het kunnen duiden van ontwikkelingstrajecten, implementatie en potentiële kostenreductie van cruciaal belang is voor grootschalige commercialisering. Een belangrijk vragenveld voor K&R derhalve.

Uit diverse onderzoeken blijkt dat er voor Nederland grote hoeveelheden biomassa *potentieel* beschikbaar zijn t.b.v. bio-energie. Het gaat daarbij vooral om reststromen uit de landbouwsector en de V&G-industrie, om geïmporteerde biomassa en in beperkte mate ook om geteelde biomassa. Tegelijkertijd wijzen verschillende onderzoeken op het feit dat het hier gaat om potentieel beschikbaar, hetgeen niet hetzelfde is als *feitelijk beschikbaar*. Een centrale vraag in dat kader is welke ruimtelijke interacties een rol spelen bij de dynamiek van het beschikbaar krijgen van deze biomassa. Met andere woorden: onder welke voorwaarden komt welk deel van de potentieel beschikbare hoeveelheid biomassa werkelijk beschikbaar voor diverse energie- en groene materialen/-chemietoepassingen? Hoe moet je de ruimte en de energieketen inrichten? Welke technologieën moet je hebben?

Ruimtelijke interacties (en subinteracties) die o.a. een rol spelen zijn (zie 2.2):

- water (watergebruik, waterkwaliteit; zie UK studies naar watergebruik energieteelssystemen) ;
- biodiversiteit (veel subinteracties);
- bodem (bodemkwaliteit, C- in bodem, nutriënten balans, erosie);
- landschap (historische landschappen, landschapkenmerken, infrastructurele werken);
- klimaatverandering (CO₂-balans van biomassaproductie en -toepassing);
- synergie met/ concurrentie om landgebruik (landbouw - voedselproductie, bosbouw - non-food pulp, vezel, hout, etc, natuurgebieden, recreatie);
- synergie met/ concurrentie met andere toepassingsvormen (oud-papier, mest, etc.);
- beleid (internationaal beleid - GLB, WTO, etc. en nationaal beleid - mestwet 1947, ruraal beleid, milieuwetgeving, etc);
- milieu (vervuiling bodem, uitstoot naar lucht, afval, stank).

We moeten beseffen dat er steeds vanuit twee blikpunten gekeken wordt. Allereerst vanuit de bio-energievraag, maar even relevant ook vanuit de beheerders en gebruikers van de ruimte. Er spelen dus naast bovengenoemde vragen over de feitelijk beschikbare biomassa ook vragen van belanghebbenden die betrokken zijn bij het ontwerp van duurzame energieprojecten (en -ketens). Zij zijn mede geïnteresseerd in de ruimtelijke impact (die sterk regionaal bepaald zal zijn) van hun project en hebben daarom behoefte aan hanteerbare (kwalitatieve en kwantitatieve) kennis over de ruimtelijke interacties.

5.4.2 Wind *potentieel*

Ook voor de inpassing van andere duurzame elektriciteitsbronnen in de beschikbare ruimte spelen soortgelijke vragen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de inpassing van windenergieprojecten, waarbij niet alleen de fysieke mogelijkheden van de ruimte (windsnelheden, mogelijkheden tot netaansluiting, toewijzing ruimte aan andere toepassingen) maar ook andere ruimteaspecten als zichtbaarheid van de turbines,

geluidsoverlast en invloed op de leefomgeving van vogels een rol in de besluitvorming spelen.

Offshore windenergie stelt zijn eigen eisen aan het gebruik van de zee. Het is een kapitaalsintensieve manier van energieopwekking, waarbij de grondstof gratis is. Dit betekent dat de kosten van windenergie grotendeels worden bepaald door de investeringskosten, de hoeveelheid elektriciteit die wordt geproduceerd en de waarde waartegen deze kan worden verkocht. De investeringskosten worden sterk door de ruimtelijke indeling van de Noordzee bepaald. Twee factoren zijn hierbij dominant: de afstand tot de kust en de waterdiepte van de locatie. De waterdiepte is van grote invloed op de kosten van de fundering. De afstand tot de kust is bepalend voor de kosten van de elektriciteitskabel en beïnvloedt bovendien de kosten van installatie en onderhoud. De hoeveelheid elektriciteit die een offshore windpark produceert is sterk afhankelijk van de windsnelheid. Deze windsnelheid varieert over de Noordzee. In het noorden is hij hoger dan in het zuiden, dichtbij de kust is hij lager dan op volle zee. Naast de hoeveelheid elektriciteit die windparken opwekken is ook de manier waarop dit gebeurt van belang. Elektriciteit die wordt opgewekt tijdens perioden dat de vraag naar elektriciteit groot is, is meer waard dan tijdens perioden met weinig wind. Ruimtelijke spreiding van windparken kan er voor zorgen dat de totale opbrengst van windparken minder fluctueert. De fluctuaties afkomstig van verschillende windparken kunnen elkaar uitmiddelen zodat er een betrouwbaardere elektriciteitsproductie tot stand komt. Grootschalige windenergie kan bij vier grote elektriciteitscentrales worden ingevoerd. De keuze van deze centrales is van belang voor de omvang van de benodigde aanpassingen aan het Nederlandse elektriciteitsnet.

Om de ruimtelijke effecten van de verschillende duurzame energievormen te kunnen analyseren is het daarom van belang om de belangrijkste interacties te kunnen begrijpen (mechanismen beschrijven), kwalificeren en kwantificeren en deze vervolgens in hanteerbare modellen te gieten.

5.5 Prioriteit 2: Mogelijkheden voor multifunctionele en regionale systemen

Duurzame energieketens hebben over het algemeen een sterke regionale component omdat de biomassa dichtheid per oppervlakte-eenheid per definitie beperkt is. Verder zijn met name de kleinschalige ketens sterk verweven in de regio. Regionale biomassa wordt ter plaatse geproduceerd en wordt na transport ter plaatse geconverteerd, waarbij zeker de warmte ook weer plaatselijk wordt gebruikt. Deze opties staan sterk in de belangstelling niet in de laatste plaats door de momenteel overal uitgevoerde DE scan.

Er zijn studies uitgevoerd om op regionaal niveau geïntegreerde biomassasystemen te ontwerpen en op haalbaarheid te toetsen (Eker et al, 2000; Elbersen & Meeusen, 2002). Deze studies hebben laten zien hoe op regionale schaal biomassa uit de Nederlandse ruimte door gebruikmaking van multifunctionele teelt en multifunctionele gewassen ingezet kan worden (eventueel aangevuld met import). Verschillende multifunctionele opties zijn hierbij bekeken inclusief combinaties met waterwinning, buffers, set-aside, bioremediatie, recreatie, etc. De zin en onzin van de verschillende opties zijn vaak nog onduidelijk.

Multifunctionele opties zijn niet alleen beperkt tot Nederlandse of kleine schaal maar zijn ook een aanpak die onder geheel andere condities grote potentie heeft.

Multifunctioneel landgebruik en multi-product crops, alsmede multi-output conversie en cascadering van biomassagebruik kunnen de kosten van biomassaproductie en energiedragers in potentie verlagen, omdat een deel van kosten van de ketens wordt afgedekt door andere waarden, functies en co-producten. Methodisch zijn de kwantificering van economische en GHG impacts van dit soort systemen uitgewerkt in het proefschrift van Dornburg (2004; zie overzicht lopend onderzoek NWS). Ook IEA Task 38 (Greenhouse Gas Balances) besteedt hier aandacht aan (o.a. middels de ontwikkeling van de BIOMITRE software tool). Van groot belang blijkt de impact van marktontwikkelingen op termijn. De waarde van co-producten, kosten van land, alsmede andere benefits blijken niet constant en worden bij grote volumes biomassa beïnvloed door biomassaproductie zelf. Hier zijn nog vele vragen te stellen, vooral omdat iedere (regionale) keten en marktsituatie anders is. Een ander groot veld van vragen is de kwantificering van (met name) benefits door multifunctioneel landgebruik, gegeven de vele functies (retentie, remediatie, biodiversiteit, bodemverbetering, etc.) gegeven regionale verschillen. Een daaraan gerelateerde vraag betreft de potentiële voor multifunctioneel landgebruik.

5.6 Prioriteit 3: Indicatoren

De beoordeling op duurzaamheid van het gebruik van biomassa in het algemeen en van biomassa exportketens (naar Nederland) in het bijzonder is een topprioriteit voor de grootschalige inzet van biomassa in de energie- (en materiaal)voorziening.

Een belangrijk, nog tot begin 2005 lopend, onderzoeksproject is het FairBioTrade project gefinancierd door SenterNovem en Essent en uitgevoerd door het Copernicus Instituut van de UU. Dit project heeft tot doel een inhoudelijke basis te leveren voor een certificeringssysteem voor duurzame import van (energie uit) biomassa. Belangrijke onderdelen van dit project zijn:

- Mondiale quickscan voor identificeren veelbelovende exportregio's op langere termijn (afgerond).
- Techno-economische analyse van internationale handelsketens (afgerond).
- Inventarisatie van certificeringssystemen (zoals FSC, CDM, EUREPGAP, etc.) als basis voor certificering van bio-energie systemen (afgerond).
- Case studies van enkele veelbelovende exportregio's voor analyse van impacts (belangrijke milieu- en sociaal economische effecten) en het inschatten van de invloed van certificering op de kosten en de grootte van het biomassapotentieel (loopt).

Zeker wat betreft potentieelstudies (Chalmers University, IIASA, RIVM + Copernicus, etc.) en ketenanalyses (IEA) is meer werk beschikbaar. Coherente analyses van de impacts van bio-energiesystemen zijn echter schaars, zeker als het gaat om nieuw in te richten productiecapaciteit in ontwikkelingslanden op grote schaal. Het FairBioTrade project doet een eerste poging, maar gaat niet zover dat wezenlijk veldwerk met lokale partijen wordt uitgevoerd. Deze stap is echter essentieel om voor verschillende situaties de organisatie en vorm van certificering en vervolgens ontwerp (en realisatie!) van duurzame productiesystemen te realiseren. Duidelijk is (zie ook Lewandowski & Faaij, 2004) dat het

verreweg de voorkeur verdient certificering altijd specifiek te ontwikkelen (en vervolgens toe te passen) in overleg met lokale/regionale stakeholders, waarmee de regionale condities kunnen worden geïntegreerd in implementatie en monitoring van biomassaproductie (voor export).

5.7 Prioriteit 4: Beleid

5.7.1 Algemeen

Het ontwikkelen van plannen voor toepassingen van schaarse ruimte heeft veel gevolgen voor de implementatie en het potentieel van toekomstige duurzame energie opties in Nederland. Vaak zijn duurzame energie strategieën geen bepalende factor als het gaat om regionale ruimtelijke planning, terwijl ook omgekeerd ruimtelijke ordeningsproblematiek vaak maar een marginale rol speelt in de ontwikkeling van duurzame energie planning. Toch zijn ruimtelijke aspecten van cruciaal belang voor het succesvol implementeren van duurzame energie. Opbrengsten van duurzame energiebronnen zijn sterk verbonden aan ruimtelijke parameters zoals windsnelheid en de beschikbaarheid van biomassa. Ook de kosten van duurzame energie zijn vaak sterk afhankelijk van plannen over ruimtegebruik en de toegestane mogelijkheden, die uiteindelijk de potentiële toepassing van beschikbare ruimte en de schaarste van land voor specifieke toepassing (en daarmee de prijs) bepalen. Het formuleren en implementeren van een consistent en stabiel duurzaam energiebeleid is daarom mede afhankelijk van inzicht in de ruimtelijke aspecten van de kosten en opbrengsten van duurzame energie. Tegelijkertijd hebben verschillende regionale scenario's voor de ontwikkeling van de beschikbare ruimte verschillende consequenties voor de toekomst van duurzame energie in Nederland en is het van belang deze consequenties systematisch te kunnen analyseren.

In het NMP4 wordt de verdeling van verantwoordelijkheden als één van de voornaamste barrières gezien voor een geïntegreerde aanpak van grote milieuproblemen zoals klimaatverandering. Hierbij gaat het niet alleen om separate verantwoordelijkheden van EZ en VROM als het gaat om regionale ontwikkeling of duurzame energie strategie, maar ook om een verdeling van kennis. Een gedegen aanpak van grote problemen als klimaatverandering vereist een bundeling van zowel beleid als onderzoek.

Onderzoeksvragen zijn:

- Wat is het effect van lange termijn toewijzing van ruimte voor bepaalde toepassingen en inrichting van de ruimtelijke ordening op de implementatie van duurzame energie?
- Wat is het effect van lange termijn duurzame energiebeleid op landgebruik en regionale ruimtelijke planning?
- Hoe kan de synergie tussen doelstellingen voor toepassing van ruimte en doelstellingen voor duurzame energie worden verbeterd?

5.7.2 *Invloed van beleidskeuzen op de ontwikkeling van offshore wind*

Uit paragraaf 5.2 is gebleken dat de Noordzee al voor een belangrijk gedeelte is gevuld met andere gebruiksfuncties. Deze verdeling is historisch gegroeid en niet geoptimaliseerd voor de toepassing van offshore windenergie. In deze lijn moet worden onderzocht wat de invloed is van de ruimtelijke beleidskeuzes op de toepasbaarheid van offshore windenergie in de Noordzee. We moeten ons hierbij richten op de volgende aspecten:

- *Andere ruimtelijke reserveringen* – Wat is de invloed van de ruimtelijke indeling van de Noordzee op de kosten en potentie? Reserveringen in tijd en ruimte moeten ter discussie worden gesteld en de invloed op de toepasbaarheid van windenergie in kaart worden gebracht. Verder moet worden gekeken naar de invloed die het wegnemen van ruimtelijke beperkingen heeft op de prijs en het potentieel van deze duurzame energie-optie.
- *Invloed van ruimtelijk spreiding* – de invloed van ruimtelijke spreiding van windparken kan de kwaliteit en waarde van de geproduceerde elektriciteit sterk beïnvloeden.
- *Combinatie met bestaande infrastructuur* – Mogelijkheden voor combinatie met interconnectors zoals Britnet en Nornet. Gebruik van oude gasvelden als opslag voor energie. Het gebruik van marginale (einde levensduur) gasvelden met gasturbines als backup voor de fluctuerende windenergie.
- *Aanbieden van nieuwe infrastructuur* – de aanlanding van offshore windenergie is problematisch. Het passeren van kustbeschermingswerken (dijken en duinen) en de natuurgebieden in de voordelta beperken de mogelijkheden voor het aankoppelen van windenergie op land. De overheid heeft de mogelijkheid om de ruimtelijke voorkeur van offshore windontwikkelaars sterk te beïnvloeden door het aanbieden van aansluitpunten op zee. Bij een aantrekkelijk aansluittarief zal dit een sterk aanzuigende werking hebben op nieuwe initiatieven.

Bij het bestuderen van deze aspecten heeft het de voorkeur om aan te sluiten bij bestaande modellen voor de berekening van de kosten van offshore windenergie, modellen voor elektrische inpassing en beschikbare gegevens over de Noordzee en het windklimaat.

6 Uitwerking prioritaire onderzoeksvragen

6.1 Methodische indeling onderzoeksvormen

Er passen drie onderzoeksvormen in het te definiëren onderzoeksproject Duurzame Energie en Ruimte (zie figuur 6):

- Onderzoek gericht op het begrijpen en kwantificeren van de interactie tussen energieketens en ruimte.
- Onderzoek gericht op het ontwerpen van tools om vragen op het gebied van interactie tussen energieketens en ruimte te analyseren.
- Design onderzoek om nieuwe energieketens te ontwerpen (scenario's, regelingen, nieuwe teeltsystemen, beleid, investeringsplannen, etc).

Deze onderzoeksvormen zullen in verschillende van de thematisch ingedeelde onderzoekspakketten aan de orden komen (zie paragraaf 6.2).

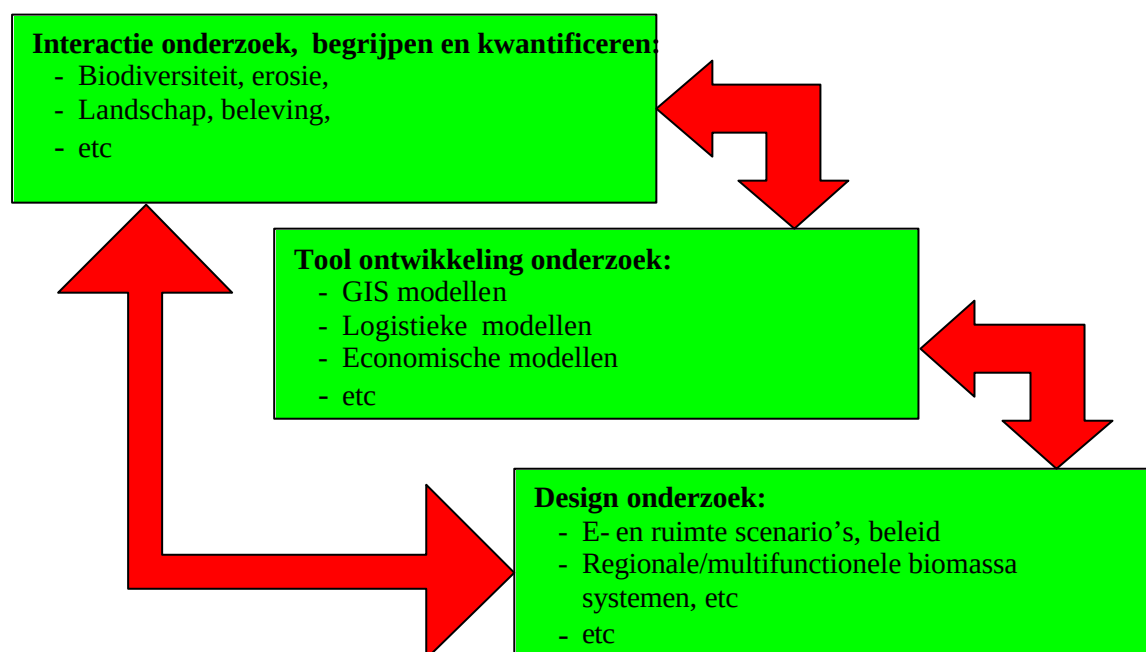


Figure 6 Methodische onderzoeksvormen binnen het programma.

6.1.1 Interactie onderzoek

Op het meest basale niveau wordt onderzoek verricht naar de interacties tussen de energieketens en ruimtelijke factoren. Hierbij gaat het met name om het parameteriseren van de interacties, het ontwikkelen van indicatoren om de interacties uit te drukken en het formuleren van de basis case voor diverse parameters. Er moet daarbij onderscheid gemaakt worden tussen de feitelijke interacties (bijvoorbeeld de hoeveelheid water die benodigd is voor het verbouwen van bepaalde gewassen) en normatieve interacties (bijvoorbeeld het al dan niet wenselijk zijn van gewassen met een grote waterbehoefte in bepaalde regio's). Een

ander deel van het onderzoek zal zich moeten richten op het in kaart brengen van de kosten en potentiëlen van de onderdelen in de ketens.

6.1.2 *Tool ontwikkeling onderzoek*

Op het tweede niveau worden methoden en technieken (tools) ontwikkeld om de verschillende interacties in kaart te brengen en met elkaar in verband te brengen. Hierbij gaat het dan met name om het inrichten van GIS systemen, waarin de verschillende parameters die gebruikt worden om interacties uit te drukken, bij elkaar gebracht worden. Aan dit systeem kan tevens een kosten / baten model gekoppeld worden en logistieke modellen. Om de parameters succesvol in het systeem in te kunnen brengen zullen er verschillende methoden ontwikkeld moeten worden om de diverse interacties eenduidig uit te drukken. Er moet in dit geval gedacht worden aan bijvoorbeeld manieren om bestaande databases geschikt te maken voor gebruik in het centrale systeem, aan methoden om tegenstrijdige interacties af te wegen, en methoden om verbanden tussen interacties inzichtelijk te maken.

6.1.3 *Design onderzoek*

Op het derde niveau zal het onderzoek zich erop richten om op basis van de inzichten in de energieketen / ruimte interacties te komen tot nieuwe designs voor toekomstscenario's, regionale inrichtingsplannen, nieuwe multifunctionele biomassateeltsystemen, etc. En last but not least; invoering en uittesten van concrete plannen die weer leiden tot meer inzicht in de interacties tussen energieketens en de ruimte.

Bij design van scenario's moet gedacht worden aan scenario's waarbij bijvoorbeeld duurzame energiedoelstellingen gehaald moeten worden bij een bepaald kostenniveau, of een scenario waarbij de huidige doelstellingen in het systeem gebracht worden, waarna de (on)mogelijkheden van de interacties tussen klimaat en ruimte beter in kaart gebracht kunnen worden. Daarbij zal er ook aandacht besteed moeten worden aan veranderingen in de institutionele context waarbinnen duurzame energieketens gerealiseerd (kunnen) worden om kwalitatief (storylines) en kwantitatief (bepalende variabelen) invulling te geven aan de scenario's, die met de op het tweede niveau ontwikkelde toolbox geanalyseerd zullen worden. Een ander onderdeel waar het onderzoek zich op zal moeten richten is het optimaliseren van de verschillende parameters, specifiek gericht op de wensen van de gebruiker van het systeem. Denk daarbij bijvoorbeeld aan het ontwerpen van een inrichting van het klimaatbeleid binnen de ruimte, waarbij de ruimte voor een bepaald percentage gebruikt zal moeten worden voor het telen van energiegewassen. De kosten / baten en andere interacties zouden dan door het achterliggende systeem in kaart gebracht moeten worden.

Op het derde niveau ontworpen scenario's en optimalisaties zouden bij moeten dragen aan het genereren van inzichten over de interacties tussen klimaat en ruimte, terwijl die inzichten meteen toegepast kunnen worden in het optimaliseren van klimaat- en ruimtebeleid binnen deze interacties.

6.2 Thematische uitwerking prioritaire vragen in onderzoekspakketten (OPn)

Een thematische uitwerking van de onderzoeksvragen leidt tot het definiëren van vier onderzoekspakketten binnen het te definiëren onderzoeksproject Duurzame Energie en Ruimte:

- OP1 – Invloed van ruimtelijke interacties op het biomassa en wind potentieel.
- OP2 – Multifunctionele biomassa-ruimte interactiekaarten op regionale schaal.
- OP3 – Sustainability framework; ontwikkeling van criteria en indicatoren op regionale schaal onder verschillende condities.
- OP4 – Beleidsscenario's.

6.2.1 OP1 – Invloed van ruimtelijke interacties op het biomassa en wind potentieel

Inleiding

Het werk in dit onderzoekspakket is gericht op het begrijpen en kwantificeren van de interactie tussen duurzame energieketens en ruimtelijke factoren. Hierbij gaat het met name om het parameteriseren van de interacties. Er moet daarbij onderscheid gemaakt worden tussen de feitelijke interacties (bijvoorbeeld de hoeveelheid water die benodigd is voor het verbouwen van bepaalde gewassen) en normatieve interacties (bijvoorbeeld het al dan niet wenselijk zijn van gewassen met een grote waterbehoefte in bepaalde regio's). Hierbij zijn vier ruimtelijke schaalniveaus zijn te onderkennen: Regionaal, Nederland, Europese Unie en Wereld.

Doelen, Methodiek, Activiteiten, Resultaten

Er wordt onderscheid gemaakt tussen feitelijke interacties en normatieve interacties. Het is niet alleen de feitelijke mogelijkheid maar ook de wenselijkheid (de politieke/economische afweging) die het ruimtegebruik bepaalt. Daarnaast worden de potentiële verder uitgewerkt: het potentieel van een technologie / toepassing van de ruimte wordt niet alleen bepaald door de fysieke mogelijkheden, maar ook door de combinatie van feitelijke en normatieve interacties tussen ruimte en energie. De modellen en tools die in dit pakket worden ontwikkeld laten duidelijk het effect zien van veranderingen in de normatieve interactie op het beschikbaar potentieel.

De volgende doelen zijn te onderscheiden in dit onderzoekspakket:

- Interacties kwalificeren.
Het gaat hierbij om vragen als: Welke interacties zijn bekend? Welke interacties zijn het meest relevant voor de verschillende duurzame energieketens? Wat zijn de verwachte effecten?
- Interacties begrijpen en kwantificeren.
Het gaat hierbij om vragen als: Wat is de omvang van de interacties? Hoe groot zijn de effecten? Over welke interacties is al veel bekend en waar zijn nog witte vlekken in de kennis?
- Interacties modelleren.
Het doel is de interacties zodanig te modelleren dat ze bruikbaar zijn als 'plug-ins' voor bestaande en te ontwikkelen tools.

De methodiek voor het kwalificeren en kwantificeren is een review van de kennis over de verschillende interacties via een literatuurstudie. Vervolgens zullen de interacties door een multidisciplinair team met elkaar in verband worden gebracht. Tenslotte zullen de interacties modulair worden geprogrammeerd tot interactiemodellen. Hier zal ook rekening worden gehouden met onderlinge integratiemogelijkheden van de interactiemodules.

Het resultaat is:

- een long list met een kwalitatieve beschrijving van de mogelijke ruimtelijke interacties;
- voor een aantal regionaal afgebakende duurzame energieketens een shortlist met de meest relevante ruimtelijke interacties;
- kwantitatieve gegevens / functies van de (belangrijkste) interacties;
- een overzicht van nog ontbrekende kwantitatieve kennis over interacties en een advies t.a.v. benodigd onderzoek op dat gebied;
- kwantitatief gemodelleerde 'plug-ins' van de (belangrijkste) bekende interacties, t.b.v. te ontwikkelen tools en herziening en verfijning van eerder opgestelde potentieelstudies op verschillende schaalniveaus.

Belanghebbenden

Dit onderzoekspakket is een noodzakelijke voorwaarde voor het maken van de interactiekaart, waarin op regionale schaal interacties in hun impacts op ruimtegebruik worden gekwantificeerd (zie OP2) en het kunnen uitvoeren van scenariostudies (OP4). Belanghebbenden vragen (meestal) niet direct om de kennis over interacties, maar indirect via de scenariovragen. In het geval van de ontwikkeling van indicatoren en criteria (OP3) wordt eveneens expliciet de normatieve kant (met interactie met stakeholders) uitgewerkt. De bevindingen kunnen vervolgens in dit werkpakket worden geïntegreerd. Belanghebbenden zijn: landelijke en regionale overheden, energiebedrijven, oliemaatschappijen, agrosector en maatschappelijke organisaties.

Disciplines

Het kwalificeren en kwantificeren van interacties dient te gebeuren in multidisciplinaire onderzoeksteams. Modellers dragen zorg voor het modelleren van de interacties en het inpasbaar maken van bestaande modellen in de te ontwikkelen tools. Wat biomassa betreft zal het multidisciplinaire team worden samengesteld uit experts van Wageningen UR en UU. Voor wind leveren ECN en KEMA de experts.

AIO activiteiten (4 jaar- afgebakend)

In een AIO-project kunnen bestaande tools (met name IMAGE / TIMER en de opzet van de bottom-up methodiek uit het VIEWLS en FairBioTrade-project) worden uitgebreid met analyses inclusief genoemde interacties (rondom watergebruik, biodiversiteit, bodemkwaliteit, etc.). Deze tools kunnen vervolgens ook worden toegepast voor analyses op gedetailleerder niveau in OP2 en OP3. De ontwikkeling van deze tools is verder van direct belang voor OP4 waarmee een directe interface moet worden ontwikkeld; beleidskeuzes en scenario's hebben directe invloed op de potentiële voor biomassa, wind en overige DE opties.

Kosten

De geschatte omvang van dit werkpakket is 600-700 k€ totaal voor de periode van 3 jaar, n.l. 2005-2007 (waarvoor een totale bijdrage van 300-350 k€ gevraagd wordt uit de BSIK-KvR middelen en 300-350 k€ uit contrafinanciering zal komen).

Relatie met 3 andere pakketten, rest van KvR, TDL, etc.

De output van dit onderzoekspakket dient als input voor OP2, waar de interactiemodellen getest kunnen worden aan de hand van cases, voor OP3, waarbij een raamwerk voor indicatoren (grenswaarden) wordt uitgewerkt (mede op basis van de geïdentificeerde interacties) en ten slotte ook voor OP4 waar design onderzoek m.b.v. scenariostudies wordt verricht. De economische aspecten vallen ook onder dit pakket. Hieronder vallen de implicaties van verschillende interacties en criteria voor verschillende potentiëlen. Potentiëlen moeten redelijkerwijze altijd beschreven worden in termen van supply-curves die hoeveelheden relateren aan de kostenrange waarbij ze beschikbaar (kunnen) komen.

6.2.2 *OP2 – Multifunctionele biomassa-ruimte interactiekaarten op regionale schaal*

Inleiding

Regionale duurzame energieproductie wordt bepaald door de mate waarin energieketens de ruimte krijgen in een regio. De mogelijkheden voor potentiële duurzame energieproductie kan hierbij, door in te spelen op lokale omstandigheden, beter worden benut. Een gekwantificeerd overzicht van de interactie met de ruimte voor energieketens kan gebruikt worden om nieuwe ketens te ontwerpen of bestaande ketens aan te passen, regionale beslissingen te nemen en scenario's door te rekenen.

In onderzoekspakket 1 wordt inzicht verkregen om de interactie tussen ruimtelijke factoren en energieketens te kwantificeren. Dit levert sub-modellen op in de vorm van “plug-ins” die in een totaalsysteem toe te passen zijn. Voorbeelden van “plug-ins” zijn bijvoorbeeld programma's die op basis van weer, bodem en teeltsysteem de relatie tussen biomassa-afvoer en bodemkoolstof weergeeft. Een ander voorbeeld is de relatie tussen de regionale biodiversiteit en invoering van een nieuw biomassagewas in een regio. In het laatste geval kan de plug-in gewasspecifiek zijn en op basis van lokale condities informatie geven omtrent CO₂ input/output, opbrengst, effecten op bodem C, uitspoeling van nutriënten, gewasbeschermingsmiddelen, etc. Het is mogelijk dat hiervoor bij gebrek aan specifieke data indelingscategorieën worden genomen.

Per regio zal het belang van bepaalde ruimtelijke factoren (normatief) verschillen. Zo is het waterverbruik in Nederland over het algemeen relatief onbelangrijk vergeleken bij mediterrane landen waar irrigatie nodig kan zijn die belangrijke consequenties heeft voor kosten en duurzaamheid. Per geval zal dit onderwerp van onderzoek moeten zijn.

De schaalgrootte waarop de analyses worden gemaakt is hierbij van groot belang en deel van het onderzoek. Op basis van de kennis over ruimte/biomassa-energieketen interacties kan de (ruimtelijke) impact van energieketens zichtbaar worden gemaakt. De focus van dit pakket is op het zichtbaar maken van de ruimtelijke interacties van biomassaketens in een regionale multifunctionele setting.

Doelen, Methodiek, Activiteiten, Resultaten

Het algemene doel is:

- Productie van een algemeen GIS gebaseerd hulpmiddel dat op regionale schaal de opbrengst en ruimtelijke impact van energieketens visualiseert en kwantificeert.

De volgende subdoelen zijn te onderscheiden in dit onderzoekspakket:

- Selectie van twee Nederlandse regio's verschillend in grootte en in afstemming met OP3 één buitenlandse regio (denk aan Oost Europa) waar de impactanalyse onder verschillende scenario's voor gemaakt zullen worden.
- GIS model dat effect van de interactie tussen ruimte en energieketens (in de vorm van scenario's) ruimtelijk en kwantitatief weergeeft.
- Toepassing en uittesten van het systeem op genoemde regio's onder verschillende scenario's. Voor zover het mogelijk is voldoende data te verkrijgen kan er in combinatie met OP3 ook naar derde wereld export casus worden gekeken.

Het resultaat is:

- Een algemeen GIS gebaseerd systeem dat de opbrengsten en ruimtelijke impact van duurzame energieketens op een regionale schaal kwantificeert.
- Toepassing (en aanpassing) van het systeem en de methode op 2 Nederlandse regionale bio-energiecasussen en een buitenlandse casus (zie OP3).

Belanghebbenden

Belanghebbenden zijn regionale bestuurders (gemeente, provincie), ondernemers die in de biomassaketens willen investeren, beheerders van de ruimte zoals boeren, staatsbosbeheer en andere landeigenaren. Investeerders in duurzame energiesystemen. Importeurs van biomassa.

Disciplines

Voor dit onderzoek zal een multidisciplinair team worden samengesteld met ervaring in regionale duurzame energiesystemen en expertise in o.a. GIS, regionale planning, biomassalogistiek, biomassaketens, biomassaconversietechnologie, bodemkunde, biodiversiteit, (o.a. Wageningen UR, UU ECN, en KEMA).

AIO activiteiten (4 jaar- afgebakend)

Binnen het project zal een multidisciplinair onderzoek plaatsvinden voor uitwerking van de eerste casus en het snel genereren van input voor OP1 m.a.w. welke interacties zijn relevant?

Daarnaast zal er:

- 1 AIO een Nederlandse casus uitvoeren op basis van de interactie plug-ins die uit taak 1 volgen.
- 1 AIO een Buitenlandse casus (bijvoorbeeld Oost Europa) uitvoeren op basis van de interactie plug-ins die uit taak 1 volgen. Dit wordt afgestemd met pakket 3.

Kosten

De geschatte omvang van dit werkpakket is 700-900 k€ totaal voor de periode van 4 jaar, n.l. 2005-2008 (waarvoor een totale bijdrage van 350-450 k€ gevraagd wordt uit de BSIK-KvR middelen en 350-450 k€ uit contrafinanciering zal komen).

Relatie met 3 andere pakketten, rest van KvR, TDL, etc.

Dit pakket zal gebaseerd zijn op input uit OP1 en de functionaliteit zal bepaald worden door OP3 en OP4. Dit werkpakket geeft info voor prioritering van keten / ruimte interacties die van belang zijn en het geeft een casus voor validatie van de data. Dit onderzoekspakket is een noodzakelijke voorwaarde voor het kunnen uitvoeren van scenariostudies (OP4) en het toetsen van scenario's in een ruimtelijke context. Buitenlandse casus wordt afgestemd of gecombineerd met OP3. Resultaten van dit pakket zijn input voor ontwikkeling van het (duurzaamheids) indicatorontwerp van OP3 en beleidsscenario's van OP4.

6.2.3 *OP3 – Sustainability framework; ontwikkeling van criteria en indicatoren op regionale schaal onder verschillende condities*

Inleiding

Een aanpak, gericht op ontwikkeling en demonstratie van certificering op regionaal niveau en daaraan gelinkt ontwerp en analyse van bio-energieproductie systemen (gericht op export naar de wereldmarkt) staat centraal in dit werkpakket. Door enkele zeer verschillende regio's te analyseren kan een beeld worden verkregen van de mogelijkheden en beperkingen voor grootschalige duurzame biomassaproductie voor export. Zulke gedetailleerde studies (en veldwerk) kunnen de basis vormen voor daadwerkelijke implementatie van pilot en demonstratie-activiteiten. Dit laatste zou een doorbraak kunnen betekenen voor bio-energie in het algemeen en duurzame biomassa-import in het bijzonder.

Doelen, Methodiek, Activiteiten, Resultaten

De volgende doelen zijn te onderscheiden in dit onderzoekspakket:

- Ontwikkelen en testen van een praktische stakeholder benadering voor invoeren en toepassen van certificering van biomassaproductie voor export. Toepassing van de benadering d.m.v. cases.
- Ontwikkeling van een analytisch raamwerk (methoden en data) voor kwantificering van belangrijke impacts van biomassaproductiesystemen (milieukundig, sociaal-economisch, etc.) op regionaal niveau, gedemonstreerd d.m.v. case studies.
- Demonstratie van een totaal certificeringstraject op regionaal niveau; doorvertaling naar certificeringmethodiek voor mondiale setting.
- Ontwerp van implementatietrajecten (pilots, demonstratie) van duurzame bio-energieproductie voor export voor verschillende regio's.

Belangrijkste activiteiten:

- Selectie regio's en belangrijke stakeholders.
- Beschrijving / analyse van fysieke milieu en performance van biomassaproductiesystemen (gebruik van scenario-analyses en modellen waaronder OP1).
- Analyse van de impacts van geselecteerde systemen (Environmental Impact Analysis, LCA, economisch, macro-economisch); toepassing bestaande methoden en veldwerk met lokale partners.
- Stakeholderanalyse voor afleiden en bepalen criteria.
- Analyse van het implementeerbare potentieel voor biomassa binnen afgeleide criteria.
- Herontwerp van generiek certificeringssysteem.

- Ontwerp van implementatietraject; pilot → demo.

Belangrijke resultaten (overlapt deels met activiteiten):

- Coherente analyse van de impacts (ecologisch, sociaal, economisch) van grootschalige biomassaproductie in concrete, zeer verschillende, regio's. Voorbeelden van dergelijke regio's kunnen zijn: ZO Brazilië, Oekraïne en Mozambique.
- Stakeholder netwerken.
- Concrete demonstratie van certificering van biomassa productie.
- Voorstel voor generiek internationaal certificeringssysteem.
- Uitgewerkte plannen voor implementatietrajecten.

Belanghebbenden

De belanghebbenden zijn de nationale overheid en supranationale organen, bedrijfsleven (Elektriciteit- en energiesector in het algemeen, land- en bosbouwsector), NGO's, investeerders en lokale partijen en overheden. Op internationaal niveau is er sterke belangstelling en mogelijkheden voor samenwerking met partijen als het Europees Milieu Agentschap, de FAO, de Wereldbank, WTO en onderdelen van de UN. Deze contacten kunnen worden gegarandeerd door o.m. IEA Task 40.

Disciplines

Dit werkpakket vereist een aantal belangrijke 'inputs':

- Multidisciplinair geschoolde promotie-onderzoeker (systeemstudies, milieunatuurwetenschappen)
- Multidisciplinair geschoolde promotie-onderzoeker (systeemstudies, innovatiewetenschappen/economie).
- Multidisciplinair geschoolde senior onderzoeker (coördinerende en integrerende taken); verder ondersteund door senior staf van het K&R onderzoeksteam.
- Wezenlijke input van lokale partners (landbouwkundig, milieuwetenschappers, economen, etc.).

AIO activiteiten (4 jaar- afgebakend)

De kern van het voorgestelde onderzoek kan bestaan uit twee parallelle promotietrajecten waarbij 2 promovendi met verschillende achtergronden (ruwweg maatschappij en natuurwetenschappelijke achtergrond) verschillende regio's tegelijkertijd analyseren. Dit alles nauwgezet gecoördineerd (senior-onderzoeker) en in samenwerking met lokale partners en stakeholders.

Kosten

De geschatte omvang van dit werkpakket is 700-900 k€ totaal voor de periode van 4 jaar, n.l. 2005-2008 (waarvoor een totale bijdrage van 350-450 k€ gevraagd wordt uit de BSIK-KvR middelen en 350-450 k€ uit contrafinanciering zal komen).

Relatie met 3 andere pakketten, rest van KvR, TDL, etc.

De output van dit onderzoekspakket dient als input voor OP1 en OP3 en in iets mindere mate van OP2. De invloed van duurzaamheidscriteria op de wijze waarop biomassaproductie zou moeten plaatsvinden is van belang voor het opstellen van beleidsscenario's, voor het

definiëren van verschillende soorten potentiële en voor concrete case studies in de Nederlandse context. Dit project heeft sterke interactie met OP1; het analyseren van potentiële binnen verschillende randvoorwaarden is methodisch gelijk aan dit type werk op regionaal niveau. Op diverse aspecten kunnen OP1 en OP3 daarmee overlappen. Er wordt naar gestreefd onderzoeksefforts binnen bijvoorbeeld IEA Task 40 en EOS te koppelen aan dit project.

6.2.4 OP4 – *Beleidsscenario's*

Inleiding

Dit onderzoekspakket probeert een brug te slaan tussen ruimtelijke planning en duurzame energiestrategieën, door gebruik te maken van een toolbox waarin regionale scenario's met betrekking tot ruimtegebruik worden gecombineerd met duurzame energiestrategieën. Hiervoor worden de interacties, indicatoren en tools gecombineerd met scenario's die inzicht verschaffen in de effecten van ruimtelijke planning op de ontwikkeling en implementatie van duurzame energie en vice versa. De resultaten van dit onderzoekspakket zullen bijdragen aan het vergroten van inzicht in de relatie tussen ruimtelijke planning en ontwerp en ontwikkeling van duurzame energie, resulterend in een meer geïntegreerde aanpak van de ontwikkeling van duurzame energie en de ontwikkeling van een in Nederland schaars goed: ruimte.

Om deze studie te verrichten, zullen economische evaluatiemodellen zoals kosten-baten analyses van duurzame energie technologie en sociaal maatschappelijke parameters worden gecombineerd met geografische informatie systemen waarin de bepalende ruimtelijke parameters zijn opgenomen. De scenario's zullen niet beperkt blijven tot duurzame elektriciteit, maar ook duurzame warmte, en biobrandstoffen meenemen. De belangrijkste competenties die in dit onderzoekspakket worden ontwikkeld zijn het combineren en afstemmen van planning voor ruimtegebruik en planningen voor duurzame energiebeleid, door gebruik te maken van een combinatie van een kosten/baten model en een geografisch informatiesysteem (GIS), inclusief de ontwikkeling van scenario's die bijdragen aan het verkrijgen van inzicht in de relaties tussen ruimtegebruik en duurzame energie. Het perspectief van de gebruiker bepaalt daarin welke afwegingskaders in de modellen gebruikt worden. Het resultaat van dit werkpakket is daarmee een afwegingskader voor ruimtegebruik voor de duurzame energievoorziening en andere, concurrerende, ruimtegebruikers. Ook ruimtelijke risico's, (niet)-bestaande infrastructuur maar ook de afweging voor welk ruimtegebruik alternatieven aanwezig zijn (zoals bijvoorbeeld emissiehandel ed.) worden meegenomen.

Doelen, Methodiek, Activiteiten, Resultaten

Doelen van dit onderzoekspakket:

- Ontwikkelen van een toolbox waarmee ruimtelijke planning en ontwerp en duurzame energie implementatie geëvalueerd kunnen worden, gebaseerd op een geïntegreerde toepassing van een technologisch georiënteerd economisch evaluatiemodel en een geografisch informatiesysteem waarin de (vanuit een duurzame energie perspectief) relevante ruimtelijke parameters zijn opgenomen. Hiervoor zal gebruik gemaakt worden van de resultaten van de OP1 tot en met OP3.

- Verkennen van een aantal scenario's voor het toekennen van toepassingen aan de ruimte, waarbij inzicht gecreëerd zal worden in de mogelijke effecten die de ruimtelijke planning heeft op de implementatie van duurzame energie, en vice versa.
- Formuleren van aanbevelingen voor beleid, gebaseerd op uitkomsten en gevoeligheidsanalyses van de scenario studies, met als doel het verbeteren van de synergie tussen ruimtegebruik en klimaatgerelateerde strategie.

Onderzoeksmethodiek:

- Ontwikkelen van een technologisch georiënteerd economisch evaluatiemodel voor de kosten en baten van specifieke duurzame energie technologieën (biomassa, windenergie, zon PV) waarin ruimtelijke interacties worden opgenomen. Dit zal op basis van resultaten uit OP1 gebeuren.
- Ontwikkelen van een GIS systeem waarin de ruimtelijke interacties die relevant zijn voor het evalueren van de potentiële en kosten en opbrengsten van duurzame energie toepassing worden gespecificeerd. Dit zal op basis van OP2 gebeuren.
- Ontwikkelen van scenario's waarin de wederzijdse relaties tussen ruimtelijke planning en duurzame energie beleid worden verkend. Hierbij zal gebruik gemaakt worden van de indicatoren die in OP3 worden ontwikkeld.
- Analyse van de scenario's met als doel het in kaart brengen van de effecten van ruimtelijke planning op de ontwikkeling van duurzame energie en vice versa.

Producten en resultaten:

- Een gedocumenteerde, overdraagbare interactieve toolbox voor het analyseren van ruimtelijke inrichtingstrategieën in de transitie naar een duurzaam energie systeem, gebaseerd op een toenemend aandeel duurzame energiebronnen (biomassa, windenergie en zon).
- Scenario's die de onderlinge relaties tussen de ontwikkeling van landgebruik en duurzame energie in Nederland (maar ook afhankelijk van imports uit het buitenland) in kaart brengen.
- Aanbevelingen voor beleid voor landgebruik en duurzame energiebeleid, met als doel het versterken van de synergie tussen landgebruik en duurzame energiebeleid, zodat het behalen van duurzame energiedoelstellingen makkelijker behaald kunnen worden.
- Verbeteren van de kennisoverdracht en institutionele aspecten over de relatie tussen ruimtelijke aspecten en de implementatie van duurzame energie.

Belanghebbenden

- Belanghebbenden zijn onder meer nationale, regionale en lokale autoriteiten die zich bezig houden met duurzame energiebeleid en ruimtelijke planning. Ook duurzame energieproducenten kunnen belang hebben bij de uitkomsten van dit onderzoek.

Disciplines

Voor de uitvoering van dit onderzoekspakket zijn de volgende competenties benodigd:

- Competentie op het gebied van energiebeleid en lange termijn energie en milieuscenario's.
- Competentie op het gebied van geografische informatiesystemen en scenario analyses op basis van GIS systemen en milieutechnologie.

- Competentie op het gebied van ruimtelijke planning en ontwikkeling van beleid voor toepassing van ruimte.
- Competentie op het gebied van de relaties tussen duurzame technologieën en ruimte: biomassa ketens, windenergie en zon PV.

AIO activiteiten (4 jaar, afgebakend)

De kern van het voorgestelde onderzoek kan bestaan uit een promotietraject waarbij 1 promovendus met een brede achtergrond (ruwweg economie en natuurwetenschappelijke achtergrond) het afwegingskader zal omzetten naar een bruikbaar instrument en daarmee de nodige analyses zal verrichten. Dit alles nauwgezet gecoördineerd (senior-onderzoeker) en in samenwerking met lokale partners en stakeholders.

Kosten

De geschatte omvang van dit werkpakket is 700-900 k€ totaal voor de periode van 4 jaar, n.l. 2005-2008 (waarvoor een totale bijdrage van 350-450 k€ gevraagd wordt uit de BSIK-KvR middelen en 350-450 k€ uit contrafinanciering zal komen).

Relatie met 3 andere pakketten, rest van kVr, TDL etc.

In dit onderzoekspakket komen de interacties en beschikbaarheden uit OP1, de prioritering uit OP2 en de internationale interactie uit OP3 samen. Op basis van deze inputgegevens kunnen analyses gemaakt worden over het totale spectrum van ruimte-energie relaties.

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

Biomassa voor bio-energie en -chemie is afkomstig uit zeer diverse bronnen, zoals restafval uit landbouw/bosbouw, teelt van energie gewassen of de import van biomassa uit het buitenland. In combinatie met verschillende conversietechnieken en alternatieve logistieke systemen is een scala van zeer diverse bio-energieketens *in theorie* mogelijk. In een visie voor 2040 (EZ et al., 2004) is verwoord dat Nederland tot ca 1/3 van haar energie- en materiaalbehoefte door biomassa zou kunnen dekken. Dat is equivalent aan ca. 1000 PJ. De huidige bijdrage van bio-energie aan de Nederlandse energievoorziening bedraagt slechts ca. 2%, terwijl reeds met de huidige inzichten en kennis 7-10% met de in het binnenland beschikbare biomassa mogelijk lijkt (ca. 250 PJ).

Nederlandse biomassa versus geïmporteerde biomassa

Over het algemeen wordt er aangenomen dat de Nederlandse behoefte aan biomassa voor productie van duurzame elektriciteit, warmte, transport brandstoffen en chemicaliën veel groter zal zijn dan de potentiële aanvoer uit Nederland zelf. In het voor EZ in 2003 opgestelde Visiedocument (Biomassa 2040: de groene motor voor kenniseconomie en duurzaamheid..... een visie) wordt verwacht dat in 2040 biomassa 30% van de Nederlandse energiebehoefte en tussen de 30 en 40 % van de grondstofbehoefte van de chemie zou kunnen dekken. Hiervoor zou dan grofweg 50 miljoen ton (DS) biomassa nodig zijn. Het is duidelijk dat deze biomassa voor het grootste deel via import uit het buitenland zal moeten komen. Wat de Nederlandse bijdrage uit bijproducten en primaire productie kan zijn is moeilijk exact in te schatten, maar deze kan naar verwachting met maximale inspanning toch zo'n 10 miljoen ton (DS) zijn. De nu reeds lopende discussies en activiteiten om regionale biomassa ketens op te zetten illustreren dat Nederland wel degelijk een substantiële bijdrage kan leveren aan de biomassa behoefte en dat dit een belangrijke factor zal zijn voor de Nederlandse ruimte. Nederlandse grondstoffen en verwerkingstechnologie kunnen worden benut om met name in hogere toegevoegde waarde segment energiebehoefte te verminderen waardoor de kosten per vermeden ton CO₂ laag kunnen blijven.

Import van biomassa kan ook een veel grotere rol spelen dan heden het geval is in de energiesector. Om aan de Nederlandse doelstellingen voor duurzame energie te kunnen voldoen is niet een zwart / wit aanpak (ofwel import van biomassa ofwel productie van biomassa in Nederland), maar een combinatie van beide scenario's noodzakelijk. Productie van bio-energie dient geplaatst te worden in een mondiale / Europese context. Bulkproductie van biomassa zal plaatsvinden in Oost-Europa / Latijns Amerika / Afrika, naast eigen productie en het gebruik van reststromen in Nederland. De economische meerwaarde en het concurrentievoordeel voor Nederland zit hierbij vooral in de versterking van de kennis over de infrastructuur van (multi)nationale biomassaketens en het garanderen van de duurzaamheid daarvan.

Onderzoeksvragen

Op basis van voorgaand onderzoek zijn de volgende vraagstukken te definiëren die relevant zijn voor bovenstaande constatering:

- De inpassing van bio-energieketens heeft, in vergelijking tot conventionele energiebronnen, op diverse plaatsen binnen de keten consequenties voor verschillende functies van de ruimte, en voor ruimtelijke kwaliteit, zowel in positieve als in negatieve zin, in binnen- en buitenland.
- In de afgelopen tijd zijn reeds gedeelten van biomassaketens geïnitieerd door bedrijfsleven en overheden, maar deze initiatieven lopen vaak vast en worden dan niet afgemaakt. Waar stopt het innovatie traject en waarom?
- Er is discussie of het nationale potentieel in Nederland genoeg is voor het behalen van de Nederlandse doelstellingen voor duurzame energie, met name gelimiteerd door ruimtelijke factoren. De toenemende betekenis van internationale handel in biomassa, duurzame productie elders en gedegen certificering van dergelijke biomassa zijn voor genoemde doelstelling derhalve ook van belang.
- Maatschappelijke acceptatie (duurzaamheidsdiscussie): de vraag is steeds voor wie bio-energie duurzaam is, waar in de keten, voor wat en wanneer?
- In hoeverre bieden additionele waarden van biomassa, naast het energie potentieel, kansen om bio-energieketens van de grond te krijgen? Te denken valt daarbij aan de ontwikkeling van o.a. bio-chemicals.

Thematische indeling onderzoeksvragen

Een thematische indeling op hoofdlijnen van de onderzoeksvragen leidt tot vier samenhangende onderdelen (figuur 5):

- duurzame energie potentieel;
- mogelijkheden van multifunctionele en regionale systemen;
- indicatoren;
- beleid.

Het potentieel voor biomassa (met name in relatie tot actieve productie en dus landgebruik en in relatie tot kosten) dient voor grootschalige implementatie veel beter begrepen te worden. Met name interacties tussen duurzaamheidscriteria (b.v. watergebruik, intensiteit van landgebruik, sociaal-economische criteria) en potentiële voor biomassaproductie en gebruik verdienen veel aandacht. Inpassing van biomassaproductie- en gebruik zal in de meeste situaties gepaard gaan in combinaties met andere functies in multifunctionele en regionale systemen. Dit is in Nederland, met zijn vele claims op de ruimte, in het bijzonder evident. Een overkoepelende vraag is dus i.h.a. hoe de (vele) functies van landgebruik op enigerlei wijze kunnen worden gecombineerd met biomassaproductie (en productie van duurzame energie i.h.a.). Voor alle biomassagebruik geldt dat de duurzaamheid in brede zin moet zijn gegarandeerd, zeker wanneer het gaat om grootschalige productie in ontwikkelingslanden voor de exportmarkt. Het opstellen van criteria t.b.v. integrale certificering voor duurzame biomassaproductie is inmiddels een speerpunt in diverse initiatieven in de markt en op wetenschappelijk niveau, maar een coherent kader met uitgewerkte indicatoren, criteria en procedures is nog niet beschikbaar. Tot slot is het voor beleidsmakers van groot belang beter inzicht te krijgen hoe een optimale mix kan worden verkregen tussen duurzame biomassaproductie en andere landgebruikfuncties en hoe een dergelijke gewenste uitkomst

redelijkerwijze kan worden gestuurd. Modellen en tools om strategieën ex-ante te evalueren (b.v. middels scenario-analyses) en die aantonen welke (ruimtelijke) impacts daarmee zijn gemoeid (b.v. t.a.v. kosten, landgebruikspatronen, milieu-impacts en sociaal-economische impacts) zijn niet zonder meer voorhanden. Ontwikkeling van dergelijke tools en scenario's is onlosmakelijk verbonden met de eerste drie thema's (potentiële, multifunctioneel landgebruik en indicatoren). De vier, inhoudelijke thema's zullen dus in samenhang met elkaar moeten worden aangepakt.

7.2 Aanbevelingen

Op basis van deze definitiestudie 'Energie en Ruimte' wordt aanbevolen een project duurzame energie te starten binnen het BSIK programma Klimaat en Ruimte. Onderstaande detail-aanbevelingen zijn opgesteld op basis van het conceptrapport en na uitgebreid overleg met de voorzitter van de programmaraad, met als doel ze op te kunnen nemen in een Terms of Reference (TOR).

Het voorgenomen KvR biomassa project zal met name gericht zijn op het in beeld brengen van de ruimtelijke implicaties van inpassing van duurzame biomassa ketens in Nederland. De te ontwikkelen methode in het project zal echter wel een generieker karakter hebben en daardoor ook toepasbaar zijn in andere regio's buiten Nederland. Hierdoor zal het voorgestelde project ook een tool opleveren om een beter inzicht te verkrijgen in het realiseren van duurzame import van biomassa naar Nederland. Voorts is het zo dat import van biomassa ook consequenties heeft voor de Nederlandse Ruimtelijke ordening en economische structuur (kennis en infrastructuur: havens). Of hierop zal worden ingegaan hangt af van de verhouding tussen ambities en beschikbaar budget.

Raamwerk voor integrale beoordeling van biomassaketens

Het project zal zich richten op het ontwikkelen van een ruimtelijk raamwerk voor integrale beoordeling van biomassaketens op factoren die de haalbaarheid van deze ketens (van biomassaproductie tot logistiek en toepassing) in een regio bepalen. Alle relevante factoren zullen samen met betrokken met relevante stakeholders worden geïdentificeerd en kwalitatief en kwantitatief worden beoordeeld. Op deze wijze wordt er inzicht verkregen in de interacties die optreden met andere functies van de ruimte. Het wordt zo mogelijk om biomassa ketens op duurzaamheid en economie te optimaliseren. Dit ruimtelijk raamwerk zal worden opgesteld voor de Nederlandse context, maar het raamwerk dient inzetbaar te zijn voor soortgelijke beoordelingen in het buitenland. Hiermee wordt een directe link voorgesteld met een apart op te stellen projectvoorstel voor duurzame biomassa productie en duurzame handel daarin. Voor deze werkzaamheden zal samenwerking worden gezocht van Shell, Essent, NUON en IEA Task 40 "Sustainable International Bio-energy Trade, die door het Copernicus Instituut wordt gecoördineerd. Hiermee wordt voortgebouwd op het FairBioTrade project wat heeft geleid tot de eerste kwantitatieve raamwerken voor concrete certificering van biomassaproductie in een specifieke regio.

Strategische scenario-analyses

De kennis en modellen ontleend aan het eerst deel van het project zullen samen met bestaande inzichten worden gebruikt voor het tweede doel van dit project; het verrichten van strategische scenario-analyses (in samenhang met scenario's uit KvR projecten IC2, IC3 en CS7) die duidelijk moeten maken onder welke condities (bv. landbouwbeleid, ontwikkelingen energiesysteem, duurzaamheidseisen) welke inzet van biomassa voor de energie- en materiaalvoorziening aantrekkelijk is. Hierbij zal in het bijzonder worden ingegaan op de verhouding binnenlandse biomassa vs. import en het belang van "nieuwe" ketens, bv. voor biochemicalïen vs inzet voor bv. kracht, warmte en transportbrandstoffen. Voor het maken van dergelijke, gedetailleerde, scenario's zal worden aangesloten bij andere integratie en modelleringsactiviteiten binnen klimaat en ruimte (zie lijst hierboven), maar ontwikkeling van een specifiek instrumentarium (bv. voortbouwend op modellen bij ECN en Copernicus) is daarvoor nodig. De scenario-analyses kunnen worden opgesteld i.s.m. betrokken stakeholders (zoals rijksoverheid en bedrijfsleven) en zullen direct inzicht geven in de mogelijkheden voor strategische beleidskeuzen.

De beoogde resultaten (producten) van het project zijn:

- Strategische scenario-analyses, samen met stakeholders (zie boven).
- Een ruimtelijk expliciet raamwerk/methodologie voor beoordeling van bio-energieketens (beschrijving, zie boven). Het raamwerk levert uitkomsten op maat voor de integrale ruimtelijke analyse binnen IC3.
- Nadere onderbouwing van duurzaamheid van biomassaketens (certificering).
- Een analyse van regionale effecten van grootschalige biomassa productiesystemen waarop het raamwerk getest wordt aan de hand van een selectie van case studies in Nederland (een beoogde case is Noord-Nederland, Energy Valley); beoogd wordt om tot een certificeringssysteem voor duurzaamheid van bio-energie ketens (criteria, indicatoren) te komen dat algemeen geaccepteerd wordt en ook toepasbaar is in het buitenland.
- Kanskaart voor nieuwe biomassa (additionele chemische waarden in combinatie met bio-energie) in Nederland, inclusief stromen biomassa uit buitenland richting Nederland.

De primaire interesses van de landelijke overheid voor dit project liggen binnen de ministeries van VROM (klimaat, duurzaamheid, ruimte), LNV (o.a. groene grondstoffen) en EZ (voorzieningszekerheid, innovaties). Het onderzoek zal verder rekening houden met de verschillende aandachtsvelden qua schaalgrootte van de potentiële afnemers bij de overheid: ministeries, maar ook provincies. Voor de eerste groep zal een duidelijk verband gelegd worden met de scenario's van RIVM. Het onderzoek sluit zeker ook aan bij de interesse van partijen uit het bedrijfsleven zoals Shell, Gasunie en Staatsbosbeheer, maar ook bij vraagstellingen die spelen bij NGO's.

Literatuurlijst / Referenties

Annevelink E. & J. Veraart, 2003.

Analyse van de Bio-energie onderzoeksmarkt en ontwikkeling van een “Wageningse” geïntegreerde aanpak van bio-energieketens. Intern Rapport.

Broek, van den, R.C.A., 2000.

Sustainability of biomass electricity systems. Ph.D. thesis. Department of Science, Technology and Society, Utrecht University, Utrecht, 216 pages.

Carey, P.D., 2004.

A Review of Research into the Environmental Impacts of Arable Cropping Systems for Biofuels and Crops used for Biomass. Centre for Ecology and Hydrology, CEH Monks Wood, UK. Literature review report report for EEA 2004 research project: Assessing the potential impact of large-scale biofuel production on agricultural habitats and related biodiversity.

Dornburg, V. & A. Faaij, 2001.

Scenario-ontwikkeling voor de optimalisatie van energieproductie uit afvalstoffen in Nederland. Department of Science, Technology and Society - Utrecht University. Report prepared for the Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 46 pp. + Appendices.

Dornburg V., 2004.

Multi-functional Biomass Systems. Promotor: Prof. Dr. W.C. Turkenburg, Co-promotor: Dr. A. Faaij, Copernicus Institute, Utrecht University, 1st December 2004, 216 pp.

Eker, M., W. Elbersen, B. de Klerk, R. de Koning, N. van der Windt & A. Wintjes, 1999.

SWITCH ON! First price winning entry for the ‘living energy’ design competition to introduce energy crop cultivation in the landscape, Staring Centre and ATO, DLO, The Netherlands. 23 pp.

Elbersen, B.S., et al., 2004.

Assessing the potential impact of large-scale biofuel production on agricultural land use, farmland habitats and related biodiversity. A study for the European Environmental Agency, Copenhagen. In preparation.

Elbersen, H.W. & M.J.G. Meeusen-van Onna, 2001.

De haalbaarheid van multifunctionele teelt van energiegewassen en bio-energieproductie in Hardenberg. ATO & LEI, Wageningen, 89 pp.

Elbersen H.W., F. Kappen & J. Hiddink, 2002.

Quickscan Hoogwaardige toepassingen voor bijproducten uit de Voedings- en genotmiddelenindustrie, Rapport voor LNV-I&H.

Faaij, A., A. van Wijk, J. van Doorn, A. Curvers, L. Waldheim, E. Olsson & C. Daey-Ouwens, 1997.

Characteristics and availability of biomass waste and residues in the Netherlands for gasification, *Biomass and Bioenergy*, Vol. 12, No. 4, 225-240.

Faaij, A., R. Remmers, M. Wagener & K. Kwant, 2004.

Launching a new Task under the IEA Bio-Energy Agreement; Sustainable International Bio-energy Trade: Securing Supply and Demand, 2nd World Conference on Biomass, May 10-14, Rome – Italy.

Hamelinck, C. N., 2004.

Outlook for advanced biofuels. Promotor: Prof. Dr. W.C. Turkenburg, Co-promotor: Dr. A. Faaij, Utrecht University, June 7.

Hoogwijk, M., A. Faaij, R. van den Broek, G. Berndes, D. Gielen & W. Turkenburg, 2003.

Exploration of the ranges of the global potential of biomass for energy. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 25, No.2, 119-133.

Hoogwijk, M., 2004.

On the global and regional potential of renewable energy sources. Promotores: Prof. Dr. W.C. Turkenburg, Prof. Dr. H.J.M. de Vries, Co-supervision Dr. A. Faaij a.o., Utrecht University, March 12.

Junginger, M., A. Faaij, A. Koopmans, R. van den Broek & W. Hulscher, 2001.

Setting up fuel supply strategies for large scale bio-energy projects - a methodology for developing countries. *Biomass & Bioenergy*, Vol 21. No. 4, pp. 259-275.

Junginger, M., 2005. (expected)

Technological Learning in Renewable Energy Technologies. Ph.D.-thesis, Promotor: Prof. Dr. W.C. Turkenburg, Co-promotor: Dr. A. Faaij, Copernicus Institute, Utrecht University, May 13th, 2005

Lewandowski, I. & A. Faaij, 2004.

Steps towards the development of a certification system for sustainable biomass trade – analysis of existing approaches. Report prepared for NOVEM and Essent, Copernicus Institute for Sustainable Development – Utrecht University, 56 pp. + Appendices.

Londo, M., 2002.

Energy Farming in Multiple Land Use – An Opportunity for Energy Crop Introduction in The Netherlands. Ph.D.-thesis. Department of Science, Technology & Society, Utrecht University, Utrecht, 143 pages.

Meeusen-van Onna, M.J.G., M.W. Hoogeveen & H.H.W.J.M. Sengers, 1998.

Groene reststromen in agroketens – Een beschrijving van de markt van organische reststromen uit de landbouw en voedings- en genotmiddelenindustrie. Den Haag, LEI, Mededeling 608.

Nabuurs, G.J. & M.J. Schelhaas, 2003.

Spatial distribution of whole-tree carbon stock and fluxes across forests of Europe: where are the options for bio-energy? *Biomass & Bioenergy*, 24, 311-320.

Nitsch et al., 2004.

Ecologically Optimized Extension of Renewable Energy Utilization in Germany, Research Project commissioned by the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) Institut für Technische Thermodynamik, report nr FKZ 901 41 803.

RIVM, 2004.

Spoorzoeken naar de invloed van Nederlanders op de mondiale biodiversiteit: Model voor een ecologische voetafdruk. Rapport 500013005, Rood GA; Wilting HC; Nagelhout D; Brink BJE ten; Leewis RJ; Nijdam DS. 94 p.

Slootweg, van Schooten & CREM (consultancy and research for environmental management), 2004.

Beoordelingskader biodiversiteit Hoofdstuk 12. Leidraad Biodiversiteit en biomassa voor energieopwekking. April 2004. Opgemaakt voor Min. VROM.

Smeets, E. & A. Faaij, 2004.

Biomass resource assessment on global scale for identifying biomass production and export potentials. Report prepared for NOVEM and Essent, Copernicus Institute for Sustainable Development – Utrecht University, 67 pp. + Appendices.

Turkenburg, W.C. (Convening Lead Author) & A. Faaij (Lead Author), et al., 2000.

Renewable Energy Technologies. Chapter 7 of the World Energy Assessment of the United Nations, UNDP, UNDESA/WEC, Published by: UNDP, New York.

Vermeulen, G.D., J.F.M. Huijsmans, J. Harmsen & C. Sonneveld, 2004.

Wilgenteelt op baggerspecie – Energiewinning uit afval en biomassa (EWAB). Wageningen UR, A&F, Rapport 241, 40 pp.

Bijlage A. Relevante partijen

Partijen voor persoonlijke interviews

Organisatie	Persoon	Belangstelling / functie	Tel nr	e-mail
Min. EZ	Ad Schoof / Erik Wissema	Tot voor kort trekker transitie biomassa / Trekker Actieplan Biomassa	070-3797353	a.f.schoof@minez.nl / e.w.j.wissema@minez.nl
Min LNV	Hayo Haanstra	Coördinator klimaatveranderingszaken	070-3784905 06-21284724	h.j.haanstra@minlnv.nl
Min BuZa	John Veerkamp en Bastiaan Engelhard	Coördinator Transitie Biodiversiteit	070-348 4436	john.veerkamp@minbuza.nl j.veerkamp2@chello.nl
Min VROM	Per Godfroy / Dick Brand / Paul Hofmeijer	Beleid – Biobrandstoffen	070 - 3392232	per.godfroy@minvrom.nl
Shell	Angelica Voss	Biomassa resources aanspreekpunt	020 -630 2814	Angelika.Voss@shell.com
SNM	Hans Jager of Jasper Vis	Voorzitter werkgroep duurzaamheidsafspraken binnen Transitie biomassa	030-2331328	h.jager@snm.nl
Ruimtelijk Planbureau	Hugo Gordijn	Mede-auteur “Energie is ruimte”	070-3288 778	gordijn@rpb.nl
Essent	Rene Remmers			

Partijen voor telefonische interviews

Organisatie	Persoon	Belangstelling / functie	Tel nr	e-mail
EU DG TREN	Kyriakos Maniatis	Officer op gebied van bio-energie		Kyriakos.maniatis@cec.eu.int
European Environmental Agency	Jan-Erik Petersen	Verantwoordelijk voor bioenergiezaken bij EEA	+45(33)367133	jan.erik.petersen@eea.eu.int
CE-Transform	Geert Bergsma	Doet beleidsonderzoek duurzaamheid Biomassa	015-2150150	bergsma@ce.nl
EU DG Agriculture	Wolfgang Munch			wolfgang.munch@cec.eu.int
EU DG Environment				
Provincie Groningen	Jan Spakman	Afdeling Milieu		j.spakman@provinciegroningen.nl

Partijen om mee af te stemmen

Organisatie	Persoon	Belangstelling / functie	Tel nr	e-mail
BSIK Transities Duurzame Landbouw	Rudi Rabbinge / Peter Smeets	Trekker / projectregisseur Plattelandsontwikkeling	0317-474423	Peter.Smeets@wur.nl
NRP-CC	BertJan Heij	Programme Manager NRP-CC	030-2743108	BertJan.Heij@rivm.nl
IC2 Tools for national mitigation strategies	Tom Kram	Projectleider IC2	030-2743554	Tom.Kram@rivm.nl
IC5 Tools for Integrated CBA	Ekko van Ierland	Projectleider IC5	0317-484307	Ekko.vanIerland@wur.nl
WUR-CCB	Pavel Kabat	Wetenschappelijk directeur	0317-474314	Pavel.Kabat@wur.nl

Bijlage B. Beschrijving van interacties tussen energieketens en ruimte

Nr	Interactie	Sub-interactie	Positieve aspecten	Negatieve aspecten
1.1	Water	Watergebruik	Energieteelt kan bijdragen aan "watershed bescherming" dus meer water vastgehouden	Biomassateelt (primair en secundair) vergt water bijv irrigatie (zie ook concurrentie)
1.2		Waterkwaliteit	Biomassaproductie (primair en secundair) kan gecombineerd worden met filtering van water, verminderde afspoeling en dus verbeterde waterkwaliteit	Biomassateelt (primair/secundair) vergt inputs (pesticiden en bemesting), die mogelijk door kunnen stromen naar grondwater en oppervlaktewater
2.2	Biodiversiteit	Hierbinnen vallen zeer veel sub-categorieën	Positieve landconversie; Behoud agrobiodiversiteit; Bijdrage aan behoud van biodiversiteit; Behoud natuurlijke elementen in een productiegebied; Actieve verspreiding best practices; verrijking van gewassen pallet dus meer diversiteit	Veranderingen in het landgebruik negatief voor biodiversiteit; Habitatdegradatie; Verstoring van flora en fauna; Introductie van invasieve soorten en GMO; Overexploitatie; Ruimtebeslag; monoculturen
2.1		GMO	Je kunt efficiënter biomassa produceren, minder pesticiden en meer opbrengst per ha, minder vervuiling per ton of ha.	Kan leiden tot ongewenste effecten op biodiversiteit (superonkruiden, etc)
3.1	Bodem	Bodemkwaliteit, C- in bodem, nutriënten balans	Dit is in NL veelal een driver! Veel vormen van bioenergie kunnen bijdragen aan efficiënte recycling van nutriënten (mestvergisting, asrecycling, etc). Soms is afvoer van nutriënten gewenst (natuurgras, gewasresten!!).	Bij lange afstand aanvoer van biomassa treedt er verstoring van nutriënten balans aan bron en eindgebruiker kant op. Oplossingen liggen vooral in gebruik van halfproducten (pyrolyse olie, HTU, Et-OH, etc)
3.2		Erosie	Meerjarige biomassaproductie (primair en secundair) kan bijdragen aan erosievermindering (b.v. switchgrass); combinatie van doelen	Biomassaproductie (primair of secundair) kan leiden tot meer erosie (bijvoorbeeld bij conversie van grasland naar eenjarige energiegewassen); bij ingebruikname van marginale landen kan vooral bij eenjarige biomassateelten erosie optreden (met alle gevolgen voor biodiversiteit en sociale en economische duurzaamheid)
4.1	Landschap	Historische landschappen	Het onderhoud van historische landschappen kan worden verbeterd en versterkt door de biomassastromen uit het landelijk gebied beter te verwaarden. Biomassaproductie kan landbouwgronden en de daarbijbehorende landschappen in stand houden.	Overmatige benutting van de biomassa uit historische landschappen kan leiden tot aantasting van originele elementen (b.v. kap Maasheggen).
4.2		Landschaps-kenmerken (o.a. visueel, inrichting, ruimtelijke ordening, e.d.)	Biomassaproductie kan het aanzien van landschap verfraaien, mits b.v. afwisseling wordt aangebracht (spelen met versnipperen versus clusteren)	Grote monoculturen in de landbouw of kaalkap in de bosteelt kunnen b.v. leiden tot aantasting van het visuele beeld van het landschap
4.2		Infrastructuurle werken	Biomassaproductie kan gecombineerd worden met grote infrastructuurle werken, zoals de hoge snelheidslijn, de Betuwelijn, snelwegen en waterwegen, om zo grond (ruimte) te benutten die anders geen functie heeft	Het beheer van de gebruikte grond kan moeilijker en/of kostbaarder worden
5.1	Klimaat-verandering	CO2 balans van biomassa productie en toepassing	Gebruik en productie van biomassa kan een positief effect hebben op Klimaat. Biomassa is klimaatneutraal en kan zelfs bijdragen aan opslag van klimaatgassen (C in bodem)	Is CO2 input/output van keten wel laag genoeg? Uitstoot van andere klimaatgassen met name in teelt (N2O door bemesting, etc). C kan uit bodem verdwijnen.

Nr	Interactie	Sub-interactie	Positieve aspecten	Negatieve aspecten
6.1	Synergie met/ concurrentie om landgebruik	Landbouw - voedselproductie	Bij-, rest- en co-producten inzetten als biomassa kan voedselproductie goedkoper en duurzamer maken	Bij tekort aan land kan concurrentie om land optreden wat voedsel en andere producten duurder kan maken. Met name in arme landen is dit een zorg
6.2		Bosbouw - non- food (pulp, vezel, hout, etc)	Bijproducten inzetten als biomassa kan de productie van vezels en hout goedkoper en duurzamer maken	Bij tekort aan land kan concurrentie om land optreden wat andere producten duurder kan maken. Dit is soms zorg van vezelindustrie
6.3		Natuurgebieden (biodiversiteit)	Bijproducten van beheer kunnen een nuttige energietoepassing krijgen wat beheer kan ondersteunen	Natuurwaarden kunnen worden aangetast bij overmatige biomassabenuutting (b.v. oogst tijdens het broedseizoen van vogels)
6.4		Recreatie	Biomassaproductie kan een toegevoegde waarde hebben voor de functie recreatie, wanneer meerdere functies gecombineerd kunnen worden	Bij monofunctionele biomassaproductie zou de recreatiefunctie in gevaar kunnen komen
7.1	Synergie met/ concurrentie met andere toepassingsvor men	Oud-papier	Bio-energie is een goede oplossing aan het eind van de cascade wanneer nogmaals recyclen niet meer mogelijk is	Zo lang mogelijk recyclen is beter; het gevaar bestaat dat oud papier te snel in het bio-energie traject verdwijnt
7.2		Mest	Co-vergisting van mest kan de kwaliteit van de mest verbeteren en mineralen gemakkelijker beschikbaar maken	Verbranden van (kippen)mest kan leiden tot het verlies van kostbare meststoffen
8.1	Beleid	Internationaal beleid (GLB, zoals set aside, WTO; etc)	Biomassa kan ander beleid helpen uitvoeren, regionale ontwikkeling, hervorming CAP, etc	Om duurzame energie mogelijk te maken zijn aanpassingen in beleid nodig. Zie mestwet WTO, etc
8.2		Nationaal beleid (mestwet 1947, ruraal beleid, milieuwetgeving, etc)		Om duurzame energie mogelijk te maken zijn aanpassingen in beleid nodig. Zie mestwet 1947, afvalwet, etc
9.1	Milieu	Vervuiling bodem	(meerjarige) energieteelt kan veel schoner zijn dan rotatielandbouw	Teelt produceert uitstoot van nutriënten / pesticiden
9.2		Uitstoot naar lucht	Bioenergie (met name ethanol, biodiesel) kan uitstoot van nitraat, roet, etc beperken)	Veel bioenergie vormen brengen ook uitstoot naart lucht mee.
9.3		Afval	Inzet voor energie vermindert afvaloverschot	Cascadering is beter (zie ook concurrentie). Is afvalgebruik wel groen? (diermeel, kippenmest, etc). Bioenergie mag geen afval produceren (gips, as, etc)
9.4		Stank	Een goede ruimtelijke indeling van biomassaproductie kan bijdragen bij het reduceren van stankeffecten van andere productievormen (vanggewas). (Co)vergisting van mest leidt tot minder stank	Biomassaverwerking en opslag kan zelf ook stankoverlast in een bepaald gebied veroorzaken.

Bijlage C. Relevante onderzoeksprojecten binnen het domein duurzame energie en ruimte

Project/ programma	Opdrachtgever	Contactpersoon	Relatie met Ruimte of energie	Wat is onderzocht
Assessing the potential impact of large-scale biofuel production on agricultural land use, farmland habitats and related biodiversity	European Environmental Agency (EEA)	Elbersen	Effect op biodiversiteit van vraag naar biobrandstoffen	Eerste aanzet om effecten op biodiversiteit van biomassa vraag te kwalificeren en kwantificeren op EU 27 niveau.
IRENA, Agri-environmental indicators: energy use and renewable energy at farm level	European Environmental Agency (EEA)	Elbersen	Indicatoren	
How much biomass can be removed from a system without negative effects on soil fertility?	Shell BUS	Elbersen	Effect van bijproduct verwijdering op bodem en andere factoren	Aanzet om aanpak te laten zien hoe duurzame afvoer van teeltbijproducten kan worden gekwantificeerd in Europa
Hardenberg studie		Elbersen	Multifunctioneel ruimtegebruik	
Bioremediatie in combinatie met energieteelt	Novem	Vermeulen	Multifunctioneel ruimtegebruik	
Optimalisatiemodel logistiek (Biolooco)	EnergieNed	Annevelink		Scenario's doorrekenen over de ruimtelijke inrichting en verdeling van biomassaketens
Beschikbaarheid koolzaad voor biodiesel	LNV-I&H	Annevelink	Ruimtebehoefte van koolzaadteelt	Voorwaarden waaronder NL-bedrijfsleven koolzaad zal gaan telen voor biodiesel + benodigd areaal
Scenario studies European forests	European Forest Institute	Nabuurs	Scenario studie	
EU forests for renewable energy (EFFECT)	Commissie	Nabuurs		
Proefschrift van Dornburg (2004; zie overzicht lopend onderzoek NWS).		Faaij		Multifunctioneel functioneel landgebruik en multi-produktteelt, alsmede multi-outputconversie en cascadering van biomassagebruik kunnen de kosten van biomassaproductie en bv. energiedragers in potentie verlagen, omdat een deel van kosten van de ketens wordt afgedekt door andere waarden, functies en co-producten. Methodisch zijn de kwantificering van economische en GHG impacts van dit soort systemen uitgewerkt

Project/ programma	Opdrachtgever	Contactpersoon	Relatie met Ruimte of energie	Wat is onderzocht
BioPUSh: Integrated Strategies for Identifying Optimal Bio-energy Production & Utilisation	NWO/Novem	Faaij	Analysis of options for biomass production in multiple land use systems	The aim of the project is to investigate to what extent multifunctional land use (including integrated crop conversion) in combination with biomass cascades can lead to lower cost of biomass energy and more efficient use of scarce land resources.
Fair(bio)trade; possibilities, constraints and criteria for large scale sustainable import of (energy from) biomass	NOVEM en Essent-Energie,	Faaij	Criteria and indicators for sustainable biomass production and trade	Methodologies for the assessment of biomass potentials and the identification of potential biomass exporting regions are developed and applied. Criteria and indicators for sustainable biomass production and trade chains are developed and applied in case studies.
Ph.D. research of Monique Hoogwijk		Hoogwijk		The TIMER model (developed at RIVM), was used to analyze the geographical potential of biomass using a grid cell approach. This enables simulation of the spatial distribution of the geographical potential at a global level. The technical and economic potential has further been simulated at a regional level linked to the SRES scenario's used by the IPCC.
Ph.D.-thesis of Richard van den Broek		van den Broek		Example of applying various modeling techniques for assessing bio-energy systems in different contexts (Netherlands, Ireland, Nicaragua); this work provides a key reference for analyzing economic and ecological impacts of such systems, e.g. by applying Input/Output modeling.
The Ph.D.-thesis of Marc Londo		Londo		Energy Farming in Multiple Land Use – An Opportunity for Energy Crop Introduction in The Netherlands (2002), provides an reference for analyzing the opportunities for multifunctional land-use and biomass production.
VIEWLS Transparente data mbt tot potentielen, kosten en milieuprestaties van biofuels, scenario's en policies in de EU	DG-TREN	van den Heuvel, Faaij, de Lange	Emissies en andere milieu-impacts; ruimtegebruik; potentieelstudies voor EU-27 (gedetailleerd voor CEEC's); transportstromen; vraagscenario's	Stakeholderanalyse LCA-data (incl. kosten en potentielen) Modellering biobrandstoffenmarkt

Project/ programma	Opdrachtgever	Contactpersoon	Relatie met Ruimte of energie	Wat is onderzocht
NoE Bio-energy Overzicht van alle onderzoeksactiviteiten op EU-niveau + stroomlijning daarvan	DG-Research	Veringa, den Uil (ECN-Biomassa)	Overzicht van allerlei onderzoeksactiviteiten binnen de EU (ook op gebied van ruimtegebruik)	Zie bijgevoegde sheets die aangeven volgens welke structuur het overzicht van onderzoeksactiviteiten gemaakt wordt
Techno-economic Feasibility of Large-scale Production of Bio-based Polymers in Europe (PRO-BIP)	IPTS (EC)	Patel	Both aspects studied	Study is limited to bio-based polymers that are already commercialized or very close to commercialization (other bio-based polymers and other chemicals are excluded). Aspects studied: Product properties, market projections, Energy savings, GHG emission reduction, land use, employment.
Medium and long-term opportunities and risks of the biotechnological production of bulk chemicals from renewable resources	DG- Research	Patel		Focus on biotechnological production of bulk chemicals from renewable resources by means of fermentation and enzymatic conversions (White Biotechnology) Aspects studied: Energy savings, GHG emission reduction, land use, production costs, risks, public perception (http://www.chem.uu.nl/brew/)
Onderzoek naar de meerwaarde van digestaat (van co-vergisting)	Stichting AFA DE – Novem, GLTO, RABO	Broeze	Cruciaal voor covergisting is de afzet van digestaat. Vergisting kan negatieve effecten van mestproductie verminderen. Dit maakt meer energieproductie door vergisting mogelijk.	Onderzoek kijkt o.a. naar positieve effecten van vergisten op bemestingskwaliteit, N efficiëntie, beperking nitraat uitstoot, bodem C.

Bijlage D. Long list onderzoeksvragen en een eerste categorisering naar onderzoeksmethode

(score: 0= weinig raakvlak met niveau/thema, +=raakvlak, ++=zeer groot raakvlak)

Vraag↓	Meer info	Interacties	Tools	Design
Develop a tool that combines the knowledge about soil carbon loss and uptake mechanisms with spatial information on soil characteristics and farming systems. This should make it possible to evaluate the amount of biomass that can be removed from agricultural systems in a sustainable way in Europe. This would greatly help scenario forecasting and design of sustainable biomass delivery chains in Europe.	Elbersen	0	++	+
What is the influence of long-term land use planning and spatial strategies on the potential for renewable energy implementation?	M-C1	+	+	++
What is the impact of long-term renewable energy policies on land use and regional planning?	M-C1	+	0	++
How can the synergy between land use objectives and renewable energy objectives be improved?	M-C1	0	0	++
Where, which, how, and how much biomass will be produced and converted in the different EU Member States in the coming decades given different scenario's for agriculture, energy and spatial planning?	M-C3	0	+	++
What are the resulting biomass chains from production to end-use and what are the economic and environmental impacts of the resulting trade flows?	M-C3			++
What are the spatial and infrastructural requirements to realise these biomass chains and trade flows and what regulatory steps must be taken to ensure the appropriate quality standards?	M-C3	++	0	+
What are the opportunities and bottlenecks for a biomass-based economy in The Netherlands in view of potential European developments	M-C3	+	0	++
What are the implications for Dutch biomass policies in terms of technological and economic choices regarding different biofuels and biomaterials?	M-C3	+	0	++
Is bio-energy production and trade for the purpose of energy generation a sustainable policy option for dealing with the problem of climate change, taking into account other and related environmental, social, economic, political and legal problems that affect such trade at local to global levels?	CC-D2			++
Wat zijn de belangrijkste interacties en hoe kunnen die gekwantificeerd worden?	Lange	++		
Hoe kunnen de interacties in normatieve zin gekwantificeerd worden?	Lange	++		
Wat zijn de belangrijkste variabelen (ook op institutioneel gebied) voor de invulling van de scenario's (kwalitatief en kwantitatief)	Lange	++		+
Vervolgens kan dan met de achterliggende interactie- en scenariomodellen en met een GIS-applicatie de volgende hoofdvraag beantwoord worden:	Lange		++	+
Uitgaande van a) gekwantificeerde interacties tussen specifieke ketens en ruimte en b) scenarioafhankelijke normatieve eisen aan de impacts in specifieke regio's; welke ketens zullen dan waar in Europa geïmplementeerd worden bij verschillende targets / scenarios en wat zijn de kosten daarvan?	Lange			++

Vraag↓	Meer info	Interacties	Tools	Design
Interacties en kwantificering van impacts (tussen duurzame energie-opties en ruimte). · Impact van aanvoer van elders op de economische haalbaarheid van biomassaproductie in Nederland en de EU; biomassa supplies in Europa (NL) vergelijken met mondiale potentielen, verkennen/modelleren implicaties van handel (bv. met economische invalshoek).	Faaij	++	+	+
Biomassa potentielen, implementeerbaarheid en incorporatie van diverse impact categories; waterlimitaties, grenswaarden aan intensiteit (inputs en emissies), andere ruimteclaims voor natuur, etc. Houdt methodisch en modelmatig een aanzienlijke uitbreiding in van bestaande potentieelstudies. Geschikt voor promotietraject.	Faaij	++		
Kwantificering van (met name) benefits door multi-functioneel landgebruik, gegeven de vele functies (retentie, remediatie, biodiversiteit, bodemverbetering, etc.etc.) en regionale verschillen. Daaraan gerelateerde vraag betreft de potentiële voor multifunctioneel landgebruik.	Faaij	++		
Design onderzoek (identificatie en ontwerp van nieuwe systemen, routes en ketens): - Verkennen hoe een Europese EHS kan worden gecombineerd met implementatie van (actieve) biomassaproductie.	Faaij			++
- Scenario-ontwikkeling van biomassaproductie in de tijd (trajecten), rekening houdend met regionale sociaal-economische condities, ruimtelijke inrichting en inrichting van de landbouw in het bijzonder (bv. type boerenbedrijf). Richten op implementatie. Multidisciplinair werk waarbij waarschijnlijk het beste diverse instituten kunnen samenwerken.	Faaij			++
- Optimale inpassing van energieteelt in landgebruik lokatiespecifiek binnen variërende ecologische en sociaal-economische omstandigheden; geschikt voor case studies en gelijktijdig ontwikkeling van methodisch raamwerk (bv. promotietraject).	Faaij			++
- Analyse van mogelijke marktontwikkelingen op termijn; de waarde van co-producten, kosten van land, alsmede andere benefits. Deze blijken niet constant en wordt bij grote volumes biomassa beïnvloed door biomassaproductie zelf. Werk met een aanzienlijke economische component; kan goed worden gekoppeld aan scenario-analyses van het biomassapotentieel.	Faaij			++
Tools voor het (kwantitatief) doorrekenen van systemen, ketens en routes: - Ontwikkeling van een integrale aanpak voor inpassing duurzame energie in ruimtelijke context (bv. mbv GIS), waarbij de ruimtelijke consequenties (bv. optimale lokatiekeuze, combinatie met andere landgebruiksfuncties) expliciet kunnen worden geanalyseerd.	Faaij		++	
- Ontwikkeling van een coherent raamwerk voor kwantificering impacts van grootschalige biomassagebruik en productie. Invloed op watergebruik, erosie, bodemkwaliteit, emissies (water, bodem, lucht), biodiversiteit en landschap	Faaij		++	

Bijlage E. Vragen voor marktconsultatie

Vraag 1:

- Zijn dit de ketens die er toe doen?
- Welke vindt u het meest relevant?

Vraag 2:

- Bent u het met de indeling en beschrijving van de interacties eens?
- Welke interacties zou u toe willen voegen?
- Welke 3 interacties zijn het meest relevant?

Vraag 3:

- Kunt u aangeven welke interacties u het meest of minst relevant vindt? (zie +, ++, -, ? indeling)?
- Van welke interacties is al veel bekend?
- Welke interacties moeten zeker verder onderzocht worden?
- Wat zou u hier nog bij aangevuld willen zien?
- Welke specifieke vragen heeft u bij de relevante (+) interacties?

Vraag 4:

- Op welke wijze wilt u kennis over de interacties gebruiken (regelgeving of wetten maken, investeringen doen of niet, scenario's bouwen, teeltsystemen ontwerpen, aanbevelingen maken, checklists opzetten, subsidiesystemen aanpassen, LCA's maken, etc)

Vraag 5:

- Welke tools zou u willen hebben om deze kennis te gebruiken?

Vraag 6:

- Welke onderzoeken of programma's hebben reeds kennis opgeleverd over deze interacties?

Vraag 7:

- Welke personen of organisaties zouden verder benaderd moeten worden om input te leveren?

Bijlage F. Verslag van marktconsultaties

Interviews zijn gehouden met:

Organisatie	Persoon	Belangstelling/functie
Min VROM	Per Godfroij	Beleid – Biobrandstoffen
Min BuZa	John Veerkamp en Bastiaan Engelhard	Coördinator Transitie Biodiversiteit
DLG (Min LNV)	Dirk de Boer	Bio-energie projectleider
Gemeente Wageningen	Hans van Wichen	Betrokken bij lokale duurzame energieprojecten
Stichting Natuur en Milieu	Hans Jager	Voorzitter werkgroep duurzaamheidsafspraken binnen Transitie biomassa
Ruimtelijk Planbureau	Hugo Gordijn	Mede-auteur “Energie is ruimte”
Shell Global Solutions	Angelika Voss	R&D biomassa
Provincie Groningen	Jan Spakman	Afdeling Milieu

De interviews zijn in principe op persoonlijke titel gehouden. De interviews vinden plaats aan het hand van de vragenlijst (bijlage E). Naast de persoonlijke of telefonische interviews is er ook gebruik gemaakt van eerdere inventarisaties zoals “Analyse van de Bio-energie onderzoeksmarkt en ontwikkeling van een “Wageningse” geïntegreerde aanpak van bio-energieketens” (Annevelink & Veraart, 2003).

F.1. Interview met Per Godfroij van VROM

Het interview is gehouden met Per Godfroij van VROM. Hij is met name betrokken bij de uitvoering van de EU biomeng directive (Directive on Promotion of transportation Biofuels, 2003/30/EC).

Er werd aangegeven dat de lijst duurzame energieopties wellicht nog kan worden uitgebreid met bijvoorbeeld waterkracht, die ook belangrijke interacties met de ruimte heeft. Toch zijn de biomassaketens het meest relevant.

De belangrijkste ruimtelijke factoren die meegenomen zouden moeten worden zijn allereerst het effect op klimaatverandering. Hierbij is de voornaamste vraag hoe je (als overheid?) kunt sturen om ketens CO₂ neutraal(er) te krijgen? Hierbij is de (landbouw) uitstoot van CO₂ en N₂O in biomassaketens belangrijk.

Een tweede aspect dat onderzoek behoeft is biodiversiteit. Wat is het effect van ketens op biodiversiteit hier en in het buitenland? GMO is daarbij wel relevant maar er spelen daar ook veel perceptie-aspecten mee. Van even groot belang is de concurrentie (eventueel synergie) om landgebruik. Met name concurrentie met voedselproductie is hierbij een belangrijk

onderwerp. Van minder belang is hierbij concurrentie met andere non-food toepassingen. De markt moet reguleren.

Secundaire aspecten die meegenomen moeten worden zijn bijvoorbeeld nationaal en internationaal beleid en landschapsaspecten, zoals historische landschappen.

Van sommige interacties is al veel bekend zoals afvalbeleid en mest. Geluid zou men name bij windenergie ook genoemd moet worden.

Zowel lokale als geïmporteerde biomassa zijn van belang, waarbij lokaal met name secundaire biomassa ('bij-, neven-, co-, rest- en afvalproducten') en eenjarige en meerjarige energiegewassen aandacht behoeven. Import van biomassa is cruciaal. Behalve dat hier de grootste bijdrage van wordt verwacht zijn er hierbij ook de grootste zorgen over duurzaamheid (die veelal samenhangen met de interactie met de ruimte). Kennisontwikkeling kan sterk bijdragen aan duurzame biomassa import.

Wat betreft wensen voor specifieke tools werden de volgende zaken genoemd:

- hulpmiddelen voor communicatie en voorlichting;
- fiscale systemen;
- systemen om duurzaamheid van biomassa of biomassaketens en andere duurzame energiesystemen te kwantificeren.

F.2. Interview met John Veerkamp en Bastiaan Engelhard Buitenlandse Zaken

Het interview is gehouden met twee medewerkers van Buitenlandse Zaken. John Veerkamp Coördinator Transitie Biodiversiteit bij de directie Milieu en Ontwikkeling, Afdeling Biodiversiteit en Bossen, en Bastiaan Engelhard beleidsmedewerker energie bij de directie Milieu en Water.

De focus lag in dit gesprek met name op algemene effecten van besluiten en handelen in Nederland op de derde wereld en met name het effect van biomassa-import naar Nederland op derde wereld landen.

De belangrijkste interacties zijn die tussen energieketens en biodiversiteit en die tussen energieketens en klimaatverandering.

Verschillende punten werden genoemd:

- Het effect van hydro-elektrische dammen op de ruimte werd zeer relevant genoemd met name voor derde wereld landen.
- De effecten van biomassa-import heeft de meeste aandacht met name de secundaire effecten. Hiermee wordt bijvoorbeeld bedoeld:
 - Vervanging van geëxporteerde biomassa door fossiele energie
 - Sociaal economische aspecten van biomassa productie en export

Er werd gewezen op het feit dat men met biomassa vaak erg creatief wil zijn. Hierbij moet men wel bedenken dat 'als iets niet kan, het ook niet kan met biomassa'. Decentrale

energieopwekking met name in de derde wereld is belangrijk met name als wij kijken naar de snelle ontwikkeling in veel landen en de daarmee gepaard gaande energie-intensiteit.

Er werd gewezen op de stofstromendiscussie. Hierbij speelt de vraag waar toegevoegde waarde wordt gecreëerd; hier of in de derde wereld. De vraag is dus of we biomassa wel moeten importeren.

Wat betreft specifieke kennis werd er genoemd dat onderzoek nodig is om bijvoorbeeld het beoordelingskader biodiversiteit zoals recent ontwikkeld voor BuZa (Beoordelingskader Biodiversiteit, Leidraad Biodiversiteit en Biomassa voor Energieopwekking) te operationaliseren. Dit beoordelingskader is met name gericht op het beoordelen van biomassa-import. Voor de uitvoering is in veel gevallen kennis nodig die nu niet direct beschikbaar is.

Verder bestaat er veel behoefte om projecten of andere zaken snel te beoordelen op duurzaamheidsaspecten zoals biodiversiteit of klimaatimpact. Checklists zouden hier een tool kunnen zijn. Verder werden de behoefte genoemd naar beleid en besluitvormingsmodellen. Hoe neem je besluiten waarbij zowel politiek als sociale en economische overwegingen zijn meegenomen? Als laatste werd genoemd het belang van systemen om goede voorlichting te kunnen geven.

F.3. Interview met Dirk de Boer van DLG

Dirk de Boer is werkzaam bij DLG (Dienst Landelijk Gebied van LNV). Hier is hij onder andere betrokken bij uitvoering van het Interreg project NorthSea Bioenergie. Verder heeft hij o.a. ervaring met lokale windenergieprojecten in de provincie Groningen.

Hij geeft aan met name aandacht te willen voor lokale biomassa en onshore windenergie. Verder heeft het zin om bijproducten kritisch te bekijken. De potentie om deze in Nederland te gebruiken wordt te hoog ingeschat o.a. omdat sommige stromen zoals stro al afzet vinden. Hij wijst op het belang van energiegewassen die nu al een grote impact hebben in Duitsland en ook van (groot) belang voor de Nederlandse landbouw kunnen worden. Hier worden met name genoemd koolzaad en co-vergistingsgewassen zoals energiemaïs. De impact op het landschap van deze gewassen is een belangrijk onderwerp. Koolzaad wordt zelfs gebruikt als toerismetrekker terwijl energiemaïs door zijn hoogte juist het landschap zou kunnen aantasten. Deze factoren kunnen van groot belang zijn bij het bepalen van de aantrekkelijkheid van deze gewassystemen en daarmee dus de potentie. Behalve een beter begrip van de interacties van energiegewassen met het landschap zijn er ook belangrijke technische uitdagingen om de input/output van deze gewassystemen te verbeteren. Verder is ook de ontwikkeling van continue energieteeltsystemen van belang.

Een ander relevant onderwerp is de productie van biomassa bij onderhoud van landschapselementen, bijvoorbeeld houtwallen. Dit kan extra inkomsten bieden die onderhoud ten goede komen maar het kan ook een gevaar opleveren als energiewinning hoofdzaak wordt en leidt tot verandering van historische landschappen. De kans dat energieteelt een impact maakt neem toe met invoering van de EU Bijmeng directive en ook

door hervormingen van het GLB (Gemeenschappelijke Landbouwbeleid), waardoor subsidies losgekoppeld zullen worden van specifieke gewassen.

Hij is niet direct betrokken bij import van biomassa en grootschalige energiesystemen maar heeft wel enige bedenkingen. Zo is bijvoorbeeld de import van nutriënten een zorgpunt zowel voor Nederland als voor het exporterende land. Juist regionale decentrale energiesystemen die lokaal zijn ingebed bieden veel voordelen, bijvoorbeeld gebruik van lokale biomassa en lokale afzet van warmte. Op deze wijze is er versterking van de regionale economie, veel meer steun van de bevolking en kan met name biomassa beter uitgelegd worden.

Wat betreft de interacties zou de aandacht dus uit moeten gaan naar historische landschappen, CO₂-balans en ook bodemkwaliteit en specifieke aandacht voor regionale systemen en sociaal/economische aspecten.

Wat betreft hulpmiddelen of tools is er behoefte aan systemen die goede overzichten kunnen geven van de lokale impact met name ook van de economische aspecten. Hierbij kan o.a. aan GIS hulpmiddelen worden gedacht. Verder zijn systemen die voor en nadelen van systemen goed in beeld brengen en communiceren van groot belang.

F.4. Interview met Hans van Wichen, Gemeente Wageningen

Hans van Wichen is beleidsmedewerker energie en drinkwater bij de Gemeente Wageningen. Hier is hij betrokken bij verschillende projecten om op regionaal niveau tot productie van duurzame energie te komen. Hij heeft ervaring met windenergie, PhotoVoltaïsche energie en met bio-energieprojecten.

Hij plaatst een kanttekening bij de indeling in drie energieketens (biomassa, wind en PV) die hier worden genoemd. Zouden geothermische- en waterkracht niet ook genoemd moeten worden? Is passieve zonne-energie ook onderwerp? Verder is het de vraag of zulke verschillende energieopties niet apart behandeld moeten worden. De verschillende energieopties hebben meestal weinig met elkaar te maken. Ze hebben meestal andere knelpunten. Biomassa is hierbij wel de belangrijkste en heeft samen met wind de grootste / ingewikkeldste interacties met de ruimte.

Hij pleit voor ontwikkeling van integrale kennis. Kennis van energieketens, de ruimte maar ook alle andere aspecten die van belang zijn moeten bij elkaar komen. Verder moet er aandacht zijn voor taken en rollen van spelers die duurzame energie moet invoeren of een andere rol hebben het al of niet tot stand komen van duurzame energieketens. Wie zijn de spelers en hoe staan zij tegenover elkaar? Hoe komt men tot een gemeenschappelijke gedragen visie? Samenwerking is altijd noodzakelijk!

Hij pleit voor onderzoek aan casussen: waar lukt het wel en waar lukt het niet om energieketens van de grond te krijgen? Hier moeten met name sociaal en procesaspecten in kaart worden gebracht.

Neem ook de transitiepaden (EZ biomassatransitie) en duurzame energiestudies door provincies en gemeenten mee. Momenteel voeren gemeentes op grote schaal duurzame energiescans uit. Biomassa blijkt op lokaal niveau heel belangrijk.

Een van de resultaten van het onderzoek moet de formulering van stappenplannen zijn. Of van kennis over hoe je deze opstelt. Verder moet er aandacht zijn voor onderzoek naar de beleving van mensen, welke processen zijn er nodig en welke belangen spelen er? Hoe kun je draagvlak creëren? Verder moeten ook zaken als beleving van de natuur, sluiten van kringlopen en economische aspecten worden onderzocht.

Biomassa in lokale systemen is belangrijk hoewel de potentie hiervan in een klein land als Nederland beperkt is. Het is belangrijk deze lokale potentie te benutten zeker op de wat kortere termijn. Hierbij is aansluiting op lokale kansen voor biomassa aanvoer en lokaal gebruik van warmte van groot belang. Grote systemen op geïmporteerde biomassa zijn belangrijk maar zullen ook beter geïntegreerd moeten worden. Grote systemen moeten ook op het warmtenet.

F.5. Kort interview met Hans Jager, Stichting Natuur en Milieu.

Hans Jager is beleidsmedewerker Afval en Energie bij stichting Natuur en Milieu. Hij is voorzitter van de het traject Duurzaamheidscriteria onderdeel van de Biomassa Transitie.

De meest relevante biomassaketens zijn gebaseerd op geïmporteerde biomassa en specifiek dedicated crops. Verder is op kortere termijn de inzet van afvalstromen uit de Nederlandse en buitenlandse voedingsindustrie relevant. De belangrijkste interacties zijn met klimaatverandering, concurrentie (o.a. als gevolg van subsidies) en biodiversiteit.

Verder heeft offshore windenergie de hoogste prioriteit waarbij met name de CO₂-balans, en internationale en nationale beleidsvraagstukken relevant zijn. Onshore wind en zonne-energie zijn ook relevante onderwerpen.

Er wordt aangegeven dat er weliswaar een aantal studies bestaan naar interacties tussen ruimte en energieketens maar afhankelijk van de aannames spreken die elkaar ook vaak tegen. Hierbij wordt men name ruimtebeslag en biomassaproductie genoemd.

F.6. Kort interview met Hugo Gordijn van het Ruimtelijk Planburo.

Hugo Gordijn is werkzaam bij het Ruimtelijk Planburo en auteur van het rapport “Energie is Ruimte” (Hugo Gordijn, Femke Verwest en Anton van Hoorn, 2003. Ruimtelijk Planbureau, Rotterdam: NAI Uitgevers. ISBN: 90 5662 325 7).

Er wordt aangegeven dat er met name kansen liggen om door innovatieve ideeën de windenergiepotentie op de Noordzee beter benut zou kunnen worden. Hier kan bijvoorbeeld worden gedacht aan transport van met windenergie geproduceerde waterstof door bestaande aardgasleidingen. Aansluiten op bestaande hoogspanningsleidingen in de Noordzee.

Verder worden er in het bovengenoemde rapport een aantal aanbevelingen gedaan voor de verschillende duurzame energieopties.

Voor langere termijn 2020 moet er ruimte gereserveerd worden. Hierbij moeten de ruimteclaims ten aanzien van de Noordzee worden geactualiseerd en mogelijkheden voor medegebruikers worden geactualiseerd. Verder wordt een energie-infrastructuur studie voor de Noordzee aanbevolen om de opgewekte windenergie naar land af te voeren.

Voor biomassaproductie zijn de ruimtelijke kansen beperkt. De infrastructuur voor import biedt grote kansen zowel voor het achterland als ook voor de petrochemische infrastructuur. Verder zijn er kansen in relatie tot de belevingswaarde van de ruimte. Biomassaproductie biedt beperkte kansen om het landschap en de landbouwsector te versterken. Natuurwaarden, recreatie en toerisme kunnen hierop meeliften. Andersom zou, als een bos wordt aangelegd, bijvoorbeeld voor de EHS het dunningshout kunnen worden benut voor centrales.

Er liggen verder kansen in de combinatie van functies. Sommige activiteiten zullen op zichzelf staand misschien niet rendabel te exploiteren zijn, maar in combinatie met andere functies juist wel.

Verder is het nodig om methoden te ontwikkelen om Nimby-gedrag te voorkomen. Denk Hierbij aan onshore windmolens en ook bio-energie.

F.7. Interview met Angelika Voss van Shell Global Solutions

Angelika Voss werkt bij Shell Global Solutions aan biomassa vraagstukken.

De indeling van de duurzame energieketens uit tabel 1 is vrij grof; de stromen zouden gedetailleerder kunnen. Zowel primaire als secundaire stromen kunnen qua samenstelling / kwaliteit tot de categorie 'schoon' of 'verontreinigd' behoren. Een afvaldefinitie van biomassastromen is een belangrijk aspect qua wetgeving en daardoor van invloed op de hele logistieke keten, inclusief import. Bij perennial crops zou je onderscheid kunnen maken of de volledige plant wordt gebruikt of slechts het product (olie bijv.).

De indeling in agrarische residuen (veld), agrarische residuen (proces), bosbouw residuen, gecascadeerde biomassa (oud papier, GFT, oud hout etc), dedicated crops (annual, voedingsketen?) en dedicated crops (perennial, non-food?) maakt de beoordeling naar relevante factoren ook makkelijker.

Voor Shell heeft m.b.t. bio-brandstoffen op lange termijn ligno-cellulose biomassa onze voorkeur (vermijden van voedsel competitie). Verder is onze visie dat je eerst de residuen uit agrarische- en bosbouwproductie goed moet gebruiken, voordat je extra land gebruikt voor biomassakweek. In sommige landen is dit misschien geen probleem (overproductie van voedsel), maar wereldwijd zal productief land toch voor de voedselproductie nodig zijn.

Het goed benutten van biomassa uit het consumentencircuit (resthout, oud papier niet geschikt voor recycling, GFT...) is onder milieuaspecten bijzonder gunstig (geen extra gebruik land, geen bemesting etc.). Hiervoor zijn (a) waarschijnlijk voorbewerkingsstappen en (b) goede conversieprocessen (schone technologie) nodig om met de vervuiling milieubewust om te gaan.

Om veel besproken redenen is de importketen voor Nederland van belang en heeft aandacht nodig (in het bijzonder milieu en sociale aspecten; energie aspecten). Binnen het bio-fuels team vinden wij het produceren dicht bij de biomassa bron in principe beter dan lange transportwegen. Als conversieprocessen alleen grootschalig economisch haalbaar zijn, moeten lange transportwegen op kostengunstige en milieubewuste manier worden georganiseerd. De stap naar een tussenproduct zou een uitkomst kunnen bieden (dan wordt de biomassa ook weer dicht aan de bron verwerkt). Redenen voor de voorkeur om de biomassa dicht aan de bron te verwerken zijn: makkelijker te organiseren biomassalogistiek (technisch, administratief, organisatie leverancier keten etc.); geen lange transportwegen (kosten); hogere kans dat mineralenkringloop kan worden gesloten; evaluatie van duurzaamheid aspecten overzichtelijker (zelfde regio als de conversie plant = beter toegang); positieve aspecten van biomassa verwerking in dezelfde regio als herkomst van biomassa (daardoor verwacht ik hogere acceptatie).

Als biomassa moet worden geïmporteerd spelen duurzaamheidsaspecten een grotere rol, met name als het land van herkomst minder ontwikkeld is. In dit geval zijn socio-economische aspecten van bijzonder belang.

Voor Nederland lijken dedicated perennial crops geen alternatief, tenzij je het economisch aantrekkelijk maakt door 'multi usage'. Maar ook dan zal het gebrek aan (goedkoop) land de optie beperken.

Mijn probleem met bijlage B (de indeling en beschrijving van de interacties) is dat er geen onderscheid is gemaakt tussen de verschillende biomassa types. Positieve en negatieve aspecten zijn meestal veroorzaakt door verschillende types biomassa en daardoor niet direct aan elkaar gekoppeld. Minimum onderscheid zou moeten zijn dedicated crops – residuen (landbouw, bosbouw), gecascadeerde biomassa; verder zou ik onderscheid maken tussen binnenland en import. Verder commentaar op onderdelen van de tabel in bijlage B:

- Waterkwaliteit - Biomassateelt moet niet overvloedig gewasbeschermingsmiddelen of bemesting vragen, zeker niet, als het in NL in combinatie met andere doeleinden samen moet gaan (bijv. natuurbehoud, waterzuivering).
- GMO - Shell is niet positief over introductie van GMO gewassen speciaal voor biomassateelt.
- Bodemkwaliteit, C- in bodem, nutriënten balans - Geen probleem als nutriënten afvoer gewenst is; nutriënten kunnen (deels) door kunstmest worden hersteld.
- Landbouw voedselproductie - Onderscheid gebruik van residuen (primaire of secundaire) en dedicated crops.
- Recreatie - Begrijp ik niet: huidige landbouwgrond is toch ook niet per se gebied van recreatie? Hoe staat het met het vergelijk van import biomassa uit niet ontwikkelde landen, omdat wij een veranderd landschapsbeeld niet willen? (persoonlijk commentaar, geen Shell mening).

- Oud-papier - Zoek synergie en benut het gedeelte dat niet of minder geschikt is voor recycling. Verder zijn prijzen van recycling papier vrij hoog en is er een grote pull vanuit China.
- Vervuiling bodem - uitstoot van nutriënten / pesticiden voor dedicated crops hoger dan huidige landbouw?
- Uitstoot naar lucht - Begrijp ik niet? Heb je het over uitstoot door verwerking of door biomassa zelf (ontleding).
- Afval - Lijkt me voor een deel een perceptie vraag. Bio-energie mag geen afval produceren: hoezo? Is het niet een vooruitgang als de totale hoeveelheid afval aanzienlijk wordt verminderd en de niet bruikbare rest achteraf nog het afvalcircuit ingaat (als het moet).

Welke interacties zou u toe willen voegen? Socio-economische aspecten: invloed op standard of living, verschuiven van inkomstenbronnen en hierdoor eventuele verschuivingen in machtsverhoudingen etc, behoud sociale structuur?, lokale voedselvoorziening, verdringing van bevolkingsgroepen. Dit speelt een bijzondere rol voor import uit ontwikkelingslanden.

Welke drie interacties zijn het meest relevant? Afhankelijk van het type biomassa zijn alle aspecten relevant (zie tabel Shell-biomassa).

Van de interacties bodem (invloed op C-gehalte; nutriënten), CO₂ balans en landschap(?) is al veel bekend.

De interacties water, interactie milieu- en duurzaamheidsaspecten op de beschikbaarheid en de prijs, concurrentie toepassingen (beschikbaarheid, prijsontwikkeling), socio-economisch en beleid(?) moeten zeker verder worden onderzocht.

Hierbij zou Shell nog aangevuld willen zien:

- Concept voor een beoordeling van duurzaamheid.
- Een 'acceptatielijst' waardoor een identificatie van belangrijke knelpunten mogelijk wordt. Door te benoemen welke aspecten voor een bepaalde biomassa (waarschijnlijk) geen problemen opleveren, zou het werk kunnen concentreren op aspecten die wel een impact hebben en goed moeten worden uitgezocht.
- Een weg tot certificering, die ook aangeeft welke consequenties te verwachten zijn voor de beschikbaarheid en voor de prijs van biomassa.

Specifieke vragen heeft bij de relevante (+) interacties zijn:

- Hoe ziet een acceptabele, duurzame biomassa keten eruit (voor elke type minstens één voorbeeld)?
- Wat zijn de kenmerken?
- Hoe controleer je het?
- Wie beoordeelt het?

Tabel Shell-biomassa Inschatting van de relevantie en richting van de interacties tussen (bio)Energieketens (aanbod) en de Ruimte

Nr	Upstream keten			1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3	5.1	6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	7.2	8.1	8.2	9.1	9.2	9.3	9.4
				Water		Biodiversiteit		Bodem		Landschap			Klimaat-verandering	Concurrentie om landgebruik				Concurrentie toepassing		Beleid		Milieu			
				Watergebruik	Waterkwaliteit	Algemeen	GMO	Bodemkwaliteit	Erosie	Historische landschappen	Landschaps-kenmerken	Infrastructurele werken	CO2 balans	Landbouw - voedselproductie	Bosbouw - non-food	Natuurgebieden (Biodiversiteit)	Recreatie	Vezeltoepassingen	Meststof	Internationaal - beleid	Nationaal beleid	Vervuiling bodem	Uitstoot naar lucht	Afval	Stank
1	Lokale biomassa:																								
1.1		Bij- neven, co-, rest en afvalstromen																							
1.1.1		land- en bosbouw	Primair	-	-	-	?	+	+	+	+	?	++	+	++	-	-	+	+	+?	+	+	?	-	-
1.1.2		cascaded biomass	Secundair	-	-	--	--	--	--	-	-	-	++	--	+	?	?	+	-	++	+	--	?	+	+
1.2		Dedicated crops																							
1.2.1		Annual crops		+	+	+	+	++	++	+	+	+	++	++	-	?	-	--	+	+?	+	+	?	-	--
1.2.2		Perennial crops		+	+	+	+	+	+	+	+	+	++	++	+	+	+	-?	+	+	+	+	?	-	--
2	Geïmporteerde Biomassa:																								
2.1		Bij- neven, co-, rest en afvalstromen																							
2.1.1		land- en bosbouw	Primair	-	-	+	++	+	+	+	+	-	++	++	++	-	-	+	-	+?	+	+	?	-	-
2.1.2		Cascaded biomass	Secundair	-	-	--	--	--	--	-	-	-	++	--	+	?	?	+	+	++	+	--	?	+	+
2.2		Dedicated crops																							
2.2.1		Annual crops		++	++	+	+	++	++	+	+	+	++	+	-	?	-	--	+	+?	+	+	?	-	--
2.2.1		Perennial crops		++	++	+	+	+	+	+	+	+	++	+	+	+	+	-?	+	+	+	+	?	-	--

+ = relevante; ++ = meest relevant; - = niet relevante; -- = zeker niet relevant; ? = onbekend, nvt, begrijp ik niet;

F.8. Interview met Jan Spakman van de Provincie Groningen

Jan Spakman is ambtenaar bij de afdeling Milieu van de Provincie Groningen.

Spakman mist vezelhennep en aardappelen in tabel 1. De meest relevante ketens vind hij:

- MLT: lokale biomassa (gewasresten, schoningshout; suikerbieten, koolzaad; hennep, aardappelen).
- LT: geïmporteerde biomassa (wilg, populier).

Wat betreft de interacties zijn de volgende opmerkingen gemaakt. De interactie ‘beleid’ is een beetje raar want het ging toch om de interactie energieketens-ruimte? Compartimenten / milieukwaliteit clusteren. Verder vind hij de lijst met interacties al behoorlijk uitputtend. Wel is van belang dat ruimtegebrek in Nederland, ook voor de behoefte aan gebouwde omgeving (woningen, utiliteitsbouw, bedrijventerreinen), wordt meegenomen. De interactie gaat via de (1) grondprijs en (2) RO-beleid. De meest relevante interacties zijn:

- Systeem-technisch: landbouw, beleid.
- Maatschappelijk: CO₂-reductie, voedselproductie, ruimtebehoefte, banen.
- Ecologisch: bodemkwaliteit, biodiversiteit.

Interacties in het ‘beleids-domein’ moeten zeker verder worden onderzocht.

Een specifieke vraag bij de relevante (+) interacties is dat de relevantie niets zegt over de preferentie v/h aanbod. Wel over het belang van goed inzicht in de doorwerking in de drie kapitalen (sociaal-cultureel, ecologie, economie).

Als tools zou Jan Spakman werkconferentie’s met investeerders willen inzetten.

Andere organisaties die zouden moeten worden benaderd zijn de Rabobank, Regionale Innovation Strategy Weser-Ems, NLTO en bio-energie pioniers.

Afsluitend is Jan Spakman een beetje argwanend m.b.t. nog meer beta-onderzoek. Wel acht hij ‘tips en trucks’ vanuit een goede probleemanalyse en praktijkervaringen (buitenland!) heel zinvol.

Tabel Provincie Groningen-biomassa

Inschatting van de relevantie en richting van de interacties tussen (bio)Energieketens (aanbod) en de Ruimte (N.B. Alleen de meest relevante interacties aangegeven)

Nr	Upstream keten			1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3	5.1	6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	7.2	8.1	8.2	9.1	9.2	9.3	9.4
				Water		Biodiversiteit		Bodem		Landschap			Klimaat- verandering	Concurrentie om landgebruik				Concurrentie toepassingen		Beleid		Milieu			
				Watergebruik	Waterkwaliteit	Algemeen	GMO	Bodemkwaliteit	Erosie	Historische landschappen	Landschaps- kenmerken	Infrastructuurele werken	CO2 balans	Landbouw - voedselproductie	Bosbouw - non- food	Natuurgebieden (Biodiversiteit)	Recreatie	Vezeltoepassingen	Meststof	Internationaal - beleid	Nationaal beleid	Vervuiling bodem	Uitstoot naar lucht	Afval	Stank
1	Lokale biomassa:																								
1.1		Bij- neven, co-, rest en afvalstromen																							
1.1.1			Primair					+					+								+				
1.1.2			Secundair																		++				
1.2		Dedicated crops																							
1.2.1			Annual crops					++					+	++							++				
1.2.2			Perennial crops					+					+	+											
2	Geïmporteerde Biomassa:																								
2.1		Bij- neven, co-, rest en afvalstromen																							
2.1.1			Primair										+												
2.1.2			Secundair																						
2.2		Dedicated crops																							
2.2.1			Annual crops					++	+				+	+											
2.2.1			Perennial crops										+	+											

+= relevante; ++ =meest relevant; - =niet relevante; -- =zeker niet relevant; ? =onbekend, nvt, begrijp ik niet;

