



## Samenvatting

Deze propositie beschrijft in de achtereenvolgende secties:

1. de manier waarop NWO - met het thema Duurzame Energie als spil - de verbinding legt tussen de TKI's (vraagarticulatie en -sturing) en het wetenschapsveld;
2. de inhoudelijke inventarisatie die in nauwe samenspraak met de TKI-trekkers is gemaakt van de meest veelbelovende onderzoeksgebieden voor de ontwikkeling van de TKI's;
3. het concrete voorstel van het themabestuur voor de inzet van middelen voor nieuw onderzoek op hoofdlijnen;
4. een uitwerking hoe deze thema's concreet via publiek-private samenwerking uitgewerkt en vormgegeven zullen worden door de voor elk onderzoeksthema meest geëigende disciplines, en een samenvatting van de bijdrage aan de topsector via publiek-private programmering.

In de bijlage wordt een overzicht gegeven van de NWO-programma's en initiatieven op het gebied van Energie in 2012 en 2013.

## 1. NWO-inzet Topsector Energie: visie en aanpak voor 2014-2015

Funderend energieonderzoek bestrijkt vrijwel het hele spectrum van wetenschappelijke disciplines. Daardoor vragen veel onderwerpen binnen de Topsector Energie om een thematische benadering – op basis van een gebalanceerde betrokkenheid van alle relevante wetenschappelijke disciplines. Via het NWO-thema Duurzame Energie is de afgelopen jaren een start gemaakt met een NWO-brede thematische samenwerking rondom het energieonderzoek. In het themabestuur zijn vertegenwoordigers van alle gebiedsbesturen van de NWO-gebieden opgenomen, met uitzondering van ZonMw. NWO wil het thema benutten en uitbouwen om een zinvolle, structurele en evenwichtige bijdrage vanuit de fundamentele wetenschap te leveren aan de innovatieagenda's van de Topsector Energie. Het themabestuur is het aanspreekpunt bij NWO (zowel intern als extern) voor het energieonderzoek en zal samenwerking coördineren van NWO met de zeven TKI's van de Topsector Energie (waarvan er twee ook onder de Topsector Chemie vallen).

Het NWO-thema Duurzame Energie richt zich op de bevordering van fundamenteel wetenschappelijk onderzoek dat bijdraagt aan (de transitie naar) een samenleving gebaseerd op duurzame energie-opwekking. Het themabestuur Duurzame Energie heeft de ambitie en taak om een fundamentele kennisbasis voor deze energietransitie en de ontwikkeling van energietechnologie binnen de Topsector Energie te onderhouden door:

1. Het opzetten en ontwikkelen van wetenschappelijke onderzoeksprogramma's gericht op de innovatieagenda's van de Topsector Energie en het stimuleren van publiek-private samenwerking (PPS). Dit betekent:
  - a. vraagarticulatie: relevante onderzoeksthema's identificeren door als 'makelaar' op te treden tussen het bedrijfsleven/TKI's enerzijds en wetenschappelijk onderzoekers en NGO's anderzijds;
  - b. joint-programming: onderzoeksthema's uitwerken met wetenschappers en de TKI's en mogelijkheden voor gezamenlijke programma's verder onderzoeken en ontwikkelen, bijvoorbeeld via de organisatie van een workshop;
  - c. bevorderen van de aansluiting van de wetenschappelijke programmering met aan energie gerelateerd onderzoek binnen ECN en TNO (en indien van toepassing Marin, Deltares, Imares, et cetera) enerzijds en met dat van relevante maatschappelijke organisaties anderzijds.
2. Het financieren van multidisciplinaire wetenschappelijke onderzoeksprogramma's op het gebied van (duurzame) energie, die relevant zijn voor de doelstelling van de topsector om op langere termijn een CO<sub>2</sub>-neutrale samenleving te verwezenlijken. Het betreft hier zowel PPS-programma's met aanzienlijke cofinanciering vanuit het bedrijfsleven als grotendeels publiek-gefinancierde onderzoeksprogramma's die de potentie hebben onderzoekvelden te ontsluiten of stimuleren, die voor de toekomst belangrijk zijn en waarvan de ontwikkeling door de topsector wordt ondersteund ('publiek-private programmering' in de terminologie van de spelregels die voorjaar 2013 overeengekomen zijn).

Het themabestuur wordt in de uitvoering ondersteund door de directeur FOM, die binnen NWO als contactpersoon en trekker voor wetenschappelijke programmering voor de Topsector Energie is aangewezen, en door een secretaris van FOM. Bij de organisatie van de wetenschappelijke programmering via het thema zijn beleidsmedewerkers vanuit alle disciplines van NWO betrokken.

NWO zal voor de aansluiting bij de topsector vanuit de bètatechnische hoek ook gebruik maken van het Dutch Institute for Fundamental Energy Research (DIFFER). Dit NWO/FOM-instituut wil vanuit haar nationale positie in het wetenschappelijke veld een waardevolle taak vervullen bij het inhoudelijke proces van *joint-programming*. DIFFER start in 2014 met initiatieven op dit gebied.

Uiteraard blijft er naast de multidisciplinaire programma's onder auspiciën van het NWO-thema Duurzame Energie alle ruimte voor specifieke programma's vanuit één wetenschapsdiscipline – het themabestuur concentreert zich op de bredere multidisciplinaire programma's en wil een helder aanspreekpunt vormen voor de Topsector Energie. Bij de uitwerking en beheer van programma's en andere initiatieven zal zo veel mogelijk gebruik worden gemaakt van de bestaande expertise en contacten van de NWO-organisatie.

Kort samengevat streeft NWO er naar om via een thematische aanpak het ecosysteem van onderzoekers, bedrijven, overheid, NGO's en TKI's op het gebied van energie te bevorderen en om voor de top-

sector relevante fundamenteel-wetenschappelijke onderzoeksprogramma's te ontwikkelen. Figuur 1 illustreert de visie van het themabestuur op haar verbindende rol.



#### Belangrijkste functionaliteiten Thema Duurzame Energie

- Kennisbasis voor Topsector Energie onderhouden gericht op innovatie.
- Matching vraag en aanbod; onderzoeksthema's identificeren en uitwerken
- Intern en extern aanspreekpunt NWO met betrekking tot Topsector Energie
- Vermijden bias vanuit één wetenschappelijke discipline

*Figuur 1. Het NWO-thema Duurzame Energie is de verbindende schakel tussen wetenschapsdisciplines en de TKI's binnen de Topsector Energie.*

Het NWO-thema Duurzame Energie ondersteunt de doelstelling van de Topsector Energie en in het bijzonder om te komen tot decarbonisatie van de samenleving. Fundamenteel onderzoek is cruciaal om deze lange-termijndoelstelling te verwezenlijken. Vanuit het onderzoeksveld is veel enthousiasme om deze thema's op te pakken.

Een belangrijke conclusie uit de gesprekken die NWO met de TKI's heeft gevoerd, is dat de Topsector Energie van NWO met name precompetitief thematisch onderzoek wordt verwacht met een toepassings-horizon op de langere termijn. Hierbij gaat het veelal om onderzoeksvragen die cruciaal zijn met het oog op de langere termijn verduurzaming van de energiehuishouding in Nederland, maar (nog) geen private probleemeigenaars kennen. Specifiek voor onderzoek rondom deze vragen ziet de Topsector Energie een belangrijke rol voor door NWO gefinancierde thematische programma's weggelegd – ook om een goede balans tussen fundamenteel en toegepast onderzoek in het gehele portfolio te bewerkstelligen. Afgaande op de energiesector, die in sommige deelsectoren een sterk mkb-gedreven dynamiek heeft, zal het een grote uitdaging zijn significante private cofinanciering te vinden voor dit type lange termijn energie-onderzoek.

In een recente brief aan NWO vraagt het Topteam Energie aandacht voor dit probleem – NWO wordt in deze brief opgeroepen er voor te waken dat het aandeel funderend energieonderzoek binnen NWO als gevolg van de opgelegde PPS-doelstellingen (M€ 100 per jaar) niet zal worden verlaagd.

Vanaf de start van het topsectorenbeleid is ingezet op nauwe afstemming en zo mogelijk samenwerking met ECN en TNO-Energie. Omdat ECN en TNO dicht bij de markt staan dan het wetenschappelijk onderzoek, kan goede afstemming met deze onderzoekspartners de impact van het fundamenteel onderzoek sterk vergroten. Deze visie komt in de voorstellen hieronder terug.

## 2. Onderzoekskaders voor 2014-2015

De propositie voor 2014-2015 speelt op verschillende manieren in op ervaringen en initiatieven van de afgelopen jaren: nu eens door te bouwen op wat in gang is gezet of door missende elementen in het huidige portfolio aandacht te geven, dan weer door in te spelen op inventarisaties met TKI-trekkers of door ervaring met eerder genomen initiatieven.

In bijlage I is een uitgebreid overzicht gegeven van de programma's en initiatieven die in 2012 - 2013 in gang zijn gezet.

## 2.1 Inventarisatie aanknopingspunten voor de wetenschap met de TKI's

Ter voorbereiding van de onderzoeksactiviteiten van NWO voor de komende jaren is door de trekker en kennissecretaris vanuit NWO voor de Topsector Energie in het voorjaar van 2013 gesproken met de TKI-trekkers binnen de Topsector Energie. Tijdens deze gesprekken stond een verkenning van de wensen en aanknopingspunten voor wetenschappelijk onderzoek en de koppeling ervan aan innovatieagenda's centraal. Alvorens de grote lijnen uit deze overleggen te destilleren en deze te vertalen naar de propositie, volgt hieronder per TKI een korte samenvatting van de belangrijkste conclusies.

### BioBased Economy

De trekkers van de TKI BioBased Economy (BBE) benadrukken dat fundamenteel onderzoek vooral kan bijdragen aan de lange-termijn doelstelling om 'biobased' overbodig te maken (de energieketen mag niet met de voedselketen concurreren om grondstoffen) door een *cross-over* van biomassa naar biomassa-vrije systemen te bevorderen. Voor de ultieme oplossing van het energieprobleem benadrukt BBE het belang van energieopslag in chemische bindingen.

Het TKI benadrukt het belang van onderzoek naar platformchemicaliën voor groene en duurzame chemie en technologie en van het belang van transitievraagstukken voor de *biobased economy* – niet alleen betreffende duurzaamheidsgedrag maar ook vraagstukken op gebied van wet- en regelgeving, die vaak een belemmering vormen.

Mogelijkheden voor toekomstig wetenschappelijk onderzoek (in het kader van BBE) op het gebied van Energie liggen in het verlengde van de lopende programma's 'CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen' en 'Towards Biosolar Cells' (*artificial leaves*). In de visie van BBE liggen hier bijzondere kansen voor een vervolg waarin elementen uit beide programma's gecombineerd worden.

*Belangrijke aanknopingspunten voor wetenschappelijk onderzoek voor BBE:*

- efficiënte energieopslag in chemische bindingen (in relatie tot CCU);
- platform chemicaliën;
- vraagstukken rondom transitie naar een *biobased economy*.

### Zon

Het onderzoek aan fotovoltaïsche omzetting van zonne-energie (PV) wordt verdeeld in drie categorieën.

#### *Funderend en exploratief onderzoek*

Dit is onderzoek gericht op het opbouwen van kennis die noodzakelijk is om nieuwe *devices* en conversieprocessen te ontwikkelen, met het oog op ultrahoge rendementen of zeer lage kosten. Hier zijn volgens het TKI zeer beperkte mogelijkheden voor private cofinanciering. Het onderzoek is typisch precompetitief en *high-risk, high-potential*, respectievelijk op de langere termijn gericht (vijf tot tien jaar of langer). Het gaat onder meer om het bestuderen van werkingsprincipes op het diepste niveau en om het onderzoeken van *'enabling and cross-cutting technologies'* die meerdere toepassingen kunnen hebben, zie ook figuur 2b. Belangrijke onderwerpen zijn nanostructuren voor lichtmanagement en -absorptie en voor extractie van ladingsdragers en nieuwe duurzame, beter presterende of 'afstembare' materialen. Dit type onderzoek wordt met name uitgevoerd in de huidige FOM-focusgroepen en het Joint Solar Programme (JSP). NWO wordt gevraagd om deze onderzoeklijnen ook voor de langere termijn veilig te stellen omdat ze de innovatie-verzekeringspremie voor de PV-sector vormen. Concreet is het belangrijk om te werken aan de totstandkoming van een derde tranche van het JSP.

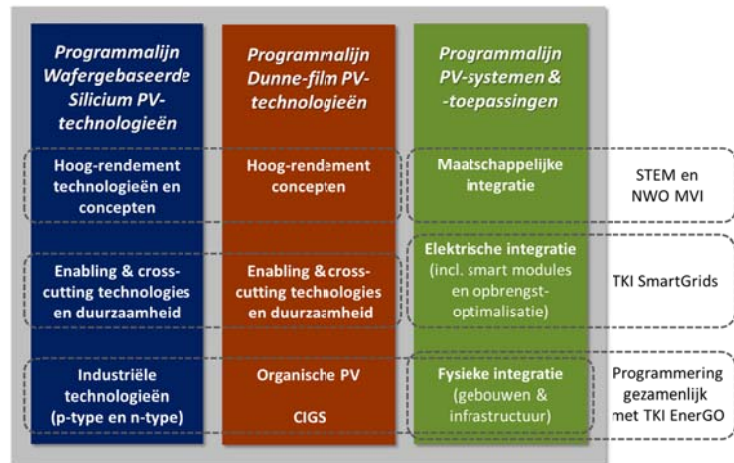
*Figuur 2a.*

*Gestileerde indeling van onderzoek binnen en rond de TKI Zon-energie. Het TKI-programma in strikte zin betreft de twee middelste blokken.*



Figuur 2b.

De drie hoofdonderdelen van het TKI-programma Zon, met daarbij aangegeven belangrijke thema's. De stippellijnen geven inhoudelijke en organisatorische verbanden aan.



#### Industriegestuurd en -geïnitieerd onderzoek

Dit onderzoek vormt de kern van het huidige TKI-programma. Het is primair gericht op het op korte of middellange termijn (< vijf jaar) ontwikkelen en marktrijp maken van technologieën. Efficiënt en doelgericht, maar gekenmerkt door (te) beperkte kennisopbouw en -verdieping. Private bijdragen minimaal 40 procent (*in-kind* en/of *cash*). Dit type onderzoek omvat ook de opbouw van geavanceerde infrastructuur, zoals het Silicon Competence Centre. NWO draagt aan dit onderzoek niet bij, maar is wel gevraagd bij te dragen aan de opbouw van het *high-end* deel van de onderzoekinfrastructuur via het NWO-BIG-programma.

#### Vraaggestuurd ondersteunend onderzoek

Dit onderzoek is gericht op het opbouwen van kennis en technologie ter ondersteuning van de ontwikkelingen in TKI-verband (zie vorige punt). Cruciaal om een *trial and error* benadering binnen het TKI te voorkomen en daarmee om toekomstige innovaties mogelijk te maken. Bekende thema's en vragen, maar nieuwe benaderingen en inzichten. Op dit moment is dat de ontbrekende schakel binnen het onderzoeksportfolio. NWO wordt gevraagd om hieraan zo spoedig mogelijk invulling te geven. Onderzoeksonderwerpen kunnen hun oorsprong hebben in elk van de thema's in figuur 2b. Voorbeelden zijn gedetailleerde beschrijving en analyse van fabricageprocessen, ontwikkeling en toepassing van nieuwe materialen, ontwikkeling en toepassing van nieuwe meettechnieken en *devices*, et cetera.

#### Wind op Zee

TKI Wind op Zee benadrukt het belang van ontwerptechnieken voor windparken op zee (denk aan optimalisatie van plaatsing in verband met wederzijdse beïnvloeding van windmolens). Op dit onderwerp zijn aan het NWO-instituut CWI reeds enkele groepen werkzaam, maar een meer gecoördineerde aanpak wordt verwelkomd. Het belang van wetenschappelijk onderzoek om een significante volgende stap te zetten wordt benadrukt. De European Academy organiseert hierover binnenkort een symposium - wellicht levert dat nieuwe inspiratie en inzichten, want een gevaar is dat de fundamentele kennis over enkele jaren opdroogt. Nu molens hoger worden, groeit het belang van meteorologie boven de hoogte van honderd meter. Nederland is relatief zwak vertegenwoordigd in dit veld, maar wel goed in het vertalen van de kennis naar de praktijk.

Voor dit TKI zijn ook de aspecten op gebied van regelgeving en internationalisering van belang (ruilverkaveling Noordzee) – ook hier zijn maatschappelijke vragen rond de energietransitie cruciaal.

#### Belangrijke aanknopingspunten voor wetenschappelijk onderzoek voor TKI Wind op Zee:

- ontwerpmethoden en -technieken voor windparken op zee (betere optimalisatie, reductie van onzekerheden);
- vraagstukken rondom materiaalbelasting windmolens op zee (degeneratie en falen t.g.v. mechanische, thermische, chemische en elektrische belasting, corrosie);
- meteorologie (interactie luchtlagen en windparken op verschillende schaalniveaus, voorspelling van opbrengst op verschillende tijdschalen);
- transitievraagstukken (financiering, wetgeving, regulering, EU-ruimtegebruik op zee, MVI, integratie in het elektriciteitsvoorzieningssysteem, energieopslag);
- *asset management* (optimaal beheer, optimale regeling van parken, kunstmatige intelligentie/zelflerende systemen met minimaal onderhoud en maximale opbrengst);

- gedrag van ondersteuningsconstructies (hydrodynamische belasting en draagkracht van de ondergrond, met name voor nieuwere concepten; daarnaast onderzoek naar ontwerp en gedrag van drijvende constructies).

#### Energiebesparing in de industrie

Dit TKI is belegd bij het Institute for Sustainable Process Technology (ISPT), dat nauw verweven is met de Topsector Chemie. Het ISPT heeft voldoende industriële partners die bereid zijn om financiële middelen bij te dragen; knelpunt is om te komen tot de juiste programmering en het 'op elkaar passen' van programma's van NWO en die van de TKI. Belangrijke onderzoeksthema's zijn duurzame scheidingstechnologie, procesintensificatie (onder meer door nieuwe processen), gebruik van biomassa als energetische brandstof en als grondstof voor chemische producten, en processysteemengineering (waaronder ook goede businessmodellen).

*Belangrijke aanknopingspunten voor wetenschappelijk onderzoek voor TKI ISPT:*

- duurzame scheidingstechnologie;
- proces intensivering;
- biomassa en productie van brandstoffen en chemicaliën;
- processysteem engineering.

#### Gas

Het TKI Gas is enthousiast over de verbinding van het onderdeel Power2Gas met het NWO-programma 'CO<sub>2</sub>-neutral fuels' en hoopt deze te versterken – opslag van wind- of elektrische energie in chemische bindingen is voor de Nederlandse gasindustrie een zeer aantrekkelijk thema. Men acht dit onderwerp van belang in relatie tot de integratie van het energiesysteem.

Inzet van biomassa bij de productie van gas is een belangrijk thema. Op dit moment is er veel innovatie rondom vergisting van biomassa. Vaak gaat het hierbij om praktische optimalisaties, in een aantal gevallen om fundamentele vraagstukken over de inzet en omzetting van biomassa via deze technologie. Op langere termijn is vergassing van biomassa een kansrijke optie. Hierbij zijn majeure technologische ontwikkelingen te voorzien, die de economische aantrekkelijkheid van deze optie wezenlijk kunnen versterken. Zeker vanwege de combinatie van de agrarische sector, logistiek en energie liggen hier voor Nederland bijzondere kansen. Men zoekt hier sterkere samenwerking met BBE.

In verband met programmalijn 'Upstream' en gebruik van kleine gasvelden wordt het belang van de geowetenschappen benadrukt – er wordt veel in Nederland met de ondergrond gedaan, maar het onderzoek op dit gebied is enigszins verwaarloosd of opgedroogd. Ook in verband met Carbon Capture and Storage (CCS) wordt het belang benadrukt van investeren in de geowetenschappen en in maatschappijgericht onderzoek rond winning en gebruik. Ook als CCS niet echt van de grond komt, is investeren in afvang van CO<sub>2</sub> van belang, bijvoorbeeld om *carbon capture and usage* (CCU) mogelijk te maken.

*Belangrijke aanknopingspunten voor wetenschappelijk onderzoek voor TKI Gas:*

- integratie van energiesysteem onder invloed van toenemende toepassing van duurzame energie, teneinde een energiesysteem (transport en opslag) met efficiënte kosten te realiseren en daarbij ook specifieke aandacht voor de opslag van energie in chemische bindingen;
- vergassing van biomassa;
- geowetenschap (gericht op *Upstream*, schaliegas, kleine gasvelden en CCS);
- maatschappelijke vraagstukken rondom winning, gebruik en opslag van (aard)gas.

#### Smart grids

TKI Smart grids is meer dan enig ander een thema in opkomst; er is nog weinig gevestigde industrie, maar veel potentie voor zowel bedrijven als onderzoekers. Daarnaast zijn er belangrijke raakvlakken met de TKI's EnerGO en de Zon. het TKI Smart Grids is positief over de recente NWO-programma's 'Smart Energy Systems' en 'Uncertainty Reduction in Smart Energy Systems' (call in 2013) en het feit dat in het laatste programma de maatschappijwetenschappelijke vragen rond de energietransitie ook ruimte krijgen. Smart Grids ziet ruimte voor meerdere vervolprogramma's langs vergelijkbare lijnen, met dan specifiek aandacht voor de speerpunten energiemangement en systeemintegratie, *security by design*, regelgeving en de sociale component, en vragen rond decentrale energievoorziening en het functioneren van de (toekomstige) energiemarkt.

*Belangrijke aanknopingspunten voor wetenschappelijk onderzoek voor TKI Smart grids:*

- *Smart Energy Systems* (voortbouwend op SES-programma van NWO);
- energiemangement en systeemintegratie;

- (maatschappelijke) vraagstukken rondom decentrale energievoorziening en het functioneren van de energiemarkt.

#### Energiebesparing in de Gebouwde Omgeving

Energie in de gebouwde omgeving is een onderwerp waar het bedrijfsleven in het algemeen nog weinig ervaring heeft met samenwerking met de wetenschap. Om te verkennen welke thema's voor fundamenteel onderzoek wetenschappelijk uitdagend en van groot belang zijn voor de energietransitie in de gebouwde omgeving hebben NWO en TNO op 20 maart 2013 een workshop georganiseerd met circa dertig hoogleraren. Hoewel nadere uitwerking van de thema's nog nodig is, was de conclusie van de bijeenkomst dat er goede mogelijkheden voor gezamenlijke initiatieven liggen op het gebied van efficiënte stille compacte conversie, compacte thermochemische opslag, en slimme *control systems*. Daarnaast speelt in deze TKI, vanwege de relatie met warmte-koude-opslag in de bodem, ook de behoefte aan een sterkere kennisbasis en samenwerking met geowetenschappers.

#### *Belangrijke aanknopingspunten voor wetenschappelijk onderzoek voor TKI EnerGO:*

- materiaalonderzoek: materialen voor efficiënte stille warmtepompen zoals magnetocalorische materialen; stabiele niet-corrosieve materialen voor (thermochemische) warmteopslag met hoge energiedichtheid (compact) bij lage tot middentemperatuur, bijvoorbeeld door encapsulatie, nieuwe materialen zoals MOF, materialen en nanostructuren met bijzondere warmtegeleidende eigenschappen voor optimale warmteuitwisseling tussen media en efficiënt warmtetransport in apparaten, coatings voor adaptieve (stralingsbalans) gebouwschil;
- modelontwikkeling: *multiscale* modelering en *multiphysics* benadering voor een fundamenteel begrip van gedrag van thermochemische materialen op basis van thermodynamische eigenschappen, oppervlakte eigenschappen en kinetiek op verschillend schaalniveau; *microfluidics* voor beter begrip van stroming bij miniaturisatie van warmtepompen;
- informatica: intelligente, zelflerende systemen voor optimale regeling van verschillende systemen in de grote variëteit aan gebouwen en verschillende, veranderende gebruikers/gebruik;
- geowetenschappen in relatie tot warmte-koude-opslag: bijvoorbeeld wederzijdse beïnvloeding van WKO-bronnen en mogelijke cross-contaminatie en temperatuureffecten op grondwater en ondergrond.

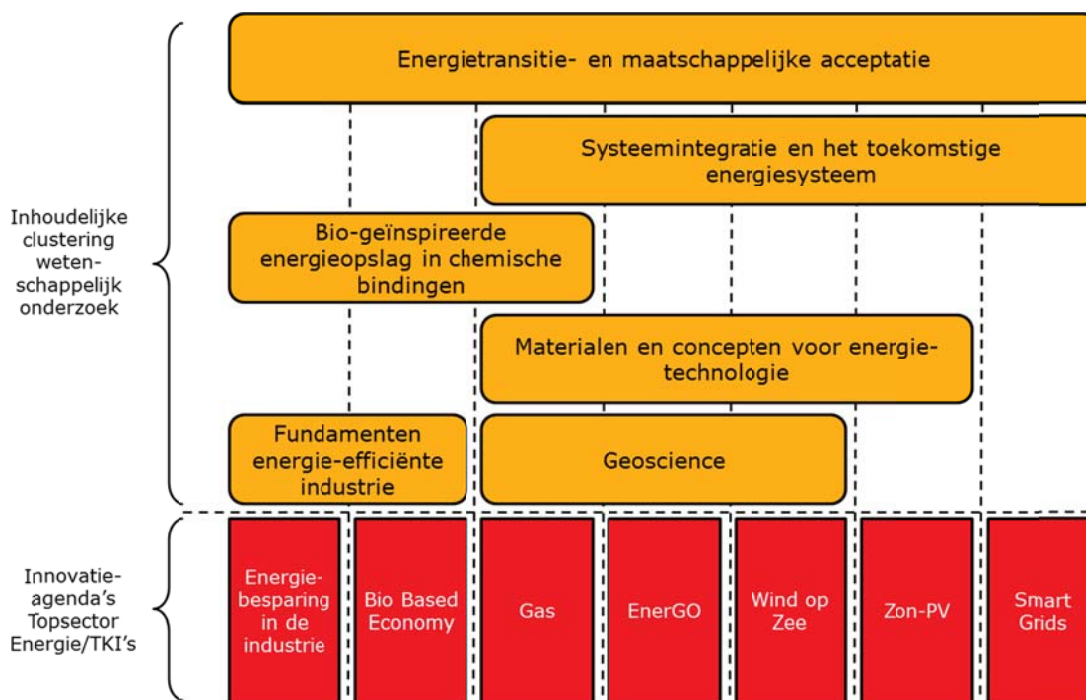
## **2.2 Vertaling aanknopingspunten naar onderzoeksclusters**

In bovengenoemde opsomming van aanknopingspunten worden enerzijds onderzoeksvragen opgeworpen die specifiek gekoppeld zijn aan één van de zeven innovatieagenda's van de TKI's. Anderzijds worden meer generieke vragen (bijvoorbeeld maatschappelijke acceptatie, systeemintegratie) opgeworpen, waarvan de resultaten van het onderzoek *enabling* zijn voor het succes van de hele sector. De TKI's hebben in de gesprekken aangegeven dat NWO juist op deze TKI-doorsnijdende en topsectorbrede onderwerpen een belangrijke rol kan vervullen door de ontwikkeling van thematische programma's. Om een goede balans te kunnen bewaren tussen de specifieke (TKI) en generieke (topsector) onderwerpen, zijn de verschillende onderwerpen die door de TKI's zijn aangedragen gegroepeerd in logische clusters die de kern zullen vormen van de inzet van NWO voor de Topsector Energie. In de meeste gevallen hebben deze clusters raakvlakken met meerdere wetenschapsdisciplines binnen NWO. Dit is in figuur 3 weergegeven en wordt vervolgens nader toegelicht.

#### Energietransitie en maatschappelijke acceptatie

Energietransitie en maatschappelijke acceptatie wordt door vrijwel alle TKI's als een belangrijk thema aangewezen. Maatschappelijke acceptatie is een belangrijke *enabler* voor het (economische) succes van de energiesector als geheel. Zowel maatschappij- en gedragswetenschappelijke als ethische vragen betreffende de acceptatie van andere systemen, technologieën en werkwijzen, als vragen wat betreft regelgeving, internationalisering, et cetera spelen hier een belangrijke rol.

Doel is met het topsectorbrede NWO-programma Maatschappelijk Verantwoord Innoveren (NWO-MVI) door te gaan op het vlak van energie – de vraagstellingen wat te verbreden van ethiek naar ook maatschappij- en gedragswetenschappen. Bovendien zal dit in nauwe inhoudelijke samenhang gebeuren met het sociale innovatieprogramma Samenwerking Topsector Energie is Maatschappij (STEM) dat in 2013 via AgentschapNL voor de Topsector Energie werd gerealiseerd. De eerste stappen hiervoor zijn reeds gezet.



Figuur 3. De aanknopingspunten van het wetenschappelijk onderzoek met de innovatieagenda's van de TKI's kunnen inhoudelijk worden gegroepeerd in samenhangende clusters.

#### Systeemintegratie en het toekomstige energiesysteem

Systeemintegratie en het toekomstige energiesysteem verwijst naar een zeer brede en multidisciplinaire thematiek van waaruit allerlei fundamentele vragen kunnen worden gesteld rondom het toekomstige 'slimme' energiesysteem met decentrale opwekking van energie (wind, zon, ...) en waarin gas een belangrijke rol als opslagmedium voor energie heeft (systeemfunctie van gas). Dit thema staat centraal bij het TKI Smart grids en heeft sterke raakvlakken met de TKI's Wind op Zee, Zon en EnerGO. Vanuit het TKI Gas (via programmalijs 'Systeemfunctie van gas') wordt voor dit thema inmiddels verbinding gezocht met de andere TKI's. Dit onderwerp heeft samenhang met het onderwerp 'Energietransitie en maatschappelijke acceptatie', maar de nadruk ligt hier op het systeem.

De verwachting is dat vanuit de wetenschap grote waarde kan worden toegevoegd door dit TKI-doorsnijdende onderwerp op te pakken. Rijke wetenschappelijke vraagstellingen zijn mogelijk – zowel op gebied van informatietechnologie, modelmatige optimalisatie van vraag en aanbod, bèta-technisch onderzoek naar gas als energieopslagmedium, maar juist ook op sociaal-economisch en juridisch vlak.

Het idee is een thematisch programma te formuleren via gezamenlijke programmering, met de genoemde TKI's en wetenschappers uit relevante disciplines (complementair aan de systeemstudie die enkele TKI's al in samenwerking opzetten). Mede op aandringen van de TKI's wil NWO hierbij het voortouw nemen. Omdat dit onderwerp TKI-overstijgend is vragen we het Topteam Energie hiervoor aandacht en cofinanciering bij de belangrijke private actoren in de energiesector – bijvoorbeeld via de Regiegroep Energie.

#### Bio-geïnspireerde energieopslag in chemische bindingen

De lange termijn doelstellingen om a) in de energieketen een cross-over van biomassa naar biomassa-vrije systemen te bewerkstelligen, b) een robuust en flexibel opslagmedium/mechanisme voor energie in chemische bindingen te hebben en c) te streven naar CO<sub>2</sub>-neutrale energieketen, definiëren een brede onderzoek thematiek die binnen de Topsector Energie en de Topsector Chemie/TKI-NCI met name gekoppeld is aan de innovatieagenda's van TKI-BBE en TKI-Gas. De kern van dit programma richt zich op het bio-geïnspireerd opslaan van (duurzame) energie in chemische bindingen en platformmoleculen voor de productie van brandstoffen en hoogwaardige chemicaliën. Dit onderwerp ligt in het overlappende gebied tussen Topsector Chemie en Topsector Energie. De reeds lopende NWO-programma's 'CO<sub>2</sub>-neutral fuels' en 'Towards Biosolar Cells' zijn hiermee nauw verweven. Het voorstel is voort te bouwen op dit onderzoek en via TKI-BBE, TKI-NCI en TKI-Gas in de periode 2014-2015 tot een zinvol 'cross-over' programma te komen. NWO-CW zal hierbij het voortouw nemen.



### Materialen en concepten voor nieuwe energietechnologie

Materialen en concepten voor nieuwe energietechnologie is een cruciaal overkoepelend cluster waarin veelal onderwerpen zijn ondergebracht gebaseerd op specifieke vragen van TKI's. De onderwerpen binnen dit cluster hebben allen specifieke interesse vanuit één TKI - maar onderling weinig samenhang. Dit cluster is nauw verbonden met innovatielijnen en technologieën die ook zijn belegd in topsectoren als Chemie en HTSM.

Binnen dit cluster vallen onder meer:

- fotovoltaïsche materialen en light management concepten (TKI Zon);
- nieuwe materialen voor energieopslag en conversie, isolatie of koeling (TKI EnerGO);
- materiaalbelasting windmolens op zee (degeneratie en falen t.g.v. mechanische, thermische, chemische en elektrische belasting) (TKI Wind op Zee);
- materialen en concepten in relatie tot CCU/CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen (TKI's Gas, BBE, ISPT);
- concepten voor vergassing van biomassa (TKI gas).

Voor de inhoudelijke uitwerking van deze onderwerpen zijn in sommige gevallen al stappen gezet met de TKI's (bijvoorbeeld voor Zon en EnerGO). Voor andere onderwerpen zal in afstemming met het TKI nog moeten worden gekeken waar de fundamentele wetenschap een bijdrage aan de innovatieagenda kan leveren (bijvoorbeeld voor TKI Wind op Zee).

Doel is in de periode 2014-2015 voor een aantal onderwerpen binnen dit cluster een wetenschappelijk programma (in PPS) te realiseren. Bij de formulering van de programmavoorstellen wordt verwacht dat de TKI's een schakelende rol spelen en de verbinding vormen tussen vragende bedrijven en de betrokken wetenschappelijke groepen. NWO kan hierin namens de wetenschappers een faciliterende rol oppakken. Onderzoeksvoorstellen kunnen worden geclusterd in een brede *call* en in onderlinge competitie worden beoordeeld (bijvoorbeeld Perspectief programma van STW), maar ook specifiek worden opgepakt in de vorm van een Industrial Partnership Programme van FOM.

### Geoscience

Geoscience is een thema dat naar voren komt bij TKI Gas (zowel schaliegas als CCS), TKI EnerGO in verband met WKO als bij TKI Wind op Zee (interactie tussen ondergrond en constructie met het oog op de funderingen van windturbines). Naast deze specifieke interesse in aardwetenschappelijk onderzoek gemotiveerd vanuit de Topsector Energie bestaat er in Nederland generiek de wens om de geowetenschappen in de breedte te versterken:

- de aanbevelingen van de KNAW Raad voor de Aard- en Levenswetenschappen van 2011 in het rapport 'Agenda 2012 – Visie op Aardwetenschappelijk Onderzoeksveld' worden thans geconcretiseerd in een uitvoeringsplan dat een commissie onder auspiciën van OCW voorbereidt. Naar verwachting liggen hier directe aanknopingspunten voor onder meer het geofysisch onderzoek en bovengenoemde energieonderwerpen;
- het ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft een kennisprogramma 'Bodem en Ondergrond' in ontwikkeling (beoogde omvang M€ 40, inclusief M€ 20 private cofinanciering). De aansluiting van dit programma bij de Topsector Energie en het NWO-thema lijkt vooralsnog gering.

Het themabestuur stelt voor met de geïnteresseerde TKI's van de Topsector Energie de mogelijkheden en meerwaarde van aardwetenschappelijke programma's met energiefocus te verkennen, in connectie met bovengenoemde initiatieven. Bij voldoende animo vanuit de Topsector Energie/TKI's zal NWO daarin het voortouw nemen. Hieruit zal ook naar voren moeten komen hoe een ondersteunend programma voor de Topsector Energie het beste vorm gegeven kan worden – in relatie tot de expertise die TNO heeft op het gebied van de geowetenschappen. Terzijde zij opgemerkt dat het thema *geoscience* ook van belang is voor het klimaatprobleem.

### Fundamenten voor een energie-efficiënte industrie

Fundamenten voor een energie-efficiënte industrie betreffen met name de onderwerpen uit de proces-technologie en de *biobased economy*. Hier bestaat tevens grote overlap met de Topsector Chemie/TKI NCI. Specifieke wetenschappelijke afbakening valt nader uit te werken met TKI's ISPT, BBE en met NWO. In de Topsector Chemie wordt voortzetting van het Fonds NCI voorzien, waarbinnen in verschillende vormen van PPS-voorstellen voor programma's/projecten kunnen worden ingediend.

Het voorstel voor de Topsector Energie is in eerste instantie twee bestaande plannen te realiseren:

1. IPP: 'Heat, Mass Transport and Phase Transition in Dense Bubbly Flows'. Partners: AkzoNobel, DSM, Sabic, Shell Global Solutions en, onder voorbehoud, Tata Steel

2. IPP: 'vervolg Dispersed multiphase flows'; Zal in 2014 worden uitgewerkt. Partners: ISPT  
Uitvoering van beide programma's ligt bij FOM.

### 2.3 Onderhouden kennisbasis: ontwikkeling van wetenschappelijk talent

NWO heeft een belangrijke rol in het opbouwen en onderhouden van wetenschappelijk talent en vervult deze rol onder meer via de talentprogramma's (zoals de vernieuwingsimpuls met de subsidies Veni, Vidi en Vici). Nederland is gebaat bij het stimuleren van jong wetenschappelijk talent: dit resulteert onder meer in een goede fundamentele kennisbasis voor de innovatieagenda's van de topsectoren.

Talentprogramma's bieden een generieke en op de lange termijn gerichte ondersteuning vanuit de wetenschap voor het innovatiesysteem in Nederland.

Specifiek voor de Topsector Energie wil NWO, waar mogelijk, via het thema Duurzame Energie een verbinding leggen met de Human Capital Agenda (HCA). Hiervoor bestaan de volgende ideeën:

- verbreding van het Young Energy Scientists fellowships programma (YES!). Deze prestigieuze beurzen geven pas gepromoveerde onderzoekers de gelegenheid drie jaar kennis en ervaring op te doen op energieonderwerpen aan een buitenlands topinstituut gevolgd door een vierde jaar in Nederland. Dit talentprogramma heeft tot doel wetenschappelijk talent in Nederland op te bouwen specifiek op het gebied van energieonderzoek. Het YES!-fellowships programma richt zich nu op onderzoekers uit de fysica, maar leent zich ervoor uitgebreid te worden naar een breder terrein;
- jaarlijkse NWO-workshop 'Science for energy innovation' – naar idee van de succesvolle workshops 'Mathematics with industry' en 'Physics with Industry'. Jonge wetenschappers werken een week lang samen aan relevante (concrete) vraagstelling aangedragen door bedrijven (of TKI's) op het gebied van energie-innovatie;
- 'Scientists for Energy Programme': gericht op toponderzoekers aan Nederlandse universiteiten die een nieuwe onderzoeksrichting op energiegebied willen opzetten. Financiële steun voor de graduele opbouw van een onderzoekslijn, inhoudelijk gekoppeld aan een TKI;
- het NWO-thema kan een vertalende rol spelen richting het praktijkgerichte HBO-onderzoek dat deels via NWO zal worden gefinancierd;
- Shell heeft, in samenwerking met FOM, het initiatief genomen tot de oprichting van het Netherlands Innovation Accelerator Fund (NIAF). Dit initiatief is ook opgenomen in het *nationale energieakkoord voor duurzame groei*. De essentie van dit fonds is dat bedrijven geld inleggen, en door middel van *calls* onderzoekers uitnodigen om met voorstellen te komen om in te spelen op de specifieke door elk bedrijf geformuleerde uitdagingen. Daarnaast wordt een kleiner deel van de middelen gebruikt voor voorstellen uit het wetenschappelijk veld, die niet noodzakelijk inspelen op de bedrijfsuitdagingen. De bedrijven selecteren zelf de uit te voeren projecten uit de ingediende voorstellen en blijven deze intensief volgen. Onder leiding van een werkgroep wordt dit plan in het najaar van 2013 uitgewerkt met als doel om in 2014 een proef te starten. Het themabestuur Duurzame Energie wil dit initiatief, dat nieuwe impulsen geeft aan de publiek-private samenwerking, binnen de Topsector Energie bevorderen door cofinanciering ter beschikking te stellen voor promotie- en postdocaanstellingen via het NIAF.

### 2.4 Europese samenwerking

OCW, EZ en NWO hebben in de zomer van 2013 via de NWO-propositie een budget van M€ 25 beschikbaar gesteld voor Nederlandse deelname aan Europese programma's. Concrete voorstellen vanuit de Topsector Energie rondom Europese programma's op het gebied van Bioenergie, Smart Grids en Zon hebben budget toegekend gekregen en zijn in de propositie opgenomen

### 2.5 Overige initiatieven

Het waarnemend boegbeeld van de Topsector Energie (Nabuurs) heeft de trekker van NWO gesuggerend de mogelijkheden te verkennen om een commissie of groep in te stellen die adviseert over de portfolio van NWO voor de Topsector Energie en die toeziet op de implementatie van de spelregelaafspraken, naar voorbeeld van een vergelijkbare commissie bij de topsector Chemie. NWO is in principe positief over dit idee en zal de mogelijkheden en contouren van een dergelijke adviescommissie in 2014 nader verkennen, in afstemming met het topteam en relevante externe partners (bedrijfsleven, kennisinstellingen, ECN, TNO). Om goed in te kunnen spelen op Europese Horizon2020 programma's ligt afstemming met de Netherlands Energy Research Alliance (NERA) ook voor de hand.

De TKI Wind op Zee heeft aangegeven voordeel te zien in een meer gecoördineerde aanpak van studies van ontwerpprincipes van windmolenparken, en heeft het NWO-instituut CWI (Centrum voor Wiskunde en Informatica) in dit verband genoemd. De betrokken onderzoekers van het CWI wordt gevraagd hierin een rol te spelen.

DIFFER zal najaar 2013 de invulling geven aan de stimulerende rol die het hoopt te spelen bij het bevorderen van een nationale onderzoeksgemeenschap op het gebied van funderend energieonderzoek. Er is onlangs iemand bij DIFFER aangetrokken om dit krachtig op te pakken.

### 3. Nieuwe programma's en onderzoekslijnen in 2014-2015

In de periode 2014 – 2015 Zal NWO een in samenwerking met de TKI's een aantal wetenschappelijke programma's (in PPS) ontwikkelen waarbij de in hoofdstuk 2 beschreven clustering als leidraad fungeert. Daarbij gaan we ervanuit dat de TKI's zich inspannen om via hun netwerk private partijen te betrekken voor de uitwerking van de onderzoekskaders en cofinanciering van de programma's. Het totale NWO-budget 2014-2015 beschikbaar voor programma's in PPS voor de Topsector Energie bedraagt M€ 21,7. Zoals nationaal overeengekomen in de 'spelregels' voor bijdrage aan de topsectoren vanuit het fundamentele onderzoek, zal NWO ook een bijdrage aan de Topsector Energie leveren als onderdeel van de M€ 175 voor publiek-private programmering (PPP). Naar verwachting zal de PPP-bijdrage aan de Topsector Energie voor de periode 2014-2015 in totaal M€ 14,4 bedragen. Het voorstel wordt in onderstaande tabel samengevat; in hoofdstuk 4 worden de contouren van de voorgestelde invulling van de clusters nader uitgewerkt.

Inhoudelijk cluster	Acties	In samenwerking met	Bijdrage NWO aan TS energie (M€)	Bijdrage via andere propositie onderdelen	Lead bij uitwerking	Betrokken NWO-instituut
Energietransitie en maatschappelijke acceptatie	Verbreden NWO-MVI en inhoudelijk afSTEMmen	Alle TKI's	1,4	Tevens bijdrage uit SIA: M€ 0,7	NWO-GW	
Systeemintegratie en het toekomstige energiesysteem	Thematisch programma ontwikkelen	SG, Gas, Zon, Wind, EnerGO	3,2		NWO-EW	CWI
Biogeïnspireerde energieopslag in chemische bindingen	Thematisch programma ontwikkelen	BBE, Gas, TS Chemie/TKI-NCI	1,5	Tevens bijdrage uit Chemie: M€ 1,5	NWO-CW	DIFFER
Biogeïnspireerde energieopslag in chemische bindingen	Versterking PPS via DIFFER	BBE, Gas	0,97			DIFFER
Materialen en concepten voor nieuwe energietechnologie	- specifieke voorstellen (PPS) in competitie - FOM-IPP en STW Perspectief	Zon, WoZ, EnerGO	6,0		TKI's i.s.m. STW/ FOM	AMOLF, DIFFER
Fundamentele energie-efficiënte industrie	Specifieke voorstellen (PPS) uitwerken	ISPT, TS Chemie	2,5		FOM	
Geoscience	Meerwaarde voor energie bepalen in samenhang diverse initiatieven	Gas, EnerGO, Wind	1,0		ALW	
Netherlands Innovation Accelerator Fund (NIAF)		Alle TKI's	1,2		FOM	
EU-cofinanciering NL deelname EU programma's	Eranetten	BBE, Zon, Smart Grids	4,0			
NWO-bijdrage in Publiek private programmering (PPP)	(geen PPS)		14,3			
Bijdrage uit talentontwikkeling en het vrije onderzoek	Talent, Veni, Vidi, Vici – wordt achteraf bepaald.		PM			
			<b>36,1</b>	<b>2,2</b>		

*Tabel 1. NWO-budgetten voor inzet in de Topsector Energie. De private bijdrage in de voorgestelde programma's moet nader worden vastgesteld.*

Helaas ziet NWO met de huidige middelen op dit moment geen kans om op de talentlijnen 'Young Energy Scientists!' en 'Scientists for Energy Programme' in te zetten.

## 4. Contouren van nadere uitwerking en concretisering binnen NWO

### 4.1 Bijdrage aan de Topsector Energie via publiek-private samenwerking

Bij de uitwerking van de activiteiten is de NWO-thematrekker aanspreekpunt, intern zal NWO voor elk inhoudelijk cluster een projectleider (binnen de NWO-koepel) benoemen, die zal worden belast met de realisatie van dat onderdeel van de propositie. Uitgangspunt hierbij is alle relevante NWO-gebieden zo veel mogelijk bij de verschillende programmaonderdelen te betrekken, en de verantwoordelijkheid voor de uitrol van de onderdelen te beleggen bij de meest betrokken NWO-gebieden. Dit bevordert ook de betrokkenheid bij het energithema van de gehele NWO-organisatie en van alle relevante wetenschapsgebieden. De projectleiders rapporteren over de uitwerking en uitvoering van hun programmaonderdeel aan het themabestuur dat toeziet op de voortgang van de trajecten. Met regelmaat wordt door de NWO-thematrekker over de voortgang gerapporteerd aan het Topteam Energie.

Zoals in figuur 1 is aangegeven fungeert het themabestuur Duurzame Energie als schakel of makelaar tussen de TKI's en de NWO-gebieden en disciplines. Binnen NWO zijn de gebieden de uitvoerende organisaties. Hieronder volgt per cluster een voorstel voor de programmatische invulling van de propositie. Uitgangspunt hierbij is steeds zo veel mogelijk te bouwen op de inzet van het voor een thema of cluster meest geëigende gebied en instrument.

#### Energietransitie en maatschappelijke acceptatie

Dit betreft een voortzetting en uitbouw van het programma Maatschappelijk Verantwoord Innoveren - specifiek voor energie gerelateerde innovaties. Het themabestuur stelt voor M€ 1,4 uit de door het Algemeen Bestuur (AB) van NWO voor Topsector Energie toegekende middelen beschikbaar te stellen. De NWO-gebieden Geesteswetenschappen (GW) en Maatschappij en Gedragwetenschappen (MaGW) hebben gezamenlijk een bedrag van M€ 0,7 voor dit programma gereserveerd (deze bijdrage loopt via Sociale Infrastructuur Agenda). Aandachtspunten:

- in de periode 2014-2015 één of twee ronden MVI – daarbij wordt samen met de TKI's een private bijdrage op projectniveau gezocht;
- verzoek is de *scope* te verbreden naar ook maatschappij- en gedragwetenschappelijk terrein (zoals bijvoorbeeld koppeling aan de sociale innovatie agenda) – deze verbreding wordt door GW en MaGW gezamenlijk vorm gegeven;
- het Topteam Energie heeft gevraagd via AgentschapNL inhoudelijke afstemming te zoeken tussen MVI/energie en het sociale innovatie programma STEM;
- uitvoering van dit programma ligt bij NWO-gebieden GW en MaGW. Penvoeder is NWO-GW dat MVI gestart is.

#### Systeemintegratie en het toekomstige energiesysteem

Het themabestuur stelt voor dit onderwerp op te pakken door een breed multidisciplinair thematisch programma op te stellen. Omdat dit onderwerp relatief nieuw is voor het onderzoeksveld, maar cruciaal voor meerdere TKI's met elk een eigen accent, is het nodig de juiste onderzoeksvragen nader uit te diepen en af te bakenen; een *joint programming* aanpak met een brede groep stakeholders lijkt daartoe het meest geschikt. Het themabestuur stelt voor M€ 2,0 uit de AB-middelen voor Topsector Energie beschikbaar te stellen. Het gebied Exacte Wetenschappen (EW) heeft een bijdrage van M€ 1,0 en MaGW een bedrag M€ 0,2 voor dit themaprogramma gereserveerd.

Aandachtspunten:

- ontwikkeling van een onderzoekskader/vraagstelling (in afstemming met TKI's Switch2smartgrids, Gas, Zon, EnerGO, Wind op Zee) complementair en parallel aan lopende cross-sectorale initiatieven;
- breng diverse wetenschappelijke disciplines bijeen om wetenschappelijk gehalte van het onderzoekskader te behouden;
- private cofinanciering verkrijgen via 'grote' bedrijven binnen de topsector. NWO verzoekt de TKI-trekkers en het topteam hierbij te helpen;

- in 2014-2015 een *call* opzetten binnen het onderzoekskader;
- het themabestuur verzoekt het NWO-instituut CWI (Centrum voor Wiskunde en Informatica) bij de programmering te betrekken, aangezien verschillende onderzoeksvragen nauw bij het onderzoeksportfolio van dit instituut aansluiten;
- uitvoering in nauwe afstemming met het thema Duurzame Energie. Penvoerder is EW.

#### Biogeïnspireerde energieopslag in chemische bindingen

Betreft programmering op het overlappende gebied van de Topsectoren Energie en Chemie. Het voorstel is voort te bouwen op de NWO-programma's 'CO<sub>2</sub>-neutral fuels' en 'Towards Biosolar Cells' en via TKI's BBE en Gas, in samenwerking met de Topsector Chemie/TKI-NCI, in de periode 2014-2015 tot een zinvol *cross-over* programma te komen. Het totale NWO-budget voor dit programma bedraagt M€ 3. Hiervan is M€ 0,5 afkomstig uit de AB-middelen voor Topsector Energie, M€ 0,5 uit middelen voor de Topsector Chemie. Daarnaast leggen FOM en het NWO-gebied Chemische Wetenschappen (CW) een bijdrage van M€ 1,0 in. De bijdrage vanuit de Chemie (totaal M€ 1,5) wordt toegerekend aan de Topsector Chemie.

#### Aandachtspunten:

- ontwikkeling van een onderzoekskader/vraagstelling (in afstemming met TKI's BBE, Gas, en NCI);
- vanwege de betrokkenheid van het gebied Aard- en Levenswetenschappen (ALW) bij het succesvolle programma 'Towards biosolar cells' wordt geadviseerd om mogelijke interesse van ALW nader te verkennen;
- het themabestuur verzoekt om private cofinanciering te betrekken via de TKI's;
- in het kader van de opbouw van een nieuwe onderzoekslijn binnen het NWO/FOM-instituut DIFFER en het eerdere NWO-programma 'CO<sub>2</sub>-neutral fuels' is zijn reeds belangrijke impulsen gegeven aan de samenwerking tussen chemie en fysica op dit gebied. Het themabestuur adviseert om via dit programma deze samenwerking verder te intensiveren. Mede hierom, en gezien het feit dat BBE ook onder de Topsector Chemie valt, beveelt het themabestuur aan het penvoerderschap bij CW te beleggen en DIFFER en FOM nauw bij de programmering te betrekken, en zo mogelijk ook ALW.

Daarnaast investeert FOM M€ 1,5 in een samenwerking tussen NWO/FOM-instituten DIFFER en AMOLF die zich richt op light management en materialen voor *solar fuels* (bijdrage aan PPP).

#### Materialen en concepten voor nieuwe energietechnologie

De onderwerpen binnen dit cluster hebben alle specifieke interesse vanuit één TKI - maar onderling minder samenhang. Om een zo goed mogelijke balans te vinden tussen de wensen van de TKI's en de verschillende NWO-instrumenten en -expertise wordt een aanpak langs twee sporen voorgesteld:

1. Inrichting van een compartiment voor Energie in het Perspectief instrument van STW. Binnen dit compartiment kunnen voostellen in competitie worden beoordeeld. Aandachtspunten:
  - themabestuur stelt voor M€ 2,0 uit de AB-middelen voor Topsector Energie beschikbaar te stellen. De Stichting Technische Wetenschappen (STW) geeft een bijdrage van M€ 2,0 in dit compartiment;
  - STW levert (als penvoerder van het Perspectief instrument) de toegezegde ondersteuning en adviezen aan consortia (bijvoorbeeld EnerGO, Wind op Zee) om te komen tot een geschikt onderzoeksvoorstel;
  - overeenkomstig de richtlijnen van het STW Perspectief programma wordt private cofinanciering bij onderzoeksvoorstellen verwacht.
2. FOM spant zich samen met het TKI Zon in te komen tot een IPP, specifiek ingericht op de behoefte en innovaties binnen het TKI Zon. Aandachtspunten:
  - het themabestuur stelt voor M€ 1 uit de AB-middelen voor de Topsector Energie beschikbaar te stellen. FOM geeft een bijdrage van M€ 1 aan dit programma;
  - private cofinanciering zo mogelijk betrekken via TKI. Een bijdrage van het TKI Zon wordt tevens gevraagd; gezien de beperkte mogelijkheden die de TKI-trekker ziet voor private cofinanciering beveelt het themabestuur aan een eventuele bijdrage van het TKI Zon voor het IPP te rekenen als externe cofinanciering.

#### Fundamenten voor een energie-efficiënte industrie

Betreft programmering op het overlappende gebied van de Topsectoren Energie en Chemie. Het voorstel is hier in eerste instantie twee bestaande plannen te realiseren:

1. 'Heat, Mass Transport and Phase Transition in Dense Bubbly Flows', een IPP-voorstel in samenwerking met AkzoNobel, DSM, Sabic, Shell Global Solutions en, onder voorbehoud, Tata Steel;
2. vervolg op het succesvolle 'Dispersed Multiphase Flow' programma.

Aandachtspunten:

- voor beide plannen heeft FOM het voortouw;
- voor het vervolg op 'Dispersed Multiphase Flow' verzoekt het themabestuur in de inhoudelijke uitwerking expliciet te richten op onderwerpen die relevant zijn met het oog op energiebesparing in de industrie;
- gezien de overlap met de Topsector Chemie zal afstemming plaatsvinden met deze topsector en het TKI ISPT. Deze ideeën zijn derhalve ook pro memori opgenomen in de propositie Chemie 2014-2015.

Het themabestuur stelt voor M€ 1,0 uit de AB-middelen voor Topsector Energie beschikbaar te stellen. FOM stelt een bijdrage van M€ 1,5 beschikbaar.

#### Geoscience

Het themabestuur stelt voor met de geïnteresseerde TKI's van de Topsector Energie de mogelijkheden en meerwaarde van aardwetenschappelijke programma's met energiefocus te verkennen. Bij voldoende animo vanuit de Topsector Energie/TKI's zal ALW daarin het voortouw nemen. Hieruit zal ook naar voren moeten komen hoe een ondersteunend programma voor de Topsector Energie het beste vorm gegeven kan worden – in relatie tot de expertise die TNO heeft op het gebied van *geoscience*. Het themabestuur stelt voor M€ 0,5 uit de AB-middelen voor de Topsector Energie beschikbaar te stellen voor zo'n programma. ALW heeft hiervoor M€ 0,5 heeft gereserveerd. Indien dit thema nader is uitgewerkt is het denkbaar dat andere gebieden ook bereid zijn te participeren.

#### Cofinanciering Europese samenwerking

De volgende initiatieven ontvangen via de NWO-propositie financiering:

- *ERAnet+ Smart Grids (Europese cofinanciering)* Het TKI Switch2SmartGrids wil verder invulling geven aan haar internationaliseringsagenda door deelname aan het ERA-net Plus Smart Grids (als opvolger van het bestaande ERA-net waarvan AgentschapNL namens Nederland lid is). Het doel is om te komen tot een internationale call die Nederlandse kennisinstellingen en bedrijven de kans geeft om zich internationaal te positioneren. Hierbij zijn onderwerpen als interoperabiliteit van Smart Grid standaarden en vorming van Europese markten van belang, en Europese overeenstemming hierover is cruciaal voor het ontsluiten van de Europese markt voor Nederlandse partijen. Budget: M€ 1,75
- *Eranet Bioenergy, BESTF2 (Europese cofinanciering)* Het ERANET Bioenergy richt zich op het ontwikkelen van schone en efficiënte bioraffinage en bioenergie technologieën en toepassingen. De biobased economy is een speerpunt in het Nederlands beleid voor de circulaire economie. Het gaat hierbij om het aanpakken van de 'grand challenges' van met name 'securing supplies of raw materials', 'securing energy supplies', 'materials- and energy-efficient processes'. In Nederland is het onderzoek georganiseerd via het TKI-BBE en worden de calls georganiseerd via AgentschapNL. AgentschapNL is samen met FNR uit Duitsland coördinator van ERANET Bioenergy en wordt hiervoor betaald door de partners in ERANET Bioenergy.  
Vanuit een consortium met diverse landen is het BESTF-voorstel opgesteld (BioEnergy Sustaining The Future). Vanuit dit voorstel is er in 2012 een call geopend voor voorstellen door onderzoekers en marktpartijen. Nederland doet mee aan BESTF2, dat momenteel gecontracteerd wordt. Het gaat om een bijdrage vanuit de EC voor een aantal samenwerkende Ministeries en Agentschappen uit Duitsland, UK, Zweden, Finland, Spanje, en Zwitserland. Totaal komt er vanuit de overheden ongeveer M€ 30 voor een gezamenlijk R&D programma beschikbaar, waarvan de EU M€ 10 voor haar rekening neemt (een top-up van 50% bovenop de bijdrage van de lidstaten). Budget: M€ 1,75
- *Eranet - Solar Europe Industry Initiative (Europese cofinanciering)* Deze aanvraag betreft de deelname van (partijen in) de TKI Solar Energy aan de ERA-NET joint calls in het kader van het Solar Europe Industry Initiative (SEII). Het SEII is de Europa-brede samenwerking van bedrijven, kennisinstellingen en andere stakeholdergroepen op het gebied van zonne-energie in het kader van FP7/H2020 en het SET-Plan, ter realisatie van de duurzame-energiedoelstellingen voor 2020 en daarna. In alle projecten onder de SEII ERA-NET joint call wordt nauw samengewerkt door bedrijven en kennisinstellingen waarbij het totale projectbudget voor minimaal 40% door private partijen wordt gefinancierd. Budget: M€ 0,5

#### 4.2 Publiek-private programmering voor de Topsector Energie

Zoals nationaal overeengekomen in de 'spelregels' voor bijdrage aan de topsectoren vanuit het fundamentele onderzoek, zal NWO ook een bijdrage aan de Topsector Energie leveren als onderdeel van de M€ 175 voor publiek-private programmering (PPP). Naar verwachting zal de PPP-bijdrage aan de Topsector Energie voor de periode 2014-2015 in totaal M€ 14,4 bedragen.

Hieronder vallen voor 2014-2015:

- *Missiebudget FOM-instituut DIFFER* (energieopslag in chemische bindingen/solar fuels)  
Een missiebudget is de basisfinanciering van een FOM/NWO-instituut. Activiteiten van een instituut kunnen binnen verschillende (of geen) topsector vallen. Het toerekenen van missiebudgetten aan topsectoren is volgens de voor dat instituut geldende verhoudingen berekend. Voor DIFFER komt dit uit op 50% Topsector Energie en 50% Topsector HTSM. Budget NWO: M€ 5,6
- *Missiebudget FOM-instituut AMOLF* (PV onderzoek)  
Een missiebudget is de basisfinanciering van een FOM/NWO-instituut. Activiteiten van een instituut kunnen binnen verschillende (of geen) topsector vallen. Het toerekenen van missiebudgetten aan topsectoren is volgens de voor dat instituut geldende verhoudingen berekend. Voor AMOLF komt dit uit op 25% voor Energie. Budget NWO: M€ 3,6
- *Samenwerking instituten AMOLF en DIFFER* (light management en materialen voor solar fuels)  
FOM investeert in 2014 M€ 1,5 in een samenwerking tussen instituten DIFFER en AMOLF die zich richt op light management en materialen voor solar fuels. Het beoogde onderzoek sluit goed aan op het onderzoek in het cluster 'bio-geïnspireerde energieopslag in chemische bindingen' (zie PPS) enerzijds en op het onderzoek van het TKI-Zon anderzijds.
- *Missiebudget NWO-instituut Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI)*  
Het deel van het CWI-budget dat jaarlijks (M€ 1,1) wordt uitgegeven aan onderzoek op het gebied van onder meer Smart Grids en Wind. Budget NWO: M€ 2,2
- *JSTP-programma 'Smart Energy in Smart Cities'*  
Internationale call in samenwerking met Chinese medewerkers. Budget NWO: M€ 1,45

## Bijlage I

### Concrete NWO-programma's en initiatieven 2012-2013 voor de Topsector Energie

De volgende voor de Topsector Energie relevante initiatieven in 2012 en 2013 zijn in gang gezet of gestart:

#### BioBased Economy

BioBased Economy is een topsectordoorsnijdend thema, dat ook raakvlakken heeft met bijvoorbeeld de Topsectoren Chemie en AgriFood.

- Binnen de Topsector AgriFood loopt het NWO-programma Meer met minder, in totaal M€ 2, waarbij de toekenningen in juli 2013 verwacht worden;
- Binnen het TKI Nieuwe Chemische Innovaties (NCI) van de Topsector Chemie zijn in het programma Technology Area Biomass, gericht op onderzoek naar de omzetting van biomassa in duurzame brandstoffen, chemicaliën en energie, in 2012 vijf projecten gehonoreerd, in totaal M€ 3, waarvan een derde door het bedrijfsleven gefinancierd;
- Binnen het TKI NCI zijn in het Partnershipprogramma A novel Platform Technology for the Conversion of Waste Biomass to renewable bioproducts in 2013 vijf projecten gehonoreerd, in totaal M€ 3, waarvan de helft door Paques gefinancierd;
- Binnen de Topsector Chemie loopt een *call* van NWO in een internationaal samenwerkingsprogramma op het gebied van *biobased economy* met Brazilië (Fapesp). Binnenkort komt er ook nog een *call* met Brazilië (Cnpq). In totaal gaat het om ruim M€ 3 aan projecten en een vergelijkbaar budget aan Braziliaanse zijde;
- Binnen het Fonds Nieuwe Chemische Innovaties zijn nog tot 1 oktober 2013 mogelijkheden voor het indienen van PPS-programma's op het gebied van Chemie, inclusief BBE.

#### Zon

- De in 2011 toegekende FOM-focusgroepen – een gefocuseerd tienjarig programma – 'Light management in new photovoltaic materials' (FOM-AMOLF) en 'Next generation organic photovoltaics' (RUG) zijn succesvol van start gegaan en versterken het fundamenteel onderzoek binnen de TKI Zon;
- Najaar 2013 start een onderzoeksgroep van DIFFER op het gebied van membranen binnen het Tilburgse lab van Fujifilm, naar het model van de PPS met Philips door middel van een onderzoeksgroep van het FOM-instituut AMOLF bij Philips Research. Deze vorm van PPS is een primeur op wereldschaal voor het Japanse Fujifilm, en versterkt het onderzoek binnen de TKI's Zonne-energie en Gas (Power2Gas);
- Op gebied van de TKI Zon wordt de samenwerking van het FOM-instituut AMOLF met ECN geïntensiveerd, zowel in het kader van de aanvraag 'Solar energy research laboratory for advanced silicon photovoltaics en de oprichting van het 'Silicon Competence Center' als door een deeltijd aanstelling van TKI-trekker Sinke bij AMOLF.

#### Wind op Zee

- Voorjaar 2012 heeft FOM een YES!-fellowship toegekend aan een jonge onderzoeker die op een gerenommeerd instituut in Baltimore onderzoek zal doen aan *highly intermittent turbulent flow in wind farms*. Deze Young Energy Scientist fellowships stellen uitmuntende jonge onderzoekers in staat zich eerst in een toonaangevende groep in het buitenland te bekwamen, om daarna in Nederland een nieuwe onderzoeksgroep op te bouwen;
- Eind 2012 is binnen NWO-programma Maatschappelijk verantwoord innoveren het project Maatschappelijke acceptatie van windmolens op zee opgestart. In dit programma financiert NWO wetenschappelijke onderzoeken die tot doel hebben de ethische en maatschappelijke aspecten van innovatietrajecten al aan de ontwerptafel een rol te laten spelen. Dit project wordt onder leiding van professor Künneke van de TU Delft uitgevoerd, in nauwe samenwerking met TKI Wind op Zee en de Nederlandse Wind Energie Associatie.'



### Energiebesparing in de industrie

- Het Industrial Partnership Programme 'Heat, Mass Transport and Phase Transition in Dense Bubbly Flows' – dat al in de propositie voor 2012-2013 is aangekondigd en relevant is voor de procestechologie en dus het TKI EBI, is in een ver stadium van ontwikkeling en hoopt eind 2013 van start te gaan;
- Het TKI Energiebesparing in de industrie is gelijk aan het TKI Procestechologie (ISPT) in de Topsector Chemie. Het TKI NCI en het TKI IPST werken samen aan de ontwikkeling van een Technology Area op het gebied van *Process Technology Fundamentals*, in totaal M€ 1,5 (circa vijf projecten), waarbij het bedrijfsleven van het consortium ISPT eenderde financiert;
- Binnen het Fonds Nieuwe Chemische Innovaties zijn nog tot 1 oktober 2013 mogelijkheden voor het indienen van PPS-programma's op het gebied van Chemie, inclusief procestechologische onderwerpen, ook in relatie tot energie.

### Gas

- November 2013 is een succesvolle workshop met zo'n zeventig wetenschappers en vertegenwoordigers vanuit het bedrijfsleven gehouden om te komen tot vaststelling van de onderzoeksthema's van het NWO-programma 'CO<sub>2</sub>-neutral fuels' waarvan de *call* in maart 2013 gepubliceerd werd. De totale omvang van dit programma is M€ 9, inclusief een bijdrage van Shell van M€ 2 en van Alliander van M€ 0,5. TKI Gas is reeds nauw aangesloten bij dit programma via Power2Gas; de trekker van TKI BBE wil ook de aansluiting met dit programma versterken;
- Het onderzoeksprogramma 'Solar fuels' van DIFFER start dit jaar in het kader van de nieuwe missie van het instituut. Deze onderzoekslijn is nauw vervlochten met het NWO-programma 'CO<sub>2</sub> neutral fuels'.

### Smart Grids

- Voorjaar 2013 heeft NWO de *call* 'Uncertainty Reduction in Smart Energy Systems' gepubliceerd, met steun van M€ 2 van Shell. Dit grote NWO-programma (omvang M€ 7) sluit niet alleen nauw aan bij de TKI Smart Grids, maar is tegelijkertijd breder en laat ruimte voor zowel bèta-technische als maatschappijwetenschappelijke vragen, die ook binnen de TKI's EnerGO, Gas en Zon spelen;
- In het voorjaar van 2013 startte het internationale programma Intelligente netten in samenwerking met India, waarbij teams van wetenschappers uit beide landen samenwerken aan projecten op het terrein van Smart Grids.

### Energiebesparing in de Gebouwde Omgeving

- Met BASF is een nieuw Industrial Partnership Programme (IPP) gestart bij een groep aan de TUD op gebied van magnetocalorische materialen. Deze materialen zijn veelbelovend voor efficiënte en compacte koeling; binnen de TKI EnerGO is veel interesse in dit onderzoeksprogramma. BASF draagt k€ 420 per jaar bij aan dit programma;
- Tevens werd in maart 2013 een workshop gehouden waar samen met wetenschappers mogelijke thema's werden verkend die centraal staan bij toekomstige wetenschappelijke programmering op dit terrein.

### Topsectorbrede programma's

- Met Shell is NWO een groot programma 'Computational Sciences for Energy Research' gestart. Dit programma is formeel ondergebracht bij het TKI Gas. Shell financiert zestig promotieposities op dit gebied, die in vijf rondes worden toegekend voor topsectorbrede onderzoeksvoorstellen uit Nederland. Na hun promotie krijgen de promovendi een positie bij Shell Bangalore aangeboden. De eerste proefronde van dit programma vond najaar 2012 plaats; er zijn daarbij 21 projecten gehonoreerd. Daarnaast heeft Shell drie additionele projecten op gebied van de *geoscience* gefinancierd. In de *call* voor de ronde van 2013 worden met name projectvoorstellen op het gebied van *computational chemistry and materials science, multiphysics, big data, en computational geoscience* nadrukkelijk uitgenodigd in te dienen. In het kader van dit samenwerkingsverband met Shell financiert NWO een programma voor de versterking van de (kennis)infrastructuur op gebied van de *Computational Science* op gebied van energieonderzoek in Nederland. Een *call* hiervoor verschijnt najaar 2013.

- NWO heeft ingespeeld op de behoefte vanuit de topsector om meer aandacht te geven aan de maatschappelijke kant van de energietransitie, door vanuit het reeds bestaande programma Maatschappelijk Verantwoord Innoveren een specifieke op de topsectoren gerichte *call* uit te schrijven. In december 2012 zijn vijf projecten binnen de Topsector Energie gehonoreerd. Ingevolge de wens van de topsector zal dit programma worden uitgebreid.

### **Overig energieonderzoek**

Een aantal NWO-programma's op het gebied van energieonderzoek heeft formeel geen koppeling met de innovatieagenda's van de Topsector Energie:

#### kernfusie

fusie-energie heeft de potentie om veel van de lange-termijn doelstellingen voor CO<sub>2</sub>-reductie te helpen verwezenlijken. Nederlandse deelname in de door de overheid overeengekomen internationale onderzoeksverplichtingen voor de fusiereactor ITER lopen voor een groot deel via het onderzoeksprogramma van DIFFER;

#### Towards biosolar cells

In 2011 is een grootschalig thematisch programma Towards biosolar cells gestart. In het kader van dit programma startten tien projecten gericht op biozonnecellen en opwekken van *solar fuels* via een bioroute (*artificial leaf*s). Inmiddels raken bedrijven in toenemende mate bij dit onderzoeksprogramma betrokken. De onderzoeksthema's zijn grotendeels complementair aan die binnen het huidige programma 'CO<sub>2</sub>-neutral fuels'.

