

Extremen bieden het optimum



UTility

...stront aan de stekker

Maarten Bekking - Rik Goslinga - Lars Rengersen - Jurgen Schutte - Ard Vlooswijk

Enschede 3 juni 2004

Inhoudsopgave

1.	Aanleiding	3
2.	Internationale context in 2050	4
2.1.	Energie op mondiaal niveau	4
2.2.	Mondiale technologische ontwikkeling.....	5
2.3.	Mondiale politiek en instituties	5
2.4.	Mondiale economische situatie	5
2.5.	Mondiale demografische en sociale aspecten.....	6
2.6.	Mondiale ecologie	6
3.	Nederlandse context in 2050	7
3.1.	Energie in Nederland	7
3.2.	Nederlandse omgeving.....	7
3.2.1.	Kostenbesparingen centraal (2005 – 2010)	7
3.2.2.	Milieubewust is trend (2010 – 2020).....	8
3.2.3.	Een beetje koudwatervrees; maar de eerste stappen zijn er... (2020 – 2029).....	9
3.2.4.	De ramp (2029).....	11
3.2.5.	Onrust! (2030 – 2040)	11
3.2.6.	Autarkie & energy hot spots (2040 – 2050)	13
4.	Samenvattend in tijdlijn.....	15
5.	Stakeholders	16
6.	Het grootste obstakel	17
7.	De grootste doorbraken	19
7.1.	Implementatie getijde energie in Europa.....	19
7.2.	Zonnetapijt.....	19

2. Aanleiding

Nederland streeft middels een verandering in haar energiesysteem naar een reductie in de uitstoot van koolstofdioxide (CO₂) met 80% van het huidige niveau. Ter introductie wordt kort aangestipt waar de behoefte voor CO₂-uitstoot reductie op gebaseerd is:

- Global warming: klimaatveranderingen als gevolg van veranderingen in gassenstelling van de atmosfeer zorgen op lange termijn risico's in de wereld ecologie
- Vervuiling van grond/water/regen: mens vervuult zijn eigen omgeving die zo hard nodig is om te overleven, denk aan eten en drinken. Door vervuiling zal ook de biodiversiteit afnemen.
- Opraken van fossiele brandstof: de voorraad fossiele brandstof bij het huidige gebruik zal niet veel verder rijken dan 50 jaar.

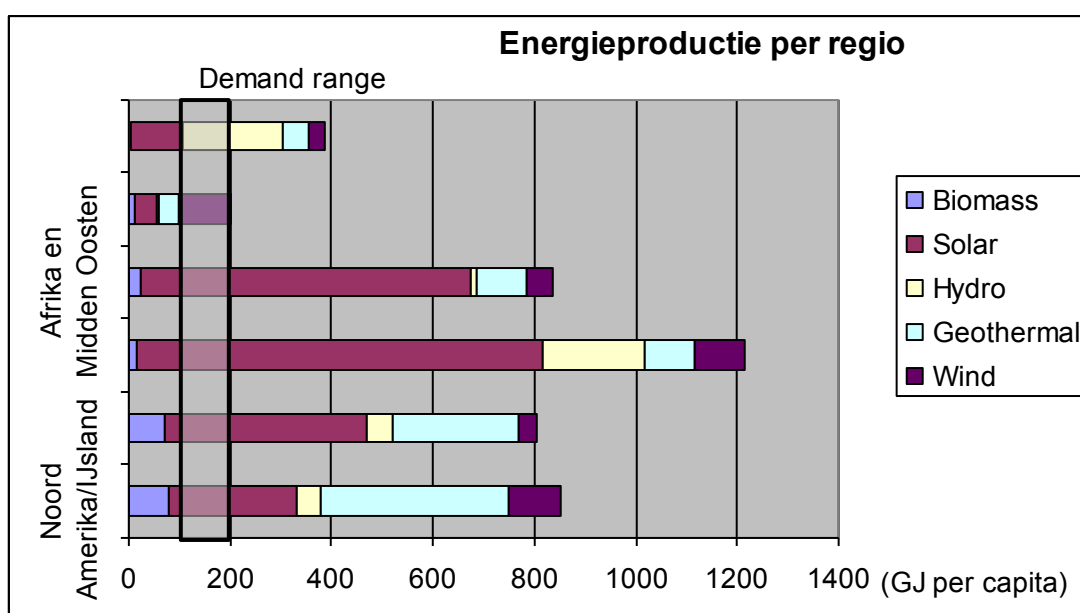
Dit probleem speelt zich af in een mondiale context waarbij de mondiale bevolking met een factor 2,5 toeneemt (naar 9 mld.), verdrievoudiging inkomen per hoofd van de mondiale bevolking, en een hogere levensverwachting. Dit alles resulteert in een stijging van materiele consumptie waardoor de vraag naar energie blijft toenemen gedurende de 50 jaar waarover het scenario zich uitstrekt. Echter, zoals boven vermeld, is er een wens naar ontwikkeling van andere energiebronnen dan fossiele bronnen.

3. Internationale context in 2050

3.1. Energie op mondiaal niveau

Met name kosten en regionale behoefte en noodzaak spelen de hoofdrol in de drive voor een (technologische) energie-innovatie. Wegens teveel intern gerichte behoeften van landen is het Verdrag van Kyoto niet succesvol gebleken en is de wereldenergie situatie afhankelijk geworden van losstaande regionale ontwikkelingen. Wel zijn bevolkingscentra nu gebruik gaan maken van eigen energiewinning omdat enerzijds wereldwijde olieprijsen begin deze eeuw de pan uit rezen en geen ommekeer tonen en hierdoor de kosten van energie import onhoudbaar bleken, en omdat men onafhankelijker van grote mondiale energie leverende landen wilde zijn. Hierdoor kent de wereld nu een zestal regio's die voor mondiale energie voorziening zorgen, ieder op hun eigen manier. Deze regio's zijn:

- Afrika & Midden Oosten: hier wordt op zeer grote schaal zonne-energie gewonnen op woestijnvlaktes
- De Australische kust: getijdenenergie en golfenergie uit beweging van de zee
- Azië: de enorme passaatgebieden in het Tjeng-Siim hooggebergte worden gevangen door windturbines
- IJsland en Noord-Amerika: geisers en geothermisch energiewinning wordt hier grootscheeps gewonnen
- Europa (incl. Rusland): leveren zeer grote hoeveelheden zonne-energie uit de Gobi-woestijn en golf- en getijde energie uit de omliggende zeeën. Daarnaast is het hoofdleverancier van kennis over biomassa (Europa bleek te kleinschalig om dit toe te passen)
- Zuid-Amerika: dit werelddeel haalt biomassa-energie uit haar flora.



Na een desastreuze ramp in 2029 zijn deze bronnen de hoofdleveranciers geworden van energie. Elke mondiale regio heeft na deze ramp haar eigen duurzame energiebronnen tot in extreme groottes ontwikkeld ('hot spots'). Olie en gas speelt niet langer een centrale rol. Naast deze extreem grote energieopwekkende gebieden kennen vele landen ook nog hun eigen, minder grote energieopwekking. Hiervoor staan lokale en decentrale energiebronnen direct in verbinding individuele huishoudens en met ondernemingen met kleinschalige energiebehoeftes. Kleine energieverbruikers worden dus grotendeels zelfvoorzienend. Afhankelijk van de mate waarin een regio via deze 'hot spots' hun energie kunnen verkrijgen, zijn individuen en kleine energiegebruikende partijen ook min of meer verplicht om zelf energie op te wekken.

Met de mondiale regio's als voornaamste aanbieders van duurzame energie komt vervolgens de huidige verdeling van energie bronnen op mondiaal niveau is als volgt:

- Windenergie: 415
- Zon: 2245
- Water: 515
- Geo-thermal: 910
- Bio-massa: 206

Het CO₂ percentage in 2050 in Nederland teruggebracht tot 63 %, ondersteund door de ramp die het proces van duurzame energie ontwikkeling heeft versneld.

3.2. Mondiale technologische ontwikkeling

Zoals hierboven gesteld zal duurzame energie ontwikkeld worden op plaatsen met extremen. De technologie hiervoor wordt door grote spelers uit de verschillende globale regio's ontwikkeld. Daarnaast is opslag en transport van energie mogelijk gemaakt. Vanaf de plek van winning kan over zeer grote afstanden via laser massa hoeveelheden energie worden verstuurd van bijv. de Sahara naar een centrale ontvanger in Europa. Energie wordt lokaal verspreid via het voormalige elektriciteit netwerk.

In de huidige maatschappij zoekt de mens in zijn leven naar efficiency. Hiervoor zijn een aantal technologieën van grote invloed geweest op het leven de mens. Voeding van de mens vindt plaats in minuscule, energierijke pakketjes. Daarnaast heeft genetische manipulatie gezorgd voor eenvoudigere productie en verrijking van voedsel.

Transport vindt plaats door middel van gereguleerd transport. Autobezitters en openbaar vervoer zijn gemengd.

3.3. Mondiale politiek en instituties

Nederland heeft zich, gezamenlijk met andere EU landen ontwikkeld tot technologisch kenniscentrum. Europa is een eenheid op alle gebieden, ook politiek. Coördinatie van economie, transport, sociale en technologische ontwikkeling is centraal gestuurd vanuit de Europese overheid. Wereldwijde machtsverschillen hebben geleid tot politieke focus op eigen gebied. Europees belang staat voorop voor Europeanen en institutionele organen.

Machtsverhoudingen in de wereld zijn veranderd. Geen enkel werelddeel is volledig afhankelijk of onafhankelijk van een ander werelddeel. De machtsverhoudingen zijn gestabiliseerd, de olieproducerende landen zijn niet langer gestuurd door Westerse multinationals. Verkoopprijzen van energie uit de globale energiebronnen wordt gereguleerd door een globale organisatie. Aangezien veel landen afhankelijk zijn van een van de grote energiegebieden probeert deze globale organisatie wereldwijd gelijke prijzen te hanteren voor energie verkoop.

3.4. Mondiale economische situatie

Het inkomen per kapita is toegenomen over de gehele wereld, wat resulteert in een meer materialistische behoefte. Globale en lokale economisch stelsels worden gekenmerkt door een vrije markt werking. Internet en globale ondernemingsstructuren hebben geleid tot optimale koop- en verkoopsystemen (inzicht in prijzen en productinformatie) waar zowel industrie als consument gebruik van maakt. Rol van energiebedrijven verandert door de jaren heen. Door een verandering van het soort product dat geleverd gaat worden, elektriciteit wordt energie, zullen de petrochemische multinationals de nieuwe aanbieders worden van energie. Zij beschikken in eerste instantie niet over distributienetwerken, en zullen dit dus ook uitbesteden aan de bestaande energiebedrijven. Aangezien kleine energiegebruikers nadrukkelijk voor zichzelf energie zullen gaan opwekken, zijn energiebedrijven gericht op de distributie van energie naar grootverbruikende multinationals. Echter, wanneer de eerste autarkische gebieden een feit zijn, zal ook dit gebied voor de voormalige energiebedrijven wegvallen. Dan wordt men slecht een serviceprovider.

3.5. Mondiale demografische en sociale aspecten

Mobiliteit van de mens blijft centraal staan. Ondanks dat de mens bijvoorbeeld thuis kan werken, wil de mens zich in 2050 nog steeds omgeven hebben door een bepaalde omgeving van mensen en instanties. Mensen maken uit maatschappelijke betrokkenheid hun keuzes: bij wie wil ik horen, en welke omgeving is mijn thuis/werk? Bedrijven hebben als extra secundaire voorwaarden dat werknemers hun auto gedurende de werkdag kunnen opladen bij hun bedrijf waardoor zij voldoende energie mee naar huis kunnen nemen voor hun thuisgebruik.

Vergrijzing is een bestaand fenomeen geworden: in 2050 is 60% van de bevolking ouder dan 50 jaar. Echter, de arbeidsparticipatie is door de vergrijzing niet verlaagd: kennisintensieve mogelijkheden houden mensen lang betrokken en met name in Nederland zijn fysiek intensieve banen grotendeels verdwenen.

Virusziektes: mensheid kan zich niet ontwikkelen tegen onverwachte combinatievirussen. Ziektes als aids en kanker zijn onder controle en zijn niet langer levensbedreigend. Daarnaast heeft genetische manipulatie geleid consistentie in het bestaan van de mensheid. Uit morele overweging is er geen supermens, maar (rijke) mensen kunnen wel bijv. hun kinderen bepaalde eigenschappen (blonde haren, blauwe ogen) meegeven. De kloof tussen arm en rijk blijft hiermee bestaan. De totale wereldbevolking blijft groeien, maar steeds minder hard. In Nederland neemt zelfs de bevolkingsomvang af, vanwege de voelbare effecten van overbevolking.

3.6. Mondiale ecologie

De hoge CO₂ uitstoot in de eerste jaren van deze eeuw heeft geleid tot een aanzienlijke opwarming van de aarde. Na beperkende maatregelen voor CO₂ uitstoot heeft men klimaatregeling onder controle en is de samenstelling van de atmosfeer niet langer bedreigend voor de mensen.

4. Nederlandse context in 2050

4.1. Energie in Nederland

Gedeeltelijke lokale opwekking in Europa, van waaruit Nederland wordt beleverd. Kleinschalige energiegebruikers als MKB en particuliere huishoudens zijn overgegaan op een autarkisch systeem waarin zij zelfvoorzienend zijn en dus niet of nauwelijks beleverd hoeven te worden. Energie is in de vorm van waterstof beschikbaar bij pompstations, en werknemers kunnen via hun auto's energie bij hun werkgever 'meenemen' en voor thuisgebruik aanwenden. Omvangrijkere distributie van energie vindt in 2050 deels plaats in de vorm van waterstof via het voormalige gasnet, en deels in experimentele vorm door laserpulsen over lange afstanden.

Door de kennisontwikkeling in de afgelopen decennia is Nederland een leidende macht geworden als het gaat om biomassa. Europa bleek te kleinschalig voor biomassa, maar kennis op dit gebied is wel elders in de wereld toepasbaar. Daardoor is Nederland (en daarmee Europa) een belangrijke speler in de mondiale energiemarkt.

4.2. Nederlandse omgeving

Technologisch gezien is Nederland zowel binnen als buiten Europa een belangrijke gesprekspartner. Het gaat Nederland voor de wind en Nederland staat op de kaart als het gaat om kennis m.b.t. duurzame energie.

Politiek en institutioneel gezien heeft een afzwakking van decentrale macht van Nederlandse overheidsinstanties plaatsgevonden als gevolg de centrale Europese overheid. Europa heeft een president en een parlement waar elke lidstaat (voormalige EU-landen) zitting in heeft en voormalige overheden zijn uitvoerende instanties geworden.

Het pad naar deze situatieschets op mondiaal en nationaal niveau in 2050 is middels backcasting als volgt in kaart gebracht per decennium, vanaf 2005. Per decennium is aangegeven wat sleutelfactoren zijn in deze tijdsperiode. Tevens is aangegeven wat de doelen en mijlpalen voor deze periode zijn, welke obstakels zich voordoen en welke strategische keuzes gemaakt kunnen worden.

4.2.1. Kostenbesparingen centraal (2005 – 2010)

Nederland maakt deel uit van een sterk uitgebreid Europa dat in zijn besluitvaardigheid sterk wordt beperkt door (soms tegenstrijdige) belangen van lidstaten. Europa is zich als gevolg van de instabiele politieke situatie van het Midden Oosten bewust van zijn afhankelijkheid van fossiele brandstoffen. Het economisch beleid binnen Europa is gefocust op kostenbesparing om de concurrentie met name Azië aan te kunnen.

Omdat korte termijn kostenoverwegingen bepalend zijn voor het economisch handelen maakt de huidige lage energieprijzen investeringen in energiebesparing en energie niet interessant.

De technologische ontwikkeling binnen Europa is gericht op productiviteitsverhogingen, niet op milieuverbeteringen.

In China is een grotere noodzaak tot reductie van de CO₂-uitstoot vanwege een tweetal hoofdredenen:

1. Bevolkingsgroei & welvaartsgroei
 - a. Onacceptabel grote afhankelijkheid van dure olie-import
 - b. smog in steden leidt tot een signaal van de bevolking dat de CO₂-uitstoot onacceptabel groot is.
2. Vanwege de lokaal goedkoop beschikbare grondstoffen, arbeidskrachten en kennis, en de beperkte financiële middelen, is er een behoefte aan het zelf slim opwekken van energie. De grote aanwezige steenkoolreserves maken het aantrekkelijk om deze slim te gebruiken met hightech technologieën. Het ontbreken van een groot energiedistributienet, maakt lokale oplossingen (zelfvoorziening) financieel het meest aantrekkelijk.

Het Nederlandse bedrijfsleven verplaatst arbeidsintensieve productie meer naar nieuwe EU-lidstaten. De Nederlandse economie staat nog steeds onder druk en bij burgers leeft milieubewustzijn nog niet. De energiemarkt in Nederland is in enkele jaren volledig geliberaliseerd. Dit heeft onder andere fusies tussen en overnames door de verschillende energiebedrijven tot gevolg gehad.

Interim doel en mijlpalen

Voor Nederland is het interim doel terugkomen in de economische groei.

De mijlpaal is een jaarlijkse groei van 2,5% van de Nederlandse economie in 2009 en 2010.

Obstakels en kansen

Een obstakel is de afhankelijkheid van olie (uit het Midden-Oosten) en de instabiele politieke situatie aldaar. Een kans is nog meer verplaatsen van arbeidsintensieve productie naar nieuwe EU-lidstaten.

Voorbeeld 'Keten-efficiency'

De Nederlandse Vereniging van Papierindustrie is ervan overtuigd dat de toekomst van haar industrietak in Nederland staat of valt met energie-, materialen milieu-efficiëntie. De ambitie is een besparing van 50 % op het energiegebruik in 2010. Met alle spelers in de keten, van grondstof- en machineleveranciers tot eindgebruikers en afvalverwerkers, zijn acties in de maak om dit te realiseren.

Oplossingsstrategie en korte termijn acties voor deze fase

De focus ligt op een economisch obstakel, namelijk efficiëntieverbetering en kostenreductie. De oplossing die hiervoor gekozen wordt, is het verplaatsen van arbeidsintensieve productie naar andere (nieuwe) EU lidstaten. Een ander belangrijk obstakel is de afhankelijkheid van politiek instabiele regionen voor de energielevering. Hierdoor ontstaat er in de sector industrie een drive voor het ontstaan van een niche markt voor R&D van duurzame technologie. Daarnaast ook veel overige kennis en technologie ontwikkeling, dus verschuiving naar dienstverlening.

De korte termijn keuzes die door de sector gemaakt moeten worden hebben betrekking op vestigingsplaats. Het draait in dit tijdvak namelijk om strategische keuzes rondom arbeid, kennis, kapitaal en arbeid.

4.2.2. Milieubewust is trend (2010 – 2020)

In 2010 treden Turkije en Rusland toe tot de EU, na deze uitbreiding van Europa is er beschikbaarheid van enorme eigen gasreserves. De nadruk bij fossiele brandstoffen verschuift van olie naar gas en de toenemende brandstofprijzen heeft positieve gevolgen voor de Nederlandse economie.

Langzaam zet het bedrijfsleven wel de eerste stappen naar duurzame energie omdat subsidies beschikbaar zijn en ze enige potentie ziet. Bovendien ziet ze interessante ontwikkelingen in China waar de focus van onderzoek ligt bij duurzame energiebronnen, terwijl Europa blijft focussen op energie bezuiniging. De eerste succesvolle implementaties van duurzame energiebronnen in China verloopt goed.

Met het herstel van de economie neemt langzamerhand ook het **maatschappelijk draagvlak voor duurzame energie** in Nederland toe. Mede als gevolg van Europese subsidies zien we steeds meer hybride auto's, windmolenparken & zonnecellen in het Nederlandse straatbeeld verschijnen.

Van Rood vindt hybride dienstauto perfect

Door een onzer redacteurs

DEN HAAG, 25 MEI. Staatssecretaris Van Rood (Milieu, CDA) ruilt zijn Mercedes diesel dienstauto onmiddellijk in voor de nieuwste milieuvriendelijke 'hybride' Toyota Prius III. De Prius III, die deels op benzine en deels op elektriciteit rijdt, is volgens een woordvoerder van Van Geel „revolutionair“ voor de staatssecretaris.

Extremen bieden het optimum - UTility

De gestage ontwikkeling van duurzame energie bij de consumenten kan echter niet voorkomen dat de gevolgen van de grote CO₂-uitstoot voelbaar gaan worden in de grote steden van Europa (smog, zure regen etc). Om deze uitstoot tegen te gaan wordt CO₂ gesequestreerd (in ondergrondse ruimten opgeslagen).

Het Nederlandse bedrijfsleven is – hoewel voor een groot deel bestaande uit filialen van multinationals – gespecialiseerd in milieu- en energie-efficiency. Een goed voorbeeld hiervan is de vooraanstaande kennis uit de glasbouw die wordt gekoppeld aan kennis over de agrarische markt om eerste stappen te zetten in de richting van biotechnologie.

De Europese landen hebben zich in het recente verleden gerealiseerd dat de afhankelijkheid van het Midden-Oosten te groot is en dit gezamenlijke gevoel vergroot de eenheid binnen Europa. In 2020 wordt de eerste Europese president gekozen.

Interim doel en mijlpalen

Het interim doel is het opbouwen van industrieel en maatschappelijk draagvlak voor duurzame energie. De mijlpaal hierbij is stabilisatie CO₂ emissie.

Obstakels en kansen

Een obstakel is dat de overheid niet in staat is om innovatie en creativiteit bij het bedrijfsleven te stimuleren en het bedrijfsleven namelijk zelf de nut (nog) niet inziet. Een obstakel is dat Rusland de eerste jaren na de toetreding nog relatief een hoge CO₂ uitstoot heeft als gevolg van de aanwezigheid van relatief veel oude industrie heeft. Een belangrijke kans is dat Nederlandse multinationals kennis op kunnen doen in andere (technologisch vooroplopende) landen en zo importeren naar Nederland.

Voorbeeld: Kas als energiebron

Tuinbouwkassen worden zo ontworpen dat zij netto energie leveren: 's zomers wordt het (zonne-)warmteoverschot opgeslagen in het grondwater, waar het 's winters weer wordt uitgehaald. Voor de kas zelf en voor zijn burens.

Oplossingsstrategie en korte termijn acties voor deze fase

In dit decennium voert een technologische factor de boventoon. Om ervoor te zorgen dat als vervolg op de verplaatsing van productie naar lage lonenlanden niet ook alle kennisintensieve processen verdwijnen, dient zowel overheid als het bedrijfsleven hierop in te springen. De oplossingsstrategie is het werken vanuit een geografisch voordeel om zo een kennisvoordeel en zo een concurrentiepositie op te bouwen.

De korte termijn acties voor de overheid is het vergaand investeren in stimulatie van innovaties. Het bedrijfsleven dient haar primaire proces zodanig in te vullen, dat deze ook aansluit bij deze trend, namelijk kennisintensief.

4.2.3. Een beetje koudwatervrees; maar de eerste stappen zijn er... (2020 – 2029)

De bevolkingsgroei (7,8 miljard) is zodanig en de hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer is zo groot dat duurzame energiebronnen nu echt als vervanger van traditionele bronnen moeten gaan functioneren. In China blijkt dat **waterstof een geschikte, hetzij vooralsnog dure, energiedrager** is. In Europa is fossiele brandstof nog belangrijk en door dit duale karakter van de markt leiden in Europa de petrochemische bedrijven de ontwikkeling van H₂-technologie.

Waterstofsysteem vergen een zeer grote investering maar zijn op de lange termijn rendabeler. In Europa worden daarom voorzichtig stapjes gezet richting waterstof, maar er blijft CO₂-uitstoot. Om deze uitstoot te beperken wordt CO₂ nog wel in grote mate gesequestreerd door Europa.

Buiten Europa zijn tests met grote energieplants, bovendien worden de eerste stappen richting H₂/autarkische energiesystemen gezet.

Extremen bieden het optimum - UTility

De consument wordt gestimuleerd door subsidies om zelfvoorzienende huizen te bouwen en H₂-systemen aan te schaffen.

Veel industrie wil onafhankelijk zijn en onttrekt inmiddels zijn energie (deels) aan eigen energie voorzieningen. Dit wordt haalbaar omdat de olieprijs exorbitant hoog is.

NL Energieleveranciers verliezen steeds sterker marktaandeel. Ze zien beperkte toekomst van elektriciteitsnetwerk in - elektra bedrijven worden energie bedrijven. Op een industrieterrein is het eerste gasnetwerk omgezet in H₂ netwerk.

Het Nederlandse bedrijfsleven is momenteel bijna geheel kennisgebaseerd en Nederland wint in 2025 de prijs: 'kennisland van europa'. Wereldwijde aandacht voor twee vooruitstrevende duurzame energie proef projecten

1. Getijde paddestoelen in de oceaan bij Groot Brittannië
2. Zonnecellen tapijt in de Gobi woestijn in Rusland

Interim doel en mijlpalen

Het interim doel is om de eerste waterstofsysteem in de maatschappij te integreren. Dit omvat opslag en transport van energie en beginnende zelfvoorzienende bedrijven.

De mijlpaal die hiermee bereikt wordt is een CO₂ reductie van 14%.

Obstakels en kansen

Doordat er niet voldoende bewijs is voor de werking van het systeem, kan de benodigde enorme investering een obstakel vormen. De kosten gaan voor de baten uit.

De kans die zich opdoet voor Nederland is dat Nederland, mede door de kennis vanuit de tuinbouw, keyplayer kan worden op het gebied van kennis van technologie rondom biomassa.

Voorbeeld: waterstof

Wereldwijd wordt veel verwacht van waterstof. Deze energiedrager kan, net als elektriciteit, uit een veelheid van energiebronnen gemaakt worden: uit fossiele energie, uit biomassa of met elektriciteit (uit duurzame energie, waterkracht of kernenergie) uit water. Voor het gebruik van waterstof zijn nieuwe technieken nodig (zoals de brandstofcel), nieuwe infrastructuur (zoals waterstofleidingen) een aangepast belastingsysteem ('klimaatneutrale energiedragers') en nieuwe regels (voor veiligheid en gebruik). Dit hele samenspel van techniek en organisatie betekent een nieuw energiesysteem naast het bestaande.

Oplossingsstrategie en korte termijn acties voor deze fase

Een kern element in deze periode is de betrokkenheid van de consument, maar ook het bedrijfsleven bij de implementatie van duurzame energie.

De oplossingsstrategie zit zowel op politiek/institutioneel niveau, als op technologisch. De overheid zal niet alleen de ontwikkeling van duurzame energie, maar in zeer belangrijke mate ook de implementatie moeten stimuleren. De korte termijn acties die hieraan verbonden zijn, zijn maatschappelijke bewustwording en subsidies. De sector industrie zal hierin moeten bijdragen door het initiëren van de gewenste innovaties. De korte termijn actie voor de sector is het aangaan van strategische allianties om zo sneller te kunnen ontwikkelen en een concurrentievoordeel te behalen.

4.2.4. De ramp (2029)

CO₂ gaat nu nog terug in de grond op de verschillende locaties waar H₂ wordt gevormd. Een van deze gasbellen stroomt leeg en komt als een gigantische bel naar boven. Locatie: Noordzee, voor Engelse oostkust.

Gevolg: vloedgolf over Oost-Engeland, incl London: 15.000 slachtoffers

Aardbeving voelbaar in West Europa, NL + Frankrijk

Gaswolk CO₂ over westkust EU, incl Parijs. Niet te zien, mensen erg bang. Week lang ademhalingsproblemen

Resultaat: Sociale verandering: mensen zijn bang over de hele wereld: CO₂ mag niet meer

Dit betekent: Wereld wil naar duurzame energie

H₂ uit water ipv uit koolstoffen

Fossiele brandstoffen verdwijnen

Terugpompen van CO₂ wordt direkt stopgezet

Tijdelijke (veilige) energiebronnen ingezet (kernenergie/ tijdelijke uitstoot CO₂)

Versnelde ontwikkeling van: decentrale opwekking voor rechtstreeks gebruik: zelf duurzame voorziening wordt hip

Globale focus op grootschalige bio-ontwikkeling: hoe kan veel duurzame energie worden ontwikkeld?

Gevolg: Inhaalslag op China wbt kennis mbt duurzame energie

Opkomst extreem grote energiebronnen per mondiale regio

Globaal individualisme: elk werelddeel wil onafhankelijk zijn: eigen mensen eerst, hiervoor energie vinden. Vertrouwen is laag, onzekerheid in leverantie-schommeling/ machtsposities wil men voorkomen. Tevens individualisme: burgers willen zelf voorzienend zijn.

4.2.5. Onrust! (2030 – 2040)

Binnen Europa is grote onrust ontstaan door de ramp bij Engeland, waardoor de aanpak van het energieprobleem nu nummer één prioriteit heeft. Naast de acute stop van CO₂ sekwestratie, leidt dit ook tot een groter deel van de consumenten dat zelf duurzame energie wil opwekken.

De consument individualiseert door zelf energie op te wekken en duurzaam wordt echt een hype, de consument en media keren zich massaal tegen alle vormen van fossiele brandstof. Gevolg zijn diverse demonstraties en een langdurige staking van de transportsector, welke door de consument wordt gezien als grootverbruiker.

De energiebedrijven zetten in op de **energie hotspots** van extreme omvang die in andere delen van de wereld al succesvol worden toegepast om H₂ op te wekken. Hierbij is zelfvoorziening belangrijk en wordt er binnen Europa dus ingezet op zonne-energie uit woestijnen in Rusland en getijdenenergie uit de zee rondom Engeland.

Het Nederlandse bedrijfsleven krijgt een leidende rol in kennis van diversie vormen van duurzame energie. Praktische toepasbaarheid van bio-energie is gering in de omgeving maar wordt internationaal succesvol toegepast. Zowel bij de zonne-energie en de getijdenenergie is Nederland een belangrijke leverancier van kennis en exploitatie.

Er wordt een technologische inhaalslag op China gemaakt met betrekking tot kennis. Nederland heeft daarin één groot succes en dat is de ontwikkeling van een zonnetapijt: flexibele zonnecellen die zorgen voor een doorbraak in het gebruik van zonne-energie. Deze vorm heeft internationaal veel aandacht en zou wel eens de reddende engel van Afrika kunnen zijn.

Interim doel en mijlpalen

Door voortdurende push van duurzame energie en stijging van de welvaart, nemen bedrijven de consumenten mee in blijvende stijgende investeringen in duurzame energie. De mijlpaal die hierbij hoort, is een nog verdere reductie van CO₂ emissie tot 25%.

Obstakels en kansen

Doordat Nederland een belangrijke speler is met betrekking tot biomassa technologie, is zij een goede gesprekspartner voor andere technologische koplopers. Dit brengt weer nieuwe kansen voor ondermeer windenergie. Een obstakel is het ontbreken van een voldoende grote drive voor verandering (disruptive), waardoor de vernieuwingen incrementeel zijn.

Voorbeeld 'Bio-massa'

Het project 'Duurzame Technologische Ontwikkeling' zag niet alleen veel in de verdere ontwikkeling van biomassa als energiebron, maar ook als grondstof voor de chemische industrie. In 2050 is 2 miljard hectare landbouwgebied nodig voor voedselproductie, waarna er nog 0,8 miljard hectare over is voor productie van non-food biomassa. Met een opbrengst van 50 ton per ha per jaar levert dat 40 Gton biomassa per jaar (plus nog eens ca. 10 Gton uit bossen en afval) DTO reserveert 5 miljard ton per jaar als grondstof voor een 'duurzame chemie'; er rest dus 44 miljard ton voor energiedoeleinden. Dat is 200EJ, ofwel 20 a 25% van de wereldenergiebehoefte in 2040.

Oplossingsstrategie en korte termijn acties voor deze fase

Het is nu erg belangrijk om een radicale versnelling teweeg te brengen in de energieproductie, consumptie en CO₂ emissie. Door de sector industrie, gestimuleerd door de overheid, zal gezocht moeten worden naar innovaties die 'disruptive' innovaties teweeg brengen. De korte termijn actie is het uitbouwen van de strategische allianties tot multidisciplinaire (kennis) netwerken om zo tot 'out-of-the-box' oplossingen te komen.

4.2.6. Autarkie & energy hot spots (2040 – 2050)

Elk werelddeel heeft een aantal duurzame energie ‘hot spots’. En er is een continue ‘drive’ voor zoektocht naar nieuwe spots. Hierdoor is de machtsstrijd om energie verdwenen. Wel is er een grote handel in H₂ ontstaan welke mondiaal gereguleerd is. China is verdwenen als mondiale energiemacht en ook het kennisvoordeel is verdwenen. Voor Europa komen de zwaartepunten te liggen getijdenenergie rondom Groot-Brittannië en een zonnepijp in Rusland. Een ander sterk voorbeeld is geothermische-energie met geisers in IJsland.

West Europa kan lokaal niet voldoende duurzame energie mogelijkheden ontplooien, 50% moet geïmporteerd worden. Dit gebeurt uit de bondgenoten Rusland en Groot Brittannië.

In Nederland is de traditionele energiegeneratie middels gestookte centrales (veel CO₂-uitstoot) en kernenergie vrijwel verdwenen en het electriciteitsgrid is niet zodanig operationeel meer. Toch vindt er nog CO₂-uitstoot plaats, aangezien de agrarische industrie biomassa uit eigen productie verstoekt.

De eerste autarkische gebieden in Europa en Nederland ontstaan. De bevolking kan in eigen huis grotendeels zelfvoorzienend wonen. Voor piekvragen in energie wordt gebruik gemaakt van H₂ van de hot spots. Energietransport van H₂ gaat via het opladen van de eigen auto. Bijmengen van H₂ in het vaste gasnetwerk is tot bepaalde mate goedgegaan, maar het gasnetwerk geschikt maken voor puur H₂ is niet haalbaar gebleken. Nu fungeert de auto dus als waterstoftankauto zodat je zelf de benodigde waterstof naar je huis brengt. H₂-tankstations worden zodoende de belangrijkste energieleverancier en je auto volladen met H₂ op je werk is de gewoonste zaak van de wereld.

Alle industrie & bedrijven hebben een beperkte hoeveelheid duurzame energie omdat zij niet volledig autarkisch kunnen bestaan. Ze worden ‘bijgevoegd’ met H₂ geproduceerd in hot spots. De industrie is dus nog in grote mate afhankelijk van import van energie & trekt in de loop van de tijd waar mogelijk naar energie bronnen. Klein gebruikende bedrijven kunnen autarkisch bestaan. Nederland blijft koploper op een aantal hightech expertises zoals zonnecellen en getijdenenergie. Dus energie grootgebruikers zullen uit Nederland vertrekken naar plaatsen als Rusland, de Sahara met als bijkomend probleem dat mensen niet in extreme gebieden willen leven (op een vulkaan, in de Sahara), maar het goede energieaanbod aldaar trekt hen naar die plaatsen.

Interim doel en mijlpalen

Het interim doel is dat Europa volledig zelfvoorzienend is aan de hand van twee mega parken op basis van extreme energie opwekking:

- 1) Opwekking van zonne energie (oppervlak 30x7 km) in de Gabi woestijn in Rusland
- 2) Getijden energie winning rond Groot Brittannië, door middel van in het water zwevende paddestoelen

Met dit laatste interim doel wordt als mijlpaal een reductie van de emissie van CO₂ van 45% bereikt. Bij deze mijlpaal emitteren de energie producenten geen CO₂, zijn de huishoudens en het transport terug van 33% naar 22%, een reductie van ieder 10%.

Obstakels en kansen

Een obstakel kan zijn als de technologie niet volwassen genoeg is, of niet voldoende geïmplementeerd is om de geschetste afnames te realiseren. Een reductie van 33% van 0% bij energieproducenten is dan niet houdbaar. Hetzelfde geldt voor de geschetste reducties bij huishoudens en transport.

Een kans voor Nederland zit tevens in de technologie. Doordat Nederland een belangrijke participant is in de ontstane kennisnetwerken, kan Nederland voldoende innoveren (ook op basis van elders ontwikkelde technologieën) om de implementatie van de technologie op voldoende hoog peil te hebben.

Voorbeeld 'Paddestoelen'

In Europa zijn er meer dan 100 plaatsen geschikt voor getijdencentrales. Nederland hield in 2010 al proeven met onderwaterpaddestoelen in de Vliestroom. Deinen op inkomende golven en getijdeverschillen levert deze bron van duurzame energie zo'n 8 MW per paddestoel. Deze paddestoel gevormde plateaus vangen zowel golfenergie als getijdenenergie op. Middels 2 paddestoelen in de Vliestroom kan deze decentrale bron het naastgelegen dorp dagelijks voorzien van energie.

Oplossingsstrategie en korte termijn acties voor deze fase

In 2050 is de rol van de overheid radicaal veranderd. Er is een Europese overheid die vooral ondersteunend optreedt. Europa is autonoom in haar energievoorziening. Het grootste obstakel kan de technologie zijn. De strategische keuzes die de sector industrie moet maken heeft betrekking op de ontwikkeling van hotspots en de benodigde infrastructuur. Alleen als hier de juiste snelheid in bereikt wordt, kan de technologie op een dusdanig niveau zijn dat 45% reductie van CO₂ emissie gehaald wordt. De korte termijn beslissingen die genomen moeten worden spelen zich af in het kader van 'groot denken'. Op Europees niveau samenwerken om de doelen te halen. Afstand nemen van de (het en der) reeds gevestigde autarkie.

5. Samenvattend in tijdlijn

Tussen 2004 en 2050 zijn in bovenstaande analyse een aantal kritieke aandachtspunten geformuleerd, in verschillende domeinen en met verschillende betrokkenen. De belangrijkste tijdsaspecten zijn in onderstaande tijdlijn uitgezet.

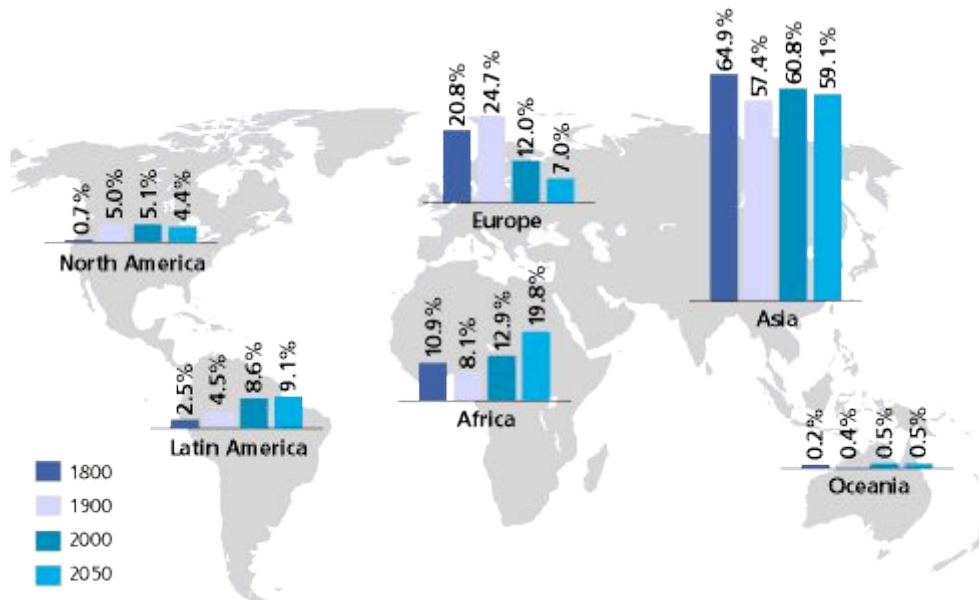
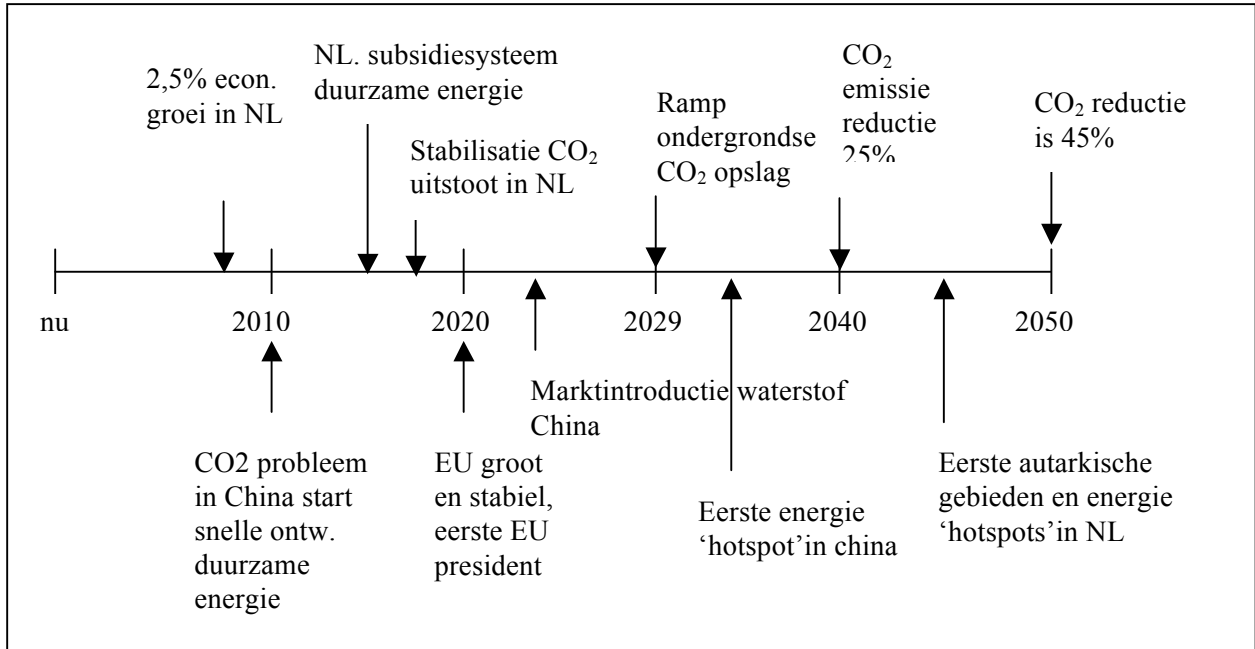


Figure 1: Aandeel wereldpopulatie

6. Stakeholders

In deze ontwikkeling van duurzame energie zijn onderstaande stakeholders te analyseren. Mondiaal gezien zijn er globaal zes regio's te onderscheiden. Ieder van deze regio's kent een vergelijkbare situatie, waarvoor de stakeholders en hun machtspositie vergelijkbaar zijn. Hieronder wordt derhalve alleen de Europese Unie uitgelicht als een van de mondiale regio's in 2050.

Stakeholder	Kenmerk	Machtspositie
Globaal energie regulerend orgaan	Erkend orgaan, voorkomt monopolie en bepaalt de prijs. Bestaat uit afgevaardigden van betrokken partijen (o.a. overheid, R&D consortia)	Sterke positie wat betreft prijsbepaling, verder adviserende rol.
Multinationals (energieproducenten)	Exploratie en exploitatie van duurzame grootschalige regio's (hotspots). Voormalige petrochemie. Levering aan energiebedrijven. Tevens leverancier van specifieke technologie.	Productie conform de vraag is dusdanig belangrijk voor behoud concurrentieaandeel, dat de macht beperkt is. Wat betreft ontwikkeling en introductie van nieuwe (duurzame) technologie is de macht groot.
Multinational (gebruikers)	Grootschalige, diverse innovaties (veel R&D). Leidend in ontwikkelingen.	Redelijke afhankelijkheid. Te hoge consumptie voor zelfvoorziening, dus inkoop van energie op vrije markt noodzakelijk.
Energiebedrijven	Leveren energie aan eindgebruikers en zijn serviceproviders (technologie ondersteunend). Onderscheiding door service en kwaliteit.	Sterke afhankelijkheid door vrije markt werking en gereguleerde prijzen door centraal orgaan.
MKB	Zelfvoorzienend	Afhankelijkheid van de beschikbaarheid van laagdrempelige en lage kosten technologie voor verplichte zelfvoorziening.
Consumenten	Individualistisch, kleinschalig, zelfvoorzienend	Afhankelijkheid van de beschikbaarheid van laagdrempelige en lage kosten technologie voor verplichte zelfvoorziening.
Overheid	Uitvoerende instantie voor EU zaken, gedelegeerd naar lokale instanties. Regulering van maximale benutting van decentrale kleinschalige duurzame bronnen.	Macht door verstrekking van financiële voordelen en centrale coördinatie tussen stakeholders.
(kennis) netwerken en consortia	R&D partner voor multinationals. Distributeur van kennis en technologie.	Macht door kennis op mondiaal niveau. Beperkt door geen beschikking over geld.

Conclusie: Niemand heeft echt macht. De stakeholders zijn met elkaar verbonden op basis van vertrouwen en partnerschap. Iedereen werkt samen aan de opbouw van het energie-imperium in je eigen 'mondiale regio'. Er is een netwerk ontstaan van samenwerkende partijen, om zo op mondiaal niveau bij te blijven.

7. Het grootste obstakel

Het grootste obstakel in de backcast voor de situatie in 2050 is het uitblijven van een early adaption van duurzame technologie en de investeringen die daarmee samenhangen. Op korte termijn is dit noodzakelijk voor het op gang komen van de ontwikkeling van duurzame technologie. Vanuit middellang perspectief gaat het met name om de toepassing van duurzame technologie en het creëren van een omschakeling bij de consument. Op lange termijn is early adaption van duurzame technologie belangrijk om tijdig in de globale ontwikkeling in te haken. Gebeurt dit niet, dan kan Europa geen zelf voorzienende globale regio worden.

Het risico voor het (te lang) uitblijven van de implementatie van duurzame technologie wordt onder andere veroorzaakt door de institutionele historie. Als het beleidsinstrumentarium te veel op een specifieke technologie gericht is (subdoelstellingen per duurzame optie in plaats van doelstellingen per sector of bedrijfstak) ontbreekt voor bedrijven de 'sense of opportunity'. Een van de gevolgen hiervan zal zijn dat er slechts incrementele verbeteringen worden aangebracht. Op basis van continue verbetering van de situatie zoals deze is in 2004, zonder hierbij een 'disruptive' technologie toe te passen, zal de gewenste CO₂-emissie reductie in 2050 nooit gehaald worden.

Er moet dus een algehele stimulans zijn om een gezamenlijke omschakeling te maken: stakeholders moeten ieder getriggerd worden dit innovatietraject in te gaan. De overheid is hierin de centrale speler en zal korte termijn visies van stakeholders naar lange termijn medewerking moeten omturnen door middel van financiële voordelen. Deze zijn immers op de korte termijn de drempel voor stakeholders om een nieuwe, onbekende weg in te slaan. Industrie is leidend voor de ontwikkeling op het gebied van duurzame energie en nemen de consument mee. Daarnaast moet de overheid waar nodig coördinatie tussen de stakeholders op gang brengen en controleren. Op deze manier krijgt vertrouwen en partnerschap tussen de stakeholders vorm.

Voor de verschillende stakeholders en specifiek de overheid betekent dit:

Stakeholder	Impact en betrokkenheid grootste obstakel	
<i>Overheid</i>	<i>Subsidie en stimulatie van duurzame initiatieven en extra belasting heffen op niet duurzame energievormen: overheid moet stakeholders activeren om het obstakel te overwinnen</i>	
Globaal energie regulerend orgaan	Door prijsregulering worden de kansen voor de ontwikkelaars van duurzame technologie anders. De terugverdientijd is langer. Rol overheid:	Overheid moet acceptabele prijsstelling moet voor zowel producent als consument bewaken.
Multinationals (energieproducenten)	Lange termijn investeringen in duurzame technologie ontwikkeling en toepassing hiervan: kartrekkers van de ontwikkeling	Overheid moet industrie als eerste partij subsidiëren om tot gewenste innovaties te komen: subsidies/ belastingvoordelen
Multinational (gebruikers)	Ondersteunen van (de infrastructuur voor) nieuwe duurzame technologie en tevens bereid zijn hiervoor te betalen: zij moeten het willen	Overheid moet duurzaam gevoel kweken bij deze gebruikers: subsidies/ belastingvoordelen
Energiebedrijven	Zouden alleen duurzame energievormen moeten willen aanbieden op basis van strategische keuze voor gewenst imago.	Moeten vanuit de overheid de spirit krijgen een duurzame georiënteerde klant te creëren a.d.h.v. hun duurzame aanbod: subsidies

Extremen bieden het optimum - UTility

MKB	Bereid zijn te betalen door duurzame energie of eigen investeringen in apparatuur voor decentrale energieproductie.	Overheid moet duurzaam gevoel kweken bij deze gebruikers: subsidies/ belastingvoordelen
Consumenten	Bereid zijn te betalen door duurzame energie of eigen investeringen in apparatuur voor decentrale energieproductie.	Overheid moet duurzaam gevoel kweken bij deze gebruikers: subsidies/ belastingvoordelen
(kennis) netwerken en consortia	Versnellen van innovatieprocessen, door het faciliteren van R&D inspanningen door de distributie van kennis: samenwerking is key	Opstart van kennisnetwerken door overheid stimuleren en samenwerking bewaken: zelf aansturen

8. De grootste doorbraken

8.1. Implementatie getijde energie in Europa

Getijde energie wordt daar op aarde toegepast waar de energie-inhoud per m² water hoog is. Uit onderzoek is gebleken dat de hoogste energie-inhoud per m² in de Oceaan rond Australië te vinden is, met de zee rond Groot-Brittannië als goede tweede.

In China zijn verschillende technologieën in een vroegtijdig stadium ontwikkeld en getest. Europa kan daardoor in een later stadium ‘instappen’ in de meest efficiënte vorm(en) van winning van getijde- en golfenergie. Na een aantal kleine testprojecten met deze gunstige vormen kan getijdenenergie snel geïmplementeerd worden rondom Groot-Brittannië. De initiële kosten zullen geen grote drempel vormen aangezien de petrochemische energie met haar ervaring in offshore, deze kosten makkelijk kan dragen. Bovendien heeft zij op deze wijze een nieuwe pijler om de wegvallende fossiele energiemarkt te vervangen.

In eerste instantie heeft de transportsector (scheepvaart) echter grote bezwaren tegen deze ‘mijnen die drijven op zee’, vooral aangezien er in de getijdenboei direct waterstof wordt geproduceerd.

Milieuorganisaties hebben geen grote bezwaren tegen deze energiebron omdat de impact op de aquafauna en –flora lokaal en gering is en de opwekking duurzaam is.

De transportsector draait ook bij als blijkt dat de scheepvaart wordt betrokken bij het transport van de opgewekte waterstof naar de eindgebruikers.

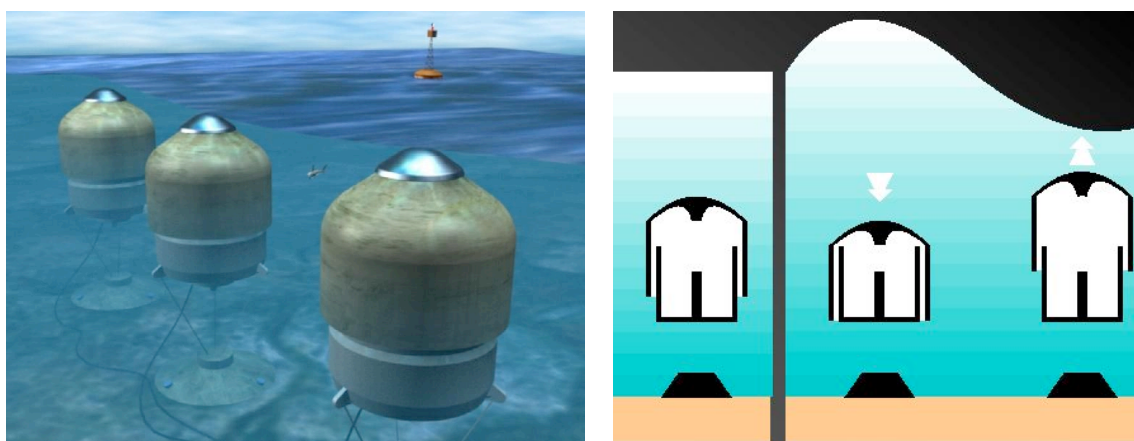


Figure 2: Fotoweergave en schematische weergave getijdenpaddestoelen

8.2. Zonnetapijt

Nederlandse onderzoekers hebben inmiddels de technologie ontwikkeld om van relatief laagwaardige materialen flexibele zonnecellen te maken.

Vanuit de samenleving en politiek zijn er wisselende reacties op de plannen om woestijn te bedekken met een zogenaamde zonnetapijt. Want hoewel de woestijn nauwelijks bewoond is, zijn er in de maatschappij angsten voor klimaatveranderingen. Bovendien zijn er belangengroepen zoals de dierenbescherming die ecologische bezwaren ziet. Anderzijds zijn er geen grote institutionele krachten met grote financiële macht die bezwaren hebben. Echt grote bezwaren zijn er dus niet en na goede doorberekeningen en pilots is de maatschappij overtuigd van de betrouwbaarheid en veiligheid van een dergelijk ingrijpend plan.

Een ander probleem zijn de moeilijkheden ontstaan door de implementatie in een grillig gebied, wat extra onderhoud met zich meebrengt. Hierin wordt voorzien door het feit dat het tapijt goedkoop is en makkelijk vervangen kan worden.

Na een lang aanloopproject zal pas enkele jaren voor 2050 het eerste zonnetapijt worden uitgerold in de Gobi Woestijn. Dit trekt wel onmiddellijk mensen en industrie naar zich toe, waardoor de woestijn een risicovolle energie hotspot vormt.