

ECN Beleidsstudies



**ENERGIE MARKT TRENDS 2001**  
**Technologiekeuze en milieugevolgen**

**Groei duurzame energieaanbod afhankelijk van  
succes offshore windenergie**

Manuel de Noord

## Groei duurzame energieaanbod afhankelijk van succes offshore windenergie

*Met windenergie op zee lijkt een zeer groot potentieel voor duurzame energie te kunnen worden aangeboord. De plaatsing van windturbines ver uit de kust zou minder bezwaarlijk hoeven te zijn dan op land. Het duurzame energieaanbod kan met offshore windenergie fors toenemen. Of hiermee de duurzame energie-doelstelling kan worden gerealiseerd is echter sterk afhankelijk van het oplossen van nieuwe technologische problemen en de groei die in de windturbine-industrie gerealiseerd kan worden. Bovendien is duidelijkheid nodig over plaatsingsbeleid, vergunningsprocedures en een stabiele markt voor groene energie.*

### Waarom offshore windenergie?

In Nederland is de groei in het aantal geplaatste windturbines op land de laatste jaren afgevlakt. Eén van de oorzaken is het gebrek aan draagvlak voor windprojecten op lokaal niveau. Dit uit zich in lang durende vergunningprocedures, waarbij omwonenden of andere belanghebbenden dikwijls met succes de bouw van windparken kunnen verhinderen. Argumenten tegen de bouw zijn vaak geluidsoverlast, zichthinder of slechte inpassing in het landschap. Hierdoor is de doelstelling voor het jaar 2000 van 1.000 MW niet gehaald en bedroeg het gerealiseerde windvermogen aan het eind van dat jaar slechts 450 MW.

Het plaatsen van windturbines op zee heeft een aantal voordelen ten opzichte van locaties op land. Zo hoeft er bij voldoende afstand uit de kust geen sprake meer te zijn van zichthinder en geluidsoverlast. Door deze voordelen kunnen offshore windturbines groter zijn (en meer vermogen hebben) en hoeft er minder aandacht besteed te worden aan het verminderen van de geluidsemisatie, wat extra kosten met zich meebrengt bij windturbines op land. Een ander voordeel is het windpatroon. Deze is op zee gelijkmatiger dan op land. Dit betekent minder slijtage door een minder sterk fluctuerende belasting. Ook is op zee de gemiddelde windsnelheid veel hoger dan op land, wat betekent dat er per vierkante meter rotoroppervlak meer elektriciteit opgewekt kan worden. Daartegenover staat dat de investeringskosten hoger zijn en dat de bereikbaarheid van de turbines slechter is waardoor de onderhoudskosten toenemen.

De hoeveelheid beschikbare ruimte voor windturbines op zee is, in vergelijking met die op land, vele male groter. Het potentieel voor windenergie is daardoor dus ook aanzienlijk groter. Wanneer wordt uitgegaan van de hoeveelheid beschikbaar zeeoppervlak buiten de 12-mijlszone (ruim 22 km) met een waterdiepte van minder dan 20 meter, is er plaats voor enige duizenden MW aan windturbines. Nederland heeft het voordeel van een relatief ondiepe zee. Bijna de gehele Nederlandse Exclusieve Economische Zone (overeenkomend met het Nederlands Continentaal Plat) is ondieper dan 50 meter. Dit voordeel deelt Nederland met landen als België, Denemarken, het Verenigd Koninkrijk en Duitsland. Andere landen met een lange kustlijn in Europa, zoals bijvoorbeeld Ierland en Spanje, hebben een relatief kleiner zeeoppervlak met waterdieptes van minder dan 50 meter. Wanneer concurrentie ontstaat in duurzame energie aanbod tussen verschillende landen in Europa, heeft Nederland mogelijk een comparatief voordeel omdat het een groot zeeoppervlak tot zijn beschikking heeft.

### Bestaande offshore windparken

In Nederland zijn op dit moment twee windparken in bedrijf waarvan de turbines in het water staan. Dit zijn de windparken in het IJsselmeer bij Medemblik en bij

Dronten. Dit zijn locaties in binnenwateren. Hoewel bij de fundering van deze turbines dezelfde technieken worden toegepast als bij ondiepe offshore en near-shore locaties, zijn de omstandigheden waaronder de turbines moeten draaien milder dan op de Noordzee. Zo is er geen sprake van zout water en zijn de golf- en windbelastingen veel lager.

In Denemarken, Zweden en het Verenigd Koninkrijk zijn ook offshore windparken operationeel. Over het algemeen zijn dit parken gebouwd in ondiep water (minder dan 10 meter) en relatief dicht bij de kust. Het Verenigd Koninkrijk heeft als eerste windturbines in de Noordzee geplaatst. Bij de havenplaats Blyth zijn eind 2000 2 turbines van elk 2 MW in gebruik genomen. De condities zijn vergelijkbaar met wat in Nederland 'nearshore' genoemd wordt: een waterdiepte van 8 meter op een afstand van ongeveer 1 km uit de kust. In tabel 3.1 wordt een overzicht gegeven van bestaande offshore windparken in Europa.

Tabel 3.1 Overzicht van bestaande offshore windparken in Europa

In gebruikname	Land	Locatie		Omschrijving
1991	Denemarken	Vindeby	Oostzee	11 turbines van 450 kW
1994	Nederland	Medemblik	IJsselmeer	4 turbines van 500 kW
1995	Denemarken	Tunø Kob	Kattegat	10 turbines van 500 kW
1996	Nederland	Dronten	IJsselmeer	28 turbines van 600 kW
1997	Zweden	Bockstigen	Oostzee	5 turbines van 550 kW
2000	Verenigd Koninkrijk	Blyth offshore	Noordzee	2 turbines van 2 MW
2001	Zweden	Utgrunden	Oostzee	7 turbines van 1,5 MW
2001	Denemarken	Middelgrunden	Oostzee	20 turbines van 2 MW

### Plannen voor windparken op zee

Naast de bestaande offshore windparken worden in heel Europa in snel tempo nieuwe plannen gemaakt om windparken op zee te bouwen (zie ook tabel 3.2). Zo heeft de Deense overheid al in 1996 een plan opgesteld om te komen tot 4.000 MW offshore windvermogen in 2030. De locaties tot 2010 zijn al aangewezen. Een aantal van deze parken zal op het Deense gedeelte van de Noordzee worden gebouwd. Ook Duitsland heeft al locaties aangewezen. Eén daarvan ligt ten noorden van het eiland Borkum, vlakbij de grens met het Nederlands gedeelte van de Noordzee. Daar zal een windpark van 100 MW verrijzen. In België zijn twee parken gepland. Op 6 tot 12 km uit de kust tussen Wenduine en Oostende en ter hoogte van Knokke, op 12 km uit de kust. Verder heeft het Britse koningshuis bij het in gebruik stellen van het Blyth offshore windpark in december 2000 aangekondigd verschillende locaties langs de Britse kustlijn ter beschikking te stellen. Deze locaties liggen binnen de 12-mijls zone en zijn eigendom van het Britse koningshuis. Ze zullen van de Crown Estate worden geleast. In zoverre nu bekend, omvatten de Britse plannen de bouw van circa 500 windturbines in parken van tenminste 20 MW met hooguit 30 turbines per park. In Zweden zijn vier projecten gepland elk onder de 100 MW en ook Ierland is van plan twee grote projecten te realiseren in de Ierse Zee tussen Dublin en Arklow.

Tabel 3.2 Plannen voor offshore windparken in Europa tot 2005

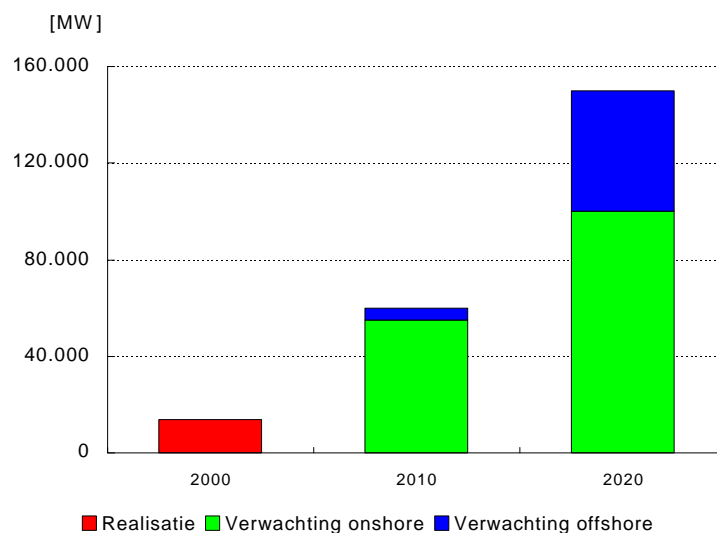
Land	Zee	Omvang plannen in MW
België	Noordzee	200
Denemarken	Oostzee en Noordzee	750 (tot 2008)
Duitsland	Noordzee	800
Ierland	Ierse zee	740
Nederland	Noordzee/IJsselmeer	640
Verenigd Koninkrijk	Rondom Verenigd Koninkrijk	1.000 tot 1.500
Zweden	Oostzee	170
Totaal		4.300 tot 4.800

Tot nu toe zijn er in Nederland concrete plannen voor drie windparken: het demonstratieproject Near Shore Windpark op 8 tot 12 km voor de kust van Egmond aan Zee en twee windparken van E-Connection, net buiten de 12-mijls zone, eveneens ter hoogte van Egmond aan Zee. De vergunningprocedures voor deze parken zijn nog in volle gang. Verder bestaan er nog plannen voor een near shore windpark van 300 MW langs de Afsluitdijk.

### Verwachte groei

Het Europese potentieel voor offshore windenergie is enorm. Volgens een studie van Germanischer Lloyd, uitgevoerd in 1997, is de beschikbare ruimte op Europese offshore locaties in de orde van 250 duizend km<sup>2</sup>. Deze locaties hebben een diepte tot 40 meter en een afstand uit de kust tot 40 kilometer. Gebieden op zee met andere gebruiksfuncties, zoals militaire oefenterreinen en scheepvaartroutes zijn hierbij reeds uitgesloten. Met een vermogensdichtheid van 5 MW per km<sup>2</sup> zou het totale Europese potentieel meer dan 1,25 miljoen MW kunnen bedragen.

De Europese Wind Energie Associatie (EWEA) heeft in november 2000 nieuwe verwachtingen uitgesproken over de ontwikkeling van windenergie in Europa. In 2010 verwacht de EWEA dat het opgestelde windvermogen in Europa 60.000 MW bedraagt, waarvan 5.000 MW offshore. Voor 2020 wordt een totaal opgesteld vermogen van 150.000 MW verwacht, waarvan 50.000 MW offshore (zie ook figuur 3.11). Gezien de plannen die nu al geformuleerd zijn (zie tabel 3.2) lijken de verwachtingen van de EWEA voor offshore windenergie voor 2010 zeker haalbaar en wellicht ook aan de voorzichtige kant. In het verleden heeft de EWEA steeds de verwachtingen naar boven bijgesteld. Zo was in 1991 voor Europa een windvermogen in 2000 van 4.000 MW voorspeld. In 1997 was dit cijfer al opgeschroefd naar 8.000 MW, terwijl in 2000 de uiteindelijke realisatie 13.600 MW bedroeg. Wereldwijd was het opgesteld vermogen in dat jaar 18.450 MW.



Figuur 3.11 Verwachting van de ontwikkelingen van windenergie in Europa door de Europese Wind Energie Associatie

Uit recent ECN-onderzoek is gebleken dat de totale beschikbare ruimte op de Nederlandse EEZ ongeveer 30.000 km<sup>2</sup> is. Het beschikbare zeeoppervlak buiten de 12-mijls zone met een diepte van minder dan 20 meter is ongeveer 600 km<sup>2</sup>. Hierop is naar schatting plaats voor circa 3.000 MW. De Nederlandse overheid hanteert voor 2010 een doelstelling van 1.500 MW windenergie op land. Voor 2020 is de doelstelling 3.000 MW op land en op zee. Het vermogen dat geplaatst kan

worden op de beschikbare ruimte buiten de 12-mijlszone met een waterdiepte van minder dan 20 meter komt dus overeen met de totale doelstelling voor 2020. Als er van wordt uitgegaan dat op zee 1.500 MW nodig is om aan de doelstelling voor 2020 te voldoen, bedraagt het hiervoor benodigde oppervlakte hooguit 300 km<sup>2</sup>. Dit is slechts 1% van het totaal beschikbaar oppervlak. Deze 1.500 MW zou op jaarbasis genoeg zijn voor een elektriciteitsproductie van minimaal 4 TWh. Dit is naar verwachting 3 à 4% van de Nederlandse elektriciteitsconsumptie in 2010.

### **Toename duurzame energie**

Vergeleken met andere typen duurzame elektriciteitsopwekking heeft offshore windenergie een groot potentieel in Europa. Uit recent onderzoek naar de effecten van handel in groencertificaten op de Europese elektriciteitsmarkt blijkt dat, om in 2010 de EU-doelstelling van 12% duurzame elektriciteit te halen, offshore windenergie een belangrijke bijdrage zal leveren. Andere duurzame bronnen, zoals biomassa of waterkracht, zijn in potentieel gelimiteerd door de beperkte beschikbaarheid van onder andere landbouwgronden, biomassa reststromen of geschikte locaties. Bij offshore windenergie doen zich deze effecten in veel mindere mate voor. Hier liggen de beperkingen vooral in de snelheid van technologische ontwikkelingen gekoppeld aan het productietempo van de industrie. Ook al is het potentieel in principe groot, het valt niet van het ene op het andere jaar te realiseren. Daarom wordt ervan uitgegaan dat het maximale groeitempo van de industrie bepalend is voor de ontwikkelingen op de langere termijn. De afgelopen jaren lag het groeitempo in de windindustrie wereldwijd tussen de 25 en 30% per jaar.

Wanneer in 2010 12% van de in Europa gebruikte elektriciteit van duurzame bronnen afkomstig moet zijn, zal hiervan naar verwachting 27% afkomstig zijn van windenergie. Hierbij is uitgegaan van een groeitempo van de windturbine-industrie van 30%. Terwijl het potentieel van de andere kosteneffectieve bronnen dan volledig benut zal zijn, kan de elektriciteitsproductie uit windenergie nog steeds stijgen. Dit betekent dat in de toekomst een toename van het aandeel windenergie in het totale duurzame energieaanbod verwacht mag worden. Windenergie, met name offshore, zal concurreren met andere (duurdere) duurzame energieopties die nodig zijn om aan de doelstelling te voldoen en is daarmee bepalend voor de evenwichtsprijs voor een (Europees) groencertificaat. Het is daarom niet onmogelijk dat de kosten van offshore windenergie op termijn bepalend worden voor de prijs van groene stroom.

Landen met een groot offshore windpotentieel, zoals Nederland, kunnen bij Europese handel in groene stroom profiteren van de groei in windenergie. In plaats van een netto importerend land van groencertificaten kan Nederland daarmee een netto exporterend land worden.

### **Invloed op het elektriciteitsaanbod**

Door het wisselende karakter van wind zal het aanbod van elektriciteit uit windenergie ook een variabel patroon hebben. Net als op land zullen er op zee perioden voorkomen met weinig of geen wind. Bij een groot opgesteld vermogen aan windenergie (enige duizenden MW) is het niet ondenkbaar dat dit variabel aanbod invloed heeft op de marktprijs van elektriciteit. Om dergelijke prijsschommelingen tegen te gaan is de opstelling van speciaal back-up vermogen misschien noodzakelijk. Hiervoor zou elektriciteit uit waterkracht gebruikt kunnen worden. Een andere oplossing is het ruimtelijke spreiden van offshore windparken. De wind waait niet overal op hetzelfde moment even sterk. Een ruimtelijke spreiding helpt ook mogelijke congestieproblemen in het elektriciteitsnet te vermijden. Wellicht is een speciaal elektriciteitsnetwerk voor windenergie op de Noordzee verbonden

met netwerken in verschillende landen ook aantrekkelijk bij het tegengaan van prijschommelingen en netcongestie. Zo'n netwerk maakt ook een koppeling mogelijk met bijvoorbeeld waterkrachtcentrales in Noorwegen. Een dergelijk elektriciteitsnetwerk op zee is vergelijkbaar met het reeds lang op het Continentaal Plat aanwezige stelsel van gaspijpleidingen.

### **Demonstratieprojecten**

Naast veel uitdagingen voor offshore windenergie zijn er ook knelpunten bij het realiseren van grote windparken op zee. Deze knelpunten hebben vooral te maken met investeringsrisico's veroorzaakt door onvoldoende kennis over langjarige meteorologische gegevens, de onzekerheid in het succes van verschillende noodzakelijke technologische ontwikkelingen en ook bestuurlijke onzekerheden. Technologische ontwikkelingen kunnen worden gestimuleerd door te beginnen met demonstratieprojecten, net zoals veel van de in de jaren negentig gebouwde windparken in de Oostzee (zie tabel 3.1). Hierdoor kan ervaring worden opgedaan die nodig is om veel grotere windparken te bouwen. Het demonstratieproject Near Shore Windpark bij Egmond aan Zee is bedoeld om kennis op te bouwen over technologische oplossingen voor de specifieke omstandigheden en knelpunten bij het bouwen van windparken in de Noordzee. Deze zijn namelijk extremer dan in de Oostzee. Zo zijn de wind- en golfbelastingen hoger en zullen de afstanden tot de kust groter zijn. Deze omstandigheden zullen het ontwerp, de installatie en de wijze van onderhoud sterk beïnvloeden.

### **Lacune in meteorologische kennis**

Voor een goede investeringsbeslissing moeten de opbrengsten van een project over een lange termijn redelijk bekend zijn. De opbrengsten worden in geval van offshore windenergie bepaald door het windaanbod en door de structuur van zowel de elektriciteitsmarkt als de markt voor groene stroom. Vooral over het windregime op de Noordzee is nog weinig bekend. De jaargemiddelde windsnelheid op elke sector van de EEZ is bij benadering tot op 1 à 1,5 m/s nauwkeurig in kaart gebracht. Deze onzekerheid geeft echter een te grote spreiding in de te verwachten elektriciteitsproductie en daarmee in de jaarlijkse omzet van een windpark. Bestaande meetgegevens zijn over het algemeen te onnauwkeurig (gegeven in bijvoorbeeld Beaufort) of onbetrouwbaar (gemeten vanaf varende schepen op onbekende hoogte). Om meer kennis te verkrijgen over het windregime zijn metingen van windsnelheden op de Noordzee op meerdere locaties gedurende meerdere jaren noodzakelijk. Ook voor een optimale afstemming van de constructie op golfbelastingen is meer kennis nodig over golfhoogten, zoals bijvoorbeeld de hoogste golfhoogte over een periode van 10 jaar. Aangezien dit kan variëren met de waterdiepte zijn metingen op diverse locaties gewenst. Meer kennis over golfbelastingen vergroot de betrouwbaarheid van de totale installatie en verkleint daarmee het technisch risico.

### **Onzekerheid in technologische ontwikkelingen**

De onzekerheid in technologische ontwikkeling uit zich in de vraag of de verdere opschaling van turbines gelijke tred kan houden met de vraag naar grotere turbines. Ook kan men zich afvragen of een groeitempo van 30% per jaar gedurende 10 à 20 jaar voor de turbine-industrie realistisch is. Dit hangt samen met de concurrentiekracht van windenergie op de duurzame elektriciteitsmarkt en daarmee met de vraag naar windturbines. Hierbij zijn niet alleen de ontwikkeling van de turbine-industrie van belang maar ook de ontwikkeling van nieuwe concepten, zoals installatietechnieken, typen funderingen en elektrische infrastructuur (zie ook kader *Ontwikkelingen offshore windtechnologie*).

## Ontwikkelingen offshore windtechnologie

### Windturbines

De afmetingen van windturbines nemen nog steeds toe. De grootste turbine van dit moment heeft een rotordiameter van 80 meter en een vermogen van 2,5 MW. De verwachting is dat eind 2002 machines worden gebouwd met rotordiameters van bijna 100 meter met vermogens groter dan 3 MW. Meerdere fabrikanten hebben ontwerpen op de tekentafel liggen voor turbines van 6 MW. Voor offshore windenergie is deze ontwikkeling bijzonder gunstig. Juist een groter vermogen per turbine kan een kostenbesparing opleveren. Waar het aandeel van de turbine in de totale investeringskosten op land circa 80% bedraagt, is dit op zee naar verwachting rond de 40% of minder. Dit wordt veroorzaakt door hogere uitgaven voor de ondersteuningsconstructie en elektrische infrastructuur. Als een hoger vermogen per fundering geplaatst kan worden dan nemen de kosten per MW af. Ook kunnen per MW de jaarlijkse kosten voor bedrijfsvoering en onderhoud bij grotere vermogens lager zijn.

### Funderingen

Naarmate turbines grotere vermogens krijgen of in zee worden geplaatst op locaties met een grotere diepte, zullen zwaardere funderingen moeten worden toegepast. De monopaal, de tot op heden meest gebruikte fundering, wordt in de zeebodem geheid met een ponton waarop een kraan met een heilinstallatie is gemonteerd. Deze combinatie kan alleen functioneren bij rustig weer, dus bij lage deining. Dit houdt in dat het aantal werkbare weken per jaar in sterke mate afhangt van het weer. Uit de ervaringen met het Blyth offshore windpark blijkt dat deining een niet te onderschatten probleem is. Zo heeft de totale installatie bij de montage van de twee turbines van dit park als gevolg van lichte deining uiteindelijk een aanzienlijke vertraging opgelopen. Nieuwe ontwikkelingen zullen gericht zijn op verbeteringen van de funderingen zelf en de bijbehorende plaatsingstechnieken.

### Vermogenselektronica

Bij gebruik van conventionele transportkabels zullen, naarmate de afstand tot de kust toeneemt, grotere verliezen in het transport van de opgewekte elektriciteit optreden. Een oplossing is het gebruik van HVDC (High Voltage DirectCurrent) technologie. Dit brengt hogere initiële investeringskosten met zich mee, maar geeft minder kabelverliezen. Naar verwachting is gebruik van HVDC-transport al rendabel bij afstanden vanaf 40 km uit de kust. De ontwikkelingen in de HVDC-technologie zijn in volle gang.

### Onderhoud

De ontwikkelingen in de offshore windturbine-industrie zijn er onder andere op gericht om de kosten voor onderhoud zoveel mogelijk te minimaliseren. Eén van de grootste uitdagingen is dan ook het vergroten van de betrouwbaarheid van de turbines. Op zee zijn locaties minder goed bereikbaar dan op land, wat betekent dat bijvoorbeeld bij slecht weer een turbine langer uit bedrijf kan zijn. Dit effect komt sterk tot uitdrukking in de kostprijs. Het vergroten van de betrouwbaarheid kan bijvoorbeeld inhouden dat de turbines uit sterkere materialen worden gebouwd, het aantal draaiende delen wordt beperkt en componenten een grote bestendigheid krijgen tegen weersinvloeden op zee. Te denken valt hierbij aan de kans op golf- en stormschade, het corrosieve effect van zout water of zoute nevel, etc. De kostenreductie van onderhoud komt neer op het minder vaak hoeven uitrukken van een onderhoudsploeg, waarbij tevens een hogere jaarlijkse energieproductie wordt bereikt door een grotere beschikbaarheid van de turbines.

## Bestuurlijke onzekerheden

Tot nu toe is er in Nederland geen duidelijk juridisch kader waarbinnen het hele traject van plannen, vergunningprocedures en het daadwerkelijk realiseren van een offshore windpark zich kan afspelen. Opmerkelijk hierbij is dat in tegenstelling tot Nederland de overheden van andere Noordzeelanden een speciaal locatie



toewijzingsbeleid voeren. Nieuwe initiatiefnemers moeten nu in Nederland afwachten totdat er een vergunning is verkregen. Overigens vormt hierop de locatietoewijzing van het Near Shore windpark een uitzondering. Een gevolg van het uitblijven van een duidelijk locatiebeleid is dat nu al meer initiatieven ontplooid worden in het buitenland dan in Nederland.

Vanwege de omvang van offshore windprojecten zijn, in vergelijking met projecten op land, de investeringen per windpark ook hoger. Investeerders verlangen daarom een hoge mate van zekerheid, ook in verband met de afzet van groene stroom op de lange termijn. Daarom speelt de uiteindelijke vormgeving van de groene stroommarkt een grote rol. Duidelijkheid zal moeten worden verkregen over de continuering van bestaande financiële stimuleringsmaatregelen, of de markt gebaseerd wordt op een verplicht of een vrijwillig aandeel duurzame elektriciteitsconsumptie en over export- en ook importmogelijkheden van groene stroom of groencertificaten (zie ook *Inzicht Marktorganisatie en strategie*). Aangezien investeringen in (offshore) windenergie kapitaalsintensief zijn, heeft een verlaging van de investeringsrisico's een verlaging van de rendementseis op geïnvesteerd kapitaal tot gevolg. En aangezien de kostprijs van windenergie sterk afhangt van financieringskosten kan dit resulteren in een sterkere concurrentiepositie.

### **Nog onzekere toekomst**

Voor Nederland geldt dat er voldoende ruimte is op de EEZ voor offshore windparken, dat wil zeggen bij waterdieptes tot 20 meter buiten de 12-mijlszone. Deze ruimte is voldoende om een behoorlijke bijdrage te leveren aan de Nederlandse en Europese doelstellingen met betrekking tot duurzame energie. Echter, tot nu toe is het voor ontwikkelaars die actief zijn op de Nederlandse markt onvoldoende duidelijk wat de mogelijkheden zijn voor het plaatsen van een windpark op zee. Meer duidelijkheid is gewenst ten aanzien van plaatsingsbeleid, vergunningprocedures en de vormgeving van de groencertificatenmarkt. Daartegenover staat dat de bestaande plannen al zover gevorderd zijn dat er rond 2005 een kleine 600 MW aan offshore en nearshore windvermogen in Nederland verwacht mag worden. Hierbij is het windpark langs de Afsluitdijk meegeteld. In hoeverre het aantal initiatieven zich zal uitbreiden zal afhangen van technologische en bestuurlijke ontwikkelingen, de mate waarin de vraag naar groene stroom blijvend gestimuleerd wordt en in hoeverre er met betrekking tot diverse offshore activiteiten sprake is van enige coördinatie tussen de landen rond de Noordzee.

Bij het in snel tempo vergroten van het duurzame energie aanbod is de hoop gevestigd op offshore windenergie. Of deze verwachting kan worden waargemaakt is afhankelijk van technologische ontwikkelingen en beleidsmatige keuzes. Kennisopbouw met betrekking tot windregimes op zee is noodzakelijk voor het optimaal aanpassen en dimensioneren van windturbines aan de condities op zee teneinde de investeringsrisico's zoveel mogelijk te kunnen verkleinen. Ook zullen ontwikkelingen in de bestuurlijke besluitvormingsprocedures zoals vergunningen- of concessiestelsels, maar ook de uiteindelijke vorm van de markt voor groencertificaten, bepalend zijn voor het tempo waarin offshore windenergie zich zal ontwikkelen. Vanwege het grote potentieel dat windenergie op zee heeft in vergelijking tot andere duurzame energiebronnen in Europa, zal deze technologie de prijs van duurzaam opgewekte elektriciteit in Europa kunnen gaan bepalen. Voorwaarde is dan wel dat de technologische ontwikkelingen succesvol zijn en er dan sprake is van één Europese duurzame energiemarkt.