

# Nieuwe energie voor de visserij

## Een verkenning van alternatieve energiebronnen

Dit rapport is in opdracht van InnovatieNetwerk opgesteld door:  
F.P.E. (Femke) Brouwer en B.E. (Bettina) Kampman



Projectleider:  
Drs. H.J. Riphagen (InnovatieNetwerk)

Dit rapport is opgesteld in het kader van het thema 'Duurzaam Ondernemen',  
concept 'Noordzeevervisserij: naar nieuwe energie'.



Postbus 19197  
3501 DD Utrecht  
tel.: 070 378 56 53  
[www.innovatienetwerk.org](http://www.innovatienetwerk.org)

Het ministerie van LNV nam het initiatief tot en financiert InnovatieNetwerk.



Postbus 96840  
2509 JE Den Haag  
tel.: 070 378 6569  
[www.visserijinnovatieplatform.nl](http://www.visserijinnovatieplatform.nl)

ISBN: 978 – 90 – 5059 – 390 – 8

Overname van tekstdelen is toegestaan, mits met bronvermelding.

Rapportnr. 09.2.209, Utrecht, juni 2009.



# Voorwoord

InnovatieNetwerk heeft CE-Delft gevraagd om een verkenning te maken naar alternatieve energiebronnen voor de visserij. De boomkotters op de Noordzee hebben zware motoren die traditioneel veel gasolie gebruiken. De vissers spannen zich vanwege de hoge olieprijs in om zuiniger om te gaan met de brandstof. Ze passen bijvoorbeeld de vistuigen aan, varen langzamer en maken gebruik van brandstofmeters en cruisecontrol. Op langere termijn is de verwachting dat fossiele energie nog schaarser, en dus duurder, wordt. Dat is de reden dat CE-Delft in deze studie kijkt naar de mogelijkheden van alternatieve energiebronnen zoals windenergie, zonne-energie en energie uit golfslag. Bieden duurzame energiebronnen kansen voor de visserij?

Het Visserij Innovatie Platform (VIP) wil de visserijsector stimuleren om innovatieve oplossingen te bedenken voor maatschappelijke problemen. Innovatie kan de sector helpen om een beter toekomstperspectief te realiseren. Voor de lange termijn tot 2025 heeft het VIP een viertal ambities geformuleerd. Deze ambities willen de afzet van vis verbeteren, de ecologie van de zee en de visstand beschermen, het vak van visser verbreden naar multipurpose maritiem ondernemer en, tot slot, energie besparen. De ambitie 'naar nieuwe energie' wil het gebruik van fossiele brandstof verminderen. Het VIP stelt zich ten doel om het gebruik van fossiele brandstof tussen 2007 en 2025 met 90% te verminderen. De energietransitie kan alleen gerealiseerd worden als een radicale omslag plaatsvindt in het denken over energiegebruik in de visserijsector.

In dit rapport komen zoals gezegd meerdere energieopties aan de orde: windenergie, zonne-energie en de energie uit golfslag. Wij stellen voor om één of meerdere van de in dit rapport genoemde opties verder uit te werken. Mogelijk leidt dit tot het uitvoeren van een praktijkproef

van een alternatief energieconcept met een vissersschip. We hopen dat dit rapport u stimuleert om na te denken over een energiearme visserij in de toekomst.

Dr. G. Vos,  
Directeur InnovatieNetwerk

B. Bierens,  
voorzitter Visserij Innovatie  
Platform





# Inhoudsopgave

## Voorwoord

## Samenvatting

1

## 1. Inleiding

5

- 1.1 Aanleiding 5
- 1.1 Doel en aanpak van het onderzoek 6
- 1.2 Leeswijzer 7

## 2. De Noordzee-visserij - toen en nu

9

- 2.1 Inleiding 9
- 2.2 Van de zeilende visserij naar de huidige motorkotters 10
- 2.3 De huidige Noordzeevisserij 12

## 3. Alternatieve energiebron: windenergie

15

- 3.1 Inleiding 15
- 3.2 Zeilen 16
- 3.3 Kite 18
- 3.4 Flettner-rotors 20
- 3.5 Windgeneratoren 23

## 4. Alternatieve energiebron: zonne-energie

27

- 4.1 Inleiding 27
- 4.2 Zonnepanelen 27
- 4.3 Concentrated solar power 29

## 5. Alternatieve energiebron: energie uit zee

33

- 5.1 Inleiding 33
- 5.2 Golven 33
- 5.3 Temperatuurverschillen: Ocean Thermal Energy Conversion 38

## **6. Alternatieve energiebron: overige ideeën 39**

6.1	Zwaartekracht	39
6.2	Energie uit spuiwater	40
6.3	Verbeteringen in het bestaande energiesysteem	40

## **7. Opslag van energie 43**

7.1	Inleiding	43
7.2	Korte termijn	43
7.3	Lange termijn	44
7.4	Conclusies	45

## **8. Vergelijking van de alternatieven 47**

8.1	Inleiding	47
8.2	Levert de technologie een substantiële hoeveelheid energie?	48
8.3	Praktische haalbaarheid	49
8.4	Korte of lange termijn?	50

## **9. Conclusies en aanbevelingen 55**

9.1	Conclusies: kansrijke opties	55
9.2	Aanbevelingen: wat is er nodig om de kansrijke opties te laten slagen?	57

## **Literatuurlijst 61**

## **Bijlage 1: Contactpersonen en adressen 63**

## **Bijlage 2: Verslag workshop 31 maart 2009, te Utrecht 67**

## **Summary 71**







# Samenvatting

## **Aanleiding**

Visserij schepen – met name de grote Noordzeekotters die op schol en tong vissen – zijn grootverbruikers van gasolie. Een van de potentiële opties om het brandstofverbruik terug te dringen (uit economische overwegingen of uit het oogpunt van energietransitie en klimaat) is om gebruik te maken van alternatieve energiebronnen.

Dit rapport, dat is geschreven in opdracht van InnovatieNetwerk, bevat een verkenning van de mogelijkheden om verschillende vormen van energie aan boord te winnen. Het resultaat is een aantal kansrijke opties die verder ontwikkeld zouden kunnen worden. Uiteraard zijn er ook andere opties om brandstofverbruik te verminderen, zoals verandering van vistechneek, maar deze zijn in dit rapport niet verder onderzocht.

## **Wind**

Tot de komst van stoomschepen en gemotoriseerde vaartuigen was wind de voornaamste energiebron in de visserij. Huidige vistechneeken zijn echter aangepast aan de hoge vermogens die door de motoren van nu worden gegenereerd, zodat niet zonder meer kan worden teruggevallen op de traditionele zeilschepen.

Techneeken om windenergie te benutten zijn – naast traditionele zeilen – de kite (vlieger), de Flettner-rotor en de windturbine. Op de middellange termijn lijkt de vlieger de meest kansrijke optie, en wellicht ook zeilen. Op de langere termijn wordt de Flettner-rotor misschien ook interessant. Met name voor toepassing van vliegers en Flettner-rotors zijn waarschijnlijk slechts beperkte aanpassingen aan het scheepsontwerp nodig. Alle drie de opties kunnen in principe een significante bijdrage leveren aan de voortstuwing van het schip.

## Zon

Zonne-energie kan benut worden door zonnepanelen. Dit is een reeds bekende techniek die steeds verder wordt ontwikkeld. Op schepen wordt zij op zeer kleine schaal toegepast. Omdat de kosten op dit moment echter nog hoog zijn en het potentieel laag, lijkt deze techniek niet direct geschikt. Een andere optie voor het benutten van zonne-energie is Concentrated Solar Power, waarbij spiegels het zonlicht concentreren. De voortdurende beweging van het schip maakt toepassing van deze technologie aan boord echter vooralsnog onmogelijk.

## Water

Energie kan ook worden gewonnen uit water, bijvoorbeeld uit getijden en golfslag<sup>1</sup>. Er zijn verschillende ideeën voor het benutten van de beweging van het water aan boord van schepen, maar deze technieken staan nog in de kinderschoenen. Het zijn langetermijnopties en verder onderzoek is nodig om hun potentieel te kunnen kwantificeren en om de technieken verder te ontwikkelen.

## Overige energiebronnen

Twee technieken die niet onder een van de hierboven genoemde kopjes vallen, zijn energie uit zwaartekracht en energie uit spuiwater. Bij energie uit zwaartekracht wordt de energie opgeslagen die vrijkomt bij het laten zakken van de netten. Bij energie uit spuiwater worden kleine molentjes geplaatst in de afvoerkanalen voor het spuiwater. Het potentieel van beide technieken is klein; voordeel is echter dat zij slechts om kleine ingrepen aan boord van de vissersschepen vragen.

## Welke opties worden aanbevolen?

Alle technologieën zijn getoetst aan twee criteria:

1. Kan deze een significante hoeveelheid energie leveren?
  2. Is deze praktisch toepasbaar aan boord van een boomkorkotter?
- Daarnaast is bekeken op welke termijn de technieken beschikbaar zouden kunnen komen voor de visserij. Enkele technieken zijn al direct toepasbaar, een aantal is in ontwikkeling en bij een aantal staat de ontwikkeling nog in de kinderschoenen.

We concluderen dat de volgende opties een bijdrage zouden kunnen leveren aan significante brandstofbesparing, en daarmee aan de doelstelling van InnovatieNetwerk:

- Zeilen (middellange tot lange termijn);
- De vlieger (middellange termijn);
- De Flettner-rotor (lange termijn).

De vlieger biedt waarschijnlijk de beste kansen op de middellange termijn. Het is dan ook aan te bevelen om deze optie verder te onderzoeken, en te kijken of hiervoor een proefproject kan worden uitgevoerd. Ook de andere opties – met name zeilen – lijken kansrijk voor de langere termijn, zodat verder onderzoek aan te bevelen is.

Bij de volgende opties is het potentieel waarschijnlijk vrij beperkt, maar zijn de onzekerheden over potentieel en toepasbaarheid nog groot:

---

<sup>1</sup> Een andere technologie om energie uit zeewater te winnen, is gebruik te maken van temperatuurverschillen tussen diep water en oppervlaktewater. De temperatuurverschillen in de Noordzee zijn hiervoor echter te klein.

- Energie uit beweging van het water (lange termijn);
- Energie uit beweging van het schip (lange termijn).

Daarnaast zijn enkele andere opties geïdentificeerd die praktisch haalbaar lijken maar slechts een (zeer) beperkt potentieel hebben: windturbines, zonnepanelen, energie uit zwaartekracht en energie uit spuiwater. Uit een kosten-batenanalyse zal moeten blijken of toepassing van deze technieken zinvol is.



# 1. Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Visserij schepen, met name de grote Noordzeekotters die op schol en tong vissen, zijn grootverbruikers van gasolie: 5 liter gasolie per kg gevangen vis is geen uitzondering. Vanwege de hoge olieprijs van de afgelopen tijd is de sector al naarstig op zoek naar efficiencyverbeteringen. Andere vistechnieken en efficiëntere netten worden ingezet om het brandstofverbruik te verbeteren zonder de opbrengst (te veel) te reduceren. Het lijkt er echter op dat meer innovatieve systeemveranderingen nodig zijn om het fossiele brandstofverbruik echt sterk te laten dalen, zeker als wordt gedacht aan een reductie –met 90% zoals in een van de ambities van het Visserij Innovatie Platform is verwoord:

---

‘...In 2025 is de visserij erin geslaagd om een transitie op energieveld te bewerkstelligen: het gebruik van fossiele energie is met 90% gereduceerd. Er heeft een radicale omslag plaatsgevonden in het denken over energieverbruik in de visserijsector. De innovaties zijn tot stand gekomen gebruikmakend van de kennis en ervaring uit heel andere sectoren. De visserijsector vervult in 2025 op energiegebied een voorbeeldrol voor de scheepvaart in bredere zin.’

---

In een eerder traject van het VIP is geconcludeerd dat er op een aantal terreinen waarschijnlijk ingrijpende veranderingen nodig zijn in de visserijsector:

1. De brandstof moet efficiënter worden gebruikt;
2. Er moet een energiezuinige vangsttechniek worden ontwikkeld en ingezet;
3. Er moet gebruik worden gemaakt van alternatieve, nieuwe energiebronnen.

In opdracht van InnovatieNetwerk heeft CE Delft daarom in dit rapport de mogelijkheden en kansen voor het laatste punt, de nieuwe energiebronnen, verkend. Deze verkenning is breed ingestoken en kijkt derhalve naar alle potentiële alternatieve energiebronnen die we op dit moment kunnen bedenken. Technische en praktische haalbaarheid zijn daarbij een belangrijk criterium, maar niet zonder meer beperkend: het zichtjaar is 2025, zodat er nog tijd is voor onderzoek en ontwikkeling van nu nog onbekende of niet in de visserij toegepaste technieken.

Zoals opgemerkt is de huidige Noordzeevervisserij energie-intensief. Idealiter zoeken we derhalve alternatieve energiebronnen die veel vermogen kunnen leveren, vergelijkbaar met de huidige gasolietmotoren. We verwachten echter niet dat dit in de praktijk kan – de vermogens die windmolens, zeilen, zonnecellen et cetera op een vissersschip kunnen leveren, zijn toch beperkt. Deze studie moet derhalve worden gezien in combinatie met de andere ontwikkelrichtingen die hierboven zijn opgesomd: alternatieve energiebronnen kunnen waarschijnlijk pas een aanzienlijk deel van het energiegebruik op een vissersschip dekken als de energiebehoefte sterk is gereduceerd, bijvoorbeeld door over te stappen op een veel minder energie-intensieve vangstmethode.

## 1.2 Doel en aanpak van het onderzoek

Doel van dit onderzoek is een brede verkenning naar alternatieve energiebronnen voor de visserij: Welke energiebronnen zijn er, welke zijn het meest kansrijk, en welke stappen moeten er worden ondernomen om deze bronnen daadwerkelijk in te zetten? Aanvullend daarop inventariseren we ook de mogelijkheden voor opslag van de opgewekte energie. Daarbij kijken we naar accu's en waterstof.

De verkenning is voornamelijk uitgevoerd als literatuurstudie, aangevuld met enkele verkennende berekeningen en interviews met deskundigen. Een conceptrapport is vervolgens besproken met een groep experts uit wetenschap en praktijk, op 31 maart 2009. Naar aanleiding hiervan zijn nog enkele veranderingen aan het rapport doorgevoerd. Een lijst met deelnemers en een verslag van deze workshop zijn opgenomen in bijlage 2.

De focus van deze studie ligt op de visserij met grote boomkorkotters. Deze schepen zijn ca. 40 meter lang en hebben motorvermogens groter dan 1.500 pk. Het is zeker niet ondenkbaar dat de hier besproken energiebronnen en technieken ook op kleinere kotters of op andere soorten schepen kunnen worden toegepast, maar dat valt buiten de scope van dit onderzoek.

De studie is overigens beperkt tot de mogelijkheden voor niet-fossiele, hernieuwbare energie die de schepen aan boord kunnen opwekken. Eventuele mogelijkheden om bijvoorbeeld groene stroom die aan wal



of in een offshore windmolenpark is opgewekt, in accu's op te slaan, nemen we niet mee.

## 1.3 Leeswijzer

Het rapport is als volgt opgebouwd.

Hoofdstuk 2 geeft een beknopte beschrijving van de Noordzeevervisserij van vroeger en nu, waarbij we beginnen met een beschrijving van de zeilende visserij (tot in de jaren twintig/dertig van de vorige eeuw) en eindigen met de huidige boomkorvisserij.

Hoofdstukken 3, 4, 5 en 6 verkennen vervolgens de diverse alternatieven: energie uit wind, zon, zee en overige bronnen. Voor elke energiebron geven we:

- Een overzicht van de potentiële opties;
- Per optie een beschrijving van hoe het zou kunnen werken en van eventueel bestaande praktijkervaring of onderzoeksresultaten;
- Per optie de voor- en nadelen bij toepassing in de visserij;
- Indien mogelijk per optie een eerste inschatting van het besparingspotentieel;
- Indien mogelijk per optie een eerste inschatting van de kosten.

De mogelijkheden voor energieopslag (accu's, waterstof), worden besproken in Hoofdstuk 7.

In Hoofdstuk 8 vergelijken we de alternatieven en kijken we naar wat er nodig is om de kansrijke opties te laten slagen.

Conclusies en aanbevelingen zijn te vinden in Hoofdstuk 9.



# 2.

# De Noordzee- visserij - toen en nu

## 2.1 Inleiding

De moderne Noordzeevervisserij op schol en tong is gebaseerd op de boomkor vistechiek. Daardoor wordt zij gekenmerkt door grote motorvermogens en een fors verbruik van gasolie. Uit het voortraject van deze studie is gebleken dat een reductie van het fossiele energiegebruik van 90%, de ambitie van het Visserij Innovatie Platform, alleen kan worden bereikt door efficiënt met energie om te gaan, en een transitie op twee vlakken te realiseren:

1. Het energiegebruik moet drastisch worden verlaagd, waarschijnlijk door aanpassingen aan de vistechiek (pulskor, sumwing, et cetera).
2. De visserij moet waar mogelijk gebruik maken van alternatieve energiebronnen.

Deze studie concentreert zich op het tweede punt, met name op opties waarbij de benodigde energie zelf, d.w.z. aan boord, wordt opgewekt. Dit klinkt wellicht als toekomstmuziek, maar is eigenlijk zo oud als de visserij zelf: tot zo'n 100 jaar geleden werd er niet gevestigd met motoren, maar puur op windkracht (zeilen, voor de voortstuwing) en mankracht (bijvoorbeeld voor het binnenhalen van de netten en vis).

Dat is de reden waarom we dit rapport beginnen met een korte terugblik op de ontwikkelingen in de visserij in Nederland. We kijken daarbij vooral naar de periode vanaf 1850 tot heden. In de tweede helft van de 19<sup>de</sup> eeuw werd er nog 'traditioneel' gevestigd, met min of meer dezelfde technieken als in de eeuwen daarvoor. Aan het einde van die eeuw begon de tijd van de industrialisering, en vlak voor de 20<sup>ste</sup> eeuw deed de eerste stoommachine haar intrede op een vissers-

schip. In een eeuw vol technische ontwikkelingen werden vervolgens de zeilschepen verdrongen door eerst stoomschepen en later motorschepen, en hebben de steeds grotere motorvermogens de sector compleet veranderd, waaronder ook de vistechniek en de vissoorten waarop wordt gevestigd.

Ons doel is hierbij niet om een zo volledig mogelijk historische beschrijving te geven, maar om inzicht te geven in de verschillen tussen het vissen toen en nu, en in de belangrijkste ontwikkelingen en technische innovaties die deze transitie hebben veroorzaakt.

## 2.2

# Van de zeilende visserij naar de huidige motorkotters

Dit overzicht is voornamelijk gebaseerd op [Boelmans, 1978].

In de tijd van de zeilende vissersschepen waren er ruwweg twee soorten visserij langs de Nederlandse kust:

- Er werd met platbodems (bomschuiten) gevestigd langs de ondiepe wateren van de Zeeuwse, Hollandse en Friese kust;
- Met grotere kielschepen werd verder op zee, in diepere wateren, gevestigd.

Er werd destijds vooral gevestigd op haring, met drijfnetten (die 'vleten' werden genoemd). Een drijfnet is een passieve vorm van visserij waarin het net recht op staat in het water, met aan de bovenkant boeien en aan de onderkant gewichten. De vis wordt gevestigd doordat hij met zijn kieuwen of andere uitsteeksels in het net blijft hangen. In de maanden dat er niet op haring kon worden gevestigd, werd er gevestigd op verschillende andere soorten, zoals kabeljauw, ansjovis, et cetera.



*Figuur 1: Schematische afbeelding van een drijfnet.  
Bron: Ecomare.*

In de tweede helft van de 19<sup>de</sup> eeuw vond er een sterke (technologische) ontwikkeling plaats in de haringvisserij. De opkomende industrialisatie maakte het mogelijk om de netten van hennep (een eeuwenoude techniek), te vervangen door netten van katoen. Deze waren veel lichter, waardoor de schepen grotere netten konden meenemen. Dit leidde niet veel later tot de opkomst van een sneller zeilschip: de relatief zware hoeker werd vervangen door de zeillogger. Dit scheepstype, in combinatie met drijfnetten, werd de basis van de haringvisserij gedurende bijna een eeuw.

Tegelijkertijd werden er veel infrastructurele werken uitgevoerd in Nederland. Wegen en spoorwegen werden aangelegd, waardoor tal van vissersdorpen in Holland en Zeeland beter bereikbaar werden. Het Noordzeekanaal werd in 1876 geopend, waardoor de vissers van de Noordzee hun vis sneller in Amsterdam konden afleveren. Voor de Zuiderzeevissers betekende dit kanaal daarentegen een verslechtering, omdat de Oranjesluizen tijd kostten en daarmee een obstakel vormden tussen de Zuiderzee en Amsterdam.

Daarnaast bleven de bomschuiten overigens nog wel bestaan, omdat een groot deel van de kust nog geen havens had waar zeeschepen

binnen konden varen – de havens van IJmuiden en Scheveningen werden pas in 1896 en 1904 in gebruik genomen. De bomschuiten konden direct het strand op varen, onder meer bij vissersdorpen zoals Katwijk en Scheveningen.

Deze nieuwe ontwikkelingen leidden tot een bloei van de Nederlandse haringvisserij: de vangst liep op van ca. 6,5 kton haring in 1855, tot ca. 65 kton in 1896. Veel van deze haring werd geëxporteerd.

Vanaf 1876 werden stoomspillen op de loggers gebruikt, waardoor de vaak kilometerlange netten makkelijker konden worden ingehaald. De overgang naar stoomaandrijving van de schepen begon in 1897, toen de eerste stoomlogger aanmeerde in Vlaardingen. Vijftien jaar later waren er al 41 in bedrijf. In 1901 kwam ook de eerste motorlogger in de vaart, maar de motoren waren de eerste jaren niet bedrijfszeker genoeg. Het zou nog enkele jaren duren voordat de motorschepen een succes werden en (uiteindelijk) de stoomschepen vervingen.

De stoomaandrijving – en later ook de motoraandrijving – werd al snel een succes, en zorgde voor een overstap van passieve visserij (drijfnetvisserij) naar actieve visserij. Het boomtrawl en de boomkor, op zich al oude vistechnieken, werden aantrekkelijker en vervingen langzaam maar zeker de passieve (drijfnet)visserij. In de actieve visserij betekent meer machinevermogen een grotere vangst. De visserijtechnieken werden toen ook verder verbeterd, en aangepast aan de toenemende vermogens.

Tijdens de twee wereldoorlogen stortte de visserij in – tijdens WO I vooral vanwege de sterk dalende vraag, tijdens WO II werden veel schepen geconfisqueerd en omgebouwd. Dit is ook de periode waarin de zeilende visserij eindigt: langzaam maar zeker worden voor en tijdens WO I de zeilloggers vervangen of omgebouwd tot motorlogger. Vanaf 1931 zijn geen zeilloggers meer actief.

In de trawlvisserij waren vanaf 1969 alle schepen overgestapt van de drijfnetvisserij naar trawlnetten. Deze werden eerst nog via de zijkant binnengehaald en uitgezet, zoals dat al eeuwenlang gebeurde, maar begin jaren zestig werden de eerste hektrawlers gebouwd, waarbij de netten via de achterkant van het schip worden ingehaald en uitgezet. In die tijd nam de motor het definitief over van de stoomaandrijving, en werden de trawlers verder ontwikkeld door er bijvoorbeeld diepvriesinstallaties in te bouwen. Katoenen netten werden vervangen door nylon netten, en ook de navigatie- en opsporingsapparatuur werd sterk verbeterd door de technische vooruitgang van die tijd. De trawlers konden door al deze ontwikkelingen het hele jaar door varen, en waren niet meer aan bepaalde seizoenen gebonden.

In de kustvisserij kwamen na WO II de kotters op (met motoraandrijving) die vooral op platvis – voornamelijk schol – visten. Tot dan werden vooral gemotoriseerde zeilschepen gebruikt. Eerst werd met een bordentrawl over de zijkant van het schip gevist, maar al snel werd de oude techniek van de boomkor gebruikt, aangepast aan de moderne tijd en motorvermogens. De boom werd bijvoorbeeld vervangen door een stalen buis, en er werden twee boomkorren gebruikt –



*Figuur 2: Boomkor-vistechiek.  
Bron: [www.zeeinzicht.nl](http://www.zeeinzicht.nl). Tekening:  
Oscar Bos.*

aan elke kant van het schip één. Grotere motorvermogens maakten het gebruik van steeds zwaardere kettingen mogelijk, waarmee de lucratieve tongvangst werd opgevoerd. De grotere winsten leidden tot steeds grotere motorvermogens – van 150 pk tot 500, 600, 800 pk en meer. Werken met de boomkor was de eerste tijd gevaarlijk (er gebeurden veel ongelukken), maar de techniek werd verder ontwikkeld, waardoor de veiligheid sterk verbeterde. Het vaargebied van deze schepen breidde zich uit van de kust tot de Noordzee.

De Nederlandse platvissector was in die tijd uitermate succesvol, en liep voorop in Europa. De sector streefde in waarde zelfs de haringvisserij voorbij.

De sterk gestegen visvangstcapaciteit leidde wel tot overbevissing. De gevolgen van de visserij op de visstand bleken duidelijk tijdens de twee wereldoorlogen; in die jaren nam de visstand sterk toe. Sinds de jaren zestig wordt de visstand daarom beschermd door middel van regelgeving.

## 2.3 De huidige Noordzeevisserij

De omvang van de actieve Nederlandse kottervloot kwam in 2006 uit op 346 schepen. Het aantal grote boomkorkotters (> 2.000 pk) was in dat jaar 21, het aantal kotters met motorvermogen tussen 1.500 en 2.000 pk was 83. 166 kotters, voornamelijk Eurokotters, hadden een motorvermogen tussen 261 en 300 pk [LEI, 2007].

Met de boomkor wordt vooral gevestig op de platvissoorten schol, tong, schar, tarbot en griet. Daarnaast levert deze methode een grote bijvangst op van onder andere kabeljauw, rog, wijting, poon, mul, zeeduivel, tongschar en wulk. Met deze kotters wordt in de kustzone en op de Noordzee gevestig.

Hoewel het aantal boomkorkotters sinds de jaren negentig duidelijk is afgenomen, is de boomkorvisserij ook nu nog de belangrijkste tak van de Nederlandse kottervloot. In 2006 werd ruim 80% van de totale visserij-inspanning gerealiseerd door de boomkorvisserij >1.500 pk (uitgedrukt in pk-dagen), en 63% van de totale besomming (opbrengst van de aangevoerde vis) van de Nederlandse vissersvloot [LEI, 2007].



*Figuur 3: Boomkorkotter met een motorvermogen van 2.000 pk.  
Bron: [www.duurzaamvissen.nl](http://www.duurzaamvissen.nl).*

Deze schepen zijn ca. 40 meter lang en varen met 5-7 opvarenden [LEI, 2008]. De schepen zijn meestal van maandag t/m donderdag of vrijdag op zee; per jaar komt dit uit op gemiddeld ruim 180 vaardagen. Per dag gebruiken ze gemiddeld 9.000 liter gasolie. In 2006 hebben deze kotters in totaal 189 miljoen liter brandstof verbruikt<sup>2</sup>. Per kilo verhandelde vis werd gemiddeld 4,8 liter brandstof verbruikt. De gemiddelde leeftijd van deze kotters was in 2006 17 jaar, de gemiddelde leeftijd van de motor was 13 jaar.

Een uitgebreid overzicht van de huidige visserijvloot (stand 2006) is te vinden in [LEI, 2008] en [LEI, 2007].

<sup>2</sup> Ter vergelijking: in dat jaar is in Nederland bijna 8.000 miljoen liter diesel voor het wegverkeer verkocht (Bron: CBS).







# 3.

# Alternatieve energiebron: windenergie

## 3.1 Inleiding

In deze en de volgende hoofdstukken bespreken we de opties om de verschillende energiebronnen aan boord te benutten. We beginnen hier met windenergie. De volgende hoofdstukken verkennen de mogelijkheden van achtereenvolgens zon, zee en overige bronnen.

Zeilen is natuurlijk geen onbekende techniek in de visserij, al zullen de huidige vissers er weinig of geen ervaring mee hebben. Zoals in Hoofdstuk 2 beschreven, was wind voor de komst van moderne verbrandingsmotoren en goedkope brandstoffen de voornaamste energiebron. Door de hoge olieprijzen in 2008 en de huidige duurzaamheidsbeweging komt windenergie echter weer in beeld. Doordat de huidige vistechnieken veel energie-intensiever zijn dan die van vroeger, leveren de vroegere zeilmethoden niet meer voldoende vermogen om de vissersschepen geheel van energie te voorzien. Wel kunnen zij het brandstofverbruik reduceren door als 'hulpmotor' te fungeren. Als er dan op termijn ook nog wordt overgestapt op energiezuinigere vistechnieken, zal het aandeel wind in het totale energiegebruik groter kunnen worden.

Naast de traditionele zeilmethode komen in dit hoofdstuk ook andere technieken om windenergie te benutten aan bod: de kite (vlieger), de Flettner-rotor en de windgenerator.

## 3.2 Zeilen

Hoewel er in de vroegere visserij veelvuldig werd gezeild, worden zeilschepen momenteel nog maar zeer sporadisch ingezet in de Nederlandse visserij. Slechts voor de sportvisserij of uit historische overwegingen worden af en toe nog zeilschepen ingezet. In derdewereldlanden, waar geen geld is voor gemotoriseerde schepen, wordt nog wel traditioneel gevist met zeilboten.

Door de komst van gemotoriseerde schepen zijn er enkele dingen veranderd, waardoor men niet zomaar terug kan vallen op traditionele zeilschepen. Om te beginnen vraagt de huidige boomkorvisserij veel vermogen; zeilen alleen leveren onvoldoende energie om de boomkor voort te trekken. Wel zou dit vermogen ingezet kunnen worden als aanvulling op het door de motor geleverde vermogen.

Een praktisch probleem bij het inzetten van zeilen wordt gevormd door het uitgebreide vistuig waarmee de huidige boomkorkotters uitgerust zijn. Net als de zeilen neemt dit veel plaats in beslag en de installaties zullen elkaar hinderen wanneer zij beide op één schip worden gebruikt. De huidige indeling van schepen maakt het aanbrengen van zeilen onmogelijk, maar er zal in samenwerking met scheepsbouwers onderzocht kunnen worden of de boomkorschepen zodanig kunnen worden aangepast dat zeilen weer mogelijk wordt.

Een tweede probleem waar men tegenaan loopt, wordt gevormd doordat de mast en zeilen, het schip minder stabiel maken en het schip scheef zullen trekken wanneer gezeild wordt bij sterke wind. Dit kan vervelend zijn bij het vissen en kan de veiligheid aan boord van het schip verminderen.

Gemotoriseerde schepen vragen minder mankracht dan zeilschepen. Met de komst van deze schepen kon de bemanning van schepen dan ook inkrimpen. Wanneer zeilschepen worden ingezet, zal er voldoende mankracht aanwezig moeten zijn om de zeilen en de motor te bedienen en te vissen. Dit betekent dat de bemanning moet worden uitgebreid en dat deze zal moeten leren hoe de zeilen te bedienen.

Bij het inzetten van zeilen in de boomkorvisserij loopt men daarom tegen een aantal problemen aan – de oude zeiltechniek kan niet zomaar weer worden toegepast op de moderne schepen. Andere opties om windenergie te benutten, lijken minder problemen te geven (zie de volgende paragrafen). Het lijkt dan ook verstandig eerst de andere opties voor alternatieve energie te onderzoeken alvorens de mogelijkheden voor traditionele zeilen verder uit te werken.

Hierbij kan worden opgemerkt dat (hulp)zeilen op vrij veel steun uit de praktijk lijkt te kunnen rekenen, zo bleek uit de reacties tijdens het voortraject van dit project en op de workshop. Zeilen is uiteraard bij iedereen bekend en wordt gezien als een optie die de moeite waard is om verder te onderzoeken. Een toekomstige overstap naar andere,

minder energie-intensieve vormen van visserij zou hiervoor een goede gelegenheid zijn, omdat men dan waarschijnlijk minder hinder zal ondervinden van het vistuig aan boord van het schip.

### **3.2.1**

## **Voordelen van deze techniek**

- Het is een bestaande techniek waarmee in het verleden ook in de visserij veel ervaring is opgedaan.
- De techniek is de afgelopen decennia verder ontwikkeld (verbeterde materialen en ontwerpen van zeilen, masten, enzovoorts).

### **3.2.2**

## **Nadelen van deze techniek**

- Zeilen wordt al tientallen jaren niet meer toegepast in de visserij; de huidige scheepsbouwers en vissers hebben er daarom geen ervaring mee.
- De techniek kan niet worden toegepast op bestaande schepen: de dekopbouw, boomkorren en dergelijke zitten in de weg en ook het onderwaterschip is niet ontworpen voor zeilen. Het is niet bekend of bestaande schepen zouden kunnen worden omgebouwd, maar het is te verwachten dat nieuwbouw nodig is.
- Er is waarschijnlijk extra bemanning nodig voor bediening van de zeilen.
- Door de techniek neemt de stabiliteit van het schip af.
- De techniek kan mogelijk een gevaar opleveren voor de veiligheid aan boord.
- De energieopbrengst is afhankelijk van de weersomstandigheden.

### **3.2.3**

## **Wat nog te onderzoeken en hoe nu verder?**

We stellen voor om allereerst in overleg met scheepsbouwers te kijken of het in principe mogelijk zou kunnen zijn om een mast met zeilen op een visserskotter in te passen. Zou het boomkortuig kunnen worden aangepast om ruimte te maken, wat zou het betekenen voor het ontwerp van het (onderwater)schip, voor de veiligheid en stabiliteit? Vervolgens zouden verwachte opbrengsten en kosten in kaart moeten worden gebracht.

Omdat de kite, die in de volgende paragrafen wordt besproken, van hetzelfde principe (windvoortstuwning) gebruik maakt, en een aantal voordelen lijkt te hebben ten opzichte van de klassieke zeilen, lijkt het zinvol om deze twee technieken vervolgens onderling te vergelijken en de meest kansrijke verder te ontwikkelen. Op basis van de huidige informatie lijkt de kite daarbij de beste papieren te hebben.

## 3.3 Kite

### 3.3.1 Beschrijving van de techniek

Een andere manier om windenergie te gebruiken voor voortstuwing van een schip is gebruik maken van een vlieger. Deze techniek volgt hetzelfde principe als een kitesurfer: een vlieger vangt wind op grote hoogte, waardoor het vaartuig – in dit geval het schip – wordt voortgetrokken.

<sup>3</sup> Bron: SkySails GmbH & Co.KG, [www.skysails.info](http://www.skysails.info), persoonlijke communicatie Dhr. H. Kuehl. Op de website kunnen ook een aantal filmpjes worden bekeken waarin de techniek wordt toegelicht, en de toepassing in de praktijk wordt gedemonstreerd.



Figuur 4: Vrachtschip met Skysails.  
Bron: [www.skysails.de](http://www.skysails.de)

De Duitse firma SkySails<sup>3</sup> heeft al enkele zeeschepen uitgerust met de techniek. De opgevouwen vlieger wordt geplaatst op het voordek en neemt ongeveer de ruimte van een telefooncel in. Bij het oplaten van de vlieger schuift de mast waaraan de vlieger is bevestigd uit; na het neerhalen wordt deze mast weer in elkaar gevouwen (als een telescoop) en wordt de vlieger weer ineengevouwen. Deze techniek kan niet overal toegepast worden; er is voldoende open ruimte nodig om de vlieger op te laten en te laten bewegen. Dit wil zeggen dat er geen bebouwing en dergelijke in de nabije omgeving aanwezig mag zijn. Vliegers kunnen dan ook alleen op open zee worden toegepast.

SkySails stelt dat deze technologie ook geschikt is voor vissersschepen, mits deze langer zijn dan 30 meter. Uit de ervaringen tot nu toe blijkt dat ook bij vissersschepen op het voordek meestal voldoende ruimte is om de apparatuur te plaatsen. Vooral bij kleinere schepen zal per geval bekeken moeten worden of hiervoor aanpassingen aan het schip nodig zijn.

Tabel 1 geeft de verwachte besparing en kosten voor enkele zeeschepen uitgerust met een kite van SkySails. Deze waarden zijn geschat op basis van gegevens van SkySails, waarbij is uitgegaan van standaard (gemiddelde) meteorologische omstandigheden en is aangenomen dat de vlieger 33 tot 66% van de tijd in bedrijf is.

De verwachte brandstofbesparing op een boomkorkotter is hoogst onzeker omdat deze sterk afhangt van de route en de weersomstandigheden. Daarnaast is nog onbekend welk deel van de tijd de vlieger daadwerkelijk in bedrijf kan zijn.

Scheepstype	Bulker	LPG tanker	Crude oil tanker
Laadvermogen (ton)	5.000	50.000	300.000
Grootte vlieger (kN)	160	640	5.000
Brandstofbesparing	9,9-30,4%	5,5-15,8%	23,4-64,2%
Aanschafkosten (€)	350.000	670.000	2.500.000
Installatiekosten (€)	26.250	50.250	187.500
Onderhoudskosten (€/jr)	21.000	53.600	350.000

Tabel 1: Opbrengst en kosten kites voor enkele zeeschepen, op basis van gegevens van SkySails

De hoeveelheid energie die geleverd wordt, is recht evenredig met het oppervlak van de vlieger. Voor vissersschepen zouden vier verschillende afmetingen geschikt zijn (80, 160, 320 en 640 m<sup>2</sup>). Momenteel

heeft SkySails alleen de 160 m<sup>2</sup> versie beschikbaar; ontwikkeling van de andere afmetingen staat gepland voor de komende jaren. De 160 m<sup>2</sup> versie levert een kracht van 8 ton, zo blijkt uit berekeningen door SkySails. Dit staat gelijk aan 600 tot 1.500 kW, afhankelijk van de motor, snelheid, weerstand, etc. Volgens SkySails zal het brandstofverbruik van vistrawlers met 10 tot 35% verminderen bij het gebruik van een vlieger. Dit geldt onder gemiddelde meteorologische omstandigheden. De besparing zal naast deze omstandigheden ook sterk afhangen van het type schip en de snelheid waarmee gevaren wordt.

Momenteel wordt de techniek toegepast op grote zeeschepen. Ervaringen vanuit de visserij zijn er dus nog niet. Wel zijn er concrete plannen om een vistrawler met een kite uit te rusten. De Katwijkse trawlerreder Parlevliet en v.d. Plas is in Duitsland bezig met een project in deze richting. Zij streven ernaar nog in 2009 een schip uit te rusten met een kite.

SkySails heeft aangegeven dat de vliegers speciaal voor de visserij zo aangepast worden dat er geen hinder wordt ondervonden van de steeds wisselende koers van het schip. Momenteel zijn zij in bespreking met verschillende vissers en verwachten ze de eerste vliegers op vissersschepen eind 2009, begin 2010 te installeren (hieronder valt ook de trawler die hierboven besproken is).

### 3.3.2 Voordelen van deze techniek

- Er is geen extra bemanning nodig, de techniek is geheel geautomatiseerd (dit geldt in elk geval voor zeeschepen). Wanneer gewenst, kan de besturing echter door de bemanning worden overgenomen.
- De technologie is toepasbaar op zowel nieuwe als bestaande schepen.
- De installatie neemt weinig plaats in op het dek.
- Het schip wordt niet scheef getrokken door de vlieger (dit gebeurt wel bij conventionele zeilen).
- De techniek wordt reeds op kleine schaal toegepast.

### 3.3.3 Nadelen van deze techniek

- De kite is slechts op grote zeeschepen toegepast en is niet bewezen op kleinere (vissers)schepen.
- Het is onbekend wat de opbrengst is wanneer er met een steeds wisselende koers wordt gevaren, onder Noordzee-omstandigheden.
- De vlieger kan mogelijk hinder ondervinden van de dekopbouw en de boomkor; het touw zou hiermee in aanraking kunnen komen.
- Het rondgaan van het touw waarmee de vlieger bevestigd is, kan mogelijk een gevaar opleveren voor de veiligheid aan boord. In tegenstelling tot zeeschepen bevindt de bemanning zich relatief dicht op de installatie.
- De energieopbrengst is afhankelijk van de weersomstandigheden.

### 3.3.4

## Wat nog te onderzoeken en hoe nu verder?

---

<sup>4</sup> Deze testen worden echter wel uitgevoerd op een trawler, die veel langere afstanden overbrugt dan een boomkorkotter op de Noordzee.

De technologie bestaat en kan per direct worden toegepast op schepen. Zoals aangegeven, gebeurt dit al op enkele zeeschepen, en zullen binnenkort ook eerste testen worden uitgevoerd op een vissersschip<sup>4</sup>. Het potentieel van de vlieger is, zeker voor vissersschepen zoals de boomkorkotter, nog hoogst onzeker, omdat praktijkervaring momenteel nog ontbreekt.

Zoals hierboven aangegeven, zullen vliegers hoogstwaarschijnlijk in 2010 operationeel zijn op een aantal vissersschepen. Het lijkt verstandig om deze ontwikkelingen te volgen zodat een beeld verkregen wordt van het daadwerkelijke potentieel van deze technologie en de eventuele problemen die zich bij toepassing op vissersschepen voordoen.

Ook binnen de visserij zijn er grote verschillen tussen schepen – zowel in afmeting als in uitrusting. Uit overleg met SkySails zal moeten blijken of de boomkorvisserij zich leent voor toepassing van vliegers en of een praktijktest tot de mogelijkheden behoort. Door de expertise van SkySails, eventuele praktijkervaringen van vissersschepen uitgerust met vliegers en praktijkdata uit de Nederlandse boomkorvisserij te combineren, zal een preciezere schatting van het besparingspotentieel van de technologie verkregen kunnen worden.

In bijlage 1 is de benodigde contactinformatie van de betreffende partijen opgenomen.

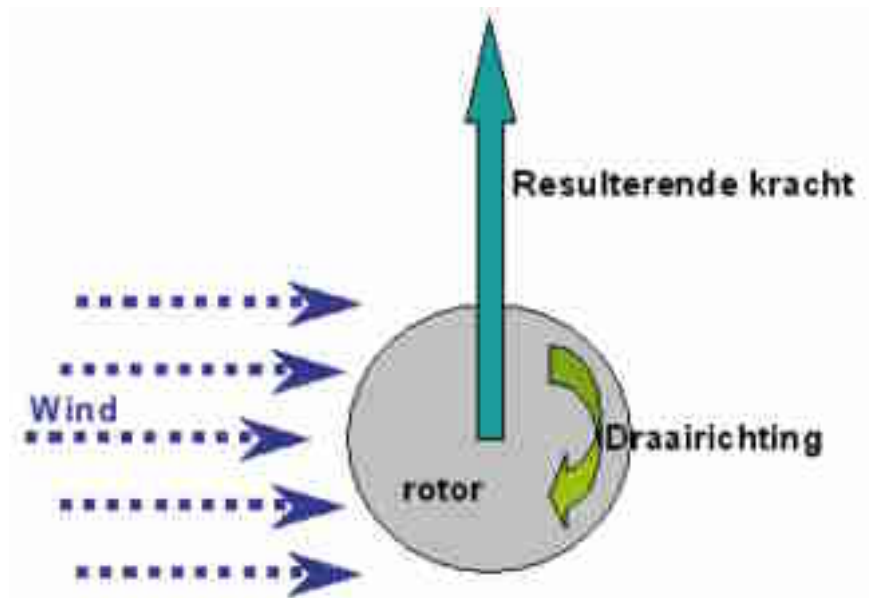
## 3.4

# Flettner-rotors

### 3.4.1

## Beschrijving van de technologie

Een andere methode om windenergie op schepen te benutten, is de Flettner-rotor. Deze techniek is gebaseerd op ideeën van de Duitse ingenieur Anton Flettner en werkt volgens het principe van het Magnus-effect. Een ronddraaiend voorwerp in een bewegende luchtstroom levert volgens dit principe een kracht die loodrecht op deze luchtstroom staat. Figuur 5 geeft een schematische weergave van dit effect. Ditzelfde principe is bekend van bijvoorbeeld een tennisbal waaraan spin is meegegeven. Doordat het voorwerp ronddraait, ondervindt het een kracht waardoor de bal afwijkt van de baan waarin het beweegt. Het principe wordt ook industrieel toegepast. Onderzoeksbureau IMARES, bijvoorbeeld, gebruikt Flettner-rotors om onderwaterapparatuur te sturen.



*Figuur 5: Schematische weergave van de werking van een Flettner-rotor (bovenaanzicht).*

Omdat de kracht loodrecht op de wind staat, levert de rotor de meeste energie bij zijwind en heeft deze compleet geen effect wanneer de wind exact van achter of van voor komt.

Het eerste Flettner-schip werd al in 1924 gebouwd. Met de komst van goedkope brandstoffen was het benutten van windenergie niet meer interessant, waardoor Flettner-schepen niet verder werden ontwikkeld. Door de huidige duurzaamheidsbeweging en de zorgen over hoge brandstofprijzen staat de techniek echter weer in de belangstelling.

Enercon, een Duitse producent van windturbines, heeft een schip met 4 Flettner-rotors, E-ship 1, in aanbouw voor het wereldwijd verspreiden van hun producten<sup>5</sup>. Het gaat om een schip van 130 m lang en een laadvermogen van 10.000 ton dat eind van 2009 wordt opgeleverd. Zij verwachten door de inzet van de Flettner-rotors ongeveer 30% brandstof te besparen. De rotors zijn 25 m hoog en hebben ieder een diameter van 4 m.

Greenwave is een in Engeland gevestigde organisatie die het gebruik van Flettner-rotors promoot. Zij hebben onder andere getest hoe de rotors de stabiliteit van het schip beïnvloeden. Uit testen die zij hebben uitgevoerd in tanks en met modelschepen bleek dat de stabiliteit van het schip ondanks de grote hoogte van de rotoren niet nadelig werd beïnvloed. De rotor die zij momenteel bouwen is 17 m hoog en zou bij windkracht 6 een kracht van 6 ton opleveren (uitgaande van een hoek van 120° ten opzichte van de wind). De technologie kan op ieder schip geplaatst worden. Wel moet bij vissersschepen bekeken worden of er geen hinder wordt ondervonden bij het in bedrijf zijn van het schip. In een latere fase zal door Greenwave ook gekeken worden naar een telescooptechnologie waarbij de rotor is in te vouwen en dus verkleind kan worden wanneer bijvoorbeeld de netten worden ingehaald of de windomstandigheden ongunstig zijn. Dit concept is echter nog niet uitgewerkt.

<sup>5</sup> Bronnen: onder andere [gcaptain.com/maritimelblog/interesting-ship-of-the-week-e-ship-1/](http://gcaptain.com/maritimelblog/interesting-ship-of-the-week-e-ship-1/) <http://marinelink.com/en-US/News/Article/Enercon-Launches-E-Ship-1-in-Kiel/327882.aspx> en [www.enercon.de](http://www.enercon.de)



*Figuur 6: Tekening van het schip E-ship 1, een Flettner-schip van het Duitse bedrijf Enercon. Bron: [www.enercon.de](http://www.enercon.de).*

## 3.4.2 Voordelen van de techniek

- Het ruimtebeslag is beperkt.
- Er worden weinig tot geen extra vaardigheden van de bemanning gevraagd.
- De techniek wordt al op kleine schaal toegepast.

## 3.4.3 Nadelen van de techniek

- De rotors zijn toegepast op enkele grotere schepen; toepasbaarheid op kleinere (vissers)schepen is nog niet bewezen.
- De kracht is sterk afhankelijk van de windrichting.
- Het is onbekend hoe de kracht precies afhangt van de windsterkte en windrichting.
- Bij tegenwind zou de installatie tegen kunnen werken doordat zij voor extra luchtweerstand zorgt.
- Gevolgen van de installatie op de stabiliteit van het schip zijn nog maar beperkt getest.

## 3.4.4 Wat nog te onderzoeken en hoe nu verder?

Hoewel de technologie van de Flettner-schepen al heel lang bestaat, staat de huidige toepassing nog in de kinderschoenen. Er is dan ook nog weinig praktijkervaring opgedaan met de techniek, en ervaringen vanuit de visserij zijn geheel afwezig.

Testresultaten van Greenwave en praktijkervaring van het E-ship 1 zullen moeten uitwijzen wat het daadwerkelijke potentieel van de techniek is. Het is niet bekend of de technologie geschikt is voor vissersschepen en wat de kosten en baten zouden zijn. Om eventuele mogelijkheden en problemen boven tafel te krijgen, zouden scheepsbouwers en producenten van de rotor samen naar de materie moeten kijken.

Het lijkt verstandig om vorderingen op dit gebied te volgen omdat de technologie nog niet uitontwikkeld is. Daarnaast zou het goed zijn om met producenten in overleg te gaan om op deze manier de mogelijkheden voor de visserij te verkennen. Greenwave heeft aangeboden samen een project op te starten waarin de mogelijkheden voor Flettner-rotors op vissersschepen worden verkend.

In bijlage 1 is de benodigde contactinformatie van de betreffende partijen opgenomen.



## 3.5

# Windgeneratoren

### 3.5.1

## Beschrijving van de techniek

Aan land en in offshore windmolenparken wordt windenergie benut door middel van windmolens. Deze molens zijn uiteraard veel te groot voor toepassing aan boord. Voor schepen zijn dan ook aangepaste modellen ontwikkeld, de zogenoemde windgeneratoren.

Deze windgeneratoren worden bij voorkeur op een hoge plaats geïnstalleerd. Hierbij kan men denken aan de dekopbouw, maar zij kunnen bijvoorbeeld ook op het voor- of achterdek worden geïnstalleerd.

Windgeneratoren voor schepen zijn al enkele jaren op de Nederlandse markt te koop. Zij worden vooral toegepast op kleine jachten voor de energievoorziening van bijvoorbeeld de verlichting. Zij worden momenteel nog niet toegepast als energiebron voor de voortstuwing van schepen.

De opbrengst van een windgenerator is afhankelijk van de afmeting van de molen en van de windsnelheid. Voor twee types die momenteel worden aangeboden, is berekend hoeveel energie zij kunnen leveren. Een generator met een diameter van 1,3 m heeft bij windkracht 5 een vermogen van 120 Watt. Voor een generator met een diameter van 1,5 m wordt een vermogen van 300 Watt gegeven bij windkracht 6. De totale opbrengst hangt af van de tijd dat er daadwerkelijk wind is. De aanschaf van een windgenerator kost tussen de 1.000 en 2.000 euro.

### 3.5.2

## Voordelen van deze technologie

- Neemt slechts een beperkte hoeveelheid ruimte in.
- Het is een bewezen techniek die al commercieel wordt toegepast.
- Er wordt geen extra inspanning van de bemanning gevraagd.
- Accu's kunnen ook opgeladen worden wanneer het schip niet in bedrijf is.
- Windgeneratoren kunnen zowel op bestaande als op nieuwe schepen worden aangebracht.

### 3.5.3

## Nadelen van deze technologie

- Het potentieel van een enkele generator is beperkt omdat de maximale grootte aan boord van een schip beperkt is.
- De energieopbrengst is afhankelijk van de weersomstandigheden.

### **3.5.4**

## **Wat nog te onderzoeken en hoe nu verder?**

Deze technologie wordt al commercieel toegepast en veel onderzoek naar de technologie op zich is dus overbodig. Er zijn echter geen voorbeelden gevonden van toepassingen aan boord van vissersschepen. Het lijkt dan ook nuttig om meer informatie in te winnen over de mogelijkheden, kosten en verwachte opbrengsten aan boord van een kotter.

Meer informatie over deze technologie en over mogelijke toepassingen in de visserij kunnen verkregen worden bij de producenten van deze generatoren. In bijlage 1 vindt u een aantal van deze producenten.





# 4.

# Alternatieve energiebron: zonne-energie

## 4.1 Inleiding

Zonne-energie is de energie die de zon in de vorm van licht en warmte naar de aarde stuurt. Deze energie kan op twee manieren benut worden. Ten eerste kan men de warmte van de zon concentreren en benutten, zoals dat gebeurt in zonneboilers. Daarnaast kan men zonlicht omzetten in elektriciteit met behulp van zonnecellen of Concentrated Solar Power (CSP)-installaties.

De mogelijkheden van Zonnecellen en CSP-installaties worden hieronder verder onderzocht. Zonneboilers worden hier niet verder besproken omdat ze alleen warmte, en geen elektriciteit of voortstuwing, opleveren.

## 4.2 Zonnepanelen

### 4.2.1 Beschrijving van de technologie

Zonnecellen vinden hun oorsprong in de ruimtevaart. Hier werden ze in de jaren vijftig ontwikkeld om in de ruimte energie op te kunnen wekken. Later zijn ze verder ontwikkeld en ook op aarde toegepast. Momenteel worden ze op vele plaatsen ingezet om groene stroom op te wekken. Bovendien zijn ze uitermate geschikt om installaties die niet kunnen worden aangesloten op het elektriciteitsnet, te voorzien van stroom. Hierbij kan gedacht worden aan elektronische verkeersborden die ver van het bestaande net af liggen.

Zonnepanelen worden al veelvuldig toegepast voor de opwekking van elektriciteit op het land. De toepassing van deze technologie op schepen staat echter nog in de kinderschoenen. De omstandigheden zijn anders dan aan land; daarom zal onderzocht moeten worden of de panelen geschikt zijn voor toepassing aan boord, en zo niet, welke aanpassingen nodig zijn. Er zal onder andere getest moeten worden of de panelen en bijbehorende elektrische installaties bestand zijn tegen de omstandigheden op een vissersschip: zout water, trillingen en wind. Een ander verschil met toepassing op het land is dat de panelen geen vaste positie hebben ten opzichte van de zon, maar constant veranderen van positie. Dit is nadelig voor de energieopbrengst.

Er zijn nog niet veel praktijktoepassingen van schepen die zonnecellen toepassen om energie te leveren voor de voorstuwing. In december 2008 is het eerste zeeschip met zonnecellen in gebruik genomen<sup>6</sup>. Het gaat om een Japans schip voor het vervoer van auto's. In het dek zijn 328 modules geïnstalleerd die gezamenlijk 40 kW elektriciteit opleveren. De komende twee jaar wordt getest of de cellen bestand zijn tegen de omstandigheden op zee.

Ook op kleinere schepen worden zonnepanelen al toegepast. Het Australische bedrijf SolarSailor<sup>7</sup> combineert zonnepanelen en windschermen om zowel zonne-energie als windenergie aan boord te kunnen benutten (zie Figuur 7). Zij richten zich hierbij op rondvaartboten en jachten, maar geven aan dat de technologie ook toegepast kan worden op veel grotere zeeschepen. De cellen die zij toepassen zijn gelijk aan de exemplaren die op het land worden gebruikt, maar met een ander omhulsel om ze geschikt te maken voor de omstandigheden op zee.

Over het potentieel van zonnecellen is al veel bekend vanuit de elektriciteitsproductie aan land. Een zonnecel heeft in Nederland een potentieel van ongeveer 70 kWh/m<sup>2</sup> per jaar (252 MJ/m<sup>2</sup> per jaar) en de kosten zijn ongeveer € 0,46/kWh<sup>8</sup>. De precieze opbrengst is afhankelijk van de positie van de zon en natuurlijk de meteorologische omstandigheden. SolarSailor geeft aan dat de cellen die zij toepassen, een opbrengst hebben van 158 kWh/m<sup>2</sup> (200 W/m<sup>2</sup>, uitgaande van 790 zonuren per jaar). Dit vermogen is echter behaald in Australië, in Nederland zal de efficiëntie van de zonnecellen lager uitvallen. Dit verklaart (gedeeltelijk) het verschil tussen de bovenstaande opbrengsten.

## 4.2.2 Voordelen van de techniek

- Bewezen techniek aan wal.
- Er is geen extra bemanning nodig. Wanneer de panelen worden geïntegreerd in de scheepsbouw vragen deze geen extra bediening.
- De techniek is eventueel te combineren met het benutten van windenergie.
- Er is reeds kleinschalige toepassing op schepen.
- De techniek kan zowel op bestaande als op nieuwe schepen worden aangebracht.

<sup>6</sup> Bron: NYK en Nippon Oil, [www.nyk.com/english/news/2008/0826/index.htm](http://www.nyk.com/english/news/2008/0826/index.htm)

<sup>7</sup> Bron: [www.solarsailor.com.au](http://www.solarsailor.com.au), persoonlijke communicatie Dhr. R. Dane van SolarSailor.



Figuur 7: Een schip van SolarSailor uitgerust met zonnecellen die tevens als windscherm dienen.

Bron: SolarSailor.

<sup>8</sup> Bron: 'Energie opties voor de 21e eeuw', 17 juni 2004, Wiarda Beckman Stichting.

## 4.2.3 Nadelen van de techniek

- Er is weinig bekend over hoe de panelen reageren op de omstandigheden op zee (zout, wind en trillingen), en of de huidige technologie hiertegen bestand is.
- De opbrengst van de panelen is evenredig met het oppervlak; bij voorkeur moet er dus een groot oppervlak beschikbaar zijn<sup>9</sup>.
- De techniek is nog niet eerder toegepast op vissersschepen.
- De techniek is vrij duur (aan land € 0,46/kWh).

---

<sup>9</sup> Op de workshop werd er ook opgemerkt dat de opbrengst waarschijnlijk flink terug zal lopen gedurende de week vanwege de meeuwenpoep die bijvoorbeeld het dak van de stuurhut langzaam maar zeker bedekt.

## 4.2.4 Wat nog te onderzoeken en hoe nu verder?

Zonnecellen zijn direct toepasbaar – de technologie is al lange tijd bekend en ver uitontwikkeld. Het enig struikelblok dat nog zou kunnen optreden, is de bestendigheid van het materiaal tegen zout water, maar dit probleem is waarschijnlijk wel oplosbaar, zo blijkt uit de schepen van SolarSailor.

Het toepassen van zonnecellen lijkt niet tot grote brandstofbesparingen te leiden doordat slechts een beperkt aantal vierkante meter beschikbaar is op een kotter en de opbrengst van de cellen wordt verminderd door de steeds veranderende invalshoek van de zon. Daarnaast is het geleverde vermogen afhankelijk van de sterkte van het zonlicht. In Nederland is dit geen constante bron en de panelen zullen dus vaak niet optimaal werken.

Anderzijds kunnen de panelen vrij eenvoudig op ieder nieuw of bestaand schip worden geïnstalleerd, en zijn zij geen extra belasting voor de bemanning. Er kan gedacht worden aan het plaatsen van enkele panelen bovenop de stuurhut of op het voor- of achterdek.

Voor deze maatregel zou de kosteneffectiviteit dan ook verder onderzocht kunnen worden. Daarvoor zou gekeken moeten worden wat de kosten van installatie en onderhoud van de panelen aan boord is en zou de opbrengst bij een wisselende invalshoek van de zon bepaald moeten worden.

## 4.3 Concentrated solar power

### 4.3.1 Beschrijving van de technologie

Bij Concentrated Solar Power (CSP) wordt zonlicht gebundeld en geprojecteerd op een bepaalde lijn of punt. Dit gebeurt met een aantal spiegels die meedraaien met de zon. Op deze manier kan de intensiteit van het zonlicht op een bepaald punt worden vergroot, en zo efficiënter worden benut.

Er zijn twee typen CSP, namelijk *solar thermal* (CST) en *photo voltaic* (CPV). Bij *solar thermal* wordt het gebundelde zonlicht benut om een vloeistof te verwarmen. Deze warmte kan vervolgens direct gebruikt worden of worden omgezet in elektriciteit. Bij *photo voltaic* wordt het zonlicht geprojecteerd op zonnecellen die het direct in elektriciteit omzetten. Doordat het zonlicht wordt gebundeld, wordt het efficiënter benut dan met conventionele zonnepanelen. Met deze techniek kunnen dan ook erg hoge rendementen worden behaald. Voor de toepassing op schepen zal *photo voltaic* beter geschikt zijn dan CST, omdat hiermee direct elektriciteit geleverd wordt en een installatie voor elektriciteitsproductie uit warmte achterwege kan blijven.



*Figuur 8: De PS10 Solar power tower bij Sevilla, een grootschalig SCP-systeem waarbij verschillende heliostaten zonlicht projecteren op de centrale toren.*

Bron: [http://en.wikipedia.org/wiki/Concentrating\\_solar\\_power](http://en.wikipedia.org/wiki/Concentrating_solar_power)

Een vereiste voor CSP is dat de spiegels op de zon gericht zijn, om zo het licht op een specifieke plek te projecteren. Dit maakt toepassing op een bewegend schip lastig (zo niet onmogelijk) en minder efficiënt.

Er bestaan enkele verschillende soorten CPV, namelijk lage, midden en hoge concentratie CPV. Het belangrijkste verschil tussen de systemen is hoe sterk het zonlicht wordt geconcentreerd. Bij lage concentratie CPV wordt het zonlicht tot 10 keer geconcentreerder; voor deze vorm is meebewegen met de invalshoek van de zon niet noodzakelijk. Hiermee zal deze vorm dus het meest geschikt zijn voor toepassing op schepen.

CSP wordt momenteel vooral op grote schaal toegepast, zoals te zien is in Figuur 8. Er zijn echter ook een aantal ondernemingen die kleinere installaties produceren. Hierbij moet men denken aan installaties die bijvoorbeeld op daken van bedrijfspanden geïnstalleerd kunnen worden. De ontwikkeling hiervan staat echter nog in de kinderschoenen.

### 4.3.2

## Voordelen van de techniek

- Hoog rendement ten opzichte van conventionele zonnepanelen.
- Bewezen techniek aan land.

### 4.3.3

## Nadelen van de techniek

- Geen bewezen techniek op kleine schaal.
- Geen bewezen techniek in de scheepvaart.
- Vraagt waarschijnlijk veel ruimte.



## **4.3.4**

### **Wat nog te onderzoeken en hoe nu verder?**

Hoewel deze technologie al op vrij grote schaal wordt toegepast, is lastig in te schatten of zij op langere termijn wellicht geschikt zou kunnen worden gemaakt voor toepassing aan boord van vissersschepen – de huidige toepassingen zijn gericht op grootschalige elektriciteitsproductie. Voor toepassing aan boord van schepen zal onderzocht moeten worden of de techniek ook op kleine schaal efficiënt is. Hiervoor kunnen de ondernemers die momenteel aan deze technologie werken, gevolgd worden (voor contactgegevens, zie bijlage 2). Voor vissersschepen zullen de installaties echter op nog kleinere schaal dan nu voorhanden is, geproduceerd moeten worden.

Deze technologie lijkt dan ook niet direct geschikt voor toepassing aan boord van vissersschepen.



# 5.

# Alternatieve energiebron: energie uit zee

## 5.1 Inleiding

De zee is constant in beweging. Dit is te zien aan de golven aan de kust en aan de constante bewegingen van een schip op zee. Zeker bij harde wind kan deze enorme hoeveelheid energie vervelend zijn (denk aan zeeziekte) en in extreme gevallen kan het zorgen voor onveilige situaties op zee – schepen en hun bemanning moeten bestand zijn tegen het slingeren en stampen op zee. In dit hoofdstuk kijken we of het mogelijk zou zijn om deze energie uit de zee te benutten voor elektriciteitsopwekking of voor de voorstuwing van schepen.

Aan land zijn hier al voorbeelden van bekend: elektriciteitsopwekking uit golven, getijdeverschillen, stroming, uit zout/zoetwaterscheidingen en uit temperatuurverschillen van het water. Aan boord van een schip zijn de uitgangspunten anders dan aan land, waardoor deze technologieën niet zonder meer ook op schepen zijn toe te passen. In plaats van een vaste installatie (bevestigd op het land of aan de zeebodem) heeft men op zee te maken met een bewegende installatie (het schip). Dit schept echter ook mogelijkheden, die hieronder besproken zullen worden.

## 5.2 Golven

De energie uit golven kan op verschillende manieren benut worden. Al deze methoden komen erop neer dat de kinetische energie van de golven wordt gebruikt om een installatie in beweging te zetten.

Hieruit wordt vervolgens energie opgewekt. Dit kan gedaan worden door een installatie in het water te brengen die vervolgens in beweging wordt gebracht door de golven, of door een installatie aan boord van het schip in beweging te laten komen door de beweging van het schip. In deze paragraaf worden deze twee methoden onderscheiden, omdat het hierbij gaat om verschillende technologieën.

## 5.2.1 Energie uit beweging van het schip

Een van de bekendste toepassingen van energiewinning uit fysieke beweging is de Seiko Kinetic<sup>10</sup>, een horloge dat energie haalt uit het heen en weer bewegen van de pols. Bij deze technologie zorgt de beweging van de pols ervoor dat een rotorgewichtje wordt rondgedraaid. Uit deze beweging wordt vervolgens elektriciteit gehaald om een kleine batterij op te laden.

<sup>10</sup> [www.seikowatches.com/technology/kinetic/index.html](http://www.seikowatches.com/technology/kinetic/index.html)

Een andere toepassing is de zaklamp zonder batterijen, de *magic torch*<sup>11</sup>. Deze zaklamp kan worden opgeladen door hem te schudden. Bij dit schudden wordt een magneetje heen en weer bewogen door een spoel. Deze beweging leidt tot een elektrisch stroompje in de spoel, waarmee de batterij van de zaklamp wordt opgeladen. Ditzelfde principe is onderwerp van onderzoek bij het Amerikaanse bedrijf Motion to Energy (M2E)<sup>12</sup>. Figuur 9 laat zien hoe de technologie eruitziet. De magneet (*magnetic assembly*) wordt bij schudden door de spoel (*coil structure*) op en neer bewogen. Deze beweging wekt een stroom in de spoel op waarmee een batterij kan worden opgeladen.

<sup>11</sup> [www.magictorch.nl](http://www.magictorch.nl)

<sup>12</sup> [www.m2epower.com](http://www.m2epower.com)

M2E focust momenteel op mobiele energievoorziening voor het Amerikaanse leger. Ook het draadloos opladen van mobiele telefoons met behulp van deze technologie zien zij als een commerciële optie. Naast enkele andere grootschalige toepassingen zien zij ook mogelijkheden voor het opwekken van energie uit golven en getijden met behulp van deze technologie. Het Amerikaanse Ministerie van Defensie heeft ook interesse getoond in toepassing aan boord van schepen. De resultaten van het onderzoek dat M2E gaat uitvoeren voor dit ministerie zullen worden gepresenteerd op de website van M2E. Op dit moment is er nog weinig over bekend.

Figuur 9: Schematische weergave van de M2E power technologie.  
Bron: [www.M2Epower.com](http://www.M2Epower.com).



De twee hierboven beschreven technieken zouden kunnen worden vertaald naar de situatie aan boord. De bewegende pols en het schud-

den van de zaklamp worden hierbij vervangen door de beweging van het schip. Een horloge en zaklamp vragen natuurlijk veel minder energie dan een schip, maar wellicht is het mogelijk om deze technieken op te schalen om tot een groter potentieel te komen.

Een derde mogelijkheid is het gebruiken van slingertanks, die vooral in Scandinavië al veelvuldig worden toegepast op vissersschepen om de stabiliteit van een schip te verbeteren. Deze tanks liggen dwars in het schip – doordat er water in heen en weer beweegt, wordt de door de zee veroorzaakte beweging tegengewerkt, wat de stabiliteit bevordert. In de Nederlandse boomkorkotters wordt deze techniek niet toegepast omdat voor deze schepen veel strengere stabiliteitseisen gelden. Z slingertanks zijn dan niet nodig. Uit de beweging van het water in een dergelijke tank zou echter energie gewonnen kunnen worden, bijvoorbeeld door het water door een turbine te laten stromen. Hetzelfde principe zou ook kunnen worden toegepast op de beweging van brandstof in de brandstoftanks die dwars in het schip liggen.

Omdat er nog geen toepassingen bekend zijn van het winnen van energie uit beweging van het schip, kan nog weinig gezegd worden over de potentiële energieopbrengst van deze technologieën. Wel kan het energetische potentieel (met behulp van een aantal natuurkundige formules) enigszins ingeschat worden uit de bewegingen die het schip maakt<sup>13</sup>. Hieruit volgt, voor een Eurokotter van 220 ton, dat de scheepsbeweging maximaal ca. 8000 Watt bedraagt. Stel dat ca. 15% van dit vermogen gewonnen zou kunnen worden, dan komt dit uit op ca. 1200 Watt (ca. 10x zoveel als een windgenerator van 1,3 m diameter, bij windkracht 5. Zie § 0).

Deze berekening geeft slechts een eerste indicatie. Nauwkeurigere modelberekeningen voor de specifieke golfomstandigheden op de Noordzee zouden een betere inschatting van het potentieel kunnen opleveren. De daadwerkelijke hoeveelheid energie die geleverd zou kunnen worden, is afhankelijk van weersomstandigheden (golfhoogte en frequentie) en de efficiency waarmee de bewegingsenergie kan worden omgezet in elektrische energie.

## 5.2.2 Energie uit beweging van het water t.o.v. het schip

Energie uit golven kan ook direct benut worden door bewegende onderdelen aan het schip te monteren. Dat winning van energie uit golfslag op deze manier mogelijk is, bleek afgelopen jaar toen de Japanner Ken-Ichi Horie als eerste met een door golfslag aangedreven schip de grote oceaan overstak. In 110 dagen voer hij van Hawaï naar Japan en legde daarmee een afstand van 7.000 km af. Figuur 10 laat zien hoe het schip energie uit de golven benut.

Er wordt al vele jaren geëxperimenteerd met energie uit golfbeweging voor de voortstuwing van schepen. In 1984 werd in Noorwegen een experiment uitgevoerd waarbij een 20 m lang vissersschip werd uitgerust met twee zogenoemde *thrusterwings*, welke onder de boot werden gemonteerd. De resultaten waren positief en het systeem werd gepatenteerd.

<sup>13</sup> Waarden op basis van persoonlijke communicatie met Dhr. J. Blok, Marin.



Figuur 10: Schematische weergave van de aandrijving van de Suntory Mermaid II.

Bron: <http://www.ecofriend.org/entry/a-69-year-old-ken-ichi-horie-attempts-to-wave-power-his-way-in-to-history/>

---

<sup>14</sup> Bron: zie onder andere: <http://kneider.site.voila.fr/>

Afgezien van het hierboven afgebeelde schip, zijn er geen recente voorbeelden van de technologie bekend, ondanks de kennelijk positieve uitkomsten van onderzoek naar deze technologie. Het blijft veelal bij theorieën en prototypes<sup>14</sup>.

### 5.2.3 Voordelen van deze techniek

De voordelen van deze techniek worden gegeven per methode. Eerst de voordelen van energie uit beweging van het schip:

- De technologie stelt geen specifieke eisen aan de bemanning, maar is geheel geautomatiseerd.
- De energieopbrengst is onafhankelijk van de richting van het schip ten opzichte van de golf, omdat gebruik wordt gemaakt van de verticale beweging van de golven.
- Het schip is wanneer het in bedrijf is constant in beweging, zodat doorlopend energie kan worden opgewekt.

De voordelen van energie uit beweging van het water:

- De technologie stelt geen specifieke eisen aan de bemanning, maar is geheel geautomatiseerd.
- De installatie kan onder het schip gehangen worden en neemt dus geen ruimte aan boord in.
- De installatie onder het schip draagt tevens bij aan de stabiliteit van het schip.
- De voortstuwing is onafhankelijk van de richting van het schip ten opzichte van de golf, omdat gebruik wordt gemaakt van de verticale beweging van de golven.
- Golfslag is op zee bijna altijd aanwezig.

### 5.2.4 Nadelen van deze techniek

De nadelen van beide methoden zijn min of meer gelijk:

- Er is nog zeer weinig ervaring met de techniek en er lijkt nog veel R&D nodig te zijn voordat het in de praktijk kan worden toegepast.
- Innovaties zijn zeer verspreid doordat er verschillende concepten bestaan. Daarom is informatie vinden over deze technologie erg lastig.
- Het maximale energiepotentieel is waarschijnlijk relatief gering, onder meer omdat vissersschepen specifiek worden gebouwd om de golfbewegingen te dempen.

Voor het winnen van energie uit water kan hieraan nog worden toegevoegd dat er hinder van de installatie kan worden ondervonden bij het uithangen en inhalen van de netten. Hiermee zal in het scheepsontwerp rekening gehouden moeten worden. Bovendien zou het voor extra weerstand kunnen zorgen – zeker bij weinig golven, als de opbrengst gering is of bij hogere scheepssnelheden.

## 5.2.5

### **Wat nog te onderzoeken en hoe nu verder?**

Energie uit golfbeweging is een technologie die nog erg in de kinderschoenen staat. Bij het oriënteren op deze techniek komen veel verschillende concepten bovendrijven. De informatie is nog zeer versnipperd en is veelal theoretisch.

Om deze technologie daadwerkelijk te implementeren op Nederlandse vissersschepen moet dan ook nog veel worden onderzocht. Het lijkt verstandig om de ontwikkelingen bij M2E te volgen en in gesprek te gaan met onderzoekers die momenteel concepten van deze technologie beschrijven. Contactgegevens zijn opgenomen in bijlage 1.





# 6.

## Alternatieve energiebron: overige ideeën

Naast de reeds genoemde energiebronnen kan ook energie onttrokken worden uit enkele minder voor de hand liggende bronnen, die zonder veel moeite zouden kunnen worden ingezet op vissersschepen. Deze ideeën worden hieronder besproken.

### 6.1

#### Zwaartekracht

Tijdens het vissen worden netten naar beneden gelaten en weer opgehaald. Als gevolg van de zwaartekracht en de voortgaande beweging van het schip zakken de netten naar de bodem en worden de lieren waarop de kettingen zijn opgerold, vanzelf afgerold. Deze energie is aanwezig maar wordt momenteel niet benut. Dit is echter wel mogelijk door de bewegingsenergie van de ronddraaiende lieren op te vangen. Hierbij wordt uitgegaan van hetzelfde principe als dat van een dynamo op een fietsband. De energie uit de dynamo kan worden opgeslagen in een accu of gelijk worden aangewend voor bijvoorbeeld verlichting.

Het potentieel van deze energiebron is bij boomkorkotters relatief klein omdat er slechts heel korte tijd energie wordt geleverd. Daar staat tegenover dat er bijna geen aanpassingen aan het schip nodig zijn en dat er geen grote installaties geplaatst hoeven te worden. Het is daarmee als het ware 'gratis' energie. De kosten zullen afhangen van de elektrische installatie van de schepen.

Dit principe wordt overigens al veelvuldig toegepast in andere sectoren, bijvoorbeeld bij hijskranen van containeroverslagbedrijf ECT.

## 6.2

# Energie uit spuiwater

Zeewater dat tijdens het varen en vissen aan boord komt, wordt via afvoerkanalen weer geloosd in zee. Deze kanalen lopen naar beneden, waardoor het water vanzelf terug de zee in stroomt. Deze stroom kan worden omgezet in energie door in de afvoerkanalen kleine watermolentjes te plaatsen. De energie uit de door het water ronddraaiende molentjes kan worden opgeslagen in een accu of direct worden aangewend voor bijvoorbeeld verlichting aan boord van het schip. Het potentieel van de watermolentjes is afhankelijk van de hoeveelheid water die wordt afgevoerd door de afvoerkanalen en het aantal molentjes.

Ook van deze energiebron zal het potentieel niet hoog zijn. Net als bij de energie uit zwaartekracht geldt echter dat er slechts kleine aanpassingen aan het schip nodig zijn en dat de energie daardoor goedkoop is. Wel moet nog worden onderzocht in hoeverre deze molentjes geen blokkade kunnen vormen als ze verstopt raken doordat ook bijvoorbeeld vissen, afval of andere dingen door het water worden meegenomen.

## 6.3

# Verbeteringen in het bestaande energiesysteem

Uit de discussies met deskundigen tijdens de workshop bleek dat er nog veel energie wordt verspild in het huidige elektrische systeem aan boord. Inefficiënte hulpmotoren moeten veel worden gebruikt terwijl de hoofdmotoren veel efficiënter (zuiniger) opereren, en de warmte van de uitlaatgassen wordt onbenut uitgestoten.

Deze maatregelen vallen buiten de scope van dit onderzoek, maar we willen deze hier toch noemen om de genoemde ideeën en suggesties niet te laten verdwijnen.

Wat de inzet van hulpmotoren betreft, wordt er met name van de moderne vermogenselektronica veel verwacht – de mogelijkheden om het diesel/elektrische systeem te verbeteren, zijn tegenwoordig aanzienlijk beter dan in de tijd dat de meeste schepen uit de vissersvloot zijn gebouwd. Daarmee kan direct energie en brandstof worden bespaard doordat de hoofdmotoren een deel van het werk van hulpmotoren over kunnen nemen. Bovendien worden dan ook een aantal andere energiebesparende opties, zoals het terugwinnen van energie bij het uitvieren van de netten, makkelijker te implementeren. Op termijn maakt deze technologie ook een transitie naar meer elektrische aandrijving of het gebruik van waterstof en brandstofcellen mogelijk.

Het winnen van energie (elektriciteit) uit de warmte van de uitlaatgassen van motoren is in het algemeen lastig, al wordt er wel onderzoek naar gedaan, bijvoorbeeld door ECN. Op een aantal schepen zou het

wellicht wel goed mogelijk kunnen zijn om de warmte nuttig te gebruiken, bijvoorbeeld voor het koken van de garnalen of het verwarmen van de bemanningsverblijven. De mogelijkheden hiervan zouden verder onderzocht moeten worden.



# 7.

# Opslag van energie

## 7.1 Inleiding

Een aantal van de (potentiële) energiebronnen uit de vorige hoofdstukken levert direct voortstuwing van de schepen op (zeilen, kites, Flettner-rotors), de andere opties leveren elektrische energie die vervolgens aan boord gebruikt kan worden voor bijvoorbeeld voortstuwing, koeling, verlichting, navigatieapparatuur. Deze energie moet ofwel direct worden gebruikt ofwel – als de opbrengst hoger is dan wat er op dat moment wordt gebruikt – worden opgeslagen.

In dit hoofdstuk brengen we daarom de mogelijkheden in kaart om energie aan boord op te slaan. Praktisch gezien komen daarvoor twee opties in beeld: accu's of waterstof. De eerste is uiteraard al een bewezen techniek – elk visserij-schip heeft ook nu al accu's aan boord. De tweede optie is nu nog duur en technisch nog niet uitontwikkeld, maar wordt door sommigen gezien als zeer kansrijk voor de toekomst. Beide opties zullen we daarom nader bespreken.

## 7.2 Korte termijn

Uit de vorige hoofdstukken blijkt dat de opbrengst van de opties die stroom genereren op dit moment nog vrij beperkt is, zeker vergeleken met de energiebehoefte aan boord van een kotter. Het is dan ook te verwachten dat de huidige accucapaciteit in eerste instantie voldoende

is om de door zonnecellen, windgeneratoren en dergelijke opgewekte stroom op te slaan. Als bij de verdere uitwerking van deze opties blijkt dat extra opslagcapaciteit nodig is, kunnen extra accu's in het elektrische systeem worden opgenomen. De gangbare loodaccu's zouden hier goed geschikt voor zijn, in combinatie met de juiste regeltechniek. Leveranciers van zonnecellen, windgeneratoren en elektrische installaties kunnen hierbij adviseren.

## 7.3 Lange termijn

Als het mogelijk wordt om meer elektrisch vermogen op te wekken aan boord, komen wellicht ook andere accusoorten in beeld die nu nog in ontwikkeling zijn. Op termijn komt wellicht ook waterstof in beeld als een aantrekkelijke optie om energie op te slaan.

Opslag van elektrische energie in accu's en batterijen staat al lang in de belangstelling; de laatste decennia vooral vanwege mobiele apparatuur zoals telefoons en laptops. Dit heeft dan ook tot aanzienlijke verbeteringen en technologische ontwikkelingen geleid, die de opslagcapaciteit, kosten, levensduur en het gewicht van accu's voor deze apparaten sterk hebben verbeterd. De niet-oplaadbare alkalinebatterij kan onvoldoende stroom opslaan voor deze toepassingen, en werd al gauw vervangen door oplaadbare batterijen. Eerst werden vooral Nikkel Metaalhydride (NiMh) accu's toegepast, maar recent neemt het aandeel lithium ion (li-ion) accu's sterk toe, vooral vanwege kostenreducties en steeds betere prestaties.

Deze ontwikkelingen zijn ook aan de overheden en auto-industrie niet voorbijgegaan: betaalbare en lichtgewicht opslag van elektriciteit brengt elektrische auto's wellicht binnen bereik. De loodaccu voldoet prima als startaccu en voor de elektriciteit aan boord, maar voor aandrijving van de auto voldoet dit type accu veel minder goed. Zeker wanneer prestaties worden verwacht die vergelijkbaar zijn met die van de verbrandingsmotor. De huidige hybride auto's, die volledig of deels worden aangedreven door een elektromotor, worden veelal uitgerust met NiMh accu's. Omdat li-ion accu's nog een aantal voordelen bieden ten opzichte van NiMh accu's, wordt er op dit moment veel onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van li-ion accu's voor de aandrijving van auto's. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de accutechnologie die voor mobiele telefoons en laptops is ontwikkeld, maar de eisen die autoaandrijving aan de accu's stelt, zijn dermate anders (denk aan de veel hogere vermogens die worden gevraagd) dat nog veel ontwikkeling moet plaatsvinden voordat ze op grote schaal en tegen redelijke kosten in auto's kunnen worden ingezet. Deze ontwikkelingen in de auto-industrie worden sterk gedreven door milieudoelstellingen en milieueisen, en de wens van overheden om de afhankelijkheid van olie te verminderen.

De inspanningen op dit gebied zijn de laatste jaren sterk toegenomen en de verwachtingen zijn hooggespannen – er zijn maar weinig autofabrikanten die nog niet hebben aangekondigd om over één à twee jaar

een elektrische auto op de markt te brengen. Op dit moment zijn er echter nog wel een aantal technische problemen op te lossen en zijn de kosten nog hoog, zodat we nog moeten afwachten of dat inderdaad gaat lukken. De komende jaren zullen we zien in hoeverre de hooggespannen verwachtingen ook inderdaad uitkomen.

Omdat er zoveel gebeurt op dit gebied, en de visserij deze nieuwe accu's op korte termijn niet nodig lijkt te hebben, is het weinig zinvol om in het kader van deze studie hier onderzoek naar te doen.

Wat waterstof betreft, zijn de verwachtingen voor de middellange termijn minder hoog gespannen. Hoewel er al enige tijd veel wordt geïnvesteerd in de ontwikkeling van de 'waterstofeconomie', zijn de kosten nog hoog en zijn een aantal technische problemen – onder meer de ontwikkeling van een lichte en compacte manier om grotere hoeveelheden waterstof op te slaan – nog niet opgelost. Waterstof wordt dan ook nog niet gezien als een kansrijke optie voor energieopslag voor de komende vijf tot tien jaar.

## 7.4 Conclusies

Gezien de snelle ontwikkelingen in de accu- en batterijsector concluderen we in elk geval dat de energieopslag waarschijnlijk geen belemmering zal vormen voor de verdere ontwikkeling en toepassing van alternatieve energiebronnen voor de visserij. Het heeft naar ons idee weinig zin om vanuit de visserijsector hier op dit moment in te investeren. Tegen de tijd dat de huidige loodaccu's niet meer voldoen, is het aan te bevelen om de stand van de accu- en waterstoftechniek op dat moment in kaart te brengen, en te onderzoeken of de nieuwere accutypes die dan op de markt zijn voldoen, of dat deze eventueel voor de specifieke toepassing in de visserij verder moeten worden ontwikkeld.





# 8.

## Vergelijking van de alternatieven

### 8.1 Inleiding

Om te bepalen wat de meest kansrijke opties voor het winnen van energie aan boord van een boomkorkotter zijn, worden de technologieën aan verschillende criteria getoetst. De twee belangrijkste criteria hierbij zijn:

- Kan de technologie een substantiële hoeveelheid energie leveren?
- Is het praktisch haalbaar de technologie te implementeren op een boomkorkotter?

In onderstaande paragraaf worden de verschillende technieken getoetst aan beide criteria, waarna de alternatieven aan de hand van een kwalitatieve inschatting met elkaar kunnen worden vergeleken.

Daarnaast is ook van belang te weten of een technologie op korte of lange termijn toepasbaar wordt. Een aantal technieken vraagt om een complete aanpassing van het scheepsontwerp; andere technologieën zijn relatief eenvoudig op reeds bestaande schepen te installeren (retrofit). Daarnaast zijn sommige technieken nog in het stadium van de tekenkamer en kleinschalige testen, terwijl andere al zijn uitontwikkeld (veelal voor andere sectoren) en 'op de plank' liggen. Deze zaken zullen dan ook worden meegenomen in onderstaande vergelijking van de alternatieven.

## 8.2

# Levert de technologie een substantiële hoeveelheid energie?

Allereerst kijken we of de verschillende technieken een substantiële bijdrage aan de energievoorziening van het schip zouden kunnen leveren. Dit geeft inzicht in de te behalen brandstofbesparing en in de mate waarin de technologie bij kan dragen aan de doelen van het Visserij Innovatie Platform.

De meeste technologieën hebben nog niet bewezen dat zij in staat zijn energie te leveren aan boord van een vissersschip, en in veel gevallen zijn er ook nog geen praktijkproeven mee uitgevoerd. Voor de technologieën die al wel in andere sectoren of op andere scheepstypen zijn toegepast (bijvoorbeeld zonnecellen, kite) is het vaak lastig om op basis van deze verkenning de hoeveelheid energie die geleverd zou kunnen worden te kwantificeren, of deze te vergelijken met de andere alternatieven. Hiervoor is verder onderzoek en bij voorkeur testen in de praktijk nodig.

Om toch tot een eerste beoordeling en vergelijking van de opties te komen, is er een inschatting gemaakt van de kans dat de technologie in de toekomst een substantiële hoeveelheid energie zou kunnen leveren, op basis van de beschrijvingen in bovenstaande hoofdstukken.

**Wind** is zeker een potentiële energiebron die flink zou kunnen bijdragen aan met name de voorstuwing van vissersschepen. Traditionele zeilschepen hebben reeds bewezen dat wind zeker een substantiële bijdrage kan leveren aan de voortstuwing van een schip, en het gebruik van vliegers op zeeschepen lijkt goed te werken. Ook de windgenerator wordt momenteel al toegepast, maar de geleverde vermogens zijn relatief klein, en dat zal ook in de toekomst zo blijven. De Flettner-rotor heeft zich nog slechts op kleine schaal in de praktijk bewezen, maar ook deze techniek lijkt veelbelovende vermogens te kunnen genereren. De geleverde vermogens zullen ruim onvoldoende zijn om de huidige aandrijving te vervangen, maar 5-15% van de energiebehoefte vervangen door wind lijkt haalbaar met de kite, en wellicht ook met zeilen en – op de langere termijn – met Flettner-rotoren. De windgenerator zal slechts een zeer beperkte bijdrage kunnen leveren, maar de kosten zijn dan ook veel geringer.

**Het winnen van elektriciteit uit zonne-energie** is ook een bewezen techniek. Aan land leveren zonnepanelen al vele jaren elektriciteit en ook aan boord van schepen wordt de techniek al op kleine schaal toegepast. Het potentieel voor deze techniek is aan boord echter beperkt doordat het oppervlak beperkt is en de invalshoek van de zon op het schip steeds verandert.

**Energiewinning uit golfslag**, zowel binnen als buiten het schip, is een techniek die nog slechts op zeer kleine schaal is toegepast, en

verder moet worden ontwikkeld voordat het aantrekkelijk kan worden voor de visserij. Het principe dat met deze technologie energie geleverd kan worden, is echter wel bewezen. Hoeveel energie hiermee gewonnen kan worden, is nog onduidelijk, maar het zal waarschijnlijk vrij beperkt zijn.

OTEC, oftewel energie winnen uit **temperatuurverschillen** in het water, is minder veelbelovend omdat het temperatuurverschil tussen oppervlaktewater en water op diepte in de Nederlandse wateren niet toereikend is om energie op te wekken.

De hoeveelheid energie die gewonnen zou kunnen worden door **zwaartekracht** bij het laten zakken van de korren en door het inzetten van een waterrad in het afvoerkanaal voor spuiwater, is nog niet bekend. Hoogstwaarschijnlijk is de energieopbrengst beperkt en zullen deze maatregelen geen substantiële bijdrage leveren aan de voortstuwing van het schip. Wel zijn de kosten waarschijnlijk beperkt, en kan deze beperkte hoeveelheid energie eenvoudig worden ingezet als aanvulling op de energie die de verbrandingsmotoren leveren.

## 8.3 Praktische haalbaarheid

Behalve dat een technologie liefst een substantiële bijdrage moet leveren aan de energievoorziening van een schip, moet deze ook praktisch in te passen zijn aan boord van het schip. De boomkorkotters hebben een uitgebreide dekopbouw, en deze opbouw en de installatie voor energieopwekking mogen elkaar niet hinderen. Daarnaast mag het toepassen van de technologie niet tot onveilige situaties voor de bemanning leiden. Verschillende technologieën zijn niet zonder meer op het schip te installeren. Hiervoor kunnen echter wel mogelijkheden zijn wanneer het scheepsontwerp op bepaalde punten wordt aangepast.

De praktische haalbaarheid van een technologie is in zekere zin ook afhankelijk van de kosten van aanschaf, installatie en onderhoud, in vergelijking met de opbrengsten aan brandstofbesparing. Het is echter erg lastig om de kosten van toekomstige technologieën in te schatten. Veel van de hier besproken technologieën worden nog niet commercieel toegepast en zijn hierdoor nog erg duur. De kosten zullen echter dalen wanneer zij op grotere schaal toegepast zullen worden. Kostenschattingen voor de periode waar deze studie zich op richt – 2025 – zijn dan ook erg onzeker. Er is dan ook voor gekozen dit criterium niet mee te nemen in de praktische haalbaarheid.

Zoals al eerder aangegeven, is er op de huidige vissersschepen geen plek meer voor **zeilen** als in de traditionele zeilerij. Deze zouden alleen op speciaal hiervoor ontworpen nieuwe schepen toe te passen zijn. Overleg met scheepsbouwers en vissers, en verder onderzoek zou moeten uitwijzen of deze optie praktisch haalbaar is – bijvoorbeeld of de boomkorconstructie zo kan worden aangepast dat een kotter weer zeilen kan voeren. Een eventuele toekomstige overstap naar andere

vistechnieken biedt wellicht ook goede mogelijkheden om zeilen op de schepen in te passen.

**Vliegers, windgeneratoren en Flettner-rotors** nemen beduidend minder plek in en lijken eenvoudiger in te passen aan boord van het vissersschip; eventueel ook op bestaande schepen. In vergelijking met de kite verwachten we bij de Flettner-rotoren een aantal praktische nadelen, met name dat de vrij forse constructie op het dek de stabiliteit van het schip niet ten goede komt, en vrij veel wind vangt, ook als dat ongewenst is (bijvoorbeeld bij storm of tegenwind). Op termijn kunnen deze nadelen wellicht worden weggenomen door de rotor inklapbaar te maken, zodat deze onder dek kan worden opgeborgen – maar dat systeem bestaat nog niet.

**Zonnepanelen** kunnen op ieder oppervlak worden neergelegd en vergen verder geen aanpassingen aan het schip. Een beperkte hoeveelheid panelen (met evenredige beperkte opbrengst) lijkt dan ook prima in te passen in het huidige scheepsontwerp.

Voor *CSP* geldt dit niet omdat hiervoor een veel groter oppervlak nodig lijkt te zijn. Kleinschalige *CSP* staat echter nog in de kinderschoenen. Wellicht dat deze technologie in de toekomst wel mogelijkheden gaat bieden.

Varianten van een installatie voor het benutten van **golfenergie** binnenin het schip lijken praktisch goed haalbaar. De installatie vergt wel ruimte, maar kan in principe overal in het schip of op het dek worden ingebouwd. De tweede variant, een constructie om energie onder water te winnen, vergt een vrij grote installatie onder of achteraan het schip. Hierdoor zal er geen hinder worden ondervonden van de dekopbouw, maar spelen een aantal andere potentiële nadelen. Zo zal er gekeken moeten worden of er bij het neerlaten en inhalen van de netten geen hinder van de installatie wordt ondervonden, en moet worden onderzocht wat de gevolgen zijn voor de weerstand (d.w.z. brandstofverbruik) en vaargedrag van het schip. OTEC is op het vorige criterium al afgevalen.

Energie uit **zwaartekracht** en spuitwater is op te wekken met slechts kleine ingrepen in de huidige schepen. Waarschijnlijk zijn de installaties relatief simpel in te bouwen op bestaande schepen.

## 8.4

### Korte of lange termijn?

Niet alle technologieën bevinden zich in hetzelfde ontwikkelingsstadium. Een aantal is per direct beschikbaar, andere zullen slechts op lange termijn toepasbaar zijn. De keuze van vervolgstappen als verder onderzoek, overleg met scheepsbouwers of vissers en/of het uitzetten van pilotprojecten is dan ook afhankelijk van het stadium waarin de technologieontwikkeling zich bevindt. Hieronder zal dan ook besproken worden wat de tijdshorizon van de verschillende technologieën is.

Hoewel het benutten van windenergie al geruime tijd wordt toegepast, zijn niet alle technieken per direct toepasbaar.

Om terug te gaan naar traditionele zeilschepen, zal het scheepsonwerp aangepast moeten worden. Het ontwerp, de bouw en de eventuele instroom van deze schepen zal geruime tijd in beslag nemen. Hoewel de Flettner-rotor om minder ingrijpende veranderingen aan het scheepsonwerp vraagt, zal ook deze technologie pas op lange termijn kunnen worden ingevoerd. Dit omdat er nog geen toepassingen op vissersschepen bekend zijn en de installatie niet zonder meer binnen het huidige scheepsonwerp past. Eerste tests en pilotprojecten lijken al wel op betrekkelijk korte termijn mogelijk. Eind dit jaar wordt een zeeschip met deze rotoren opgeleverd (zie § 3.4). Een van de ontwikkelaars (Greenwave) reageerde enthousiast op onze vragen en wilde graag meewerken aan een proef.

Vliegers zijn al relatief ver ontwikkeld en kunnen, bij succesvolle verdere ontwikkeling, al op middellange termijn worden ingezet op vissersschepen. Op korte termijn zouden pilotprojecten kunnen worden uitgevoerd op kotters. Deze techniek wordt momenteel in de praktijk getoetst op zeeschepen (binnenkort ook op een vistrawler) en is ook voor bestaande vissersschepen beschikbaar.

Op korte termijn zijn windturbines de enige op wind gebaseerde techniek die direct beschikbaar is.

Zonnepanelen worden aan land al veelvuldig toegepast, en ook aan boord van schepen zijn toepassingen bekend. De technologie zou, mede omdat zij retrofit toepasbaar is, op korte termijn op vissersschepen kunnen worden ingezet. Daarbij moet wel specifiek aandacht worden besteed aan de robuustheid van de panelen en de bijbehorende elektronica – deze moeten tegen de ruwe omstandigheden op zee zijn opgewassen.

CSP wordt momenteel slechts op grote schaal toegepast. Toepassing aan boord van schepen is met de huidige technologie nog niet mogelijk. De verdere ontwikkeling van CSP aan land zal moeten uitwijzen of de technologie zo kan worden aangepast dat deze ook op kleine schaal werkt. Pas daarna kan gekeken worden naar toepassing aan boord van schepen. CSP is hiermee op zijn best een potentiële langetermijnoptie.

Energiewinning uit golven wordt reeds op een zeer klein aantal schepen toegepast. Het gaat hierbij om installaties die onder het schip geïnstalleerd worden, om te helpen bij de voortstuwing. Voordat de techniek kan worden toegepast aan boord van vissersschepen, zal moeten worden onderzocht welk ontwerp het meest geschikt is en of er hinder van de installatie wordt ondervonden tijdens het vissen en varen. Om deze reden wordt de techniek als langetermijnoptie gezien.

Ook de energie uit beweging van schepen is een langetermijnoptie. Deze technologie wordt momenteel slechts op kleine schaal toegepast. Opschaling wordt voor zover bekend slechts in beperkte mate onderzocht.

OTEC wordt reeds toegepast in warmere regio's, maar is niet geschikt voor de kleine temperatuurverschillen die op de Noordzee aanwezig zijn. In onze inschatting valt deze optie derhalve af, tenzij er op de langere termijn nog een technologische doorbraak komt die energiewinning in de Noordzee ook mogelijk maakt. Aangezien hier weinig onderzoek naar wordt gedaan, achten we de kans klein dat deze doorbraak er zal komen.

Energie uit zwaartekracht en spuiwater worden beide nog niet toegepast. Er zal dan ook samen met scheepsbouwers gekeken moeten worden hoe zij het beste kunnen worden ingepast aan boord van een vissersschip. Het zijn slechts kleine installaties die uitgaan van een beproefd principe. Hierdoor lijken beide technologieën op korte termijn toepasbaar.







# 9.

# Conclusies en aanbevelingen

## 9.1

### Conclusies: kansrijke opties

Uit het voorgaande blijkt dat geen van de onderzochte technieken voldoende energie kan leveren om de voortstuwing van het schip volledig over te nemen van de verbrandingsmotor, bij de huidige behoefte aan energie. Er zijn echter wel een aantal technologieën gevonden die een significante bijdrage kunnen leveren aan de energievoorziening en voortstuwing van het schip.

Tabel 2 geeft een overzicht van de resultaten van de toetsing uit de vorige paragrafen, waarbij we een ‘substantiële hoeveelheid energie’ opvatten als minstens een paar procent van de energiebehoefte. Naast de toetsing wordt aangegeven of de technologie retrofit toepasbaar is of dat deze alleen kan worden verwerkt in een aangepast scheepsontwerp.

Een technologie moet op de criteria ‘substantiële hoeveelheid energie’ en ‘praktische haalbaarheid’ positief scoren, wil zij kunnen bijdragen aan de ambitieuze doelstelling van het Visserij Innovatie Platform. Daarnaast zijn opties die slechts een beperkte hoeveelheid energie kunnen leveren, wellicht toch wel interessant om toe te passen als de kosten beperkt zijn.

Tabel 2: Toetsing van verschillende alternatieven aan de criteria energielevering en praktische inpasbaarheid.

Technologie	Levert de technologie een substantiële hoeveelheid energie?	Is de technologie praktisch in te passen aan boord van een boomkorkotter?	Is de technologie toepasbaar op bestaande schepen?
<i>Windenergie</i>			
Zeilen	+	-/+	-
Vliegers	+	+	+
Flettner-rotor	-/+	-/+	+
Windturbines	--	++	++
<i>Zonne-energie</i>			
Zonnepanelen	--	+	++
CSP	-	--	--
<i>Energie uit zee</i>			
Beweging schip	-	+	+
Beweging water	-	-/+	+
OTEC	--	--	--
<i>Overigen</i>			
Zwaartekracht	--	++	++
Spuiwater	--	+	++

-- = *nee*, - = *waarschijnlijk niet*, -/+ = *misschien*, + = *ja*, ++ = *zeker*

Uit deze tabel kan geconcludeerd worden dat de volgende technologieën waarschijnlijk significante brandstofbesparing kunnen opleveren én praktisch haalbaar zijn, en daarmee aan de doelstelling van het VIP kunnen bijdragen:

- Zeilen;
- Vliegers;
- Flettner-rotors;

Bij de volgende opties zijn de onzekerheden over potentieel en praktische toepasbaarheid nog groot, al is de verwachting dat het potentieel vrij beperkt zal zijn:

- Beweging van het schip;
- Beweging van het water.

Zoals hierboven aangegeven, zijn opties die slechts een beperkte hoeveelheid energie leveren wellicht interessant wanneer de kosten hiervan beperkt zijn. Het gaat hierbij om de volgende opties:

- Windturbines;
- Zonnepanelen;
- Energie uit zwaartekracht;
- Energie uit spuiwater.

Al deze negen opties worden aangemerkt als kansrijke opties voor verduurzaming van de visserij.

Voor de implementatie is ook de termijn waarop de technologie beschikbaar komt voor de visserij belangrijk. Dit is reeds per technologie besproken in de vorige paragraaf. Figuur 11 geeft een overzicht van de termijnen waarop de verschillende technologieën naar verwachting ingevoerd kunnen worden. Voor de langetermijnopties geldt dat zij beschikbaar zijn mits er op de korte termijn onderzoek naar deze technieken wordt uitgezet zodat zij verder ontwikkeld worden.



Figuur 11: De verschillende technologieën uitgezet op een tijdlijn.

## 9.2 Aanbevelingen: wat is er nodig om de kansrijke opties te laten slagen?

Om een technologie succesvol in de markt te zetten, moeten verschillende acties worden ondernomen. Welke acties precies nodig zijn, is sterk afhankelijk van de technologie die wordt gekozen, en vooral van het stadium waarin deze zich bevindt. Een aantal algemene actiepunten kunnen echter geïdentificeerd worden, waarbij we onderscheid maken tussen de kortetermijnopties en langetermijnopties.

De kortetermijnopties kunnen in principe per direct worden uitgevoerd. Aangezien ook deze opties nog niet op vissersschepen worden toegepast, is nog wel het nodige voorwerk nodig voordat ze op grotere schaal kunnen worden ingezet. Een aantal aspecten – zoals de precieze opbrengst, de kosten en eventuele praktische problemen waar men tegenaan loopt – verdienen nog de nodige aandacht en moeten beter in kaart worden gebracht. Het lijkt dan ook verstandig de technologieën binnen een kleine pilotgroep uit te zetten en verder te ontwikkelen. Als dit succesvol verloopt, kunnen ze eerst op kleine schaal in de praktijk worden toegepast, en vervolgens verder worden ontwikkeld. Als ook deze fase positief verloopt, is grootschalige introductie mogelijk.

De volgende concrete acties zijn nodig voor implementatie van de kortetermijnopties:

- Het bij elkaar brengen van de benodigde partijen voor het opzetten van een pilotproject (vissers, scheepsbouwers, producenten van de technologie, projectbegeleiding).
- Monitoren van het proces van implementatie en van de resultaten.
- Evaluatie, oplossen van eventuele problemen, optimaliseren van de techniek en beslissing of men de techniek breder op de markt wil brengen.
- Eventueel promotie van de techniek aan een breder publiek en eventuele ondersteuning bij implementatie.

Van de middellange en langetermijnopties is nog niet bekend of zij daadwerkelijk geschikt kunnen worden gemaakt voor succesvolle toepassing op vissersschepen. Daarom zal eerst verder onderzocht moeten worden wat de potentie van de verschillende technologieën is, en welke aanpassingen aan schepen of technologie nodig zijn om ze succesvol toe te passen. De verschillende technologieën in deze groep zijn in verschillende stadia van ontwikkeling – uiteraard hangt het verdere ontwikkelingstraject daarvan af.

De volgende concrete acties zijn in elk geval nodig voor implementatie van de middellange en langetermijnopties:

- Identificatie van de kennisbehoefte omtrent de betreffende technologie;
- Aansluiting zoeken bij lopende onderzoeken of financiering zoeken en onderzoek uitzetten bij een geschikte kennisinstelling (universiteit, maritieme onderzoeksinstituten);
- Wanneer het onderzoek resulteert in een positief resultaat (de technologie lijkt potentie te hebben in de visserij) kan nu worden overgegaan op de kortetermijnaanpak, en kunnen pilotprojecten worden opgezet.

Bovenstaande stappenplannen geven de grote lijnen aan voor het implementatietraject van deze technieken. De details zullen afhangen van de gekozen technologie en een uitgebreid stappenplan kan dan ook pas gemaakt worden wanneer men voor een bepaalde optie kiest en deze verder uitwerkt.

Daarnaast is het zeer aan te bevelen om, parallel aan de verdere ontwikkeling van deze technologieën, onderzoek te doen naar het energiezuiniger maken van de boomkorvisserij. Hierbij kan worden gedacht aan de ontwikkeling van zuinigere vistechieken (bij voorkeur passief), en aan het efficiënter maken van de bestaande aandrijvings- en energiesystemen aan boord. Uit deze verkenning blijkt duidelijk dat de alternatieve energiebronnen slechts relatief beperkte vermogens kunnen leveren, en op zichzelf daarom onvoldoende zijn om de doelstellingen van het VIP te halen.





**Boelmans, 1978**

Visserij

H.A.H. Boelmans Kranenburg

Jaar: 1978

In: Maritieme geschiedenis der Nederlanden, p. 272-301

**LEI, 2008**

Karakteristiek van de Nederlandse visserijvloot

De situatie in 2007

J.G.P. Smit, C. Taal

LEI, Den Haag, 2008

**LEI, 2007**

Visserij in cijfers 2007

C. Taal, H. Bartelings, A. Klok, J.A.E. van Oostenbrugge

LEI, Den Haag, 2007

Veel informatie is verworven via internet en uit communicatie met marktpartijen. Een overzicht van de geraadpleegde bronnen en contactpersonen is te vinden in bijlage 1.





# Bijlage I: Contactpersonen en adressen

## A.1 Windenergie

### Vlieger

Producent	SkySails, Duitsland
Website	<a href="http://www.skysails.com">www.skysails.com</a>
Contactpersoon	De heer Henning Kuehl
E-mail	<a href="mailto:Henning.kuehl@skysails.de">Henning.kuehl@skysails.de</a>

### Flettner-rotor

Producent	Greenwave, Groot-Brittannië
Website	<a href="http://www.greenwave.org.uk">www.greenwave.org.uk</a>
Contactpersoon	De heer Nick Dearden
E-mail	<a href="mailto:nick@greenwave.org.uk">nick@greenwave.org.uk</a>

### Praktijkvoorbeeld

Website	Enercon, Duitsland
	<a href="http://www.enercon.de">www.enercon.de</a>

### Windgeneratoren

Producent	Schulteco
Website	<a href="http://www.schulteco.nl">www.schulteco.nl</a>

Producent	Eco-energy
Website	<a href="http://www.eco-energy.nl/wind.htm">www.eco-energy.nl/wind.htm</a>

Producent	Kisstec
Website	<a href="http://www.kisstec.nl">www.kisstec.nl</a>

Dit is slechts een kleine selectie; via internet zijn tal van producenten/leveranciers te vinden.

## **A.2 Zonne-energie**

### **CSP op kleine schaal**

Producent  
Website

Zytech solar  
[www.zytech.es](http://www.zytech.es)

## **A.3 Energie uit golfslag**

### **Energie uit beweging van het schip**

Producent  
Website  
Contactpersoon  
E-mail

Motion to energy  
[www.m2epower.com](http://www.m2epower.com)  
Dhr. Regan W. Rowe  
[reganr@m2epower.com](mailto:reganr@m2epower.com)

### **Energie uit directe golfslag**

Website  
Contactpersoon  
E-mail

[Kneider.site.voila.fr](http://Kneider.site.voila.fr)  
De heer Kneider  
[kneider@yahoo.com](mailto:kneider@yahoo.com)

Praktijkvoorbeeld

Scheepswerf waar de Suntory  
Mermaid II is afgebouwd:  
Tsuneishi Shipbuilding Company  
[www.tsuneishi.co.jp/english](http://www.tsuneishi.co.jp/english)

Website





# **Bijlage 2:**

# **Verslag workshop**

# **31 maart 2009, te**

# **Utrecht**

## **Deelnemers:**

Jaap v.d. Vis – visser  
Anton v.d. Vis – visser  
Klaas Kramer – visser  
J. de Boer – Visserij coöperatie Urk  
Lex Vredeveldt – TNO  
Jan Blok – Marin  
Henk Riphagen – InnovatieNetwerk en VIP  
Kees Taal – LEI  
Gertjan Kooij – visser  
Ruud Kort – Thijssen  
Frans Vroegop – LNV, Dir. Visserij en VIP  
Bob van Marlen – IMARES WUR  
Bettina Kampman – CE Delft  
Femke Brouwer – CE Delft

## **De technieken**

De workshop begon met een korte introductie van Henk Riphagen en een presentatie van de verschillende technieken om energie aan boord te winnen. Hierbij werden de volgende opmerkingen gemaakt:

- Zeilen: Op een kotter wordt meestal maar 15–45 minuten rechtuit gevaren, daarna wordt weer van koers veranderd. De vis zit op een relatief klein oppervlak bij elkaar; het schip moet dus goed wendbaar blijven.
- Vlieger: Wellicht een andere dekopbouw nodig, maar dat lijkt mogelijk. Ook hier geldt dat bekeken moet worden hoe de technologie presteert bij de steeds wisselende koers.

- Flettner-rotor: IMARES gebruikt deze technologie veelvuldig om apparatuur onder water te sturen. Er werd opgemerkt dat de verminderde stabiliteit kan worden opgelost door het schip iets breder te maken, maar dat levert meer weerstand op.
- Beweging van het schip: Een techniek die hier niet wordt genoemd, zijn slingertanks. Deze worden hieronder verder besproken (bij 'nieuwe ideeën').
- Lieren: Er wordt veel warmte opgewekt bij de lieren waarmee de netten of lijnen worden uitgevierd, dus potentieel lijkt er wel te zijn.
- Spuiwater: Dit lijkt een groter potentieel te hebben dan de lieren – er gaat veel water overboord, vooral bij het overboord spuiten van visresten en dergelijke.

### **Opmerkingen bij de scores van de verschillende opties:**

- De meningen zijn verdeeld wat betreft de praktische toepasbaarheid van zeilen. Enerzijds wordt gedacht dat dit goed te doen is, zeker als er naar nieuwe ontwerpen en (passieve) vistechnieken wordt gekeken. Anderzijds lijken de voortdurende koerswisselingen lastig, en wordt het potentieel bij de huidige vistechnieken als erg laag ingeschat. De conclusie is dat zeilen niet moet worden afgeschreven, en verdere aandacht verdient.
- De vlieger wordt enthousiast ontvangen. De inpasbaarheid lijkt weinig problemen te geven, en de opgewekte vermogens komen in de buurt van die van een Eurokotter. De vlieger lijkt kansrijker dan zeilen vanwege de hogere vermogens en de beperktere gevolgen voor het scheepsontwerp.
- De inpasbaarheid van de Flettner-rotor wordt als lastig gezien – de constructie lijkt te kwetsbaar voor de omstandigheden op een visserschip.
- Windgeneratoren leveren dermate weinig op dat het zinvoller lijkt om de aandacht te richten op het beperken van energieverpilling.
- Zonnepanelen kunnen wellicht vrij eenvoudig op de stuurhut worden gemonteerd, een oppervlak van ca. 20 m<sup>2</sup>. Probleem: in de loop van een week komen ze vol te liggen met meeuwenpoep.
- De inschattingen van het vermogen van de scheepsbewegingen lopen uiteen. Het zou goed zijn om hier een eerste schatting van te maken.
- Winnen van energie uit waterbeweging lijkt maar weinig kracht op te kunnen leveren. Wellicht dat er wel mogelijkheden zijn om schepen anders te ontwerpen.
- Lieren: Als je de weerstand te hoog maakt, lopen de netten niet meer uit. Kosten en inpasbaarheid van dit systeem hangen af van het specifieke diesel/elektrische systeem.
- Spuiwater: Er worden geen praktische problemen verwacht met het verstopt raken van de spuigaten. Er zijn wettelijke eisen aan de afvoercapaciteit van de afvoerkanalen. Het waterrad mag de weerstand niet zo beïnvloeden dat deze capaciteit niet meer wordt gehaald.

### **Overige opmerkingen:**

- Waterstof zou wat positiever belicht kunnen worden.
- Er is een algemene consensus dat windenergie in elk geval beter benut moet worden.
- De opties voor de toekomst moeten worden gezien in combinatie met vernieuwingen in bijvoorbeeld vistechniek.

### **Vermogenselektronica**

Er wordt op dit moment veel gasolie verspild doordat er grote hulpmotoren aan boord worden ingezet die veel minder efficiënt zijn dan de hoofdmotoren. Met verbeteringen aan dit energiesysteem, mogelijk gemaakt door de moderne vermogenselektronica, zijn waarschijnlijk grote besparingen in gasolie mogelijk. Verbeteringen in het diesel/elektrische systeem kunnen op termijn ook een transitie naar waterstof of meer elektriciteit faciliteren.

NB. Deze optie valt buiten de scope van het hier besproken onderzoek, maar lijkt goede kansen te bieden voor significante besparingen.

### **Nuttig gebruik van warmte van uitlaatgassen**

Er wordt veel energie verspild in de warmte van de uitlaat – kan die warmte niet worden benut? Nuttige inzet van die warmte is lastig; de temperatuur is te laag om er elektriciteit mee te winnen. Ideeën die worden genoemd om de warmte toch nuttig te benutten, zijn verwarming van de verblijven en het koken van garnalen op garnalenkotters. Vooral dit laatste lijkt een interessante optie die verder zou moeten worden uitgezocht. Daarnaast wordt ook een onderzoek van ECN genoemd, waarin elektriciteit wordt gewonnen uit een warmteverschil.

### **Energiewinning uit scheepsbeweging**

Veel vissersschepen in bijvoorbeeld Denemarken en IJsland hebben slingertanks aan boord. Deze bevatten water dat over de breedte van het schip heen en weer kan stromen, om het slingeren tegen te gaan. De energie van deze stroming kan eventueel ook worden gewonnen. In Nederland worden deze tanks niet veel toegepast omdat er voor de boomkorvisteknik veel hogere stabiliteitseisen worden gesteld – dan zijn de tanks niet nodig. Als mogelijk probleem wordt wel gezien dat het water in deze tanks naar de lage kant stroomt als je daar de netten binnenhaalt, waardoor de stabiliteit afneemt. Wellicht zijn er ook mogelijkheden om iets vergelijkbaars te doen met de gasolietanks, die ook dwars zijn ingebouwd.

Daarnaast wordt voorgesteld om te kijken naar een verticale buis door het schip. Het water en de luchtkolom hierin zijn dan constant in beweging door de bewegingen van het schip. Een klein schoepenrad zou deze energie kunnen winnen.





---

New energy for the fishing industry – An exploration of alternative energy sources

F.P.E. (Femke) Brouwer and B.E. (Bettina) Kampman (CE Delft)  
InnovationNetwork report no 09.2.209, Utrecht, The Netherlands,  
June 2009

---

## **Background**

Fishing vessels, notably the large North Sea trawlers that fish for plaice and sole, gasoline guzzlers. One way to curb their fuel consumption – both for financial and energy transition/climate reasons – is to use alternative energy sources.

This report, which was commissioned by InnovationNetwork, explores the opportunities for generating various forms of energy on board. The result is a number of promising options that could be developed further. Clearly, there are other options for reducing fuel consumption, such as alternative fishing techniques, but these were not examined in this report.

## **Wind**

Until the advent of steamships and motorized vessels, wind was the main source of energy in the fishing industry. Modern fishing techniques, however, rely on the greater power generated by the engines of today, so a straightforward return to traditional sailing ships is not possible.

Besides traditional sails, other techniques for harvesting wind energy include the kite, the Flettner rotor and the wind turbine. The kite appears to be the most promising option in the mid-term, while sails too may prove viable. In the longer term the Flettner rotor may also become

interesting. Kites and Flettner rotors can probably be fitted with only minimal modifications to the ship's design. All three options can in principle make a significant contribution to the propulsion of the vessel.

### Sun

Solar energy can be harnessed with solar panels. This is an already known technology that is still undergoing further development. It is applied on a very small scale on ships. Given the currently high costs and low potential, this technology does not seem immediately suitable. Another solar energy option is Concentrated Solar Power, where mirrors are used to concentrate sunlight. However, the constant motion of the ship rules out the on-board application of this technology at the present moment.

### Water

Energy can also be extracted from water, e.g. from tides and waves<sup>17</sup>. Existing ideas for harnessing the movement of water on board are still in their infancy. These are long-term options and further research is necessary to quantify their potential and develop the technologies.

### Other energy sources

Two technologies that come under none of the above headings involve generating energy from gravity and from water discharges. The gravity option involves storing the energy released when nets are lowered; with the water discharge option, small turbines are placed in the conduits for discharging water. The potential of both technologies is limited, but they have the advantage of only requiring minor modifications on board the fishing vessels.

### Which options are recommended?

All technologies were tested against two criteria:

1. Can they generate a significant amount of energy?
2. Are they practicable solutions for application on board beam trawlers?

In addition, we looked at the time scale within which the technologies could be made available to the fishing industry. Some of the technologies are immediately available, some are still being developed, and some are still in their infancy.

We conclude that the following options could lead to significant fuel savings and thus help to achieve InnovationNetwork's objective:

- Sail (medium to long term);
- Kite (medium term);
- Flettner rotor (long term).

The kite probably offers the best opportunities in the medium term, so the advice is to explore this option further and to see whether a pilot project can be carried out. The two other alternatives, notably sail, also seem promising in the longer term and merit further research.

The following options probably have a fairly limited potential, but the uncertainties over their potential and practicability are still substantial:

- Energy from water movement (long term);
- Energy from vessel movement (long term).

---

<sup>17</sup> Another technology for generating energy from sea water is to make use of differences in temperature between deep and surface water. However, the differences in temperature in the North Sea are too small for this.

Other identified options that seem practicable but offer only (very) limited potential are: wind turbines, solar panels, energy from gravity and energy from water discharges. A cost-benefit analysis is necessary to establish whether these technologies are viable.